Koncept for Udpegning af Pesticidfølsomme Arealer, Rapport nr. 7

Ekstramarginal smeltevandssand af Sen Weichsel alder inden for den distale del af smeltevandssletten: Basisdata fra Karup og Tinglev hedesletter



Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Miljøministeriet





Redaktion: Carsten Suhr Jacobsen *Omslag*: Kristian Rasmussen *Oplag*: 100 *Udgivelsesår*: 2005

ISBN 87-7871-158-4

© Miljøministeriet Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, GEUS Øster Voldgade 10, DK-1350 København K Telefon: 38 14 20 00 Telefax: 38 14 20 50 E-post: geus@geus.dk Internet: www.geus.dk Koncept for Udpegning af Pesticidfølsomme Arealer, Rapport nr. 7

Ekstramarginal smeltevandssand af Sen Weichsel alder inden for den distale del af smeltevandssletten: Basisdata fra Karup og Tinglev hedesletter



Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Miljøministeriet

Danmarks JordbrugsForskning Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri



KUPA rapport nr. 7

Undersøgelse af smeltevandsaflejringer indenfor distale smeltevandssletter: Basisdata fra undersøgelser på Karup og Tinglev hedeslette

Indhold

Fc	rord	7
1.	Indledning	9
2.	Udpegning af lokaliteter og definition af feltundersøgelser	11
	2.1 Fuldt undersøgelsesprogram profiler	11
	2.2 Markvariationsundersøgelser	14
	2.3 Reduceret undersøgelsesprogram profiler (profillinie)	14
	2.4 Oversigt over placering af undersøgelser	14
	2.5 Placering af fuldt undersøgelsesprogram profilerne indenfor	
	undersøgelsesmarkerne	16
	2.5.1 Simmelkær-lokaliteten	17
	2.5.2 Hogager-lokaliteten	19
		20
3.	Resultater fra fuldt undersøgelsesprogram profiler på distal hedeslette	23
	3.1 Pedologi	23
	3.1.1 Simmelkær lokaliteten	24
	3.1.1.1 Jordbundsudvikling	24
	3.1.2 Hogager lokaliteten	27
	3.1.2.1 Jordbundsudvikling	28
	3.1.3 Emmerske lokaliteten	31
	3.1.3.1 Jordbundsudvikling	31
	3.1.3 Pedologiske karakteristika, forskelle og ligheder på de tre Distal jorder	33
	3.2 Geologi	34
	3.2.1 Similieikær lokaliteten	34 3/
	3.2.3 Emmerske lokaliteten	34
	324 Sammenligning af sedimentologien på de tre undersøgelsesmarker samt	00
	tolkning af afleiringsmiljø	35
	3.3 Kemiske og mineralogiske undersøgelser	36
	3.3.1 Lokaliteterne Simmelkær, Hogager og Emmerske	37
	3.3.1.1 Simmelkær lokaliteten	37
	3.3.1.2 Hogager lokaliteten	38
	3.3.1.3 Emmerske lokaliteten	41
	3.3.2 Sammenligning af fysiske, kemiske og mineralogiske egenskaber	42
	3.4 Hydraulik	43
	3.4.1 Udtagne prøver	43
	3.4.1.1 Simmelkær-lokaliteten	44
	3.4.1.2 Hogager-lokaliteten	44
	3.4.1.3 Emmerske-lokaliteten	44
	3.4.2 Volumenvægt	44
	3.4.3 Teksturanalyse på store kolonner	44

	3.4.4 Vandretention	45
	3.4.5 Mættet hydraulisk ledningsevne	47
	3.4.6 Umættet hydraulisk ledningsevne	47
	3.4.7 Anvendelighed af hydrauliske data	48
	3.5 Mikrobiologi (distal hedeslette)	49
	3.5.1 Mikrobiel biomasse	50
	3.5.2 Mikrobiel aktivitet	51
	3.5.3 Mikrobiel diversitet	52
	3.5.4 Sammenfatning	53
	3.6 Pesticid specifikke parametre	54
	3.6.1 Pesticides binding	54
	3.6.2 Pesticiders mineralisering	56
	3.6.3 DT50 bestemmelse	60
4	Resultater af markvariationsundersøgelser	62
	4.1 Geofysik	62
	4.1.1 EM38	62
	4.1.1.1 Simmelkær	62
	4.1.2 Georadar	64
	4.1.2.1 Simmelkær	64
	4.1.2.2 Emmerske	68
	4.1.2.3 Geologisk tolkning samt sammenligning af georadarundersøgelserr	ne på
	den distale del af smeltevandssletten	71
	4.2 Prøveudtagningssteder	72
	4.3 Teksturanalyser	72
	4.4 Hydraulik	79
	4.5 Mikrobiologi	81
	4.6 Pesticidspecifikke parametre	81
5	Resultater af profillinieundersøgelser	82
	5.1 Geofysik	82
	5.1.1 EM38	82
	5.1.2. Georadar	84
	5.2 Pedologi	90
	5.2.1 Jordbundsudvikling i profilliniepunkterne	91
	5.1.1.1 Beskriver	93
	5.1.1.2 Bemærkninger	93
	5.1.1.3 UTM	
	5.4 Fysiske, kemiske og mineralogiske undersøgelser	102
	5.4.1 Lokaliteteterne Hallund, Ommose, Nedre Simmelkær og Snepstrup	102
	5.4.1.1 Hallund lokaliteten	
	5.4.1.3 Ommose lokaliteten	
	5.4.1.3 Nedre Simmelkær lokaliteten	106
	5.4.1.4 Sneptrup lokaliteten	107
	5.4.2 Sammenligning af fysiske, kemiske og mineralogiske egenskaber	109
	5.5 Hydraulik	
	5.5.1. Volumenvægt	
	5.5.2. Vandretention	111

5.5.3.	Mættet hydraulisk ledningsevne	
5.5.4.	Anvendelighed af hydrauliske data	113
5.6. Mik	robiologi	114
5.7. Sto	fspecifikke parametre	115
5.7.1 Pes	sticidernes binding	116
5.7.2 Sto	offernes mineralisering	117
Referencer		120
Appendiks	1	121
Appendiks	2	122
Appendiks	3	125

Forord

Heidi C. Barlebo (GEUS)

Denne basisdatarapport er udført som en del af projektet: Koncept for udpegning af pesticidfølsomme arealer, KUPA, der har til formål at tilvejebringe den nødvendige viden og hvis muligt udvikle en operationel metode til klassificering af arealer, som er særlig følsomme overfor pesticidnedsivning til grundvandet. Opgaven er stillet af det danske folketing for at støtte amterne i forbindelse med udpegningen, en opgave der er dem pålagt i forbindelse med gennemførelsen af Vandmiljøplan II og Drikkevandsudvalgets betænkning fra 1997. Undersøgelserne er udført i samarbejde mellem Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS) og Danmarks JordbrugsForskning (DJF).

I KUPA-projektet indsamles en større mængde data, der danner baggrund for vurderingen af muligheden for et koncept og hvis muligt udarbejdelse af et koncept til udpegning af sandområder, der er særlig følsomme overfor pesticidnedsivning til grundvandet. Formålet med basisdatarapporterne er at dokumentere indsamlede data og præsentere datagrundlaget, der ligger til grund for vurderingen og for om muligt at opstille et koncept. Rapporterne er opdelt efter landskabselementer. I hver rapport præsenteres undersøgelseslokaliteterne indenfor det givne landskabselement sammen med de tilhørende data og observerede forhold af relevans for senere tolkning af data. Basisdata rapporterne indeholder præsentationer af de data som er indgået i opstillingen af et koncept for særligt pesticidfølsomme områder. Denne basisdatarapport omhandler data indsamlet på undersøgelseslokaliteter med smeltevandssand indsamlet indenfor distale smeltevandssletter på Karup og Tinglev hedeslette.

Projektet er blevet fulgt af en styregruppe bestående af:

Alex Sonnenborg, GEUS (Bjarne Madsen 1/3 til 30/11, 2000) Per Rosenberg, GEUS (Bo Lindhardt 1/3-2000 til 1/3-2002) Peter Gravesen, GEUS Erik Nygaard, Geus (Heidi C. Barlebo 1/3-2000 til 1/12 2002) Harald Mikkelsen, DJF (1/3-2000 til 1/10-2002) Jesper Waagepetersen, DJF Jørgen Jakobsen, DJF Christian Ammitsøe, Miljøstyrelsen Lærke Thorling, Århus Amt Poul Henning Petersen, Landbrugets Rådgivningscenter Jens Bastrup, Dansk vand- og spildevandsforening

Rapporten er udarbejdet med bidrag fra forfattere ved Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse og Danmarks JordbrugsForskning, og på baggrund af et datasæt etableret gennem et omfattende prøveindsamlings- og analysearbejde som er udført af et stort antal medarbejdere på institutionerne. Disse medarbejdere er i alfabetisk rækkefølge: Ann Dorrit Steffensen, Anne Britze, Arne Helweg, Bjarne Hansen, Bo Vangsø Iversen, Bodil B. Christensen, Carsten Guvad, Carsten S. Jacobsen, Christen D. Børgesen, Christina R. Jensen, Ditte Kiel-Düring, Egon Hansen, Finn Pilgaard Vinther, Heidi C. Barlebo, Henrik Vosgerau, Holger Nehmdal, Hubert de Jonge, Ingelise Møller, Jens Henrik Badsberg, Jim Rasmussen, Klaus Refslund, Lars Elsgaard, Lasse Gudmundsen, Lisbeth Løvig Nielsen, Marga Jørgensen, Marianne Schou, Martin Hansen, Michael Koppelgaard, Mogens H. Greve, Nina Jørgensen, Per Jensen, Per Nyegaard, Pernille Stockmarr, Pia Bach Jakobsen, Preben Olsen, René K. Juhler, Rikke W. Riis, Rune Johnsen, Spire Maja Kiersgaard, Stig T. Rasmussen, Svend . Olesen, Szymon Kopalski, Søren B. Torp, Søren Nielsen og Trine Henriksen, Ulla C. Brinch, Vibeke Ernstsen.

Forfatterne, som er nævnt ved de enkelte kapitler, er i alfabetisk rækkefølge: Bo V. Iversen, Carsten S. Jacobsen, Finn P. Vinther, Heidi C. Barlebo, Henrik Vosgerau, Ingelise Møller, Jim Rasmussen, Lars Elsgaard, Mogens H. Greve, Ole H. Jacobsen, René K. Juhler, Svend E. Olesen, Søren B. Torp, Ulla C. Brinch, Vibeke Ernstsen

Retningslinier for indhold og koordinering af tekst er foretaget af projektgruppen bestående af:

Heidi C. Barlebo, GEUS (Projektleder til 1/12 2002) Erik Nygaard, GEUS (Projektleder fra 1/12 2002) Vibeke Ernstsen, GEUS Carsten Suhr Jacobsen, GEUS Henrik Vosgerau, GEUS (Peter Roll Jakobsen, GEUS, 1/8 til 31/10, 2001) Ole Hørbye Jacobsen, DJF Svend Elsnab Olesen, DJF

1. Indledning

Heidi C. Barlebo (GEUS) og Henrik Vosgerau (GEUS)

Som del af tilvejebringelse af nødvendig viden og om muligt udvikling af en metode til klassificering af arealer, som er særlig følsomme overfor pesticidnedsivning til grundvandet, er der i projektet foretaget en række detailundersøgelser. I den forbindelse er et stort antal undersøgelsesmarker udvalgt, hvor parametre, som menes at have betydning for udvaskningen af pesticider til grundvandet, undersøges. En del af de pesticidfølsomme parametre formodes at knytte sig til geologi og pedologi, hvorfor undersøgelsesmarkerne er udvalgt således, at de repræsenterer forskellige typer sandede jordarter. Endvidere er lokaliteterne valgt således, at de er beliggende indenfor forskellige typer landskabselementer. Ud fra denne udvælgelsesmetode vil det i en senere rapport blive vurderet, om resultaterne af de pesticidfølsomme parametre på punkt- eller markskala opnået på undersøgelsesmarkerne kan opskaleres til større områder som fx landskabselementer ved hjælp af jordarts- eller landskabselementtypen.

I KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002) er der gjort nærmere rede for hvilke typer kvartære jordarter og landskabselementer, der undersøges indenfor KUPA projektet. Nærværende rapport fremlægger basisdata opnået ved undersøgelser på ekstramarginale smeltevandsaflejringer indenfor distale smeltevandssletter på Karup og Tinglev hedeslette.

Ved ekstramarginale aflejringer forstås smeltevandssand, -grus, -silt og -ler, der er aflejret ude foran isranden i Senglacial tid. Karup og Tinglev hedeslette er indledningsvis forsøgt opdelt i alluvialkegler, proximale og distale smeltevandssletter, hvor der gælder, at alluvialkeglen er dannet ved isranden og den distale del af smeltevandssletten længst væk fra denne. Dette afspejler sig blandt andet i en generel faldende kornstørrelsesfordeling fra alluvialkeglen til den distale del af smeltevandssletten, en kornstørrelseskarakteristik som kan have betydning for graden af udvaskning af pesticider til grundvandsspejlet. Inddelingen af hedesletterne er sket på baggrund af eksisterende data i form af geomorfologiske kort, jordartskort og geologiske boredata indenfor hedesletterne. På kortmateriale med højdekurver kan alluvialkeglen erkendes morfologisk ved højdekurvernes rolige konformt buede forløb. Højdekurverne angiver at terrænet hælder væk fra alluvialkeglens toppunkt, der markerer, hvor smeltevandsfloderne havde deres udløb fra gletscheren. På smeltevandssletten er terrænoverfladens hældning væk fra isranden lille i forhold til på alluvialkeglen. På kortmateriale adskiller smeltevandssletten sig således fra alluvialkeglen ved at afstanden mellem højdekurverne er større og kurverne har et mere slynget forløb. Grænserne mellem hedeslettens landskabselementer kan dog være noget diffuse. Dette er specielt tilfældet mellem den proximale og distale del af smeltevandssletten, hvor overgangen, morfologisk betragtet, ses ved en gradvis forøgelse af afstanden mellem højdekurverne.

I undersøgelserne indsamles data fra den (vand-) umættede zone, dvs. fra jordoverfladen og ned til grundvandsspejlet. Der bestemmes sammenhørende værdier af hydrauliske, mikrobielle og stofspecifikke parametre, der er relateret til pedologiske, mineralogiske, kemiske og geologiske data. Beskrivelse af de anvendte undersøgelses- og analysemetoder er samlet i KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002).

Rapporten indledes i kapitel (2) med en oversigt over udpegede lokaliteter på distale smeltevandssletter på Karup og Tinglev hedesletter og en definition af de udførte typer feltundersøgelser. Resultaterne fra fuldt undersøgelsesprogram opdelt på fagdiscipliner vises i kapitel (3). Herefter følger resultaterne fra markvariationsundersøgelserne i kapitel (4) og til sidst resultaterne fra profillinieundersøgelserne i kapitel (5).

2. Udpegning af lokaliteter og definition af feltundersøgelser

Henrik Vosgerau (GEUS)

I alt er tre distale smeltevandssletter blevet udpeget på baggrund af eksisterende data fordelt således at to af keglerne er beliggende indenfor Karup hedeslette og den sidste indenfor Tinglev hedeslette. På hver af de distale smeltevandssletter er en undersøgelsesmark udvalgt som opfylder de stillede krav indenfor KUPA projektet med hensyn til dybde til grundvandsspejl, bedriftstype mm. (beskrevet nærmere i KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002)). Markerne på Karup hedeslette benævnes Simmelkær og Hogager, mens marken på Tinglev hedeslette benævnes Emmerske. I fig. 2.1 og 2.2 er undersøgelsesmarkernes placering angivet på henholdsvis Karup og Tinglev hedeslette med det Kvartære Jordartskort og et kort med højdekurver som baggrund. På kortet med højdekurver er endvidere markeret omridset af alluvialkegler, proximale og distale smeltevandssletter udpeget på baggrund af eksisterende data.

2.1 Fuldt undersøgelsesprogram profiler

På alle 3 marker er der indledningsvist foretaget geofysiske EM38-målinger. Efterfølgende er der på hver af de 3 undersøgelsesmarker placeret et *fuldt undersøgelsesprogram profil*, som generelt er sammensat af en udgravning og en boring ned til grundvandsspejlet, således at hele den umættede zone er dækket ind. Udgravningen er generelt op til 1,7 m dyb med to profilvægge, der er ca. 10 meter lange, og som står vinkelret på hinanden.

Fra fuldt undersøgelsesprogram profilerne udtages som standard prøver i 5 dybder, der relaterer sig til forskellige jordhorisonter indenfor den umættede zone (se KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002)). Prøverne anvendes til analyse af tekstur, hydrauliske, mikrobiologiske, stofspecifikke og geokemiske parametre efter metoder angivet i KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002). På baggrund af fuldt undersøgelsesprogram profilerne er pedologien, geologien og geokemien beskrevet igennem den umættede zone.



Figur 2.1. Undersøgelsesmarkernes beliggenhed på Karup hedeslette med henholdsvis det Kvartære Jordartskort (1:200.000) og et kort med højdekurver som baggrund. Ækvidistancen mellem højdekurverne er 5 m. Lokaliteterne er beliggende indenfor den del af de ekstramarginale aflejringer, der skønnes at indgå i distale smeltevandssletter. Omridset af alluvialkegler, proximale og distale smeltevandssletter udpeget på baggrund af eksisterende data er markeret på kortet med højdekurver. Store dele af disse landskabselementer er gennemskåret af erosionsdale og –kløfter, som er dannet på et senere tidspunkt end de omtalte landskabselementer. De markerede landskabselementer angiver, hvor terrænoverfladen af de oprindelige landskabselementer er bevaret, og det er inden for disse arealer, at undersøgelsesmarkerne er udvalgt.



Figur 2.2. Undersøgelsesmarkens beliggenhed på Tinglev hedeslette med henholdsvis det Kvartære Jordartskort (1:200.000) og et kort med højdekurver som baggrund. Ækvidistancen mellem højdekurverne er 5 m. Lokaliteten er beliggende indenfor den del af de ekstramarginale aflejringer, der skønnes at indgå i en distal smeltevandsslette. Omridset af alluvialkegle, proximale og distale smeltevandssletter udpeget på baggrund af eksisterende data er markeret på kortet med højdekurver. Landskabselementerne kan være gennemskåret af erosionsdale og –kløfter, som er dannet på et senere tidspunkt end de omtalte landskabselementer. Undersøgelsesmarken er udvalgt således, at den er beliggende i et område, hvor terrænoverfladen af den oprindelige distale smeltevandsslette er bevaret.

2.2 Markvariationsundersøgelser

På Simmelkær mark er der endvidere foretaget markvariabilitetsundersøgelser, hvilket indebærer, at der er lavet ca. 50 små udgravninger hen over marken, hvori der i topjorden er foretaget målinger og udtaget prøver til bestemmelse af variationen på markskala indenfor pedologi, tekstur, hydraulik (luftpermeabilitet), stofspecifikke parametre (sorption og stofmineralisering) og mikrobiologi (bakteriel karakterisering). På alle 3 marker er variationen endvidere undersøgt i form af geofysiske EM38-målinger og på Simmelkær og Emmerske mark ligeledes i form af georadar-målinger.

2.3 Reduceret undersøgelsesprogram profiler (profillinie)

I tilknytning til Simmelkær mark er der udført en profillinie, som består af fire boringer, der sammen med fuldt undersøgelsesprogram profilet på Simmelkær mark, danner en ca. 8 km lang, ØSØ-VNV gående linie gennem den distale smeltevandsslette. I hver af de fire boringer, der indgår i profillinien, er tekstur, hydrauliske, mikrobielle og stofspecifikke parametre blevet bestemt i op til 5 dybder og der er udført geokemiske og geologiske profilbeskrivelser. Undersøgelserne og profilbeskrivelserne, der knytter sig til boringerne i profillinierne, benævnes *reduceret undersøgelsesprogram* og er mindre detaljerede end i fuldt undersøgelsesprogram profilerne, idet ikke så mange parametre bestemmes (se KUPA rapport 2 (Barlebo et al. 2002)). Langs dele af profillinien er der endvidere lavet geofysiske undersøgelser i form af EM38 og georadarundersøgelser.

2.4 Oversigt over placering af undersøgelser

Fig. 2.3 viser placeringen af fuldt undersøgelsesprogram profil på Simmelkær mark, reduceret undersøgelsesprogram profiler (der indgår i profillinien) samt udstrækning af områder, hvor der er lavet markvariabilitetsundersøgelser og EM38-målinger.



Figur 2.3. Placering af fuldt program profil på Simmelkær mark, reduceret program profiler (der indgår i profillinien) samt udstrækning af områder, hvor der er lavet markvariabilitetsundersøgelser og EM38-målinger. Vist med henholdsvis 1 cm kort (1:100.000), Kvartær Jordartskort (1:25.000) og Jordklassificeringskort (1:200.000) som baggrund. Områderne, hvor undersøgelsesmarkerne er beliggende, er endnu ikke systematisk karteret og det viste kvartære jordartskort er derfor baseret på boredata mm. På 1 cm kortet er profilernes KUPA lokalitetsnumre angivet, hvortil knytter sig følgende stednavne: 227: Sneptrup (DGU arkiv nr. 75. 1618); 226: Simmelkær; 228: Nedre Simmelkær (DGU arkiv nr. 75. 1617); 229: Ommose (DGU arkiv nr. 75. 1616); 230: Hallundbæk (DGU arkiv nr. 75. 1615).

2.5 Placering af fuldt undersøgelsesprogram profilerne indenfor undersøgelsesmarkerne

Mogens H. Greve (DJF) og Søren B. Torp (DJF)

De udvalgte marker er indledningsvis blevet opmålt med EM38, således at disse målinger kunne anvendes til placeringen af fuldt undersøgelsesprogram profilet på alle 3 lokaliteter. Målingerne blev desuden anvendt til placering af den delmark i Simmelkær, som skulle anvendes til markvariabilitetsundersøgelsen.

Efter at EM38 kortlægningen var gennemført og resultaterne bearbejdet indledningsvis, blev der udpeget en egnet lokalitet til placeringen af udgravningen. Lokaliteten blev udpeget således, at den havde, for smeltevandssand, typiske EM38-værdier. Lokaliteterne blev efterfølgende opsøgt for at få bekræftet, at de var placeret på den rigtige jordart.

På Emmerske-lokaliteten blev EM38-målingerne suppleret med en georadarundersøgelse. Resultaterne af denne indgik i den endelige udpegning af udgravningens placering og udgravningsvæggene blev placeret langs et vinkelret sæt af georadarlinier. Georadarundersøgelserne er præsenteret i afsnit 4.1.2 i kapitlet om resultater af markvariationsundersøgelser.

2.5.1 Simmelkær-lokaliteten

Resultater fra EM38-undersøgelsen af Simmelkær-lokaliteten er vist på fig. 2.4 og 2.5. Ud fra disse er placeringen af udgravningen af fuldt undersøgelsesprogram profilet og markvariationsundersøgelserne bestemt (fig. 2.6).



Figur 2.4. Resultater fra målinger med EM38 sensoren ved Simmelkær. Figuren viser målinger af jordens elektriske ledningsevne målt i millisiemens/meter. Det største område viste måleværdier 0-5 (lys) og 5-10 (lyserød) mSm/m. Måleværdier > 10 mSm/m fandtes kun få steder (rød) og skyldtes sandsynligvis nedgravede el-kabler.



Figur 2.5. Variogram af EM38-målingerne fra Simmelkær-marken. Punkterne er den eksperimentelle semivariance. Den røde linie er den bedst fittede Spheriske model med følgende parametre (defineret i KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002)): Range = 189 m, sill = 1,6 og nugget = 0,9.



Figur 2.6. Simmelkær - lokaliseringen af undersøgelsesmarken. Med rødt er markeret det med EM38 sensoren opmålte areal. Punktet her indenfor viser placering af udgravning af fuldt undersøgelsesprogram profilet.

2.5.2 Hogager-lokaliteten

Resultater fra EM38-undersøgelsen af Hogager-lokaliteten er vist på fig. 2.7 og 2.8. Ud fra disse er placeringen af udgravningen af fuldt undersøgelsesprogram profilet bestem (fig. 2.9).



Figur 2.7. Resultater fra målinger med EM38 sensoren ved Hogager. Figuren viser målinger af jordens elektriske ledningsevne målt i millisiemens/meter. Området viser næsten udelukkende måleværdier på 0-5 mSm/m (lys). Måleværdier på 5-10 mSm/m er kun målt få steder (lyserød og rød).



Figur 2.8. Variogram af EM38-målingerne fra Hogager marken. Punkterne er den eksperimentelle semi-variance. Den røde linie er den bedst fittede spheriske model med følgende parametre (defineret i KU-PA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002)): Range = 270 m, sill = 0,4 og nugget= 0,1.



Figur 2.9. Hogager - lokaliseringen af undersøgelsesmarken nordøst for byen. Med rødt er markeret det med EM38 sensoren opmålte areal. Punktet her indenfor viser profiludgravningens placering (blå).

2.5.3 Emmerske-lokaliteten

Resultater fra EM38-undersøgelsen af Emmerske-lokaliteten er vist på fig. 2.10. I de største områder findes måleværdier på 10-15 og 15-22,5 mSm/m (røde). Måleværdier på 5-10 mSm/m er målt i mindre områder (lyserød). Højere måleværdier 22,5-30 og 30-100 (mørkerøde) findes fortrinsvis i undersøgelsesområdets centrale del. De høje måleværdier kan for en stor dels vedkommende korreleres til et forhøjet humus indhold i jorden.

EM38-målingerne er statistisk behandlet og resultatet kan ses på fig. 2.11. Placeringen af undersøgelslokaliteten kan ses på fig. 2.12.



Figur 2.10. Resultater fra målinger med EM38 sensoren ved Emmerske. Figuren viser målinger af jordens elektriske ledningsevne målt i millisiemens/meter.



Figur 2.11. Variogram af EM38-målingerne fra Emmerske marken. Punkterne er den eksperimentelle semivariance. Den røde linie er den bedst fittede ekspotientielle model med følgende parametre (defineret i KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002)): Range = 327 m, sill = 28,4 og nugget= 1,1.



Figur 2.12. Emmerske - lokaliseringen af undersøgelsesmarken øst for Store Emmerske. Med rødt er markeret det med EM38 sensoren opmålte areal. Punktet her indenfor viser profiludgravningens placering.

3. Resultater fra fuldt undersøgelsesprogram profiler på distal hedeslette

I dette kapitel vises undersøgelsesresultaterne for den repræsentative jordprofil på hver af de tre marker, udpeget på landskabselementet distal hedeslette. Undersøgelserne gennemføres dels i en V-formet udgravning til 1-2 meters dybde, dels i boringer, jf. KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002). Profilundersøgelserne omfatter pedologisk beskrivelse af de øvre jordlag og geologisk beskrivelse indtil maximalt 10 meters dybde, samt udtagning af repræsentative jordprøver i forskellige dybder til laboratorieundersøgelser. På disse gennemføres fysiske, kemiske og biologiske analyser inklusiv teksturanalyser, mineralogi, hydraulisk ledningsevne, mineraliseringspotentiale, samt pesticidbindingskapacitet og –nedbrydningspotentiale.

3.1 Pedologi

Søren Torp, DJF

De pedologiske forhold samt de dominerende jordbundsdannende processer på undersøgelseslokaliteterne er beskrevet i det følgende. En detaljeret beskrivelse af de fysiske, kemiske og mineralogiske forhold på lokaliteterne findes beskrevet i kapitel 3.3.

På tabelform findes et beskrivelsesskema med områdedata og horisontbeskrivelser og heri findes også en dansk jordbundsklassifikation efter "Et pedologisk jordbundklassifikationssystem baseret på danske jorde" (Madsen & Jensen 1985) og en klassifikation efter FAO World Reference Base for Soil Resources (1998). Der kan desuden henvises til Metoderapporten (Barlebo et al. 2002) med hensyn til en nøjere beskrivelse af profilgravning, beskrivelsesmetoder, analysemetoder m. m.

Kornstørrelsesfraktioner	Kornstørrelsesbetegnelse			
Mm	Pedologi		Geologi	
> 6,3	Grus/sten		Grus, sten, blokke	
2 - 6,3			Grus	fint
1 – 2		groft		groft
0,5 – 1	Sand	groft	Sand	groft
0,2-0,5		groft mellem		mellem
0,125 – 0,2		fint mellem		fint
0,063 - 0,125		fint		fint
0,020 - 0,063	Silt	groft	Silt	groft
0,002 - 0,020		fint]	fint-mellem
< 0,002	Ler		Ler	

Tabel 3.1. Pedologiske og geologiske kornstørrelsesbetegnelser for de anvendte kornstør

 relsesfraktioner.

3.1.1 Simmelkær lokaliteten

Jordbundsprofilet ved Simmelkær er udviklet i et grovsandet udgangsmateriale aflejret af smeltevandet under Weichel glaciationen. Profilet er gravet på en meget svagt skrånende flade. Jorden er yderst veldrænet uden tegn på vandstuvning.

