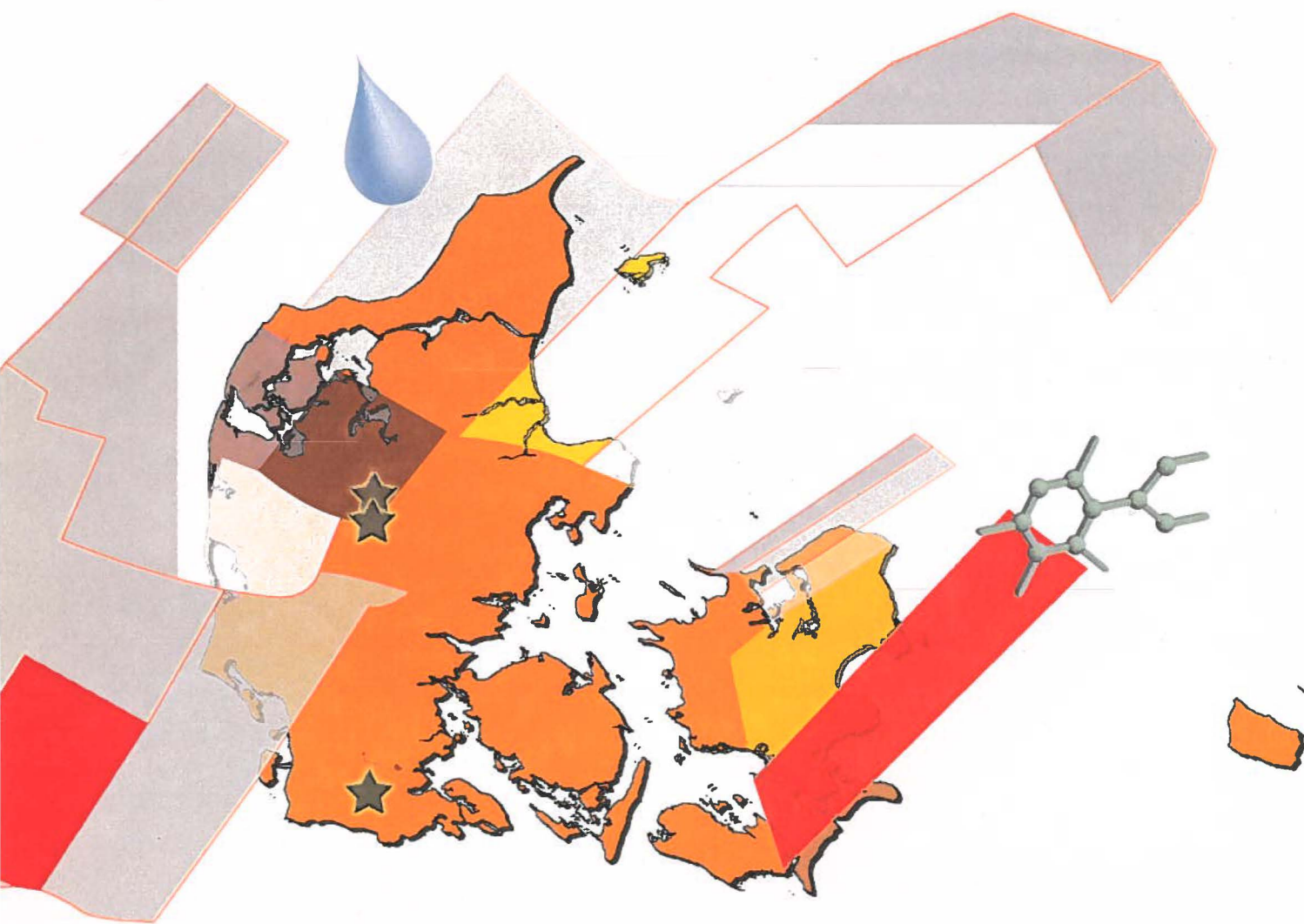


**Ekstramarginalt smeltevandssand af Sen Weichsel alder
inden for den proximale del af smeltevandssletten:
Basisdata fra Karup og Tinglev hedesletter**



Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse
Miljøministeriet

Danmarks JordbrugsForskning
Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri

Redaktion: Bo Vangsø Iversen

Omslag: Kristian Rasmussen

Oplag: 100

Udgivelsesår: 2005

ISBN 87-7871-159-2

© Miljøministeriet

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, GEUS

Øster Voldgade 10,

DK-1350 København K

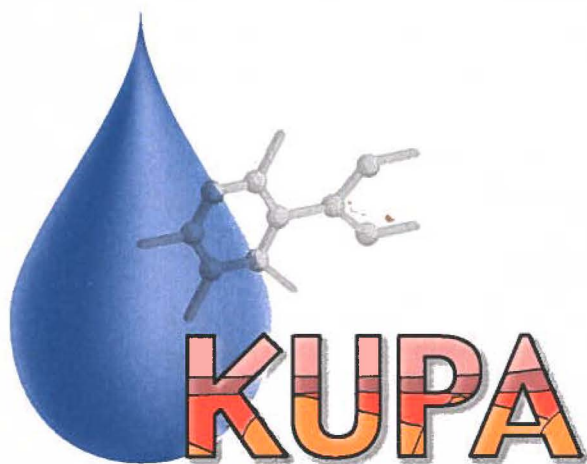
Telefon: 38 14 20 00

Telefax: 38 14 20 50

E-post: geus@geus.dk

Internet: www.geus.dk

**Ekstramarginalt smeltevandssand af Sen Weichsel alder
inden for den proximale del af smeltevandssletten:
Basisdata fra Karup og Tinglev hedesletter**



Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse
Miljøministeriet

Danmarks JordbrugsForskning
Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri



Indhold

Forord	5
1 Indledning	7
2 Udpegning af lokaliteter og definition af feltundersøgelser	9
2.1 Fuldt undersøgelsesprogram profiler.....	9
2.2 Markvariationsundersøgelser	9
2.3 Reduceret undersøgelsesprogram profiler (profillinie).....	13
2.4 Oversigt over placering af undersøgelser.....	13
2.5 Placering af fuldt undersøgelsesprogram profilerne indenfor undersøgelsesmarkerne	13
2.5.1 Kølvrå lokaliteten	13
2.5.2 Ilskov lokaliteten	15
2.5.3 Knivsig lokaliteten	15
3 Resultater fra fuldt undersøgelsesprogram profiler på proximale smeltevandsslette	19
3.1 Pedologi	19
3.1.1 Kølvrå lokaliteten	20
3.1.1.1 Jordbundsudvikling.....	20
3.1.2 Ilskov lokaliteten	24
3.1.2.1 Jordbundsudvikling.....	24
3.1.3 Lille Knivsig lokaliteten.....	27
3.1.3.1 Jordbundsudvikling.....	27
3.1.4 Pedologiske karakteristika, forskelle og ligheder på de tre Proximal jorder	30
3.2 Geologi.....	30
3.2.1 Kølvrå lokaliteten	31
3.2.2 Ilskov lokaliteten	31
3.2.3 Lille Knivsig lokaliteten.....	32
3.2.4 Sammenligning af sedimentologien på de tre undersøgelsesmarker samt tolkning af aflejringsmiljø	36
3.3 Fysiske, kemiske og mineralogiske undersøgelser	37
3.3.1 Lokalteterne Kølvrå, Ilskov og Lille Knivsig.....	37
3.3.1.1 Kølvrå lokaliteten	37
3.3.1.2 Ilskov lokaliteten	39
3.3.1.3 Lille Knivsig lokaliteten	41
3.3.1.4 Sammenligning af fysiske, kemiske og mineralogiske egenskaber	43
3.4 Hydraulik	44
3.4.1 Udtagne prøver.....	44
3.4.1.1 Kølvrå-lokaliteten.....	44
3.4.1.2 Ilskov-lokaliteten	44
3.4.1.3 Knivsig-lokaliteten.....	45

3.4.2	Volumenvægt.....	45
3.4.3	Teksturanalyse på store kolonner	45
3.4.4	Vandretention.....	46
3.4.5	Mættet hydraulisk ledningsevne.....	48
3.4.6	Umættet hydraulisk ledningsevne	49
3.4.7	Anvendelighed af hydrauliske data	50
3.5	Mikrobiologi	51
3.5.1	Mikrobiel biomasse	51
3.5.2	Mikrobiel aktivitet	52
3.5.3	Mikrobiel diversitet	53
3.5.4	Sammenfatning	54
3.6	Pesticidspecifikke parametre	55
3.6.1	Pesticidets binding	55
3.6.2	Pesticiders mineralisering	57
3.6.3	DT50-bestemmelse	61
4	Resultater af markvariationsundersøgelser	63
4.1	Geofysik.....	63
4.1.1	EM38.....	63
4.1.1.1	Kølvrå	63
4.1.1.2	Sammenfatning af EM38-målingerne på den proximale smeltevandsslette	63
4.1.2	Georadar	64
4.1.2.1	Kølvrå	65
4.1.2.2	Knivsig	65
4.1.2.3	Geologisk tolkning samt sammenligning af georadarundersøgelserne på den proximale del af smeltevandssletten	68
4.2	Prøveudtagningssteder.....	70
4.3	Teksturanalyser	70
4.4	Hydraulik.....	74
4.5	Mikrobiologi	75
4.5.1	Analyser	75
4.5.2	Variation.....	76
4.5.3	Markvariation	76
	Resultater af enkeltanalyser.....	77
4.5.5	Sammenfatning	77
4.6	Pesticidspecifikke parametre	77
4.6.1	Sorption af pesticider	78
4.6.2	Sammenfatning	81
5	Resultater af profilinieundersøgelser	82
5.1	Geofysik.....	82
5.1.1	EM38.....	82
5.1.2	Georadar	83
5.2	Pedologi.....	91
5.2.1	Røjen lokaliteten	91
5.2.2	Røjen Kær lokaliteten.....	93
5.2.2.1	Jordbundsudvikling	93
5.2.3	Røjen Mosegård lokaliteten	94

5.2.3.1	Jordbundsudvikling.....	94
5.2.4	Skåphusgård lokaliteten	95
5.2.4.1	Jordbundsudvikling.....	95
5.3	Geologi.....	97
5.4	Fysiske, kemiske og mineralogiske undersøgelser.....	102
5.4.1	Lokaliteterne Røjen, Røjen Kær, Røjen Mosekær og Skåphusgård	102
5.4.1.1	Røjen lokaliteten	102
5.4.1.2	Røjen Kær lokaliteten	104
5.4.1.3	Røjen Mosegård lokaliteten	105
5.4.1.4	Skåphusgård lokaliteten.....	106
5.4.1.5	Sammenligning af fysiske, kemiske og mineralogiske egenskaber	108
5.5	Hydraulik	109
5.5.1	Volumenvægt.....	110
5.5.2	Vandretention	110
5.5.3	Mættet hydraulisk ledningsevne	112
5.5.4	Anvendelighed af hydrauliske data	112
5.6	Mikrobiologi	113
5.7	Stofspecifikke parametre.....	114
5.7.1	Pesticidernes binding.....	114
5.7.2	Stoffernes mineralisering	115
6	Referencer	118
	Appendiks 1	119
	Appendiks 2	120
	Appendiks 3	123
	Appendiks 4	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 er der indsamlet en større mængde data, der danner baggrund for udarbejdelsen af 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 konceptet (Nygaard, Red., 2004). 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 tolkningen af data. Denne basisdatarapport omhandler data indsamlet på undersøgelseslokaliteter med smeltevandssand indenfor proximale smeltevandssletter indenfor 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-Dürring, 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 Ernstsens.

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 Ernstsens

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

Heidi C. Barlebo, GEUS

Vibeke Ernstsens, 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 proximale smeltevandssletter på Karup og Tinglev hedeslette.

Ved ekstramarginale aflejringer forstås smeltevandssand, -grus, -silt og -ler, der er aflejret ude foran isranden i Senglaciel 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 bueforløb. 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 proximale 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 proximale smeltevandssletter blevet udpeget på baggrund af eksisterende data fordelt således, at to af de proximale smeltevandssletter er beliggende indenfor Karup hedeslette og den sidste indenfor Tinglev hedeslette. Indenfor den ene af de proximale smeltevandssletter på Karup hedeslette viste det sig dog ikke muligt at udpege en undersøgelsesmark, som opfyldte de stillede krav indenfor KUPA-projektet med hensyn til bedriftstypen (beskrevet nærmere i KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002)). Som en konsekvens heraf blev der i stedet placeret to undersøgelsesmarker indenfor den anden udpegede proximale smeltevandsslette på Karup hedeslette. De endelig udpegede undersøgelsesmarker opfylder de stillede krav indenfor KUPA-projektet med hensyn til dybde til grundvandsspejl, bedriftstype mm. (KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002)). Markerne på Karup hedeslette benævnes Kølvrå og Ilskov, mens marken på Tinglev hedeslette benævnes Knivsig. På 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.

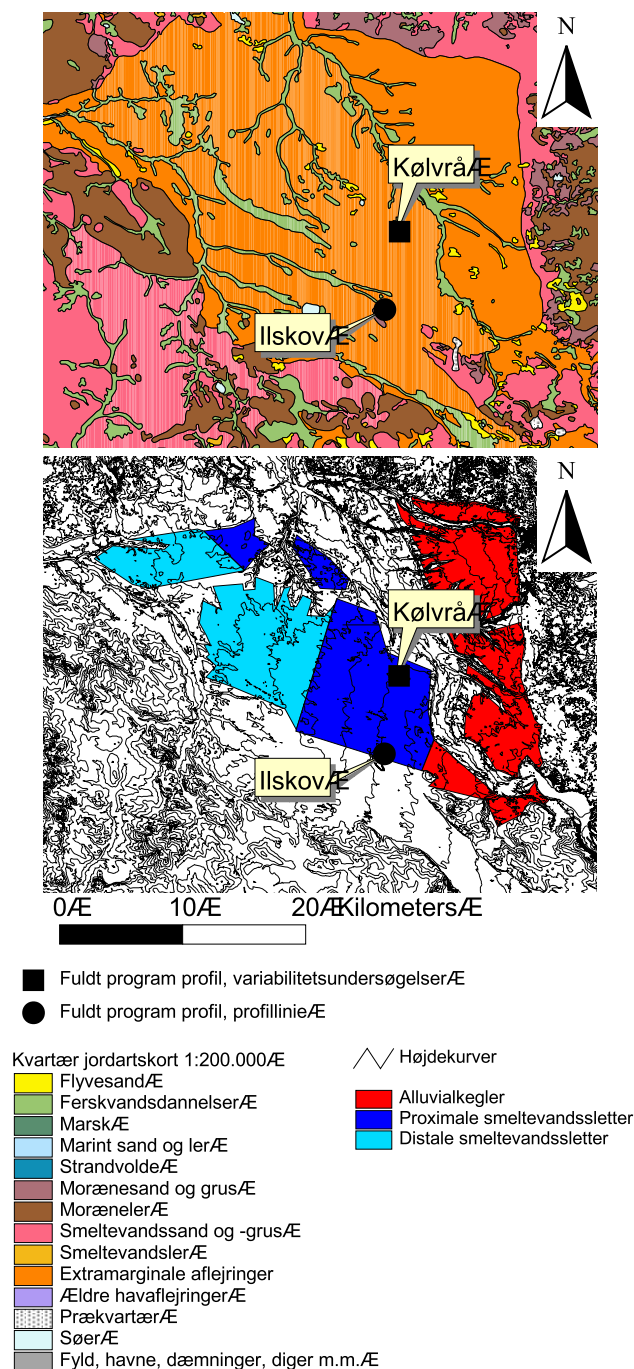
2.1 Fuldt undersøgelsesprogram profiler

På alle 3 marker er der indledningsvist foretaget EM38-målinger. Efterfølgende er der på hver af de 3 undersøgelsesmarker placeret et *fuldt undersøgelsesprogram profil*, som er sammensat af en udgravning og en boring der så vidt muligt går 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.

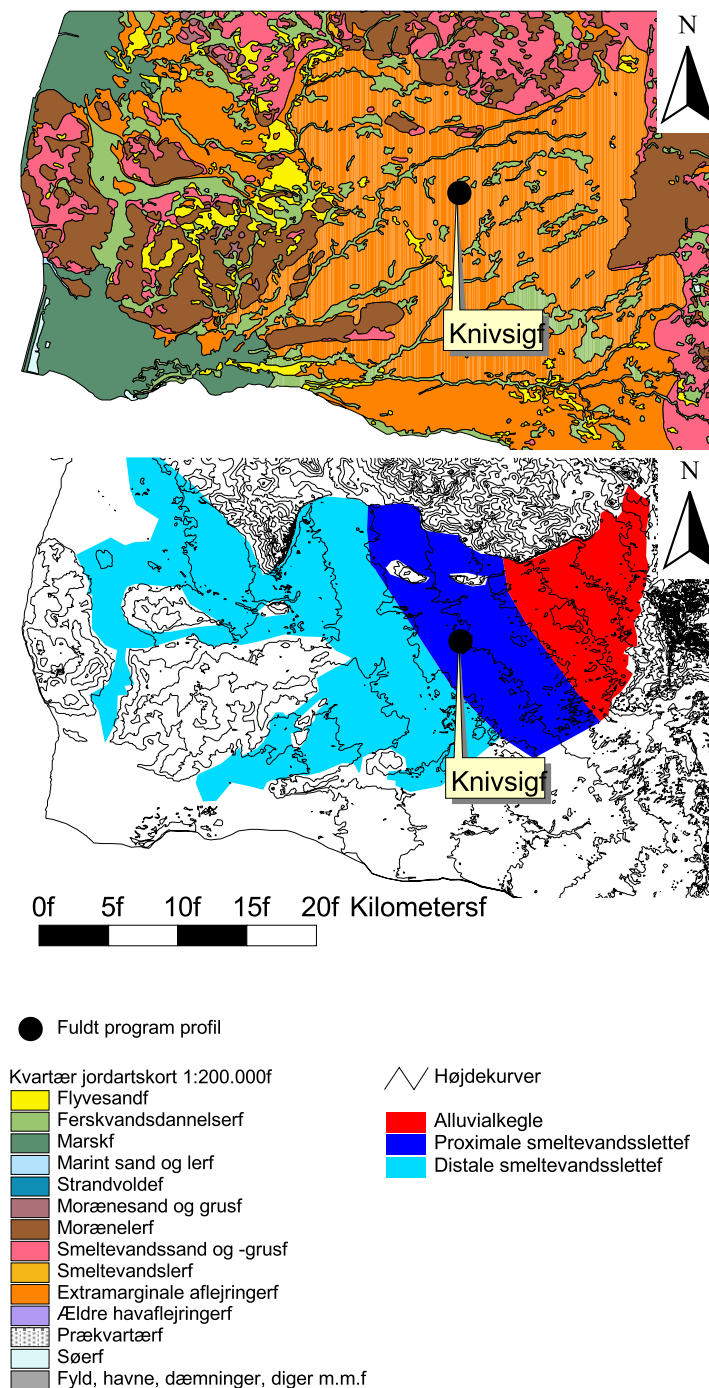
Fra fuldt undersøgelsesprogram profilerne udtages generelt prøver i 5 dybder, der relaterer sig til forskellige jordhorisonter indenfor den umættede zone (se KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002)). Prøverne anvendes til analyse af tekstur, hydrauliske, mikrobiologiske, stofspecifikke og geokemiske 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.

2.2 Markvariationsundersøgelser

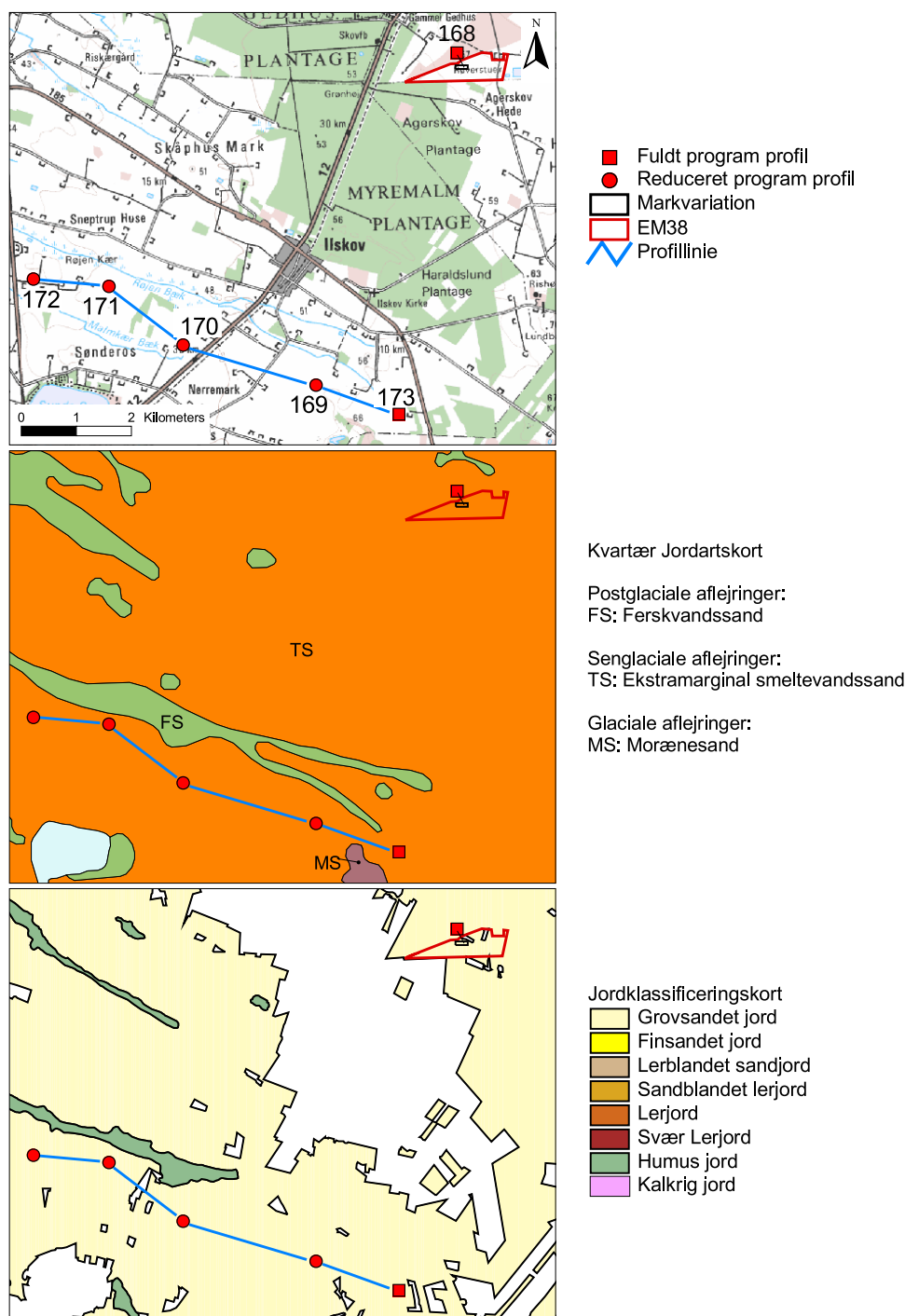
På Kølvrå marken er der endvidere foretaget markvariabilitetsundersøgelser, hvilket indebærer, at der er lavet ca. 50 små udgravninger hen over marken, hvori der i topjorden er foretaget målinger og udtaget prøver til bestemmelse af markvariationen i pedologi, tekstur, hydraulik (luftpermeabilitet), stofspecifikke parametre (sorption og stofmineralisering) og mikrobiologi (bakteriel karakterisering). På Kølvrå og Knivsig mark er der udover EM38-målinger endvidere også udført geofysiske undersøgelser i form af georadarmålinger.



Figur 2.1. Undersøgelsesmarkernes beliggenhed på Karup hedeslette med henholdsvis det Kvartære Jordartskort (1:200.000) og et kort med højdekurver som baggrund. Ækvivalensen mellem højdekurverne er 5 m. Lokalteterne er beliggende indenfor den del af de ekstramarginale aflejringer, der skønnes at indgå i proximale 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 proximal 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 proximale smeltevandsslette er bevaret.



Figur 2.3. Placering af fuldt undersøgelsesprogram profil på Kølvrå og Ilskov 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 (1:200.000) og Jordklassificeringskort (1:200.000) som baggrund. Områderne, hvor undersøgelseslokaliteterne er beliggende, er endnu ikke systematisk karteret og det viste kvartære jordartskort er derfor baseret på boredata m.m. På 1 cm kortet er profilernes KUPA-lokalitetsnumre angivet, hvortil knytter sig følgende stednavne: 168: Kølvrå (DGU arkiv nr. 75. 1624); 173: Ilskov (DGU arkiv nr. 75. 1625); 169: Skåphusgård (DGU arkiv nr. 75. 1622); 170: Røjen Mosegård (DGU arkiv nr. 75. 1621); 171: Røjen Kær (DGU arkiv nr. 75. 1620); 172: Røjen (DGU arkiv nr. 75. 1619).

2.3 Reduceret undersøgelsesprogram profiler (profilinie)

I tilknytning til Kølvrå og Ilskov markerne er der udført en profilinie, som består af fire boringer, der danner en ca. 7 km lang, ØSØ-VNV-gående linie gennem den proximale smeltevandsslette, hvorpå undersøgelsesmarkerne er beliggende. 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 georadar.

2.4 Oversigt over placering af undersøgelser

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

2.5 Placering af fuldt undersøgelsesprogram profilerne indenfor undersøgelsesmarkerne

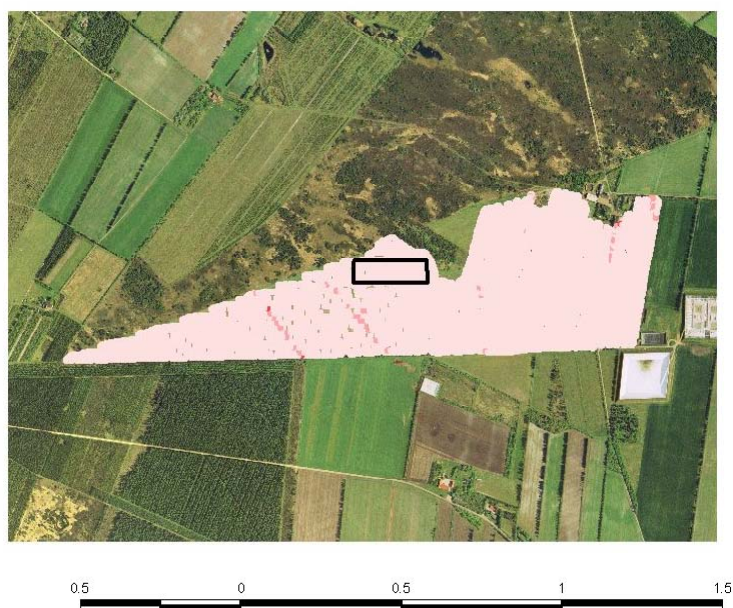
Søren B. Torp (DJF) og Mogens H. Greve (DJF)

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

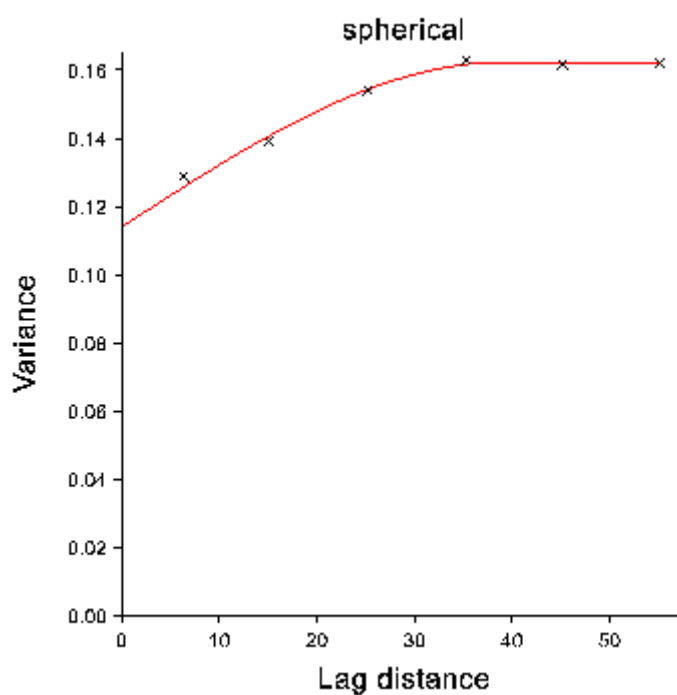
Efter at EM38-kortlægningen var gennemført og resultaterne bearbejdet indledningsvis, blev der udpeget en egnet lokalitet til placeringen af jordprofilet. Lokaliteten blev udpeget således, at den for smeltevandssand havde typiske EM38-værdier. Lokaliteterne blev efterfølgende opsøgt for at få bekræftet,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

2.5.1 Kølvrå lokaliteten

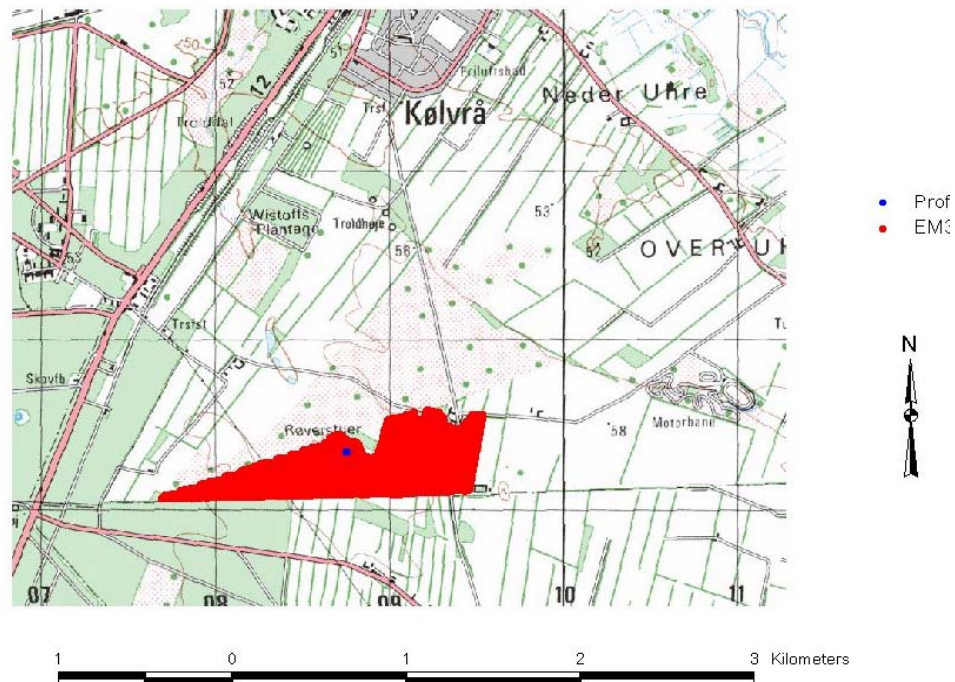
Ved Kølvrå blev der foretaget målinger med EM38-sensoren. Resultatet af undersøgelserne og databehandlingen er vist på fig. 2.4 og 2.5. Udfra disse målinger blev placeringen af fuldt undersøgelsesprogram profilet og markvariationsundersøgelserne bestemt (fig. 2.6).



Figur 2.4. Kølvrå-resultater fra målinger med den elektromagnetiske EM38-sensor. Figuren viser målinger af jordens elektriske ledningsevne målt i millisiemens pr. meter. Sensormålingerne viser udelukkende værdier på 0-5 millisiemens/meter. De værdier, der ligger på 5-10 og derover, skyldtes nedgravede el-kabler. Det sorte rektangel viser variationsundersøgelsesfeltets geografiske placering



Figur 2.5. Variogram af EM38-målingerne fra Kølvrå-lokaliteten. Punkterne er den eksperimentelle semivarians. Den bedst fittede sfæriske model har følgende parametre (defineret i KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002)): Range = 39 m, sill = 0,16 og nugget = 0,11.



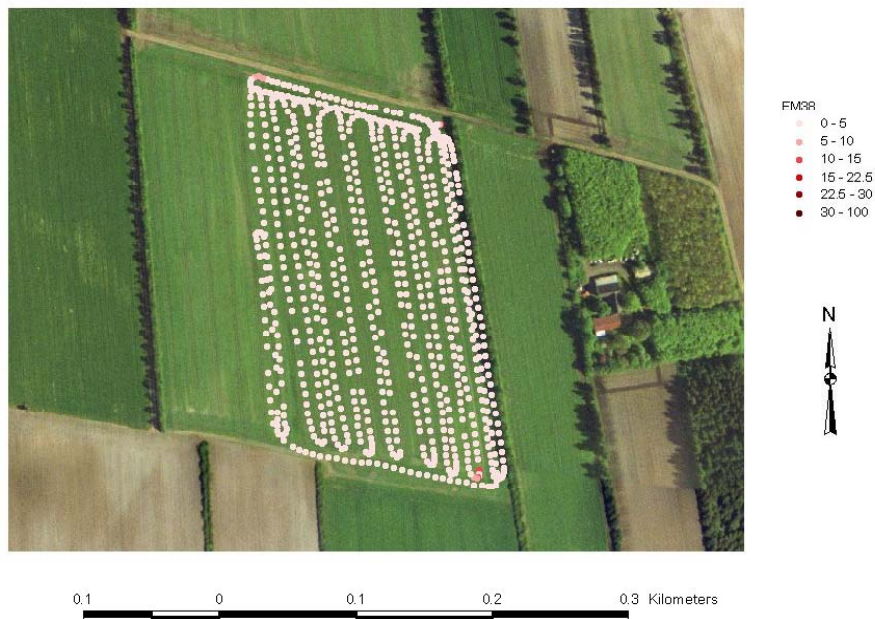
Figur 2.6. Kølvrå-lokaliteten. Undersøgelsesmarkens geografiske placering ved Kølvrå. Markens udstrækning er vist med rødt. Udgravningen af fuldt undersøgelsesprogram profilet er udført ved det blå punkt.

2.5.2 Ilskov lokaliteten

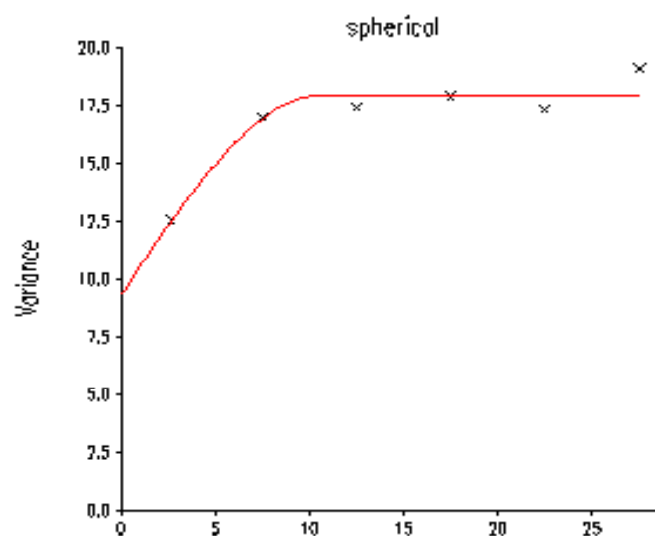
Resultater fra EM38-undersøgelsen af Ilskov-lokaliteten er vist på fig. 2.7 og 2.8. Ud fra disse er placeringen af udgravningen af fuldt undersøgelsesprogram profilet bestemt (fig. 2.9).

2.5.3 Knivsig lokaliteten

Resultater fra EM38-undersøgelsen af Knivsig-lokaliteten er vist på fig. 2.10 og 2.11. Ud fra disse er placeringen af udgravningen af fuldt undersøgelsesprogram profilet bestemt (fig. 2.12).



Figur 2.7. Ilskov-resultater fra målinger med den elektromagnetiske EM38-sensor. Figuren viser undersøgelsesmarken med målinger af jordens elektriske ledningsevne målt i millisiemens pr. meter. Den typiske måleværdi er her i intervallet 0-5 millisiemens/meter. Enkelte værdier findes i intervallet 5-15 og må tilskrives randeffekter.



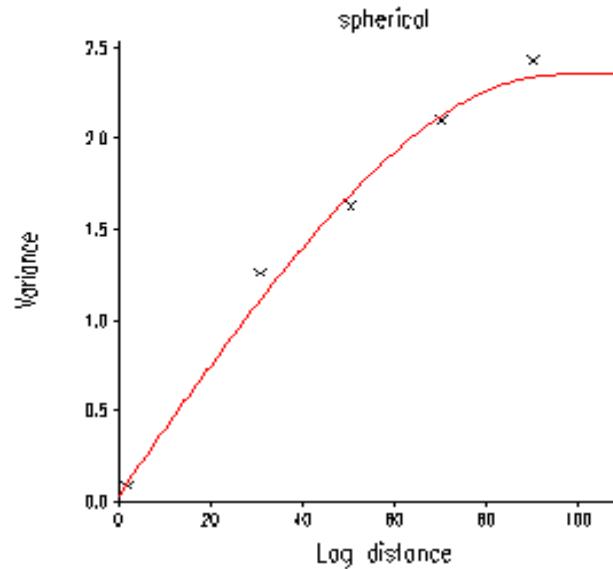
Figur 2.8. Variogram af EM38-målingerne fra Ilskov-lokaliteten. Punkterne er den eksperimentelle semivarians. Den røde linie er den bedst fittede sfæriske model med følgende parametre (defineret i KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002)): Range = 11,5 m, sill = 0,2 og nugget = 0,2.



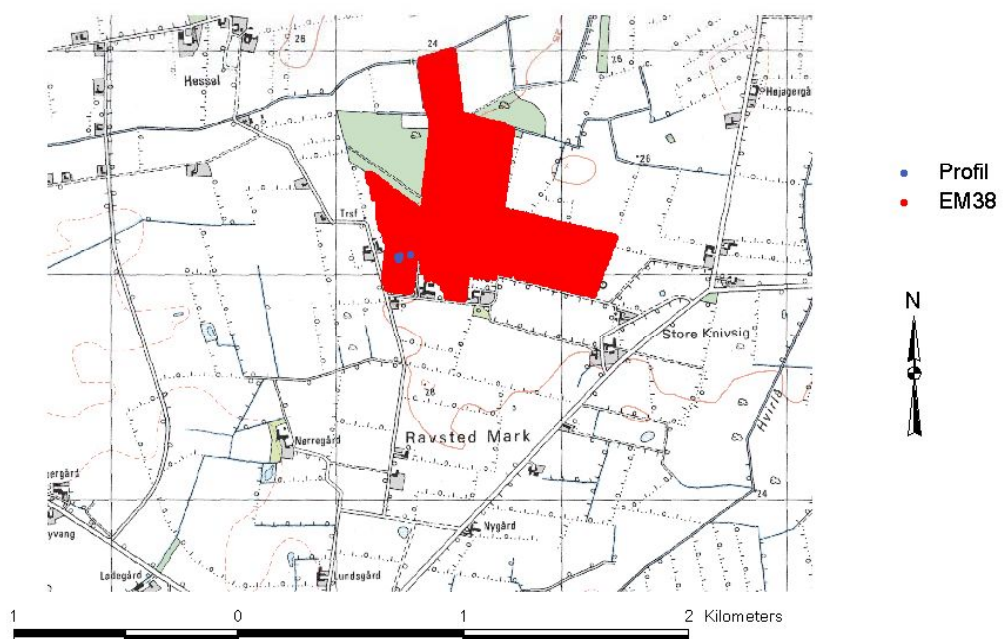
Figur 2.9. Ilskov-lokaliteten. Undersøgelsesmarkens geografiske placering ved Ilskov. Markens udstrækning er vist med rødt. Udgravningen af undersøgelsesprofilen er lavet ved det blå punkt.