Profilet klassificeres som en podsol i "Et pedologisk jordbundklassifikationssystem baseret på danske jorde" (Madsen 1885). Da der findes en diagnostisk tyk Bhs-horisont klassificeres profilet som en Humuspodzol pga. af sin mørke B-horisont. Da horisonten er svagt hærdnet (> 50% al-lag) bliver det en Hærdnet Humuspodzol. Efter Soil Taxonomy (USDA, 1999) klassificeres jorden som en typic Haplorthod.

3.1.1.1 Jordbundsudvikling

De grovsandede smeltevandsaflejringer i dette profil har været domineret af 2 hovedprocesser: Podsolering og landbrugsdrift.

Podsoleringen ses ved tilstedeværelsen af den mørkebrune humus jern- og aluminiumholdige Bhs-horisont (tabel 3.2.). Homogeniseringen af de øverste jordlag ved dyrkning har fjernet podsollens naturlige øverste horisonter O, E. Pløjelaget har et forholdsvist moderat humusindhold på 1,1%, det er ikke utypisk for dyrkede podsoller på sandede udgangsmaterialer i Danmark (Sundberg 1999).

At det højeste Fe og Al indhold findes i Ap-horisonten må tilskrives opblanding i pløjelaget fra dele af et tidligere eksisterende al-lag og for Fe (DCB) ligeledes forvitring af primærmineraler. Kompleksbinding til humusstofferne fastholder jern og aluminium i horisonten. Ellers er jern- og aluminiumindholdet generelt faldende nedefter.

Der er ikke observeret kalkklumper i jorden, men der ses en forhøjet pH-værdi i Bhshorisonten, hvilket tyder på at det er en del år siden jorden er blevet jordbrugskalket sidst. Landbrugsdriften med hævning af pH ved kunstig kalkning har stoppet den naturlige jordbunddannelse (podsolering), der kun forløber ved lav pH. Det kalkindhold der kan antages at have været tilstede i den oprindelige råjord er for længst fjernet ved forsuring og kalknedvaskning. Kunstig kalkning har herefter hævet pH og ved ophør af den nuværende drift vil jorden efter en årrække igen udvaskes for karbonat og ende i sin naturlige tilstand som podsol.

Den forholdsvis høje basemætningsgrad og Ca-indhold i pløjelaget kan ligeledes forklares ved dyrkningskalk tilskuddet. Basemætningsgrader omkring 38% findes normalt kun på lerholdige jorder (Madsen 1983).



Figur 3.1. Nærbillede af pedologiske forhold og geologiske strukturer. Målestokken kan ses på profilskitsen figur 3.2. Se i øvrigt omtale i teksten.

På profilskitserne kan man se Bhs-horisontens udstrækning. Bhs-horisonten rækker ned i C-horisonten som tunger styret af nedvaskningen af humusstoffer, figur 3.2a og 3.2.b Specielt skal nævnes et sted på profilvæggen Simmelkær ved 6 meter hvor jordbundshorisonterne er dybt udviklet i en V-formet tunge til ca. 1,0 meters dybde. figur 3.2.a Der ses dog kun strukturelle ændringer i jordens øverste 50-100 cm. Den pedologiske udvikling går dog endnu dybere til 130 cm. Horisonten er sandsynligvis dannet ved at stoffer fra podsole-ringsprocessen med vandet ved præferentiel strømning er ført dybere ned og har afsat sig her. Det kunne ikke fastslås om selve strukturen er en mindre iskile af glacial oprindelse eller er en gammel menneskeskabt grøft el.lign. Hvis det er en iskile dannet ved termo-karst processer under periglaciale forhold burde der kunne ses dybere strukturelle spor. Der blev ikke fundet artefakter som bevis på at strukturen har menneskelig oprindelse, men den må i givet fald være så gammel at podsoleringsprocessen har haft tid til at opbygge veludviklede horisonter siden der blev gravet på stedet (Dalsgaard et al. 2000).

Tabel 3.2. Lokalitetsbeskrivelse, klassifikation og pedologisk horisontbeskrivelse for lokalitetsnr. 226 ved Simmelkær (DJF profil nr.3133).

Dansk jordklassifika-	Typipodzol	USDA jordklassifika-	Typic Haplorthod
tion		tion	
Udgangsmateriale	Smeltevandssand	Profil dybde	150 cm
UTM	32 0497996	Dræningsklasse	Meget veldrænet
	6235746		
Landskabsform	Hedeslette	Grundvandsdybde	>160 cm
Kort blad	1115 II SØ Avlum	Vegetation	høstet afgrøde
Kote	39 m	Max. rod dybde	40 cm
Topografi	Flade	Beskriver	Søren Torp
Hældning	0-1 gr.	Dato	21.3.2001
Bemærkninger Bhs: Leopardplettet i områder.			

Profilbeskrivelse



Ap (0-30 cm)

Sort (10YR 2/1 fugtig) sand; intet gleypræg; 1-7% humus; meget svag meget fin subangulær struktur; fugtig, løs konsistens; der er <5 vol. %, diameter 2,0-7,5 cm sten af overvejende afrundet form, der er uforvitrede og som lithologisk er blandede, uden kalk; hyppige fine rødder; 1-10 porer pr. dm² som orme- og rodgange; horisont-grænsen er abrupt og jævn.

Bhs (30-67 cm)

Meget mørk brun (10YR 2/2 fugtig) sand; 2-20% pletter af farven gullig brun (10YR 5/8 fugtig); pletterne er >15 mm, brogede med en <2 mm grænse og fremtrædende kontrast; humusfattig; meget svag meget fin subangulær struktur; fugtig løs konsistens; plettet af tynde coatings mellem sandkornene, coatings består af humus; der er <5 vol %, diameter 2,0-7,5 cm sten af overvejende afrundet form, der er uforvitrede og som lithologisk er blandede uden kalk; >10 cm tyk diskontinuert, >50% svagt cementeret al-lag; horisontgrænsen er gradvis og bølget.

C (67-160 cm)

Meget bleg brun (10YR 7/4 fugtig); der er horisontindblanding af farven mørk rødlig brun (5YR 2,5/2 fugtig) gruset siltet sand; humusfattig; strukturløs; fugtig, løs konsistens; der er <5 vol %, diameter 2,0-7,5 cm sten af overvejende afrundet form, der er uforvitrede og som lithologisk er blandede.



Figur 3.2.a. Skitse af syd-nord profilvæg ved Simmelkær. Se omtale i teksten. Optegnelse af geologiske strukturer (sort) og pedologiske horisonter (farver). Prøvetagningsfelterne er indtegnet på figuren. Signaturforklaring findes i appendiks 1.



Figur 3.2 b.Skitse af øst-vest profilvæg ved Simmelkær. Optegnelse af geologiske strukturer (sort) og pedologiske horisonter (farver). Signaturforklaring findes i appendiks 1.



Figur 3.3. Foto af profilvæg Ø-V i Simmelkær. Udsnittet udgør ca. 9 meter i længden. Dybden er en smule mindre. Fotoet kan enkelte steder være en smule forvrænget.

3.1.2 Hogager lokaliteten

Jordbundsprofilet ved Hogager er beskrevet den. 27 marts 2001. Der er udtaget prøver i 4 beskrevne horisonter. Jordbundsprofilets morfologi og omgivelser er beskrevet i tabel 3.3 og de fysiske og kemiske analyseresultater er gengivet i tabel 3.6.

Tilstedeværelsen af en diagnostisk Bs-horisont gør jorden til en Podzol på ordensniveau efterefter Madsen (1985):. Da der kun findes mindre områder med Bh-horisont og da det vil være gætteri at udtale sig om en tidligere tykkere udstrækning af Bh-horisont må en klassi-fikation som humuspodzol forkastes. På grund af Bs-horisonten er der tale om en Typipodzol. Efter Soil Taxonomy (USDA, 1999) klassificeres jorden som en humic psammentic Dystrudept.

3.1.2.1 Jordbundsudvikling

Jordbundsudviklingen ved Hogager er foregået i et sediment med næsten den samme kornstørrelsesfordeling som ved Simmelkær, tabel 3.5 og 3.5. Udviklingen af horisonter har været mindre dybtgående og har ikke omfattet flytning af så stor mængder af humus, tabel 3.3. Den podsolerende proces må antages at være ophørt med den nuværende dyrkningspraksis.

På de store profilskitser kan man se horisont-sammensætningens variation hen gennem profilet, figur 3.3 og 3.4. Det ses at Bs-horisonten er den gennemgående og mest udbredte B-horisont. Derudover optræder områder med Bh-horisont som skorstene og som sammenhængende horisonter. Det er observeret at Bhs-horisonten nogle steder var sammenfaldende med små ændringer i kornstørrelsesfordeling, figur 3.7.

På de store profilskitser kan det ses at horisont-sammensætningen varierer hen gennem profilet og at Bs-horisonten afløses af en kraftigere udviklet Bhs horisont på figur 3.7. Det er observeret at jordbundsudviklingen delvist følger teksturelle og strukturelle grænser.

Kationfordelingen viser høje værdier for Ca⁺⁺ på grund af jordbrugskalkningen i de øverste jordlag. Basemætningen er højest i pløjelaget og faldende nedefter. I den forbindelse kan nævnes at pH ligeledes er faldende nedefter dvs. der er et omvendt pH-profil.

Jern- og aluminiumindholdet er her i profilet ved Hogager er højst i pløjelaget og kan forklares ved en opblanding af et tidligere eksisterende al-lag i horisonten. Et bidrag kan komme fra forvitring af primær mineraler. Tilsammen fastholdes oxiderne ved kompleksbinding til humusstofferne og giver forøget indhold af jern og aluminium. For resultatet af begge ekstraktionsmetoder gælder at der er i pløjelaget er mest jern i forhold til aluminium, men at det i Bhs-horisonten er aluminium der har maksima.

Roddybden på denne sandede jord er meget begrænset, der blev kun observeret rødder indtil ca. 40 cm's dybde.

Tabel 3.3. Lokalietsbeskrivelse, klassifikation og pedologisk horisontbeskrivelse for lokalitetsnr. 231 ved Hogager (DJF profilnr. 3137).

Dansk jordklassifika-		USDA jordklassifika-	Humic Psammentic
tion		tion	Dystrudept
Udgangsmateriale	Smeltevandssand	Profil dybde	170 cm
UTM	32 492622 6247622	Dræningsklasse	Drænet
Landskabsform	Hedeslette	Grundvandsdybde	>170 cm
Kort blad	1115 II NØ Haderup	Vegetation	-
Kote	35 m	Max. rod dybde	Cm
Topografi	Fladt	Beskriver	Søren Torp
Hældning	0-1 gr.	Dato	27. 3. 2001
Bemærkninger	Leopardpletter i Bhs. Vandrette mørke striber bruser ikke med H ₂ 0 ₂ . Må være		
_	humus±jern.		
	Horisont nr. 2, horisont indblanding af Bs beskrevet som pletter.		

Profilbeskrivelse



Ap (0-27 cm)

Sort (10YR 2/1 fugtig) sand; 1-7% humus; strukturløs; fugtig ikke klæbrig konsistens; der er <5 vol %, 2,0-7,5 cm store sten af overvejende afrundet form, der er uforvitrede og som lithologisk er blandede uden kalk; få fine rødder; 1-10 porer pr. dm² som orme- og rodgange; horisontgrænsen er abrupt og jævn.

Bhs (27-39 cm)

Meget mørk brun (10YR 2/2 fugtig) 2-20% pletter af farven gullig brun (10YR 5/6 fugtig) pletterne er >15 mm i diameter, brogede og med en <2 mm grænse og fremtrædende kontrast; humusfattig; fugtig ikke klæbrig konsistens; meget få fine rødder; 1-10 porer pr. dm² som orme- og rodgange; horisontgrænsen er gradvis og irregulær.

C (39-170 cm)

Lys gullig brun (10YR 6/4 fugtig) sand; <2% pletter af farven rødlig gul (7,5YR 6/8 fugtig); pletterne er >15 mm i diameter, lodret stribede med en <2 mm grænse og fremtrædende kontrast; humusfattig; strukturløs; fugtig, løs konsistens.



Figur 3.4. Foto af S-N profilvæg ved Simmelkær.



Figur 3.5. Skitse af øst-vest profilvæg ved Hogager. Se omtale i teksten. Optegnelse af geologiske strukturer (sort) og pedologiske horisonter (farver). Prøvetagningsfelterne er indtegnet. Signaturforklaring findes i appendiks 1.



Figur 3.6. Foto af profilvæg ved Hogager. Udsnittet er ca. 9 meter i længden og de røde og hvide streger er 10 cm. Fotoets noget specielle facon skyldtes afvigelser i den lodrette afstand ved affotograferingen. Overfladen er vandret.



Figur 3.7. Skitse af syd-nord profilvæg ved Hogager. Optegnelse af geologiske strukturer (sort) og pedologiske horisonter (farver). Prøvetagningsfelter er indtegnet. Signaturforklaring findes i appendiks.

3.1.3 Emmerske lokaliteten

Profilet klassificeres i det danske system (Madsen 1985) som en TypiPodzol på grund af tilstedeværelsen af en diagnostisk Bs-horisont. Indenfor en varierende tykkelse på 1-10 cm er Bs-horisonten svagt hærdnet (har et svagt udviklet al-lag) og kan klassificeres som en Svag cementeret TypiPodzol. Efter Soil Taxonomy (USDA, 1999) klassificeres jorden som en humic psammentic Dystrudept,

3.1.3.1 Jordbundsudvikling

Jordbundsudviklingen i Emmerske er ligesom på de to øvrige distale lokaliteter foregået i grovsandede glaciofluviale sedimenter. Optegnelser af jordbundsprofilerne kan ses på skitserne, figur 3.8 og 3.10, og fotos, figur 3.9. og 3.11. Den øverste horisont Ap udgøres af pløjelaget. Humusindholdet på 3,2% tyder på en vis ophobning af organisk stof, sandsynligvis pga. den lavtliggende beliggenhed. Herunder er den mest udbredte horisont Bshorisonten der næsten har en ubrudt udstrækning. På figur 3.8. fra SSØ-enden af profilet ses der en dybtgående skorsten (Bh-horisont) af udfældet humus. Skorsten strækker sig fra underkanten af pløjelaget til niveauet for højeste grundvandsstand. I C-horisonten ses en del jernudfældninger over grundvandsspejlet dannet ved reduktions/oxidation.

Som i de andre to distal-profiler findes der tunger af Bhs-horisont der går fra underkanten af pløjelaget ned i Bs-horisonten et vidne om en tidligere fuldt udviklet podsol-jordbund på stedet. De øvre podsol horisonter er også her indeholdt i det nuværende pløjelag.

Jorden her må betegnes som dårlig drænet på grund af den høje grundvandstand og. Enkelte steder i C-horisonten findes større blege kraftigt udvaskede pletter af E-horisont.

Udfra analyseresultaterne i tabel 3.7 ses det at Fe og Al har de højeste værdier i de to øvre horisonter, et tegn på at der har forgået en podsolering. ODOE værdien for Bs-horisonten er på 0,5216 og det viser at der har været en transport og udfældning af humusstoffer Fe og Al til horisonten. Indholdet af jern og aluminium ligger lige under den værdi som er WRB kravet til en diagnose for spodiske horisonter (FAO1998). pH-værdien ligger over de 5,9 (H₂O) som udgør grænsen til spodiske horisonter. Da vi ved at pH er hævet ved mergling og kalkning vil en naturlig jord overholde grænserne da kun to af de omtalte krav skal overholdes. Der er ingen tvivl om at jordens naturlige tilstand er en podsol.

Dansk jordklassifika-	Svagt cementeret	USDA jordklassifika-	Humic Psammentic	
tion	Typipodzol	tion	Dystrudept	
Udgangsmateriale	Glaciale ferskvands- aflejringer	Dræningsklasse	Dårligt drænet jord	
UTM	32 496086 6090818	Profil dybde	120 cm	
Beliggenhed	Meget svag skråning mod SV	Grundvandsdybde	120 cm	
Kote	6 m	Vegetation	Høstet afgrøde	
Landskabsform	Glacial smelte- vandsslette	Beskriver	Søren Torp & Steven Ashouti	
Hældning	1 - 3 °	Dato	14-11-2001	
Bemærkninger	Horisontbeskrivelse			

Tabel 3.4. Lokalitetsbeskrivelse, klassifikation, pedologisk horisontbeskrivelse for lokalitetsnr. 232 ved Emmerske (DJF nr. 3167).

Profilbeskrivelse



Ap (0-27 cm)

Sort (10YR 2/1 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusholdig, 1-7%; mindre end 5 vol. %, små, 2,0-7,5 cm sten, af blandet tilstand og en overvejende afrundet af form og af blandede typer uden kalk; meget få fine rødder; fugtig, løs konsistens; abrupt jævn grænse.

Bs (27-54 cm)

Stærk brun (7.5YR 4/6 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; mindre end 5 vol %, små, 2,0-7,5 cm sten, en blanding af tilstand og en overvejende afrundet af form og typer blandede uden kalk; mindre end 5 vol. % bløde + hårde noduler, afrundede, Fe-oxider & hydroxider (røde) + Fe- og Mn-oxider; med en diameter større end 1 cm; meget få fine rødder; fugtig, løs konsistens; stærkt diskontinuert cementeret, mindre end 50% cementeret, og 1-10 cm tyk af al-lag; gradvis bølget grænse.

C (54-120 cm)

Lys gullig brun (2,5Y 6/4 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; mange mere end 20% mørk rødlig brun (5YR 3/4 fugtig) brogede store, større end 15 mm pletter, med fremtrædende kontrast og diffus, større end 2 mm grænse; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små, 2,0-7,5 cm sten, af blandet tilstand og en overvejende afrundet af form og af blandede typer uden kalk; 15-40 vol. % bløde + hårde noduler, irregulære, Fe-oxider & hydroxider (røde) + Fe- og Mn-oxider; med en diameter større end 1 cm; fugtig, løs konsistens; stærkt cementeret, stærkt diskontinuert, mindre end 50% cementeret, og mere end 10 cm tyk af al-lag; meget lidt plettet af moderat tykke coatings af sorte manganholdige belægninger.



Figur 3.8. Skitse af SSØ- NNV profilvæg ved Emmerske. Se omtale i teksten. Optegnelse af geologiske strukturer (sort) og pedologiske horisonter (farver). Prøvetagningsfelterne er indtegnet som sorte kvadrater. Signaturforklaring findes i appendiks 1.



Figur 3.9. Foto af SØ-NNV profilvæg ved Emmerske SSØ-NNV. Fotoudsnittet udgør ca. 10 meter.



Figur 3.10. Skitse af VSV-ØNØ profilvæg ved Emmerske. Se omtale i teksten. Optegnelse af geologiske strukturer (sort) og pedologiske horisonter (farver). Prøvetagningsfelterne er indtegnet som sorte kvadrater. Signaturforklaring findes i appendiks 1.



Figur 3.11. Foto af VSV-ØNØ profilvæg ved Emmerske. Udsnittet er ca. 10 meter langt. Fotoet er en smule forvrænget.

3.1.3 Pedologiske karakteristika, forskelle og ligheder på de tre Distal jorder

Den nuværende horisontsammensætning vi finder på de tre distale lokaliteter viser tydeligt at der har været en fuldt udviklet podsol på hver af lokaliteterne. I dag er de øverste horisonter fra den ideelle og oprindelige podsol dog indeholdt og delvist omdannet i det nuværende dyrkningslag i toppen. Jordbrugskalkning har hævet pH kunstigt og dermed er de podsolerende processer; der foregår ved lav pH, sandsynligvis stoppede eller stærkt nedsatte.

Udviklingsgraden af podsoleringen på lokaliteterne har tilsyneladende været forskellig, idet de horisonter der er fundet under pløjelaget (Bs-, Bhs- og Bh-horisonter) viser en moderat forskellig modenhed og udviklingsgrad.

3.2 Geologi

Henrik Vosgerau (GEUS)

Beskrivelsen af geologien i udgravningerne fokuserer på lithologien og de primære sedimentære strukturer, der anvendes til at inddele sedimenterne i sedimentære facies. Ved sedimentære facies forstås en inddeling af sedimenter i særegne enheder karakteriseret ved blandt andet deres kornstørrelsesfordeling, sorteringsgrad og sedimentære strukturer (beskrevet nærmere i KUPA rapport nr. 2, Metoderapport (Barlebo et al. 2002)). Generelt er det dog kun muligt at erkende de primære sedimentære strukturer i c-horisonten, da jordbundsudvikling har udvisket strukturerne i den øvre del af udgravningerne. Der er ikke udført nogen boringer i tilknytning til fuldt undersøgelsesprogram profilerne på de distale smeltevandssletter. Dette skyldes en lille dybde til grundvandsspejlet som gjorde det muligt at dække hele den umættede zone ind alene ved udgravningen eller suppleret med en håndboring i bunden af udgravningen. Det skal bemærkes at den pedologiske og geologiske kornstørrelsesskala er lidt forskellig, hvorfor de anvendte kornstørrelsesfraktioner i nogle tilfælde relaterer sig til forskellige kornstørrelsesbetegnelser i de pedologiske og geologiske afsnit (se tabel 3.1 i afsnit 3.1).

3.2.1 Simmelkær lokaliteten

Sedimenterne i udgravningen består af planar og trugskrålejrede sandlag (facies Sp og St), der har tykkelser på op til 40 cm (fig. 3.2). De fleste af sandlagene er mellemkornede, men mellem til grovkornede og grovkornede lag med grusede foresets, forekommer også. I de planar og trugskrålejrede sandlag hælder skrålejringerne i vestlig retning, bortset fra i enkelte lag, hvor skrålejringerne hælder mod NNØ. Ved 6 meter i det N-S orienterede profil forekommer en lomme af sand med grus og småsten langs kanten. Disse sandlag synes at afbøje skrålejringerne i et underliggende mellemkornede sandlag (fig. 3.2). En håndboring i bunden af udgravningen viste at grundvandsspejlet var beliggende 2.1 m u.t. og at der fandtes smeltevandssand ned til denne dybde. Sedimenterne i udgravningen er kalkfrie.

3.2.2 Hogager lokaliteten

Sedimenterne i udgravningen domineres af velsorteret, mellemkornet sand. Enkelte steder er sandet dog svagt gruset og indeholder få sten og i et enkelt tilfælde også afrundede siltklaster. Store trugskrålejringer (facies St), med sættykkelser på op til 1 meter, dominerer (fig. 3.4). De fleste af skrålejringerne hælder mod SV eller NV. Endvidere forekommer der lag med store lavvinklede skrålejringer (facies SI), der hælder mod V eller NV. En håndboring udført i bunden af udgravningen ved ca. 7 m i det N-S orienterede profil (fig. 3.4) endte i et gruslag og viste at grundvandsspejlet var beliggende ca. 2,6 m u.t. Sedimenterne i udgravningen er kalkfrie.

3.2.3 Emmerske lokaliteten

Udgravningen blev på denne lokalitet kun 1,1 m dyb, da grundvandsspejlet fandtes i denne dybde. På grund af udgravningens lille dybde og jordbundsudviklingen giver udgravningen følgelig ikke et videre detaljeret indblik af sedimentologien på lokaliteten (fig. 3.8). Den del af c-horisonten, der er blottet, består af grov- eller mellemkornet sand med få spredte gruspartikler og sten samt enkelte slirer af svagt leret, fint til mellemkornet sand. Der er ikke lavet sedimentologiske optegnelser af profilvæggene i udgravningen, da det ikke var muligt at erkende sedimentære strukturer i sedimenterne og da der heller ikke forekom markante lithologiske variationer lateralt i udgravningen. Sedimenterne i udgravningen er kalkfrie.

3.2.4 Sammenligning af sedimentologien på de tre undersøgelsesmarker samt tolkning af aflejringsmiljø

I tabel 3.5 er vist typen af facies og den arealmæssige fordeling af disse opmålt på profilvægge inden for udgravningerne på de tre undersøgelsesmarker.

Tabel 3.5. Udbredelse af facies i opmålte profilvægge fra udgravninger inden for Simmelkær og Hogager undersøgelsesmarker. Primære sedimentære strukturer kunne ikke iagttages ved Emmerske p.g.a. jordbundsudvikling og udgravningens lille dybde. Fordelingen baserer sig på en arealmæssig opmåling (i m²) af de sedimentære facies fra C-horisonten og nogle tilfælde også B-horisonten.

	Simmelkær	Hogager
	(Totale areal:	(Totale areal:
	10 111)	23 111)
St: trug krydslejret sand	13 %	68 %*
Sp : planar krydslejret sand	66 %*	
SI: lavvinklet krydslejret sand	1 %	15 %
S : Sand hvori primære strukturer ikke kan erkendes p.g.a. jordbundsudvikling eller lignende	20 %*	17 %

*Facies hvorfra der er udtaget prøver til analyser

Det er vanskeligt at sammenligne geologien fra Emmerske med geologien på de to øvrige lokaliteter, da der ikke er udført en boring og da dybden af udgravningen er lille på Emmerske mark. Den lille del sedimentologi, der er blottet i udgravningen ved Emmerske, antyder dog, at grovkornede sandlag udgør en større andel end på de to øvrige lokaliteter. I udgravningerne ved Simmelkær og Hogager, dominerer lag af mellemkornet sand. I udgrav-
ningen ved Simmelkær forekommer der dog også en del grovkornede sandlag i modsætning til i udgravningen ved Hogager. Ved Hogager er sandet hovedsageligt trugskrålejret (facies St i tabel 3.5), hvorimod planar skrålejret sand (facies Sp) dominerer ved Simmelkær. Endvidere er sættykkelserne af det trugskrålejrede sand kun op til 40 cm i udgravningen ved Simmelkær, hvorimod de er op til 1 m i udgravningen ved Hogager.

Derudover udgør lavvinklet krydslejret sand (facies SI) en forholdsvis stor andel i udgravningen ved Hogager i sammenligning med udgravningen ved Simmelkær (tabel 3.5). Et enkelt gruslag er konstateret i udgravningen ved Hogager, 2,6 m.u.t., i modsætning til de øvrige lokaliteter, hvor der ikke er blotlagt nogen gruslag.

Overordnet set hælder skrålejringerne i udgravningerne ved Hogager og Simmelkær i vestlig retning, hvilket er i den samme retning som terrænoverfladen hælder på de distale smeltevandssletter, hvorpå undersøgelseslokaliterne er beliggende. De planare og trugskrålejrede sandaflejringer, der ses i udgravningerne, tolkes derfor til at være dannet af sandbanker, der hovedsageligt migrerede nedstrøms i flettede smeltevandsfloder. Ved Simmelkær kan de få sandlag, hvori ses NØ-hældende skrålejringer, være dannet ved migration af tværbanker i smeltevandsfloderne. I udgravningen ved Hogager udgør de store lavvinklede skrålejringer, der hælder svagt mod vest, sandsynligvis toesets af et sæt store skrålejringer og er i så tilfælde dannet af en stor sandbanke, der migrerede nedstrøms i smeltevandsfloden. Alternativt er de lavvinklede skrålejringer dannet ved udfyldning af et større erosionstrug. En mere præcis tolkning vanskeliggøres af, at de lavvinklede skrålejringers nedre grænse ikke er blotlagt. Gruslaget, der er konstateret i håndboringen ved Hogager, vidner om, at der i perioder herskede kraftige energiforhold i smeltevandsfloderne. Gruslaget udgør sandsynligvis et residuallag i bunden af en større kanal, der sidenhen blev fyldt op med de overliggende sandaflejringer. En nærmere tolkning af gruslagets dannelse er dog ikke mulig, da lagets udbredelse, tykkelse og interne strukturer ikke er blotlagt. Sandlommen med sten og grus langs siden, der ses i udgravningen ved Hogager, repræsenterer sandsynligvis en periglacial grydestruktur. Alternativt er sedimenterne i sandlommen aflejret som en bundstrøm, mens det underliggende skrålejrede sand endnu var vandmættet. For dette taler, at sandlommen tilsyneladende afbøjer skrålejringerne i det underliggende sandlag.

3.3 Kemiske og mineralogiske undersøgelser

Vibeke Ernstsen (GEUS) og Søren Torp (DJF)

Fysiske, kemiske og mineralogiske forhold på de enkelte lokaliteter er søgt bestemt ved en række parametre, der enten direkte menes at have betydning for udbredelsen af pesticider eller også indgår i beskrivelsen af de pedologiske forhold på pågældende sted. Analyseprogrammet omfatter kornstørrelsesbestemmelse, indhold af organisk stof, pH-værdier målt i henholdsvis vand og calcium chlorid, jern- og aluminium-forbindelser er bestemt ved henholdsvis natriumdithionit-natriumcitrat-natriumbicarbonat-ekstraktion (Fe_{DCB} og Al_{DCB}) og oxalatekstraktion (Fe_{oxalat} og Al_{oxalat}), optical density of oxalate extract (ODOE), ombyttelige kationer og sure brint-ioner, kationombytningskapaciteten eller CEC-værdien, indhold af calciumcarbonat, mineralogisk sammensætning og overfladeareal. Samtlige analyser er udført som enkeltbestemmelser. For en mere indgående beskrivelse af de anvendte analysemetoder henvises der til KUPA rapport nr. 2, Metoderapport (Barlebo et al. 2002). Prøverne der præsenteres i dette afsnit er analyseret efter et fuldt analyseprogram (se kapitel 2) og omfatter derfor maksimalt 5 prøver pr. lokalitet.

3.3.1 Lokaliteterne Simmelkær, Hogager og Emmerske

Analyseresultaterne for lokaliteterne Simmelkær, Hogager og Emmerske fremgår af tabellerne 3.6-3.8

3.3.1.1 Simmelkær lokaliteten

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Simmelskær er domineret af groft mellemsand (200-500 μ m) og groft sand (0,5-2 mm) der tilsammen udgør 78-87 % i alle dybder, tabel 3.6. Dertil kommer ca. 10 % fint sand. Indholdet af ler (< 2 μ) aftager fra 3,5 % i Aphorisonten til 1,0 % i C-horisonten. Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 1,1 % i Ap-horisonten hvorefter indholdet aftager markant til 0,3 % i Bhs-horisonten for at forblive <0,1 % i C-horisonten i 1,00-1,20 meters dybde.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien (målt i CaCl₂) stiger fra 4,14 i Aphorisonten til 4,72 i C-horisonten. Basemætningen er 33 % i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til 6 % i Bhs-horisonten. Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 9 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til < 4 cmol kg⁻¹ i Bhs- og C-horisonten. Calcium er den mest almindelige ombyttelige kation (base) i Ap- og C-horisonten, mens den forekommer i nogenlunde samme mængder med magnesium i Bhs-horisonten.

Den mineralogiske sammensætning er domineret af kvarts. Desuden forekommer feltspat, som udgør en lille del i Ap-horisonten, hvorefter indholdet stiger i den efterfølgende Bhs- og C-horisont. I sidstnævnte to horisonter forekommer desuden spor af glimmer og pyrozen. Forvitrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernoxider (Fe_{DCB}) aftager fra 2731 mg Fe kg⁻¹ i Ap-horisonten til 1007 mg Fe kg⁻¹ i C-horisonten i ca. 1 meters dybde. Indholdet af aluminiumoxider (Al_{DCB}) er omkring 900 mg Al kg⁻¹ i Ap- og Bhs-horisonterne hvorefter det aftager til 296 mg Al kg⁻¹ i C-horisonten. De mineralogiske egenskaber resulterer i en mørk gråbrun farve i Ap-horisonten og brune og svagt brune farvenuancer i de efterfølgende horisonter.

Det specifikke overfladeareal er 0,3 m²g⁻¹ i Ap-horisonten og henholdsvis 1,0 og 0,9 m²g⁻¹ for Bhs- og C-horisonten.

Kornstørrelsesfordeling (% af < 2mm fraktion)								% af tota	alprøve		
KUPA	Navn	Dybde	<2	<2 2-20 20-63 63-125 125- 200- 0.5-2							>6,3
nr.											
		Cm			μι	m				Mm	

Tabel 3.6 Analyseresultater for lokalitetsnr. 226 ved Simmelkær (DJF profil nr. 3133).

10-1-2- 515	Bhs	30-50	2,5	0,9	1,0	1,6	6,5	49,8	37,3	4,0	5,9
10-1-3- 516	С	100-120	1,0	0,9	1,0	2,2	16,0	72,0	6,8	0,3	0,0

KUPA nr.	JB-nr	Org. C	рН (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
		%	1:1	1:2,5		mg k	kg⁻¹		
10-1-1- 514	1	1,1	5,26	4,14	1837	854	2731	872	n.d.
10-1-2- 515	1	0,3	6,06	4,66	578	1066	1268	907	n.d.
10-1-3- 516	1	0,0	5,44	4,72	385	456	1007	296	n.d.

KUPA nr.			Om	byttelige ka cmol kg	ationer			Base- mætning	CaCO ₃
	Са	Mg	K	CEC					
					Total		total	%	%
10-1-1- 514	1,38	1,44	0,15	0,01	2,98	5,96	8,94	33	0
10-1-2- 515	0,06	0,07	0,03	0,04	0,20	3,34	3,54	6	0
10-1-3- 516	2,54	0,01	0,02	0	n.d.	1,19	n.d.	n.d.	0

KUPA nr.	Mineralogisk sammensætning	Farve	Overfladeareal M ² g ⁻¹
10-1-1-	Domineres af kvarts, mindre mænder Fe-oxider og spor af	mark aråbrun	03
514	Al-oxider og feltspat	merk grabiun	0,0
10-1-2-	Domineres af kvarts, mindre mænder Fe-oxider, K- og Na-	Brup	1 1
515	Ca-feltspat og spor af Al-oxider, glimmer og pyrozen	Diuli	1,1
10-1-3-	Domineres af kvarts, mindre mænder Fe-oxider, K- og Na-	magat avag brup	0.0
516	Ca-feltspat og spor af Al-oxider, glimmer og pyrozen	meger svag brun	0,9

3.3.1.2 Hogager lokaliteten

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Hogager er domineret af groft mellemsand (200-500 μ m) og groft sand (0,5-2 mm) der tilsammen udgør 73-93 % i alle dybder, tabel 3.7. Indholdet af ler (< 2 μ) aftager fra 4.3 % i Ap-horisonten til 1,5 % i C-horisonten. Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 2,4 % i Ap-horisonten hvorefter indholdet aftager markant til 0,4 % i Bhs-horisonten for at blive 0,1 % i C-horisonten i 0,75-0,95 meters dybde.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien (målt i CaCl₂) stiger svag fra 5,07 i Ap-horisonten til 5,36 i Bhs-horisonten, hvorefter pH-værdien aftager til 4,66 i prøven fra 1,25 meter. Som følge af tilførsel af jordbrugskalk er basemætningen forholdsvis høj i Ap-horisonten (54 %), hvorefter basemætningen aftager til 25 % i Bhs-horisonten og yderligere til 14 % i C-horisonten. Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 15 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til 5 og 2 cmol kg⁻¹ i henholsvis Bhs- og C-horisonten. Calcium er i alle dybder den mest almindelige ombyttelige kation (base).

Den mineralogiske sammensætning er domineret af kvarts. I Ap-horisonten forekommer desuden spor af K-feltspat. I den efterfølgende Bhs-horisont stiger indholdet af K-feltspat og i de efterfølgende to prøver fra C-horisonten findes såvel K- som Na-Ca feltspat, hvor der også forekommer ganske små mængder pyrozen. Forvitrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernoxider (Fe_{DCB}) aftager fra 5658 mg Fe kg⁻¹ i Ap-horisonten til 1637 mg Fe kg⁻¹ i Bhs-horisonten og yderligere til 784 mg Fe kg⁻¹ i C-horisonten, hvorefter indholdet stiger til 3264 mg Fe kg⁻¹ i prøven fra 1,25 meters dybde. Det forholdsvis høje indhold her kan være betinget af de hydrogeologiske forhold på stedet knyttet til et forholdsvis overfladenært grundvandsspejl. Indholdet af aluminiumoxider (AI_{DCB}) er 2236 mg Al kg⁻¹ i Ap-horisonten og aftager til 1881 mg Al kg⁻¹ i Bhs-horisonten for yderligere at aftage til 400-600 mg Al kg⁻¹ i ca. 1 meters dybde. De mineralogiske egenskaber resulterer i en mørk gråbrun farve i Ap-horisonten og iltede gule-, røde og brune farvenuancer i de efterfølgende horisonter og lag.

Det specifikke overfladeareal er 0,7 m²g⁻¹ i Ap-horisonten og omkring 1,5 m²g⁻¹ i Bhs- og C-horisonten, hvorefter det specifikke overfladeareal stiger svagt til 2,4 m²g⁻¹ i den rødgule prøve fra 1,25 meters dybde.

		-	-					-			
				Kornst	า)	% af totalprøve					
KUPA	Navn	Dybde	<2	2-20	20-63	63-125	125-	200-	0.5-2	2-6,3	>6,3
nr.							200	500			
		Cm			μ	.m				Mm	
11-1-1- 539	Ар	5-25	4,3	6,2	3,1	5,1	13,8	59,5	3,9	0,5	0,0
11-1-2- 540	Bhs	25-45	3,1	1,9	2,5	3,2	10,8	76,1	1,7	0,4	0,0
11-1-3- 541	С	75-95	1,5	0,9	1,0	1,7	16,7	76,5	1,5	0,2	0,0
11-1-4- 542		125	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Tabel 3.7 Analyseresultater for lokalitetsnr. 231 ved Hogager (DJF profil nr. 3137).

KUPA	JB-nr	Org. C	рН	pН	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	AI _{DCB}	ODOE
nr.			(H ₂ O)	(CaCl ₂)					
		%	1:1	1:2,5		mg k	(g ⁻¹		ĺ
11-1-1- 539	1	2,4	6,45	5,07	3307	2097	5658	2236	n.d.
11-1-2- 540	1	0,4	6,25	5,36	584	2015	1637	1881	n.d.
11-1-3- 541	1	0,1	6,00	4,91	226	824	784	562	n.d.
11-1-4- 542	n.d.	n.d.	n.d.	4,66	1026	453	3264	432	n.d.

KUPA			Om	byttelige ka	ationer			Base-	
nr.				cmol kg	1			mætning	CaCO₃
	Ca	Mg	K	Na	Baser				
					total		total	%	%
11-1-1- 539	6,94	0,41	0,28	0,17	7,80	6,72	14,52	54	0
11-1-2- 540	0,95	0,08	0,06	0,11	1,20	3,52	4,72	25	0
11-1-3- 541	0,16	0,02	0,06	0,04	0,28	1,72	2,00	14	0
11-1-4- 542	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0

KUPA nr.	Mineralogisk sammensætning	Farve	Overfladeareal M ² g ⁻¹
11-1-1- 539	Domineret af kvarts, mindre mængder Fe- og Al-oxider, spor af K-feltspat	mørk gråbrun	0,7
11-1-2- 540	Domineret af kvarts, mindre mængder Fe- og Al-oxider samt K-feltspat	Gulbrun	1,5
11-1-3- 541	Domineret af kvarts, mindre mængder K- og Na-Ca feltspat spor af Fe- og Al-oxider og pyrozen	svag brun	1,4
11-1-4- 542	Domineret af kvarts, mindre mængder Fe-oxider samt K- og Na-Ca feltspat og spor af Al-oxider og pyrozen	Rødgul	2,4

3.3.1.3 Emmerske lokaliteten

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Emmerske er domineret af groft mellemsand (200-500 µm) og groft sand (0,5-2 mm) der tilsammen udgør 49-91 % i alle dybder, tabel 3.8. Ap-horisonten indeholder desuden mellem 10 og 15 % af hver af fraktionerne grovsilt (20-63 µm), fint sand (63-125 µm) og fint mellem sand (125-200 µm). Indholdet af ler (< 2 µ) aftager fra 5,8 % i Ap-horisonten til 2.6 % i C-horisonten. Kornstørrelsessammensætningen betyder at Ap-horisonten klassificeres som JB3 type og Bs- og C-horisonten klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 3,2 % i Ap-horisonten hvorefter indholdet aftager til 1,3 % i Bv-horisonten for at blive 0,3 % i C-horisonten i 0,75-0,95 meters dybde.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien (målt i CaCl₂) aftager fra 5,59 i Ap-horisonten til 5,13 i C-horisonten. Som følge af tilførsel af jordbrugskalk er basemætningen forholdsvis høj i Ap-horisonten (55 %), hvorefter basemætningen aftager til 22 % i Bv-horisonten og yderligere til 19 % i C-horisonten. Kationombytningskapaciteten (CECværdien) er 14 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til 10 og 4 cmol kg⁻¹ i henholsvis Bv- og C-horisonten. Calcium er i alle dybder den mest almindelige ombytte kation (base).

Den mineralogiske sammensætning er domineret af kvarts. Desuden frokommer mindre mængder K og Na-Ca feltspat samt i C-horisonten spor af glimmer. Forvitrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernoxider (Fe_{DCB}) er nogenlunde ens (2900 mg Fe kg⁻¹) i Ap- og Bv-horisonterne, hvorefter indholdet aftager til 1528 mg Fe kg⁻¹ i C-horisonten. Indholdet af aluminiumoxider (Al_{DCB}) er 1288 mg Al kg⁻¹ i Ap-horisonten og stiger til 3193 mg Al kg⁻¹ i Bv-horisonten for atter at aftage til 1328 mg Al kg⁻¹ i C-horisonten i ca. 1meters dybde. De mineralogiske egenskaber resulterer i en mørk gråbrun farve i Ap-horisonten og iltede brune og svagt brune farvenuancer i de efterfølgende horisonter.

Det specifikke overfladeareal er 0,7 m²g⁻¹ i Ap-horisonten og henholdvis 2,1 og 1,4 m²g⁻¹ i Bv- og C-horisonten.

				Kornst	% af totalprøve						
KUPA	Navn	Dybde	<2	2-20	20-63	63-125	125-	200-	0.5-2	2-6,3	>6,3
Nr.							200	500			
		Cm			μ	m				mm	
12-1-1-	٨n	5-25	5.8	67	10.1	11 3	1/1 3	34.2	111	- 18	37
544	Αр	5-25	5,0	0,7	10,1	11,5	14,5	54,2	14,4	4,0	5,7
12-1-2-	Be	13-63	35	1 /	13	1.0	10	71 7	18.8	1 1	0.2
545	03	- 0-00	0,0	1,4	1,0	1,0	1,0	11,1	10,0	1,1	0,2
12-1-3-	C	75-05	2.6	0.0	3.0	2.8	55	60.0	15 7	- 0.8	1 1
546	0	10-90	2,0	0,9	5,2	2,0	5,5	09,0	13,7	0,0	1,1

Tabel 3.8 Analyseresultater for lokalitetsnr. 232 ved Emmerske (DJF profil nr. 3167).

KUPA Nr.	JB-nr	Org. C	рН (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
		%	1:1	1:2,5		Mg k	kg ⁻¹	•	
12-1-1- 544	3	3,2	6,77	5,59	2150	1330	2899	1288	n.d.

12-1-2- 545	1	1,3	6,61	5,33	1570	3240	2914	3193	0,5216
12-1-3- 546	1	0,3	6,29	5,13	1040	1203	1528	1328	0,0999

KUPA nr.			Om		Base- mætning	CaCO₃			
	Са	Mg	К	Na	Baser total	H⁺	CEC total	%	%
12-1-1- 544	7,14	0,27	0,13	0,05	7,59	6,28	13,87	55	0
12-1-2- 545	1,86	0,19	0,10	0,01	2,16	7,65	9,81	22	0
12-1-3- 546	0,62	0,03	0,07	0,00	0,72	3,15	3,87	19	0

KUPA nr.	Mineralogisk sammensætning	Farve	Overfladeareal m ² g ⁻¹
12-1-1- 544	Domineret af kvarts, mindre mængde Fe- og Al-oxider samt K- og Na-Ca feltspat	mørk gråbrun	0,7
12-1-2- 545	Domineret af kvarts, mindre mængde Fe- og Al-oxider samt Na-Ca feltspat	brun	2,1
12-1-3- 546	Domineret af kvarts, mindre mængde Fe- og Al-oxider samt K- og Na-Ca feltspat, spor af glimmer	svag brun	1,4

3.3.2 Sammenligning af fysiske, kemiske og mineralogiske egenskaber

De undersøgte prøver omfatter dybder ned til 1,20 meter ved Simmelkær, 1,25 meter ved Hogager og 0,95 meter ved Emmerske.

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra de tre lokaliteter er domineret af groft mellemsand (200-500 μ m) og groft sand (0,5-2 mm) der tilsammen udgør 49-91 % i alle dybder. Aphorisonten ved Emmerske indeholder desuden omkring 35 % af fraktionerne dækkende intervallet 20-200 μ m, svarende til grovsilt, fint sand og fint mellem sand. Indholdet af ler (< 2 μ m) varierer mellem 3,5 og 5,8 % i Ap-horisonten og aftager til 1-2,6 % i ca. 1 meters dybde på alle lokaliteter. Kornstørrelsessammensætningen betyder at kun Ap-horisonten ved Emmerske klassificeres som JB3 type, resten klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør i Ap-horisonten ved Simmelkær 1,1 % C, ved Hogager 2,4 % C og ved Emmerske 3,2 % C. Indholdet aftager under Ap-horisonterne ned til 0,1-0,3 % C i ca. 1 meters dybde.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien (målt i CaCl₂) er 4,14 i Aphorisonten ved Simmelkær og lidt højere (5,09-5,59) i Aphorisonten ved Hogager og Emmerske. Ved Simmelkær og Emmerske aftager pH-værdien til henholdvsi 4,72 og 5,13 i ca. 1 meters dybde, hvor pH-værdien ved Hogager stiger svagt til 5,36 i Bhs horisonten, for atter at aftage til 4,66 i ca. 1 meters dybde. Følgerne af tilførsel af jordbrugskalk Ved Hogager og Emmerske kan spores ved en forholdsvis høj basemætning i Ap-horisonten (54-55%), hvorefter basemætningen aftager til 22-25% i B-horisonterne og yderligere til 14-19% i

C-horisontenrne. Ved Simmelkær er basemætningen i Ap-horisonten 9 cmol kg⁻¹ og i Bhshorisonten 6%, hvilket for begge horisonter er lavere end for de tilsvarende horisonter ved Hogager og Emmerske. Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 14-15 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonterne ved Hogager og Emmerske, hvorefter den aftager til mellem 2 og 5 i de underliggende horisonter. Ved Simmelkær ligger CEC-værdien ligeledes indenfor dette interval for de dybe horisonter, men er bestemt til 9 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonten. Calcium er, med undtagelse af prøven Bhs-horisonten ved Simmelkær, den mest almindelige ombytte kation (base). I Bhs-horisonten ved Simmelkær er magnesium og calcium nogenlunde lige almindelige.

Den mineralogiske sammensætning er domineret af kvarts. Desuden forekommer feltspat, typisk med de laveste indhold i Ap horisont hvorefter indholdet stiger og sammensætningen ændres med tiltagende dybe, bl.a. som følge af aftagende forvitringsintensitet. Glimmer og pyrozen findes typisk i C-horisonten.

Forvitrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Ved Simmelkær og Emmerske er indholdet af jernforbindelser (Fe_{DCB}) nogenlunde ens (omkring 2800 mg Fe kg⁻¹) i Ap-horisonten, hvorefter indholdet aftager til mellem 1000 og 1600 mg Fe kg⁻¹ i C-horisonterne. Ved Hogager er indholdet af Fe_{DCB} højere i Aphorisonten (5658 mg kg⁻¹) hvorefter det aftager til omkring 800 mg kg⁻¹ i C-horisonten hvorefter indholdet atter stiger til 3236 mg Fe kg⁻¹ i 1,25 meters dybde. Stigningen her skyldes antagelig de hydrologiske forhold med et forholdsvis højtstående grundvandsspejl. Indholdet af aluminiumoxider (AI_{DCB}) når ned til nogenlunde samme niveau ved Simmelkær og Hogager (300-600 mg Al kg⁻¹) i ca. 1 meters dybde. Ved Simmelkær er indholdet nogenlunde ens i Ap- og Bhs- horisonterne (ca. 900 mg Al kg⁻¹), mens der ved Hoagager sker et fald i indholdet af AI_{DCB} fra Ap-horisonten (5658 mg Al kg⁻¹) til Bhs-horisonten (1673 mg Al kg⁻¹). Ved Emmerske sker der modsat en stigning fra Ap-horisonten (1288 mg Al kg⁻¹) til Bv-horisonten (3198 mg Al kg⁻¹).

På alle lokaliteter resulterer de mineralogiske egenskaber i en mørk gråbrun farvet Aphorisont og iltede røde/gule/brune farvenuancer i de efterfølgende horisonter.

Det specifikke overfladeareal på alle tre lokaliteter er 0,3-0,7 m²g⁻¹ i Ap-horisonterne, hvorefter værdien stiger til mellem 1,4 og 2,4 m²g⁻¹ i de underliggende B- og C-horisonter.

3.4 Hydraulik

Bo Vangsø Iversen (DJF) og Ole Hørbye Jacobsen (DJF)

3.4.1 Udtagne prøver

Følgende prøver er blevet udtaget i relation til de hydrauliske målinger i det fulde undersøgelsesprogram.

3.4.1.1 Simmelkær-lokaliteten

Der blev udtaget fem intaktprøver i store kolonner (20,0 cm længde, 20,0 cm i indre diameter) samt fem intaktprøver i 100-cm³ retentionsringe i henholdsvis Ap-, Bhs- og Chorisonten. Der blev ikke udtaget prøver fra den dybe boring.

3.4.1.2 Hogager-lokaliteten

Der blev udtaget fem intaktprøver i store kolonner (20,0 cm længde, 20,0 cm i indre diameter) samt fem intaktprøver i 100-cm³ retentionsringe i henholdsvis Ap-, Bhs- og Chorisonten. Der blev ikke udtaget prøver fra den dybe boring.

3.4.1.3 Emmerske-lokaliteten

Der blev udtaget fem intaktprøver i store kolonner (20,0 cm længde, 20,0 cm i indre diameter) samt fem intaktprøver i 100-cm³ retentionsringe i henholdsvis Ap-, Bs- og Chorisonten. Desuden blev der udtaget fem intaktprøver i 100-cm³ retentionsringe i henholdsvis E- og Bhs-horisonten.

3.4.2 Volumenvægt

Tabel 3.4.1 viser værdierne for jordens volumenvægt ved de tre lokaliteter. Værdierne viser generelt et typisk forløb med de laveste værdier i den relativt løst bearbejdede, organiskholdige Ap-horisont og med et stigende forløb i dybden. Den udvaskede E-horisont ved Emmerske har en høj volumenvægt sammenlignet med den underliggende B-horisont.

		Simmelkjær			Hogager	
Horisont	Prøvenummer	Volumen-	std.afv.	Prøvenummer	Volumen-	std.afv.
		vægt (g/cm3)			vægt (g/cm ³)	
Ар	10-1-1-514	1,49	0,04	11-1-1-539	1,38	0,04
Bhs	10-1-2-515	1,62	0,05	11-1-2-540	1,44	0,03
С	10-1-3-516	1,61	0,02	11-1-3-541	1,57	0,02
		Emmerske			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Ар	12-1-1-544	1,43	0,02			
E	12-1-9-959	1,56	0,02			
Bhs	12-1-9-960	1,43	0,04			
Bs	12-1-2-545	1,44	0,03]		
С	12-1-3-546	1.51	0.04	1		

Tabel 3.9. Volumenvægt (g/cm³) målt på 100-cm³ retentionsringe (n=5).

3.4.3 Teksturanalyse på store kolonner

For nærmere at undersøge sammenhængen mellem den hydrauliske ledningsevne og teksturfordelingen og for undersøge variationen mellem de uforstyrrede prøver og prøven til tekstur samt kemiske analyser blev der på tre udvalgte store kolonner udtaget en delprøve til teksturbestemmelse (tabel 3.10). Der er nogen forskel mellem de gennemsnitlige prøver og de tre stikprøver fra kolonnerne, især for kolonnen fra Emmerske som noget mere finkornet end gennemsnitsprøven.

Mark	Prøvenr.	Hori- sont	Prøve dybde (cm)	<2µm	2 –20µm	20 – 63μm	63 – 125μm	125 - 200μm
Sim-	10-1-3-516a	С	100-120	2,0	0,9	1,0	1,1	10,8
Hogager	11-1-3-541a	С	75-95	2,1	0,9	3,2	0,5	9,0
Emmerske	12-1-3-546a	С	75-95	5,1	1,4	9,5	13,3	20,5

Tabel 3.10. Teksturfordelingen (g/100 g) på tre udvalgte prøver udtaget fra de store kolonner.

Mark	Prøvenr.	Hori- sont	Prøve dybde (cm)	200 – 500μm	500 μm - 2 mm	2 - 6.3 mm	>6.3 mm	humus	JB- nr.
Sim-	10-1-3-516a	С	100-120	75,2	8,9	0,3	0,7	0,1	1
Hogager	11-1-3-541a	С	75-95	83,9	0,3	0,1	0,0	0,1	1
Emmerske	12-1-3-546a	С	75-95	39,2	10,4	0,1	0,1	0,6	4

3.4.4 Vandretention

Resultaterne for vandretention er vist på fig. 3.4.1. I Ap-horisonten ses der specielt for Hogager og Emmerske et jævnt afdræningsforløb. For de øvrige horisonter ses der generelt en kraftig afdræning mellem pF 1,2 og 1,7. C-horisonten ved Emmerske udviser dog et mere jævnt afdræningsforløb, hvilket sandsynligvis kan forklares ud fra jordens teksturfordeling, da lokaliteten udviser en mere jævn teksturfordeling sammenlignet med de to andre lokaliteter (Tabel 3.8).



Figur 3.12 Data for vandretention målt på intakte 100-cm³ prøver (n = 5). Fejllinjerne viser ± 1 standardafvigelse.

3.4.5 Mættet hydraulisk ledningsevne



Figur 3.13. Mættet hydraulisk ledningsevne (K_s, n = 5) målt på store kolonner med undtagelse af E- og Bhs-horisonten ved Emmerske, hvor K_s blev målt på små 100 cm³ retentionsringe. Fejllinjerne viser ± 1 standardafvigelse.

Fig. 3.4.2 viser værdierne for den mættede hydrauliske ledningsevne målt ned gennem profilet. Generelt er værdierne for de enkelte horisonter ved Emmerske lave end de tilsvarende horisonter for de to andre profiler. Specielt i C-horisonten er værdierne for Emmerske markant lave. De højeste værdier ses for Simmelkær.

3.4.6 Umættet hydraulisk ledningsevne

Resultaterne af målingerne af den umættede hydrauliske ledningsevne er vist på fig. 3.4.3. Enkeltmålingerne er her plottet og sammenlignet med enkeltmålingerne af den mættede hydrauliske ledningsevne. Kun C-horisonten ved Emmerske adskiller sig markant fra den tilsvarende horisont for de to andre lokaliteter. Den ringe forskel der ses mellem den nærmættede og mættede hydrauliske ledningsevne for alle målinger tyder på en ringe præferentiel vandtransport ved fuld mætning.



Figur 3.14. Enkeltmålinger af mættet (K_s) og umættet (k(h)) hydraulisk ledningsevne. Alle målinger er udført på store kolonner.

3.4.7 Anvendelighed af hydrauliske data

De hydrauliske datas anvendelighed og usikkerhed er i høj grad relateret til det udtagne jordvolumens repræsentativitet for jordtypen. Målinger af vandretention er den hydrauliske måling, der er mindst følsom overfor prøvestørrelsen. For målinger af den umættede og mættede hydrauliske ledningsevne stiger betydningen af prøvestørrelsen. Målinger af den mættede hydrauliske ledningsevne er den måling, der er mest følsom overfor den valgte prøvestørrelse, da denne måling indbefatter målinger på det totale udsnit af jordens porer og dermed også indbefatter jordens største porer. Såfremt den valgte prøvestørrelse er for lille stiger usikkerheden for, at prøven ikke indeholder et repræsentativt udsnit af jordens porer. Sandede jorde har dog generelt en ringe struktur og dermed et ringe indhold af store porer (makroporer). Derfor må det antages, at de anvendte prøvestørrelser i forbindelse med målingerne på distal hedeslette har været repræsentative for jordtypen.

Vandretentionsmålingerne dækker området fra fuld mætning til planternes visnegrænse (pF 4,2). Målinger af den mættede og umættede hydrauliske ledningsevne dækker det nærmættede områder fra fuldmætning til ca. pF 2 (100 cm vandsøjle), der er det område, hvor dynamikken i den hydrauliske ledningsevne er størst.

3.5 Mikrobiologi (distal hedeslette)

Finn P. Vinther (DJF), Lars Elsgaard (DJF), Ulla Catrine Brinch (GEUS) og Carsten Suhr Jacobsen (GEUS)

På prøver fra de tre lokaliteter – Simmelkær, Hogager og Emmerske (tabel 3.11) - er der gennemført målinger af mikrobiologiske parametre. Substrat induceret respiration (SIR), der giver et udtryk for den let tilgængelige biomasse samt den heraf afledte parameter mikrobiel biomasse kulstof (mb-C), der giver et udtryk for den samlede mikrobielle biomasse i jorden. Der er endvidere bestemt antal dyrkbare bakterier på to agarmedier. Dels er de talt på mediet 1/300 TSA, der giver gode vækstvilkår for en bred vifte af forskellige bakterier. Dels er bakterier talt på Goulds S1, der kun giver gode vækstforhold for bakterier der hører til *Pseudomonas* sp. bakterier, og hermed en gruppe af bakterier med et bredt substratvalg, herunder mange pesticider. Disse fire mål er forskellige udtryk for den potentielle mikrobielle aktivitet. Derudover er der bestemt mikrobiel aktivitet med tre forskellige metoder, bl.a. ved måling af hydrolyse af flourescein diacetat (FDA) samt acetatmineralisering og specifik mikrobiel aktivitet i form af arylsulfatase aktivitet (ASA). Endelig er der opnået et udtryk for hvor mange forskellige stoffer den samlede mikrobielle population kan omsætte (funktionel diversitet) ved hjælp af et kommercielt testkit (Biolog).