Figur 2.10. Knivsig-resultater fra målinger med den elektromagnetiske EM38-sensor. Figuren viser målinger af jordens elektriske ledningsevne målt i millisiemens pr. meter. Der findes måleværdier i intervallerne 5-10 og 10-15 millisiemens/meter. Enkelte områder i den østlige del har lave værdier på 0-5 millisiemens/meter. De højere værdier på den nordlige mark skyldes forhøjet humusindhold i pløjelaget på den lavtliggende mark ned til åen.



Figur 2.11. Variogram af EM38-målingerne fra Knivsig-lokaliteten. Punkterne er den eksperimentelle semivarians. Den røde linie er den bedst fittede sfæriske model med følgende parametre (defineret i KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002)): Range = 106 m, sill = 2,4 og nugget = 0,3.



Figur 2.12. Knivsig-lokaliteten. Undersøgelsesmarkens geografiske placering nær ved Knivsig. Markens udstrækning er vist med rødt. Udgravningen af undersøgelsesprofilen er lavet ved det blå punkt.

3 Resultater fra fuldt undersøgelsesprogram profiler på proximale smeltevandsslette

I dette kapitel vises undersøgelsesresultaterne for den repræsentative jordprofil på hver af de tre marker, udpeget på landskabselementet proximal hedeslette. Undersøgelserne gennemføres dels i en V-formet udgravning til 1-2 meters dybde, dels i borer, jfr. Barlebo et al. 2002. Profilundersøgelserne omfatter pedologisk beskrivelse af de øvre jordlag og geologisk beskrivelse indtil maksimalt 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.

Jorderne er bestemt efter det danske klassifikationssystem (Madsen, 1985) og det amerikanske Soil Taxonomy (1999). I øvrigt skal der henvises til KUPA rapport nr. 2, Metoderapport (Barlebo et al. 2002) med hensyn til profilgravning, beskrivelsesmetoder, analysemetoder m.m. 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).

Tabel 3.1. Pedologiske og geologiske kornstørrelsesbetegnelser for de anvendte kornstørrelsesfraktioner.

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

3.1.1 Kølvrå lokaliteten

Jordbundsprofilen ved Kølvrå er udviklet er ensartet aflejret af smeltevand under Weichsel-glaciationen. Jordbundsprofilen er gravet på den proximale del af smeltevandkeglen der er svagt skrånende mod vest. Der er ingen tegn på vandstuvning, så jorden må betegnes som værende, yderst veldrænet, tabel 3.2.

Profilen klassificeres efter det danske system som en humuspodzol, da der findes en diagnostisk Bh-horisont der er lige så tyk eller tykkere end resten af B-horisonterne (Madsen, 1985). Horisonten er kun pletvist svagt hærdnet (< 50% al-lag) hvilket ikke vurderes som nok til et suffiks i navngivningen. Klassificeret efter Soil Taxonomy (1999) bliver jorden en typic Haplorthod.

3.1.1.1 Jordbundsudvikling

Jordbundsudviklingen i dette profil har været domineret af 3 hovedprocesser: podsolering, landbrugsdrift og dybdepløjning. Dybdepløjningen med en vendepløj er sandsynligvis foretaget af Hedeselskabet engang efter krigen (Jensen, 1970). Den kraftige vending af jorden til indtil 50 cm dybde har så at sige konserveret jordbundens øvre horisonter ved at disse er vendt ned i jorden, figur 3.3 og 3.4. Dermed er den eluviale horisont (E-horisonten) bevaret da den nu ligger dybere end almindelig pløjedybde. Udfra opmålingen (figur 3.4) kan man se at E-horisonten har haft en mægtighed på ca. 15- 20 cm, figur 3.4.

På figur 3.2. er opmålingen foretaget i stort set samme retning som dybdepløjningen, mens den på figur 3.3 og 3.4. er på tværs af pløjeretningen.

Analyser af alle horisonter ligger desværre uden for dette projekts rammer, men en analyse for Fe + Al i Bh-horisonten giver normalt værdier på 3-5 gange højere end i Bs horisonten (Sundberg 1999). Der findes et forholdsvis højt forhold for af jern og aluminium ($\text{Fe} + \text{Al}_{\text{oxalat}}$) og $\text{Fe} + \text{Al}_{\text{DCB}}$ i Bs-horisonten, hvilket understøtter at der sandsynligvis er et endnu større indhold af Fe+Al i Bh-horisonten. Der er tale om en fuldt udviklet spodisk horisont.

Hævning af pH ved opkalkning har stoppet den naturlige jordbunddannelse (podsolering), der kun forløber ved lav pH. Som andre jorde på hedesletten må kalkindholdet i den oprindelige råjord antages at have været minimalt fra udgangspunktet og den smule der var er for længst fjernet ved forsuring og kalknedvaskning. Mergling og kalkning har herefter hævet pH til det nuværende niveau. Ved ophør af den nuværende drift vil jorden efter en år-række igen udvaskes for karbonat og ende i sin naturlige tilstand som podsol. Indholdet af calcium og den høje basemætningsgrad i pløjelaget kan forklares ved kalk tilskuddet.



Figur 3.1. Nærbillede af den pedologiske udvikling samt geologiske strukturer i jorden ved Kølvrå. Målestokken fremgår af profilskitzen i figur 3.2. Se i øvrigt omtale i teksten.

Tabel 3.2. Lokalitetsbeskrivelse, klassifikation og pedologisk horisontbeskrivelse for lokalitetsnr. 168 ved Kølvrå (DJF profil nr. 3132).

Dansk jordklassifikation	Humuspodzol	USDA jordklassifikation	Typic Haplorthod.
Udgangsmateriale	Smeltevandssand	Profil dybde	180 cm
UTM	32 0508745 6236336	Dræningsklasse	Meget veldrænet
Landskabsform	Hedeslette	Grundvandsdybde	>180 cm
Kort blad	1215 III SV Karup	Vegetation	Høstet afgrøde
Kote	56 m	Max. rod dybde	80 cm
Topografi	Flade	Beskriver	Søren Torp
Hældning	1-2 gr.	Dato	20. 3. 2001
Bemærkninger	Dybdepløjet til 55 cm. 80-95 cm lyst bånd under Bs-horisonten.		

Profilbeskrivelse



Ap (0-29 cm)
Sort (10YR 2/1 fugtig) sand; 1-7% humus; strukturløs; fugtig, løs konsistens; jordbrugsalket, overvejende klumper; der er <5 vol. %, 2,0-7,5 cm sten af overvejende afrundet form, der er lithologisk blandende uden kalk; hyppige mellemstore rødder; 1-10 porer pr. dm² som orme- og rodgange; horisontgrænsen er abrupt og jævn.

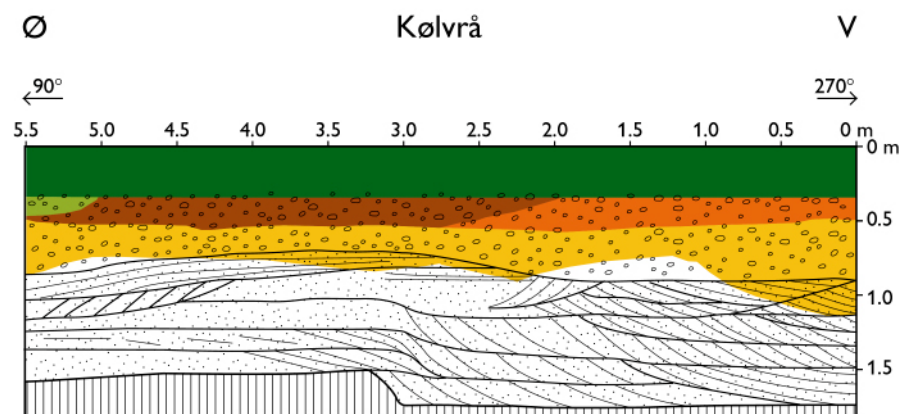
E (29-50 cm)
Lyserødlig grå (5YR 6/2 fugtig) grovsand; humusfattig; strukturløs; fugtig, løs konsistens; der er <5%, diameter 2,0-7,5 cm sten af overvejende afrundet form, der er uforvitrede og som lithologisk er blandede, uden kalk; meget få fine rødder; horisontgrænsen er klar og irregulær.

Bh (29-50 cm)
Mørk rødlig brun (5YR 2,5/2 fugtig) grovsand; 1-7% humus; meget svag medium subangulær struktur; plettet af tykke coatings mellem sandkornene, coatings består af lermaterialer (+sesquioxider) og humus; der er <5%, diameter 2,0-7,5 cm sten af overvejende afrundet form, der er uforvitrede og som lithologisk er blandede, uden kalk; 15-40 vol. %, diameter >1 cm, bløde+hårde, irregulære, noder, der består af røde Fe-oxider & -hydroxider og Fe- og Mn-oxider; >10 cm tyk stærkt diskontinuert, <50%, svagt cementeret al-lag; nogle fine rødder; horisontgrænsen er gradvis og irregulær.

Bhs (45-55 cm)
Sort (7,5YR 2,5/1 våd); 1-7 % humus; strukturløs; fugtig løs konsistens; meget lidt plettet af moderat tykke coatings i mellem sandkornene, coatings består af lermaterialer (+sesquioxider) og humus; der er 5-15 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 stærkt diskontinuert, <50%, svagt cementeret al-lag; nogle fine rødder; horisontgrænsen er diffus og bølget.

Bs (55-80 cm)
Mørk brun (7,5YR 3/4 fugtig) grovsand; 2-20% pletter af farven meget mørk brun (10YR 2/2 fugtig), pletterne er >15 mm, lodret stribede med en diffus, >2 mm grænse og tydelig kontrast; humusfattig; strukturløs; fugtig, løs konsistens; der er <5%, diameter 2,0-7,5 cm sten af overvejende afrundet form, der er uforvitrede og som lithologisk er blandede, uden kalk; meget få fine rødder; horisontgrænsen er klar og jævn.

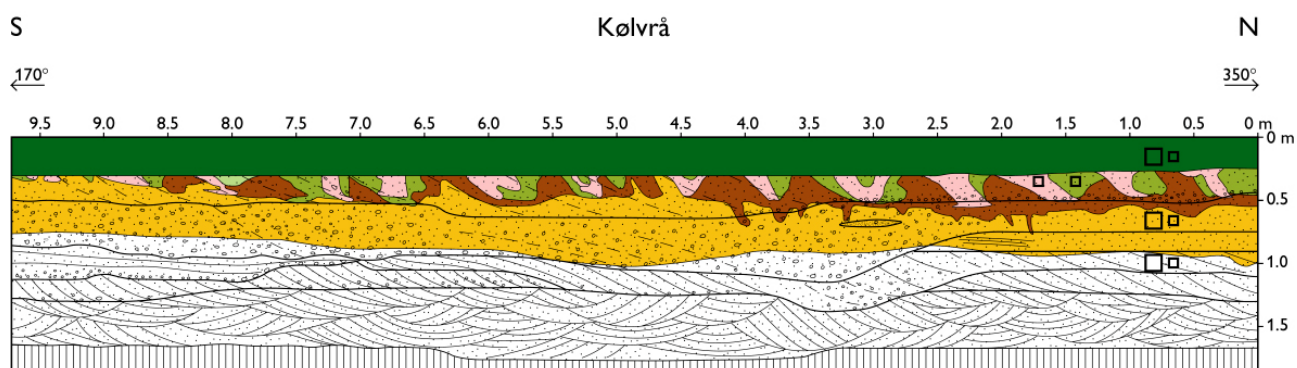
C (80-160 cm)
Rødlig gul (7,5YR 6/8 fugtig) grovsand; der er teksturelle bånd af farven lys grå (10YR 7/2 fugtig) sand; humusfattig; strukturløs; fugtig, løs konsistens; der er <5 vol %, diameter 2,0-7,5 cm sten af overvejende afrundet form, der er uforvitrede og som lithologisk er blandede, og uden kalk.



Figur 3.2. Skitse af øst-vest profilvæg ved Kølvrå. Se omtale i teksten. Optegnelse af geologiske strukturer (sort) og pedologiske horisonter (farver). Prøvetagningsfelterne er indtegnet på figur 3.4. Signaturforklaring findes i appendiks.



Figur 3.3. Foto af syd-nord profilvæg ved Kølvrå. Fotoudsnittet udgør ca. 1,5 meter i længden og 1 meter i dybden.



Figur 3.4 Skitse af syd-nord profilvæg ved Kølvrå. Optegnelse af geologiske strukturer (sort) og pedologiske horisonter (farver). Prøvetagningssteder er markeret med kvadrater. Signaturforklaring findes i appendiks.

3.1.2 Ilskov lokaliteten

Jordbundsprofilen ved Ilskov klassificeres i det danske system Madsen (1985) som en Podzol pga. tilstedeværelsen af en diagnostisk Bs-horisont, tabel 3.3. Da den tilstedeværende Bh-horisont ikke er sammenhængende, men optræder som "skorstene", kan den ikke medtages i navngivningen. Da Bhs- og Bs-horisonten har et kontinuert svagt hærtnet al-lag beskrives jorden som en svagt hærtnet Typipodzol. Klassificeret efter Soil Taxonomy (1999) bliver jorden en typic Haplorthod.

3.1.2.1 Jordbundsudvikling

De diagnostiske horisonter Bs, Bhs og Bs under pløjelaget viser at jorden har gennemgået de podsolerende processer. Denne proces må antages at være ophørt med den nuværende dyrkningspraksis.

På de store profilsnit kan det ses at podsoleringsdybden varierer hen gennem profilen og at der optræder såkaldte "skorstene" hvor podsolhorisonterne er specielt dybt udviklede, figur 3.5 og 3.7. En kerne bestående af eluviativt materiale er omgivet af en kraftig sortfarvet humusrig Bh-horisont der nogen steder var udbredt helt til grundvandsspejlet i ca. 1 meters dybde. Oprindelsen til disse skorstene skal ikke diskuteres her, men det skal nævnes at der kun i nogen grad kunne iagttages et sammenfald med geologiske strukturer og teksturelle forskelle. Ud fra jordfarverne kan det antages at der foregår en præferentiel strømning gennem dem og i dette tilfælde direkte til grundvandet. De omkringliggende horisonter er svagt hærtnet af et kontinuert al-lag der gør dem mindre permeable.

Kationfordelingen viser høje værdier for Ca^{++} på grund af jordbrugskalkningen, tabel 3.6. Det kan ligeledes ses på den omvendte pH-profil med den højeste værdi øverst. Høj basemætning og høj udbytningskapacitet i pløjelaget er en følge af opkalkning.

Udvaskningen af jern og aluminium er sket til et dybere niveau for jern end det er tilfældet for aluminium. Normalt har aluminium en større mobilitet end jern, men i dette tilfælde har jern det dybeste maksima.

Roddybden på denne sandjord er meget begrænset, der blev kun observeret rødder indtil ca. 35 cm's dybde.

Tabel 3.3. Lokalitetsbeskrivelse, klassifikation og pedologisk horisontbeskrivelse for lokalitetsnr. 173 ved Ilskov (DJF profil nr. 3135)

Dansk jordklassifikation	Humuspodzol	USDA jordklassifikation	Typic Haplorthod
Udgangsmateriale	Smeltevandssand	Profil dybde	90 cm
UTM	32 507559 6229999	Dræningsklasse	Moderat veldrænet
Landskabsform	Hedeslette	Grundvandsdybde	190 cm
Kort blad	1214 IV NV Ikast	Vegetation	Høstet afgrøde
Kote	57 m	Max. rod dybde	Ca. 35 cm
Topografi	Fladt	Beskriver	Søren Torp
Hældning	0-1 gr.	Dato	28. 3. 2001
Bemærkninger	Ingen		

Profilbeskrivelse



Ap (0-30 cm)

Sort (10YR 2/1 fugtig) sand; 1-7% humus; strukturløs; våd ikke klæbrig konsistens; er jordbrugskalket overvejende klumper; 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; nogle fine rødder; 1-10 porer pr. dm² som orme- og rod-gange; horisontgrænsen er abrupt og jævn.

E (30-55 cm)

Mørk rødlig grå (5YR 4/2 fugtig) 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 består af blandede uden kalk; ingen rødder; horisontgrænsen er gradvis og bølget.

Bh (55-68 cm)

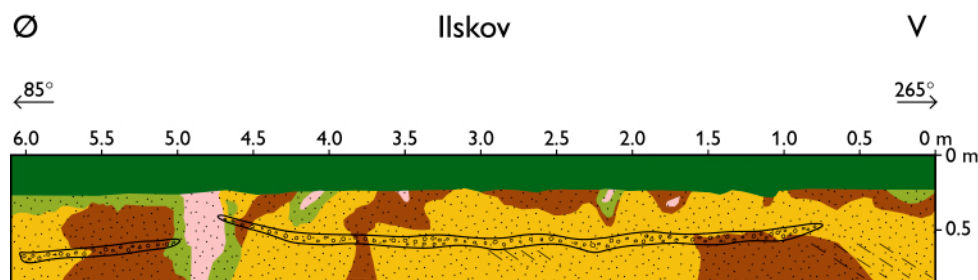
Rødlig sort (2,5YR 2,5/1 fugtig) sand; der er horisontindblanding af farven mørk brun (7,5YR 3/4 fugtig); 1-7% humus; svag medium subangulær struktur; fugtig, løs konsistens; kontinuert af moderat tykke coatings i mellem sandkornene, coatings består af humus; der er <5 vol. %, diameter 2,0-7,5 cm sten af overvejende afrundet form, der er uforvitrede og som lithologisk er blandede uden kalk; >10 cm tyk kontinuert, svagt cementeret al-lag ; ingen rødder; horisontgrænsen er diffus og bølget.

Bhs (68-90 cm)

Mørk rødlig brun (5YR 2,5/2 fugtig) sand; humusfattig; svag medium subangulær struktur; fugtig, løs konsistens; kontinuert af moderat tykke coatings i 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 kontinuert, svagt cementeret al-lag.

Bs (- cm)

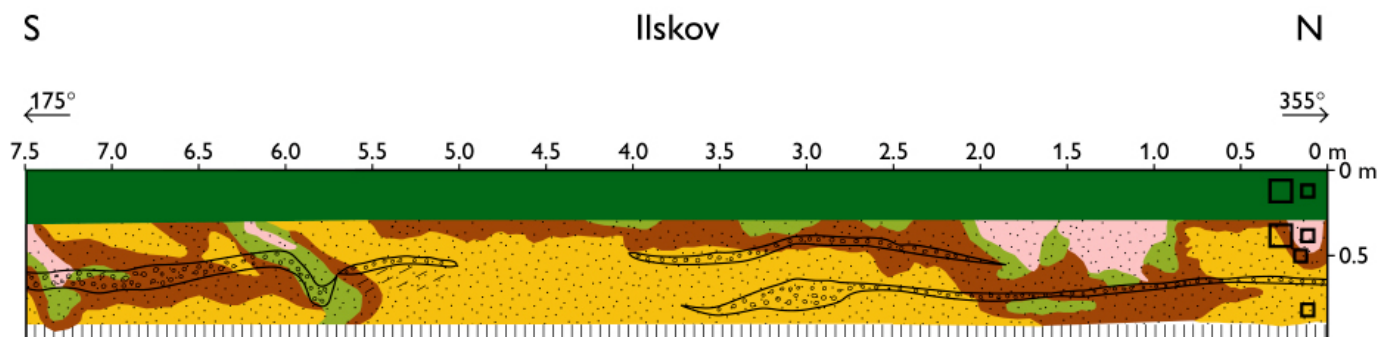
Sand; humusfattig; svag medium subangulær struktur; fugtig, meget sprød konsistens; kontinuert lag af tynde coatings i mellem sandkornene, coatings består af lerminerale (+ sesquioxider); der er <5 vol. %, diameter 2,0-7,5 cm sten af overvejende afrundet form, der er uforvitrede og som lithologisk består er uden kalk; <5 vol. %, diameter >1 cm, bløde, afrundede, noder, der består af røde Fe-oxider & -hydroxider; >10 cm tyk kontinuert, svagt cementeret al-lag; ingen rødder; 1-10 porer pr. dm² som orme- og rodgange.



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



Figur 3.6. Foto af syd-nord profilvæg ved Ilskov. Fotoudsnittet udgør ca. 7 meter i længden og ca. 70 cm i dybden.



Figur 3.7. Skitse af syd-nord profilvæg ved Ilskov. Optegnelse af geologiske strukturer (sort) og pedologiske horisonter (farver). Prøvetagningssteder er markeret med kvadrater. Signaturforklaring findes i appendiks.

3.1.3 Lille Knivsig lokaliteten

Profilen klassificeres i det danske system (Madsen 1985) som en Brunpodzol på grund af tilstedeværelsen af en diagnostisk Bsv-horisont der ikke er cementeret og har en gulbrun farve (mørk gulligbrun, 10YR 3/6, fugtig), tabel 3.4. Det skal her nævnes at Bsv-horisonten ved tolkning har skiftet navn fra det tidligere Bs til Bsv, hvorfor den kan optræde under navnet Bs, f.eks. på skitserne. Efter det amerikanske klassifikationssystem bliver jorden en humic psammentic Dystrudept (Soil Taxonomy 1999).

3.1.3.1 Jordbundsudvikling

Jordbundsudviklingen i jordbundsprofilen i Lille Knivsig er foregået i grovsandede glaciofluviale sedimenter. På figurerne 3.8 til 3.11 ses de øverste to mest udbredte horisonter, Ap- og umiddelbart herunder Bsv-horisonten. På skitsen ses at der over mindre områder også findes en tynd Ap2-horisont imellem disse to horisonter. Sandsynligvis er Ap2-horisonten, der er maksimum 10-15 cm tyk, dannet ved sandflugtsepisoder eller ved jordflytning på grund af jordbearbejdning.

Jorden er ligesom på de to andre lokaliteter meget veldrænet. Enkelte steder i C-horisonten findes større blege udvaskede pletter af E-horisont der viser at der findes præferentielle strømningsveje for vandets vej gennem jorden. Andre spor efter vandbevægelse i C-horisonten er < 5% 1 cm store bløde, røde jern noder bestående af Fe-oxider & hydroxider. Jernudfældningerne der er dannet ved at det nedtrængende vand nogle steder hæmmes på sin vej pga. teksturelle forskelle i sedimentet og at opløst jern derved udfældes, figur 3.9 og 3.10.

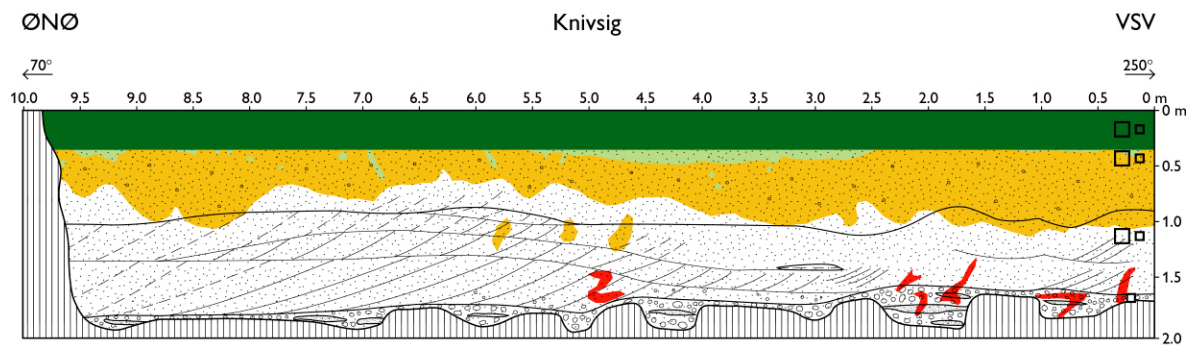
De øvre podsolhorisonter formodes også her at være indeholdt i det nuværende pløjelag. Analyseresultaterne viser at de højeste indhold af jern findes i den øverste horisont, hvilket kan være et tegn på at der har foregået en podsolering, tabel 3.7. Aluminium har for begge udtrækningsmetoder maksima i Bsv-horisonten, hvilket afspejler aluminiums større mobilitet i forhold til jern, men også at de podsolerende processer har været virksomme. ODOE værdien for Ap-horisonten er på 0,3050 (spodisk krav >0,25 i FAO), men da der ikke er tale om en B-horisont kan det ikke bruges i klassificeringen. I Bsv-horisonten er ODOE værdien lav.

I tilfældet for denne jord er der tvivl om at jordens naturlige tilstand er en podsol, idet Bsv-horisonten ikke viser andre tegn på podsolering end et forhøjet aluminium indhold. Tidligere spodiske horisonter er i dag indeholdt i det ved landbrugsdrift homogeniserede pløjelag. Mængden af frigivne Fe- og Al-oxider ved forvitring af primære mineraler fra Ap-horisontens forholdsvis høje indhold af silt og ler bidrager givetvist til denne horisonts oxid niveau.

Den naturlige jordbundsudvikling må anses som stoppet pga. den nuværende dyrkningspraksis med tilførsel af jordbrugskalk.

Tabel 3.4. Lokalitetsbeskrielse, klassifikation og pedologisk horisontbeskrivelse for lokalitetsnr. 174 ved Lille Knvsig (DJF profil nr. 3166).

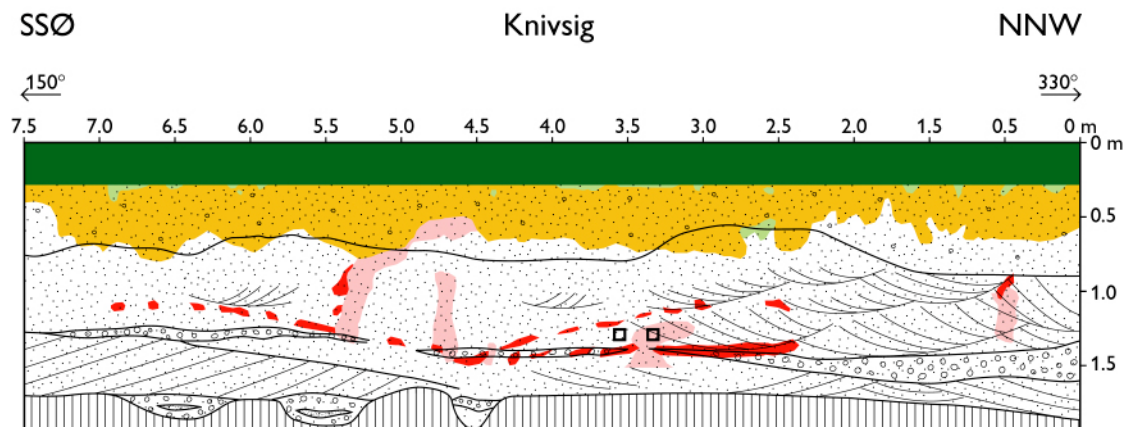
Dansk jordklassifikation	Brunpodzol	USDA jordklassifikation	Arenic Umbrisol
Udgangsmateriale	Glaciale ferskvands-aflejringer	Dræningsklasse	Meget veldrænet jord
UTM	32 508285 6098073	Profil dybde	180 cm
Beliggenhed	Flade	Grundvandsdybde	-
Kote	25 m	Vegetation	Høstet afgrøde
Landskabsform	Smeltevands slette	Beskriver	Søren Torp & Steven Ashouti
Hældning	1 - 2 °	Dato	13-11-2001
Bemærkninger	Max. Roddybde 60 cm. B-horisont: Lerinterklaster. C-horisont: Blegede områder, lerinterklaster.		
	Feltbeskrivelse		
	Ap (0 - 32 cm) Meget mørk grålig brun (10YR 3/2 fugtig) grovsand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusholdig, 1-7%; 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; store rødde; porer, 1-10/dm2 som orme- og rodgange; strukturløs; fugtig, løs konsistens; meget lidt plettet af tykke coatings af humus i rodgange; abrupt jævn grænse.		
	Bsv (32-85 cm) Mørk gullig brun (10YR 3/6 fugtig) grovsand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; meget få fine rødde; porer, 1-10/dm2 som orme- og rodgange; strukturløs, fugtig, løs konsistens; meget lidt plettet af tykke coatings af humus i rodgange; diffus bølget grænse.		
	C (85 - 190 cm) Lys gullig brun (10YR 6/4 fugtig) Grovsand; og bånd af grus (2 mm-2 cm); glaciale ferskvandsaflejringer; mange mere end 20 % lys grå (10YR 7/2 fugtig) brogede store, større end 15 mm pletter, med tydelig kontrast og diffus, større end 2 mm grænse; 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; mindre end 5 vol. % bløde noder, afrundede, Fe-oxider & hydroxider (røde) + Fe- og Mn-oxider; med en diameter mindre end 1 cm; strukturløs, fugtig, løs konsistens.		



Figur 3.8. Skitse af østnordøst-vestsydvest profilvæg fra Lille Knivsig. Se omtale i teksten. Optegnelse af geologiske strukturer (sort) og pedologiske horisonter (farver). Prøvetagningssteder er markeret med kvadrater. Signaturforklaring findes i appendiks.



Figur 3.9. Foto af østnordøst-vestsydvest profilvæg ved Lille Knivsig. Fotoudsnittet udgør ca. 9 meter i længden og ca. 1,9 meter i dybden. Billedet er en smule forvrænget.



Figur 3.10. Skitse af sydsydøst-nordnordvest profilvæg ved Lille Knivsig. Se omtale i teksten. Optegnelse af geologiske strukturer (sort) og pedologiske horisonter (farver). Prøvetagningsstederne er indtegnet som sorte kvadrater. Signaturforklaring findes i appendiks.



Figur 3.11. Foto af sydsydøst-nordnordvest profilvæg ved Lille Knivsig. Fotoudsnittet udgør ca. 7 meter i længden og 1,5 meter i dybden.

3.1.4 Pedologiske karakteristika, forskelle og ligheder på de tre Proximal jorder

Jordbunden som vi finder på de tre lokaliteter viser alle tegn på at podsolerende processer har været aktive. Horisontsammensætningen ved Kølvrå og Ilskov viser tydeligt at der har været en fuldt udviklet podsol på hver af disse lokaliteter. Det er især tydeligt ved Kølvrå hvor horisonterne er bevaret ved dybdepløjning. For Ilskov gælder at de øverste horisonter fra den ideelle og oprindelige podsol i dag er indeholdt og delvist omdannet i det nuværende dyrkningslag i toppen, men at der også her er spor efter podsoleringsgraden ved tilstedeværelsen af kraftigt udviklede skorstene til større dybde.

Podsoleringsgraden på lokaliteterne Kølvrå og Ilskov har været tilnærmelsesvis ens, idet de horisonter der er fundet under pløjelaget (Bh-, Bhs- og E-horisonter) indikerer modenhed og kraftigt udviklede horisonter.

I jordbundsprofilet ved Lille Knivsig tyder de spor vi ser i dag på at der her er sket en svag til moderat podsolering.

Ingen af jordene har i dag gennemgående vandstandsende lag eller kraftigt udviklede al-lag. Roddybden er overalt ringe til ca. 40 cm.

Med den hævede pH ved jordbrugskalkning er de podsolerende processer; der foregår ved lav pH, sandsynligvis stoppede eller stærkt nedsatte i dag.

3.2 Geologi

Henrik Vosgerau (GEUS) og Vibeke Ernsten (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 sedimentet i særegne enheder karakteriseret ved blandt andet deres kornstørrelsesfordeling, sorteringsgrad og sedimentære strukturer, som 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-horizonten, da jordbundsudvikling har udvisket strukturerne i den øvre del af udgravningerne. For de enkelte marker præsenteres geologien i boringen, der indgår i fuldt undersøgelsesprogram, i

form af en geologisk log, hvor de gennemborede sedimenters lithologi, kornstørrelsesfordeling, sedimentære strukturer, forekomsten af kalk og karakteristiske farver fremgår. 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 Kølvrå lokaliteten

Sedimenterne består i udgravningen af mellem- og grovkornede sandlag og et enkelt markant groft gruslag, figur 3.2 og 3.4. Nederst i udgravningen ses sandlag, der hovedsageligt er mellemkornede og trugskrålejrrede (facies St) med foresets, der hælder mod NV. Ovenover følger planar og trugskrålejrrede sandlag (facies Sp og St), der er mellem- og grovkornede. Stedvis er foresets grusede og der forekommer grus langs laggrænserne. De planare skrålejringer hælder mod NØ. Det markante gruslag, der ses i den øvre del af udgravningen, er op til 60 cm tykt og har en erosiv undergrænse. I gruslaget er klastunderstøttede sten almindelige. Disse er typisk 3-5 cm store, men sten med diametre på op til 13 cm forekommer også. Gruslaget er strukturløst (facies Gd) bortset fra enkelte steder, hvor utydelige trugskrålejringer ses (facies Gt). Gruslaget overlejres af af groft sand, der er svagt gruset med spredte sten. De primære sedimentære strukturer er generelt udvisket af jordbundsudviklingen, men nogle steder kan utydelige skrålejringer ses. Sedimenterne i udgravningen er kalkfrie. Geologien i boringen på Kølvrå mark er beskrevet i figur 3.12. Boringen viser at ned til ca. 5 m u.t. findes der hovedsageligt fint- til mellemkornet smeltevandssand med enkelte gruskorn og sten. På boringstidspunktet (3.10.2001) blev grundvandet antruffet i 4.22 meter under terræn.

3.2.2 Ilskov lokaliteten

Udgravningen blev på denne lokalitet kun 0,9 m dyb, da grundvandsspejlet fandtes i denne dybde. Det højtliggende grundvandsspejl er sandsynligvis lokalt og kan skyldes tilstedeværelsen af impermeable miocæne bunkulsaflejringer i området. Disse aflejringer blev i den boring, der knytter sig til fuldt program profilet, truffet i 7,5 m.u.t. På grund af udgravningens lille dybde og jordbundsudviklingen giver udgravningen følgelig ikke et videre detaljeret indblik af sedimentologien på lokaliteten, figur 3.5 og 3.7. Det ses dog, at udgravningen domineres af groft sand, hvori der enkelte steder ses utydelige skrålejringer (facies Sp eller St). Endvidere ses der udkilende, strukturløse gruslag med klastunderstøttede sten, op til 4 cm store (facies Gd). Sedimenterne i udgravningen er kalkfrie. Geologien i boringen på Ilskov mark er beskrevet i figur 3.13. Boringen viser, at ned til 6.7 m u.t. findes der hovedsageligt grovkornet smeltevandssand, hvorefter der følger et lag af smeltevandsgrus ned til 7.5 m u.t. Smeltevandsgruset overlejrer Miocænt brunkul og sand, der er påvist ned til en dybde af 9.2 m u.t., hvor boringen slutter. På boringstidspunktet blev grundvandet antruffet 1 meter under terræn.



BORERAPPORT

DGU arkivnr : 75.1624

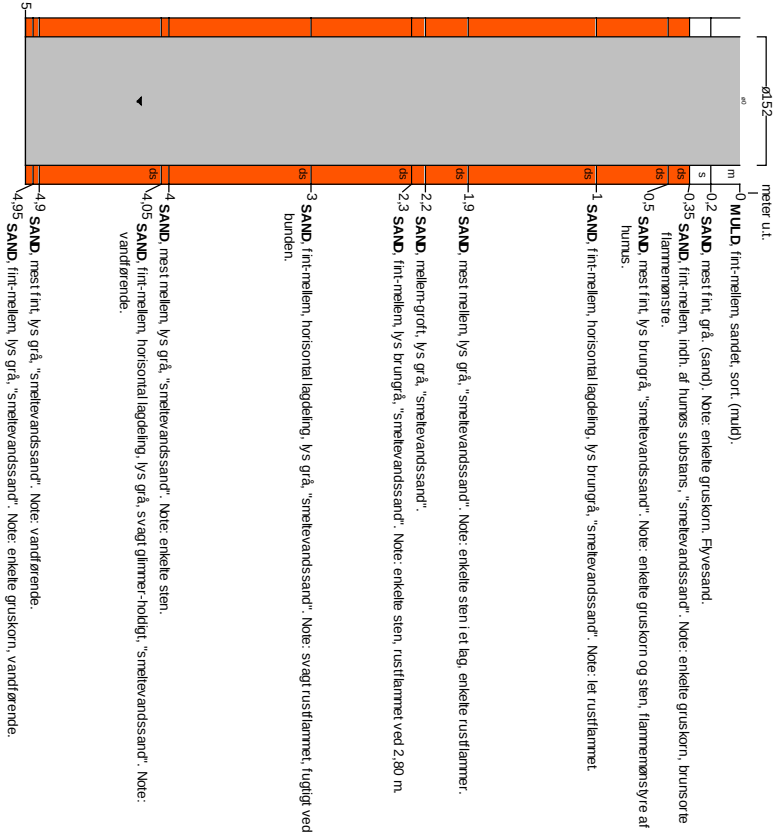
Boresed : Herningvej, Røerstuer, Kølvrå

7470 Kaup J

KUPA, Bor. 168

Kommune : Kaup
Amt : Viborg

Boringsdato : 27/3 2001		Boringsdybde : 5 meter		Tærrænkote : 54,46 meter o. DNN	
Brøndborer : Hestbech Ringe				Prøver	
MOB-nr :				- modtaget :	
BB-journr :				- beskrevet : 27/3 2001 af : B	
BB-borrr :				- antal genn : 0	
Formål : Undersøg./videnskab		Kortblad : 1215HSV		Datum : ED50	
Anvendelse : Støjt/oplyvet bor		UTM-zone : 32		Koordinatkilde : GEUS	
Boremåte : Tørboring/slagboring		UTM-koord. : 508802, 6236300		Koordinatmetode : KMS digitale kort	
Indtag 1 (seneste)	Ro-vandstand 4,22 meter u.t.	Pejledato 3/10 2001	Ydelse	Sænkning	Pumpetid



Figur 3.12. Geologiske forhold ved Kølvrå, lokalitetsnr. 168 (DGU arkivnr. 75.1624).

3.2.3 Lille Knivsig lokaliteten

Sedimenterne i udgravningen domineres af mellem- og grovkornede sandlag, hvori ses enkelte gruslag, figur 3.8 og 3.10. Sandlagene er stedvist grusede og indeholder afrundede lerkaster. Sandet i C-horisonten er generelt trugskrålejet (facies S1) og har foresets, der hælder mod VSV. Gruslagene forekommer i to niveauer i den nedre del af udgravningen, dels et sandsynligvis sammenhængende gruslag som delvist er gravet frit nederst i udgravningen, ca. 1,8 m.u.t., dels et udkliende gruslag, som ses i det SSØ-NNV orientere-

de profil, i ca. 1,5 m.u.t. Gruslagene er op til 30 cm tykke og indeholder gruspartikler, der er op til 6 cm store. Desuden ses linser af grovkornet sand ligesom afrundede klaster af ler, op til 10 cm store, er almindelige. Gruslagene er strukturløse eller svagt lagdelte (facies Gd). Sedimenterne i udgravningen er kalkfrie. Geologien i boringen på Knivsig mark er beskrevet i figur 3.14. Boringen viser at der ned til 2 m u.t. findes smeltevandssand, der er fint til mellemkornet og svagt gruset eller gruset. Derunder følger mellem- og grovkornet smeltevandssand, der er gruset. Boringen stopper 4 m u.t. På boringstidspunktet (12.11.2001) blev grundvandet antruffet i 2,3 meter under terræn.