Dybde		Simme	lkær		Hoga	ger	Emmerske		
		cm	Prøvenr.		cm	Prøvenr.		cm	Prøvenr.
Dybde 1	Ар	5-25	10-1-1-	Ар	5-25	11-1-1-	Ар	5-25	12-1-1-
			514			539			544
Dybde 2	Bhs	30-50	10-1-2-	Bhs	25-45	11-1-2-	Bs	43-63	12-1-2-
			515			540			545
Dybde 3	С	100-	10-1-3-	С	75-95	11-1-3-	С	75-95	12-1-3-
		120	516			541			546
Dybde 4			10-1-3-	С	125	11-1-3-			
			517			542			

Tabel 3.11. Undersøgte prøver fra Simmelkær, Hogager og Emmerske

3.5.1 Mikrobiel biomasse

Den substrat inducerede respiration blev på de tre lokaliteter målt til 2,5-4,3 μ L CO₂ g⁻¹ tør jord t⁻¹ i Ap-horisonten med den højestee respiration i Hogager (tabel 3.12-I). Antallet af dyrkbare bakterier adskiller ikke Ajstrup fra de to andre lokaliteter.

Endvidere finder vi, at den mikrobielle aktivitet er betydeligt lavere i B- og C-horisonterne end i Ap-horisonten. Mikrobiel biomasse C (tabel 3.12-II), dyrkbare bakterier på 1/300 TSA (tabel 3.12-III) samt dyrkbare *Pseudomonas* sp. bakterier (tabel 3.12-IV) aftager også med dybden.

Tabel 3.12. Mikrobiel biomasse: Substrat induceret respiration (I), beregnet mikrobiel bio-
masse kulstof (II), dyrkbare bakterier på 1/300 TSA (III) samt dyrkbare Pseudomonas sp.
(IV) i profilerne i Simmelkær, Hogager og Emmerske.

	μ L CO ₂ g ⁻¹ tør jord t ⁻¹							
•	Simmelkær		Hog	ager	Emmerske			
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	std		
Dybde 1	2,5	0,2	4,3	2,0	2,8	0,1		
Dybde 2	0,6	0,1	<0,5	-	<0,5	-		
Dybde 3	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	-		
Dybde 4	<0,5	-	<0,5	-	Nd	nd		

	Biomasse C, μg g ⁻¹ tør jord							
	Simm	nelkær	Hog	ager	Emmerske			
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std		
Dybde 1	115	9	190	82	127	6		
Dybde 2	37	2	<30	-	<30	-		
Dybde 3	<30	-	<30	-	<30	-		
Dybde 4	<30	-	<30	-	Nd	nd		

	Dyrkbare bakterier på (1/300 TSA) g ⁻¹ tør jord							
	Simm	elkær	Hog	ager	Emmerske			
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std		
Dybde 1	1.6x10 ⁷	3.2x10 ⁶	8.7x10 ⁶	3.2x10 ⁶	1.2x10 ⁷	3.7x10 ⁶		
Dybde 2	1.3x10 ⁶	9.8x10 ⁴	1.4x10 ⁵	4.9x10 ⁴	2.9x10 ⁴	1.6x10 ³		
Dybde 3	2.7x10 ⁵	6.2x10 ⁴	2.0x10 ⁵	4.5x10 ⁴	1.7x10 ⁷	4.5x10 ⁶		

IV	Pseudomonas sp. bakterier (Goulds S1) g ⁻¹ tør jord							
IV	Simm	elkær	Hog	ager	Emmerske			
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std		
Dybde 1	5.7x10 ⁵	6.7x10 ⁴	5.6x10 ⁴	1.3x10 ⁴	1.1x10 ⁵	4.6x10 ³		
Dybde 2	5.9x10 ²	1.3x10 ²	<100	-	<100	-		
Dybde 3	<100	-	3.9x10 ¹	6.8x10 ¹	<100	-		

3.5.2 Mikrobiel aktivitet

Den mikrobielle aktivitet bestemt som måling af FDA blev i Ap-horisonterne målt til 33-43 μ g flourescein g⁻¹ tør jord t⁻¹. Der laveste aktivitet blev målt i Simmelkær (tabel 3.13). Aktiviteten i B-horisonten er signifikant højere i Emmerske end i Simmelkær og Hogager-lokaliteten, og generelt betydeligt lavere (<0,5-6,5 μ g flourescein g⁻¹ tør jord t⁻¹) i de dybere jordlag end i Ap-horisonten.

	μg flourescein g ⁻¹ tør jord t ⁻¹								
Dybde	Simmelkær		Hog	ager	Emmerske				
	gns	std	gns	Std	Gns	std			
Dybde 1	32,9	1,2	41,2	2,1	43,2	8,2			
Dybde 2	2,1	1,5	2,3	0,6	6,5	0,3			
Dybde 3	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	-			
Dybde 4	2,0	1,1	<0,5	-	nd	nd			

Tabel 3.13. Hydrolyse af flourescein diacetat i profiler i Simmelkær, Hogager og Emmerske.

Mikrobiel aktivitet bestemt som ASA varierer i Ap-horisonten på de tre lokaliteter mellem 16 og 43 μ g NP g⁻¹ tør jord t⁻¹ med signifikant højest aktivitet i Ajstrup og mellem <0.5 og 3.2 μ g NP g⁻¹ tør jord t⁻¹ i de dybere jordlag (tabel 3.14).

	μg NP g ⁻¹ tør jord t ⁻¹							
Dybde	Simmelkær		Hogager		Emmerske			
	gns	std	Gns	Std	Gns	std		
Dybde 1	4,7	0,3	32,3	3,5	20,7	0,8		
Dybde 2	<0,5	-	1,1	0,2	0,7	0,4		
Dybde 3	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	-		
Dybde 4	<0,5	-	<0,5	-	nd	nd		

Tabel 3.14. Arylsulfatase aktivitet i profilerne i Simmelkær, Hogager og Emmerske.

3.5.3 Mikrobiel diversitet

Undersøgelser af bakteriepopulationernes metaboliske egenskaber er foretaget vha. Biolog Ecoplates, som indeholder 31 forskellige C-kilder, og på basis heraf er index med relation til den funktionelle diversitet beregnet. Index er beregnet for analyser, hvor Ecopladernes gennemsnitlige farveudvikling (AWCD) overstiger en nedre grænse på 0,1. På basis af de beregnede index er eventuelle forskelle i bakterie-populationernes evne til at udnytte de forskellige substrater vurderet (tabel. 3.13).

Resultaterne af disse undersøgelser antyder, at evnen til at udnytte forskellige substrater (Richness) er højere i Hogager end i Simmelkær (tabel 3.15). Samtidig udnytter populationerne i de dybere jordlag lidt færre substrater end populationerne i Ap-horisonten. Der synes ikke at være væsentlige forskelle mellem de to lokaliteter mht. funktionel diversitet (J') (tabel 3.15), men tendens til aftagende diversitet med dybden..

Tabel 3.15. Gennemsnitlig farveudvikling (I), richness (II) og funktionel diversitet (III) i profilerne i Simmelkær, Hogager og Emmerske. Richness (S) = substratudnyttelsen (maks. 31). Relativt diversitets indeks (J') = Shannon-Weaver diversitetsindeks i forhold til maks. diversitets indeks på 3,43.

	Gennemsnitlig farveudvikling (AWCD)						
•	Simmelkær		Hogager		Emmerske		
Dybde	Gns	std	Gns	std	Gns	std	
Dybde 1	0,55	0,00	0,68	0,07	Nd	nd	
Dybde 2	0,37	0,00	0,27	0,03	Nd	nd	
Dybde 3	0,44	0,02	0,28	0,02	Nd	nd	
Dybde 4	<0,10	-	0,19	0,00	Nd	nd	

п	Richness (S)						
	Simmelkær Hogager		ager	Emn	nerske		
Dybde	Gns	std	Gns	std	Gns	std	
Dybde 1	20,0	1,0	26,0	1,7	Nd	nd	
Dybde 2	20,0	1,0	19,7	1,5	Nd	nd	
Dybde 3	18,0	2,0	17,7	2,3	Nd	nd	
Dybde 4	-	-	18,7	0,6	Nd	nd	

	Relativt diversitets indeks (J')						
	Simmelkær		Hogager		Emmerske		
Dybde	Gns	std	Gns	std	Gns	Std	
Dybde 1	0,82	0,01	0,89	0,02	Nd	nd	
Dybde 2	0,80	0,01	0,77	0,03	Nd	nd	
Dybde 3	0,78	0,02	0,72	0,01	Nd	nd	
Dybde 4	-	-	0,67	0,01	Nd	nd	

3.5.4 Sammenfatning

Den mikrobielle biomasse og aktivitet aftager væsentligt med dybden og er generelt en størrelsesorden lavere i B- og C-horisonterne end i Ap-horisonten. tilsvarende falder antallet af dyrkbare bakterier på såvel det generelle medie som det specifikke *Pseudomonas* sp. medie (tabel 3.12 - tabel 3.14). Målinger af substratudnyttelse med Biolog Ecoplates (Richness) indikerer, at bakteriepopulationer i de dybere jordlag kan udnytte lidt færre substrater end populationerne i Ap-horisonten (tabel 3.15).

Sammenlignes de tre lokaliteter kan det konstateres, at Simmelkær tilsyneladende adskiller sig fra de to andre. Udnyttelsen af substrater og aktivitetn af arylsulfatase (ASA) er betydelig lavere i Simmelkær end i de andre lokaliteter. Antallet af dyrkbare bakterier og antallet af *Pseudomonas* sp. bakterier er imidlertid ikke forskellige mellem Ajstrup og de andre lokaliteter.

3.6 Pesticid specifikke parametre

Carsten Suhr Jacobsen (GEUS), Ulla Catrine Brinch (GEUS); Jim Rasmussen (GEUS) og René K. Juhler (GEUS)

På prøver fra de tre lokaliteter - Simmelkjær, Hogager og Emmerske (tabel 3.15) - er der gennemført undersøgelser af pesticid specifikke parametre:

- Kd-værdien, der er et udtryk for hvor stærkt pesticidet bindes til jorden, jo højere Kdværdi des mindre pesticid, er der tilstede i jordvæsken.
- M64d hvor meget af det ¹⁴C (tilsat som pesticid), der er genfundet som ¹⁴C-CO₂ efter 64 dage. Jo højere M64d værdi des mere af det tilsatte pesticid er fuldstændigt nedbrudt (mineraliseret).
- DT50 hvor mange dage det tager, før 50% af det tilsatte pesticid ikke kan genfindes.

Dybde		Simmel	Simmelkjær		Hogager		Emmerske		
		Cm	Prøvenr.		Cm	Prøvenr.		Cm	Prøvenr.
Dybde 1	Ар	5-25	10-1-1-	Ар	5-25	11-1-1-	Ар	5-25	12-1-1-
			514			539			544
Dybde 2	Bhs	30-50	10-1-2-	Bhs	25-45	11-1-2-	Bs	43-63	12-1-2-
			515			540			545
Dybde 3	С	100-	10-1-3-	С	75-95	11-1-3-	С	75-95	12-1-3-
		120	516			541			546
Dybde 4				С	125	11-1-4-			
						542			

Tabel 3.15 Undersøgte prøver fra Simmelkjær, Hogager og Emmerske.

3.6.1 Pesticides binding

Pesticidets binding til jordbestanddele måles som Kd værdien, bestemt som pesticidets fordelingskoefficient mellem den faste fase og jordvandet. Kd værdierne for MCPA, methyltriazinamin, metribuzin og glyphosat bestemt på Simmelkjær, Hogager og Emmerske lokaliteterne er vist i tabel 3.16.

	Kd værdi MCPA						
	Simmelkjær		Hogager		Emmerske		
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	
Dybde 1	5,8	0,14	4,0	0,05	1,8	0,01	
Dybde 2	1,1	0,04	0,97	0,01	1,2	0,03	
Dybde 3	0,15	0.02	0,30	0	0,39	0,04	
Dybde 4	nd		0,25	0,01	nd		

Tabel 3.16. Kd værdier for MCPA, methyltriazinamin, metribuzin og glyphosat bestemt på Simmelkjær, Hogager og Emmerske lokaliteterne.

		Kd værdi methyltriazinamin						
	Simme	Simmelkjær		Hogager		Emmerske		
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std		
Dybde 1	125	9,6	25	0,53	8,2	0,43		
Dybde 2	34	4,6	11	0,30	12	1,1		
Dybde 3	5,2	0,27	14	0,82	30	2,0		
Dybde 4	nd		7,0	0,28	nd			

	Kd værdi Metribuzin						
	Simme	elkjær	Hogager		Emmerske		
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	
Dybde 1	0,83	0,02	1,7	0,01	1,1	0,02	
Dybde 2	0,13	0,01	0,17	0,01	0,28	0,01	
Dybde 3	0,02	0,002	0,05	0,004	0,07	0,003	
Dybde 4	nd		0,03	0,01	nd		

	Kd værdi glyphosat						
	Simme	elkjær	Hogager		Emmerske		
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	
Dybde 1	585	28	1072	29	815	292	
Dybde 2	505	21	1877	87	2147	176	
Dybde 3	501	0,69	508	3,9	1829	783	
Dybde 4	nd		1548	88	nd		

I forbindelse med registrering af de fire stoffers bindingsforhold til jord har vi i projektet anvendt radioaktive isotoper. Da radioaktive isotopers renhed aldrig kan være 100%, skal vi gøre opmærksom på, at alle Kd værdier for metyltriazinamin og MCPA, der er under 0.1 og over 15 ikke er kvantitative. Tilsvarende er alle Kd værdier under 0,1 og over 7 for metribuzin samt under 0,1 og over 160 for glyphosat ikke kvantitative. Disse værdier anvendes derfor ikke ved yderligere modellering i projektet, men er medtaget her med angivelse af statistisk usikkerhed, fordi de alligevel giver en nyttig information om variationen i stoffernes eller deres metabolitters bindingsforhold. MCPA bindes generelt svagt. Stoffet bindes stærkest i overjorden med Kd værdier mellem 1,8 (Emmerske) og 5,8 (Simmelkjær). MCPA's sorption falder med dybden.

Methyltriazinamin bindes generelt stærkt. I overjorden ligger værdierne fra 8 og op til 125. I underjords horisonterne ligger værdierne mellem 5 og 34. I de to profiler Simmelkjær og Hogager er metribuzins sorption stærkest i overjorden. I profilet fra Emmerske ses den laveste sorption i overjorden, men her stiger sorptionen ned gennem jordprofilen (fra 8,2 i dybde 1 op til 30 i dybde 3.

Metribuzins bindingsmønster minder om MCPA med de højeste Kd værdier (mellem 0,8 og 1,7) for overjordene fra de tre lokaliteter. Metribuzins binding til underjorde er i alle tilfælde lav med den højeste værdi på 0,28 (Dybde 2 Emmerske) og den laveste på 0,03 (Dybde 3, Simmelkjær).

Glyphosat bindes stærkt til alle jorde, med den højeste Kd værdi på 2147 i dybde 2 fra Emmrske.

Generelt viser prøverne fra den Distal hedeslette det forventede billede med høj sorption for stofferne glyphosat og methyltriazinamin, og lav sorption for MCPA og metribuzin.

3.6.2 Pesticiders mineralisering

I tabel 3.17. er der opgivet 64 dages akkumuleret mineralisering, der er udtryk for hvor meget af det tilsatte ¹⁴C-pesticid, der er fuldstændigt omdannet til ¹⁴CO₂ på 64 dage. På fig. 3.14, fig. 3.15, fig 3.16 og fig. 3.17 er vist eksempler på typiske forløb for mineraliseringen af MCPA, methyltriazinamin, glyphosat og metribuzin. MCPA's mineralisering er typisk vækstrelateret hvilket blandt andet i dybde 1 fører til et sigmoidt kurveforløb. Metribuzin, methyltriazinamin og glyphosat mineraliseres typisk med et forløb der minder om en ret linie. I forbindelse med registrering af de fire stoffers mineraliseringsforhold har vi i projektet anvendt radioaktive isotoper. Da radioaktive isotopers renhed aldrig kan være 100%, skal vi gøre opmærksom på, at alle M64 værdier, der er akkumuleret til under 1,6 % ikke er kvantitative. Disse data anvendes derfor ikke ved yderligere modellering i projektet, men er medtaget her, fordi de alligevel giver en nyttig information om variationen i stoffernes eller deres metabolitters mineralisering.



Figur 3.15. Akkumuleret MCPA mineralisering i fem dybder fra lokalitetsnr 226 (Simmelkjær).



Figur 3.16. Akkumuleret metribuzin mineralisering i fem dybder fra lokalitetsnr. 226 (Simmelkjær). Bemærk at mineraliseringen er meget lav i alle prøver.



Figur 3.17. Akkumuleret glyphosat mineralisering i fem dybder fra lokalitetsnr. 226 (Simmelkjær). Bemærk at mineraliseringen er lav i alle jorde.



Figur 3.18. Akkumuleret methyltriiazinamin mineralisering i fem dybder fra lokalitetsnummer 226 (Simmelkjær). Bemærk at mineraliseringen er lav i alle jorde.

		·]··· , ···]···]					
	M64d værdi MCPA						
	Simmelkjær	Hogager	Emmerske				
Dybde	Gns	Gns	Gns				
Dybde 1	35,5	53,9	45,7				
Dybde 2	49,7	65,2	62,1				
Dybde 3	50,8	9,9	64,1				
Dybde 4	nd	29,2	nd				

Tabel 3.17. Værdier for 64 dages akkumuleret mineralisering for MCPA, methyltriazinamin, metribuzin og glyphosat bestemt på Simmelkjær, Hogager og Emmerske lokaliteterne.

	M64d værdi Methyltriazinamin					
	Simmelkjær	Hogager	Emmerske			
Dybde	Gns	Gns	Gns			
Dybde 1	0,09	0,27	0,45			
Dybde 2	0,06	0,05	0,10			
Dybde 3	0,05	0,01	0,04			
Dybde 4	nd	0,004	nd			

	M64d værdi Metribuzin					
	Simmelkjær	Hogager	Emmerske			
Dybde	Gns	Gns	Gns			
Dybde 1	0,26	0,22	0,40			
Dybde 2	0,12	0,11	0,18			
Dybde 3	0,08	0,04	0,11			
Dybde 4	nd	0,03	nd			

	M64d værdi glyphosat		
	Simmelkjær	Hogager	Emmerske
Dybde	Gns	Gns	Gns
Dybde 1	1,4	0,68	0,85
Dybde 2	0,22	0,07	0,18
Dybde 3	0,18	0,04	0,19
Dybde 4	nd	0,15	nd

Mineraliseringen af MCPA forløber generelt hurtigere og til et højere niveau end mineraliseringen af de andre stoffer. Mineralisering af MCPA i dybde 2 lokaliteterne Hogager og Emmerske, når et højt niveau indenfor den undersøgte periode, men en nærmere analyse af mineraliseringsforløbet viser, at mineraliseringkurvens stejle forløb kommer på et senere tidspunkt end i overjorden de samme steder. Vi har i andre tilfælde set at den samlede mineralisering af stofferne er lav i jorde med højt indhold af organisk stof. Dette kan betyde, at stofferne ellers deres nedbrydningsprodukter kan bindes til den organiske fraktion og dermed være utilgængelig for mikroorganismernes nedbrydning. Mineralisering af stofferne methyltriazinamin og metribuzin er i alle prøver meget lav (under 1%) og disse to stoffers mineralisering i de dybe lag er nærmest ikke eksisterende. Mineraliseringen af glyphosat er lav varierende fra 0 - 1,4 %. Der er måske en tendens til en højere mineralisering i de tre overjorde end i underjorderne, men den samlede mineralisering er meget lav.

3.6.3 DT50 bestemmelse

Ved DT50 bestemmelserne er der gennemført analyse af hvor lang tid det tager før der kun kan findes 50% af det tilsatte pesticid. Bestemmelsen udføres ved en direkte kemisk analyse af ekstrakter på LC-MS/MS. DT50 værdien tolkes som halveringstiden for pesticidets forsvinding. DT50 værdierne for MCPA, methyltriazinamin og metribuzin bestemt på Simmelkjær, Hogager og Emmerske lokaliteterne er vist i tabel 3.18. Glyphosats forsvinden er kun bestemt ved mineralisering.

	DT50 værdi for MCPA		
	Simmelkjær	Hogager	Emmerske
Dybde 1	17	4	5
Dybde 2	10	4	4
Dybde 3	9	-	-
Dybde 4	-	-	-
Dybde 5	-	-	-
Dybde 6	-	-	-

Tabel 3.18. DT50 værdier for MCPA, methyltriazinamin og metribuzin bestemt på Simmelkjær, Hogager og Emmerske lokaliteterne.

	DT50 værdi for Methyltriazinamin			
	Simmelkjær	Hogager	Emmerske	
Dybde 1	67	>	218	
Dybde 2	68	>	42	
Dybde 3	-	-	-	
Dybde 4	-	-	-	
Dybde 5	-	-	-	
Dybde 6	-	-	-	

	DT50 værdi for Metribuzin			
	Simmelkjær	Hogager	Emmerske	
Dybde 1	141	>	223	
Dybde 2	>	>	129	
Dybde 3	-	-	-	
Dybde 4	-	-	-	
Dybde 5	-	-	-	
Dybde 6	-	-	-	

Der er i enkelte tilfælde ekstrapoleret ud over det tidsinterval, som forsøget dækker. I ekstreme tilfælde (d.v.s. hvor der er ingen eller en næppe detekterbar forsvinding) er DT_{50} værdien angivet som ">". Den gennemsnitlige standardafvigelse for k-værdier (alle stoffer, alle dybder) var 18%. Værdien er beregnet på baggrund af data, hvor DT50 ligger indenfor forsøgsperioden.

Der ses en generel tendens til hurtigst forsvinding af MCPA i overjorde på alle tre lokaliteter og i dybere underjord på Simmelkjær. Methyltriazinamin og Metribuzin i overjorde forsvinder langsommere eller end MCPA. På hoager er der en hurtig forsvinding af MCPA men ingen forsvinding af er methyltriazinamin eller metribuzin. Methyltriazinamin og metribuzin forekommer generelt stabile om end der er tegn på at methyltriazinamin forsvinder hurtigere end metribuzin. Et eksempel på sammenhængen mellem inkuberingstiden og forsvindingen af stoffet MCPA kan ses i fig. 3.18.



Figur 3.19. Sammenhæng mellem inkuberingstid (t, dage) og forsvinding af MCPA i Simmelkjær dybde 3 (målt som relativ genfindelse, logaritmeret). Den lineære regressionslingning og linier for 95% konfidensintervallet er angivet. Ud fra hældningen på regressionslinien (k=-0,073) kan DT₅₀ beregnes ved DT₅₀= ln(2)/k som i dette eksempel bliver 9 dage.

4 Resultater af markvariationsundersøgelser

I dette kapitel præsenteres resultaterne af variabilitetsundersøgelserne på de marker, hvor de detaljerede profilundersøgelser er gennemført, jf. kapitel 3. Variabilitetsundersøgelserne skal bruges til vurdering af markernes variabilitet for de målte parametre, herunder om resultaterne af profilundersøgelserne er repræsentative for markerne.

Der omtales spatiale geofysiske undersøgelser i form af elektromagnetiske målinger (EM38) og georadarmålinger, teksturanalyser, jordhydrauliske parametre, forskellige mikrobiologiske parametre, samt mineralisering og sorption for specifikke pesticider.

4.1 Geofysik

I det følgende vises resultaterne fra de geofysiske undersøgelser, der er udført på undersøgelseslokaliteterne. På den distale del af smeltevandssletten er der udført EM38målinger og georadar. Metoderne vil ikke blive beskrevet i denne rapport, i stedet henvises til KUPA rapport nr. 2, Metoderapport (Barlebo et al. 2002).

4.1.1 EM38

Søren Torp (DJF) og Mogens H. Greve (DJF)

EM38 kortlægning udføres ved, at sensoren, monteret på en kunststofslæde, trækkes over marken vha. en firehjulet motorcykel. Målinger fra sensoren og et GPS-system flettes og lagres i en computer, som er monteret på motorcyklen. Målefrekvensen kan defineres efter behov og udløses efter et fast tidsinterval (op til 10 målinger pr. sek.) eller efter afstanden mellem de enkelte målepunkter (mindst 1 m). På markerne køres i parallelle linier med maksimalt 20 meters afstand. I videst muligt omfang benyttes eksisterende kørespor. Afhængig af afstanden mellem sporene og målefrekvensen registreres der 60–200 målinger pr. ha.

4.1.1.1 Simmelkær

Resultater fra EM38-undersøgelsen af Simmelkær-lokaliteten er vist på fig. 4.1. De største områder viser måleværdier på 0–5 mSm/m (lys) og 5–10 mSm/m (lyserød). De røde måleværdier, der findes i striber, er nedgravede stærkstrømskabler.

EM38-målingerne er statistisk behandlet og resultatet kan ses på fig. 4.2.



Figur 4.1. Fladeopmåling med EM38-sensoren omkring lokaliteten ved Simmelkær. De forskellige farver angiver variation i den elektriske ledningsevne målt i mSm/m.



Figur 4.2. Variogram af EM38-målingerne fra Simmelkær marken. Punkterne er det eksperimentelle semivariance. Den røde linie er den bedst fittede eksponentielle model med følgende parametre: Range = 189 m, sill = 1,6 og nugget = 0,9.

4.1.1.2 Sammenfatning af EM38-målingerne på distale smeltevandsslette

EM38-målingerne på den distale del af smeltevandssletten er meget lave med et gennemsnit i de 3 områder mellem 3,9 til 5,3, hvilket afspejler det meget lave ler indhold i det geologiske udgangsmateriale. Variansen i målingerne er meget lav og modelleringen af de eksperimentelle variogrammer bliver derved noget usikker (tabel 4.1). Range på den distale smeltevandsslette er meget varierende; transektmålingerne viser værdier omkring 25 meter, mens rangen på markerne ligger på 200–300 meter. Det er karakteristisk, at man på hedesletten enten finder aflejringer med en meget lang range (>200 meter) og/eller en meget kort range ofte under 20 meter. Målingerne falder således ind i dette mønster.

Lokalitet	Range	Sill	Nugget	Model
Simmelkær	189	1,6	0,9	Spherical
Hogager	270	0,4	0,1	Spherical
Emmerske	327	28,4	1,1	Spherical
Sneptrup	13	0,2	0,19	Spherical
Ommose	37	0,9	0,5	Spherical
Hallundbæk	37	1,0	0,5	Spherical
Simmelkær	26	1,4	0,5	Spherical

Tabel 4.1. Tabellen summerer resultaterne fra den geostatistiske modellering af alle EM38 kortlægningerne fra den distale smeltevandsslette.

4.1.2 Georadar

Ingelise Møller (GEUS)

Simmelkær variabilitetsmark og Emmerske undersøgelsesmark er kortlagt med georadar. Undersøgelserne på Emmerske undersøgelsesmark er udført i forbindelse med udpegningen af placeringen af fuldtprogramprofilet. Georadarundersøgelsen på Simmelkær variabilitetsmark er udført knap et år efter feltundersøgelser. Der er ikke lavet en georadarkortlægning på Hogager undersøgelsesmark.

Beskrivelse af georadarmetoden kan findes i KUPA rapport nr. 1 (Møller, 2001) og beskrivelse af måleprocedure og optageparametre findes i KUPA rapport nr. 2, Metoderapport (Barlebo et al. 2002). Processeringen af georadarprofilerne omfatter et dewow-filter, low-pass-filter og migration samt skalering, der kompenserer for geometrisk spredning og eksponentielt henfald af signal (SEG gain).

Georadardata præsenteres her grafisk. Data bruges kvalitativt og visuelt i en tolkning af geologiske strukturer. Tolkninger af lithologi baserer sig på penetrationsdybder og korrelation med lithologiske data fra udgravning og boringer.

4.1.2.1 Simmelkær

Variabilitetsmarken er undersøgt med georadar i et groft net af linier, i alt 5 linier målt med et georadarsystem med antenner med centerfrekvens på 100 MHz, deraf er de 4 linier også delvist målt med et georadarsystem med antenner med centerfrekvens på 200 MHz (fig. 4.3). Desuden er der med 200 MHz georadarsystemet som på profillinielokaliteterne målt 4 linier placeret i et kryds, der er orienteret således, at profilerne ligger parallelt og vinketret på den formodede overordnede palæostrømretning.

I fig. 4.4 vises udsnit af NØ-SV-orienterede georadarprofiler L02 (100 MHz) og L02 (200 MHz). Profilets refleksionsmønstre veksler mellem områder med horisontale til subhori-

sontale refleksioner, områder med svagt hældende og ondulerende refleksioner samt områder, hvor refleksionerne har et hummocky udseende. Refleksionernes kontinuitet veksler mellem lille (3–10 m) og modelrat (20–50 m). Der ses enkelte horisontale refleksioner med større kontinuitet og lidt kraftigere amplitude. Fig. 4.5 viser udsnit af georadarprofilerne L04 (100 MHz) og L04 (200 MHz), som er målt vinkelret på profilerne L02 (100 MHz) og L02 (200 MHz). Refleksionsmønstrene i profilet afviger ikke meget fra profilet i fig. 4.4.

I de øvrige georadarlinier ses tilsvarende refleksionsmønstre. Der er generelt en penetrationsdybde på 200–300 ns (~ 6–9 m u. t.) for begge georadarsystemer. Den største penetrationsdybde findes i den østlige del af området.



Figur 4.3. Simmelkær variabilitetsmark. Udgravning, variationshuller og georadarlinier er markeret.



centerfrekvens på 100 MHz. b) Udsnit af linie L02, målt med georadarsystem med 200 MHz antenner. Skæringspunktet med Figur 4.4. Nordøst-sydvest orienteret georadarprofiler. a) Udsnit af linie L02, målt med georadarsystem med antenner med linierne L04 (100 MHz) og L04 (200MHz) i fig. 4.5 er i slutningen af profilet længst mod SV (til højre i profilet). Georadarprofilerne er tid-dybde konverteret med en bølgeudbredelseshastighed på 0,06 m/ns.



stem med antenner med centerfrekvens på 100 MHz. b) Linie L04 målt med georadarsystem med 200 MHz antenner. Skæringspunktet med linierne L02 (100 MHz) og L02 (200MHz) i fig. 4.4 er markeret Figur 4.5. Sydøst-nordvest orienteret georadarprofiler. a) Udsnit af linie L04, målt med georadarsymed lodrette stiplede linier. Georadarprofilerne er tid-dybde konverteret med en bølgeudbredelseshastighed på 0,06 m/ns.

4.1.2.2 Emmerske

Placeringen af georadarundersøgelserne er vist i fig. 4.6. Der er først kørt et groft net af linier med et georadarsystem med antenner med centerfrekvens på 100 MHz. Linierne er orienteret parallelt og vinkelret på den formodede overordnede palæostrømretning. På baggrund af disse rekognoscerende linier er der placeret et tættere og mindre net af linier målt med et georadarsystem med 200 MHz antenner.

Fig. 4.7 og 4.8 viser georadarprofilerne L02 (100 MHz) og L02 (200 MHz) samt de vinkelrette georadarprofiler L06 (100 MHz) og L06 (200 MHz) langs hvilke udgravningen er placeret. Profilerne domineres ved udgravningen og i hele den vestlige del af området af store kanalformede refleksioner samt kortere hældende refleksioner, som udfylder kanalformerne. De øverste 1–2 m u.t. domineres af horisontale refleksioner. Georadarprofilerne i den østlige del af området præges øverst af kontinuerte horisontale til subhorisontale refleksioner samt nederst af en svagt tilsyneladende sydvest hældende refleksion. Disse refleksioner bliver mere ondulerende ved overgangen til det vestlige område med store kanalformede refleksioner. Penetrationsdybden er 75–180 ns (~ 3–8 m u.t.) for profiler målt med et georadarsystem med 100 MHz antenner; en tilsvarende penetrationsdybde er stort set opnået med 200 MHz georadarsystemet. Penetrationsdybden er mindst længst mod øst og øges mod vest i store bølgeformer.

Det er ikke muligt at foretage en sammenligning af georadarprofiler og de geologiske profiler opmålt i udgravningen (fig. 3.8 og 3.10), da det på grund af et højtstående grundvandsspejl ikke var muligt at grave dybere end ca. 1 m u.t., og jordbundsudviklingen har indtil denne dybde udvisket de sedimentære strukturer.



Figur 4.6. Emmerske undersøgelsesmark. Udgravning og georadarlinier er markeret.

Emmerske



Figur 4.7. Georadarprofiler a) L02, målt med georadarsystem med antenner med centerfrekvens på 100 MHz, og b) L02 målt med 200 MHz georadarsystem. Profilerne skærer georadarprofil L06 (100 MHz) og L06 (200 MHz) vist i fig. 4.8 i starten af profilet længst mod NNV (til venstre i profilet). Den gule boks i b) markerer placeringen af det pedologiske/geologiske profil, som er opmålt i udgravningen (fig. 3.8). Georadarprofilet er tid-dybde konverteret med en bølgeudbredelseshastighed på 0,09 m/ns.



Figur 4.8. Georadarprofiler a) L06, målt med georadarsystem med antenner med centerfrekvens på 100 MHz og b) L06 målt med et 200 MHz georadarsystem. De lodrette stiplede linier i a) og b) angiver skæringspunktet med henholdsvis L02 (100 MHz) og L02 (200 MHz) i fig. 4.7. De gule bokse markerer placeringen af det pedologiske/geologiske profil, som er opmålt i udgravningen (fig. 3.10). Georadarprofilerne er tid-dybde konverteret med en bølgeudbredelseshastighed på 0,09 m/ns.

4.1.2.3 Geologisk tolkning samt sammenligning af georadarundersøgelserne på den distale del af smeltevandssletten

Refleksionsmønstrene observeret i georadarprofilerne optaget på Simmelkær og Emmerske undersøgelsesmarker er overvejende forskellige. Georadarprofilerne på Simmelkærmarken består af områder med horisontale til subhorisontale refleksioner vekslende med områder med svagt hældende og ondulerende refleksioner og områder med refleksionsmønstre med hummocky udseende. Disse refleksionsmønstre, er også karakteristiske på de øvrige smeltevandsslette aflejringer. I Emmerske georadarprofilerne ses markante kontinuerte horisontale eller svagt hældende refleksioner samt refleksioner i store kanalformer.

Refleksionsmønstrene i georadarprofilerne på Simmelkær undersøgelsesmark med mange horisontale til subhorisontale refleksioner indikerer, at sedimenterne overvejende er aflejret i næsten horisontale lag. Sammenholdt med de geologiske data, der vidner om, at sedimenterne er aflejret i flettede smeltevandsfloder (jf. afsnit 3.2.4 og fig. 3.2), afspejler georadarprofilerne, at det må være den overordnede lagdeling af vekslende fin- og grovkornede sandlag aflejret som migrerende banker, der giver anledning til de horisontale og subhorisontale refleksioner i georadarprofilerne. Derimod kan de observerede trug- eller planarskrålejringer internt i bankerne ikke erkendes direkte i georadarprofilerne, da skalaen på disse strukturer ligger på grænsen af georadarsystemets opløselighed, dog kan skrålejringerne give anledning til "hummocky"-udseende refleksionsmønstre.

Emmerske undersøgelsesmark ligger umiddelbart SV for en mindre bakkeø, der er kortlagt til at bestå af morænelersaflejringer. I den nordøstlige del af georadarprofilerne tolkes en markant, kontinuert svagt SV-hældende og ondulerende refleksion som laggrænsen til den formodede underliggende moræneler, der antages at udgøre en forlængelse af bakkeøen ud under smeltevandssletten. I den vestlige del af området observeres store kanalformede refleksioner. Disse tolkes som bevarede smeltevandskanaler, hvis løb evt. er blevet styret af bakkeøens oprindelige topografi, som nu er begravet under smeltevandssletten.
4.2 Prøveudtagningssteder

Der blev udtaget jordprøver i to udtagningsdybder i 43 prøvepunkter fordelt over marken som vist på fig. 4.7.





4.3 Teksturanalyser

Søren Torp (DJF)

I dette kapitel fremlægges resultater fra analyserne i markvariationspunkterne for ler, kulstof og sand (fig. 4.8 - 4.13) fra Simmelkær. Foruden oversigtsfigurerne (boblediagrammer) findes analyseresulta-terne i tabelform i appendiks 2. I appendiks 2 kan man bl.a. se de enkelte kornstørrelsesfraktioner 63 ym – 2 mm, der er summeret i de følgende figurer.

Lerprocentfordelingen i dybde 1 ligger mellem 2,6 og 4,5 (fig. 4.8). I dybde 2 ses en spredning i ler-procenten til mellem 1,5 og 4,6% (fig. 4.9). Fordelingen grupperer sig i procenter fra 1,5 - 2,5 og 3,5 - 4,6.

Kulstof variationen i dybde 1 ligger mellem 0,2 og 2,3% (fig. 4.10). Kulstofværdier findes grupperet i to områder 1,0 - 1,3 og 1,7 - 2,3, som det ses på fig. 4.3.3.

I dybde 2 findes kulstof i intervallet 0,1 - 1,6% (fig. 4.11). Som forventet er der et lavere indhold af kul-stof i underjorden.

Sandfraktionen udgør en høj andel af den samlede kornstørrelsesfordeling af ler, silt og sand. For dyb-de 1 udgør sand 87,8 – 95,1% (tabel 4.12). Af cirkeldiagrammet ses den meget homogene og velsorte-rede fordeling. I dybde 2 udgør sandet 90,4 – 96,3%, (fig. 4.14) og er ligeledes meget velsorteret.

Her skal igen henvises til appendiks 2 for den samlede tabel over kornstørrelsesfordelingen for sand.



Figur 4.8. Lerprocent i pløjelagsdybde (1). Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 2,6 og 4,5% ler.



Figur 4.9. Lerprocent I dybde 2. Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 1,5 og 4,6% ler.



Figur 4.10. Kulstofprocent i pløjelagsdybde (1). Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 0,2 og 2,3% kulstof.



Figur 4.11. Kulstofprocent i dybde 2. Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 0,1 og 1,6% kulstof.



Figur 4.12. Sandprocent i pløjelagsdybde (1). Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 87,8 og 95,1% sand.



Figur 4.13. Sandprocent i dybde 2. Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 90,4 og 96,3% sand.

4.4 Hydraulik

Bo Vangsø Iversen (DJF) og Ole Hørbye Jacobsen (DJF)

I Ap- og B-horisonten blev *in situ* luftpermeabiliteten målt i det udlagte grid. Luftpermeabilitetsværdierne blev derefter omsat til værdier for den mættede hydrauliske ledningsevne ud fra en kendt relation (Loll et al., 1999). Punktmålinger for den mættede hydrauliske ledningsevne (log-transformerede) er vist på fig. 4.14 og 4.15 for henholdsvis Ap- og B-horisonten. For Ap-horisonten er det vanskeligt at se noget system i den rumlige variation i området. For B-horisontens vedkommende ses derimod enkelte markant lavere værdier på den centrale del af marken. Disse lave værdier er sammenfaldne med et ligeledes højt indhold af organisk stof (fig. 4.11).

Nøjagtigheden i forbindelse med estimeringen af den mættede hydrauliske ledningsevne ud fra målinger af in situ luftpermeabilitet er forbundet med flere faktorer såsom grænsebetingelser, jordens vandindhold samt den fundne relationen mellem luftpermeabiliteten og den mættede hydrauliske ledningsevne. På trods af ovennævnte faktorer må metoden sammenlignet med de traditionelle tidskrævende målinger af den mættede hydrauliske ledningsevne anses som værende anvendelig, da den er hurtig og derved giver mulighed for at danne sig et indblik i den rumlige variation af den mættede hydrauliske ledningsevne i et område.



Figur 4.14. Mættet hydraulisk ledningsevne i Ap-horisonten for markvariationsundersøgelserne ved Simmelkær (logtransformerede værdier).



Figur 4.15. Mættet hydraulisk ledningsevne i B-horisonten for markvariationsundersøgelserne ved Simmelkær (logtransformerede værdier).

4.5 Mikrobiologi

Der er ikke foretaget undersøgelser af mikrobiologiske variationsforhold på marken fra Simmelkær.

4.6 Pesticidspecifikke parametre

Der er ikke foretaget undersøgelser af nedbrydning og sorption på markvariations prøver fra Simmelkær marken

5 Resultater af profillinieundersøgelser

I nærværende kapitel præsenteres resultaterne af de undersøgelser, som knytter sig til profillinien. Profillinien består af fire boringer, der sammen med fuldt undersøgelsesprogram profilet på Simmelkær-lokaliteten danner en ca. 8 km lang, ØSØ-VNV gående linie gennem den distale smeltevandsslette. I hver af de fire boringer, der indgår i profillinien, er tekstur, hydrauliske, mikrobielle og stofspecifikke parametre blevet bestemt i op til 5 dybder og der er udført geokemiske og geologiske profilbeskrivelser. Undersøgelserne og profilbeskrivelserne, der knytter sig til boringerne i profillinierne, benævnes *reduceret undersøgelsesprogram* og er mindre detaljerede end i fuldt undersøgelsesprogram profilerne, idet ikke så mange parametre bestemmes (se KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002)). Langs profillinien er der endvidere lavet geofysiske undersøgelser i form af EM38-og georadarundersøgelser.

5.1 Geofysik

I dette afsnit beskrives resultaterne af EM38- og georadarundersøgelserne. EM38 er en geofysisk metode, som viser den gennemsnitlige elektriske ledningsevne i jorden ned til ca. 1,5 meter. Målingerne er under danske forhold stærkt korreleret til jordens lerindhold. Georadarmetoden viser først og fremmest sedimenternes lagdeling og er derfor god til tolkning af det geologisk miljø, hvorunder sedimenterne er aflejret. For mere detaljeret beskrivelse af metoderne henvises til KUPA rapport nr. 2, Metoderapport (Barlebo et al. 2002). Ved at anvende EM38 og georadar langs transekter får man information om den overordnede variation af jordtyperne på landskabsskala på den distale del af smeltevandssletten.

5.1.1 EM38

Mogens Greve (DJF) og Søren Torp (DJF)

EM38 kortlægningen er udført ved, at sensoren i en dertil indrettet holder er ført håndholdt i en bestemt højde over marken til fods. I en rygsæk findes datalogger, GPS og antenne. Afhængig af bevægelseshastigheden og med en målefrekvens på 1 per sekund registreres der ca. en måling per 1 til 1,5 meter.

På de fire distale smeltevandsslette transekt lokaliteter er der udført EM38-målinger i to på hinanden vinkelrette transekter. Enkelte steder har det på grund af hegn eller andre arronderingsmæssige forhold været umuligt at lægge transekterne vinkelrette på hinanden. Fig. 5.1. viser et detaljeret billede af de 8 transekters placering på den proximale smeltevandsslette. Transekten ved Hallundbæk er 170 x 250 meter lang. Transekten ved Ommose er 190 x 325 meter lang. Transekten ved Nedre Simmelkær er 280 x 430 meter lang. Transekten ved Sneptrup er 220 x 220 meter lang.



Figur 5.1. Figuren viser de 8 transekters placering på den distale del af smeltevandsletten fra Hallundbæk til Sneptrup.

I Tabel 5.1 findes resultaterne fra de statiske beregninger fra EM38-målinger fra de distale smeltevandsslettelokaliteter på Karup Hedeslette.

Tabel 5.1. Statistiske data fra transekterne fra de distale smeltevandsslettelokaliteter på Karup hedeslette.

Lokalitet	Range	Sill	Nugget	Model
Hallundbæk	27,4	4,1	1,6	Sfærisk
Ommose	37	0,9	0,5	Sfærisk
Nedre Simmelkær	26,0	1,4	0,5	Sfærisk
Sneptrup	12,9	0,04	0,03	sfærisk *

*Data er kvadratrods transformeret.

5.1.2. Georadar

Ingelise Møller (GEUS)

Et område ved hver boring langs profillinien (fig. 2.3) er undersøgt med et georadarsystem med antenner med centerfrekvens på 200 MHz. Der er målt to sæt af parallelle linier placeret parallelt og vinkelret på den formodede overordnede palæostrømretning (fig. 5.2). Det var ikke praktisk muligt at lave et langt georadarprofil langs profillinien dels på grund af de mange fysiske forhindringer som læhegn, grøfter og åer dels på grund af den forholdsvis store afstand mellem boringerne. Georadarundersøgelsen er udført i marts 2002 ca. et halvt år efter borekampagnen september 2001. Beskrivelse af georadarmetoden kan findes i KUPA rapport nr. 1 (Møller, 2001) og beskrivelse af måleprocedure og optageparametre findes i KUPA rapport nr. 2, Metoderapport (Barlebo et al. 2002). Georadardata præsente-res her grafisk. Data bruges kvalitativt og visuelt i en tolkning af geologiske strukturer. Tolkninger af lithologi baserer sig på penetrationsdybder og korrelation med lithologiske data fra udgravning og boringer.

Fig. 5.3a og 5.4a viser udsnit af to vinkelrette georadarprofiler ved Sneptrup boringen (fig. 5.12). Georadarprofilernes refleksionsmønstre veksler mellem områder med horisontale til subhorisontale refleksioner med lille til moderat kontinuitet, områder med svagt hældende og trugformede refleksioner og områder, hvor refleksionsmønstret har et 'hummocky' udseende. Der ses enkelte mere kontinuerte, horisontale til subhorisontale refleksioner. Penetrationsdybden ligger generelt på ca. 250 ns (~ 7,5 m u.t.). Ved sammenligning med boredataene er det ikke muligt at korrelere refleksioner med kraftig amplitude eller lag med karakteristiske refleksionsmønstre til bestemte lagsekvenser i boringen.

Fig. 5.3b og 5.4b viser udsnit af to vinkelrette georadarprofiler på Simmelkær variabilitetsmark. Georadarprofilernes refleksionsmønstre veksler mellem områder med horisontale til subhorisontale refleksioner med lille til moderat kontinuitet, områder med svagt hældende og trugformede refleksioner og områder, hvor refleksionsmønstret har et 'hummocky' udseende. Desuden er der enkelte hovedsageligt horisontale til subhorisontale refleksioner med større kontinuitet (>100 m) og lidt kraftigere amplitude. Penetrationsdybden ligger generelt på 200–250 ns (~ 6–7,5 m). Ved sammenligning med boredataene er det ikke muligt at korrelere refleksioner med kraftig amplitude eller lag med karakteristiske refleksionsmønstre til bestemte lagsekvenser i boringen.

Fig. 5.3c og 5.4c viser udsnit af to vinkelrette georadarprofiler, som går igennem Nedre Simmelkær boringen (fig. 5.11). Georadarprofilerne domineres af subhorisontale til svagt hældende eller ondulerende refleksioner med lille (5–10 m) til moderat (15–30 m) kontinuitet, hvor de subhorisontale refleksioner har den relativt største kontinuitet. Der er også områder med refleksionsmønstre med et 'hummocky' udseende. Desuden er der enkelte zoner med hovedsageligt horisontale til subhorisontale refleksioner med større kontinuitet og kraftigere amplitude beliggende i 50–75 ns (~ 1,5–2 m u.t.) og i 100–150 ns (~ 3–4,5 m u.t.). Penetrationsdybden ligger generelt mellem 250–300 ns (~ 7,5–9 m u. t.). Ved sammenligning med boredataene er det ikke muligt at korrelere refleksioner med kraftig amplitude eller lag med karakteristiske refleksionsmønstre til bestemte lagsekvenser i boringen.

Fig. 5.3d og 5.4d viser udsnit af to vinkelrette georadarprofiler, som går igennem Ommose boringen (fig. 5.10). Georadarprofilernes refleksionsmønstre veksler mellem områder med horisontale til subhorisontale refleksioner med varierende kontinuitet (20–30 m) og områder, hvor refleksionsmønstret har et 'hummocky' udseende. Desuden er der zoner med hovedsageligt subhorisontale refleksioner med større kontinuitet (> 100 m) og kraftigere amplitude beliggende i ca. 50 ns (~ 1,5 m u.t.) og i 250 ns (~ 7,5 m u.t.), for den sidstnævnte dog primært i nord-syd orienterede linier. Penetrationsdybden ligger på godt 300 ns (~ 9 m u.t.), dog med svækket signal under 200–250 ns. Ved sammenligning med boredataene kan zonen med refleksioner med kraftig amplitude beliggende i ca. 1,5 m u.t. evt. korreleres med en sekvens, der er lidt mere grovkornet end det i øvrigt gennemborede smeltevandssand. Derudover er det ikke muligt at korrelere refleksioner med kraftig amplitude eller lag med karakteristiske refleksionsmønstre til bestemte lagsekvenser i boringen.

Fig. 5.3e og 5.4e viser udsnit af to vinkelrette georadarprofiler, som går igennem Hallundbæk boringen (fig. 5.9). Georadarprofilerne præges af horisontale til subhorisontale eller svagt hældende refleksioner med lille (5–10 m) eller større kontinuitet (op til >100 m), hvilket især observeres i den sydlige del af området og generelt under 150 ns (~ 4,5 m u.t.). I de nord-syd orienterede georadarprofiler er der også områder, hvor refleksionsmønstret har et 'hummocky' udseende. Penetrationsdybden ligger på godt 300 ns (~ 9 m u. t.) med relativt kraftigt signal i hele profildybden. Ved sammenligning med boredataene er det ikke muligt at korrelere refleksioner med kraftig amplitude eller lag med karakteristiske refleksionsmønstre til bestemte lagsekvenser i boringen.

Georadarundersøgelserne på de fem profilliniepunkter viser, at alle georadarprofiler har lignede refleksionsmønstre bestående overvejende af horisontale til subhorisontale refleksioner og områder med refleksionsmønstre med hummocky udseende samt zoner med mere kontinuerte refleksioner med kraftigere amplitude. Sammenholdt med de geologiske data indsamlet i udgravningen og i boringerne, er det nærliggende at antage, at de horisontale til subhorisontale refleksioner afspejler den overordnede lagdeling af vekslende finog grovkornede lag aflejret i flettede smeltevandsfloder. Lag eller flader, der kan relateres til zonerne med refleksioner med kraftigere amplitude, må stedvis have en forholdsvis stor udstrækning, da disse zoner med refleksioner i flere tilfælde strækker sig over hele georadarprofilet, hvilket vil sige mere en 200–400 m.

Ud fra georadarundersøgelsen kan konkluderes, at der er over den knap 8 km lange strækning, de fem profilliniepunkter repræsenterer, kun forekommer små variationer i de geologiske strukturer.



Figur 5.2. Placering af georadarlinier ved profillinieboringerne Sneptrup (227), Nedre Simmelkær (228), Ommose (229) og Hallundbæk (230) samt på Simmelkær variabilitetsmark.

86



Figur 5.3. Figurteksten er på den følgende side.

Figur 5.3. Udsnit af nord-syd orienterede georadarprofiler ved boringerne langs profillinien, der knytter sig til Simmelkær fuldtprogramprofil. a) Udsnit af georadarprofil P03, som slutter ved Sneptrup boringen (fig. 5.12) samt georadarprofil P04, som skæres af P05 (fig. 5.4a) og ligger i forlængelse af P03 på den anden side af et læhegn. b) Udsnit af georadarprofil P02 ved Simmelkær og hvor profilet skæres af P04 (fig. 5.4b). c) Udsnit af georadarprofil P04, hvor denne går igennem Nedre Simmelkær boringen (fig. 5.11) samt skæres af P05 (fig. 5.4c). d) Udsnit af georadarprofil P01, hvor denne går igennem Ommose boringen (fig. 5.10), samt skæres af P03 (fig. 5.4d). e) Udsnit af georadarprofil P01, hvor denne går igennem Hallundbæk boringen (fig. 5.9) samt skæres af P03 (fig. 5.4e). Georadarprofilerne er tid-dybde konverteret med en bølgeudbredelseshastighed på 0,06 m/ns. De lithologiske logs er farvekodet svarende til fig. 5.9-5.12, dog er smeltevandssand yderligere inddelt efter sandets kornstørrelse; en legende er vist i fig. 5.5. Grundvandsspejlets position på boretidspunktet er markeret med en trekant.



Figur 5.4. Figurteksten er på den følgende side

Figur 5.4. Udsnit af øst-vest orienterede georadarprofiler ved boringerne langs profillinien, der knytter sig til Simmelkær fuldtprogramprofil. a) Udsnit af georadarprofil P05 ved Sneptrup boringen (fig. 5.12) og hvor profilet skæres af P04 (fig. 5.3a). b) Udsnit af georadarprofil P04 ved Simmelkær og hvor profilet skæres af P02 (fig. 5.4b). c) Udsnit af georadarprofil P05, hvor denne går igennem Nedre Simmelkær boringen (fig. 5.11) samt skæres af P04 (fig. 5.3c). d) Udsnit af georadarprofil P03, hvor denne går igennem Ommose boringen (fig. 5.10), samt skæres af P01 (fig. 5.3d). e) Udsnit af georadarprofil P03, hvor denne går igennem Hallundbæk boringen (fig. 5.9) samt skæres af P01 (fig. 5.3e). Georadarprofilerne er tid-dybde konverteret med en bølgeudbredelseshastighed på 0,06 m/ns. De lithologiske logs er farvekodet svarende til fig. 5.9-5.12, dog er smeltevandssand yderligere inddelt efter sandets kornstørrelse; en legende er vist i fig. 5.5. Grundvandsspejlets position på boretidspunktet er markeret med en trekant.





5.2 Pedologi

På fire lokaliteter inden for landskabselementet distal hedeslette er der gravet og beskrevet et jordbundsprofil. På hver lokalitet er der desuden blevet gennemført en boring ned til grundvandsspejlet. Placeringen af lokaliteterne der indgår i profillinie undersøgelsen fremgår af figur 5.1 i kapitel 5 og lokaliteterne er benævnt Hallundbæk (lokalitetsnr. 230), Ommose (lokalitetsnr. 229), Nedre Simmelkær (lokalitetsnr. 228) og Sneptrup (lokalitetsnr. 227. Afstanden mellem lokaliteten Hallund bæk i nordvest og lokaliteten Nedre Sneptrup i 90 sydøst er ca. 8 km. Fysiske og kemiske data for disse lokaliteter findes nærmere beskrevet i afsnit 5.4.

5.2.1 Jordbundsudvikling i profilliniepunkterne

Profilet ved Hallundbæk er efter det danske system klassificeret som en Typipodzol på grund af tilstedeværelsen af den diagnostiske gulbrune Bs-horisont. Efter Soil Taxonomy (USDA, 1999) klassificeres jorden som en humic psammentic Dystrudept, tabel 5.2. Jordbundsudviklingen i dette profil ved Hallundbæk er svag til moderat. Flytningen af oxider og humus i podsoleringsprocessen er kun svag ifølge analyseresultaterne, tabel 5.5. Der blev dog observeret en enkelt skorsten af Bh-materiale med en kerne af eluvialt materiale (Ehorisont). pH-værdien i de tre øvre horisonter ligger omkring 5,5 –5,8 (målt i CaCl₂) og falder nedad og er resultatet af tilførsel af jordbrugskalk. Et naturligt leje for en udyrket podsol, som den her beskrevne, er mellem 4 og 5 (målt i H₂O) (Sundberg et al., 1999). et grovsandede udgangsmateriale giver en typisk roddybde på ca. 40 cms dybde.

Profilet ved Ommose er klassificeret som en Typipodzol efter det danske system (Madsen, 1985) på grund af en diagnostisk Bs- og Bhs-horisont. Efter Soil Taxonomy (USDA, 1999) klassificeres jorden som en typic Haplorthod på grund af den diagnostiske spodiske horisont (Bhs-horisonten), tabel 5.3. Jorden ved Ommose er som den foregående jord en podsol. Podsoleringen er her meget tilsvarende den der findes ved Nedre Simmelkær, idet der også her findes en egentlig sammenhængende Bhs-horisont. Bhs-horisontenes har tunger der strækker sig nedad uden at det er udviklet til egentlige "skorstene". Indholdet af jern- og alluminium er svagt til moderat i Bhs-horisonten, men ODOE resultatet holder de spodiske krav fra USDA (1999). Jorden opkalkes hvilket påvirker såvel jordens pH-værdi, basemætning som indholdet af baser. Rødder findes ned til en dybde af 45-50 cm.

Profilet ved Nedre Simmelkær klassificeres efter det danske system (Madsen, 1985) som en Typipodzol på grund tilstedeværelsen af de diagnostiske jern- og humusholdige Bs- og Bhs-horisonter, tabel 5.4. Efter Soil Taxonomy (USDA, 1999) klassificeres jorden som en typic Haplorthod, da Bhs-horisonten er en diagnostisk spodisk horisont. Som det giver sig udslag i klassifikationen er der her tale om en podsol. Podsoleringsgraden her i Nedre Simmelkær er moderat uden udvikling af et cementeret al-lag. Tilstedeværelsen af Bhsmateriale viser at der har været en jordbundsudvikling styret af podsolerende processer på stedet før opdyrkningen. Beskrivelse af lodrette skorstene af Bh-horisont og tilstedeværelsen af en skorsten med eluviativ kerne tyder på at der har været udviklet en moderat podsol med Bh-horisont på stedet. Der er ikke lavet jern- og alluminiumsbestemmelse på den spodiske horisont så der kan siges noget om udviklingsgraden. Udviklingsdybden har været moderat for danske forhold og podsollens øvre horisonter er i dag indeholdt i pløjelaget. Rodrummet er begrænset til ca. 40-45 cms dybde.

Jordbundsprofilet ved Sneptrup er bestemt efter det danske jordklassificeringssystem (Madsen, 1985) som en Typipodzol på grund af tilstedeværelsen af de diagnostiske Bs- og Bhs-horisonter, tabel 5.5. Efter Soil Taxonomy (USDA 1999) klassificeres jorden som en typic Haplorthod, da der findes en diagnostisk spodisk horisont (Bhs-horisonten). Den sorte Bhs-horisont (40-50 cm) viser at der tale om en veludviklet moden podsol. Resultatet af analyserne, tabel 5.8, viser at det største indhold af jern og aluminium findes i denne hori-

sont, hvilket sammen med indholdet af organisk kulstof underbygger at der er sket en podsolering. Værdien af ODOE gennemlysningen (0,6810) viser at horisonten er spodisk efter Soil Taxonomys krav (>0,25). Calciumionen er den dominerende base i de øvre horisonter på grund af tilførsel af landbrugskalk, hvilket har hævet pH i de øvre horisonter, der under naturlige forhold er karakteriseret ved de laveste pH-værdier. pH-værdien er stort set uændret ned gennem profilet.