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 75.1625

Borested : Ilkastvej, Ilskov
KUPA, Bor. 173

Kommune : Herning
Amt : Ringkøbing

Boringsdato : 28/3 2001

Boringsdybde : 9,2 meter

Terrænkote : 56,58 meter o. DNN

Brøndbore : Hestbech Ringe

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr :

Prøver

- modtaget :

- beskrevet : 28/3 2002 af : B

- antal gemt : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Anvendelse : Sløjfet/opgivet bor

Boremethode : Tørboring/slagboring

Kortblad : 1215IIISV

UTM-zone : 32

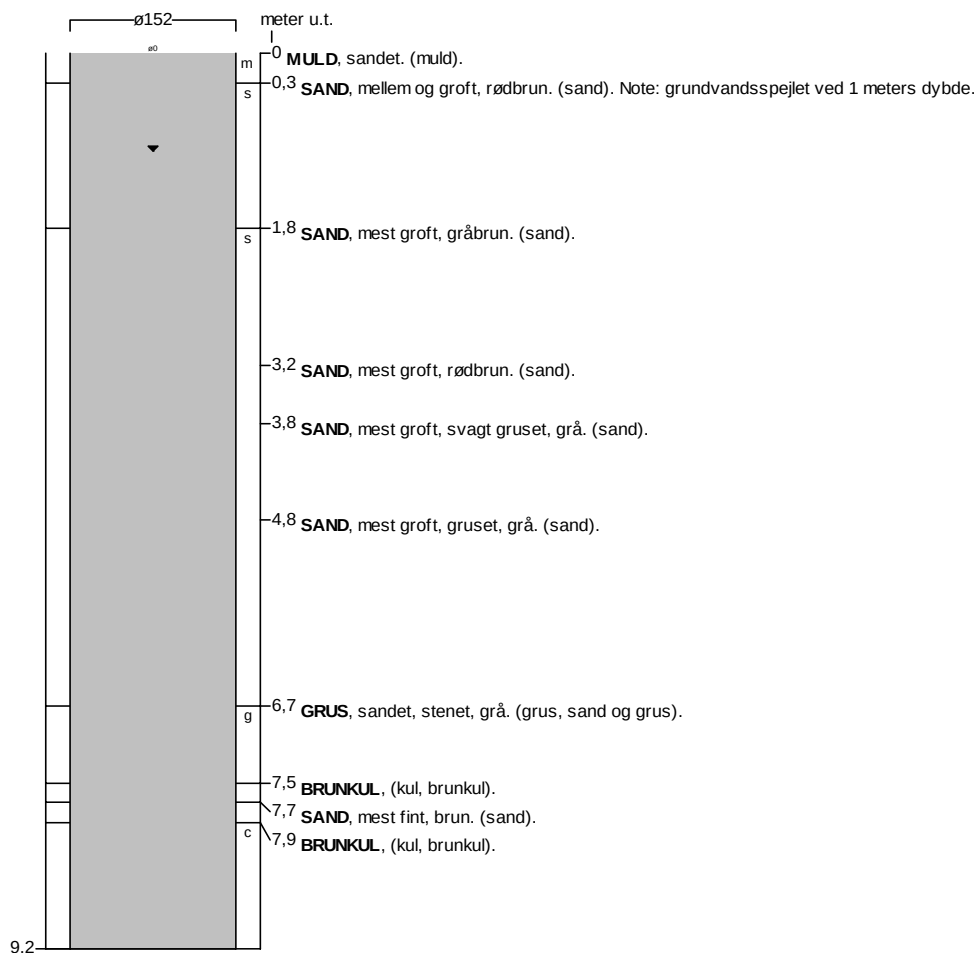
UTM-koord. : 507561, 6230118

Datum : ED50

Koordinatkilde : GEUS

Koordinatmethode : KMS digitale kort

Indtag 1 (seneste)	Ro-vandstand 1 meter u.t.	Pejledato 28/3 2001	Ydelse	Sænkning	Pumpetid
--------------------	------------------------------	------------------------	--------	----------	----------



Figur 3.13. Geologiske forhold ved Ilskov, lokalitetsnr. 173 (DGU arkivnr. 75.1625)

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 159. 1230

Borested : Lille Knivsigvej 18, Lille Knivsig
6372 Bylderup-Bov
KUPA, Bor. 174

Kommune : Tinglev
Amt : Sønderjylland

Boringsdato : 12/11 2001

Boringsdybde : 4 meter

Terrænkote : 24,75 meter o. DNN

Brøndbore : Carl Bro A/S

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr :

Prøver

- modtaget : 29/4 2002 antal : 4

- beskrevet : 31/5 2002 af : AGR

- antal gemt : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Anvendelse : Sløjfet/opgivet bor

Boremetode : Snegleboring

Kortblad : 1212IIISV

UTM-zone : 32

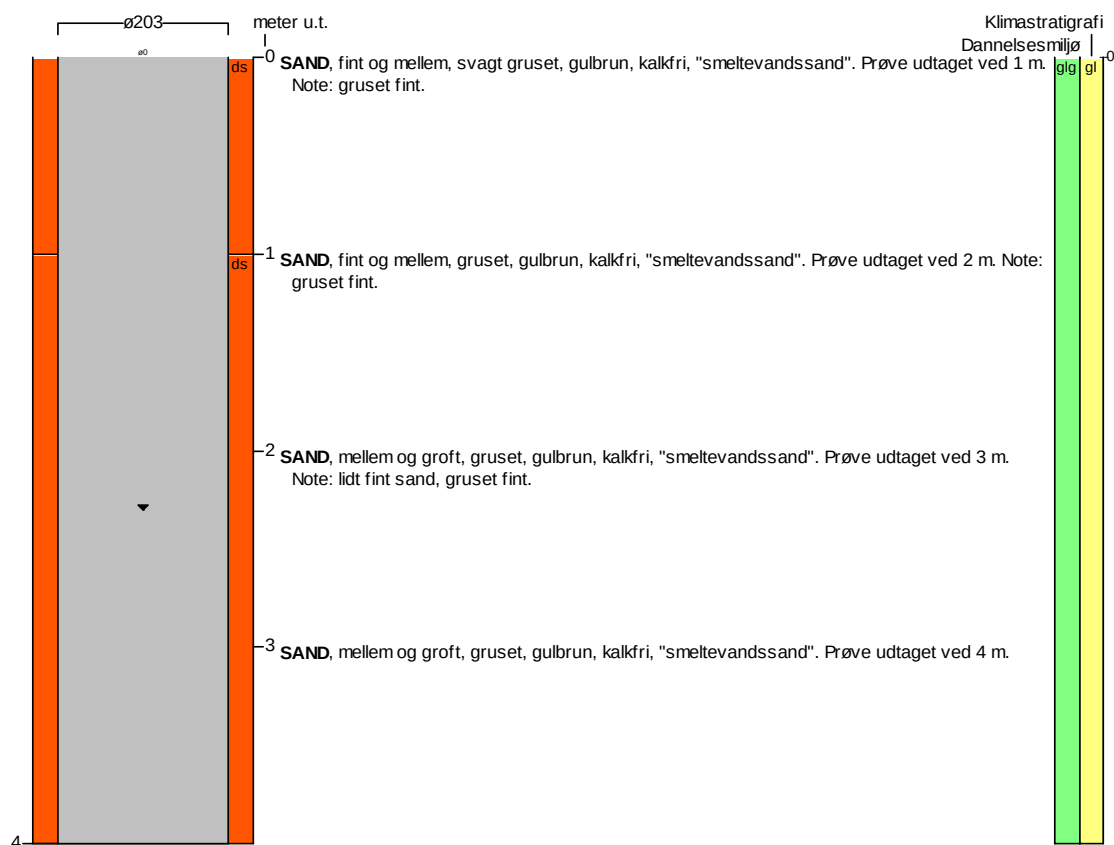
UTM-koord. : 508353, 6098102

Datum : ED50

Koordinatkilde : GEUS

Koordinatmetode : KMS digitale kort

Indtag 1 (seneste)	Ro-vandstand	Pejledato	Ydelse	Sænkning	Pumpetid
	2,3 meter u.t.	12/11 2001			



Aflejringsmiljø - Alder (klima-, krono-, litho-, biostratigrafi)

meter u.t.

0 - 4 glacigen - glacial

Figur 3.14. Geologiske forhold ved Lille Knivsig, lokalitetsnr. 174 (DGU arkivnr. 159.1230).

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 de tre undersøgelsesmarker. Fordelingen baserer sig på en arealmæssig opmåling (i m²) af de sedimentære facies fra C-horisonten og nogle tilfælde også B-horisonten.

	Kølvrå (Totale areal: 20 m ²)	Ilskov (Totale areal: 14 m ²)	Knivsig (Totale areal: 24 m ²)
Gd : homogen eller dårligt lagdelt grus	26%	10%	7%*
Gt : trug krydslejret grus	3%		
St : trug krydslejret sand	50%	9%	56%*
Sp : planar krydslejret sand	11%*		
Sh : homogen sand	4%*		1%
Sl : lavvinklet krydslejret sand	6%		
S : Sand hvori primære strukturer ikke kan erkendes p.g.a. jordbundsudvikling eller lignende		81%*	36%*

*Facies hvorfra der er udtaget prøver til analyse

Den lille dybde af udgravningen ved Ilskov vanskeliggør en sammenligning af sedimentologien fra denne udgravning med udgravningerne fra de to øvrige lokaliteter. Sedimenterne i udgravningen ved Kølvrå og Knivsig er forholdsvis ensartede med en dominans af trugskrålejret sand (facies St i tabel 3.5), der er mellem- og grovkornet og stedvis gruset. Klastunderstøttede gruslag, der er strukturløse (facies Gd), forekommer endvidere i alle udgravningerne. Gruslagene er generelt 10-30 cm tykke og indeholder sten, der er op til 6 cm store. Udgravningen ved Kølvrå skiller sig dog lidt ud fra de øvrige udgravninger ved at indeholde et gruslag, der er op til ca. 60 cm tykt, og hvori forekommer sten med diametre på op til 13 cm. Ligeledes er udgravningen ved Knivsig særpræget ved at den indeholder mange lerklaste. Alle borerne fra de tre lokaliteter domineres af smeltevandssand. Ved Kølvrå er smeltevandssandet hovedsageligt fint- til mellemkornet, hvorimod kornstørrelsen generelt er grovere ved Knivsig og Ilskov, idet mellem- og grovkornet smeltevandssand er udbredt i borerne fra disse lokaliteter.

Tilstedeværelsen af gruslag og grovkornede sandlag i udgravningerne og til dels i borerne ved de tre lokaliteter vidner om kraftige energiforhold i smeltevandssfloderne på aflejringsstidspunktet. Både i udgravningerne på Karup og Tinglev hedeslette hælder foresets i de trugskrålejrrede sandaflejringer i den samme retning som terrænoverfladen af de proximale smeltevandssletter; henholdsvis i en nordvestlig og sydvestlig retning. Dette indikerer, at det trugskrålejrrede sand er dannet af sandbanker, der migrerede nedstrøms i de flettede smeltevandssfloder. Det planar skråleret sand i udgravningen ved Kølvrå hælder derimod mod NØ og tolkes til at være dannet ved migration af tværbanker i smeltevandssfloderne. De tynde, strukturløse gruslag, der ses i udgravningerne, tolkes til at være residualkonglomerater, dannet ved smeltevandsskanalernes erosion i det underliggende materiale. De mange afrundede lerklaste, der ses i gruslagene i udgravningen ved Knivsig, vidner om at kanalerrosionen til dels er sket i smeltevandssler. Det op til 60 cm tykke gruslag i udgravnin-

gen ved Kølvrå, som stedvis har utydelige trugskrålejringer, tolkes til at være dannet som en kanaludfyldning.

3.3 Fysiske, kemiske og mineralogiske undersøgelser

Vibeke Ernstsén (GEUS) og SørenTorp (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 ekstraktion med henholdsvis natriumdithionit-natriumcitrat-natriumbicarbonat (Fe_{DCB} og Al_{DCB}) og oxalat ($\text{Fe}_{\text{oxalat}}$ og $\text{Al}_{\text{oxalat}}$), optical density of oxalate extract (ODOE), ombyttelige kationer og sure brint-ioner, CEC, indhold af calciumcarbonat, mineralogisk sammensætning og specifikt 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 Kølvrå, Ilskov og Lille Knivsig

Analyseresultaterne for lokaliteterne Kølvrå, Ilskov og Lille Knivsig fremgår af tabellerne 3.6-3.8.

3.3.1.1 Kølvrå lokaliteten

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Kølvrå er domineret af groft mellemsand (200-500 μm) med indhold på 40-66 %, tabel 3.6. Dertil betydelige, om end varierende, mængder groft sand (0,5-2 mm) i alle dybder på nær Ap-horisonten, hvor fint mellem sand (125-200 μm) er den næst mest almindelige fraktion. Ler (< 2 μ) og silt (2-63 μm) udgør kun en mindre del, typisk under 4 %. Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 1,5 % i Ap-horisonten hvorefter indholdet aftager markant til 0,2 % i Bs-horisonten for at forblive <0,2 % i de efterfølgende prøver.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie og kun i Ap-horisonten er pH (målt i CaCl_2) over 5. I de øvrige prøver, hvor virkningen af tilført jordbrugskalk er mindre, er pH målt til mellem 4,65 og 4,79. Opkalkningen bevirker at basemætningen når op på 45 % i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til mellem 8 og 17 % ned til 1 meters dybde og bliver 5 % i 2 meters dybde. Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 10 cmol kg^{-1} i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til < 3 cmol kg^{-1} i de øvrige dybder. Calciumionen er den dominerende base, på nær i 1,00 meters dybde, hvor Natrium er den mest almindeligt forekommende.

Den mineralogiske sammensætning er domineret af kvarts. Desuden forekommer mindre mængder feltspat, der under Ap-horisonten består af såvel K- som Na-Ca feltspat. I prøverne under Ap horisonten findes desuden spor af glimmer og pyrozen. Forvittrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernoxider (Fe_{DCB}) stiger fra $1164 \text{ mg Fe kg}^{-1}$ i Ap-horisonten til $4947 \text{ mg Fe kg}^{-1}$ i Bs horisonten, hvorefter indholdet aftager til $556 \text{ mg Fe kg}^{-1}$ i 1 meters dybde for atter at stige til ca. $1200 \text{ mg Fe kg}^{-1}$ i prøven udtaget i 2 meters dybde. Stigningen i 2 meters dybde kan skyldes et periodevis højtstående grundvandsspejl. Indholdet af aluminiumoxider (Al_{DCB}) er højest i Ap-horisonten ($955 \text{ mg Al kg}^{-1}$) hvorefter det aftager gradvist med tiltagende dybde til mellem 258 og $342 \text{ mg Al kg}^{-1}$ i henholdsvis 1 og 2 meters dybde. De mineralogiske egenskaber resulterer i en mørkegrå farve i Ap-horisonten og brune og/eller gule farvenuancer i de efterfølgende horisonter.

Det specifikke overfladeareal er i samtlige horisonter, med undtagelse af Bs-horisonten, under $1 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$. I Bs horisonten er den specifikke overflade målt til $2.3 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$.

Tabel 3.6. Analyseresultater for lokalitetsnr. 168 ved Kølvrå (DJF profil nr. 3132 og DGU arkivnr. 75.1624)

KUPA nr.	Navn	Dybde cm	Kornstørrelsesfordeling (% af < 2 mm fraktion)							% af totalprøve	
			<2	2-20	20-63	63-125	125-200	200-500	0.5-2	2-6,3	>6,3
			μm						mm		
07-1-1-377	Ap	5-25	2,6	2,9	1,0	4,6	16,0	60,6	9,7	3,1	0,9
07-1-2-378	Bs	60-80	2,6	0,9	1,0	1,1	3,8	43,8	46,5	11,3	10,7
07-1-3-379	C	90-110	1,5	0,9	1,0	0,5	2,3	40,1	53,6	1,0	1,1
07-1-4-380	C	100	1,5	0,9	1,2	1,1	0,9	60,5	33,7	8,1	2,9
07-1-5-381	C	200	1,0	0,9	1,2	1,6	8,9	66,2	20,1	1,3	0,1

KUPA nr.	JB-nr	Org. C %	pH (H ₂ O) 1:1	pH (CaCl ₂) 1:2,5	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
					mg kg ⁻¹				
07-1-1-377	1	1,5	6,00	5,49	910	1040	1164	955	0,6222
07-1-2-378	1	0,2	5,76	4,65	1840	1275	4947	854	0,1038
07-1-3-379	1	0,0	5,62	4,72	994	511	1622	380	0,0342
07-1-4-380	1	0,1	5,96	4,79	257	341	556	258	0,0319
07-1-5-381	1	0,0	5,89	4,75	476	418	1198	342	0,0301

KUPA nr.	Ombyttelige kationer cmol kg^{-1}							Base- mætning %	CaCO_3 %
	Ca	Mg	K	Na	Baser total	H^+	CEC total		

07-1-1-377	4,08	0,25	0,17	0,01	4,51	5,57	10,08	45	0
07-1-2-378	0,22	0,02	0,03	0,20	0,47	2,54	3,01	16	0
07-1-3-379	0,05	0,01	0,02	0,00	0,08	0,98	1,06	8	0
07-1-4-380	0,12	0,01	0,05	0,17	0,35	1,76	2,11	17	0
07-1-5-381	0,03	0,00	0,02	0,00	0,05	0,99	1,04	5	0

KUPA nr.	Mineralogisk sammensætning	Farve	Overfladeareal m ² g ⁻¹
07-1-1-377	Domineret af kvarts, mindre mængder Fe-oxider og feltspat, spor af Al-oxider	mørkegrå	0,3
07-1-2-378	Domineret af kvarts, mindre mængder Fe-oxider samt K- og Na-Ca feltspat, spor af Al-oxider, glimmer og pyrozen	stærk brun	2,4
07-1-3-379	Domineret af kvarts, mindre mængder Fe-oxider samt K- og Na-Ca feltspat, spor af Al-oxider, glimmer og pyrozen	rødgul	0,7
07-1-4-380	Domineret af kvarts, mindre mængder K- og Na-Ca feltspat spor af Fe- og Al-oxider samt glimmer og pyrozen	svag brun	0,9
07-1-5-381	Domineret af kvarts, mindre mængder Fe-oxider samt K- og Na-Ca feltspat, spor af Al-oxider, glimmer og pyrozen	svag gul	0,8

3.3.1.2 Ilskov lokaliteten

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Ilskov er domineret af groft mellemsand (200-500 µm) med indhold på 48-58 %, tabel 3.7. Dertil betydelige, om end varierende, mængder (21-41 %) groft sand (0,5-2 mm) i alle dybder. Indholdet af fint mellem sand (125-200 µm) udgør mellem 5 og 11 %. Ler (< 2 µ) og finsilt (2-20 µm) udgør tilsammen 7-8 % i Ap- og Bhs horisonterne men aftager til 2,9 % i Bs hoisonten. Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 2,4 % C i Ap-horisonten hvorefter indholdet aftager til 0,8 % C i Bhs-horisonten og 0,1 % C i Bs-horisonten i 1 meters dybde.

Alle undersøgte prøver fremstår kalkfrie og kun i Ap-horisonten er pH (målt i CaCl₂) over 5. I de øvrige to prøver, hvor virkningen af tilført jordbrugskalk er mindre, er pH målt til henholdsvis 4,62 og 4,80. Opkalkningen bevirker at basemætningen når op på 48 % i Ap-horisonten, hvorefter den aftager med tiltagende dybde og udgør 15 % i Bs-horisonten. Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 16 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til 10 cmol kg⁻¹ i Bhs-horisonten og 2 cmol kg⁻¹ i Bs-horisonten. Ombyttelig Calcium er i alle prøver den dominerende base.

Den mineralogiske sammensætning er domineret af kvarts. Desuden forekommer mindre mængder K-feltspat samt spor af glimmer. Forvitnings- og jordbundsdannende processer kommer bedst til udtryk ved fordelingen af aluminiumoxider (Al_{DCB}), hvor indholdet er højest i Ap-horisonten (1199 mg Al kg⁻¹) hvorefter det stiger til 1460 mg Al kg⁻¹ i henholdsvis Bhs horisonten for atter at aftage til 633 mg Al kg⁻¹ i Bs-horisonten. Indholdet af jernforbindelser (Fe_{DCB}) udgør 767 mg Fe kg⁻¹ i Ap horisonten, hvorefter indholdet aftager i Bhs-horisonten for atter at tiltage i Bs-horisonten. Fordelingen af jern er foruden forvitnings- og jordbundsdannende processer påvirket af et forholdsvis højtstående grundvandsspejl, der på under-

søgelsestidspunktet blev registreret i ca. 1 meters dybde. De mineralogiske egenskaber resulterer i en mørkegrå Ap-horisonen og brun og lys gulbrune B-horisoner.

Det specifikke overfladeareal er i samtlige horisoner, med undtagelse af Bs-horisonen, under $1 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$. I Bs horisonen er den specifikke overflade målt til $1.6 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$.

Tabel 3.7. Analyseresultater for lokalitetsnr. 173 ved Ilskov (DJF profil nr. 3148 og DGU arkivnr. 75.1625).

			Kornstørrelsesfordeling (% af < 2mm fraktion)							% af totalprøve	
KUPA nr.	Navn	Dybde	<2	2-20	20-63	63-125	125-200	200-500	0.5-2	2-6,3	>6,3
		cm	µm						mm		
08-1-1-402	Ap	5-25	4,6	3,9	1,0	4,5	8,3	48,8	24,9	3,7	0,0
08-1-2-403	Bhs	40-60	4,1	2,4	1,0	1,5	10,7	57,6	21,4	4,8	0,0
08-1-3-404	Bs	100	2,0	0,9	1,0	1,7	5,4	48,2	40,6	3,7	0,0

KUPA nr.	JB-nr	Org. C	pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
		%	1:1	1:2,5	mg kg ⁻¹				
08-1-1-402	1	2,4	6,21	5,17	416	1152	767	1199	n.d.
08-1-2-403	1	0,8	5,61	4,62	84	1522	364	1460	n.d.
08-1-3-404	1	0,1	5,84	4,80	1196	1083	1401	633	n.d.

KUPA nr.	Ombyttelige kationer cmol kg ⁻¹							Base- mætning	CaCO ₃
	Ca	Mg	K	Na	Baser total	H ⁺	CEC total	%	%
08-1-1-402	6,96	0,51	0,23	0,05	7,75	8,12	15,87	49	0
08-1-2-403	1,83	0,24	0,06	0,03	2,16	8,25	10,41	21	0
08-1-3-404	0,29	0,04	0,04	n.d.	0,37	2,03	2,40	15	0

KUPA nr.	Mineralogisk sammensætning	Farve	Overfladeareal m ² g ⁻¹
08-1-1-402	Domineret af kvarts, mindre mængder Al-oxider og K-feltspat, spor af Fe-oxider og glimmer	mørkegrå	0,3
08-1-2-403	Domineret af kvarts, mindre mængder Al-oxider og K-feltspat, spor af Fe-oxider og glimmer	brun	0,7
08-1-3-404	Domineret af kvarts, mindre mængder Fe-oxider og K-feltspat, spor af Al-oxider og glimmer	lys gulbrun	1,6

3.3.1.3 Lille Knivsig lokaliteten

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Lille Knivsig viser at groft mellemsand (200-500 μm) sammen med groft sand (0,5-2 mm) er de to dominerende fraktioner og samlet udgør mellem 73 og 93 % af fraktionen < 2 mm, tabel 3.8. Indholdet af ler (< 2 μ), der varierer mellem 2 og 5 % overstiger mængden af silt (2-63 μm), der med undtagelse af Ap-horisonten typisk udgør omkring 2,5 %. I Ap-horisonten er indholdet af silt næsten fire gange så højt (9,8 %). Kornstørrelsessammensætningen betyder at Ap- og Bs klassificeres som JB3 type mens de mere grofkornede prøver fra C-horisonten klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof er 1,5 % C i Ap-horisonten hvorefter indholdet aftager markant til 0,3 % C i efterfølgende prøver.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie og kun i Bs-horisonten og prøven fra C-horisonten (1,20-1,40 meter) når pH (målt i CaCl_2) op over 5. I de resterende prøver er pH målt til mellem 4,73 og 4,91. Sammen med den forholdsvis lave pH i Ap-horisonten er basemætningen kun svagt forhøjet (34 %) i forhold til de øvrige prøver (20-30 %) udtaget i dybder ned til 1,40 meter, hvorefter en aftagende forvittringsintensitet ses ved en basemætning på 39 % i 1,95 meters dybde. Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 10 cmol kg^{-1} i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til 7 cmol kg^{-1} i Bs-horisonten og yderlig til 1,32 cmol kg^{-1} i 1,95 meters dybde. Ombyttelig Calcium er i alle dybder den dominerende base.

Den mineralogiske sammensætning er domineret af kvarts. Desuden forekommer mindre mængder K- og Na-Ca feltspat samt under Ap-horisonten spor af glimmer. I Prøven fra 1,95 meter optræder desuden spor af augit. Forvittrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernoxider (Fe_{DCB}) aftager fra 3972 mg Fe kg^{-1} i Ap-horisonten til 601 mg Fe kg^{-1} i C-horisonten i 1,95 meter, kun afbrudt af et lag med markant højere indhold (4132 mg Fe kg^{-1}) i prøven udtaget i dybdeintervallet 0,90-1,35 meter. Det højere indhold her kan være betinget af de hydrologiske forhold på stedet knyttet til et forholdsvis overfladenært grundvandsspejl. Indholdet af aluminiumoxider (Al_{DCB}) er højest i Ap-horisonten (1405 mg Al kg^{-1}) hvorefter det aftager gradvist med tiltagende dybde til 420 mg Al kg^{-1} i 1,95 meter – kun afbrudt af en stigning (1604 mg Al kg^{-1}) i samme dybde, hvor der ligeledes er målt et stigende indhold af jernforbindelser. De mineralogiske egenskaber resulterer i en mørk gråbrun farve i Ap-horisonten og brune og/eller gule farvenuancer i de efterfølgende horisonter.

Det specifikke overfladeareal er omkring 1 m^2g^{-1} i Ap-horisonten og den dybde del af C-horisonten. For de resterende dybder er den specifikke overflade bestemt til mellem 2,6 og 5,9 m^2g^{-1} , med den højeste værdi i laget karakteriseret ved høje indhold af jern- og aluminiumsforbindelser.

Tabel 3.8. Analyseresultater for lokalitetsnr. 174 ved Lille Knivsig (DJF profil nr. 3166 og DGU arkiv nr. 159.1230).

KUPA nr.	Navn	Dybde	Kornstørrelsesfordeling (% af fraktionen < 2 mm)								% af totalprøve	
			<2	2-20	20-63	63-125	125-200	200-500	0.5-2		2-6,3	>6,3
		cm	μm							mm		
09-1-1-407	Ap	5-25	5,2	4,8	5,0	4,8	5,0	50,4	22,6		6,1	7,4

09-1-2-408	Bs	35-55	5,0	1,4	1,4	2,7	5,4	37,4	46,2	11,3	7,8
09-1-3-409	C	120-140	2,5	0,9	1,1	0,7	1,5	81,3	11,7	1,1	0,2
09-1-4-410	C	90-135	4,1	1,4	1,5	1,7	3,4	33,2	54,4	11,8	5,7
09-1-5-411	C	195	2,1	0,9	1,6	1,4	5,2	47,3	41,5	2,4	0,1

KUPA nr.	JB-nr	Org. C %	pH (H ₂ O) 1:1	pH (CaCl ₂) 1:2,5	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
					mg kg ⁻¹				
09-1-1-407	3	1,3	5,52	4,73	2739	1403	3972	1405	0,3050
09-1-2-408	3	0,3	6,10	5,11	1455	1821	2322	1678	0,0831
09-1-3-409	1	0,1	6,30	5,19	1318	1341	1831	1042	0,0583
09-1-4-410	1	0,2	5,80	4,79	1943	1673	4132	1604	0,0850
09-1-5-411	1	0,0	6,00	4,91	728	395	601	420	0,0189

KUPA nr.	Ombyttelige kationer cmol kg ⁻¹							Base- mætning	CaCO ₃
	Ca	Mg	K	Na	Baser total	H ⁺	CEC total	%	%
09-1-1-407	3,18	0,20	0,14	0,02	3,54	6,78	10,32	34	0
09-1-2-408	1,74	0,15	0,07	0,02	1,98	4,81	6,79	29	0
09-1-3-409	1,00	0,08	0,05	0,01	1,14	2,68	3,82	30	0
09-1-4-410	0,60	0,07	0,05	0,08	0,80	3,20	4,00	20	0
09-1-5-411	0,40	0,05	0,03	0,04	0,52	0,80	1,32	39	0

KUPA nr.	Mineralogisk sammensætning	Farve	Overfladeareal m ² g ⁻¹
09-1-1-407	Domineret af kvarts, mindre mængder Fe- og Al-oxider samt K- og Na-Ca feltspat	mørk gråbrun	1,1
09-1-2-408	Domineret af kvarts, mindre mængder Fe- og Al-oxider samt K- og Na-Ca feltspat, spor af glimmer	svag brun	2,9
09-1-3-409	Domineret af kvarts, mindre mængder Fe- og Al-oxider samt K- og Na-Ca feltspat, spor af glimmer	lys gulbrun	2,6
09-1-4-410	Domineret af kvarts, mindre mængder Fe- og Al-oxider samt K- og Na-Ca feltspat, spor af glimmer	brungul	5,9
09-1-5-411	Domineret af kvarts, mindre mængder K- og Na-Ca feltspat, spor af Fe- og Al-oxider, spor af glimmer og augit	meget svag	1,3

3.3.1.4 Sammenligning af fysiske, kemiske og mineralogiske egenskaber

De undersøgte prøver er udtaget ned til 2,00 meter ved Kølvrå, 1,00 meter ved Ilskov og 1,95 meter ved Lille Knivsig.

Samtlige lokaliteter er karakteriseret ved betydelige indhold, typisk > 70 %, bestående af groft mellemsand (200-500 μm) og groft sand (0,5-2 mm). Indholdet af ler (< 2 μ) og silt (2-63 μm) er behersket og udgør på samtlige lokaliteter < 10 %, idet Lille Knivsig udmærker sig ved de højeste indhold af ler (ca. 5 %) i de to øverste horisonter.

Kornstørrelsessammensætningen betyder at de undersøgte prøver fra Kølvrå og Ilskov er af JB1-type, mens prøverne ved Lille Knivsig ned højere lerindhold er af type 3, hvor også JB1-typen er almindelig.

Indholdet af organisk stof var henholdsvis 1,5 % C ved Kølvrå og Lille Knivsig, men 2,4 % C ved Ilskov, hvor også det højtstående grundvandsspejlt blev registreret. På alle lokaliteter indtraf der et markant fald i indholdet af organisk stof i horisonterne dybere end Ap-horisonten, til typiske indhold på 0,1-0,3 % C.

Samtlige undersøgte prøver fremstod kalkfrie. På lokaliteterne Kølvrå og Ilskov resulterede tilførsel af jordbrugskalk i pH-værdier (målt i CaCl_2) på over 5 i Ap-horisonterne mens værdien var lavere for de efterfølgende dybere prøver. Ved Lille Knivsig synes tilførslen af kalk at være mindre end på de øvrige lokaliteter og her er pH-værdien i Ap-horisonten under 5. Herefter stiger pH-værdien, antagelig efter tidligere tilførsler af jordbrugskalk, for atter at aftage til under 5 i prøven fra 1,95 meter. Tilsvarende lave værdier er ligeledes målt i de dybere prøver fra Kølvrå og Ilskov.

På lokaliteter ved Kølvrå og Ilskov betyder tilførslen af kalk ligeledes at basemætningen er 45-48 % i Ap-horisonterne, hvorefter den aftager til mellem 5 og 15%, med laveste værdi i den dybeste prøve. Ombyttelig Calcium er normalt den dominerende base.

CEC-værdien er 10 cmol kg^{-1} i Ap-horisonterne ved Kølvrå og Lille Knivsig, men 15 cmol kg^{-1} ved Ilskov, hvor også det største indhold af organisk stof er målt. I horisonterne under Ap-horisonten aftager CEC-værdien til under 5 cmol kg^{-1} .

Den mineralogiske sammensætning er domineret af kvarts. Hertil kommer mindre mængder feltspat, der ved Kølvrå og Knivsig består af K- og Na-Ca feltspat og ved Ilksov af primært K-feltspat. Såvel forvittringsprocesser som aflejringssmiljøet har betydning for forekomsten af mængde og sammensætning af feltspat. Under Ap-horisonten forekommer normalt også spor af glimmer, ligesom pyrozen og augit er bestemt for henholdsvis Kølvrå og Knivsig.

En fremadskridende forvitringen samt jordbundsdannelse kan erkendes i fordelingen af jern- og/eller aluminiumsforbindelser. Desuden synes de hydrologiske forhold at påvirke forekomsten af specielt jernforbindelser (Fe_{DCB}). Ved Kølvrå stiger indholdet af Fe_{DCB} fra Ap-horisonten (1164 mg Fe kg^{-1}) til Bs horisonten (4947 mg Fe kg^{-1}) hvorefter når et niveau på ca. 550 mg Fe kg^{-1} i C-horisonten. Samme niveau (601 mg Fe kg^{-1}) som også nås ved Lille Knivsig hvor indholdet i øvrigt er stort set aftagende fra overfladen (3972 mg Fe kg^{-1}) og ned efter. Ved Ilskov kan Bhs-horisonten erkendes ved en svag stigning i indholdet af

aluminiumsforbindelser (Al_{DCB}) til 1460 mg Al kg^{-1} fra Ap-horisontens indhold på 1199 mg Al kg^{-1} . Samme tendens ekendes ved Lille Knivsig, mens indholdet er aftagende fra overfladen og dybere ned ved Kølvrå. De hydrologiske forhold med et forholdsvis overfladenært grundvandsspejl kan være årsagen til de forholdsvis høje indhold af Fe_{DCB} i prøven fra 2,00 m ved Kølvrå samt prøven fra 0,9-1,35 meter ved Lille Knivsig, samt forholdsvis lave indhold af Fe_{DCB} i Ap- og Bhs horisonten ved Ilskov. Her synes de hydrologiske forhold at have bevirket henholdsvis en berigelse og et tab af jernforbindelser.

Den mineralogiske sammensætning med forholdsvis høje indhold af organisk stof betyder at Ap-horisonterne er beskrevet ved en mørkegrå eller mørk brungrå farve. Herunder følger iltede gule eller brune farvenuancer.

Det specifikke overfladeareal er, med undtagelsen af Bs-horisonten, bestemt til $<1 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ved Kølvrå og Ilskov. I Bs-horisonterne er de specifikke overflade her bestemt til henholdsvis 2,3 og $1,6 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$. Ved Lille Knivsig er det specifikke overfladeareal bestemt til omkring $1 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ i Ap-horisonten og den nederste prøve fra C-horisonten, hvor den for øvrige dybder varierer mellem 2,6 og $5,9 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, med den højeste værdi for prøven med højeste indhold af Fe_{DCB} og Al_{DCB} .

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 Kølvrå-lokaliteten

Der blev udtaget fem intaktprøver i store kolonner (20,0 cm længde, 20,0 cm i indre diameter) samt fem intaktprøver i 100-cm^3 retentionsringe i henholdsvis Ap-, Bs- og C-horisonten, figur 3.4. Derudover blev der udtaget fem intaktprøver i 100-cm^3 retentionsringe i den nedpløjede E-horisont, i Bhs-horisonten samt i de to dybe boringer.

3.4.1.2 Ilskov-lokaliteten

Der blev udtaget fem intaktprøver i store kolonner (20,0 cm længde, 20,0 cm i indre diameter) samt fem intaktprøver i 100-cm^3 retentionsringe i henholdsvis Ap-, Bhs-horisonten, figur 3.7. På grund af det høje grundvandsspejl var det ikke muligt at udtage store kolonner i Bs- og C-horisonten. I Bs-horisonten var det dog muligt at udtage fem intaktprøver i små retentionsringe. Der blev ligeledes udtaget fem intaktprøver i de små 100 cm^3 retentionsringe i E-horisonten.

3.4.1.3 Knivsig-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 C-horisonten, figur 3.8. Desuden blev der udtaget fem intaktprøver i 100-cm³ retentionsringe i det grusede facies i bunden af profilet, i og mellem nogle lyse vertikale striber i profilet samt i de to borer.

3.4.2 Volumenvægt

Tabel 3.9 viser værdierne for jordens volumenvægt ved de tre lokaliteter. Ser man bort fra borerne viser værdierne for Kølvrå og Ilskov et typisk forløb med de laveste værdier i den relativt løst bearbejdede, organisk-holdige Ap-horisont og med et stigende forløb i dybden. Knivsig gør sig bemærket ved at have en Ap-horisont med en høj volumenvægt sammenlignet med Ap-horisonten for de to andre lokaliteter. Ligeledes gør Knivsig sig bemærket ved at have meget ens volumenvægte ned gennem hele profilet.

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

Horisont	Kølvrå			Ilskov		
	Prøvenummer	volumenvægt (g/cm ³)	std.afv.	Prøvenummer	volumenvægt (g/cm ³)	std.afv.
Ap	7-1-1-377	1,40	0,06	8-1-1-402	1,39	0,06
E	7-1-9-953	1,51	0,06	8-1-9-955	1,55	0,01
Bhs	7-1-9-954	1,42	0,06	8-1-2-403	1,52	0,05
Bs	7-1-2-378	1,59	0,02	8-1-3-404	1,61	0,04
C	7-1-3-379	1,61	0,02	-	-	-
Boring	7-1-4-380	1,57	0,05	-	-	-
Boring	7-1-5-381	1,52	0,02	-	-	-
Knivsig						
Ap	9-1-1-407	1,53	0,01			
Bs	9-1-2-408	1,52	0,06			
C	9-1-3-409	1,55	0,03			
gruset facies	9-1-9-956	1,51	0,03			
lyse striber	9-1-9-957	1,54	0,04			
ml. lyse striber	9-1-9-958	1,52	0,02			
Boring	9-1-4-410	1,46	0,05			
Boring	9-1-5-411	1,54	0,08			

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 to udvalgte store kolonner udtaget en delprøve til teksturbestemmelse, tabel 3.10. Der er god overensstemmelse mellem de gennemsnitlige prøver og de to stikprøver fra kolonnerne, tabel 3.6 og tabel 3.8.

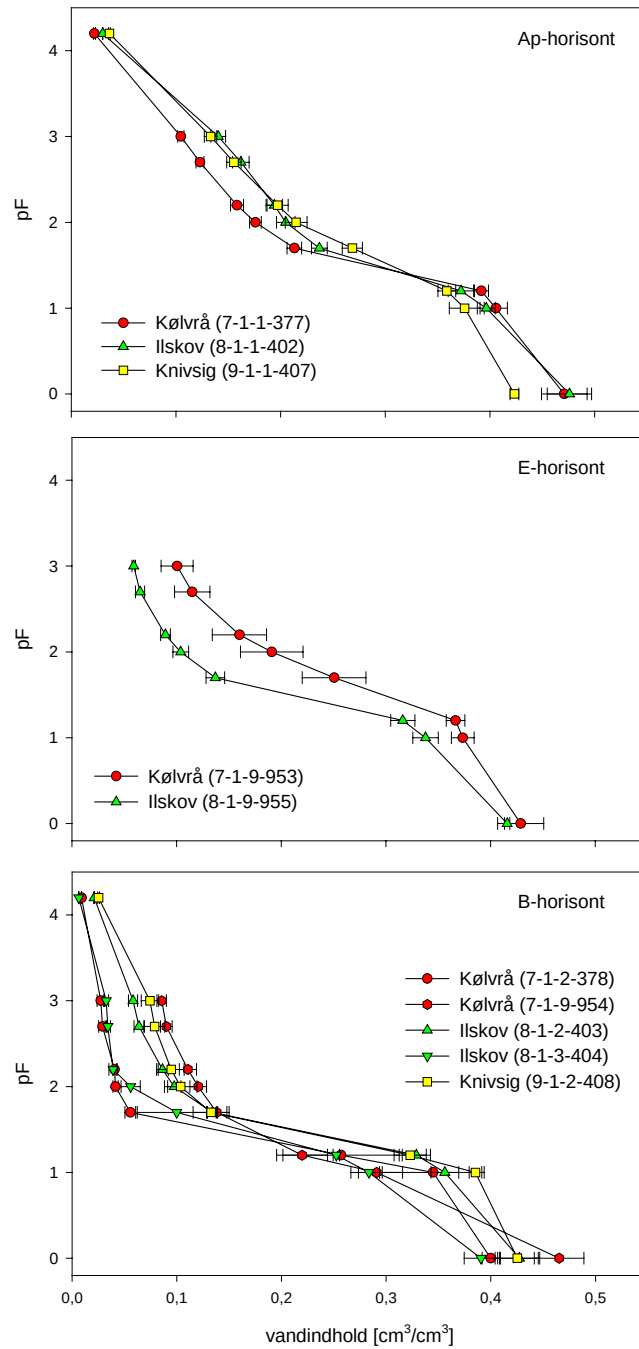
Tabel 3.10. Teksturfordelingen (g/100 g) på to udvalgte prøver udtaget fra de store kolonner (g/100g) i relation til fuldt undersøgelsesprogram profilerne.

Mark	Prøvenr.	Navn	Prøve dybde (cm)	<2µm	2-20µm	20-63µm	63-25µm	125-200µm
Kølvrå	07-1-3-379a	C	90-110	2,1	0,9	1,9	1,6	5,8
Knivsig	09-1-3-409a	C	120-140	2,5	0,9	1,0	0,7	4,3

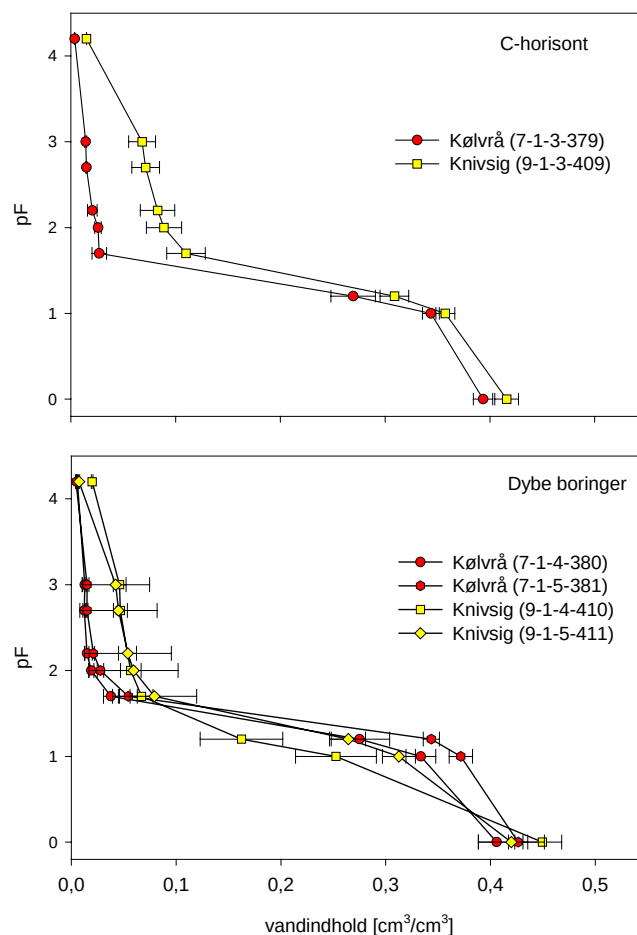
Mark	Prøvenr.	Navn	Prøve dybde (cm)	200-500µm	500 µm-2 mm	2-6.3 mm	>6.3 mm	humus	JB-nr.
Kølvrå	07-1-3-379a	C	90-110	37,1	50,5	1,2	0,4	0,1	1
Knivsig	09-1-3-409a	C	120-140	83,7	6,8	0,5	0,0	0,1	1

3.4.4 Vandretention

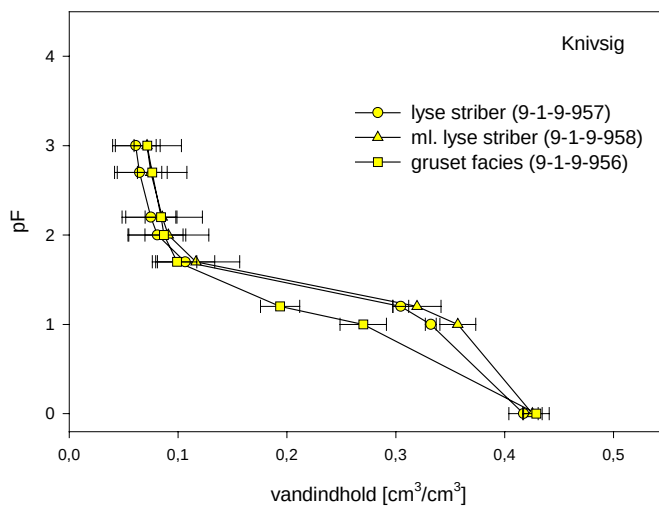
Resultaterne for vandretention er vist på figur 3.15. I Ap-horizonten ses et jævnt afdræningsforløb. De øvrige horisonter viser et mere eller mindre kraftigt afdræningsforløb i området fra og med pF 1 til pF 1,7 tydende på et høj andel af store porer i størrelsesordenen omkring 60 til 1000 µm. Dette stemmer godt overens med jordens grovsandede tekstur. På figur 3.16 ses vandretentionsmålingerne for prøverne udtaget i Knivsig i det grusede facies i bunden af profilet samt i og mellem de lyse vertikale striber i profilet. Det grusede facies udviser en kraftig afdræning til og med pF 1,7, mens en knap så kraftig afdræning ses for prøverne tage i og omkring de lyse vertikale striber. Der ser ikke ud til at eksistere nogen signifikant forskel mellem prøver udtaget i og henholdsvis mellem de lyse striber.



Figur 3.15. Data for vandretention målt på intakte 100-cm³ prøver (n = 5). Fejllinjerne viser ± 1 standardafvigelse.



Figur 3.15. fortsat...

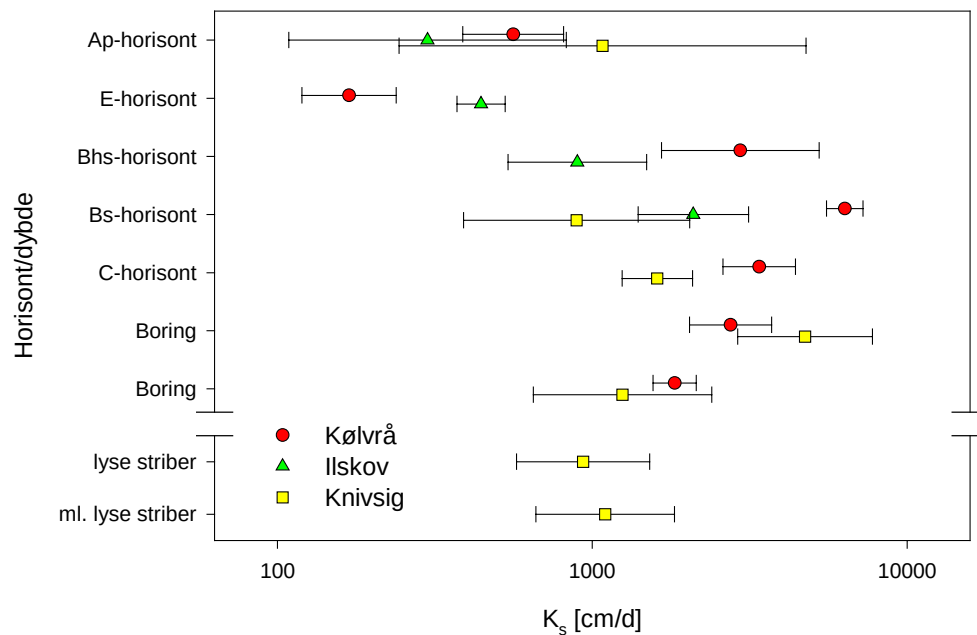


Figur 3.16. Data for vandretention i relation til undersøgelse af præfentiel strømning målt på intakte 100- cm^3 prøver ($n = 5$). Fejllinjerne viser ± 1 standardafvigelse.

3.4.5 Mættet hydraulisk ledningsevne

Figur 3.17 viser værdierne for den mættede hydrauliske ledningsevne målt ned gennem profilet. Målingerne i Ap-horisonten er generelt lave og udviser specielt for målingerne ved Ilskov og Knivsig en stor variation. Målinger i den udvaskede E-horisont ved Kølvrå og Il-

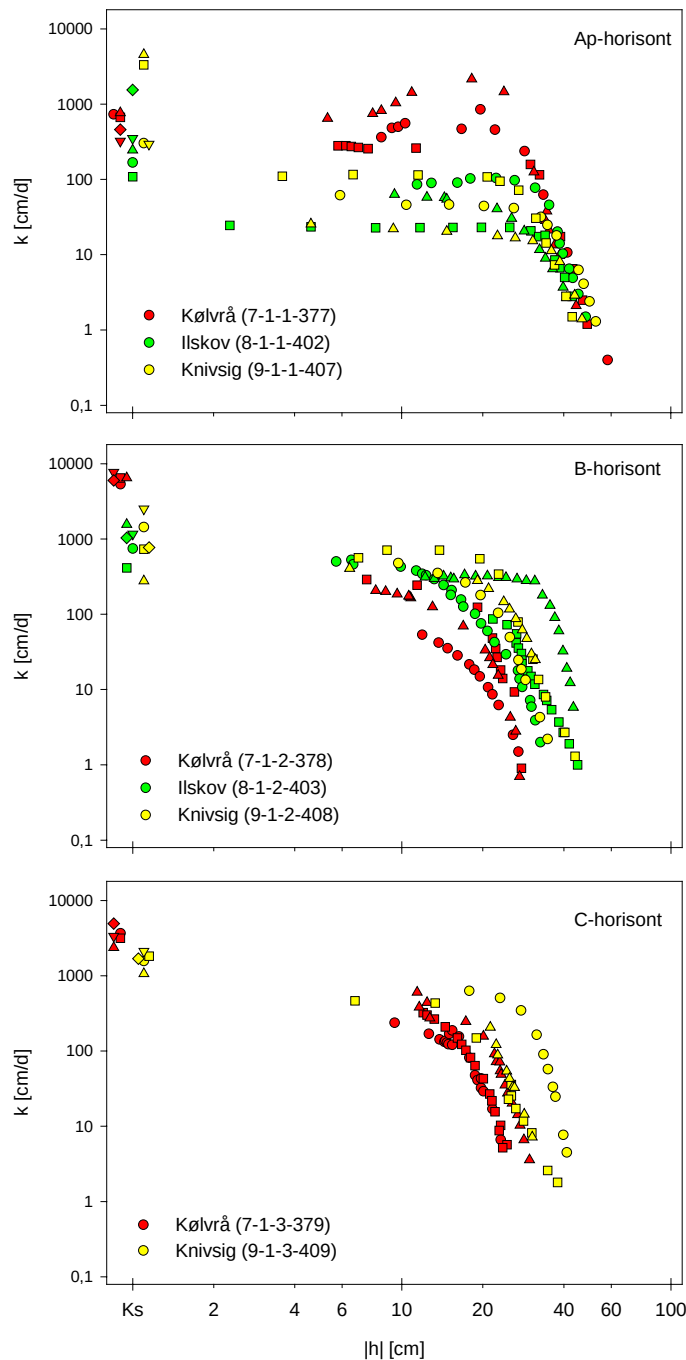
skov er lave sammenlignet med målingerne i den dybere del af profilet. I B- og C-horisonten ligger målingerne for Kølvrå højere end målinger for de tilsvarende horisonter ved de to andre lokaliteter.



Figur 3.17. Mættet hydraulisk ledningsevne (K_s , $n = 5$) målt på store kolonner med undtagelse af borerne, E- og Bhs-horisonten ved Kølvrå, E- og Bs-horisonten ved Ilskov samt "lyse striber" og "ml. lyse striber" ved Knivsig, hvor K_s blev målt på små 100 cm^3 retentionsringe. Fejllinjerne viser ± 1 standardafvigelse.

3.4.6 Umættet hydraulisk ledningsevne

Resultaterne af målingerne af den umættede hydrauliske ledningsevne er vist på figur 3.18. Enkeltmålingerne er her plottet og sammenlignet med enkeltmålingerne af den mættede hydrauliske ledningsevne. Bortset fra Ap-horisonten ved Kølvrå ser der ikke ud til at eksistere nogen signifikant forskel mellem de enkelt lokaliteter. Den relativ store forskel der ses mellem den nær-mættede og mættede hydrauliske ledningsevne for en del målinger er et tegn på et højt antal af store porer i jorden.



Figur 3.18. 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 den proximale 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 fuld mætning til ca. pF 2 (100 cm vandsøjle), der er det område, hvor dynamikken i den hydrauliske ledningsevne er størst.

3.5 Mikrobiologi

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

På prøver fra de tre lokaliteter - Kølvrå, Ilskov og Knivsig - er der gennemført målinger af mikrobiologiske parametre, tabel 3.11. 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 fluorescein diacetat (FDA) samt acetatmineralisering og specifik mikrobiel aktivitet i form af aarylsulfatase-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).

Tabel 3.11. Undersøgte prøver fra Kølvrå, Ilskov og Knivsig

Dybde	Kølvrå			Ilskov			Knivsig		
		cm	Prøvenr.		cm	Prøvenr.		Cm	Prøvenr.
Dybde 1	Ap	5-25	7-1-1-377	Ap	5-25	8-1-1-402	Ap	5-25	9-1-1-407
Dybde 2	Bs	40-60	7-1-2-378	Bhs	40-60	8-1-2-403	B	35-55	9-1-2-408
Dybde 3	C	95-115	7-1-3-379	Bs	100	8-1-3-404	C	120-140	9-1-3-409

3.5.1 Mikrobiel biomasse

Den substratinducerede respiration blev på de tre lokaliteter målt til 2,9-4,2 $\mu\text{L CO}_2 \text{ g}^{-1}$ tør jord t^{-1} i Ap-horisonen med højere respiration i Kølvrå og Knivsig end i Ilskov, 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-horisonerne end i Ap-horisonen. 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 biomasse kulstof (II), dyrkbare bakterier på 1/300 TSA (III) samt dyrkbare *Pseudomonas* sp. (IV) i profilerne i Kølvrå, Ilskov og Knivsig.

I	$\mu\text{L CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ tør jord t}^{-1}$					
	Kølvrå		Ilskov		Knivsig	
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	std
Dybde 1	4.2	1.7	2.9	0.6	4.1	0.8
Dybde 2	<0.5	-	0.7	0.1	<0.5	-
Dybde 3	<0.5	-	<0.5	-	<0.5	-

II	Biomasse C, $\mu\text{g g}^{-1} \text{ tør jord}$					
	Kølvrå		Ilskov		Knivsig	
Dybde	gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	184	70	133	23	181	33
Dybde 2	<30	-	42	4	<30	-
Dybde 3	<30	-	<30	-	<30	-

III	Dyrkbare bakterier på (1/300 TSA) $\text{g}^{-1} \text{ tør jord}$					
	Kølvrå		Ilskov		Knivsig	
Dybde	gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	1.6×10^7	3.2×10^6	8.7×10^6	3.2×10^6	1.2×10^7	3.7×10^6
Dybde 2	1.3×10^6	9.8×10^4	1.4×10^5	4.9×10^4	2.9×10^4	1.6×10^3
Dybde 3	2.7×10^5	6.2×10^4	2.0×10^5	4.5×10^4	1.7×10^7	4.5×10^6

IV	<i>Pseudomonas</i> sp. bakterier (Goulds S1) $\text{g}^{-1} \text{ tør jord}$					
	Kølvrå		Ilskov		Knivsig	
Dybde	gns	Std	Gns	Std	gns	Std
Dybde 1	5.7×10^5	6.7×10^4	5.6×10^4	1.3×10^4	1.1×10^5	4.6×10^3
Dybde 2	5.9×10^2	1.3×10^2	<100	-	<100	-
Dybde 3	<100	-	3.9×10^1	6.8×10^1	<100	-

3.5.2 Mikrobiel aktivitet

Den mikrobielle aktivitet bestemt som måling af FDA blev i Ap-horisonterne målt til 32-63 μg fluorescein $\text{g}^{-1} \text{ tør jord t}^{-1}$. Der er signifikant forskel mellem de tre lokaliteter, idet aktiviteten i Knivsig er signifikant højere end i Kølvrå og Ilskov, tabel 3.13. Derimod er aktiviteten i B-horizonten signifikant højere i Ilskov end i de to andre lokaliteter, og generelt betydeligt lavere ($0\text{-}14 \mu\text{g}$ fluorescein $\text{g}^{-1} \text{ tør jord t}^{-1}$) i de dybere jordlag end i Ap-horizonten.

Tabel 3.13. Hydrolyse af flourescein diacetat i profiler i Kølvrå, Ilskov og Knivsig.

Dybde	$\mu\text{g flourescein g}^{-1} \text{ tør jord t}^{-1}$					
	Kølvrå		Ilskov		Knivsig	
	gns	std	gns	std	gns	std
Dybde 1	32.0	2.3	31.5	1.9	63.1	5.2
Dybde 2	<0.5	-	13.9	3.9	1.1	0.9
Dybde 3	<0.5	-	0.8	0.3	3.2	1.6

Mikrobiel aktivitet bestemt som ASA varierer i Ap-horisonten på de tre lokaliteter mellem 9,5 og 16,5 $\mu\text{g NP g}^{-1} \text{ tør jord t}^{-1}$ med signifikant højest aktivitet i Ilskov og Knivsig, tabel 3.14. I de dybere jordlag er aktiviteten generelt lav og ligger mellem <0.5 og 1.1 $\mu\text{g NP g}^{-1} \text{ tør jord t}^{-1}$, tabel 3.14.

Tabel 3.14. Arylsulfataseaktivitet i profilerne i Kølvrå, Ilskov og Knivsig.

Dybde	$\mu\text{g NP g}^{-1} \text{ tør jord t}^{-1}$					
	Kølvrå		Ilskov		Knivsig	
	gns	std	Gns	std	Gns	std
Dybde 1	9.5	0.5	16.5	1.3	15.2	0.6
Dybde 2	<0.5	-	1.1	0.9	<0.5	-
Dybde 2	<0.5	-	<0.5	-	<0.5	-

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 indeks med relation til den funktionelle diversitet beregnet. Indeks er beregnet for analyser, hvor Ecopladerne gennemsnitlige farveudvikling (AWCD) overstiger en nedre grænse på 0,1. På basis af de beregnede indeks er eventuelle forskelle i bakterie-populationernes evne til at udnytte de forskellige substrater vurderet, tabel 3.15.

Resultaterne af disse undersøgelser antyder, at der ikke er forskelle mellem de to lokaliteter Kølvrå og Ilskov mht. antallet af substrater, som de pågældende populationer kan udnytte (Richness), tabel 3.15-I men at populationerne i de dybere jordlag kan udnytte lidt færre substrater end populationerne i Ap-horisonten. Ligeledes synes der ikke at være væsentlige forskelle mellem de to lokaliteter mht. funktionel diversitet (J'), tabel 3.15-III men tendens til aftagende diversitet med dybden. Selv om der mellem de to lokaliteter tilsyneladende ikke er forskel i funktionel diversitet, kan populationerne godt afvige mht. sammensætning. For at afgøre dette kræves imidlertid et større antal målinger.

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

I	Gennemsnitlig farveudvikling (AWCD)					
	Kølvrå		Ilskov		Knivsig	
Dybde	gns	std	gns	std	gns	Std
Dybde 1	0.60	0.08	0.66	0.01	nd	nd
Dybde 2	<0.10	-	0.22	0.00	nd	nd
Dybde 3	0.23	0.04	<0.10	-	nd	nd

II	Richness (S)					
	Kølvrå		Ilskov		Knivsig	
Dybde	gns	std	gns	std	gns	std
Dybde 1	24.0	2.6	22.0	1.0	nd	nd
Dybde 2	-	-	18.3	1.2	nd	nd
Dybde 3	18.7	3.2	-	-	nd	nd

III	Relativt diversitets indeks (J')					
	Kølvrå		Ilskov		Knivsig	
Dybde	gns	std	gns	std	gns	Std
Dybde 1	0.87	0.03	0.86	0.00	nd	nd
Dybde 2	-	-	0.74	0.02	nd	nd
Dybde 3	0.74	0,02	-	-	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-horisonen. Tilsvarende falder antallet af dyrkbare bakterier på såvel det generelle medie som det specifikke *Pseudomonas* sp. medie, tabel 3.12-3.14. Målinger af substratudnyttelse med Biolog Ecoplates (Richness) indikerer, at bakteriepopulationer i de dybere jordlag kan udnytte lidt færre substrater end populationerne i Ap-horisonen, tabel 3.15.

Sammenlignes de tre lokaliteter kan det konstateres, at den mikrobielle aktivitet er meget sammenlignelig i Ap-horisonen, tabel 3.12. Lokaliteten i Knivsig har dog tendens til at ligge lidt på et lidt højere niveau end Kølvrå og Ilskov. I de dybere jordlag er aktiviteten generelt meget lav med undtagelse af Ilskov, hvor aktiviteten i B-horisonen er signifikant højere end i Kølvrå og Knivsig, tabel 3.12-3.14.

3.6 Pesticidspecifikke parametre

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

På prøver fra de tre lokaliteter - Kølvrå, Ilskov og Knivsig, tabel 3.16, - er der gennemført undersøgelser af pesticidspecifikke parametre:

- Kd-værdien, der er et udtryk for hvor stærkt pesticidet bindes til jorden, jo højere Kd-værdi des mindre pesticid, er der tilstede i jordvæsken.
- M64d - hvor meget af det ^{14}C (tilsat som pesticid), der er genfundet som $^{14}\text{C-CO}_2$ 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.

Tabel 3.16. Undersøgte prøver fra Kølvrå, Ilskov og Knivsig.

Dybde	Kølvrå			Ilskov			Knivsig		
		Cm	Prøvenr.		Cm	Prøvenr.		Cm	Prøvenr.
Dybde 1	Ap	5-25	7-1-1-377	Ap	5-25	8-1-1-402	Ap	5-25	9-1-1-407
Dybde 2	Bs	40-60	7-1-2-378	Bhs	40-60	8-1-2-403	Bs	35-55	9-1-2-408
Dybde 3	C	95-115	7-1-3-379	Bs	110-130	8-1-3-404	C	120-140	9-1-3-409
Dybde 4	C	100	7-1-4-380	-	-	-	C	90-135	9-1-4-410
Dybde 5	C	200	7-1-5-381	-	-	-	C	170-215	9-1-5-411

3.6.1 Pesticidets 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 Kølvrå-, Ilskov- og Knivsig-lokaliteterne er vist i tabel 3.17.

Tabel 3.17. Kd-værdier for MCPA, methyltriazinamin, metribuzin og glyphosat bestemt på Kølvrå-, Ilskov- og Knivsig-lokaliteterne.

	Kd-værdi for MCPA					
	Kølvrå		Ilskov		Knivsig	
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	3,1	0,64	3,7	0,34	2,3	0,40
Dybde 2	0,41	0,04	2,0	0,01	0,28	0,003
Dybde 3	0,13	0,01	0,28	0,03	0,18	0,02
Dybde 4	0,60	0,02	nd	-	0,32	0,04
Dybde 5	0,09	0,01	nd	-	0,04	0,001

	Kd-værdi for methyltriazinamin					
	Kølvrå		Ilskov		Knivsig	
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	7,9	2,3	19,1	0,41	39,0	1,2
Dybde 2	2,9	0,49	18,4	1,2	36,8	1,3
Dybde 3	2,5	0,50	5,3	0,64	25,5	0,80
Dybde 4	2,9	0,27	nd	-	47,0	10,5
Dybde 5	5,4	1,3	nd	-	6,2	0,92

	Kd-værdi for Metribuzin					
	Kølvrå		Ilskov		Knivsig	
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	1,3	0,18	1,6	0,03	0,79	0,01
Dybde 2	0,05	0,01	0,29	0,01	0,10	0,01
Dybde 3	0,04	0,02	0,03	0,01	0,07	0,001
Dybde 4	0,07	0,002	nd	-	0,09	0,02
Dybde 5	0,01	0,003	nd	-	0,01	0,01

	Kd-værdi for glyphosat					
	Kølvrå		Ilskov		Knivsig	
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	459	14,8	342	12,7	463	24,0
Dybde 2	1721	129	633	26,0	1683	262
Dybde 3	1128	88,0	801,2	24,0	1736	23,8
Dybde 4	1272	109	nd	-	2001	116
Dybde 5	1311	101	nd	-	1293	49,8

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 2,3 (Knivsig) og 3,7 (Ilskov). MCPA's sorption falder med dybden.

Methyltriazinamin bindes meget variabelt i de tre profiler. I Kølvrå-profilen bindes det dårligst med Kd-værdier i overjorden på 7,9 og ned til 2,5 i underjorden. I profilen Knivsig bindes methyltriazinamin stærkest med fire ud af fem Kd-værdier over 25.

Metribuzins bindingsmønster minder om MCPA med de højeste Kd-værdier (mellem 0,8 og 2) for overjordene fra de tre lokaliteter. Metribuzins binding til underjorden er i alle tilfælde lav med den højeste værdi på 0,29 (Dybde 2 Ilskov) og den laveste på 0,01 (Dybde 5 både Kølvrå og Knivsig).

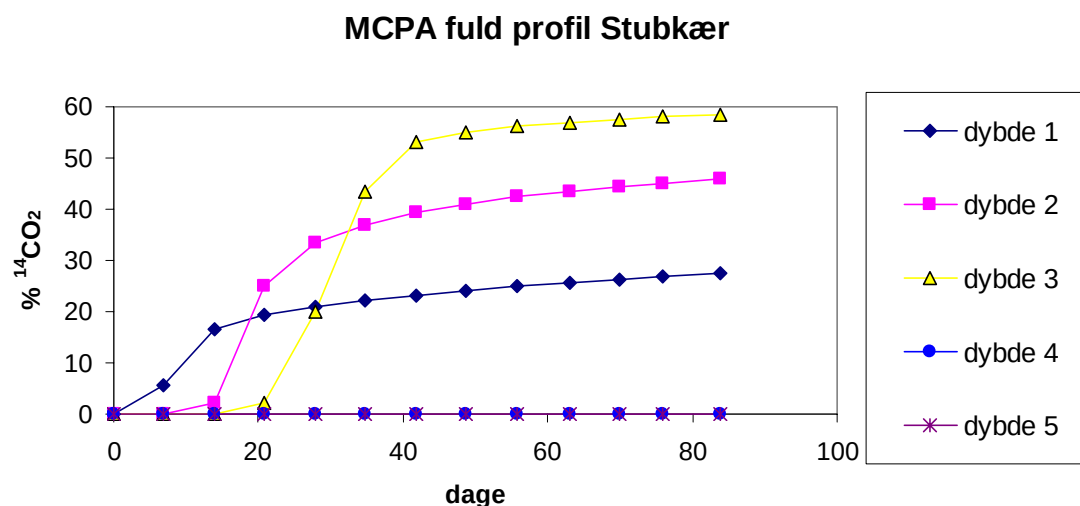
Glyphosat bindes stærkt til alle jorde, med den højeste Kd værdi på 2001 i dybde 4 i Knivsig. I alle profiler bindes glyphosat stærkest i underjorderne.

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

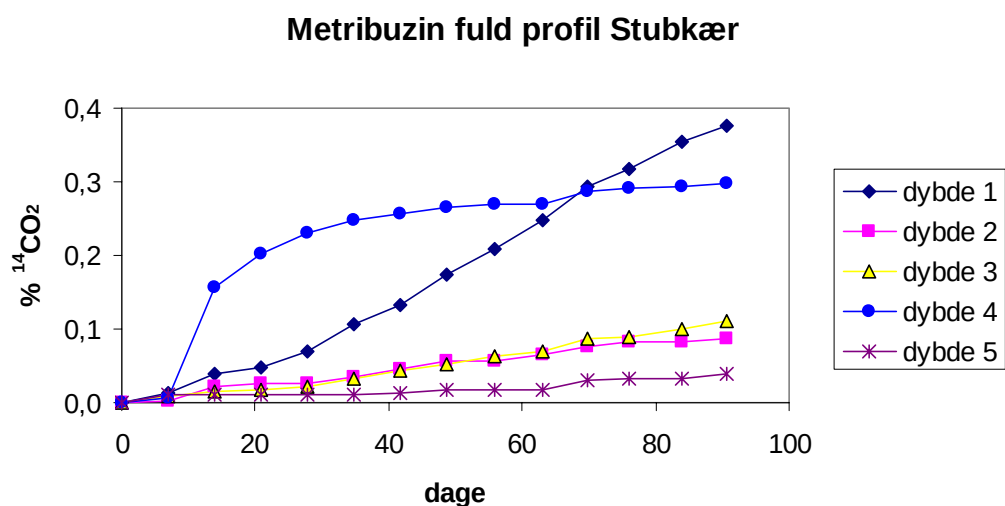
3.6.2 Pesticiders mineralisering

I tabel 3.18 er der opgivet 64 dages akkumuleret mineralisering, der er udtryk for hvor meget af det tilsatte ^{14}C -pesticid, der er fuldstændigt omdannet til $^{14}\text{CO}_2$ på 64 dage.

På figur 3.19-3.22 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.

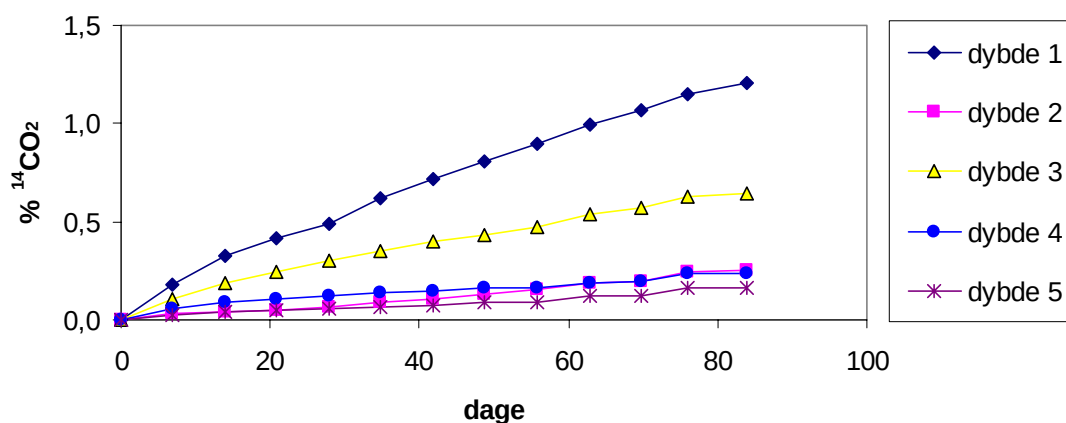


Figur 3.19. Akkumuleret MCPA mineralisering i fem dybder fra lokalitetsnr. 110 (Stubkær). Bemærk at specielt i denne profil ser vi en lavere endelig mineralisering af MCPA i overjorden end i jord fra dybde 2 og 3 til trods for, at vi ser en hurtigere startmineralisering.



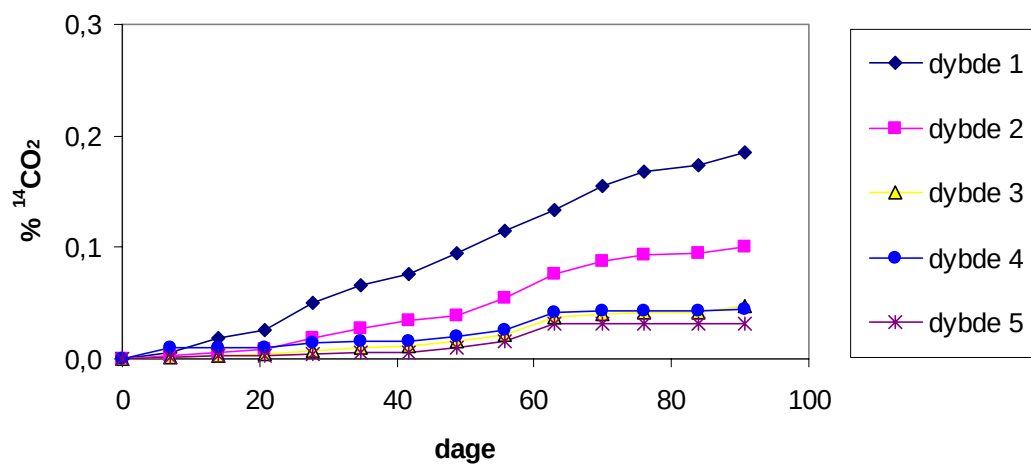
Figur 3.20. Akkumuleret metribuzin mineralisering i fem dybder fra lokalitetsnr. 110 (Stubkær). Bemærk at mineraliseringen er meget lav i alle prøver.

Glyphosat fuld profil Stubkær



Figur 3.21. Akkumuleret glyphosat mineralisering i fem dybder fra lokalitetsnr. 110 (Stubkær). Bemærk at mineraliseringen er lav i alle jorde.

Metyltriazinamin fuld profil Stubkær



Figur 3.22. Akkumuleret methyltriazinamin mineralisering i fem dybder fra lokalitetsnr. 110 (Stubkær). Bemærk at mineraliseringen er lav i alle jorde.

Tabel 3.18. Værdier for 64 dages akkumuleret mineralisering for MCPA, methyltriazinamin, metribuzin og glyphosat bestemt på Kølvrå-, Ilskov- og Knivsig-lokaliteterne.

	M64d-værdi for MCPA		
	Kølvrå	Ilskov	Knivsig
Dybde	Gns	Gns	Gns
Dybde 1	48,6	52,4	45,2
Dybde 2	55,9	63,6	55,5
Dybde 3	60,3	65,5	58,7
Dybde 4	38,3	nd	nd
Dybde 5	0,53	nd	nd

	M64d-værdi for Methyltriazinamin		
	Kølvrå	Ilskov	Knivsig
Dybde	Gns	Gns	Gns
Dybde 1	0,17	0,09	0,16
Dybde 2	0,03	0,03	0,08
Dybde 3	0,02	0,02	0,03
Dybde 4	0,02	nd	nd
Dybde 5	0,03	nd	nd

	M64d-værdi for Metribuzin		
	Kølvrå	Ilskov	Knivsig
Dybde	Gns	Gns	Gns
Dybde 1	0,27	0,26	0,43
Dybde 2	0,06	0,07	0,19
Dybde 3	0,11	0,06	0,07
Dybde 4	0,13	nd	nd
Dybde 5	0,05	nd	nd

	M64d-værdi for glyphosat		
	Kølvrå	Ilskov	Knivsig
Dybde	Gns	Gns	Gns
Dybde 1	1,8	7,2	9,9
Dybde 2	0,16	0,26	0,88
Dybde 3	0,19	0,11	0,92
Dybde 4	0,21	nd	nd
Dybde 5	0,24	nd	nd

Mineraliseringen af MCPA forløber generelt hurtigere og til et højere niveau end mineraliseringen af de andre stoffer. Mineralisering af MCPA i dybde 1, 2 og 3 fra alle tre lokaliteter når et højt niveau indenfor den undersøgte periode, men en nærmere analyse af mineraliseringsforløbet viser, at mineraliseringskurvens stejle forløb kommer på et senere tidspunkt end i den tilsvarende overjord de samme steder. Der er en tendens til, at mineralisering er højest i dybde 2 og 3, hvor det organiske indhold ikke er så højt som i overjorden. 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 varierer i de tre overjorde, i Kølvrå er der kun 1,8% mineraliseret, mens der i de to andre er 7,2 og 9,9 % mineraliseret. I alle tre profiler ses en højere mineralisering i overjorden.

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 Kølvrå-, Ilskov- og Knivsig-lokaliteterne er vist i tabel 3.19. Glyphosats forsvinden er kun bestemt ved mineralisering.

Tabel 3.19. DT50 værdier for MCPA, methyltriazinamin og metribuzin bestemt på Kølvrå, Ilskov og Knivsig lokaliteterne.

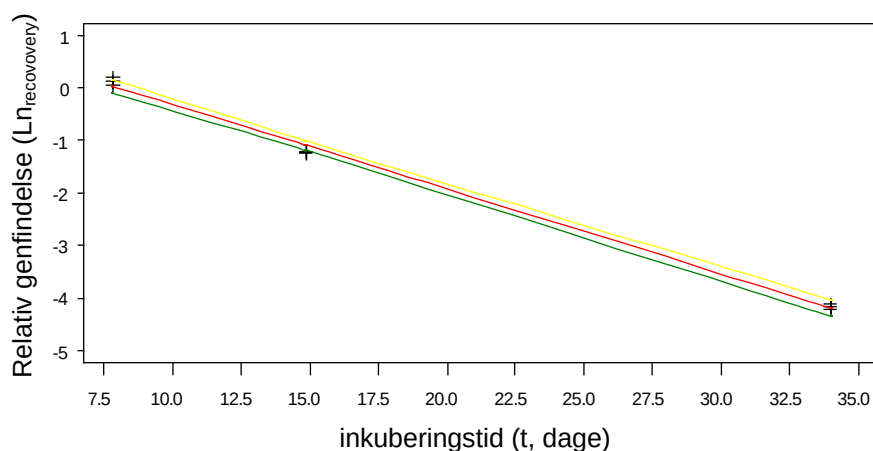
	DT50-værdi for MCPA		
	Kølvrå	Ilskov	Knivsig
Dybde 1	18	6	4
Dybde 2	12	5	5
Dybde 3	11	-	-
Dybde 4	11	-	-
Dybde 5	99	-	-

	DT50- værdi for Methyltriazinamin		
	Kølvrå	Ilskov	Knivsig
Dybde 1	>	>	>
Dybde 2	75	82	>
Dybde 3	85	-	-
Dybde 4	>	-	-
Dybde 5	>	-	-

	DT50-værdi for Metribuzin		
	Kølvrå	Ilskov	Knivsig
Dybde 1	144	123	>
Dybde 2	239	>	150
Dybde 3	222	-	-
Dybde 4	>	-	-
Dybde 5	>	-	-

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 DT50-værdien angivet som ">". Usikkerheden på DT50-målingerne kan beskrives ved standardafvigelsen på den målte k-værdi. Hvor DT50 værdien lå indenfor forsøgsperioden var den gennemsnitlige standardafvigelse for alle k-værdier 14% (beregnet for alle stoffer, alle dybder).