Tabel	5.2.	Lokalitetsbeskrive	else,	klassifikation c	og pedologisk	horisontbeskrivelse	for lokali-
tetsnr.	. 230	ved Hallundbæk (DJF	profil nr. 3145)).		

Dansk jordklassifika-	Typipodzol	USDA	Humic Psammentic	
tion	Γγριροάζοι	Jordklassifikation	Dystrudept	
Ildaanasmateriale	Glaciofluvialt sand	Dræningsklasse	Meget veldrænet	
ougangsmatemate	Glacionuvian Sanu	Diæiningskidsse	jord	
UTM	32 492940 6238539	Profil dybde	110 cm	
Beliggenhed	Mindre skråning	Grundvandsdybde	-	
Kote	29 m	Vegetation	Brak	
Landskabsform	Hedeslette	5.1.1.1 Beskriver	Søren Torp	
Hældning	2 – 3 °	Dato	2-4-2001	
5112 Bomærk-	I hullet sås en veludviklet skorsten med kerne af E-materiale indtil			
J.I.I.Z Dellærk-	120 cm's dybde. Profilet indeholder skrålelejringer fra 65 cm. Øverste			
ninger	del er muligvis vind ell			

Figur 5.6 Profilbeskrivvelse Hallundsbæk



Ap (0-32 cm)

Meget mørk grålig brun (10YR 3/2 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusholdig, 1 - 7 %; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, uforvitrede af tilstand og overvejende afrundet af form og blandede typer uden kalk; hyppige fine rødder; abrupt jævn grænse.

Bs (32-38 cm)

Mørk gullig brun (10YR 4/6 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, uforvitrede af tilstand og overvejende afrundet af form og af blandet type uden kalk; meget svag, fin, subangulær struktur; klar bølget grænse.

C (38-120 cm)

Lys gullig brun (2,5Y 6/4 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, uforvitrede af tilstand og overvejende af afrundet form og af blandede typer uden kalk.

Dansk jordklassifika-	Typipodzol	USDA	Typic Haplorthod	
tion	Γγριροάζοι	jordklassifikation		
Udgangsmateriale	Glaciofluvialt sand	Dræningsklasse	Yderst veldrænet	
UTM	32 494361 6237782	Profil dybde	110 cm	
Beliggenhed	Flade	Grundvandsdybde	-	
Kote	36 m	Vegetation	Ubevokset	
Landskabsform	Smeltevands-slette, distal	Beskriver	Søren Torp	
Hældning	1 – 2 °	Dato	2-4-2001	
Bemærkninger	Ap-horisont: Blegkorn. B-horisont: Rødder til 50 cm i Bhs-tungerne.			

Tabel 5.3. Lokalitetsbeskrivelse, klassifikation og pedologisk horisontbeskrivelse for lokalitetsnr. 229 ved Ommose (DJF profil nr. 3146).

Figur 5.7 Profilbeskrivelse Ommonse



Ap (0-37 cm)

Sort (10YR 2/1 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusholdig, 1 - 7 %; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, en del uforvitrede af tilstand og en del overvejende afrundet af form og blandede typer uden kalk; jordbrugskalket, overvejende klumper; få fine rødder; abrupt jævn grænse.

Bhs (37-52 cm)

Sort (5YR 2,5/1 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, en uforvitrede af tilstand og en overvejende afrundet af form og typer blandede uden kalk; meget få fine rødder; svag, medium, subangulær struktur; fugtig, løs konsistens; plettet af tynde coatings af humus i mellem sandkornene; gradvis brudt grænse.

Bs (52- 98 cm)

Brun (10YR 4/3 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, en del uforvitrede af tilstand og en del overvejende afrundet af form og blandede typer uden kalk; diffus jævn grænse.

C (98-110 cm)

Lys gullig brun (10YR 6/4 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, en uforvitrede af tilstand og en overvejende afrundet af form og typer blandede uden kalk.

Tabel 5.4. Lokalitetsbeskrivelse, klassifikation og pedologisk horisontbeskrivelse for lokalitetsnr. 228 ved Nedre Simmelkær (DJF profil nr. 3147).

	· ·	-		
Dansk jordklassifika-	Typipodzol	USDA	Typic Haplorthod	
tion		jordklassifikation		
Udgangsmateriale	Glaciofluvialt sand	Dræningsklasse	Meget veldrænet	
			jord	
UTM	32 496760 6236442	Profil dybde	115 cm	
Beliggenhed	Flade	Grundvandsdybde	130 cm	
Kote	38 m	Vegetation	Kulturgræs	
Landskabsform	Hedeslette	Beskriver	Søren Torp	
Hældning	0 – 1 °	Dato	2-4-2001	
Bemærkninger	3 stk. skorstene af Bh-materiale i hullet, der målte 120 x 200 x 115 (L			
	x B x D). En skorsten med E-materiale til 70 cm's dybde.			

Figur 5.8 Profilbeskrivels	e Nedre Simmelkær
----------------------------	-------------------



Ap (0-32 cm)

Sort (10YR 2/1 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusholdig, 1 - 7 %; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, en del uforvitrede af tilstand og en del overvejende af afrundet af form og af blandede typer uden kalk; jordbrugskalket, overvejende pulver; nogle fine rødder; porer, 1 - 10 / dm2 som orme- og rodgange; strukturløs, meget fin, abrupt jævn grænse.

Bhs (32-42 cm)

Sort (5YR 2,5/1 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusholdig, 1 - 7 %; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, en del uforvitrede af tilstand og en del overvejende af afrundet af form og blandede typer uden kalk; nogle fine rødder; klar bølget grænse.

Bs (42-98 cm)

Gullig brun (10YR 5/8 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; mindre end 5 vol %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, en uforvitrede af tilstand og overvejende afrundet af form og af blandede typer uden kalk; mindre end 5 vol. % bløde noduler, irregulære, Fe-oxider & hydroxider (røde); med en diameter større end 1 cm; fugtig, svagt klæbrig og gradvis brudt grænse.

C (98-115 cm)

Lys gullig brun (10YR 6/4 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, en del uforvitrede af tilstand og en del overvejende afrundet af form og af blandede typer uden kalk; fugtig, løs konsistens.

Skorsten Bh

Horisonten er plettet af tykke coatings af humus i mellem sandkornene.

Tabel	5.5.	Lokalitetsbeskrivelse,	klassifikation	og pedologisk	horisontbeskrive	else for lokali-
tetsnr.	227	ved Sneptrup (DJF pr	ofil nr. 3138).			

Dansk jordklassifika-	Typipodzol	USDA	Typic Haplorthod	
tion	i ypipodzor	jordklassifikation	Typie Hapieraiea	
Udgangsmateriale	Glaciofluvialt sand	Dræningsklasse	Meget veldrænet jord	
5.1.1.3 UTM	32 499425 6234174	Profil dybde	110 cm	
Beliggenhed	Svag skråning	Grundvandsdybde	-	
Kote	41 m	Vegetation	Kulturgræs	
Landskabsform	Hedeslette	Beskriver	Søren Torp	
Hældning	0 – 2 °	Dato	29-3-2001	
Bemærkninger	erkninger Ap-horisonten bleg efter sandflugt.			
Profilbeskrivelse				
	 Ap (0-40 cm) Mørk grå (10YR 4/1 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusholdig, 1 – 7 mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, en uforvitrede af tilstand og en overvejer afrundet af form og typer blandede uden kalk; hyppige fine rødder; strukturløs, fugtig, rupt jævn grænse. Bhs (40-50 cm) Sort (5YR 2,5/1 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusholdig, 1 – 7 %; no fine rødder; meget svag, medium, subangulær struktur; fugtig, kontinuert af moderat tyl coatings af humus i mellem sandkornene; klar irregulær grænse. Bs (50-65 cm) Mørk gullig brun (10YR 4/4 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; gr vis bølget grænse. C (65-110 cm) Gullig brun (10YR 5/6 fugtig) sand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; strukturlø 			

5.3 Geologi

Vibeke Ernstsen (GEUS) og Henrik Vosegerau (GEUS)

Geologien i boringerne, som indgår i profillinien, er beskrevet og tolket i figurerne 5.9-5.12. De fire boringer i profillinien, som knytter sig til de reducerede program profiler, varierer i boredybde fra 3 til 5 meter under terræn. Boringerne domineres af smeltevandssand, der er fint til mellemkornet og en del steder horisontal lagdelt. I den østligste boring forekommer en del lag med smeltevandssand, der er gruset og stenet, figur 5.9. I de to miderste boringer på profillinien forekommer enkelte lag med siltet smeltevandssand, figur 5.10-5.11. Boringen ved Nedre Simmelkær skiller sig ud fra de øvrige boringer ved at indeholde et tykt muldlag, der strækker sig ned til 1 meter under terræn og som dækkes af et tyndt lag af flyvesand, figur 5.10. Der ses ingen systematisk variation i kornstørrelsesfordelingen i boringerne ud langs profillinien. Dog er andelen af smeltevandssand, der er gruset og stenet, som nævnt større i den østligste del af den distale smeltevandsslette, der har befundet sig tættere på gletscherporten, i forhold til i den vestligste del, der har befundet sig længere væk fra gletscherporten.

Grundvandsspejlet blev på boringstispunktet (20. og 21. september 2001) registreret i 3,5 meter ved Hallundbæk, i 3,6 meter ved Ommose, i 1,1 meter ved Nedre Simmelkær og 1,9 meter ved Sneptrup.



Udskrevet 16/10 2003 Side 1

BORERAPPORT

DGU arkivnr: 75.1615

Borested : Bredvigvej, Hallundbæk 7470 Karup J KUPA, Bor. 230		Kommune: Aulum-HaderupAmt: Ringkøbing
Boringsdato : 20/9 2001	Boringsdybde : 5 meter	Terrænkote : 30,31 meter o. DNN
Brøndborer : Carl Bro A/S MOB-nr : BB-journr : BB-bornr : Karup, B1		Prøver - modtaget : - beskrevet : 20/9 2001 af : ENY - antal gemt : 0
Formål : Undersøg./videnskab Anvendelse : Sløjfet/opgivet bor Boremetode :	Kortblad : 1115 IISØ UTM-zone : 32 UTM-koord. : 492919, 6238629	Datum : ED50 Koordinatkilde : GEUS Koordinatmetode : KMS digitale kort

	Ro-vandstand	Pejledato	Ydelse	Sænkning	Pumpetid	
Indtag 1 (seneste)	3,5 meter u.t.	20/9 2001				



Figur 5.9. Geologiske forhold ved lokaliteten Hallundbæk, lokalitetsnr. 230 (DGU arkivnr. 75.1615).



Udskrevet 16/10 2003 Side 1

BORERAPPORT

DGU arkivnr: 75.1616

Borested :	Bredvigvej, Bredvig Gårde 7470 Karup J KUPA, Bor. 229			Kommune : Aulu Amt : Ring	m-Haderup købing
Boringsdate	o : 21/9 2001	Boringsdybde: 5 m	eter	Terrænkote : 36,	17 meter o. DNN
Brøndborei MOB-nr BB-journr BB-bornr	r : Carl Bro A/S : : : Karup, B2			Prøver - modtaget : - beskrevet : 21. - antal gemt : 0	/9 2001 af : ENY
Formål Anvendelse Boremetod	: Undersøg./videnskab 2 : Sløjfet/opgivet bor 10 :	Kortblad : 1115 II UTM-zone : 32 UTM-koord. : 49434	SØ 9, 6237777	Datum Koordinatkilde Koordinatmetod	: ED50 : GEUS e : KMS digitale kort
	Ro-vandstand	Pejledato	Ydelse	Sænkning	Pumpetid

 Ro-vandstand
 Pejledato
 Ydelse
 Sænkning
 Pumpetid

 Indtag 1 (seneste)
 3,6 meter u.t.
 21/9 2001



Figur 5.10. Geologiske forhold ved lokaliteten Ommose, lokalitetsnr. 229 (DGU arkiv nr. 75.1616).



BORERAPPORT

DGU arkivnr: 75.1617

Borested : L 7 h	.angbakkevej 2, Over Simme /470 Karup J KUPA, Bor. 228	lkær		Kommune : Herr Amt : Ring	ning Ikøbing
Boringsdate) : 21/9 2001	Boringsdybde : 3 m	eter	Terrænkote : 37,	97 meter o. DNN
Brøndborer MOB-nr BB-journr BB-bornr	: Carl Bro A/S : : : Karup, B3			Prøver - modtaget : - beskrevet : 21 - antal gemt : 0	/9 2001 af : ENY
Formål Anvendelse Boremetode	: Undersøg./videnskab : Sløjfet/opgivet bor e :	Kortblad : 1115 II UTM-zone : 32 UTM-koord. : 496726	SØ 5, 6236430	Datum Koordinatkilde Koordinatmetod	: ED50 : GEUS e : KMS digitale kort
	Ro-vandstand	Pejledato	Ydelse	Sænkning	Pumpetid

Indtag 1 (seneste) 1,1 meter u.t. 21/9 2001



Figur 5.11. Geologiske forhold ved lokaliteten Nedre Simmelkær, lokalitetsnr. 228 (DGU arkivnr. 75.1617).

100



Udskrevet 16/10 2003 Side 1

BORERAPPORT

DGU arkivnr: 75.1618

Borested : V. Sneptrupvej 11, Sneptrup 7470 Karup J KUPA, Bor. 227		Kommune: HerningAmt: Ringkøbing
Boringsdato : 21/9 2001	Boringsdybde : 4 meter	Terrænkote : 41,06 meter o. DNN
Brøndborer : Carl Bro A/S MOB-nr : BB-journr : BB-bornr : Karup, B4		Prøver - modtaget : - beskrevet : 21/9 2001 af : B - antal gemt : 0
Formål : Undersøg./videnskab Anvendelse : Sløjfet/opgivet bor Boremetode :	Kortblad : 1115 IISØ UTM-zone : 32 UTM-koord. : 499408, 6234162	Datum : ED50 Koordinatkilde : GEUS Koordinatmetode : KMS digitale kort

		Ro-vandstand	Pejledato	Ydelse	Sænkning	Pumpetid
Indtag 1	(seneste)	1,9 meter u.t.	21/9 2001			



Figur 5.12 Geologiske forhold ved lokaliteten Sneptrup, lokalitetsnr. 227 (DGU arkiv nr. 75.1618).

5.4 Fysiske, kemiske og mineralogiske undersøgelser

Vibeke Erntsen (GEUS) og Søren Torp (DJF)

Fysiske, kemiske og mineralogiske forhold på de enkelte lokaliteter er bestemt ved en række parametre, der enten direkte menes at have betydning for udbredelsen af pesticider eller også indgår i beskrivelsen af de pedologiske forhold på pågældende sted. Analyseprogrammet for boringer gennemført langs profillinien omfatter kornstørrelsesbestemmelse, indhold af organisk stof, pH-værdier målt i henholdsvis vand og calcium chlorid, jern- og aluminium-forbindelser ekstraheret ved brug af henholdsvis natriumdithionit-natriumcitratnatriumbicarbonat-ekstraktion (Fe_{DCB} og Al_{DCB}) og oxalat (Fe_{oxalat} og Al_{oxalat}), ombyttelige kationer og sure brint-ioner, CEC og indhold af calciumcarbonat. Samtlige analyser er udført som enkeltbestemmelse. For en mere indgående beskrivelse af de anvendte analysemetoder henvises der til KUPA rapport nr. 2, Metoderapport (Barlebo et al. 2002). Prøverne der præsenteres i dette afsnit er analyseret efter et reduceret analyse-program (se kapitel 2) og omfatter som følge heraf maksimalt 5 prøver pr. lokalitet.

5.4.1 Lokaliteteterne Hallund, Ommose, Nedre Simmelkær og Snepstrup

Analyseresultaterne for lokaliteterne Hallund, Ommose, Nedre Simmelkær og Snepstrup fremgår af tabellerne 5.6-5.9.

5.4.1.1 Hallund lokaliteten

Lokaliteten ved Hallund er beliggende ca. 5700 meter NV for Simmelskær (lokalitetsnr. 226). Analyseresultaterne fra denne lokalitet fremgår af tabel 5.6.

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Hallund er domineret af groft mellemsand (200-500 µm) der udgør 60-79 %. I Ap-, Bs og den øvre del af C-horisonten forekommer desuden 12-18 % fint mellemsand (125-200 µm) og i hele C-horisonten samt laget fra 2,90 meter 11-25% groft sand (0,5-2 mm). Indholdet af ler (< 2 µ) aftager fra 4,0 % i Aphorisonten til omkring 1,0 % i 1,00 og 2,90 meters dybde. Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 1,01 % C i Ap-horisonten hvorefter indholdet aftager markant til omkring 0,2 % C i Bs- og den C-horisonten, for yderligere at aftage til 0,01-0,05 % C i den dybere del af C-horisonten samt i 2,90 meter.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien (målt i CaCl₂) stiger fra 5,51 i Aphorisonten til 5,82 i C-horisonten (0,4 meter), hvorefter pH-værdien atter aftager til 4,76 i 2,90 meter. Tilførslen af jordbrugskalk ses ved en basemætning på 61 % i Ap-horisonten, hvorefter basemætningen aftager til 9 % i C-horisonten (1,00 meter) for atter at stige til omkring 22 % i 2,90 meters dybde. Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 7 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til mellem 1 og 4 cmol kg⁻¹ i de følgende horisonter.

Forvitrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernforbindelser (Fe_{DCB}) varierer uregelmæssigt ned gennem pro-102 filet, mellem 898 mg Fe kg⁻¹ i C-horisonten (1,00 meter) til 1794 mg Fe kg⁻¹ i Ap-horisonten. Et tilsyneladende forhøjet indhold i 2,90 meter skyldes sandsynligvis de hydrogeologiske forhold på stedet, med periodevis højtstående grundvandsspejl. Indholdet af aluminiumforbindelser (Al_{DCB}) er omkring 900 mg Al kg⁻¹ i Ap-, Bs-, og C-horisonten (0,40 øverste meter) hvorefter det aftager til mellem 330 og 487 mg Al kg⁻¹ i C-horisonten (1,00 meter) og 2,90 meter.

				Kornstø	rrelsesford	leling (% a	af < 2 mi	m fraktion	ı)	% af tot	alprøve
KUPA	Navn	Dybde	<2	2-20	20-63	63-125	125-	200-	0.5-2	2-6,3	>6,3
nr.							200	500			
		Cm			μι	m				Mm	
10-2-1- 534	Ар	5	4,0	1,4	1,0	4,7	17,9	60,2	9,0	1,5	4,0
10-2-2- 535	Bs	30	2,5	0,9	1,0	2,7	11,7	79,4	1,4	0,2	0,0
10-2-3- 536	С	40	2,5	0,9	1,0	2,1	14,3	61,3	17,5	2,3	0,0
10-2-5- 538	С	100	1,0	0,9	1,3	1,6	2,6	67,5	25,1	2,8	0,5
10-2-6- 904		290	1,5	1,0	1,4	3,4	2,7	78,7	11,2	0,4	0,8

Tabel 5.6 Analyseresultater for lokalitetsnr. 230 ved Hallundbæk, Simmelskær (DJF profil nr. 3145 og DGU arkivnr. 75.1615).

KUPA	JB-nr	Org. C	pН	рН	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
nr.			(H ₂ O)	(CaCl ₂)					
		%	1:1	1:2,5		Mg I	kg ⁻¹		
10-2-1-	1	1 01	nd	5 51	1173	646	170/	823	0 1536
534	1	1,01	n.a.	0,01	1170	040	1754	020	0,1000
10-2-2-	1	0.22	nd	5.81	384	1040	1082	856	0 1005
535	I	0,22	n.u.	5,01	504	1040	1002	000	0,1000
10-2-3-	1	0 19	n d	5 82	248	1287	1738	981	0 0773
536		0,10	n.a.	0,02	210	1207	1100	001	0,0110
10-2-5-	1	0.01	nd	5 13	/02	326	808	330	0.0137
538	I	0,01	n.u.	0,10	432	520	030	550	0,0107
10-2-6-	1	0.05	nd	1 76	801	565	1425	187	0.0310
904	I	0,05	n.u.	4,70	001	505	1420	407	0,0310

KUPA			Om	byttelige ka	ationer			Base-	
nr.				cmol kg	1			Mætning	CaCO ₃
	Ca	Mg	K	Na	Baser	H⁺	CEC		
					total		total	%	%
10-2-1-	3 35	0.32	0.12	0.26	4.05	2.63	6 68	61	0
534	5,55	0,32	0,12	0,20	4,05	2,00	0,00	01	0
10-2-2-	1 80	0.16	0.04	0.05	2 1/	1 76	3 00	55	0
535	1,09	0,10	0,04	0,05	2,14	1,70	3,30	55	0
10-2-3-	1 21	0.11	0.05	0.02	1 30	1 71	3 10	45	0
536	1,21	0,11	0,00	0,02	1,00	1,71	5,10	45	0
10-2-5-	0.06	0.02	0.02	0.00	0.10	0.08	1.08	0	0
538	0,00	0,02	0,02	0,00	0,10	0,90	1,00	3	0
10-2-6-	0 33	0.08	0.05	0.00	0.46	1.62	2.08	22	0
904	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	1,02	2,00	22	0

5.4.1.3 Ommose lokaliteten

Lokaliteten ved Ommose er beliggende ca. 3900 meter fra Simmelkær (lokalitetsnr. 226). Analyseresultaterne fra denne lokalitet fremgår af tabel 5.7.

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Ommose er domineret af groft mellemsand (200-500 µm) der udgør 55-75 %. Desuden forkommer betydelige indhold (13-34%) af groft sand (0,5-2 mm). Indholdet af ler (< 2 µ) er 3,6 % i Ap-horisonten og i de følgende horisonter/lag varierer indholdet mellem 1,0 og 3,0 %. Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 2,58 % C i Aphorisonten hvorefter indholdet aftager markant til 0,15-0,73 % C i Bhs- og Bs-horisonten og yderligere til 0,04-0,06 % C i C-horisonten samt i 3,00 meter.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien (målt i CaCl₂) aftager svagt fra 4,60 i Ap-horisonten til 4,31 i prøven fra 3,00 meter. Tilførslen af jordbrugskalk er ikke markant, men må tilskrives stigningen i basemætningen til 40 % i Ap-horisonten og 22 % i Bhshorisonten. I de dybere horisonter og lag er basemætningen 2-6 %. Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 12 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til mellem 2-6 cmol kg⁻¹ i B-horisonten og 1-3 i C-horisonten samt laget fra 3,00 meter. Calcium er, med undtagelse af C-horisonten i 2 meter, den mest almindelige ombyttelige kation (base) i alle horisonter. I 2,00 meter er det kalium der er mest almindelig forekommende.

Forvitrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernforbindelser (Fe_{DCB}) varierer uregelmæssigt ned gennem profilet, mellem 655 mg Fe kg⁻¹ i Bhs-horisonten til 1620 mg Fe kg⁻¹ i prøven fra 3,00 meter. Dette tilsyneladende forhøjede indhold i 3,00 meter skyldes sandsynligvis de hydrogeologiske forhold på stedet, med periodevis højtstående grundvandsspejl. Indholdet af aluminiumforbindelser (Al_{DCB}) er omkring 900 mg Al kg⁻¹ i Ap-, og Bhs-horisonten hvorefter det aftager til omkring 450 mg Al kg⁻¹ i C-horisonten for atter at stige til 891 mg Al kg⁻¹ i 3,00 meter.

0											
				Kornste	rrelsesfor	deling (%	af < 2mr	n fraktion)	% af tota	alprøve
KUPA	Navn	Dybde	<2	2-20	20-63	63-125	125-	200-	0.5-2	2-6,3	>6,3
nr.							200	500			
		Cm			μι	m				mm	
10-2-1- 529	Ар	5	3,6	2,7	1,0	2,7	4,4	54,5	26,7	2,5	0,6
10-2-2- 530	Bhs	35	3,0	1,4	1,0	0,8	3,5	55,2	33,9	1,0	0,3
10-2-3- 531	Bs	50	2,0	0,9	1,0	0,7	1,7	73,5	19,9	0,0	0,0
10-2-4- 532	С	100	1,0	0,9	1,0	0,2	1,7	64,7	30,3	0,0	0,0
10-2-6- 901	С	200	1,0	0,9	1,4	2,7	1,7	74,5	17,6	0,5	1,4
10-2-7- 905		300	2,1	0,9	2,4	2,0	13,0	66,7	12,8	0,8	0,1

Tabel 5.7. Analyseresultater for lokalitetsnr. 229 ved Ommose, Simmelskær (DJF profil nr. 3146 og DGU arkivnr. 75.1616).

KUPA nr.	JB-nr	Org. C	рН (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
		%	1:1	1:2,5		Mg k	.g ⁻¹		
10-2-1- 529	1	2,58	6,96	4,60	1430	892	1528	821	0,6176
10-2-2- 530	1	0,73	5,85	4,62	378	1076	655	1021	0,5864
10-2-3- 531	1	0,15	5,55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
10-2-4- 532	1	0,06	5,57	4,62	466	475	1272	428	0,0276
10-2-6- 901	1	0,05	5,09	4,58	869	564	1243	489	0,0447
10-2-7- 905	1	0,04	5,05	4,31	1187	1200	1620	891	0,0406

KUPA			Om	byttelige ka	ationer			Base	
nr.				cmol kg	1			Mætning	CaCO ₃
	Ca	Mg	K	Na	Baser	H⁺	CEC		ĺ
					total		total	%	%
10-2-1- 529	4,26	0,26	0,15	0,01	4,68	6,94	11,62	40	0
10-2-2- 530	1,12	0,13	0,02	0,00	1,27	4,38	5,65	22	0
10-2-3- 531	0,10	0,01	0,01	0,00	0,12	1,90	2,02	6	0
10-2-4- 532	0,06	0,01	0,01	0,00	0,08	1,29	1,37	6	0
10-2-6- 901	0,00	0,01	0,02	0,00	0,03	1,55	1,58	2	0
10-2-7- 905	0,05	0,02	0,03	0,00	0,10	2,45	2,55	4	0

5.4.1.3 Nedre Simmelkær lokaliteten

Lokaliteten ved Nedre Simmelkær er beliggende ca. 1400 meter NV for Simmelkær (lokalitetsnr. 226). Analyseresultaterne fra denne lokalitet fremgår af tabel 5.8.

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Nedre Simmelkær er domineret af groft mellemsand (200-500 μ m) der udgør 58-75 %. Desuden forekommer 10-18 % groft sand (0,5-2 mm). Indholdet af ler (< 2 μ) aftager fra 3,7 % i Ap-horisonten til 2,0 % i C-horisonten. Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 1,56 % C i Ap-horisonten hvorefter indholdet aftager markant til omkring 0,41 % C i Bs-horisonten og yderligere til 0,09 % C i C-horisonten.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien (målt i CaCl₂) aftager fra 5,21 i Ap-horisonten til 4,68 i C-horisonten. Tilførslen af jordbrugskalk ses ved en basemætning på 54 % i Ap-horisonten, hvorefter basemætningen aftager til 26-27 % i Bv- og C-horisonten. Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 10 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til mellem 2 og 5 cmol kg⁻¹ i de følgende horisonter. Calcium er den mest almindelige ombyttelige kation (base) i Ap- og Bs-horisonten, mens natrium er den mest almindelige base i C-horisonten.

Forvitrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernforbindelser (Fe_{DCB}) varierer uregelmæssigt ned gennem profilet, mellem 1231 mg Fe kg⁻¹ i Bs-horisonten til 1595 mg Fe kg⁻¹ i Ap-horisonten. Indholdet af aluminiumforbindelser (AI_{DCB}) er omkring 929 mg Al kg⁻¹ i Ap-horisonten hvorefter indholdet stiger til 1305 mg Al kg⁻¹ i Bv-horisonten for atter at aftage til 559 i C-horisonten.

				Kornstø	rrelsesford	leling (% a	af < 2 m	m fraktior	n)	% af tota	alprøve
KUPA	Navn	Dybde	<2	2-20	20-63	63-125	125-	200-	0.5-2	2-6,3	>6,3
nr.							200	500			
		Cm				mm					
10-2-1- 524	Ар	5	3,7	2,7	1,0	4,1	10,4	57,9	17,6	1,6	0,4
10-2-2- 525	Bs	40	2,5	1,9	1,0	1,4	7,1	68,8	16,6	0,3	0,3
10-2-3- 526	С	90	2,0	0,9	1,0	3,4	7,3	75,0	10,3	1,0	1,4

Tabel.5.8. Analyseresultater for lokalitetsnr. 228 ved Neder Simmelkær, Simmelskær (DJF profil nr. 3147 og DGU arkivnr. 75.1617).