Der ses en generel tendens til hurtigst forsvinding af MCPA i over- og underjorde, mens methyltriazamin og Metribuzin i overjorde forsvinder langsommere end MCPA. I underjordene er methyltriazamin og metribuzin generelt stabile. Hvor der er målbar forsvinding synes metribuzin at forsvinde langsomst. Et eksempel på sammenhængen mellem inkuberingstiden og forsvindingen af stoffet MCPA kan ses i figur 3.23.



Figur 3.23. Sammenhæng mellem inkuberingstid (t, dage) og forsvinding af MCPA i Knivsig, dybde 1 (målt som relativ genfindelse, logaritmeret). Den lineære regressionsligning og linier for 95%-konfidensintervallet er angivet. Ud fra hældningen på regressionslinien ($k=0.16$) kan DT50 beregnes ved $DT50 = \ln(2)/k$ som i dette eksempel bliver 4 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 proximale del af smeltevandssletten er der udført EM38-målinger og georadarundersøgelser. Metoderne vil ikke blive beskrevet i denne rapport, i stedet henvises til KUPA rapport nr. 2 (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.

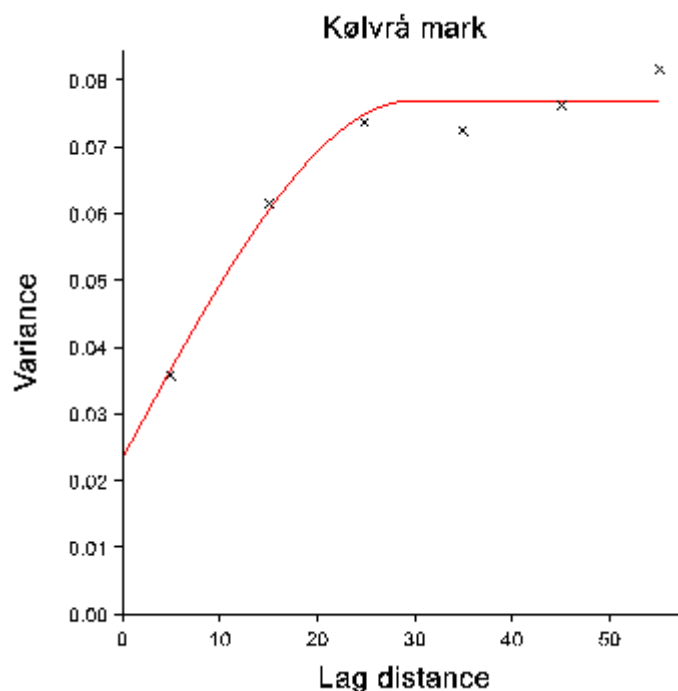
4.1.1.1 Kølvrå

Resultater fra EM38-sensorundersøgelsen af variabilitetsmarken ved Kølvrå-lokaliteten er vist på figur 2.4. Det største område viser måleværdier på 0-5 mSm/m (lys). Andre måleværdier må tilskrives randeffekter og nedgravede stærkstrømskabler. Analysen viser at variationen på lokaliteten kan beskrives med sfærisk model (defineret i KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002)) med en range på 29 meter (figur 4.1).

4.1.1.2 Sammenfatning af EM38-målingerne på den proximale smeltevandsslette

EM38-målingerne på den proximale smeltevandsslette er meget lave med et gennemsnit i de tre områder mellem 2,1 til 6,4, hvilket afspejler det meget lave lerindhold i geologiske udgangsmateriale. Variansen i målingerne er meget lav og modelleringen af de eksperimentelle variogrammer bliver derved noget usikker. Range på smeltevandssletten ligger for Kølvrå og Ilskov på henholdsvis 29 og 11,5 meter og ved Knivsig på ca. 106 meter (tabel

4.1). Det er karakteristisk, at man på hedesletten enten finder aflejringer med en meget lang range (>100 og/eller en meget kort range ofte under 20 meter. Målingerne falder således ind i dette mønster.



Figur 4.1. Variogram af EM38-målingerne fra Kølvråmarken. Punkterne er det eksperimentelle semivariogram. Den røde linie er den bedst fittede sfæriske model med følgende parametre: Range = 29 m, sill = 0,07 og nugget = 0,023.

Tabel 4.1. Statistiske parametre fra de proximale smeltevandsslette lokaliteter.

Lokalitet	Mean	Range	Sill	Nugget	Model
Kølvrå	3,2	29	0,07	0,023	sfærisk
Ilskov	2,6	11,5	0,2	0,2	sfærisk
Knivsig	7,5	106	2,4	0,3	sfærisk
Skårphusgård	4,3	11	17,9	9,3	sfærisk
Røjen Mosegård	3,1	14	2,2	1,1	sfærisk
Røjen Kær	2,9	13	2,6	2,1	sfærisk
Røjen	5,6	52	2,3	0,4	sfærisk

4.1.2 Georadar

Ingelise Møller (GEUS)

Kølvrå variabilitetsmark og Knivsig undersøgelsesmark er kortlagt med georadar. Undersøgelserne på Knivsig undersøgelsesmark er udført i forbindelse med udpegningen af placeringen af fuldt undersøgelsesprogram profilet. Kølvrå variabilitetsmark er kortlagt med georadar knap et år efter feltundersøgelserne. Ilskov undersøgelsesmark er ikke kortlagt med et net af linier, men indgår i profilinieundersøgelserne.

Beskrivelse af georadarmetoden kan findes i KUPA rapport nr. 1 (Møller, 2001) og beskrivelse af måleprocedure og optageparametre findes i KUPA rapport nr. 2 (Barlebo et al. 2002). Processeringen af georadarprofilerne omfatter et dewow-filter, lowpass-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 borer.

4.1.2.1 Kølvrå

Variabilitetsmarken er undersøgt med georadar i et groft net af linier. I alt 5 linier er 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. 4.2).

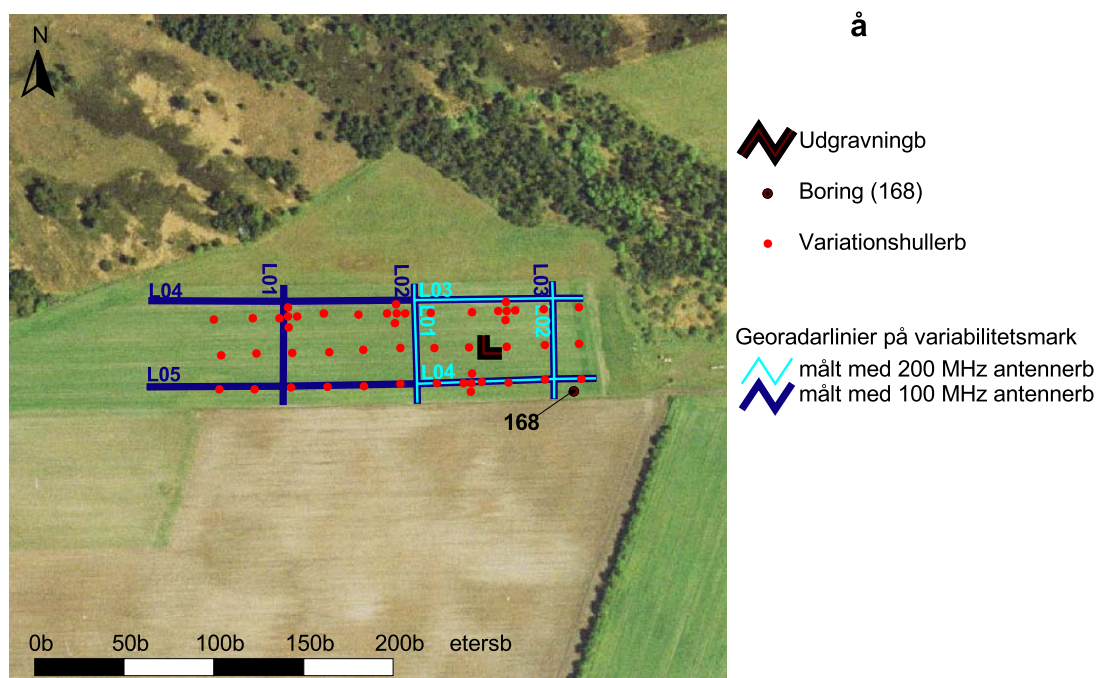
På fig. 4.3 vises udsnit af N-S-orienterede georadarprofiler L02 (100 MHz) og L01 (200 MHz). Profilet domineres af horisontale til subhorisontale refleksioner med en lille til moderat kontinuitet (~3-30 m). Der er enkelte svagt hældende refleksioner og sekvenser, hvor refleksionerne har et hummocky udseende. Georadarprofilet gennemskæres af en kraftig kontinuert refleksion i ca. 75 ns (~2,5 m u. t.). Fig. 4.4 viser udsnit af georadarprofilerne L05 (100 MHz) og L04 (200 MHz), som er målt vinkelret på profilerne L02 (100 MHz) og L01 (200 MHz). Refleksionsmønstrene i profilet afviger ikke meget fra profilet i fig. 4.3; det domineres ligeledes af horisontale til subhorisontale refleksioner.

I de øvrige georadarlinier ses tilsvarende refleksionsmønstre. Der er generelt en penetrationsdybde på 300-350 ns (~9-10,5 m u. t.) og 250-300 ns (~7,5-9 m u. t.) for georadarsystemer med henholdsvis 100 MHz og 200 MHz antenner.

4.1.2.2 Knivsig

Placeringen af georadarundersøgelserne er vist i fig. 4.5. Der er først kørt nogle få rekognoscerende 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 net af linier målt med et georadarsystem med 200 MHz antenner.

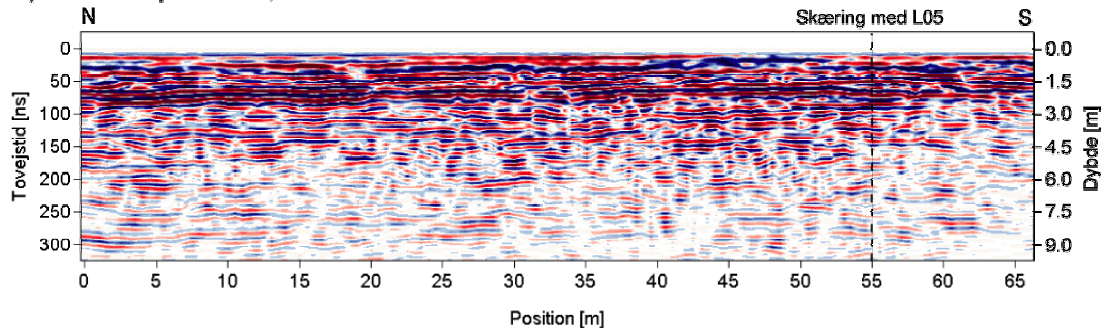
Figur 4.6 viser georadarprofilet L01 målt med et georadarsystem med antenner med en centerfrekvens på 100 MHz samt georadarprofilerne L02 og L06 målt med 200 MHz georadarsystem. Udgravningen er placeret langs disse georadarprofiler. Profilerne domineres af horisontale til subhorisontale refleksioner samt hældende refleksioner, der i udpræget grad findes i de øverste 2 m. Penetrationsdybden er generelt 150-200 ns (~6,8-9,0 m u. t.) for profiler målt med et georadarsystem med 200 MHz antenner.



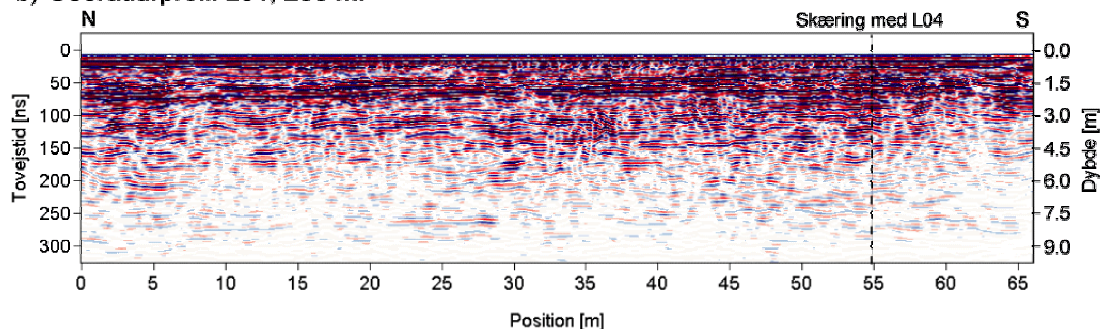
Figur 4.2. Kølvrå variabilitetsmark. Udgravning, boring, variationshuller og georadarlinier er markeret.

Kølvrå

a) Georadarprofil L02, 100 MHz



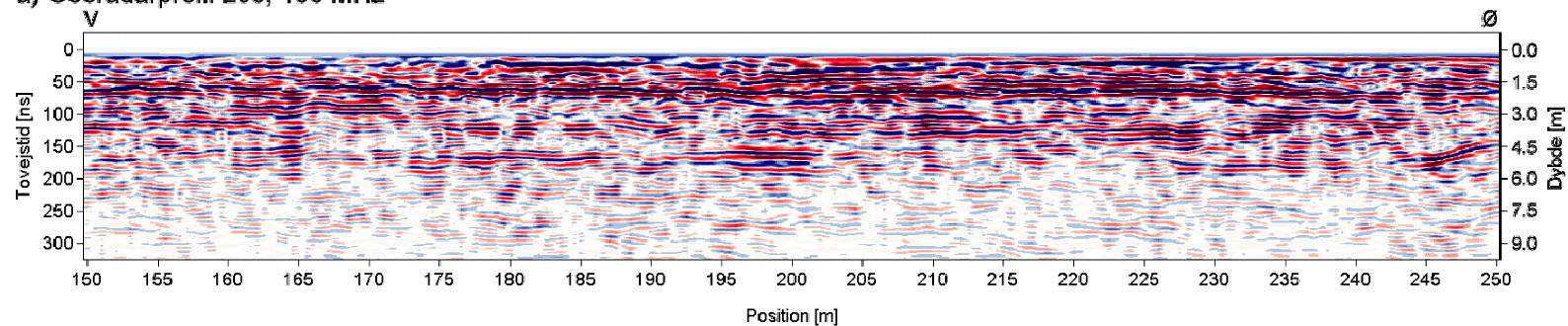
b) Georadarprofil L01, 200 MHz



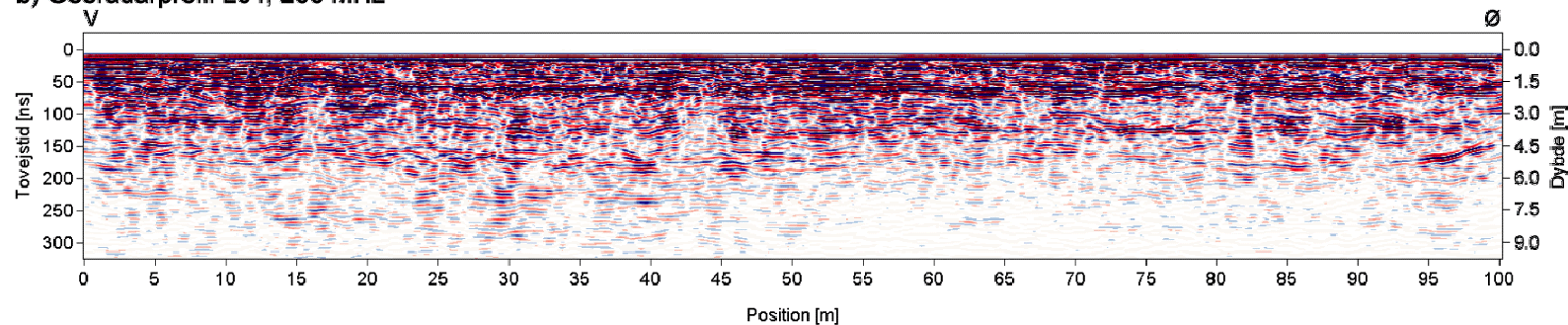
Figur 4.3. Nord-syd-orienteret georadarprofil. a) Udsnit af linie L02, målt med georadarsystem med antenner med centerfrekvens på 100 MHz. b) Udsnit af linie L01, målt med georadarsystem med 200 MHz antenner. Skæringspunktet med linierne L05 (100 MHz) og L04 (200MHz) i fig. 4.4 er markeret med lodrette stiplede linier. Georadarprofilerne er tid-dybde konverteret med en bølgeudbredelseshastighed på 0,06 m/ns.

Kølvrå

a) Georadarprofil L05, 100 MHz

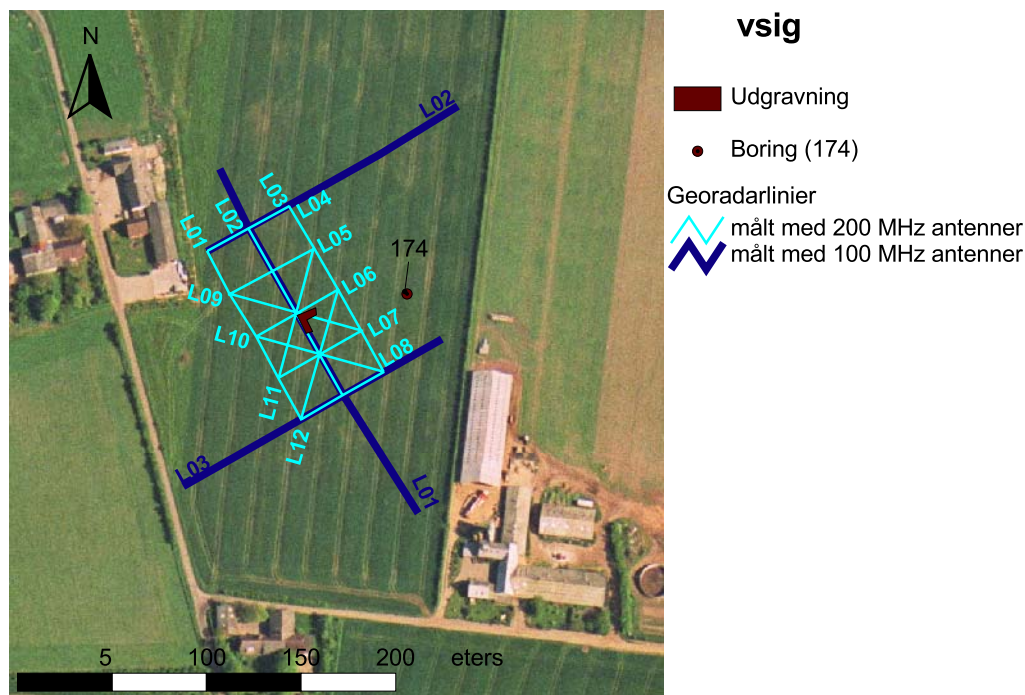


b) Georadarprofil L04, 200 MHz



Figur 4.4. Øst-vest-orienteret georadarprofil. a) Udsnit af linie L05, målt med georadarsystem med antenner med centerfrekvens på 100 MHz. b) Linie L04 målt med georadarsystem med 200 MHz antenner. Skæringspunktet med liniene L02 (100 MHz) og L01 (200MHz) i fig. 4.3 er længst mod vest (til venstre i profilerne). Georadarprofilerne er tid-dybde konverteret med en bølgeudbredelseshastighed på 0,06 m/ns.

En sammenligning af georadarprofiler og de geologiske profiler opmålt i udgravningen viser, at de subhorizontale refleksioner med kraftig amplitude i knap 2 m dybde i georadarprofilen kan korreleres med en laggrænse mellem et sand- og gruslag tæt ved udgravningens bund.



Figur 4.5. Knivsig undersøgelsesmark. Udgravning, boring og georadarlinier er markeret.

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

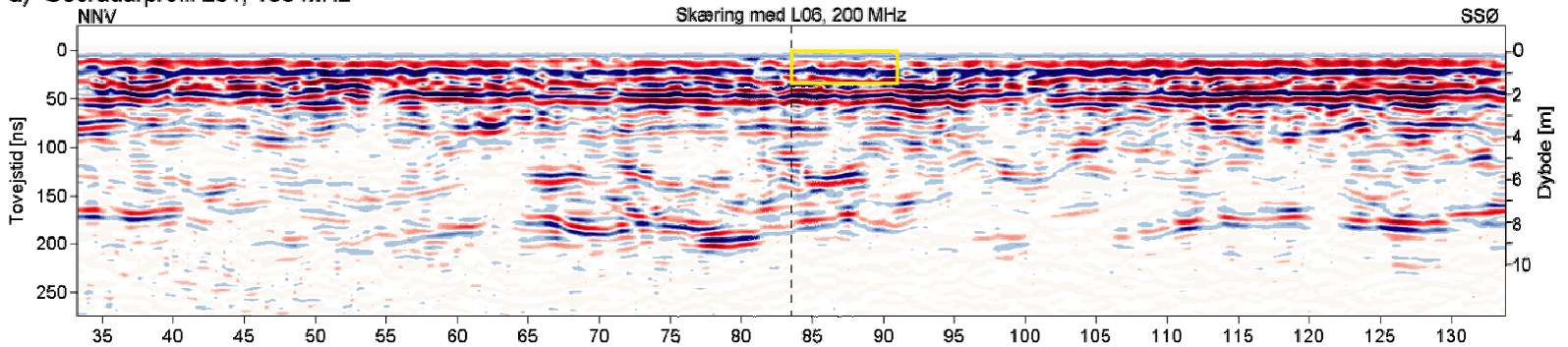
Refleksionsmønstrene i georadarprofilerne i undersøgelserne både på Kølvrå og Knivsig undersøgelsesmarker domineres af horisontale til subhorizontale refleksioner af lille til moderat kontinuitet. Desuden er der sekvenser med svagt hældende refleksioner. Disse er mest udprægede på Knivsig undersøgelsesmark, hvor der også er bølgeformede refleksioner.

Refleksionsmønstret med horisontale til subhorizontale refleksioner indikerer, at sedimenterne overvejende er aflejret i horisontale lag. Sammenholdt med de geologiske data, der vidner om, at sedimenterne er aflejret i energirige flettede, afspejler georadarprofilerne, at det må være den overordnede lagdeling af vekslende fin- og grovkornede sandlag eller gruslag aflejret som migrerende banker, der giver anledning til de horisontale og subhorizontale 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. De hældende refleksioner kan tolkes som delvist bevarede storskala skrålejringer, interferensmønstre af mindre skrålejringer, eller bevarede erosionsflader f.eks. i forbindelse med kanalløb.

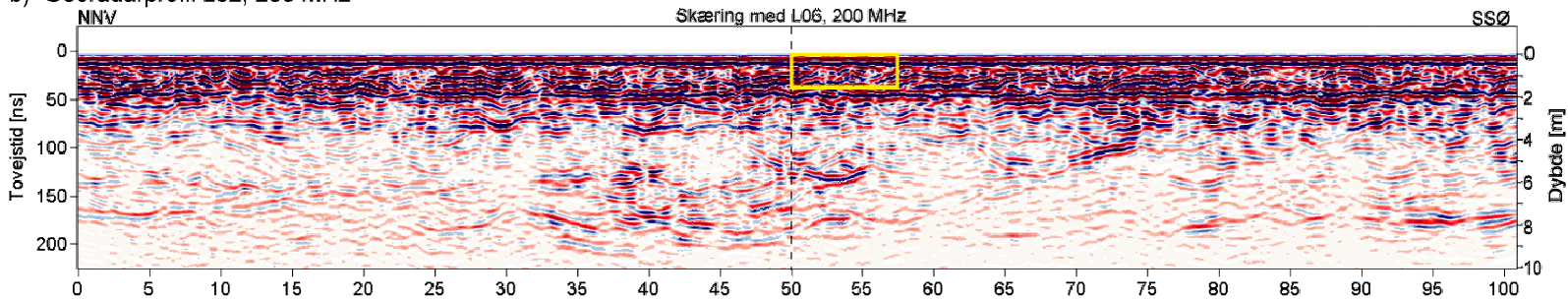
Figur 4.6. Georadarprofiler a) L01 målt med georadarsystem med antenner med centerfrekvens på 100 MHz, b) L02 og c) L06, målt med georadarsystem med antenner med centerfrekvens på 200 MHz. De lodrette stiplede linier angiver skæringspunktet mellem de to linieretninger. De gule bokse markerer placeringen af de pedologiske/geologiske profiler, som er opmålt i udgravningen, figur 3.8-3.11. Georadarprofilerne er tid-dybde-konverteret med en bølgeudbredelseshastighed på 0,09 m/ns.

Knivsig

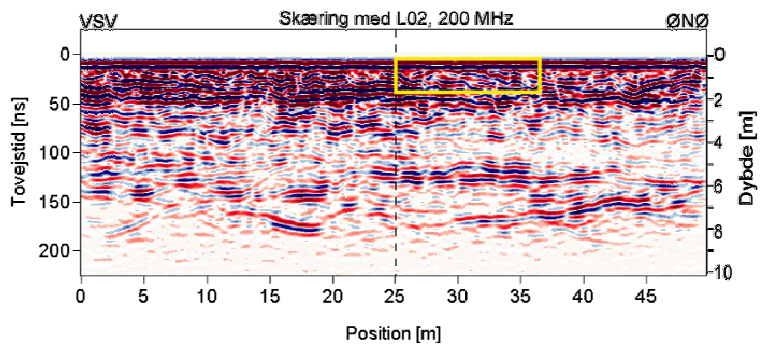
a) Georadarprofil L01, 100 MHz



b) Georadarprofil L02, 200 MHz



c) Georadarprofil L06, 200 MHz



4.2 Prøveudtagningssteder

Der blev udtaget jordprøver i to udtagningsdybder i 49 prøvepunkter fordelt over marken som vist på fig. 4.6.



Figur 4.7. Prøveudtagningssteder på variationsmarken ved Kølvrå.

4.3 Teksturanalyser

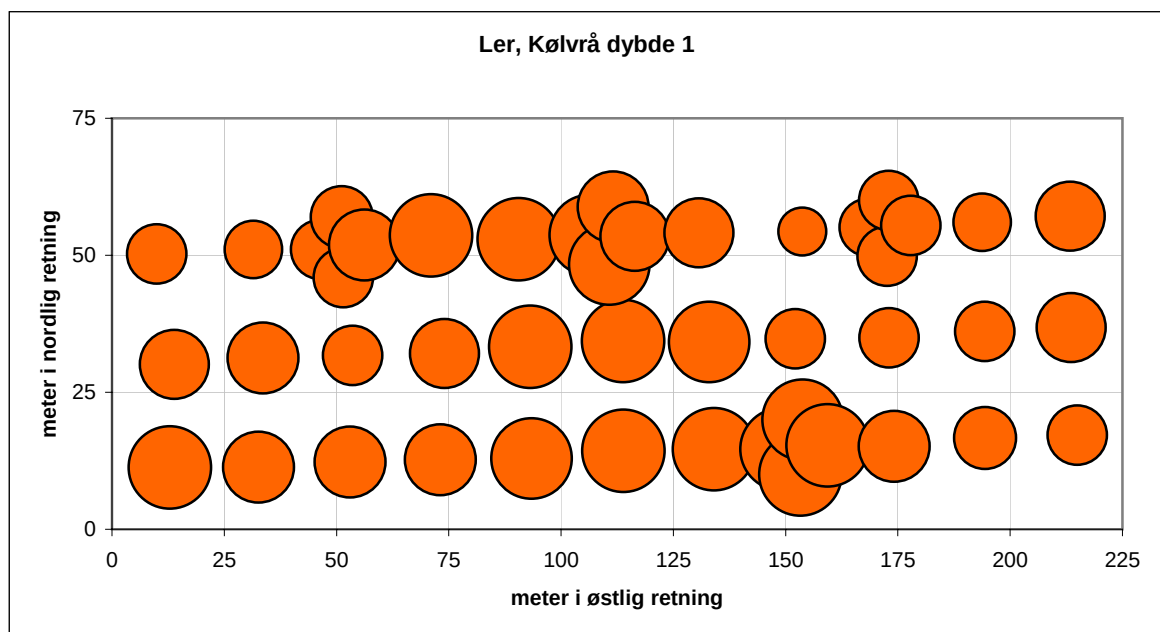
Søren Torp (DJF)

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

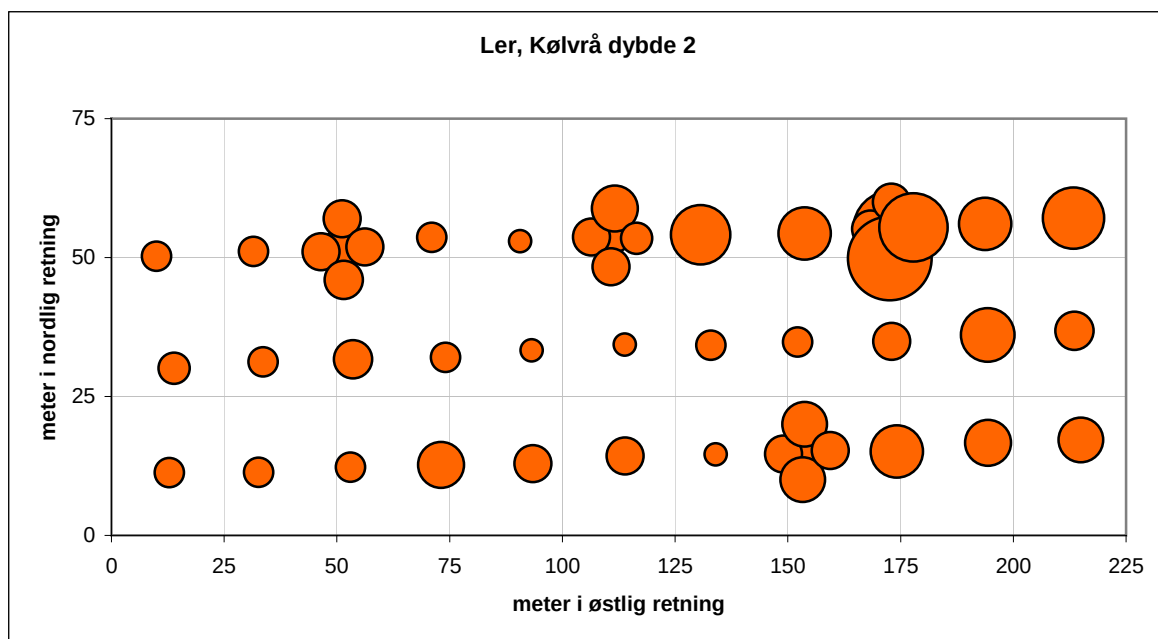
Lerprocentfordelingen i dybde 1 (Ap-horizonten) er meget homogen og ligger mellem 2,1 og 3,6% (fig. 4.8). I dybde 2 ses et fald i lerprocenten til mellem 1,5 og 2% (fig. 4.8). Dette gælder fortrinsvis i den østlige del af marken, hvorimod den østlige ende har lerprocenter på mellem 3,0 til 4,6.

Kulstofvariationen i dybde 1 ligger mellem 0,28 og 3,01% (fig. 4.10). De højeste kulstofværdier findes grupperet i tre områder. Intervallet 1,49-2,04% udgør gruppen med størst udbredelse. Gruppen med de højeste værdier udgøres af værdier på 2,6-3%. I dybde 2 befinder indholdet af kulstof sig i intervallet 0,15 og 2,98% (fig. 4.11). Som forventet er der et lavere indhold af kulstof her. Der findes to grupper, en med værdier på 0,19-0,46% og en med 0,57-0,64%. En enkelt værdi har 2,98% og må betragtes som afvigende.

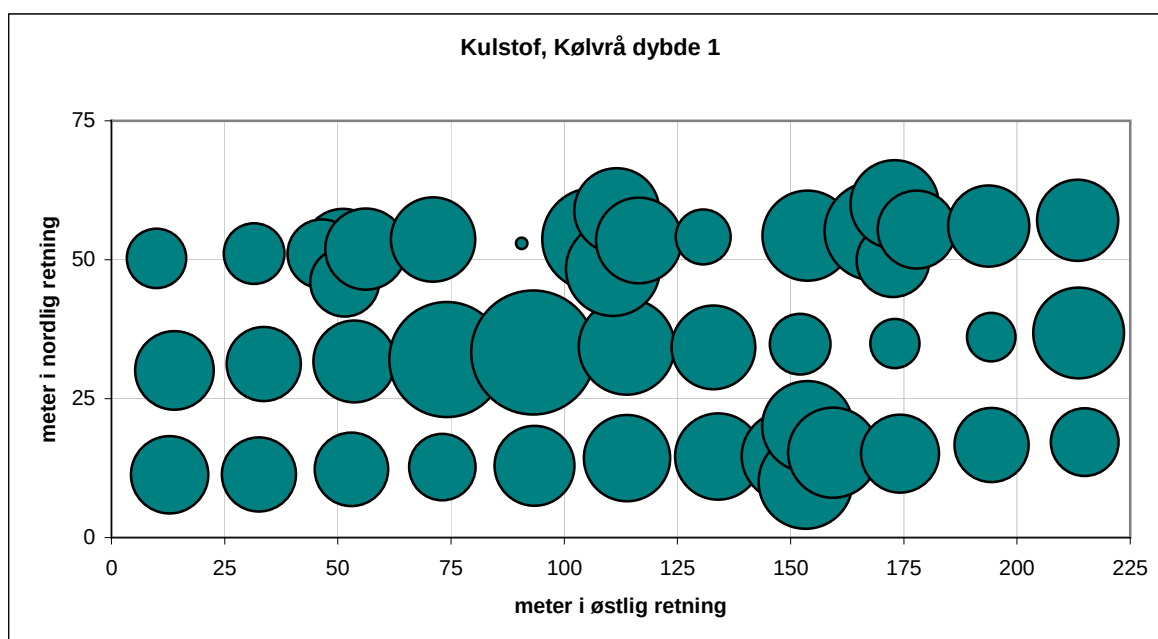
Sandfraktionen udgør en høj andel af den samlede kornstørrelsesfordeling af ler, silt og sand. For dybde 1 udgør sand 87,5 og 92,6% (fig. 4.12). Af boblediagrammet ses den meget homogene og velsorterede fordeling. I dybde 2 udgør sandet 87,6 og 96,5%, dvs. en lidt højere spredning end i pløjelaget (fig. 4.13). Her skal igen henvises til appendiks 2 for den samlede tabel over kornstørrelsesfordelingen for sand ved Kølvrå.



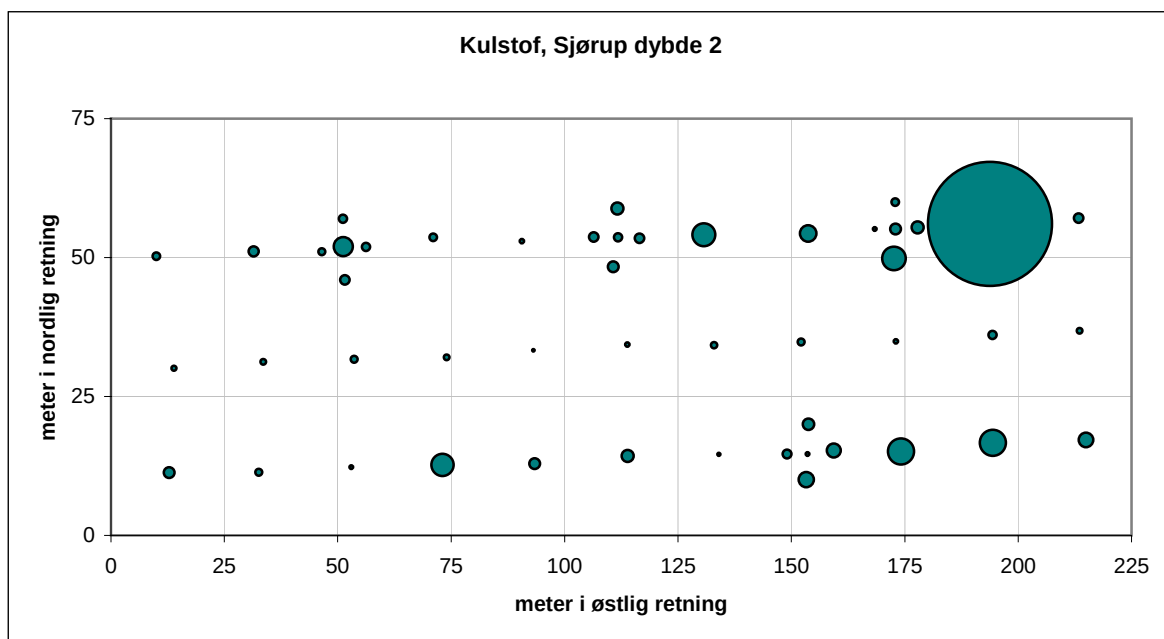
Figur 4.8. Lerprocent i pløjelagsdybde (1). Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 2,1 og 3,6% ler.



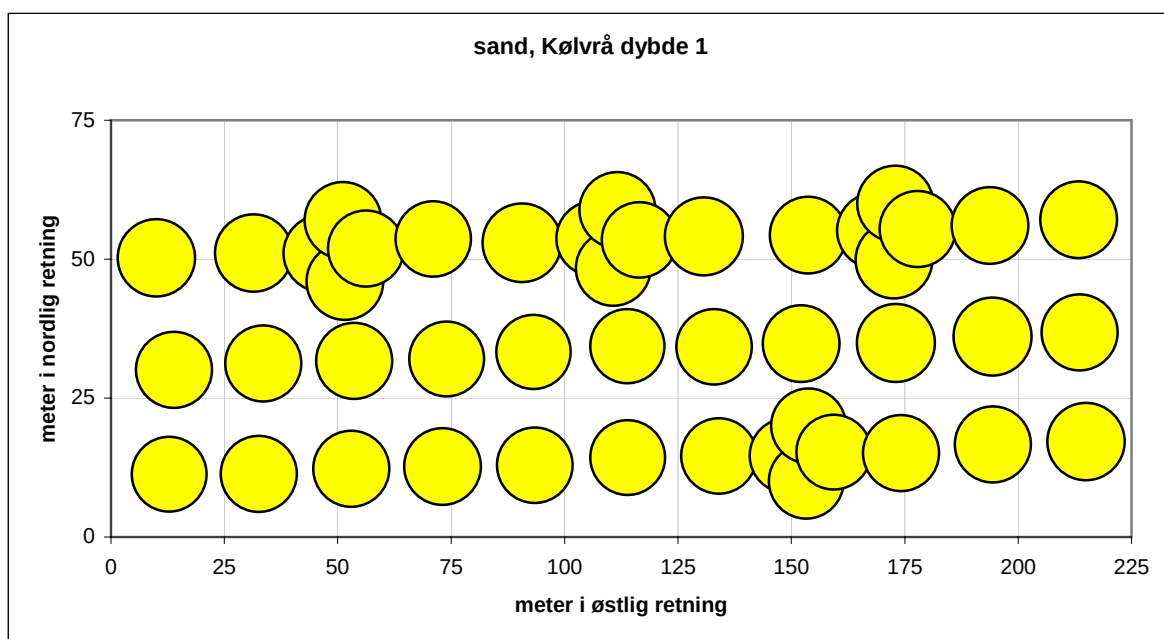
Figur 4.9. Lerprocent I dybde 2. Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 1,5 og 5,6% ler.



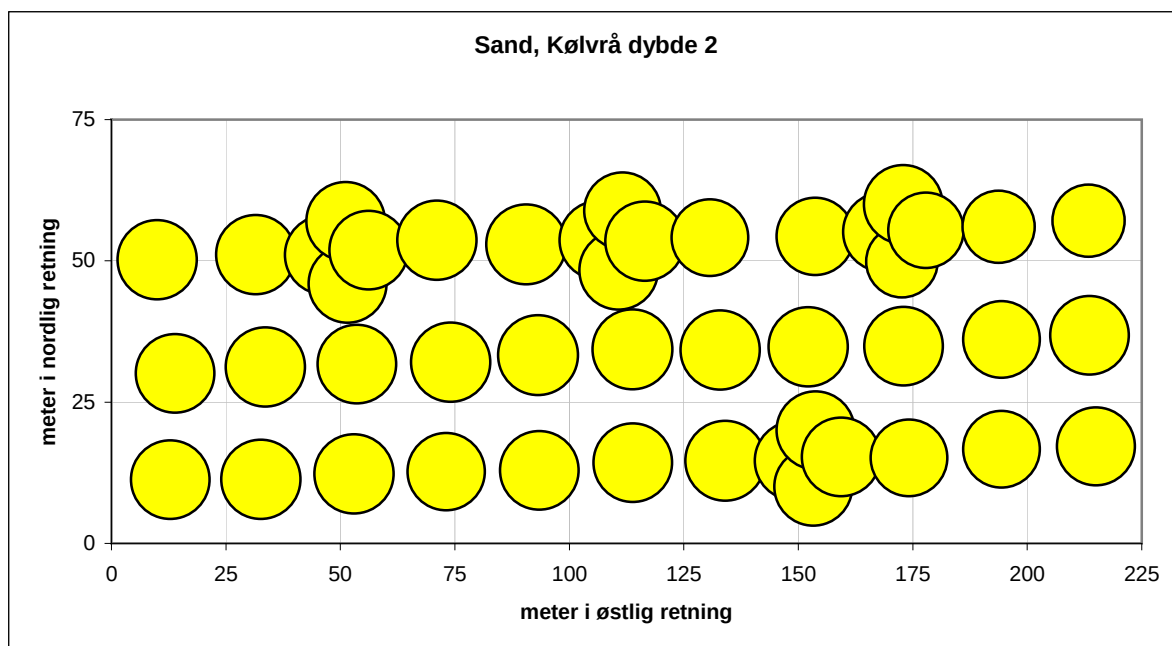
Figur 4.10. Kulstofprocent I pløjelagsdybde (1). Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 0,28 og 3,01% kulstof.



Figur 4.11. Kulstofprocent I dybde 2. Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 0,15 og 2,98% kulstof.



Figur 4.12. Sandprocent I pløjelagsdybde (1). Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 87,5 og 92,6% sand.



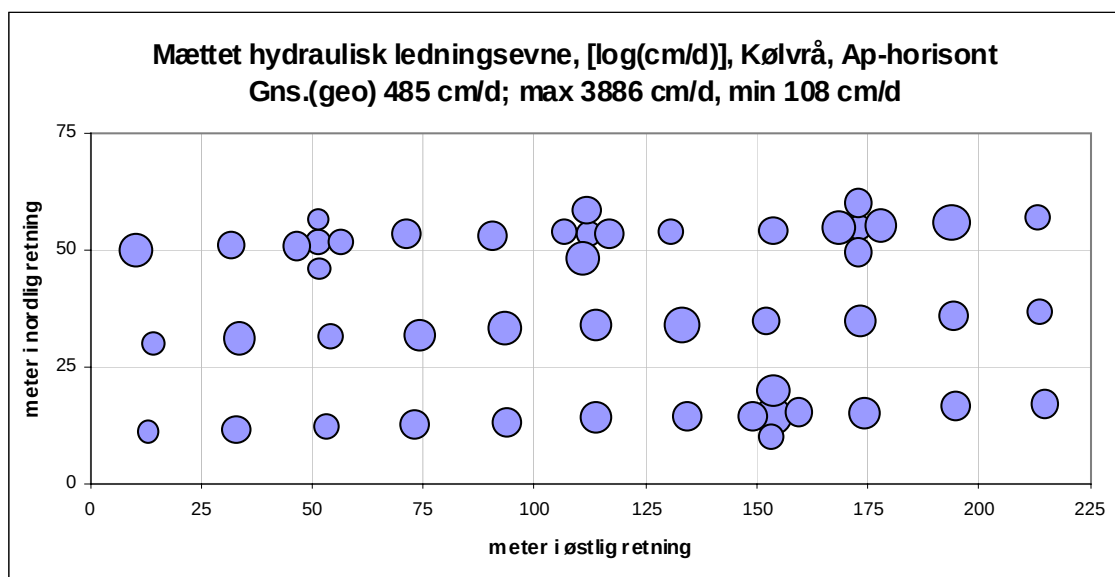
Figur 4.13. Sandprocent I dybde 2. Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 87,6 og 96,5% sand.

4.4 Hydraulik

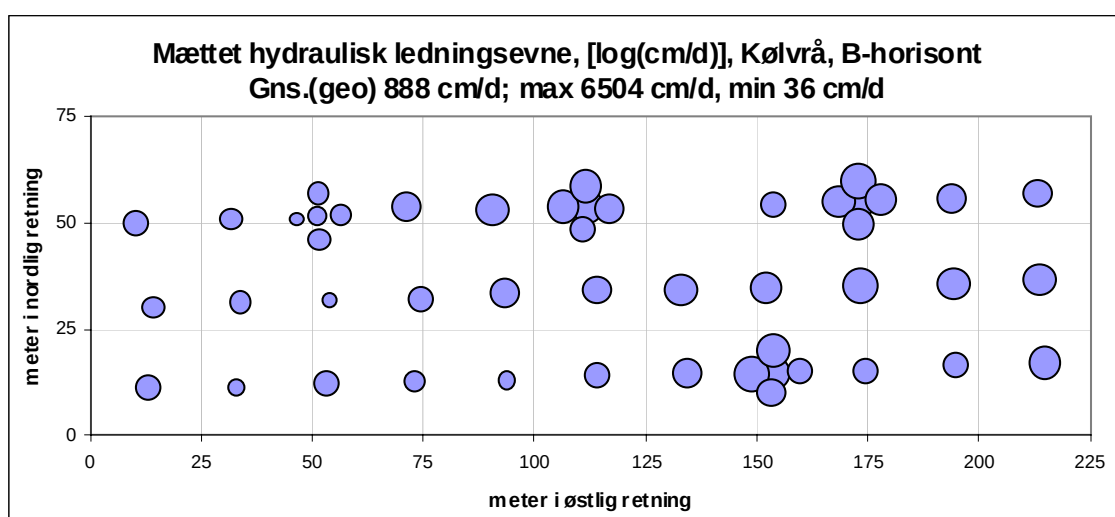
Bo Vangso Iversen (DJF) og Ole Hørbye Jacobsen (DJF)

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. Målingerne viser, at specielt B-horisonten har lave værdier i den sydvestlige del af marken. Variation på marken skal sandsynligvis forklares ved en samtidig variation i jordens teksturfordeling (fig. 4.9). Ap-horisonten har generelt en lavere mættet hydraulisk ledningsevne end B-horisonten, hvilket skal forklares ved det højere indhold af organisk stof i Ap-horisonten. Den største variation ses i B-horisonten.

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 Kølvrå (logtransformerede værdier).



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

4.5 Mikrobiologi

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

4.5.1 Analyser

I markvariationsundersøgelsen er der målt følgende mikrobiologiske parametre: Basal *in situ* respiration (IRGA) samt substrat induceret respiration (SIR). Generel mikrobiel aktivitet

er bestemt i form af hydrolyse af flourescein diacetat (FDA) samt specifik mikrobiel aktivitet i form af aarylsulfatase aktivitet (ASA).

4.5.2 Variation

En reel rumlig variation forudsætter at variationen i marken er større end variationen på den pågældende analyse.

De enkelte analyser er, bortset fra basal *in situ* respiration, foretaget med 3-4 gentagelser og variationskoefficienterne ($CV = (SD/Gns) \cdot 100$) for analyserne er vist i tabel 4.2.

Tabel 4.2. Variation på analyser (vedr. enheder se appendiks 3).

Analyse	Antal gentagelser	Variations koefficient (CV)	
		Range	Gens.
Basal <i>in situ</i> respiration (IRGA)*	1*	-	37
Substrat induceret respiration (SIR)	3	4-117	26
Arylsulfatase aktivitet (ASA)	4	3-65	19
Flourescein diacetat hydrolyse (FDA)	3	0-16	5

* Variationen på denne analyse er beregnet på baggrund af 25 målinger indenfor et 2x2 m kvadrat.

Målingerne er foretaget i 49 punkter, dvs. med 49 gentagelser. Simple statistiske parametre for de enkelte analyser er vist i tabel 4.3.

Sammenlignes analysevariationen med variationen i marken, vil man se, at sidstnævnte for alle analysers vedkommende er størst, hvilket antyder, at der er tale om en reel rumlig variation i marken.

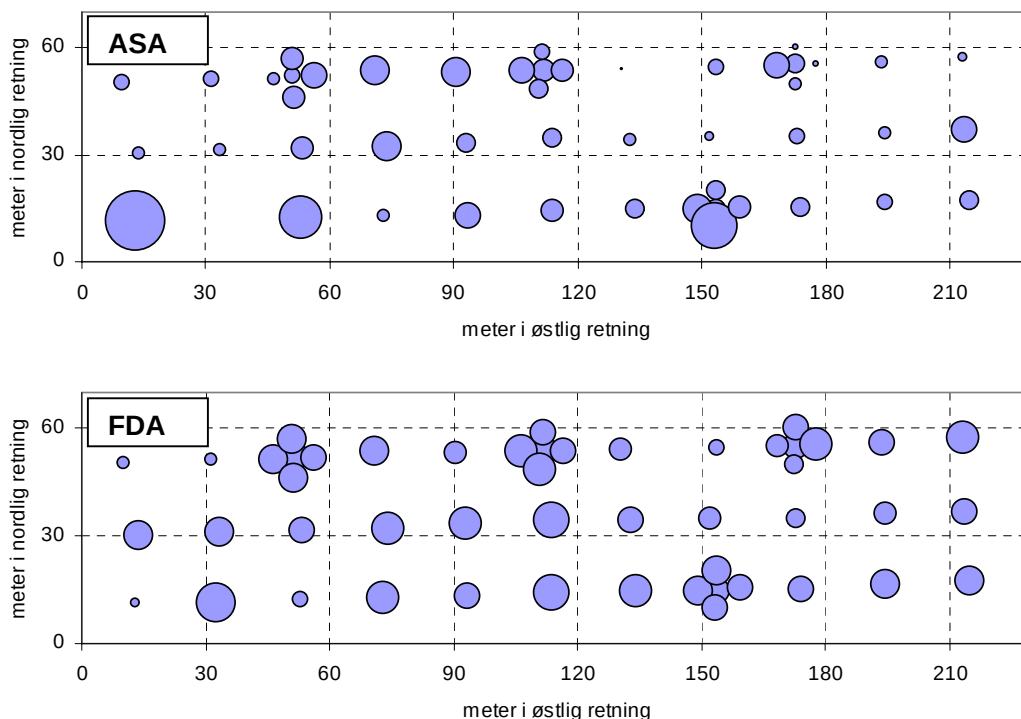
Tabel 4.3. Variation i marken (vedr. enheder se appendiks 3).

Analyse	Dybde 1				
	Min	Max	Gns	Std	CV
Basal <i>in situ</i> respiration (IRGA)	0,09	0,98	0,47	0,23	50
Substrat induceret respiration (SIR)	1,8	9,1	3,9	1,7	43
Arylsulfatase aktivitet (ASA)	0,8	19,2	7,0	3,2	46
Flourescein diacetat hydrolyse (FDA)	16,6	52,0	36,6	7,6	21

4.5.3 Markvariation

Der er altså tale om en betydelig markvariation med variationskoefficienter på op til 50% for dybde 1 (tabel 4.3). For at få et indtryk af, hvorledes variationen fordeler sig over marken, er der i fig. 4.16 til 4.17 vist den relative fordeling af de målte mikrobiologiske parametre hen over marken efterfulgt af absolutte værdier i de 51 målepunkter (appendiks 3). Tilsvarende er variationen i mineraliseringen af acetat fundet meget begrænset, og der medtages ikke data for acetatmineralisering i tabelformat. Mineralisering af acetat viser, at der findes mikroorganismer, der er levedygtige i alle punkter i begge jorddybder (data ikke vist).

Figur 4.16. Relative værdier af arylsulfatase aktivitet (ASA) og hydrolyse af fluorescein diacetat (FDA) fra dybde 1 Kølvrå.



Figur 4.17. Relative værdier af substrat induceret respiration (SIR) og basal *in situ* respiration (IRGA) fra dybde 1 Kølvrå. Data for SIR repræsenterer den østlige del.

4.5.4 Resultater af enkeltanalyser

Resultater af enkeltanalyser fra de 49 punkter i Kølvrå er vist i appendiks 3.

4.5.5 Sammenfatning

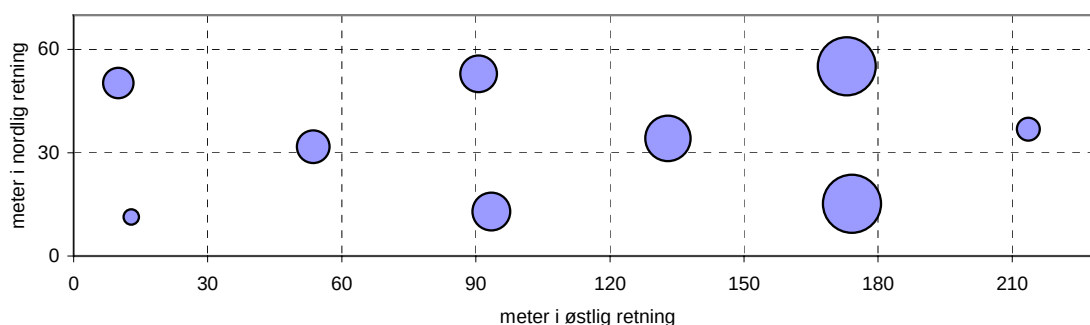
Sammenfattende kan det konkluderes, at der er en betydelig rumlig variation i de mikrobiologiske parametre hen over marken i Kølvrå, med variationskoefficienter op til 50 % for dybde 1. Generelt synes marken i Kølvrå at ikke at være karakteriseret ved et særlige tydelige områder med overordnet tendens til lavere mikrobiel aktivitet end i resten af marken.

4.6 Pesticidspecifikke parametre

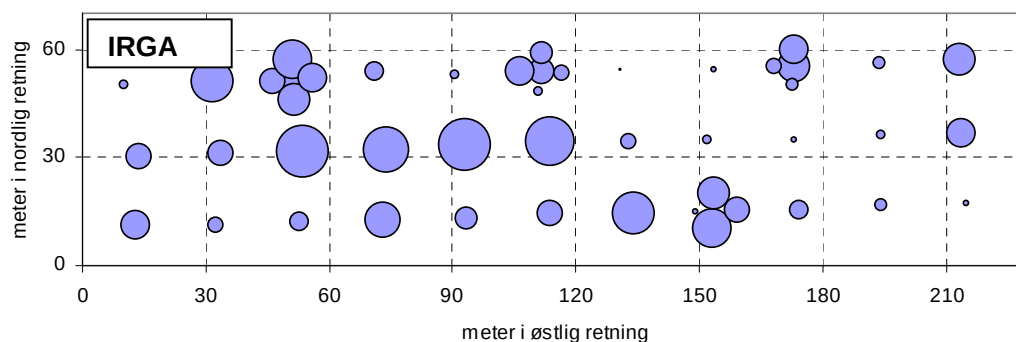
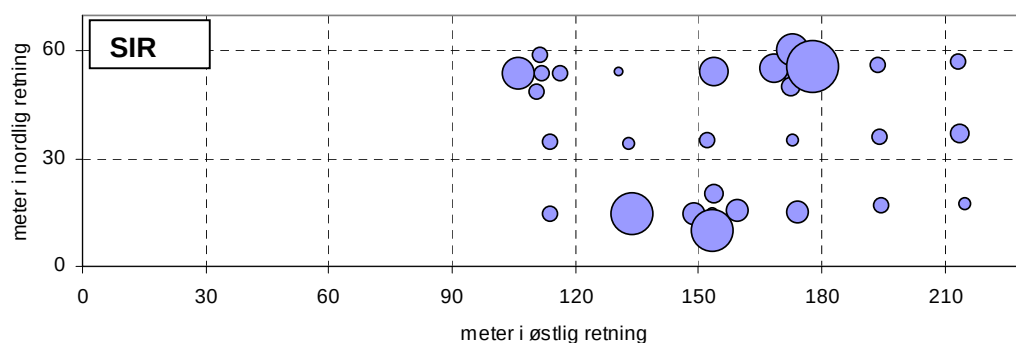
Carsten Suhr Jacobsen (GEUS), Jim Rasmussen (GEUS) og Ulla Catrine Brinch (GEUS)

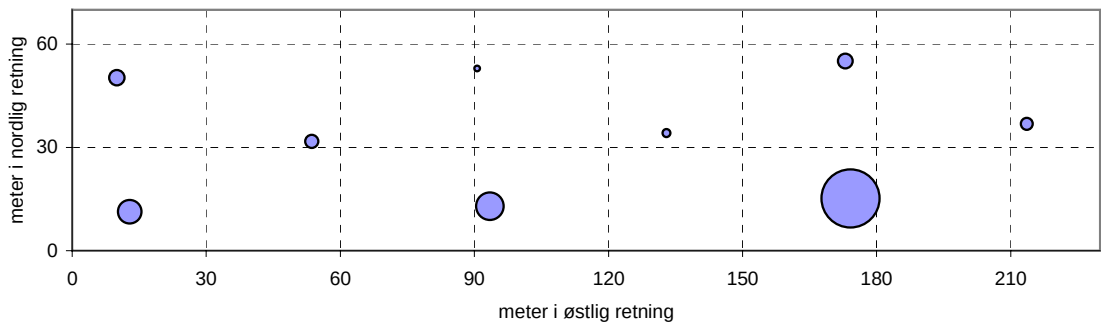
4.6.1 Sorption af pesticider

Sorptionen af pesticiderne MCPA, methyltriazinamin, glyphosat og metribuzin er bestemt i 9 punkter for over- og underjord. Nedenstående boblediagrammer (fig. 4.18 til 4.25) viser sorptionen for de undersøgte stoffer. 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, fordi de alligevel giver en nyttig information om variationen i stoffernes eller deres metabolitters bindingsforhold.



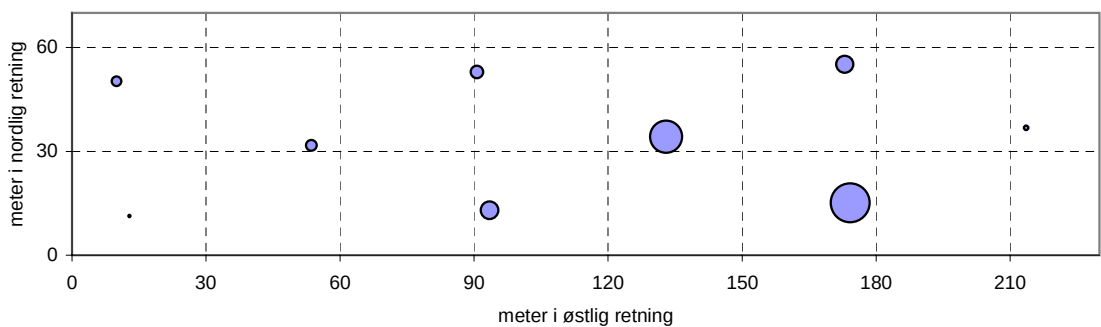
Figur 4.18. Sorption af MCPA til overjord fra Kølvrå. Kd er 4,14 +/- 1,57, med højeste værdi på 6,35 og laveste på 1,75.



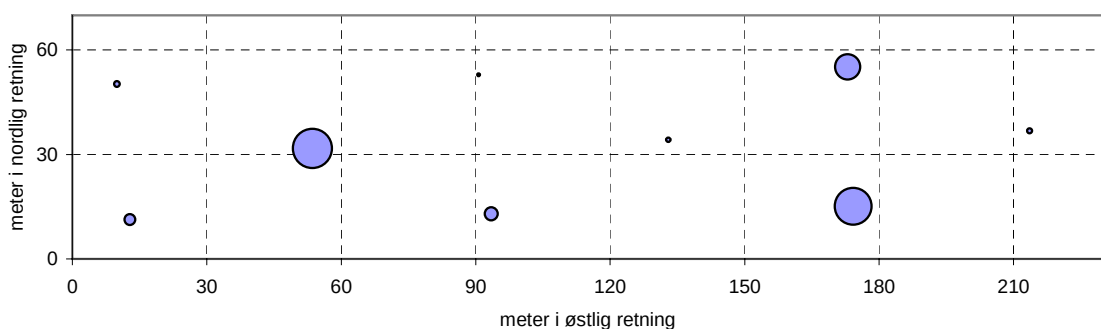


Figur 4.19. Sorption af MCPA til underjord (dybde 2) fra Kølvrå. Den gennemsnitlige K_d -værdi er 1,54 med en standardafvigelse på 1,20, højeste K_d -værdi er 4,43 og den laveste er 0,65.

MCPA-sorption til overjorden varierer meget (fig. 4.17) og variationen i underjorden (fig. 4.18) er endnu større. Sorptionen er størst i overjorden, hvor K_d -værdierne spænder fra 1,75 til godt 6. I underjorden spænder K_d fra et lavt niveau på 0,65 til 4,4.

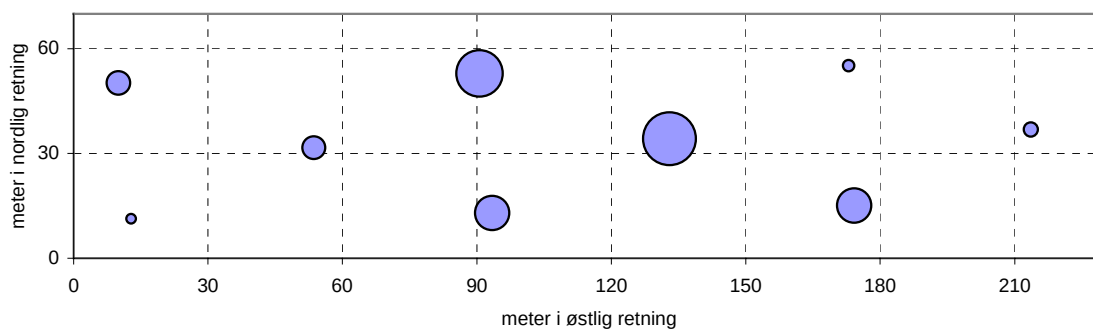


Figur 4.20. Sorption af methyltriazinamin til overjord fra Kølvrå. K_d -værdien er i gennemsnit 14,65 med en standardafvigelse på 10,71. Højeste K_d -værdi er 34,82, mens den laveste er 2,38.

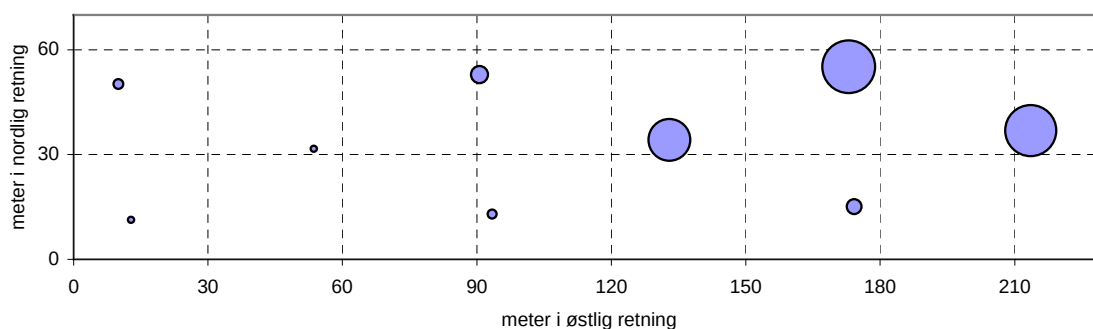


Figur 4.21. Sorption af methyltriazinamin til underjord (dybde 2) fra Kølvrå. K_d -værdien er i gennemsnit 15,59 med en spredning på 13,46. Højeste K_d -værdi er 37,7, mens laveste er 3,28

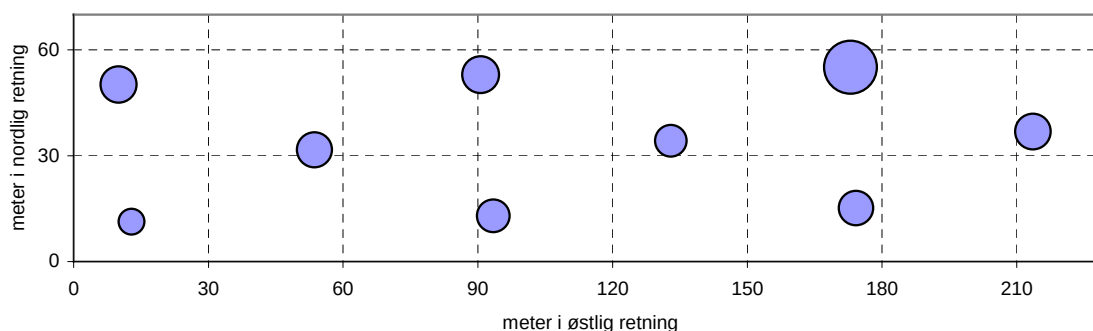
Methyltriazinamin har generelt en højere sorption end MCPA. Der ses det samme billede som for MCPA med den største variationsbredde i underjorden. Variationen er dog høj både i over- og underjord (fig. 4.20 og 4.21).



Figur 4.22. Sorption af glyphosat til overjord fra Kølvrå. Glyphosat har en Kd-værdi på 326 +/- 178. Højeste værdi er 615 og lavest er 117.

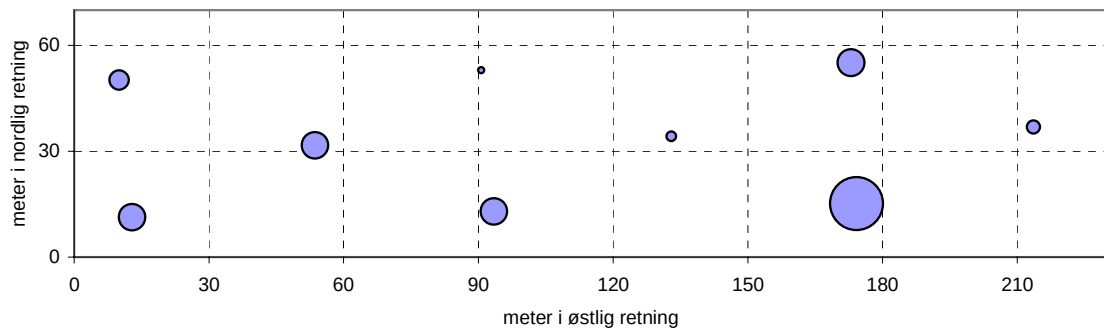


Figur 4.23. Sorption af glyphosat til underjord (dybde 2) fra Kølvrå. Kd-værdien er i gennemsnit 1162 med en spredning på 962. Den højeste værdi er 2601, mens den laveste er 323.



Figur 4.24. Sorption af metribuzin i overjord fra Kølvrå. Gennemsnittet for Kd-værdierne er 1,49 +/- 0,30. Højeste Kd-værdi er 2,20 og den laveste er 1,09.

Sorptionen af glyphosat er betydeligt højere end det ses for de øvrige stoffer (fig. 4.21 og 4.22), specielt er sorptionen i underjorden større end i overjorden (fig. 4.22).



Figur 4.25. Sorption af metribuzin i underjord (dybde 2) fra Kølvrå. I gennemsnit er Kd-værdien 0,07 med en standardafvigelse på 0,04. Højeste Kd-værdi er 0,16 og laveste er 0,02.

Metribuzin sorberes kun i ringe grad (fig. 4.24 og 4.25), sorptionen er højest i overjorden uden der dog er tale om en stor sorption. I underjorden er der en relativt stor variationsbredde på sorptionen med Kd-værdier fra 0,02 til 0,16, hvilket dog er at betagte som meget lav binding.

Sorptionen af de fire stoffer varierer alle meget på markskala. Den største variation ses i underjorden, hvor der er stor variation for de undersøgte stoffer MCPA, metribuzin, methyltriazinamin og glyphosat.

4.6.2 Sammenfatning

Stoffernes sorption fordeler sig som det blev set for fuldt undersøgelsesprogram profilerne, hvor glyphosat og methyltriazinamin har høj sorption, mens MCPA og metribuzin har en lav sorption, der i underjord er meget lav. Generelt ses den største variation på markskala i underjorden.

5 Resultater af profillinieundersøgelser

I nærværende kapitel præsenteres resultaterne af de undersøgelser, som knytter sig til profillinien. Profillinien består af fire borer, der sammen med fuldt undersøgelsesprogram profilet på Ilskov lokaliteten danner en ca. 7 km lang, ØSØ-VNV gående linie gennem den proximale smeltevandsslette. I hver af de fire borer, 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 borerne 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

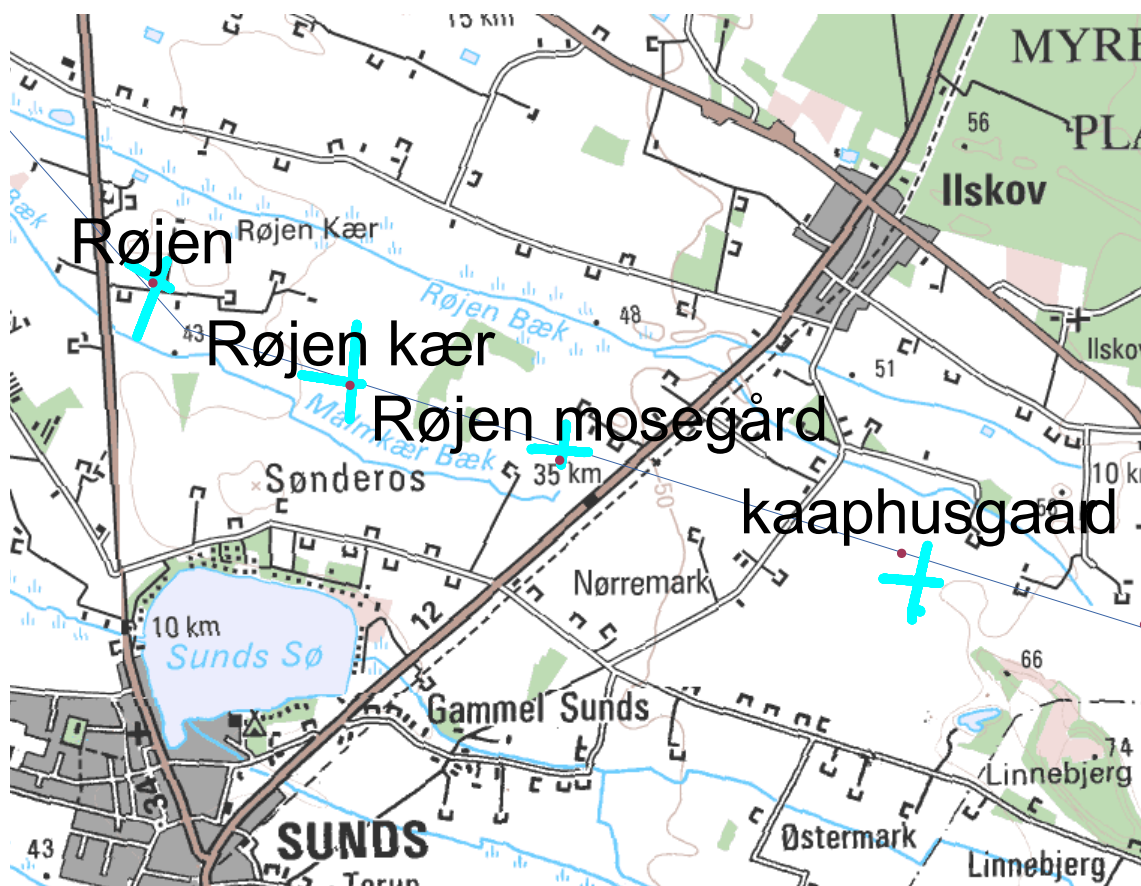
I dette afsnit beskrives resultaterne af EM38- og georadarundersøgelserne. EM38 er en geofysisk metode, som viser den gennemsnitlige elektriske ledningsevne i jorden ned til ca. 1,5 meter. Målingerne er under danske forhold stærkt korreleret til jordens lerindhold. Georadarmetoden viser først og fremmest 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 (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 proximale del af smeltevandssletten.

5.1.1 EM38

Søren Torp (DJF) og Mogens Greve (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 proximale smeltevandsslette-transekt-lokaliteter er der udført EM38-målinger i to på hinanden vinkelrette transekter (fig. 5.1). Transektterne er mellem 300 og 650 meter lange. Enkelte steder har det på grund af hegn eller andre arronderingsmæssige forhold været umuligt at lægge transektterne vinkelrette på hinanden. Transekten ved Røjen er 350 x 550 meter lang. Transekten ved Røjen Kær er 420 x 650 meter lang. Transekten ved Røjen Mosegård er 300 x 400 meter lang. Transekten ved Skårphusgård er 400 x 530 meter lang.



Figur 5.1. De 8 transekters placering på den proximale hedeslette (markeret med rødt).

I tabel 5.1 findes de statistiske parametre fra alle de proximale smeltevandslokaliteter på Karup Hedeslette.

Tabel 5.1. Statistiske data fra transekterne fra de proximale smeltevandslokaliteter på Karup Hedeslette

Lokalitet	Range	Sill	Nugget	Model
Røjen	51,6	2,0	0,4	sfærisk
Røjen Kær	13,3	2,7	0,6	sfærisk
Røjen Mosegård	13,8	2,2	1,1	sfærisk
Skåphusgård	10,7	17,9	9,3	sfærisk

5.1.2 Georadar

Ingelise Møller (GEUS)

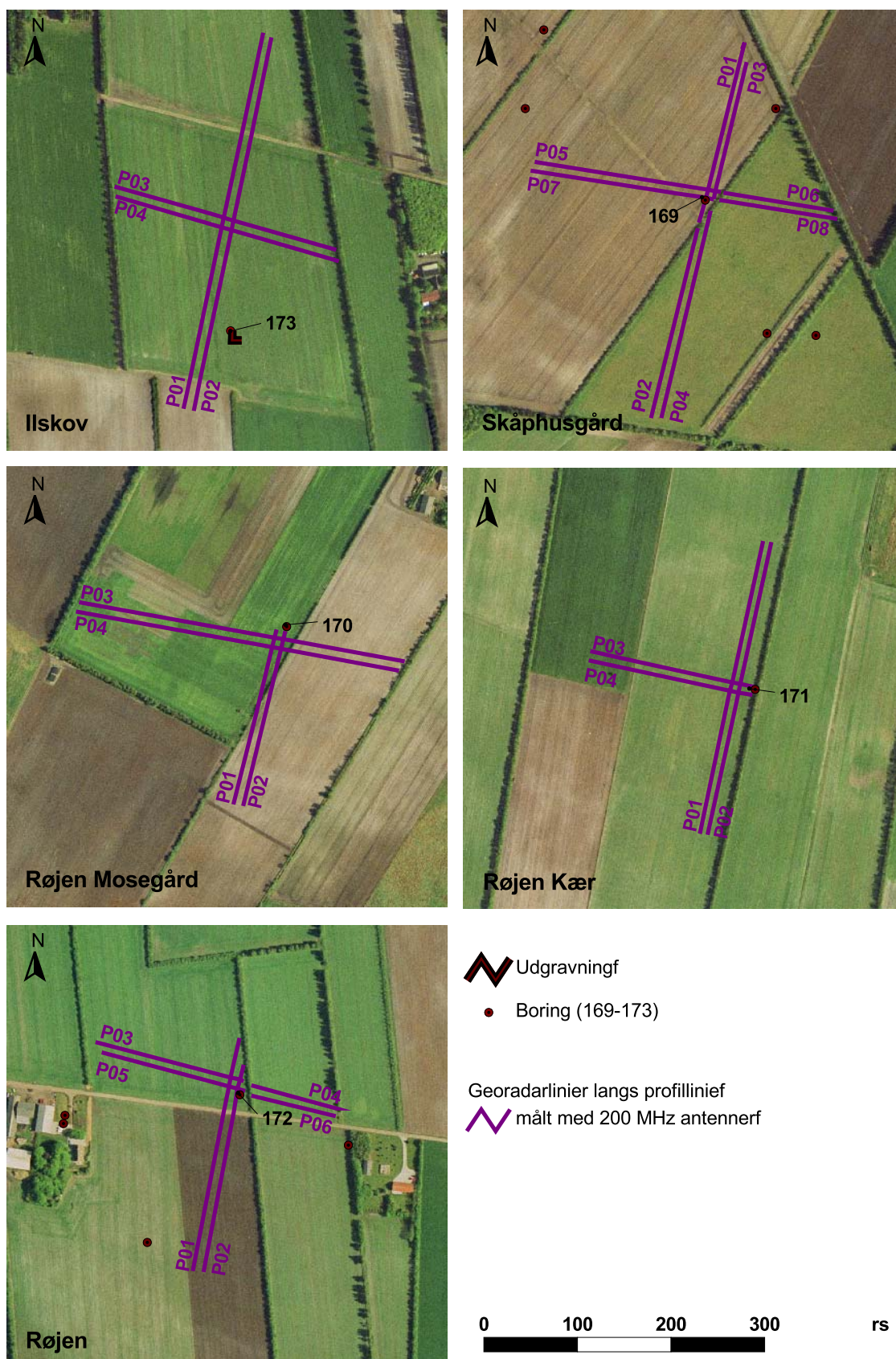
Et område ved hver boring langs profilinien (fig. 2.3) er undersøgt med et georadarsystem med antenner med centerfrekvens på 200 MHz. Der er målt to sæt af parallelle linier placeret parallelt og vinkelret på den formodede overordnede palæostrømretning (fig. 5.2). Det var ikke praktisk muligt at lave et langt georadarprofil langs profilinien, dels på grund af de mange fysiske forhindringer som læhegn, grøfter og åer, dels på grund af den forholdsvis

store afstand mellem borerne. 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 (Barlebo et al. 2002). 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 borer.