KUPA	JB-nr	Org. C	pН	рН	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
nr.			(H ₂ O)	(CaCl ₂)					
		%	1:1	1:2,5		mg k	kg ⁻¹		
10-2-1- 524	1	1,56	n.d.	5,21	936	858	1595	929	0,4087
10-2-2- 525	1	0,41	n.d.	4,81	841	1417	1231	1305	0,2379
10-2-3- 526	1	0,09	n.d.	4,68	1446	743	2112	559	0,0447

KUPA			Om	byttelige ka	ationer			Base-	
nr.				cmol kg	1			Mætning	CaCO ₃
	Ca	Mg	CEC						
					total		Total	%	%
10-2-1-	4 57	0.22	0.14	0 32	5 25	1 19	9.74	54	0
524	4,57	0,22	0,14	0,02	0,20	т,то	3,74	54	0
10-2-2-	1 02	0.06	0.02	0.24	1 3/	3 67	5.01	27	0
525	1,02	0,00	0,02	0,24	1,34	5,07	5,01	21	0
10-2-3-	0 10	0.01	0.03	0.40	0.63	1.8/	2 47	26	0
526	0,19	0,01	0,03	0,40	0,03	1,04	2,47	20	0

5.4.1.4 Sneptrup lokaliteten

Lokaliteten ved Sneptrup er beliggende ca. 2400 meter SØ for Simmelkær (lokalitetsnr. 226). Analyseresultaterne fra denne lokalitet fremgår af tabel 5.9.

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Sneptrup er domineret af groft mellemsand (200-500 µm) der udgør 46-66 %. Desuden forekommer betydelige indhold (14-44%) af groft sand (0,5-2 mm). Ap-horisonten indeholder desuden 13 % fint mellem sand (125-200 µm). Indholdet af ler (< 2 µ) aftager fra omkring 3 % i Ap- og Bhs-horisonterne til 0,01 % i 1,75 meters dybde. Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 1,35 % C i Ap-horisonten hvorefter indholdet aftager til omkring 0,99 % C i Bhs-horisonten og yderligere til 0,01-0,14 % C i Chorisonten.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien (målt i CaCl₂) varierer ned gennem profilet mellem 4,50 og 4,71. Dem højeste basemætning måles i Ap-horisonten 36 %, hvorefter basemætningen aftager til 19-23 % i Bhs- og C-horisonten (0,80 meter) for at aftage yderligere til 2-5 % i 1,15 meter og 1,75 meter. Kationombytningskapaciteten (CECværdien) er 9 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonten, hvorefter den tiltager til 11 cmol kg⁻¹ i Bhshorisonten og atter falder til 0,6-3 cmol kg⁻¹ i 1,25 meter og 1,75 meter. Calcium er, med undtagelse for C-horisonten (0,8 meter) den mest almindelige ombyttelige kation (base) i alle horisonter. I 0,8 meter er natrium den mest almindelige base.

Forvitrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernforbindelser (Fe_{DCB}) varierer uregelmæssigt ned gennem profilet, mellem 481 mg Fe kg⁻¹ i C-horisonten (1,15 meter) til 1876 mg Fe kg⁻¹ i Bhs-
horisonten. Et tilsyneladende forhøjet indhold i 1,75 meter skyldes sandsynligvis de hydrogeologiske forhold på stedet, med periodevis højtstående grundvandsspejl. Indholdet af aluminiumforbindelser (Al_{DCB}) er omkring 616 mg Al kg⁻¹ i Ap-horisonten hvorefter det stiger til 2094 mg Al kg⁻¹ i Bhs-horisonten, hvorefter det atter aftager til 443-818 mg Al kg⁻¹ i intervallet 0,80 meter til 1,75 meter.

		,									
				Kornstø	rrelsesford	leling (%	af < 2 m	m fraktior	ı)	% af tota	alprøve
KUPA	Navn	Dybde	<2	2-20	20-63	63-125	125-	200-	0.5-2	2-6,3	>6,3
nr.							200	500			
		Cm			μΙ	m				mm	
10-2-1- 519	Ар	5	3,2	2,3	1,0	4,6	13,3	59,4	14,0	2,3	3,2
10-2-2- 520	Bhs	48	3,6	1,8	1,0	2,4	6,2	54,4	28,9	1,0	0,0
10-2-3- 521	С	80	2,0	0,9	1,0	0,9	4,4	46,7	43,8	1,1	0,0
10-2-4- 522	С	115	1,5	0,9	1,2	1,6	2,7	65,6	26,2	4,0	2,4
10-2-5- 523	С	175	1,0	0,9	1,2	1,6	7,1	45,8	42,3	4,7	9,0

Tabel 5.9. Analyseresultater for lokalitetsnr. 227 ved Sneptrup, (DJF profil nr. 3138 og DGU arkivnr. 75.1618).

KUPA nr.	JB-nr	Org. C	pH (H₂O)	pH (CaCl₂)	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	AI _{DCB}	ODOE
		%	1:1	1:2,5		mg	kg ⁻¹	4	
10-2-1- 519	1	1,35	n.d.	4,50	857	571	1236	616	0,3366
10-2-2- 520	1	0,99	n.d.	4,56	1613	2265	1876	2094	0,6810
10-2-3- 521	1	0,09	n.d.	4,71	268	528	857	476	0,0371
10-2-4- 522	1	0,14	n.d.	4,51	226	881	481	818	0,1505?
10-2-5- 523	1	0,01	n.d.	4,59	773	410	1277	443	0,0352?

KUPA			Om	byttelige ka	ationer			Base	
nr.				cmol kg	1			Mætning	CaCO₃
	Ca	Mg	K	Na	Baser	H⁺	CEC		
					total		total	%	%
10-2-1- 519	2,79	0,14	0,03	0,28	3,24	5,73	8,97	36	0
10-2-2- 520	1,89	0,12	0,02	0,23	2,26	9,39	11,65	19	0
10-2-3- 521	0,12	0,01	0,01	0,32	0,46	1,57	2,03	23	0
10-2-4- 522	0,02	0,01	0,02	0,00	0,05	2,83	2,88	2	0
10-2-5- 523	0,00	0,01	0,02	0,00	0,03	0,53	0,56	5	0

5.4.2 Sammenligning af fysiske, kemiske og mineralogiske egenskaber

Lokaliteterne Hallundbæk, Ommose, Nedre Simmelkær og Sneptrup ligger langs en næsten 8 km lang linie med NV-SØ-lig retning hvorpå også Simmelkær (lokalitetsnr. 226) er beliggende. Grundvandsspejlet på disse lokaliteter er registreret i dybder på mellem 1,1 og 3,6 meter på boringstidspunktet (20. og 21. september 2001).

Kornstørrelsesfordelingen på alle fire lokaliteter er domineret af groft mellemsand (200-500 μ m) der udgør 46-79 %. I de øverste prøver fra Hallund Bæk og i Ap-horisonten ved Sneptrup forekommer 12-18 % fint mellemsand (125-200 μ m) mens der i de øvrige prøver ses et betydeligt indhold (10-44 %) af groft sand (0.5-2 mm). Indholdet af ler (< 2 μ) udgør 3-4 % i Ap-horisonten, hvorefter indholdet typisk aftager 1-2 % i dybere prøver. Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 1,01 og 1,58 % C i Ap-horisonterne på samtlige lokaliteter. Herefter aftager indholdet og når et typisk niveau på 0,01-0,06 % C i de dybere dele af C-horisonter/lag.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien (målt i CaCl₂) er målt i Aphorisonten ved Ommose og Sneptrup til omkring 4,5 stiger og ved Hallundbæk og Nedre Simmelkær til lidt over 5. pH-værdien i dybere lag er typisk mellem 4,31 og 4,76. Tilførslen af jordbrugskalk ses ved basemætninger på 61 % og 54% i Ap-horisonterne ved henholdsvis Hallund Bæk og Nedre Simmelkær. Ved Ommose og Sneptrup er basemætningen i Aphorisonterne målt til omkring 40%. Ved Hallundbæk, Ommose og Sneptrup aftager basemætningen til mellem 2 og 9 %, hvor basemætningen ved Nedre Simmelkær når ned på 26-27% inden for det her undersøgte korte profil. Kationombytningskapaciteten (CECværdien) varierer mellem 7 og 12 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonten på de fire lokaliteter, hvorefter CEC-værdien typisk aftager til mellem 1 og 5 cmol kg⁻¹ i de følgende horisonter/lag. Calcium er langt den mest almindelige ombyttelige kation (base), men der findes lag ved Ommose (2,00 meter), Nedre Simmelkær (0,90 meter) og Sneptrup (0,80 meter), hvor natrium bliver den mest almindelige base. I dybden 1,15 meter ved Sneptrup forekommer calcium og natrium lige hyppigt.

Forvitrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernforbindelser (Fe_{DCB}) varierer på samtlige lokaliteter uregelmæssigt ned gennem profilet, med typiske laveste værdier ved Hallundbæk, Ommose og Sneptrup på 500-900 mg Fe kg⁻¹ og højeste værdier på 1600 og 2100 mg Fe kg⁻¹. Ved Nedre Simmelkær varierer indholdet mellem 1200 og 1600 mg Fe kg⁻¹. Et tilsyneladende forhøjet indhold i den dybeste prøve på lokaliterne Hallundbæk, Ommose og Sneptrup skyldes sandsynligvis de hydrogeologiske forhold på stedet, med periodevis højtstående grundvandsspejl.

Indholdet af aluminiumforbindelser (AI_{DCB}) er omkring 900 mg Al kg⁻¹ i Ap-horisontenrne ved Hallundbæk, Ommose og Nedre Simmelkær, mens den er 616 mg Al kg⁻¹ i Ap-horisonten ved Sneptrup. Under Ap-horisonten ved Hallundbæk og Ommose falder koncentrationen til omkring 500 mg Al kg⁻¹, for atter at stige til 900 mg Al kg⁻¹ i 3,00 meters dybde. Ved Nedre Simmelkær og Sneptrup stiger koncentrationen af AI_{DBC} i den underliggende B-horisont til mellem 1300 og 2100 mg Al kg⁻¹, hvorefter indholdet atter aftager til et niveau svarende til det ved Hallundbæk og Ommose.

5.5 Hydraulik

Bo Vangsø Iversen (DJF) og Ole Hørbye Jacobsen (DJF)

I forbindelse med profillinieundersøgelserne blev der udtaget fem små retentionsringe (100 cm³) i Ap-, B- og C-horisonten samt i boringer. Prøveudtagningsdybderne fremgår af tabel 5.10.

5.5.1. Volumenvægt

Tabel 5.5.1 viser værdierne for jordens volumenvægt ved de fire lokaliteter. Ser man bort fra boringerne viser værdierne et typisk forløb med de laveste værdier i den relativt løst bearbejdede, organisk-holdige Ap-horisont og med et stigende forløb i dybden. De meget lave volumenvægte for Ommose og Hallundbæk skyldes at jorden henholdsvis var nyharvet eller var en hørmark, der stod i stub.

	0	,	•		, , ,	
		Sneptrup		N	edre Simmelka	ær
Horisont	Prøve-	volumen-	atd aft	Prøvenum-	Volumen-	std.afv.
	nummer	vægt (g/cm ³)	Slu.alv.	mer	vægt (g/cm ³)	
Ар	10-2-1-519	1,54	0,06	10-2-1-524	1,54	0,03
Bhs	10-2-2-520	1,43	0,03	-	-	-
Bs	-	-	-	10-2-2-525	1,62	0,02
С	10-2-3-521	1,62	0,02	10-2-3-526	1,70	0,02
Boring	10-2-4-522	1,62	0,08	10-2-4-527	1,54	0,07
Boring	10-2-5-523	1,56	0,05	-	-	-
		Ommose			Hallundbæk	
Ар	10-2-1-529	1,25	0,06	10-2-1-534	1,30	0,05
Bhs	10-2-2-530	1,58	0,03	-	-	-
Bs	10-2-3-531	1,57	0,04	10-2-2-535	1,51	0,03
С	10-2-4-532	1,60	0,02	10-2-3-536	1,60	0,02
Boring	10-2-5-533	1,57	0,04	10-2-4-537	1,55	0,04
Boring	10-2-7-905	1,50	0,05	10-2-6-904	1,49	0,04

Tabel 5.10. Volumenvægt (g/cm³) målt på 100-cm³ retentionsringe (n=5).

5.5.2. Vandretention

Resultaterne for vandretention er vist på fig. 5.11 (inklusiv resultaterne fra retentionsmålingerne ved Simmelkær i forbindelse med det fulde undersøgelsesprogram). Ap-horisonten udviser grundet det høje indhold af organisk stof det mest jævne afdræningsforløb sammenlignet med de andre horisonter. Der ses en kraftig afdræning fra pF 1,2 til 1,7. Der er ingen lokaliteter, der skiller sig markant ud fra hinanden.



Figur 5.11. Data for vandretention målt på intakte 100-cm³ prøver (n = 5). Fejllinjerne viser ± 1 standardafvigelse.

5.5.3. Mættet hydraulisk ledningsevne

Fig. 5.12 viser værdierne for den mættede hydrauliske ledningsevne målt ned gennem profilet (inklusiv resultaterne fra retentionsmålingerne ved Simmelkær i forbindelse med det fulde undersøgelsesprogram). I Ap-horisonten skiller de to løst bearbejdede, porøse jorde fra henholdsvis Ommose og Hallundbæk sig markant ud fra de tre andre lokaliteter ved deres høje værdier. I B-horisonten er der bortset fra Bs-horisonten ved Ommose et fint sammenfald mellem de enkelte lokaliteter, hvorimod værdierne mellem de enkelte lokaliteter i C-horisonten er mere uensartede.



Figur 5.12. Mættet hydraulisk ledningsevne (K_s, n = 5) målt på små retentionsringe. Fejllinjerne viser ± 1 standardafvigelse.

5.5.4. Anvendelighed af hydrauliske data

De hydrauliske datas anvendelighed og usikkerhed er i høj grad relateret til det udtagne jordvolumens repræsentativitet for jordtypen. Målinger af vandretention er den hydrauliske måling, der er mindst følsom overfor prøvestørrelsen. For målinger af den mættede hydrauliske ledningsevne stiger betydningen af prøvestørrelsen. Målinger af den mættede hydrauliske ledningsevne er den måling, der er mest følsom overfor den valgte prøvestørrelse, da denne måling indbefatter målinger på det totale udsnit af jordens porer og dermed også indbefatter jordens største porer. Såfremt den valgte prøvestørrelse er for lille stiger usikkerheden for, at prøven ikke indeholder et repræsentativt udsnit af jordens porer. Sandede jorde har dog generelt en ringe struktur og dermed et ringe indhold af store porer (makroporer). Derfor må det antages, at de anvendte prøvestørrelser i forbindelse med målingerne på distal hedeslette har været repræsentative for jordtypen. Vandretentionsmålingerne dækker området fra fuld mætning til planternes visnegrænse (pF 4,2).

5.6. Mikrobiologi

Ulla Catrine Brinch (GEUS), Jim Rasmussen (GEUS) og Carsten Suhr Jacobsen (GEUS)

I profillinie prøverne (tabel 5.10) er der bestemt antal dyrkbare bakterier på 1/300 TSA samt Goulds S1 agar, som udtryk for det mikrobiologiske potentiale for nedbrydning. I alle prøver er der desuden gennemført kvalitativ måling af acetatmineralisering for at undersøge om der findes mikrobiologisk aktivitet i de aktuelle jordprøver, der undersøges for pesticidmineralisering. Resultaterne for antallt af dyrkbare bakterier er vist i tabel 5.11.

			,			0				0					
	Si	immelk	ær	Si	neptru	лр	Nedr	re Sim	mel-	0	mmos	se	Hal	lundb	æk
								kær							
Profil															
		Cm	nr		cm	nr		Cm	Nr		cm	nr		Cm	nr
Dybde 1	Ар	5-25	514	Ар	5	519	Ар	5	524	Ар	5	529	Ар	5	534
Dybde 2	Bhs	30-50	515	Bhs	48	520	Bs	40	525	Bhs	35	530	Bs	30	535
Dybde 3	С	100-	516	С	80	521	С	90	526	Bs	50	531	С	40	536
		120													l
Dybde 4				Bor.	115	522				С	100	532	С	100	537
Dybde 5				Bor.	175	523				Bor.	200	901	Bor.	290	904

Tabel 5.11. Lokalitetsnavn, profil, dybde og horisont for de udtagne prøver

			Antal dyrkbare bakterier på 1/300 TSA								
Profil	Simm	elkær	Snep	otrup	Nedre S	Simmel-	Omr	nose	Hallur	ndbæk	
					ka	ær					
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	
Dybde 1	1x10 ⁶	6x10 ⁵	7x10 ⁶	1x10 ⁶	6x10 ⁶	2x10 ⁶	1x10 ⁷	4x10 ⁶	8x10 ⁶	2x10 ⁶	
Dybde 2	8x10 ³	1x10 ³	1x10 ⁵	2x10 ⁴	1x10 ⁵	3x10 ⁴	1x10 ⁷	3x10 ⁶	8x10 ⁶	3x10 ⁶	
Dybde 3	<1000	-	<1000	-	1x10 ³	3x10 ³	nd	-	2x10 ⁶	2x10 ⁵	
Dybde 4	nd	-	<1000	-	nd		1x10 ⁵	3x10 ⁴	nd		
Dybde 5	nd	-	<1000	-	nd		Nd		Nd		

Tabel 5.12. Mikrobiologiske målinger i profillinie ved Stubkær (for nærmere beskrivelse af prøverne se tabel 5.11).

		Antal dyrkbare bakterier på Goulds S1 agar											
Profil	Simmelkær		Sneptrup		Nedre Simmel-		Ommose		Hallur	ndbæk			
					ka	er							
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std			
Dybde 1	<100		2x10 ³	3x10 ²	9x10 ⁴	1x10 ⁴	1x10 ⁵	9x10 ³	2x10 ⁵	4x10 ⁴			
Dybde 2	<100		<100		<100		2x10⁵	4x10 ⁴	2x10⁵	4x10 ⁴			
Dybde 3	<100		<100		<100		nd		<100				
Dybde 4	Nd	-	<100		<100		<100	-	Nd				
Dybde 5	Nd		<100		<100		nd		Nd				

Antallet af dyrkbare bakterier talt på 1/300 TSA i prøverne fra den fulde profil ved Simmelkær er generelt på et lavere niveau end de nærliggende profiler. Bakterietallet på det generelle medie (1/300 TSA) er i overjordene i de fire profiler mellem 5x106 og 1x107 mens Simmelkær jorden har 1x10/ CFU på 1/300TSA. Vi finder vi færre dyrkbare bakterier i Simmelkær end vi finder i de øvrige profiler. Antallet af dyrkbare *Pseudomonas* sp bakterier (talt på Goulds S! agar) er meget højere i overjorden i de fire profiler end i underjorden. I Simmelkær finder vi slet ingen bakterier på GouldsS1 agar. I profilerne fra Ommose og Hallundbæk finder vi til $2x10^5$ dyrkbare *Pseudomonas* sp. bakterier pr. gram jord både i jorde fra både Ap og Bs horisonterne.

5.7. Stofspecifikke parametre

I profillinie er der bestemt Kd værdier og mineralisering af de fire stoffer: MCPA, methyltriazinamin, metribuzin samt glyphosat .

- Kd-værdien, der er et udtryk for hvor stærkt pesticidet bindes til jorden, jo højere Kdværdi des mindre pesticid, er der tilstede i jordvæsken.
- M64d hvor meget af det ¹⁴C (tilsat som pesticid), der er genfundet som ¹⁴C-CO₂ efter 64 dage. Jo højere M64d værdi des mere af det tilsatte pesticid er fuldstændigt nedbrudt (mineraliseret).

5.7.1 Pesticidernes binding

De fire pesticiders binding til jorden i fuld profil fra Simmelkær og de fire profillinie boringer er vist i tabel 5.12. I forbindelse med registrering af de fire stoffers bindingsforhold til jord har vi i projektet anvendt radioaktive isotoper. Da radioaktive isotopers renhed aldrig kan være 100%, skal vi gøre opmærksom på, at alle Kd værdier for metyltriazinamin og MCPA, der er under 0.1 og over 15 ikke er kvantitative. Tilsvarende er alle Kd værdier under 0,1 og over 7 for metribuzin samt under 0,1 og over 160 for glyphosat ikke kvantitative. Disse værdier anvendes derfor ikke ved yderligere modellering i projektet, men er medtaget her med angivelse af statistisk usikkerhed, fordi de alligevel giver en nyttig information om variationen i stoffernes eller deres metabolitters bindingsforhold.

Tabel 5.13. Kd værdier for MCPA, methyltriazinamin, metribuzin og glyphosat bestemt på profillinie fra Simmelkær. For nærmere beskrivelse af prøverne se tabel 5.10.

	Kd værdi MCPA									
Profil	Simmelkær		Snepstrup		Nedre S	Nedre Simmel-		nose	Hallundbæk	
					kær					
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	5,8	0,14	3,38	0,19	2,67	0,08	7,28	0,32	1,30	0,09
Dybde 2	1,1	0,04	3,31	0,13	1,03	0,02	3,03	0,26	0,13	0,01
Dybde 3	0,15	0.02	0,29	0,02	0,40	0,01	1,17	0,01	0,16	0,01
Dybde 4			0,88	0,06	0,66	0,03	0,19	0,01	0,17	0,001
Dybde 5			0,34	0,04			5,27	0,34	0,72	0,03
Dybde 6							0,69	0,01		

Profil	Simm	neljær	Snepstrup		Nedre S	Nedre Simmel-		nose	Hallur	ndbæk
					kær					
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	125	9,6	7,71	0,31	13,15	2,36	8,32	0,55	31,8	2,45
Dybde 2	34	4,6	13,03	1,38	8,38	0,24	4,40	0,18	2,14	0,03
Dybde 3	5,2	0,27	1,91	0,08	7,79	1,03	2,81	0,13	5,11	0,44
Dybde 4			31,04	3,11	424	85,7	1,36	0,01	9,24	1,09
Dybde 5			14,05	4,57			54,59	8,26	250	16,1
Dybde 6							364	52,7		

Profil	Simm	elkær	Snepstrup		Nedre S	Nedre Simmel-		nose	Hallur	ndbæk
						kær				
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	0,83	0,02	1,08	0,002	1,08	0,002	1,87	0,08	0,73	0,05
Dybde 2	0,13	0,01	0,42	0,011	0,13	0,01	0,44	0,002	0,08	0,004
Dybde 3	0,02	0,002	0,03	0,003	0,05	0,01	0,06	0,01	0,09	0,01
Dybde 4			0,04	0,01	0,11	0,01	0,02	0,003	0,17	0,001
Dybde 5			0,02	0,01			0,13	0,001	0,11	0,01
Dybde 6							0,13	0,002		

Profil	Simm	elkær	Snepstrup		Nedre S	Nedre Simmel-		nose	Hallur	ndbæk
					ka	ær				
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	585	28	400	17,5	366	28,8	551	40,3	257	23,1
Dybde 2	505	21	1185	14,0	863	27,6	596	35,2	194	6,42
Dybde 3	501	0,69	479	25,5	1152	26,6	257	11,4	546	23,8
Dybde 4			287	20,0	548	31,7	358	7,86	1191	54,0
Dybde 5			287	20,0			600	54,6	1962	192
Dybde 6							1003	33,5		

Stoffernes binding til jorden (bestemt som Kd-værdier) følger i de fire profiler Snepstrup, Nedre Simmelkær, Ommose og Hallundbæk i det store og hele den binding vi har fundet i Simmelkær profilen. Generelt er sorptionen af MCPA og metribuzin højest i overjord, med meget lav binding i underjorde. For methyltriazinamin ses en meget variable sorption, og for glyphosat ses generelt en høj sorption gennem hele profilet.

5.7.2 Stoffernes mineralisering

De fire pesticiders mineralisering i de fire profillinieboringer er vist i tabel 5.14. I forbindelse med registrering af de fire stoffers mineraliseringsforhold har vi i projektet anvendt radioaktive isotoper. Da radioaktive isotopers renhed aldrig kan være 100%, skal vi gøre opmærksom på, at alle M64 værdier, der er akkumuleret til under 1,6 % ikke er kvantitative. Disse data anvendes derfor ikke ved yderligere modellering i projektet, men er medtaget her med angivelse af statistisk usikkerhed, fordi de alligevel giver en nyttig information om variationen i stoffernes eller deres metabolitters mineralisering.

Tabel 5.14. M64d værdier for MCPA, methyltriazinamin, metribuzin og glyphosat bestemt på profillinie.

		N	/164d værdi MCP	A	
Profil	Simmelkær	Sneptrup	Nedre Simmel-	Ommose	Hallundbæk
			kær		
Dybde	Gns	Gns	Gns	Gns	Gns
Dybde 1	35,5	17,1	17,8	24,7	4,2
Dybde 2	49,7	26,3	26,3	15,0	31,2
Dybde 3	50,8	15,4	38,0	nd	33,5
Dybde 4	Nd	0,26	36,1	nd	Nd
Dybde 5	Nd	13,3	nd	Nd	37,3

		M64d	værdi methyltriaz	inamin	
Profil	Simmelkær	Sneptrup	Nedre Simmel-	Ommose	Hallundbæk
			kær		
Dybde	Gns	Gns	Gns	Gns	Gns
Dybde 1	0,09	0,17	0,17	0,16	0,22
Dybde 2	0,06	0,11	0,11	0,12	0,14
Dybde 3	0,05	0,12	0,10	nd	0,12
Dybde 4	Nd	0,12	0,08	nd	Nd
Dybde 5	nd	0,09	nd	Nd	0,08

		M6	4d værdi metribu	ızin	
Profil	Simmelkær	Sneptrup	Nedre Simmel-	Ommose	Hallundbæk
			kær		
Dybde	Gns	Gns	Gns	Gns	Gns
Dybde 1	0,26	0,13	0,13	0,12	0,13
Dybde 2	0,12	0,10	0,10	0,11	0,12
Dybde 3	0,08	0,06	0,11	nd	0,12
Dybde 4	nd	0,08	0,07	nd	Nd
Dybde 5	nd	0,09	nd	Nd	0,09

		Me	64d værdi glypho	sat	
Profil	Simmelkær	Sneptrup	Nedre Simmel-	Ommose	Hallundbæk
			kær		
Dybde	Gns	Gns	Gns	Gns	Gns
Dybde 1	1,4	1,2	2,3	1,0	3,7
Dybde 2	0,22	0,20	0,16	0,38	1,9
Dybde 3	0,18	0,41	0,29	nd	0,19
Dybde 4	nd	0,17	0,16	nd	Nd
Dybde 5	nd	0,30	nd	nd	0,65

Mineraliseringen af stofferne methyltriazinamin og metribuzin følger i de fire profiler (Sneptrup, Nedre Simmelkær, Ommose og Hallundbæk) stort set det billede vi har fundet i Simmelkær. Nedbrydningen af stofferne er lav i alle prøver. For Glyphosat finder vi, at mineraliseringen er lav, dog generelt højere i overjorden, hvor Hallundbæk prøven har en lidt højere mineralisering end de øvrige profiler. I underjordene er mineraliseringen under 1,6% med undtagelse af dybde 2 Hallundbæk, hvor mineraliseringen er på niveau med eller højere end mineraliseringen i de øvrige profilers overjorde.

MCPA mineraliseringen viser ikke et entydigt billed. I profilerne Simmelkær, Snepstrup, Nedre Simmelkær og Hallundbæk ses i A-horisonten en lavere total mineralisering end i visse jorde fra B og C horisonten. Dette ses selvom den initielle mineralisering er højere i overjorden, og skyldes formodentlig indbygning i den organiske fraktion. I enkelte prøver finder vi en meget lav mineralisering.

Referencer

- Barlebo, H.C. (Red.), 2002: Barlebo, H.C., Brinch, U.C., Elsgaard, L., Ernstsen, V., Greve, M.H., Iversen, B.V., Jacobsen, C.S., Jacobsen, O.H., Jakobsen, P.R., Juhler, R.K., Møller, I., Nygaard, E., Olesen, S.E., Torp, S., Vinther, F.P. og Vosgerau, H.: Undersøgelses- og analysemetoder i forbindelse med undersøgelser af sandlokaliteter: Hvilke metoder er anvendt, og hvilke overvejelser er gjort? Koncept for Udpegning af Pesticidfølsomme Arealer, Projektrapport nr. 2, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse og Danmarks JordbrugsForskning, 62 s.
- Loll, P, Moldrup, P, Schjønning, P. & Riley, H. 1999. Predicting saturated hydraulic conductivity from air permeability: Application in stochastic water infiltration modeling. Water Resources Research 35 (8), 2387-2400.
- Møller, I., 2001: Geofysik i umættet zone: En vurdering af metoder og instrumentsystemers egnethed til kortlægning af den umættede zone. Koncept for Udpegning af Pesticidfølsomme Arealer (KUPA), Rapport nr. 1, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse og Danmarks JordbrugsForskning, 85 s.
- Nygaard, E. (Red.), 2004: Brinch, U.C., Børgesen, C.D., Christensen, P., Elsgaard, L., Ernstsen, V., Greve, M.H., Hag, M.P., Hansen, B.S., Helweg, A., Iversen, B.V., Jacobsen, C.S., Jacobsen, O.H., Jacobsen, O.S., Jacobsen, P.R., Juhler, R.K., Keur, P.v.d., Linde, K.M., Møller, I., Nygaard, E., Olesen, S.E., Rasmussen, J., Rasmussen, S.T., Rosenberg, P., Torp, S.B., Ullum, M., Vinther, F.P., Vosgerau, H. og Aamand, J.:Særligt pesticidfølsomme sandområder: Forudsætninger og metoder for zonering. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse og Danmarks JordbrugsForskning, 319 s.