Fig. 5.3a og 5.4a viser udsnit af to vinkelrette georadarprofiler ved Ilskov boringen, figur 3.13. Georadarprofilerne domineres af horisontale til subhorisontale refleksioner med lille til moderat kontinuitet, desuden er der områder med svagt hældende og bølgeformede refleksioner og områder, hvor refleksionsmønstret har et 'hummocky' udseende. Georadarprofilerne præges yderligere af niveauer, hvor refleksionerne har større kontinuitet (>100 m) og kraftigere amplitude. Disse refleksioner er hovedsagelig subhorisontale, dog er der i de N-S-orienterede georadarprofiler en tendens til, at refleksionerne hælder i en tilsyneladende sydlig retning. I ca. 250-300 ns ses en markant gennemgående refleksion. Penetrationsdybden ligger generelt på 250-300 ns (~7,5-9 m u. t.) med en tendens til at være større mod øst og nord end mod vest og syd. Georadarsignalet ser ud til at dæmpes fuldstændigt under en markant refleksion beliggende i ca. 250-300 ns. Ved sammenligning med boredataene kan den markante refleksion i ca. 250-300 ns sandsynligvis korreleres med mioæne brunkulslag. Derudover er det ikke muligt at korrelere refleksioner med kraftig amplitude eller lag med karakteristiske refleksionsmønstre til bestemte lagsekvenser i boringens smeltevandsserie.

Fig. 5.3b og 5.4b viser udsnit af to vinkelrette georadarprofiler, som går igennem Skåphusgård-boringen, figur 5.9. Georadarprofilerne domineres af horisontale til subhorisontale refleksioner med lille til moderat kontinuitet. Desuden er der områder med svagt hældende og bølgeformede refleksioner og områder, hvor refleksionsmønstret har et 'hummocky' udseende. I den sydlige del af den østlige marks profiler er refleksionsmønstre med et hummocky udseende dominerende. Georadarprofilerne præges yderligere af zoner, hvor hovedsageligt horisontale til subhorisontale refleksionerne har større kontinuitet (>100 m) og kraftigere amplitude. Penetrationsdybden hælder fra nord mod syd med 150 ns (~4,5 m) fra 150 ns (~4,5 m u.t.) til 300 ns (~9 m u.t.) over 400 m samt fra vest mod øst med 100 ns (~3 m) fra 200 ns (~6 m u.t.) til 300 ns (~9 m u.t.) over godt 300 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.



Figur 5.2. Placering af georadarlinier ved fuldt undersøgelsesprogram profilboringen Ilskov (173) samt profilinieboringerne Skåphusgård (169), Røjen Mosegård (170), Røjen Kær (171) og Røjen (172).

Fig. 5.3c og 5.4c viser udsnit af to vinkelrette georadarprofiler, som går igennem Røjen Mosegård-boringen, figur 5.8. Georadarprofilerne domineres i den vestlige del af horisontale til subhorisontale refleksioner med lille til moderat kontinuitet. Desuden er der svagt hældende og trugformede refleksioner. I den østlige og sydlige del ses mange sekvenser med hældende refleksioner, som er afgrænset af subhorisontale eller svagthældende refleksioner med kraftigere amplitude. Der er også områder med refleksionsmønstre med et 'hummocky' udseende. Georadarprofilerne præges af hovedsageligt horisontale til subhorisontale refleksioner med større kontinuitet (>100 m) og kraftigere amplitude. Penetrationsdybden ligger generelt mellem 200-300 ns ($\sim 6-9$ 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.

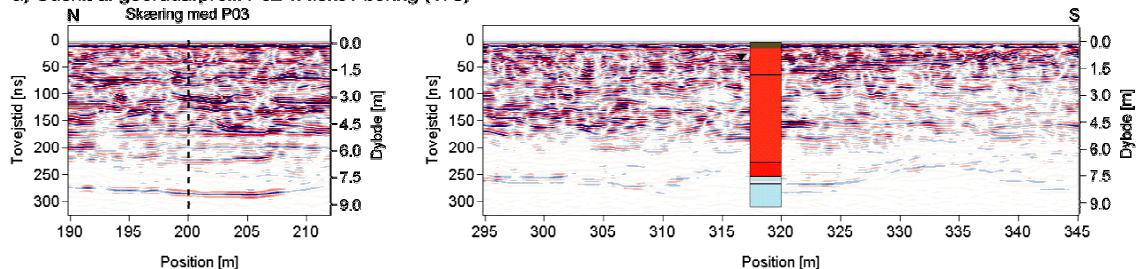
Fig. 5.3d og 5.4d viser udsnit af to vinkelrette georadarprofiler, som går igennem Røjen Kær-boringen, figur 5.7. Georadarprofilernes refleksionsmønstre veksler mellem områder med horisontale til subhorisontale refleksioner med moderat kontinuitet (20-30 m), områder med korte hældende refleksioner med lille kontinuitet (3-10 m) og områder, hvor refleksionsmønstret har et 'hummocky' udseende. Georadarprofilerne præges af en hovedsageligt subhorisontal refleksion med større kontinuitet (>100 m) og kraftigere amplitude beliggende i 150-200 ns ($\sim 4,5-6$ m u.t.). Penetrationsdybden ligger mellem 170-300 ns ($\sim 5-9$ m u. t.) med den mindste penetrationsdybde i den vestlige del. Der er en tendens til, at signalet svækkes kraftigt under den markante refleksion beliggende i 150-200 ns. 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. 5.3e og 5.4e viser udsnit af to vinkelrette georadarprofiler, som går igennem Røjen boringen, figur 5.6. Georadarprofilernes refleksionsmønstre veksler mellem områder med horisontale til subhorisontale refleksioner med primært moderat kontinuitet (20-30 m), og områder, hvor refleksionsmønstret har et 'hummocky' udseende. De øst-vest-orienterede georadarprofiler og den nordlige del af de nord-syd-orienterede georadarprofiler præges af en hovedsageligt horisontal til subhorisontal refleksion med større kontinuitet og kraftigere amplitude beliggende i ca. 150 ns ($\sim 4,5$ m u.t.). Penetrationsdybden ligger mellem 250-300 ns ($\sim 7,5-9$ m u. t.); dog med et væsentlig svækket signal under 150 ns. Ved sammenligning med boredataene er det ikke muligt at korrelere refleksioner med kraftig amplitude eller lag med karakteristiske refleksionsmønstre til bestemte lagsekvenser i boringen.

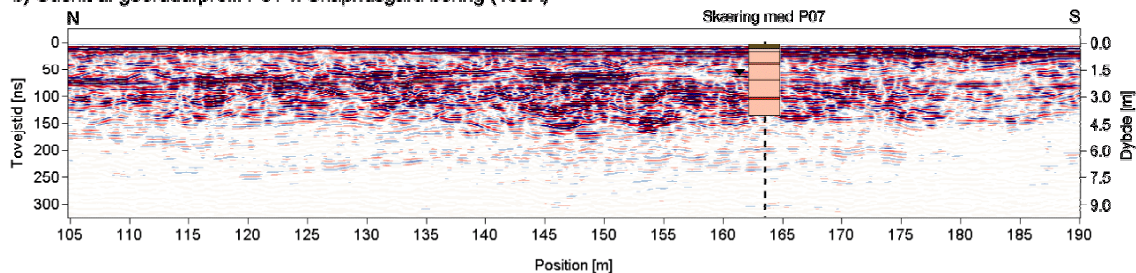
Georadarundersøgelserne på de fem profiliniepunkter viser, at alle georadarprofiler har lignende refleksionsmønstre bestående overvejende af horisontale til subhorisontale refleksioner og områder med refleksionsmønstre med hummocky udseende samt zoner med mere kontinuerte refleksioner med kraftigere amplitude. Sammenholdt med de geologiske data indsamlet i udgravningen og i borerne er det nærliggende at antage, at de horisontale til subhorisontale refleksioner afspejler den overordnede lagdeling af vekslende fin- og grovkornede lag aflejret i flettede smeltevandssfloder. I enkelte af georadarprofilerne ses sekvenser med hældende refleksioner afgrænset i top og bund af subhorisontale refleksioner. Disse sekvenser kan tolkes som migrerende langs- eller tværsbanker. Lag eller flader, der kan relateres til zonerne med refleksioner med kraftigere amplitude, må have en forholdsvis stor udstrækning, da disse zoner med refleksioner i de fleste tilfælde strækker sig over hele georadarprofilet, hvilket vil sige mere en 200-400 m.

Ud fra georadarundersøgelsen kan konkluderes, at der er over den godt 7 km lange strækning, de fem profiliniepunkter repræsenterer, kun forekommer små variationer i de geologiske strukturer.

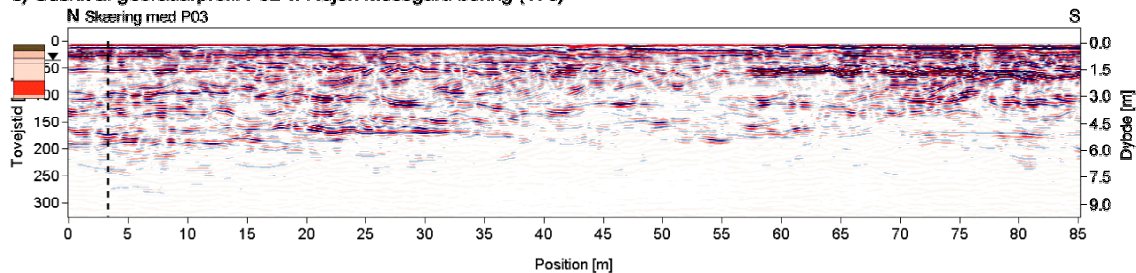
a) Udsnit af georadarprofil P02 v. Ilskov boring (173)



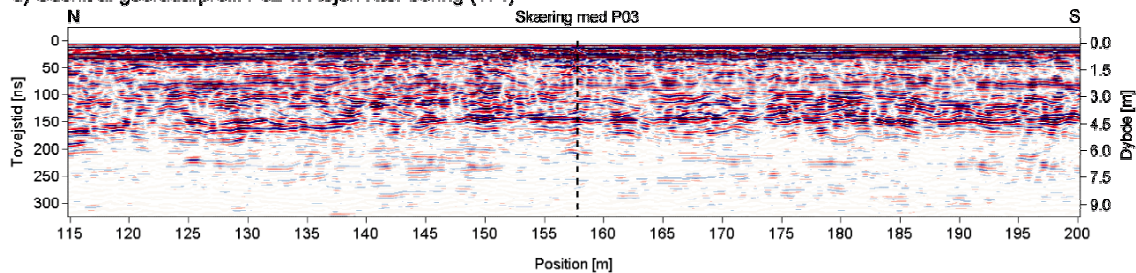
b) Udsnit af georadarprofil P01 v. Skåphusgård boring (169A)



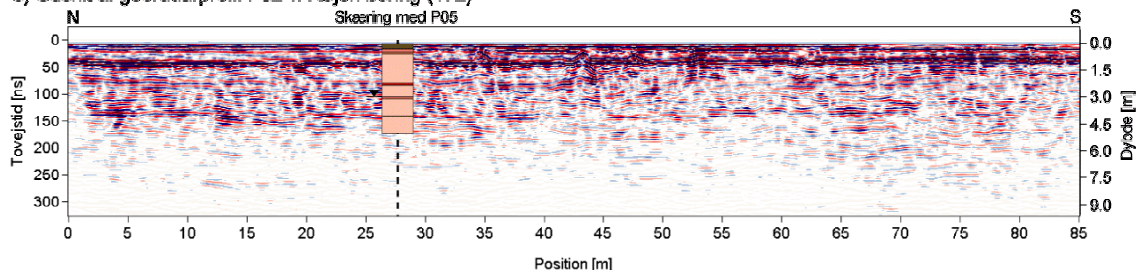
c) Udsnit af georadarprofil P02 v. Røjen Mosegård boring (170)



d) Udsnit af georadarprofil P02 v. Røjen Kær boring (171)

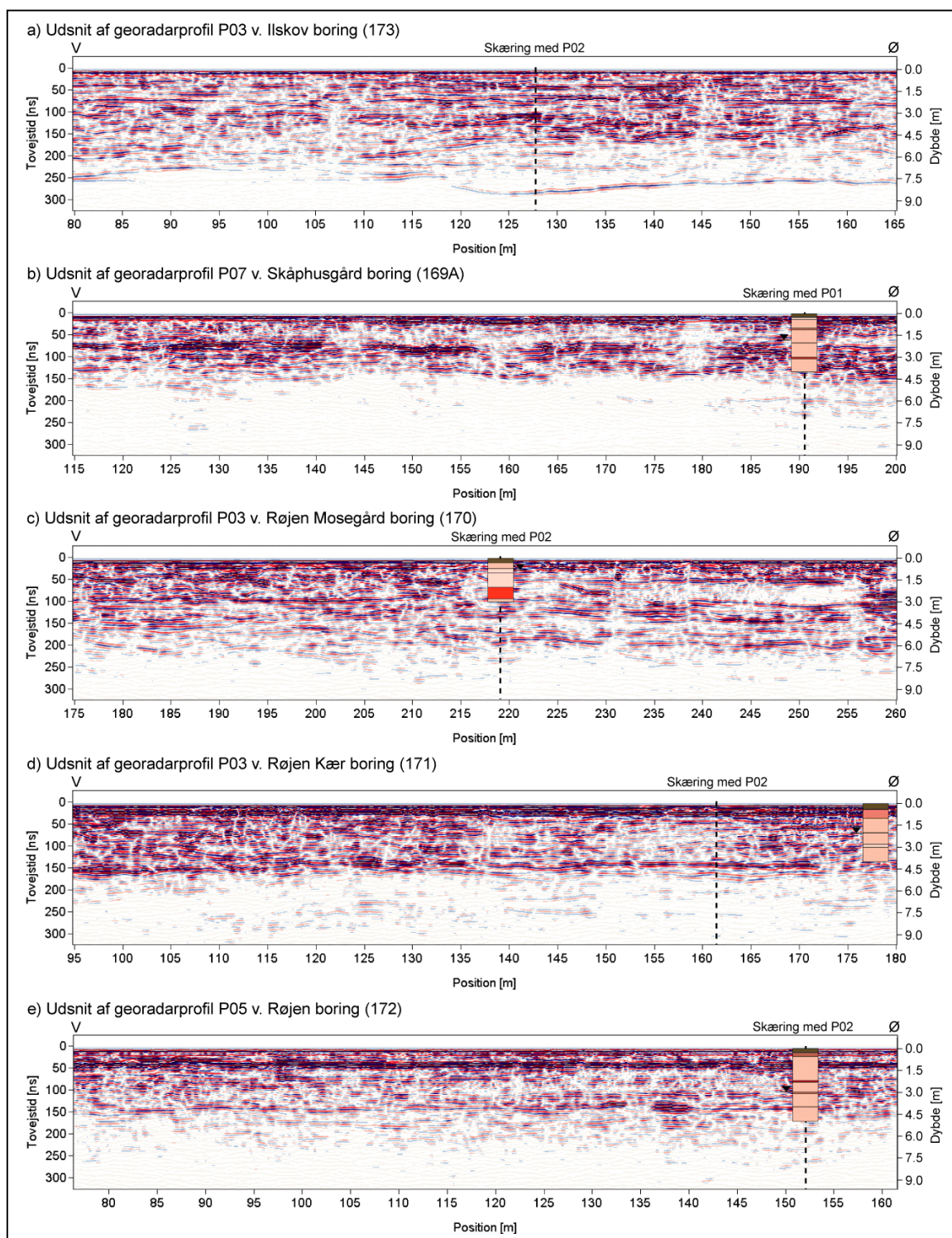


e) Udsnit af georadarprofil P02 v. Røjen boring (172)



Figur 5.3. Figurteksten er på følgende side

Figur 5.3. Udsnit af nord-syd-orienterede georadarprofiler ved boringerne langs profilinien, der knytter sig til Ilskov fuldt undersøgelsesprogram profil. a) Udsnit af georadarprofil P02, dels ved skæringen med P03 (fig. 5.4a), dels hvor Ilskovboringen, figur 3.13 er projiceret ind på linien. Ilskovboringen ligger ca. 20 m øst for georadarprofilet. b) Udsnit af georadarprofil P01, hvor denne går igennem Skåphusgård-boringen, figur 5.9 samt skæres af P07 (fig. 5.4b). c) Udsnit af georadarprofil P02 med Røjen Mosegård-boringen, figur 5.8, placeret ca. 5 m N for starten af profilet samt hvor profilet skæres af P07 (fig. 5.4c). d) Udsnit af georadarprofil P02 ved Røjen Kær-boringen, figur 5.7 som ligger ved det vinkelrette profil P03 (fig. 5.4d), hvis skæringspunkt er markeret. e) Udsnit af georadarprofil P02, hvor denne går igennem Røjenboringen, figur 5.6, med boreprofil og beskrivelse for boring 172) samt skæres af P05 (fig. 5.4e). Georadarprofilerne er tid-dybde-konverteret med en bølgeudbredelseshastighed på 0,06 m/ns. De lithologiske logs er farvekodet svarende til de nævnte geologiske beskrivelser i kapitel 3 og 5, 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 følgende side

Figur 5.4. Udsnit af øst-vest-orienterede georadarprofiler ved boringerne langs profilinien, der knytter sig til Ilskov fuldt undersøgelsesprogram profil. a) Udsnit af georadarprofil P03 ved Ilskovboringen, figur 3.13 hvor profilinien skæres af P02 (fig. 5.3a). b) Udsnit af georadarprofil P07, hvor denne går igennem Skåphusgård-boringen, figur 5.9 samt skæres af P01 (fig. 5.3b). c) Udsnit af georadarprofil P03 med Røjen Mosegård-boringen, figur 5.8 projiceret ind på profilet, samt hvor profilet skæres af P02 (fig. 5.3c). Røjen Mosegård-boringen ligger ca. 10 m nord for profilet. d) Udsnit af georadarprofil P03, hvor denne går igennem Røjen Kær-boringen, figur 5.7, samt hvor denne skæres af P02 (fig. 5.3d), hvis skæringspunkt er markeret. e) Udsnit af georadarprofil P05, hvor denne går igennem Røjenboringen, figur 5.6, samt skæres af P02 (fig. 5.3e). Georadarprofilerne er tid-dybde-konverteret med en bølgeudbredelseshastighed på 0,06 m/ns. De lithologiske logs er farvekodet svarende til geologiske beskrivelser i kapitel 3 og 5, 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 5.5. Legende for de lithologiske logs optegnet i fig. 5.3 og 5.4. Farvekoden svarer til den beskrevet i kapitel 3 og 5, dog er smeltevandssand yderligere inddelt efter sandets kornstørrelse.

5.2 Pedologi

Søren Torp (DJF)

Jordbundsprofilen ved Røjen er efter det danske jordklassificeringssystem (Madsen & Jensen 1985) er jorden klassificeret som en Typipodzol, på grund af tilstedeværelsen af den diagnostiske Bs-horisont. Klassificeret efter Soil Taxonomy (USDA 1999) bliver jorden en humic psammentic Dystrudept.

5.2.1 Røjen lokaliteten

Jorden ved Røjen er præget af podsolering og landbrugsdrift. Der kan i dag ses en Bs-horisont umiddelbart under pløjelaget, tabel 5.2. Tilstedeværelsen af den sorte Bhs-horisont (skorsten) viser, at der tale om en moden podsol. Podsolen har dog ikke haft en udviklingsdybde, der har gjort, at de øvre horisonter har kunnet undgå den nutidige pløjedybde på ca. 30 cm.

Pløjelaget indeholder afblegede enkelte sandkorn af kvarts, de såkaldte blegkorn. Tilstedeværelsen af disse bleg-korn vidner om, at der har eksisteret en eluvial horisont (E), et såkaldt blegsandslag. Det er dannet ved at gennem-sivende organiske syrer fra det daværende morlag har udvasket horisontens jern- og aluminiumsforbindelser og således bleget dette.

Ap-horisonten har det højeste indhold af Fe- og Al-forbindelser, når man ser bort fra indholdet i to meters dybde, der er grundvands betinget. ODOE analysen holder FAO's krav til spodiske horisonter ($>0,25$) og jorden kan dermed navngives som en podsol.

Jordbrugskalkningens virkning ses på det omvendte pH-profil og at Ca^{++} er den dominerende base i de øverste jordlag.

Tabel 5.2. Feltprofilbeskrivelse, klassifikation og lokalitetsoplysninger for jordbundsprofil for lokalitetsnr. 172 ved Røjen (DJF profil nr. 3139 og DGU arkiv nr. 75.1619).

Dansk jordklassifikation	Typipodzol	USDA jordklassifikation	Humic Psammentic Dystrudept
Udgangsmateriale	Glaciale smeltvandsaflejringer	Dræningsklasse	Meget veldrænet jord
UTM	32 500920 6232454	Profil dybde	95 cm.
Kote	44,5 m.	Grundvandsdybde	-
Terrænform	Fladt	Vegetation	Ubevokset
Landskabsform	Hedeslette	Beskriver	Søren Torp
Hældning	0 - 1 °	Dato	29-3-2001

Horisontbeskrivelse

Ap (0 - 34 cm.)

Sort (10YR 2/1 fugtig) grovsand; 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 af blandede typer uden kalk; meget få fine rød-der; porer, 1 – 10 / dm² som orme- og rodgange; strukturløs, fugtig, løs konsistens; abrupt jævn grænse.

Bs (34 - 65 cm.)

Grovsand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; mindre end 5 vol %, små, 2,0 - 7,5 cm. sten, en uforvitrede af til-stand og en overvejende afrundet af form og typer blandede uden kalk; meget få fine rød-der; fugtig, løs konsistens; dif-fus bølget grænse.

C (65 - 105 cm.)

Mørk gullig brun (10YR 4/6 fugtig) grovsand; 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; struktur-løs, fugtig, løs konsistens.

Bhs (skorstene)

Plettet af tykke coatings af humus imellem sandkornene; fugtig, løs konsistens.

5.2.2 Røjen Kær lokaliteten

Profilen ved Røjen Kær er efter det danske klassifikationssystem en Typipodzol på grund af tilstedeværelsen af den diagnostiske Bs-horisont, tabel 5.3. Klassificeret efter Soil Taxonomy (USDA 1999) bliver jorden en humic psammentic Dystrudept.

5.2.2.1 Jordbundsudvikling

Podsoleringsgraden her i Røjen Kær må betegnes som moderat. Horisontindblanding af Bhs-materiale viser at der har været en veludviklet podsol på stedet før opdyrkningen. Desuden blev der opserveret sorte lodretgående "skorstene" af humusstoffer og sesquioxider. Indholdet af jern- og aluminiumoxider er højest i Ap-horisonten og falder til et lavt niveau herunder, når man ser på forholdet mellem jern og aluminium. Der er ikke lavet analyser i indblandingen af Bhs-horisont og i de humusholdige skorstene (Bh), men et kvalificeret gæt vil være at Fe og Al vil være betydeligt højere her. Jordbrugskalkningens indflydelse på jorden ses her på den høje pH og indholdet af Ca^{++} .

Tabel 5.3. Feltprofilbeskrivelse, klassifikation og lokalitetsoplysninger for jordbundsprofil for lokalitetsnr. 171 ved Røjen Kær (DJF profil nr. 3140 og DGU arkiv nr. 75.1620).

Dansk jordklassifikation	Typipodzol	USDA jordklassifikation	Humic Psammentic Dystrudept
Udgangsmateriale	Glaciale ferskvands-aflejringer	Dræningsklasse	Meget veldrænet jord
UTM	32 502292 6232324	Profil dybde	100 cm
Kote	46 m	Grundvandsdybde	-
Terrænform	Fladt	Vegetation	Ubevokset
Landskabsform	Hedeslette	Beskriver	Søren Torp
Hældning	1 - 2 °	Dato	29-3-2001
Bemærkninger	Bs-horisonten: Rødder kun i Bhs pletter til 55 cm's dybde.		

Horisontbeskrivelse

Ap (0 - 28 cm)

Meget mørk brun (10YR 2/2 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; porer, 1 - 10 / dm² som orme- og rodgange; abrupt jævn grænse.

Bs (28 - 67 cm)

Mørk gullig brun (10YR 4/6 fugtig), med indblanding af sort (5YR 2,5/1 fugtig) grovsand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, uforvitrede af tilstand overvejende afrundet af form og af blandede typer uden kalk; få fine rødder; fugtig, diffus bølget grænse.

C (67 - 100 cm)

Gul (10YR 8/6 fugtig) grovsand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig.

Bhs

Svagt cementeret, stærkt diskontinuert, mindre end 50% cementeret, og 1 - 10 cm tyk af al-lag; plettet af tykke coatings af lerminerale (+ sesquioxider) og humus i mellem sandkornene.

5.2.3 Røjen Mosegård lokaliteten

Profilen ved Røjen Mosegård er klassificeret som en svagt cementeret Humuspodzol, i det danske system (Madsen & Jensen 1985), da der er udviklet en diagnostisk Bh-horisont (Bhs) der er over halvt så tyk som de andre B horisonter tilsammen, tabel 5.4. Horisonten er svagt cementeret af et kontinuert al-lag. Klassificeret efter Soil Taxonomy (USDA 1999) bliver jorden en ultic Haplorthod.

5.2.3.1 Jordbundsudvikling

Røjen Mosegård jorden er som den foregående jord en podsol (tabel 5.4). Podsoleringen er mere fremskreden end ved de forgående to lokaliteter, idet der findes en egentlig sammenhængende Bhs-horisont. Bhs-horisontenes tilstedeværelse kan dog også skyldes at den er blevet "gemt" ved at der er pålejret jord oven på og at den således har undgået plogen. Bhs-horisonten har det højeste indhold af aluminiumoxider i de jordbunddannede horisonter. Tilstedeværelsen af de høje indhold af aluminium afspejler stoffets større mobilitet i forhold til jerns. Indholdet af organisk carbon er i alle under horisonter højere end det er tilfældet ved sammenligning med de horisonterne fra de forgående to lokaliteter. Alle analyserede horisonter opfylder de spodiske krav for ODOE (> 0,25) i FAO (1998). I Bhs-horisonten findes et kontinuert svagt cementeret al-lag der er mere end 10 cm tykt.

Tabel 5.4. Feltprofilbeskrivelse, klassifikation og lokalitetsoplysninger for jordbundsprofil for lokalitetsnr. 170 ved Røjen Mosegård (DJF profil nr. 3141 og DGU arkiv nr. 75.1621).

Dansk jordklassifikation	Svagt cementeret Humuspodzol	USDA jordklassifikation	Ultic Haplorthod
Udgangsmateriale	Glaciofluvialt smeltevandssand	Dræningsklasse	Veldrænet jord
UTM	32 503641 6231257	Profil dybde	80 cm
Kote	49 m	Grundvandsdybde	90 cm
Terrænform	Fladt	Vegetation	Pløjet
Landskabsform	Hedeslette	Beskriver	Søren Torp
Hældning	0 - 1 °	Dato	29-3-2001
Bemærkninger	Ap-horisont: Indeholder blegkorn. Stenet lag i Bhs ca.10-15 cm tykt. Rester af E-horisont mellem Ap- og Bh/Bh-horisonten.		

Horisontbeskrivelse

Ap (0 – 30 cm)

Sort (10YR 2/1 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 af blandede typer uden kalk; nogle fine rødder; abrupt jævn grænse.

Bhs (30 - 56 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 uforvitrede af tilstand og en overvejende afrundet af form og typer blandede uden kalk; nogle fine rødder; moderat, grov, angulær struktur; fugtig, svagt cementeret, kontinuert, og mere end 10 cm tykt al-lag; kontinuert af tykke coatings af humus i mellem sandkornene.

Bs (56 - 80 cm)

Mørk gullig brun (10YR 3/4 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 blandede typer uden kalk.

5.2.4 Skåphusgård lokaliteten

Profilen ved Skåphusgård er efter det danske system klassificeret som en Typipodzol på grund af tilstedeværelsen af den diagnostiske gulbrune Bs-horisont, tabel 5.5. Klassificeret efter Soil Taxonomy (USDA 1999) bliver jorden en humic psammentic Dystrudept.

5.2.4.1 Jordbundsudvikling

Jorden her ved Skåphusgård kan i dag erkendes som en svagt udviklet podsol. Blegkorn i pløjelaget kan være et tegn på at der har været en fuldtudviklet podsol på stedet tidligere.

En podsol der har opnået en vis modenhed således at en eluvativ horisont (E) har været til stede, men at den har haft en ringe udviklingsdybde.

pH i de to øvre horisonter ligger over 6 og er faldende nedad. Det skyldtes den kunstige jordbrugskalkning. Et naturligt, uforstyrret leje for en udyrket podsol som denne, vil være pH 4 – 5 (Sundberg et al. 1999). Kalkningen har medført at basemætningen er høj (50%) og at calcium er den dominerende ion i alle horisonterne. Det grovsandede udgangsmateriale giver et ringe rodrum på ca. 40 cms dybde.

Tabel 5.5. Feltprofilbeskrivelse, klassifikation og lokalitetsoplysninger for jordbundsprofil for lokalitetsnr. 169 ved Skåphusgård (DJF profil nr. 3148 og DGU arkiv nr. 75.1623).

Dansk jordklassifikation	Typipodzol	USDA jordklassifikation	Humic Psammentic Dystrudept
Udgangsmateriale	Smeltevandssand	Dræningsklasse	Meget veldrænet jord
UTM	32 506052 6230524	Profil dybde	90 cm
Kote	54 m	Grundvandsdybde	
Terrænform	Flade	Vegetation	Ubevokset
Landskabsform	Hedeslette	Beskriver	Søren Torp
Hældning	0 - 1 °	Dato	2-4-2001
Bemærkninger	Ap-horisont: Indeholder blegkorn. Bs-horisont: Leopardpletet. Ang. billedet. Skåphusgård tidligere kaldet Ilskov topo 8.		

	Horisontbeskrivelse
	Ap (0 - 30 cm) Sort (10YR 2/1 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 af blandede typer uden kalk; meget få fine rødder; abrupt jævn grænse.
	Bs (30 - 70 cm) Gullig brun (10YR 5/8 fugtig) grovsand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, uforvitrede af tilstand og overvejende afrundet af form og af blandede typer uden kalk; meget svag, fin, subangulær struktur; fugtig, svagt klæbrig og meget lidt plettet af tynde coatings af humus i mellem sandkornene; gradvis jævn grænse.
	C (70 - 95 cm) Lys gullig brun (10YR 6/4 fugtig) grovsand; glaciale ferskvandsaflejringer; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, uforvitrede af tilstand og overvejende afrundet af form og af blandede typer uden kalk.

5.3 Geologi

Vibeke Ernstsén (GEUS).

Geologien i borerne, som indgår i profilinien, er beskrevet og tolket i figurerne 5.6 til 5.9. De fire borer i profilinien, som knytter sig til de reducerede program profiler, varierer i boredybde fra 3 til 5 meter under terræn. De fire borer domineres af fint og mellemkornet smeltevandssand. Grovkornede sandlag er kun konstateret i de to østligste borer, figur 5.6 og 5.7), hvor de kun udgør en mindre andel af de gennemborede sedimenter. Et enkelt lag af sand og grus, 10 cm tykt, er gennemboret i den vestligste boring, figur 5.9. I de øvrige borer er der ikke konstateret gruslag. Der ses ingen klar systematisk variation i kornstørrelsesfordelingen i borerne langs profilinien. Dog er andelen af grovkornede sandlag større i den østlige del af den proximale smeltevandsslette, der har befundet sig tættere på gletscherporten end den vestlige del.

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 75. 1619

Borested : Skivevej, Sønderos

Kommune : Herning

KUPA, Bor. 172

Amt : Ringkøbing

Boringsdato : 1/10 2001

Boringsdybde : 5 meter

Terrænkote : 45,42 meter o. DNN

Brøndbore : Carl Bro A/S

Prøver

MOB-nr :

- modtaget : 29/4 2002 antal : 3

BB-journr :

- beskrevet : 31/5 2002 af : AGR

BB-bornr : Karup, B5

- antal gemt : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Kortblad : 1215IIISV

Datum : ED50

Anvendelse : Sløjfet/opgivet bor

UTM-zone : 32

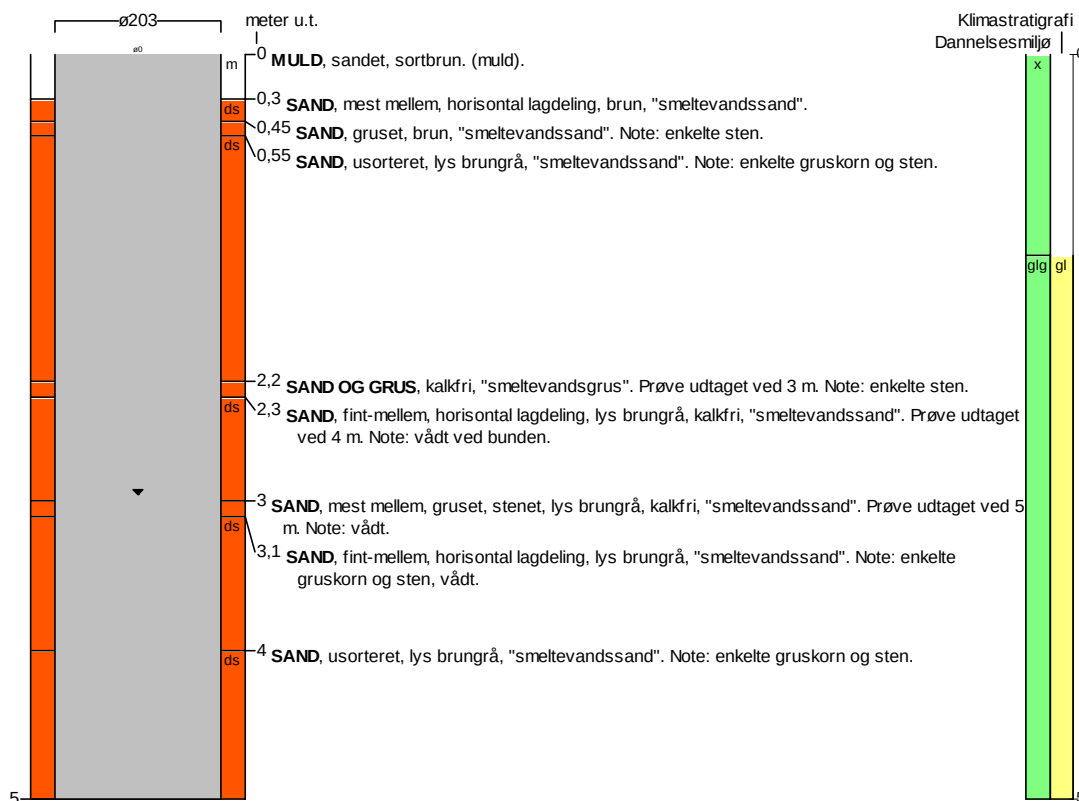
Koordinatkilde : GEUS

Boremethode :

UTM-koord. : 500925, 6232454

Koordinatmetode : KMS digitale kort

Indtag 1 (seneste)	Ro-vandstand	Pejledato	Ydelse	Sænkning	Pumpetid
	2,95 meter u.t.	1/10 2001			



Aflejringsmiljø - Alder (klima-, krono-, litho-, biostratigrafi)

meter u.t.

0 - 1,35 mangler

1,35 - 5 glacigen - glacial

Figur 5.6. Geologiske forhold ved lokaliteten Røjen, lokalitetsnr. 172 (GEUS arkivnr. 75.1619).

BORERAPPORT
DGU arkivnr : 75.1620
Borested : Røjen Kær, Sønderos

Kommune : Herning

KUPA, Bor. 171

Amt : Ringkøbing

Boringsdato : 1/10 2001

Boringsdybde : 4 meter

Terrænkote : 46,89 meter o. DNN

Brøndborer : Carl Bro A/S

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr : Karup, B6

Prøver

- modtaget : 29/4 2002 antal : 2

- beskrevet : 3/6 2002 af : AGR

- antal gemt : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Kortblad : 1215IIISV

Datum : ED50

Anvendelse : Sløjfet/opgivet bor

UTM-zone : 32

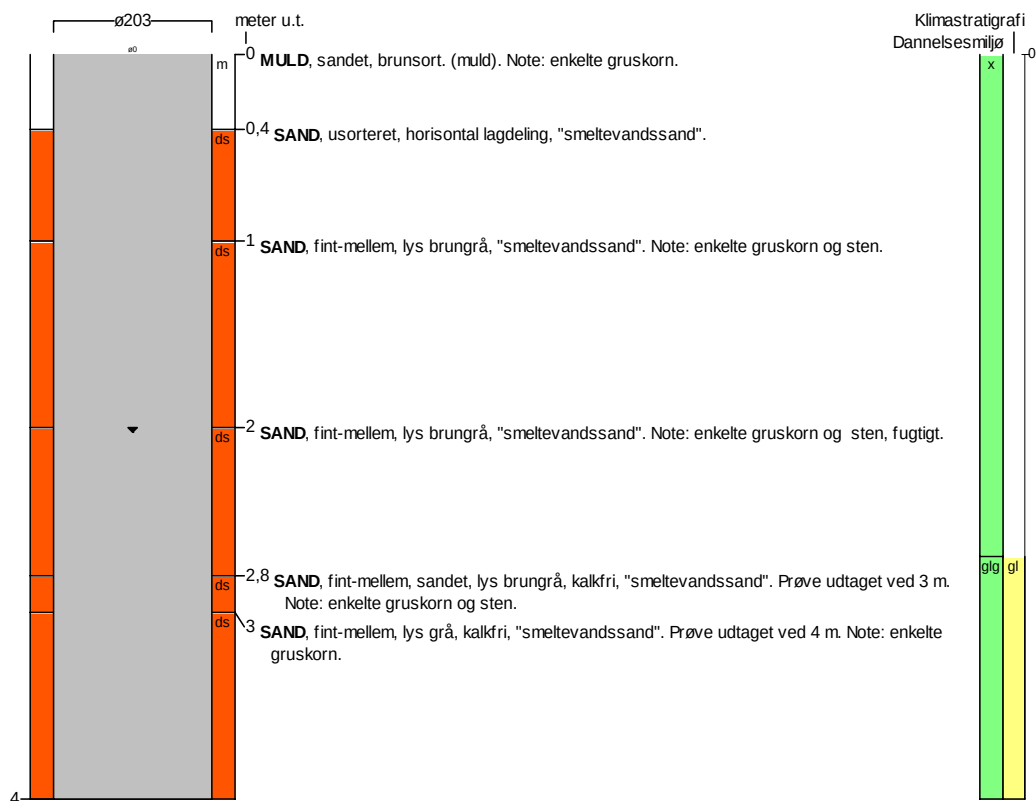
Koordinatkilde : GEUS

Boremetode :

UTM-koord. : 502314, 6231791

Koordinatmetode : KMS digitale kort

Indtag 1 (seneste)	Ro-vandstand	Pejledato	Ydelse	Sænkning	Pumpetid
	2,03 meter u.t.	1/10 2001			


Aflejringsmiljø - Alder (klima-, krono-, litho-, biostratigrafi)

meter u.t.