Appendiks 1

Forklaring af signaturer for geologi/pedologi som er benyttede i profiloptegnelserne.

Legende



Appendiks 2

Resultaterne fra teksturanalyserne på variabilitetsmarken ved Simmelkær. Der er vist resultater fra alle 48 punkter.

Punktnr.	ybde	er (<2 µm) [g/100 g]	lt (2-20 µm) [g/100 g]	rovsilt (20-63 μm) [g/100 g]	nsand (63-125 µm) [g/100 g]	nsand (125-200 µm) [g/100	rovsand (200-500 µm) [g/100	rovsand (500-1000 μm) /100 g]	rovsand (1000-2000 μm) /100 g]	ten (2000-6300 µm) [g/100 g]	ten (>6300 μm) [g/100 g]	umus [g/100 g]	3-nr.	otal kulstof [g/100 g]
		Ľ	ю о	U 10	Ē		05	0 0	U D	Ś	Ś	I	5	Ĕ
1	1	3,5	2,4	1,0	3,0	10,4	62,6	13,7	1,5	1,4	2,5	1,9	1	1,13
2	1	3,5	2,8	1,0	3,0	6,0	67,1	12,5	1,5	1,Z	3,7	∠,0 2.1	1	1,54
ວ ⊿	1	3,1	2,4	1,0	2,0	9,0	58 0	14,4	2,2 1 5	1,0 1.8	0,9 1 2	∠, i 3	1	1,22
4 5	1	4,5	2,9	1,0	3,7 4 0	69	60 2	16.8	23	1,0	4,2 17	25	1	1,74
6	1	3.6	2,0	1,0	3.4	9.4	51.2	22.8	2,5	1,0	1.8	2,5	1	1 24
7	1	2.6	0.9	1,0	1.2	2.7	50.3	32.8	8,0 8,1	3.6	0.1	0.4	1	0.24
8	1	_,-	-,-	.,.	-,_	_,-	,-	,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-	-,
9	1	4,1	2,4	1,0	3,3	10,3	57,8	17,0	1,7	1,3	0,2	2,4	1	1,43
10	1	3,0	1,9	1,0	4,3	7,2	60,2	18,5	1,8	1,3	1,9	2	1	1,18
11	1	3,1	2,8	1,0	3,0	9,2	63,8	13,9	1,0	1,2	1,5	2,2	1	1,31
12	1	3,1	2,3	1,0	4,2	9,7	63,6	12,7	1,1	0,9	1,0	2,2	1	1,31
13	1													
14	1	3,6	2,8	1,0	5,6	15,0	58,3	9,4	1,2	1,1	0,7	3,1	1	1,82
15	1	3,6	2,8	1,0	4,6	8,5	63,9	10,9	1,1	1,4	1,0	3,6	1	2,10
16	1	3,1	2,3	1,0	3,2	11,8	64,3	11,2	0,9	1,1	0,6	2,1	1	1,23
17	1	3,1	2,8	1,0	2,7	6,2	62,0	18,3	1,8	0,7	0,9	2,1	1	1,24
18	1	3,1	2,3	1,0	3,4	12,3	59,6	15,0	1,1	1,4	0,6	2,1	1	1,24
19	1	3,6	2,9	1,0	3,9	7,7	55,5	18,8	3,9	1,5	1,5	2,8	1	1,67
20	1	3,1	3,3	1,0	4,2	11,4	54,4	15,9	3,3	1,2	1,6	3,3	1	1,96
21	1	3,0	1,9	1,0	4,6	7,1	61,3	17,1	1,7	2,0	0,2	2,2	1	1,32
22	1	3,5	1,9	1,0	3,8	10,3	58,4	16,7	2,7	2,1	0,4	1,7	1	0,97
23	1	3,1	2,4	1,0	4,8	11,9	62,3	10,8	1,Z	1,3	Z,1	2,0 2,0	1	1,51
24 25	1	3,0	2,9 3.8	1,0	7,1	19,1	58.3	0,9	0,5	1,1	1,3 0.8	2,0 3.7	1	2 1 8
20	1	3,0 3 1	2.8	1,0	7,0 3,7	12.8	61 Q	10.2	1,1	1,2	0,0	2.8	1	1 67
20	1	3.1	2,0	1,0	44	86	62.7	14 1	0.9	1,1	0.4	2,0	1	1.39
28	1	3.6	2,0	1,0	3.0	9.8	64 0	12.5	0.8	1.0	14	, '	1	1 77
29	1	3.1	3.3	1.0	3.7	7.8	62.5	14.8	0.9	1.3	1.9	2.9	1	1.73
30	1	3,1	2,8	1,0	3,0	11,1	55,2	19,4	0,9	1,3	4,3	3,5	1	2,08
31	1	2,5	3,3	1,0	3,3	, 7,8	65,5	12,6	0,8	0,6	0,2	3	1	1,76
32	1	3,1	2,8	1,0	3,7	12,2	63,6	10,3	0,7	0,8	0,5	2,6	1	1,52
122														

33	1	3,1	3,3	1,0	4,1	7,4	58,4	16,9	2,8	1,4	1,9	3	1	1,75
34	1	3,6	3,4	1,4	4,1	10,3	49,8	21,4	3,1	1,9	4,8	2,9	1	1,70
35	1	2,6	3,3	1,0	4,1	8,0	57,3	17,9	2,7	1,7	0,4	3	1	1,78
36	1	3,5	1,9	1,0	4,2	8,4	64,5	12,8	1,2	1,0	0,4	2,5	1	1,44
37	1	3,0	1,9	1,0	3,2	10,9	62,9	13,2	1,5	1,6	0,9	2,4	1	1,42
38	1	2,6	2,4	1,0	3,6	7,7	65,5	13,5	1,5	0,8	0,1	2,2	1	1,32
39	1	3,1	2,4	1,7	3,7	11,5	55,8	17,2	2,4	1,3	0,7	2,2	1	1,31
40	1	2,6	2,4	1,0	4,1	7,9	62,4	15,8	1,9	1,3	0,2	1,9	1	1,12
41	1	3,1	2,8	1,0	3,6	12,8	60,0	12,2	1,4	1,8	1,7	3	1	1,74
42	1	3,1	2,9	1,0	5,0	9,5	61,6	12,6	1,5	1,0	0,4	2,9	1	1,70
43	1	3,7	2,8	1,0	6,7	15,3	57,1	9,6	0,9	1,3	0,1	3	1	1,74
44	1	3,6	2,9	1,0	6,8	10,7	62,4	8,8	1,3	0,7	0,3	2,5	1	1,45
45	1	3,5	3,3	1,0	4,9	14,1	58,8	9,8	1,2	0,7	2,2	3,4	1	1,98
46	1	3,7	2,8	1,0	8,1	13,2	59,1	7,9	1,0	1,1	1,1	3,3	1	1,91
47	1	3,6	2,9	1,0	6,4	16,2	54,2	11,6	1,2	0,8	1,1	2,9	1	1,73
48	1	3,6	3,3	1,0	6,0	10,1	55,9	14,9	1,4	1,1	1,3	3,9	1	2,30
1	2	2,0	0,9	1,0	1,6	7,3	62,8	21,7	2,4	1,1	1,1	0,3	1	0,17
2	2	2,0	0,9	1,0	1,3	3,9	70,5	18,2	1,8	1,1	0,2	0,3	1	0,19
3	2	2,6	0,9	2,5	9,1	18,3	58,2	7,5	0,3	0,2	0,0	0,6	1	0,36
4	2	2,0	0,9	1,0	2,3	4,4	57,7	29,8	1,7	0,6	0,2	0,2	1	0,14
5	2	2,0	0,9	1,0	0,5	2,5	41,5	39,9	11,3	2,3	0,9	0,3	1	0,15
6	2	3,0	0,9	1,0	1,9	6,7	48,8	28,6	8,7	3,4	0,6	0,3	1	0,19
7	2	4,7	2,8	1,0	3,9	7,5	58,6	17,4	1,6	1,8	4,3	2,5	1	1,47
8	2	2,0	0,9	1,0	1,0	9,5	69,9	14,1	1,2	0,4	0,4	0,3	1	0,17
9	2	2,0	0,9	1,0	2,4	9,7	72,7	10,8	0,1	0,0	0,0	0,4	1	0,23
10	2	2,7	2,3	1,0	4,8	11,2	39,6	32,1	5,1	1,6	0,0	1,3	1	0,75
11	2	2,6	1,8	1,0	1,6	6,6	78,0	6,4	0,7	0,0	0,0	1,4	1	0,80
12	2	2,6	2,4	1,0	1,5	9,4	71,6	9,2	1,1	0,0	0,0	1,3	1	0,75
13	2	3,6	1,4	1,6	11,5	25,6	53,9	1,6	0,1	0,2	0,0	0,7	1	0,41
14	2	2,5	0,9	1,0	3,5	38,9	52,7	0,2	ND	0,0	0,0	0,3	1	0,18
15	2	2,0	0,9	1,0	1,7	7,3	76,9	9,1	0,8	0,4	0,0	0,2	1	0,13
16	2	4,1	1,4	1,4	9,4	24,2	57,6	1,2	ND	0,2	0,0	0,7	1	0,42
17	2	1,5	0,9	1,0	1,0	4,2	61,2	29,0	0,9	0,4	0,0	0,3	1	0,18
18	2	4,1	0,9	2,0	9,2	25,6	39,6	16,4	1,6	1,1	0,8	0,6	1	0,33
19	2	2,0	0,9	1,0	0,6	4,7	75,3	13,9	1,3	0,5	0,2	0,3	1	0,18
20	2	2,0	0,9	1,0	1,0	3,6	75,4	15,3	0,2	0,9	0,3	0,5	1	0,29
21	2	2,6	1,9	1,0	2,7	15,9	71,8	2,6	0,3	0,1	0,1	1,4	1	0,80
22	2	3,5	2,3	1,0	7,1	20,0	61,8	1,9	0,3	0,0	0,0	2,1	1	1,23
23	2	2,5	1,9	1,0	2,6	12,1	45,1	23,2	9,8	2,1	0,0	1,7	1	0,97
24	2	2,5	0,9	1,0	1,8	6,5	72,8	13,5	0,7	0,3	0,2	0,3	1	0,19
25	2	4,6	1,4	2,1	10,8	24,9	52,7	2,7	0,4	0,4	0,8	0,4	1	0,22
26	2													
27	2	2,0	0,9	1,0	1,8	5,3	70,0	18,5	0,2	0,3	0,4	0,3	1	0,17
28	2	2,0	0,9	1,0	1,0	5,9	52,1	34,6	2,1	0,8	0,1	0,3	1	0,19
29	2	2,0	0,9	1,0	1,0	3,3	74,7	15,9	0,8	0,4	0,0	0,4	1	0,23
30	2	2,0	0,9	1,0	3,9	7,0	71,9	11,9	1,1	0,4	0,3	0,3	1	0,17
31	2	2,0	0,9	1,0	1,3	5,6	70,8	17,0	0,9	0,3	0,3	0,4	1	0,25
32	2	4,0	1,4	1,0	13,1	47,3	27,2	4,6	0,6	0,3	0,0	0,7	2	0,40
33	2	2,0	0,9	1,0	0,9	2,5	62,8	27,8	1,7	0,8	0,0	0,4	1	0,23

34	2	3,0	0,9	1,0	1,1	4,0	74,5	14,0	0,8	0,5	0,0	0,6	1	0,38
35	2	2,5	0,9	1,0	1,8	16,0	71,9	5,1	0,4	0,4	0,0	0,4	1	0,21
36	2	4,1	1,8	1,0	5,6	7,1	57,9	19,2	1,4	0,5	0,3	1,9	1	1,11
37	2	3,0	0,9	1,0	1,1	6,6	82,2	4,0	0,1	0,4	0,0	1,1	1	0,64
38	2	4,0	1,8	1,0	3,4	10,6	75,0	1,3	0,1	0,0	0,0	2,8	1	1,63
39	2	4,1	2,4	3,8	7,1	7,8	58,0	13,5	2,0	2,4	0,5	1,3	1	0,78
40	2	3,1	1,4	1,0	6,8	8,0	69,7	8,4	0,5	0,1	0,0	1,2	1	0,68
41	2	3,1	1,8	1,0	2,9	16,7	62,9	9,3	1,1	0,2	0,4	1,2	1	0,69
42	2	3,0	0,9	1,0	0,6	2,0	49,6	26,2	15,8	2,7	0,9	0,9	1	0,53
43	2	4,1	0,9	3,0	10,6	20,1	49,6	10,4	1,0	0,3	0,5	0,3	1	0,19
44	2	2,5	0,9	1,0	3,2	9,0	76,5	6,1	0,4	0,3	0,0	0,4	1	0,21
45	2	4,5	1,4	1,0	4,2	13,7	62,3	11,7	0,7	0,7	0,5	0,5	1	0,27
46	2	2,0	0,9	1,0	2,8	9,5	83,0	0,5	ND	0,0	0,0	0,3	1	0,17
47	2	2,6	0,9	1,0	4,4	18,1	71,3	1,4	0,1	0,0	0,0	0,2	1	0,14
48	2	3,5	1,4	1,0	7,2	11,5	64,5	9,1	1,0	0,6	0,0	0,8	1	0,47

Appendiks 3

Resultater af enkeltanalyser på i de 48 punkter i Simmelkær. IRGA = basal in situ respiration (g CO₂ m⁻² t⁻¹), SIR = substrat induceret respiration (μ L CO₂ g⁻¹ t⁻¹), ASA = arylsufatase aktivitet (μ g nitrophenol g⁻¹ t⁻¹), FDA = fluorescein diacetat hydrolyse (μ g fluorescein g⁻¹ t⁻¹), og antal dyrkbare bakterier på 1/300 TSA og GouldsS1 agar.

	Dybde 1											
Hul nr.	Jord respiration (IRGA), g CO ₂ m ⁻² (IRGA), g CO ₂ m ⁻² respiratinduceret respiration (SIR), µL CO ₂ g ⁻¹ t ⁻¹ huL CO ₂ g ⁻¹ t ⁻¹ tivitet (ASA), µg NP g ⁻¹ t ⁻¹ tivitet (ASA), µg tivitet (ASA), µg cein d ⁻¹ t ⁻¹ acetat hydrolyse (FDA), µg fluores-		(FDA), µg fluores- cein g ⁻¹ t ⁻¹	Antal dyrkbare	Antal dyrkbare bakterier (1/300 TSA) g ⁻¹		(GouldsS1) g ¹					
			gns	std	gns	std	gns	std	gns	Std	Gns	std
1	0,13	-	3,0	0,8	6,6	2,9	26,2	1,3	1.1X10 7	3.6X10 ⁶	1.9X10⁵	9.2X10 ³
2	0,11	-	2,0	0,4	3,2	1,1	24,9	0,4	3.0X10 7	4.7X10 ⁶	2.7X10⁵	2.4X10 ⁴
3	0,09	-	3,0	0,6	3,3	0,4	27,5	0,8	3.2X10 6	1.2X10 ⁶	5.6X10 ⁴	2.7X10 ⁴
4	0,13	-	2,6	0,2	11,4	0,7	17,8	2,5	1.7X10 7	3.9X10 ⁶	2.1X10⁵	2.9X10 ⁴
5	0,03	-	2,0	0,3	5,1	0,9	16,7	1,0	1.0X10 ⁸	9.5X10 ⁶	1.6X10 ⁶	3.6X10⁵
6	0,15	-	2,4	0,3	4,3	1,6	23,2	0,7	1.3X10 7	3.2X10 ⁶	1.3X10⁵	1.9X10 ⁴
7	0,51	-	2,3	0,1	16,5	1,6	nd	nd	4.0X10 6	3.7X10⁵	1.1X10⁵	3.9X10 ³
8	0,23	-	0,9	0,3	12,4	1,3	9,1	3,8	7.4X10 ⁶	4.4X10 ⁶	7.2X10 ⁴	1.7X10 ⁴
9	0,22	-	0,9	0,1	14,5	2,5	9,0	0,6	1.4X10 7	9.8X10⁵	4.6X10 ⁴	1.5X10 ⁴
10	0,11	-	1,9	1,6	3,3	0,4	20,6	0,1	2.5X10 6	3.5X10⁵	6.6X10 ⁴	1.3X10 ⁴
11	0,35	-	1,7	0,0	4,1	0,5	24,2	1,4	1.2X10 7	1.8X10 ⁶	1.4X10 ⁵	2.3X10 ⁴
12	0,29	-	2,9	1,6	5,7	0,5	26,1	4,1	1.3X10 7	2.9X10 ⁶	7.9X10 ⁴	2.8X10 ⁴
13	0,13	-	2,5	0,3	8,8	1,1	27,7	0,8	2.4X10 7	2.0X10 ⁶	4.4X10 ⁶	7.8X10⁵
14	0,09	-	5,7	5,1	9,0	1,2	27,9	1,8	3.9X10 6	2.3X10⁵	8.9X10 ⁴	2.1X10 ⁴
15	0,12	-	2,7	0,4	7,6	0,4	32,8	1,3	2.8X10 6	5.9X10⁵	2.3X10 ⁴	7.5X10 ³
16	0,17	-	5,6	5,7	4,7	0,5	28,7	5,2	4.2X10 6	7.4X10⁵	1.3X10⁵	2.0X10 ⁴
17	0,05	-	2,1	0,2	4,5	0,2	25,4	3,3	2.6X10 6	3.2X10⁵	3.2X10 ⁴	1.0X10 ⁴
18	0,2	-	3,0	0,2	3,2	1,1	23,3	1,5	3.0X10 6	4.2X10⁵	3.6X10 ⁴	7.1X10 ³
19	0,23	-	3,6	0,7	7,4	0,3	24,1	2,7	2.9X10 6	2.6X10⁵	2.9X10 ⁴	8.0X10 ³
20	0,21	-	8,5	5,9	8,6	1,2	32,6	2,1	2.9X10 6	4.8X10 ⁵	3.6X10 ⁴	1.3X10 ⁴

L										2.4X10			
	21	0,15	-	2,2	0,4	6,9	0,8	29,7	1,3	6	5.4X10 ⁵	2.1X10 ⁴	1.4X10 ³
	22	0,46	-	3,0	0,9	6,3	0,8	27,0	3,0	3.7X10 6	8.7X10⁵	1.0X10⁵	1.8X10 ⁴
	23	0,23	-	2,6	1,2	5,9	1,0	29,2	0,9	8.8X10 6	3.8X10 ⁶	1.2X10⁵	1.0X10 ⁴
	24	0,54	-	2,5	0,1	7,2	1,4	28,9	4,9	7.6X10 6	1.9X10 ⁶	3.4X10⁵	7.1X10 ⁴
	25	0,32	-	2,2	0,1	12,5	1,4	27,1	0,2	9.7X10 6	1.4X10 ⁶	8.1X10⁵	3.1X10 ⁴
	26	0,21	-	3,0	0,3	11,4	2,6	31,6	4,3	6.5X10 ⁶	1.2X10 ⁶	2.1X10⁵	1.3X10 ⁴
	27	0,24	-	3,4	0,1	8,7	1,6	37,7	0,3	7.8X10 6	5.6X10 ⁶	4.6X10⁵	1.8X10 ⁴
	28	0,09	-	9,2	10,0	8,3	1,9	34,0	0,6	4.1X10 6	4.1X10⁵	8.3X10 ⁴	2.2X10 ³
	29	0,2	-	6,6	2,9	11,3	2,6	34,0	0,7	3.2X10 6	3.8X10⁵	5.5X10 ⁴	1.5X10 ⁴
	30	0,43	-	7,5	4,2	9,8	1,4	37,1	1,7	3.8X10 6	7.3X10 ⁵	5.3X10 ⁴	5.2X10 ³
	31	nd	-	2,8	0,1	8,0	1,0	36,1	0,5	3.9X10 6	7.1X10⁵	1.2X10⁵	1.8X10 ⁴
	32	nd	-	3,3	0,2	8,3	0,7	34,9	0,5	5.5X10 ⁶	8.6X10⁵	2.0X10⁵	1.4X10 ⁴
	33	0,37	-	4,3	0,0	8,2	2,4	38,3	1,3	3.5X10 6	1.2X10 ⁶	7.1X10 ⁴	1.5X10 ⁴
	34	0,05	-	2,3	0,2	7,8	0,5	33,7	3,9	2.0X10 6	3.9X10⁵	5.7X10 ⁴	1.7X10 ⁴
	35	0,65	-	2,3	0,2	6,1	0,4	35,2	3,1	3.0X10 6	2.9X10⁵	7.0X10 ⁴	6.2X10 ²
	36	0,32	-	1,7	0,2	6,1	0,2	30,2	1,3	3.0X10 6	3.8X10⁵	6.5X10 ⁴	7.8X10 ³
	37	0,24	-	2,6	0,3	8,1	0,6	33,8	1,3	1.2X10 7	4.9X10 ⁶	1.0X10⁵	2.2X10 ⁴
	38	0,35	-	2,2	0,1	6,9	0,5	37,8	0,9	5.4X10 6	3.9X10 ⁶	3.9X10 ⁴	3.7X10 ³
	39	0,23	-	2,4	0,2	8,8	1,1	32,1	1,2	8.2X10 6	2.0X10 ⁶	2.3X10 ⁴	2.0X10 ⁴
	40	0,36	-	2,2	0,2	3,6	0,2	31,3	1,9	1.3X10 7	2.8X10 ⁶	1.0X10⁵	8.4X10 ³
	41	0,38	-	2,9	0,8	3,4	0,6	33,2	4,4	1.2X10 7	2.4X10 ⁶	1.2X10 ⁵	4.4X10 ⁴
	42	0,1	-	3,0	0,2	4,1	0,6	27,8	2,7	1.3X10 7	6.0X10 ⁶	1.7X10⁵	1.9X10 ⁴
	43	nd	-	3,1	0,2	5,9	0,2	37,6	1,0	9.7X10 6	3.2X10 ⁶	4.4X10 ⁴	7.1X10 ³
	44	0,05	-	5,8	5,0	4,5	0,7	38,1	1,1	1.0X10 7	2.9X10 ⁶	3.4X10 ⁴	1.2X10 ⁴
	45	0,27	-	2,2	0,1	2,0	0,5	36,6	1,4	8.3X10 6	4.9X10 ⁶	6.3X10 ⁴	2.0X10 ⁴
	46	0,12	-	2,7	0,2	5,7	0,4	33,0	4,4	7.3X10 6	4.0X10 ⁶	3.3X10 ⁴	1.0X10 ⁴
	47	0,21	-	3,7	0,4	4,7	0,3	38,4	0,9	1.3X10 7	2.7X10 ⁶	7.4X10 ⁴	9.5X10 ³
	48	0,61	-	3,3	0,4	5,8	0,5	26,8	1,0	1.4X10 7	3.2X10 ⁶	2.2X10⁵	7.8X10 ⁴

DYBDE 2												
Hul nr.	Fluorescein di- acetat hydrolyse	(FDA), µg fluores- cein g ⁻¹ t ⁻¹	Arylsulfatase akti-	vitet (ASA), µg NP g ⁻¹ t ⁻¹	Antal dyrkbare bakterier (1/300	TSA) g ⁻¹	Antal dyrkbare <i>Pseudomon</i> as sp (GouldsS1) g ¹					
	gns	std	gns	std	gns	std	gns	Std				
1	nd	nd	0,6	0,5	1.1X10 ⁷	4.0X10 6	6.0X10 4	1.9X10 4				
2	nd	nd	<0,5	-	5.9X10 ⁶	1.8X10 6	<100	-				
3	nd	nd	<0,5	-	3.2X10 ⁶	1.4X10 6	<100	-				
4	nd	nd	<0,5	-	9.9X10 ⁶	1.3X10 6	<100	-				
5	nd	nd	<0,5	-	9.5X10 ⁶	8.8X10 5	<100	-				
6	nd	nd	<0,5	-	4.3X10 ⁶	1.2X10 6	<100	-				
7	15,1	0,6	<0,5	-	1.4X10 ⁵	7.1X10 4	<100					
8	1,7	1,9	<0,5	-	4.0X10 ⁵	3.7X10 4	<100	-				
9	2,6	2,6	<0,5	-	2.4X10 ⁵	7.1X10 4	<100	-				
10	4,2	2,2	<0,5	-	5.7X10⁵	4.7X10 4	<100	-				
11	6,7	0,4	1,9	1,2	5.4X10⁵	9.1X10 4	<100	-				
12	12,1	6,5	<0,5	-	7.7X10⁵	1.3X10 5	<100					
13	2,0	2,3	<0,5	-	4.7X10 ⁶	7.5X10 5	<100	-				
14	1,1	0,3	<0,5	-	7.7X10 ⁶	1.3X10 6	<100	-				
15	<0,5	-	<0,5	-	4.6X10 ⁵	6.7X10 4	<100	-				
16	4,6	4,0	<0,5	-	2.0X10 ⁷	5.0X10 6	<100	-				
17	6,4	4,0	<0,5	-	6.5X10 ⁵	4	<100	-				
18	2,7	3,4	<0,5	-	3.3X10 ⁶	4.0/10 5	3	3				
19	2,3	2,9	<0,5	-	5.1X10 ⁶	7.9×10 5	<100	-				
20	3,1	3,3	<0,5	-	5.3X10 ⁵	6.3X10 4	<100	-				
21	16,3	3,4	<0,5	-	2.6X10 ⁶	5 2V40	<100	-				
22	4,2	1,4	<0,5	-	2.5X10 ⁷	5.2X10 6	3 3	3				
23	11,4	3,3	<0,5	-	1.7X10 ⁷	6 0 7 V 10	<100	-				
24	6,3	1,7	<0,5	-	4.5X10 ⁷	9.7×10 6	<100	-				

1						2.1×10^{-1}		
25	<0,5	-	<0,5	-	2.1X10 ⁶	5	<100	-
26	0,7	1,9	<0,5	-	9.5X10⁵	4.0X10 5	<100	-
27	1,2	0,7	<0,5	-	2.2X10 ⁵	4.5X10 4	<100	-
28	<0,5	-	<0,5	-	3.3X10 ⁴	3.2X10 ³	<100	-
29	2,0	2,0	<0,5	-	4.7X10 ⁴	7.9X10 ³	<100	-
30	<0,5	-	<0,5	I	9.6X10 ³	2.3X10 ³	<100	-
31	<0,5	-	<0,5	-	6.4X10⁵	7.4X10 4	<100	-
32	<0,5	-	<0,5	-	1.9X10 ⁶	4.7X10 5	<100	-
33	<0,5	-	<0,5	-	1.7X10⁵	5.5X10 4	<100	-
34	11,0	7,9	<0,5	-	3.8X10 ⁴	9.4X10 ³	<100	-
35	21,0	0,9	<0,5	-	4.3X10⁵	8.8X10 4	<100	-
36	nd	nd	5,7	2,8	1.2X10 ⁶	1.2X10 ₅	1.6X10 ³	6.7X10 2
37	22,5	3,7	0,5	0,4	1.5X10 ⁷	5.3X10 6	3.6X10 4	2.7X10 4
38	33,4	16,6	1,6	0,9	1.8X10⁵	4.3X10 4	<100	-
39	7,8	0,4	5,8	6,2	6.0X10 ⁴	7.0X10 ³	<100	-
40	16,8	13,4	<0,5	-	6.1X10⁵	8.7X10 4	<100	-
41	12,4	5,2	<0,5	I	2.8X10 ⁶	5.2X10 ₅	2.1X10 ³	1.2X10 ³
42	20,1	8,2	1,5	1,7	1.0X10 ⁵	6.6X10 4	<100	-
43	10,4	9,1	<0,5	-	2.1X10⁵	2.2X10 4	<100	-
44	1,7	1,0	<0,5	-	5.7X10⁵	9.3X10 4	<100	-
45	<0,5	-	<0,5	-	4.5X10 ⁴	8.2X10 3	<100	-
46	<0,5	-	<0,5	-	1.6X10 ⁶	6.6X10 5	4.8X10 2	3.2X10 2
47	4,5	7,1	<0,5	-	2.5X10⁵	7.6X10 4	2.3X10 2	2.3X10 2
48	<0,5	-	<0,5	-	2.1X10 ⁵	5.8X10 4	7.9X10	1.4X10 2

Denne rapport er et resultat af projektet: Koncept for Udpegning af Pesticidfølsomme Arealer, KUPA, der har til formål at tilvejebringe den nødvendige viden til at udvikle et operationelt koncept til klassificering af arealer, som er særlig følsomme overfor pesticidnedsivning til grundvandet.

For at kunne vurdere muligheden for klassificering af sandområder er der foretaget feltundersøgelser af pedologi, geologi, mineralogi, hydraulik, geokemi, mikrobiologi og stofkemi på lokaliteter grupperet efter landskabselementtype. For hver landskabselementtype er der på tre marker lavet undersøgelser ned til grundvandsspejlet. Afrapporteringen af data fra hvert landskabselement er samlet i en selvstændig basisdatarapport. Denne rapport indeholder oplysningerne fra ekstramarginale smeltevandsaflejringer af Sen Weichsel alder indenfor alluvialkeglen. Datarapporterne er nummereret 3–10.