0 - 2,7 mangler

2,7 - 4 glacigen - glacial

Figur 5.7. Geologiske forhold ved lokaliteten Røjen Kær, lokalitetsnr. 171 (GEUS arkivnr. 75.1620).

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 75.1623

Borested : Skåphusvej

KUPA, Bor. 169

Kommune : Herning

Amt : Ringkøbing

Boringsdato : 2/10 2001

Boringsdybde : 4 meter

Terrænkote : 53,45 meter o. DNN

Brøndborer : Carl Bro A/S

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr : Karup, B8

Prøver

- modtaget : 29/4 2002 antal : 3

- beskrevet : 1/10 2001 af : ENY

- antal gemt : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Kortblad : 1215IIISV

Datum : ED50

Anvendelse : Sløjfet/opgivet bor

UTM-zone : 32

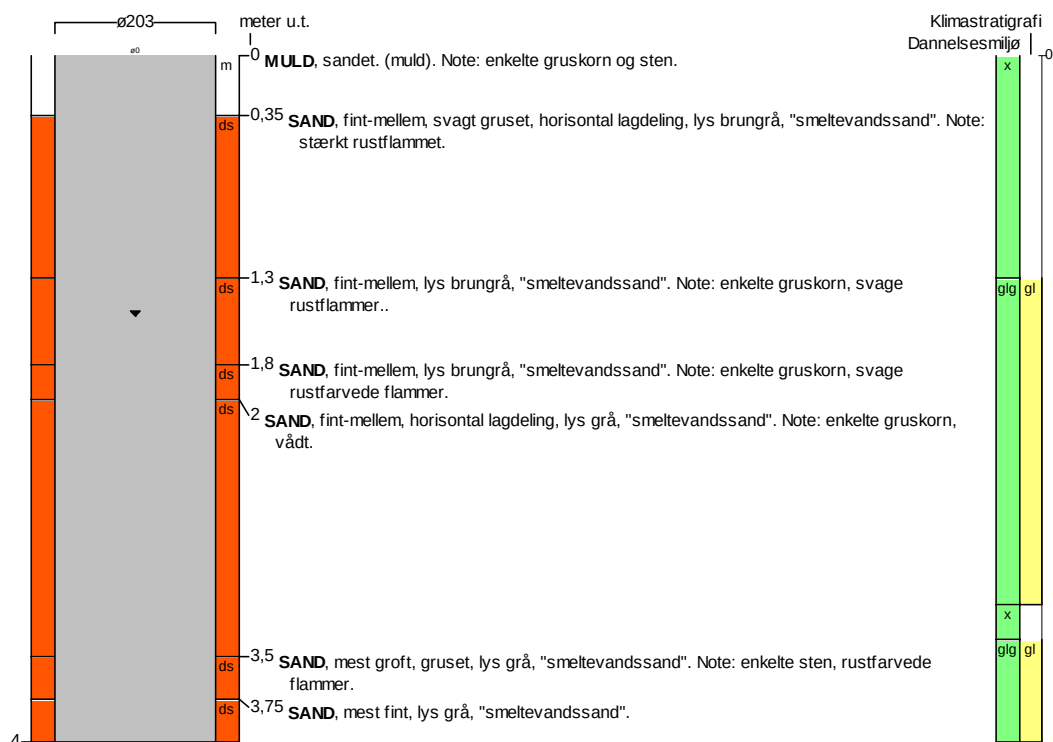
Koordinatkilde : GEUS

Boremetode :

UTM-koord. : 505880, 6230705

Koordinatmetode : KMS digitale kort

Indtag 1 (seneste)	Ro-vandstand 1,52 meter u.t.	Pejledato 2/10 2001	Ydelse	Sænkning	Pumpetid
--------------------	---------------------------------	------------------------	--------	----------	----------



Aflejringsmiljø - Alder (klima-, krono-, litho-, biostratigrafi)

meter u.t.

0	-	1,3	mangler
1,3	-	3,2	glacigen - glacial
3,2	-	3,4	mangler
3,4	-	4	glacigen - glacial

Figur 5.9. Geologiske forhold ved lokaliteten Skåphusgård, lokalitetsnr. 169 (GEUS arkivnr. 75.1623).

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 borerer 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-natriumcitrat-natriumbicarbonat (Fe_{DCB} og Al_{DCB}) og oxalat ($\text{Fe}_{\text{oxalat}}$ og $\text{Al}_{\text{oxalat}}$), ombyttelige kationer og sure brint-ioner, CEC og indhold af calciumcarbonat. 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 reduceret analyse-program (se kapitel 2) og omfatter som følge heraf maksimalt 5 prøver pr. lokalitet.

5.4.1 Lokaliteterne Røjen, Røjen Kær, Røjen Mosekær og Skåphusgård

Analyseresultaterne for lokaliteterne Røjen, Røjen Kær, Røjen Mosekær og Skåphusgård fremgår af tabel 5.6 til 5.9.

5.4.1.1 Røjen lokaliteten

Lokaliteten ved Røjen er beliggende ca. 7500 m nordvest for Ilskov lokaliteten (lokalitetsnr. 173). Analysereulaterne fra Røjen lokaliten fremgår af tabel 5.6.

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Røjen er domineret af groft mellemsand (200-500 μm) og groft sand (0,5-2 mm) med indhold på mellem 85 og 96 %. Ler (< 2 μ) og silt (2-63 μm) udgør kun en mindre del, mellem 3,5 og 7,9 %, med de højeste indhold i Ap-horisonten og C-horisonten i 2,00 meter. Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 1,79 % C i Ap-horisonten hvorefter indholdet aftager markant til 0,32 % C i Bs-horisonten og yderligere til 0,07 % C eller lavere værdier i C-horisonten.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien i Ap-horisonten (målt i CaCl_2) er 4,66, hvorefter værdien stiger gradvist til 5,04 i 0,65 meters dybde, antagelig efter tilførsel af jordbrugskalk, for derefter at aftage til 4,62 i 2,00 meters dybde. Opkalkningen bevirker at basemætningen i såvel Ap-horisonten som den efterfølgende Bs- og C-horisont varierer mellem 32 og 40 %, hvorefter den aftager til 6 og 13 % i henholdsvis 1 og 2 meters dybde. Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 12 cmol kg^{-1} i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til < 4 cmol kg^{-1} i de øvrige dybder. Ombyttelig calcium er den mest almindelige base i samtlige dybder.

Forvittrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernforbindelser (Fe_{DCB}) aftager fra 2879 mg Fe kg^{-1} i Ap-

horisonten til 910 mg Fe kg⁻¹ i Bs horisonten, hvorefter indholdet tiltager gradvist til 2031 mg Fe kg⁻¹ i 2 meters dybde. Stigningen til maximale indhold i 2 meters dybde kan skyldes et periodevise højstående grundvandsspejl. Indholdet af aluminiumoxider (Al_{DCB}) er 899 mg Al kg⁻¹ i Ap-horisonten hvorefter det aftager gradvist med tiltagende dybde til 657 mg Al kg⁻¹ i 0,65 meters dybde hvorefter det atter stiger til 2031 mg Al kg⁻¹ i 2 meters dybde.

Tabel 5.6. Analyseresultater for lokalitetsnr. 172 ved Røjen, Kølvrå, DJF profil nr. 31xx og DGU arkivnr. 75.1619).

			Kornstørrelsesfordeling (% af < 2 mm fraktion)							% af totalprøve	
KUPA nr.	Navn	Dybde	<2	2-20	20-63	63-125	125-200	200-500	0.5-2	2-6,3	>6,3
		cm	µm						mm		
07-2-1-397	Ap	5	3,7	3,2	1,0	1,8	2,4	47,9	37,0	3,9	6,2
07-2-2-398	Bs	38	2,0	0,9	1,0	0,2	0,4	37,2	57,8	8,1	3,2
07-2-3-399	C	65	1,5	0,9	1,0	0,1	0,3	43,7	52,3	2,8	0,2
07-2-4-400	C	100	1,5	0,9	1,2	1,5	2,8	57,9	34,0	7,2	2,2
07-2-5-401	C	200	2,6	0,9	2,6	2,0	6,7	63,7	21,4	2,3	0,2

KUPA nr.	JB-nr	Org. C %	pH (H ₂ O) 1:1	pH (CaCl ₂) 1:2,5	Fe _{oxalat}	Al _{Ooalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
					mg kg ⁻¹				
07-2-1-397	1	1,79	5,77	4,66	2541	855	2879	899	0,4807
07-2-2-398	1	0,32	6,34	4,96	379	745	910	719	0,256
07-2-3-399	1	0,07	6,30	5,04	303	385	997	353	0,0370
07-2-4-400	1	0,07	5,75	4,85	789	664	1665	657	0,0515
07-2-5-401	1	0,06	5,51	4,62	1262	1019	2031	1236	0,0416

KUPA nr.	Ombyttelige kationer cmol kg ⁻¹							Base-mætning %	CaCO ₃ %
	Ca	Mg	K	Na	Baser total	H ⁺	CEC total		
07-2-1-397	3,96	0,33	0,13	0,25	4,67	7,00	11,67	40	0
07-2-2-398	0,85	0,07	0,02	0,31	1,25	2,60	3,85	32	0
07-2-3-399	0,23	0,02	0,01	0,34	0,60	1,13	1,73	35	0
07-2-4-400	0,08	0,02	0,03	0,00	0,13	1,90	2,03	6	0
07-2-5-401	0,24	0,07	0,06	0,00	0,37	2,53	2,90	13	0

5.4.1.2 Røjen Kær lokaliteten

Lokaliteten ved Røjen Kær er beliggende ca. 5700 m nordvest for Ilskov lokaliteten (lokalitetsnr. 173). Analyseresultaterne fra Røjen Kær lokaliteten fremgår af tabel 5.7.

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Røjen Kær er domineret af groft mellemsand (200-500 μm) og groft sand (0,5-2 mm) med indhold på mellem 86 og 93 %. Ler ($< 2 \mu$) og silt (2-63 μm) udgør kun en mindre del, mellem 3,4 og 7,0 %, med de højeste indhold i Ap-horisonten og Bs-horisonten. Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 1,49 % C i Ap-horisonten hvorefter indholdet aftager markant til 0,28 % C i Bs-horisonten og yderligere til 0,07 % C i C-horisonten.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien i Ap-horisonten (målt i CaCl_2) er 4,89, hvorefter værdien stiger en anelse til 4,96 og 4,91 i Bs- og C-horisonten i 0,70 meters dybde, antagelig efter tilførsel af jordbrugskalk, for derefter at aftage til 4,62 i 1,00 meters dybde. Opkalkningen bevirker at basemætningen i såvel Ap-horisonten som den efterfølgende Bs- og C-horisont varierer mellem 27 og 46 %, hvorefter den aftager til 3 % i 1 meters dybde. Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 11 cmol kg^{-1} i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til 4 cmol kg^{-1} i Bs-horisonten og yderligere til 1-2 cmol kg^{-1} i C-horisonten. Ombyttelig calcium er den mest almindelige base i prøver udtaget med til 0,7 meters dybde, hvorefter kun lave indhold af calcium, magnesium og kalium er målt.

Forvittrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernforbindelser (Fe_{DCB}) aftager fra 3473 mg Fe kg^{-1} i Ap-horisonten til 1008 mg Fe kg^{-1} i den øvre del af C-horisonten, hvorefter indholdet tiltager til 1751 mg Fe kg^{-1} i 1 meters dybde. Stigningen her kan skyldes et periodevis højtstående grundvandsspejl. Indholdet af aluminiumoxider (Al_{DCB}) er 950 mg Al kg^{-1} i Ap-horisonten hvorefter det aftager gradvist med tiltagende dybde til 194 mg Al kg^{-1} i 0,70 meters dybde hvorefter det atter stiger svagt til 601 mg Al kg^{-1} i 1 meters dybde.

Tabel 5.7. Analyseresultater for lokalitetsnr. 171 ved Røjen Kær, Kølvrå (DJF profil nr. 3140 og DGU arkivnr. 75.1620).

KUPA nr.	Navn	Dybde cm	Kornstørrelsesfordeling (% af < 2 mm fraktion)							% af totalprøve	
			<2	2-20	20-63	63-125	125-200	200-500	0.5-2	2-6,3	>6,3
			μm						mm		
07-2-1-392	Ap	5	3,7	2,3	1,0	3,2	6,1	52,9	28,4	3,5	6,0
07-2-2-393	Bs	35	2,6	1,4	1,0	0,9	5,5	32,4	55,8	7,2	3,2
07-2-3-394	C	70	1,5	0,9	1,0	0,6	2,7	78,5	14,7	0,0	0,0
07-2-4-395	C	100	1,0	1,0	2,4	0,6	3,2	54,1	37,6	3,6	1,9

KUPA nr.	JB-nr	Org. C	pH (H_2O)	pH (CaCl_2)	$\text{Fe}_{\text{oxalat}}$	$\text{Al}_{\text{oxalat}}$	Fe_{DCB}	Al_{DCB}	ODOE
----------	-------	--------	-----------------------------	------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------	--------------------------	------

		%	1:1	1:2,5	mg kg ⁻¹				
07-2-1-392	1	1,49	5,88	4,89	2373	797	3473	950	0,5218
07-2-2-393	1	0,28	5,71	4,96	988	657	1542	598	0,1590
07-2-3-394	1	0,07	5,88	4,91	381	375	1008	194	0,0282
07-2-4-395	1	0,07	5,37	4,62	1366	635	1751	610	0,0454

KUPA nr.	Ombyttelige kationer cmol kg ⁻¹							Base mætning	CaCO ₃
	Ca	Mg	K	Na	Baser total	H ⁺	CEC total	%	%
07-2-1-392	4,52	0,28	0,12	0,28	5,20	6,21	11,41	46	0
07-2-2-393	0,87	0,07	0,03	0,17	1,14	3,12	4,26	27	0
07-2-3-394	0,16	0,02	0,02	0,40	0,60	1,11	1,71	35	0
07-2-4-395	0,01	0,01	0,02	0,00	0,04	1,49	1,53	3	0

5.4.1.3 Røjen Mosegård lokaliteten

Lokaliteten ved Røjen Mosegård er beliggende ca. 4300 km nordvest for Ilskov lokaliteten (lokalitetsnr. 173). Analysereulaterne fra denne lokalitet fremgår af tabel 5.8.

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Røjen Mosegård er domineret af groft mellemsand (200-500 µm) og groft sand (0,5-2 mm) med indhold på mellem 72 og 92 %. Ler (< 2 µ) og silt (2-63 µm) udgør kun en mindre del, mellem 4,4 og 8,2 %, med de højeste indhold i Ap- og Bhs-horisonten. Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 3,99 % C i Ap-horisonten hvorefter indholdet aftager markant til 0,99 % C i Bhs-horisonten og yderligere til 0,33 % C Bs-horisonten.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien i Ap-horisonten (målt i CaCl₂) er 5,58, hvorefter værdien aftager til 4,18-4,32 i Bs-horisonten. Opkalkningen bevirker at basemætningen i Ap-horisonten er 56 %, hvorefter den aftager til 5 og 11 % i de dybereliggende horisonter. Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 18 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til 13 cmol kg⁻¹ Bhs-horisonten og yderligere til 5-10 cmol kg⁻¹ i den efterfølgende Bs-horisont. Ombyttelig calcium er den mest almindelige base i samtlige dybder.

Forvittrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernforbindelser (Fe_{DCB}) stiger svagt fra 337 mg Fe kg⁻¹ i Ap-horisonten til 615 mg Fe kg⁻¹ i Bhs horisonten, hvorefter indholdet aftager til 387 mg Fe kg⁻¹ i Bs-horisonten. De forholdsvist lave indhold af jernforbindelser på denne lokalitet kan skyldes de hydrologiske forhold med højtstående grundvandsspejl, der ligeledes synes at påvirke

ke indholdet af organisk stof. Indholdet af aluminiumoxider (Al_{DCB}) er $687 \text{ mg Al kg}^{-1}$ i Ap-horisonten hvorefter det stiger til $2173 \text{ mg Al kg}^{-1}$ i Bhs-horisonten for at aftage til 1043 i Bs-horisonten.

Tabel 5.8. Analyseresultater for lokalitetsnr. 170 ved Røjen Mosegård, Kølvrå (DJF profil nr. 3141 og DGU arkivnr. 75.1621).

KUPA nr.	Navn	Dybde	Kornstørrelsesfordeling (% af < 2 mm fraktion)							% af totalprøve	
			<2	2-20	20-63	63-125	125-200	200-500	0.5-2	2-6,3	>6,3
		cm	μm						mm		
07-2-1-387	Ap	5	3,6	2,4	2,2	3,9	8,7	39,5	32,9	4,2	1,6
07-2-2-388	Bhs	46	3,6	1,9	1,0	0,3	0,5	30,1	60,9	8,6	10,0
07-2-3-389	Bs	76	2,5	0,9	1,0	0,3	3,1	71,4	20,2	0,8	1,0
07-2-4-390		35-80	2,0	1,4	1,1	0,6	1,6	31,2	61,0	8,2	5,5

KUPA nr.	JB-nr	Org. C %	pH (H ₂ O) 1:1	pH (CaCl ₂) 1:2,5	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
					mg kg ⁻¹				
07-2-1-387	1	3,99	6,39	5,58	254	704	337	687	0,3602
07-2-2-388	1	0,99	5,23	4,18	119	1895	615	2173	0,7782
07-2-3-389	1	0,33	5,38	4,31	200	869	387	1043	0,3683
07-2-4-390	1	0,65	5,25	4,32	923	2023	1062	2235	0,8871

KUPA nr.	Ombyttelige kationer cmol kg^{-1}							Base- mætning %	CaCO_3 %
	Ca	Mg	K	Na	Baser total	H^+	CEC total		
07-2-1-387	9,22	0,48	0,08	0,23	10,01	8,02	18,03	56	0
07-2-2-388	0,93	0,08	0,03	0,23	1,27	12,09	13,36	10	0
07-2-3-389	0,32	0,04	0,02	0,17	0,55	4,63	5,18	11	0
07-2-4-390	0,39	0,04	0,02	0,00	0,45	9,08	9,53	5	0

5.4.1.4 Skåphusgård lokaliteten

Lokaliteten ved Skåphusgård er beliggende ca. 2000 m nordvest for Ilskov lokaliteten (lokalitetsnr. 173). Analysereulaterne fra Skåphusgård lokaliteten fremgår af tabel 5.9.

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra Skåphusgård er domineret af groft mellemsand (200-500 μm) og groft sand (0,5-2 mm) med indhold på mellem 76 og 88 %. Ler ($< 2 \mu$) og silt (2-63 μm) udgør kun en mindre del, mellem 4,5 og 8,4 %, med det højeste indhold i Ap-horisonten. Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. Indholdet af organisk stof udgør 1,62 % C i Ap-horisonten hvorefter indholdet aftager markant til 0,21 % C i B-horisonten og yderligere til 0,04 % C i C-horisonten.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien i Ap-horisonten (målt i CaCl_2) er 5,11, hvorefter værdien stiger svagt til 5,43 i 0,70 meters dybde, antagelig efter tilførsel af jordbrugskalk, for derefter at aftage til 5,27 i 1,00 meters dybde. Opkalkningen bevirker at basemætningen i Ap- og B-horisonten (50 % og 38 %) er forhøjet i forhold til C-horisonten's 14 %. Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 12 cmol kg^{-1} i Ap-horisonten, hvorefter den aftager til 3 og 1 cmol kg^{-1} i henholdsvis B- og C-horisonten. Ombyttelig calcium er den mest almindelige base i samtlige dybder.

Forvittrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider. Indholdet af jernforbindelser (Fe_{DCB}) aftager fra 3882 mg Fe kg^{-1} i Ap-horisonten til 1441 mg Fe kg^{-1} i den øvre del af C-horisonten, hvorefter indholdet tiltager gradvist til 2004 mg Fe kg^{-1} i 1 meters dybde. Stigningen til maximale indhold i 1 meters dybde kan skyldes et periodevis højstående grundvandsspejl. Indholdet af aluminiumoxider (Al_{DCB}) er 1239 mg Al kg^{-1} i Ap-horisonten hvorefter det aftager gradvist med tiltagende dybde til omkring 500 mg Al kg^{-1} i C-horisonten.

Tabel 5.9. Analyseresultater for lokalitetsnr. 169 ved Skåphusgård, Kølvrå (DJF profil nr. 3148 og DGU arkivnr. 75.1623).

KUPA nr.	Navn	Dybde	Kornstørrelsesfordeling (% af $< 2 \text{ mm}$ fraktion)							% af totalprøve	
			<2	2-20	20-63	63-125	125-200	200-500	0.5-2	2-6,3	$>6,3$
		cm	μm						mm		
07-2-1-382	Ap	5	4,1	3,3	1,0	4,3	8,6	53,2	22,7	3,0	2,8
07-2-2-383	B	35	2,5	0,9	1,0	1,9	5,4	48,3	39,6	3,1	0,1
07-2-3-384	C	70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
07-2-5-386	C	100	1,0	1,0	2,5	1,8	8,2	41,4	44,0	8,1	6,5

KUPA nr.	JB-nr	Org. C %	pH (H ₂ O) 1:1	pH (CaCl ₂) 1:2,5	Fe _{Oxalat}	Al _{Oxalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
					mg kg ⁻¹				
07-2-1-382	1	1,62	6,11	5,10	2616	1337	3882	1239	0,4096
07-2-2-383	1	0,21	6,49	5,31	783	1081	2066	791	0,0882
07-2-3-384	n.d.	n.d.	n.d.	5,43	591	761	1441	472	0,0333
07-2-5-386	1	0,04	6,17	5,27	1213	525	2004	506	0,0348

KUPA nr.	Ombyttelige kationer cmol kg ⁻¹							Base mætning %	CaCO ₃ %
	Ca	Mg	K	Na	Baser total	H ⁺	CEC total		
07-2-1-382	5,43	0,30	0,18	0,22	6,13	6,21	12,34	50	0
07-2-2-383	0,81	0,05	0,07	0,39	1,32	2,14	3,46	38	0
07-2-3-384	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0
07-2-5-386	0,11	0,07	0,01	0,00	0,19	1,17	1,36	14	0

5.4.1.5 Sammenligning af fysiske, kemiske og mineralogiske egenskaber

Lokaliteterne Røjen, Røjen Kær, Røjen Mosegård og Skårphusgård ligger på en ca. 7 km lang profilinie, der strækker sig i VNV-ØSØ-lig retning, startende med Røjen lokaliteten i VNV. Grundvandsspejlet på disse lokaliteter er registreret i dybder på mellem 0,8 og 3 meter på boringtidspunktet (1. og 2. oktober 2001).

Kornstørrelsesfordelingen i prøverne fra de fire lokaliteter er alle domineret af groft mellemssand (200-500 µm) og groft sand (0,5-2 mm) med typiske indhold på mellem 72 og 96 %. Ler (< 2 µ) og silt (2-63 µm) udgør kun en mindre del, mellem 3,4 og 8,4 %. Det maksimale indhold af ler og silt forekommer i Ap-horisonten, med indhold på 7,0-8,4 % C.

Kornstørrelsessammensætningen betyder at samtlige prøver klassificeres som JB1 type. På lokaliteterne Røjen, Røjen Kær og Skårphus er indholdet af organisk stof bestemt til henholdsvis 1,79 %, 1,49 % og 1,69 % C i Ap-horisonten hvor indholdet i Ap-horisonten ved Røjen Mosegård er markant højere med 3,99 % C. På samtlige lokaliteter aftager indholdet af organisk stof markant under Ap-horisonten. På lokaliteterne Røjen, Røjen Kær og Skårphus til et niveau på 0,04 og 0,07 % C fra 1 meters dybde og til 0,33 % C i 0,76 meter ved Røjen Mosegård.

Samtlige undersøgte prøver fremstår kalkfrie. pH-værdien i Ap-horisonterne på de fire lokaliteter varierer mellem 4,66 og 5,58 (målt i CaCl₂). På lokaliteterne Røjen, Røjen Kær og Skårphusgård stiger pH-værdien i de efterfølgende horisonter (4,96-5,43) for atter at aftage (4,62-5,27) i bunden af profilerne, svarende til 1 til 2 meters dybde. Ved Røjen Mosegård aftager pH-værdien fra overfladen (5,58) og ned gennem profilet til 4,32 i 0,75 meters dybde. Forløbet i pH-værdier afspejler naturlige forsuringsprocesser såvel som tilførsel af jordbrugskalk.

Ved Røjen og Røjen Kær bevirker det at basemætningen i den øverste meter varierer mellem 27 og 56 % for derefter at aftage til mellem 3 og 13 % i dybere prøver. Sammenlavede niveau nås ved Skårphusgård, men her er basemætningen kun 12 % i Ap-horisonten. Ved Røjen Mosegård er basemætningen i Ap-horisonten betydelig højere (56 %) end for de

resterende lokaliteter men antager i de dybere horisonter værdier svarende til den der er fundet for de øvrige lokaliteter.

Kationombytningskapaciteten (CEC-værdien) er 11-12 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonterne ved Røjen, Røjen Kær og Skåphusgård, hvorefter værdien aftager til mellem 1 og 4 cmol kg⁻¹ i de efterfølgende horisonter. Ved Røjen Mosegård er kationombytningskapaciteten bestemt til 18 cmol kg⁻¹ i Ap-horisonten samt den underliggende Bhs-horizont, hvorefter kapaciteten aftager til 5-10 cmol kg⁻¹. Markant højere indhold af organisk stof på denne lokalitet er bl.a. årsagen til disse højere værdier sammenholdt med Røjen, Røjen Kær og Skåphusgård. Ved Røjen, Røjen Mosegård og Skåphusgård og tildels også Røjen Kær er calcium den mest almindelige ombyttelige kation (base). Ved Røjen Kær er det ikke muligt at identificere en enkelt base som værende mest almindelig i prøver udtaget dybere end 0,65 meter, hvor calcium, magnesium og kalium bliver nogenlunde lige almindelige.

Forvittrings- og jordbundsdannende processer kan erkendes i fordelingen af jern- og aluminiumoxider på samtlige lokaliteter, idet dog Røjen Mosegård fremviser en anden udvikling end den der er typisk for de resterende tre lokaliteter. Ved Røjen Mosegård viser fordelingen af jernforbindelser (Fe_{DCB}) et svagt stigende indhold fra Ap horisonten (337 mg Fe kg⁻¹) til B-horisonten (615 mg Fe kg⁻¹) hvorefter indholdet atter aftager. Ved de resterende lokaliteter er indholdet af Fe_{DCB} høj i Ap-horisonten (2879-3882 mg Fe kg⁻¹) hvorefter indholdet tiltager gradvist til mellem 900 og 1400 mg Fe kg⁻¹, for atter at stige i 1 til 2 meters dybde (1700-2000 mg Fe kg⁻¹). Den sidste stigningen skyldes sandsynligvis de hydrogeologiske forhold på disse lokaliteter - med perioder med højtstående grundvandsspejlet. Indholdet af aluminiumoxider (Al_{DCB}) i Ap-horisonterne er forholdsvis højt (900 og 1200 mg Al kg⁻¹) ved Røjen, Røjen kær og Skåphusgård, mens det ved Røjen Mosegård kun er ca. 700 mg Al kg⁻¹. Ved de første tre lokaliteter aftager indholdet af Al_{DCB} til mellem 300 og 500 mg Al kg⁻¹ i ca. 0,70 meters dybde for atter at stige i de efterfølgende horisonter. Ved Røjen Mosegård stiger indholdet af Al_{DCB} fra de nævnte ca. 700 mg Al kg⁻¹ i Ap-horisonten til ca. 2200 mg Al kg⁻¹ i Bhs-horisonten hvorefter indholdet atter aftager til ca. 1000 mg Al kg⁻¹ i Bs-horisonten i 0,76 meters dybde.

5.5 Hydraulik

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

I forbindelse med profilinieundersøgelserne blev der med undtagelse af Røjen Mosegård, hvor ikke blev udtaget prøver i C-horisonten udtaget fem små retentionsringe (100 cm³) i Ap-, Bs- og C-horisonten samt i boringerne. Desuden blev der ved Røjen Mosegård ligeledes udtaget prøver i Bhs-horisonten. Prøveudtagningsdybderne fremgår af tabel 5.9.

5.5.1 Volumenvægt

Tabel 5.9 viser værdierne for jordens volumenvægt ved de fire lokaliteter. Ser man bort fra boringerne og til dels Skåphusgård viser værdierne et typisk forløb med de laveste værdier i den relativt løst bearbejdede, organisk-holdige Ap-horizont og med et stigende forløb i

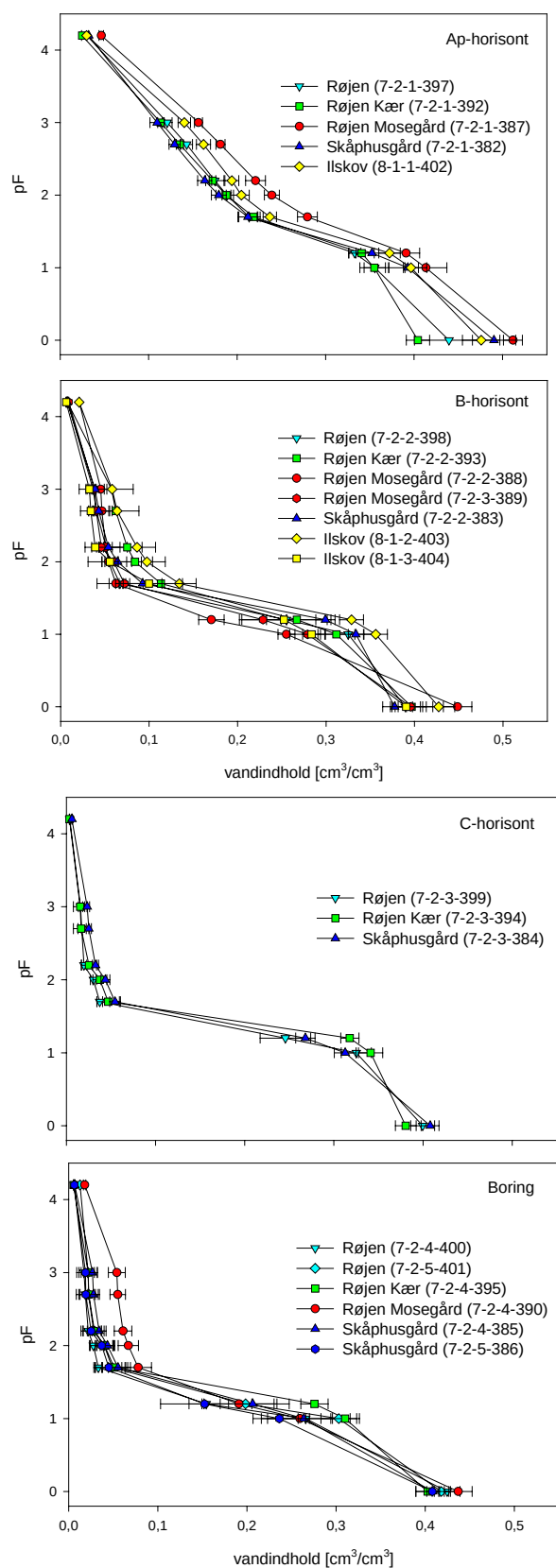
dybden. De lave volumenvægte i Ap-horisonten ved Røjen Mosegård og Skåphusgård skyldes sandsynligvis, at overjorden her var nypløjet.

Tabel 5.9. Volumenvægt (g/cm³) målt på 100-cm³ retentionsringe (n=5).

Horisont	Røjen			Røjen Kær		
	Prøve-nummer	volumen-vægt (g/cm ³)	std.afv.	Prøvenum-mer	volumen-vægt (g/cm ³)	std.afv.
Ap	7-2-1-397	1,49	0,10	7-2-1-392	1,58	0,03
Bs	7-2-2-398	1,62	0,02	7-2-2-393	1,60	0,06
C	7-2-3-399	1,59	0,04	7-2-3-394	1,64	0,03
Boring	7-2-4-400	1,52	0,04	7-2-4-395	1,58	0,04
Boring	7-2-5-401	1,54	0,03	-	-	-
	Røjen Mosegård			Skåphusgård		
Ap	7-2-1-387	1,29	0,03	7-2-1-382	1,35	0,06
Bhs	7-2-2-388	1,46	0,04	-	-	-
Bs	7-2-3-389	1,60	0,05	7-2-2-383	1,65	0,04
C	-	-	-	7-2-3-384	1,57	0,03
Boring	7-2-4-390	1,49	0,04	7-2-4-385	1,57	0,02
Boring	-	-	-	7-2-5-386	1,57	0,05

5.5.2 Vandretention

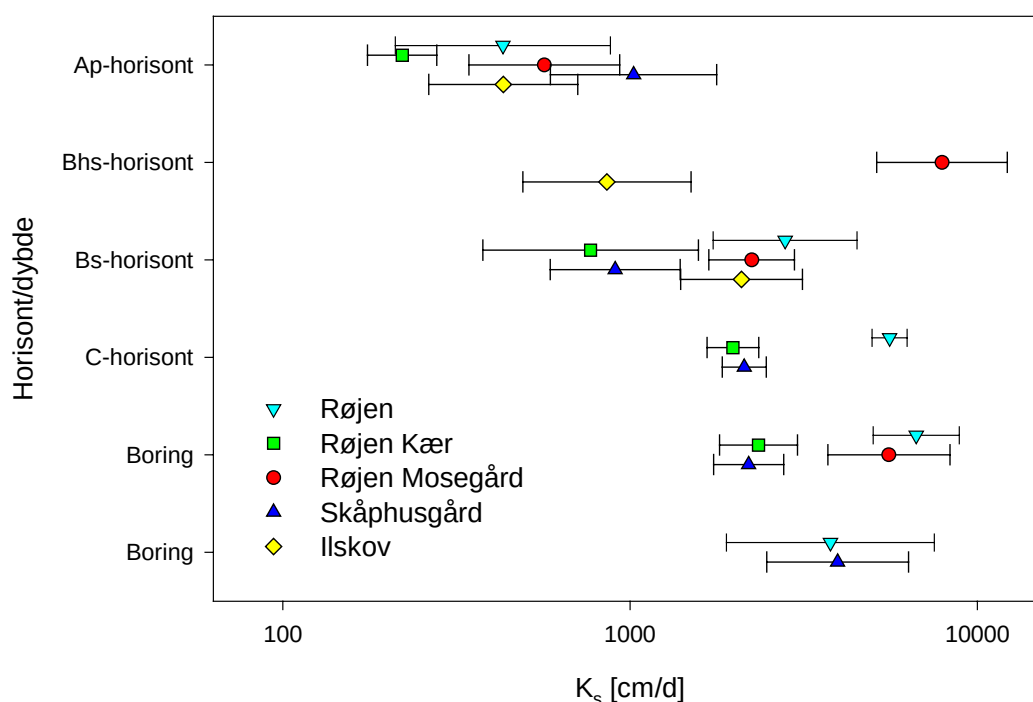
Resultaterne for vandretention er vist på figur 5.10 (inklusive resultaterne fra retentionsmålingerne ved Ilskov i forbindelse med det fulde undersøgelsesprogram). Ap-horisonten udviser grundet det høje indhold af organisk stof det mest jævne afdræningsforløb sammenlignet med de andre horisonter. For B- og C-horisonten ses der en kraftig afdræning af prøverne fra pF 1 til pF 1,7. For de boringernes vedkommende ses en kraftig afdræning allerede fra fuld mætning til pF 1,7. Der er ingen lokaliteter på profillinjen, der skiller sig markant ud fra hinanden.



Figur 5.10. Data for vandretention målt på intakte 100-cm³ prøver (n = 5). Fejllinjerne viser ± 1 standardafvigelse.

5.5.3 Mættet hydraulisk ledningsevne

Figur 5.11 viser værdierne for den mættede hydrauliske ledningsevne målt ned gennem profilet (inklusiv resultaterne fra retentionsmålingerne ved Simmelkær i forbindelse med det fulde undersøgelsesprogram). Værdierne i Ap-horisonten er generelt lave set i forhold til resten af profilet, hvilket skyldes det høje organiske indhold i denne horisont. De løst bearbejdede horisonter ved Skåphusgård og Røjen Mosegård har de højeste værdier sammenlignet med målingerne i Ap-horisonten for de tre andre lokaliteter. Ned gennem resten af profilet er det Røjen, der har de størst målte værdier. Omvendt er det Røjen Kær og Skåphusgård, der udviser de laveste hydrauliske ledningsevner.



Figur 5.11. Mættet hydraulisk ledningsevne (K_s , $n = 5$) målt på små retentionsringe. Fejl-linjerne 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 den proximale 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 profilinieprøverne, 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 antallet af dyrkbare bakterier er vist i tabel 5.11.

Tabel 5.10. okalitetsnavn, profil, dybde og horisont for de udtagne prøver

Profil	Kølvrå (fuld profil)			Skåruphusgård			Røjen Mosegård			Røjen Kær			Røjen		
	168			169			170			171			172		
		Cm	nr		Cm	nr		Cm	Nr		cm	nr		Cm	nr
Dybde 1	Ap	5-25	377	Ap	10	382	Ap	10	387	Ap	10	392	Ap	10	397
Dybde 2	Bs	60-80	378	Bs	35	383	Bhs	46	388	Bs	35	393	Bs	38	398
Dybde 3	C	90-110	379	C	70	384	Bs	76	389	C	70	394	C	65	399
Dybde 4		100	380		75	385		35-80	390		100	395		100	400
Dybde 5		200	381		100	386			nd			nd		200	401

Tabel 5.11. Mikrobiologiske målinger i profilinie ved Kølvrå.

Profil	Antal dyrkbare bakterier på 1/300 TSA									
	Kølvrå		Skåphusgård		Røjen Mosegård		Røjen Kær		Røjen	
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	4,7x10 ⁶	2,9x10 ⁶	5,9x10 ⁶	1,5x10 ⁶	6,1x10 ⁶	1,7x10 ⁶	7,1x10 ⁶	3,8x10 ⁶	5,9x10 ⁶	1,9x10 ⁶
Dybde 2	4,4x10 ³	1,8x10 ³	3,5x10 ⁴	2,3x10 ⁴	5,3x10 ³	1,9x10 ³	1,7x10 ³	1,1x10 ³	4,5x10 ⁴	1,4x10 ⁴
Dybde 3	<1000		9,9x10 ³	2,1x10 ³	3,7x10 ³	1,4x10 ³	<1000		1,9x10 ³	1,2x10 ³
Dybde 4	1,5x10 ⁶	3,8x10 ⁵	nd		1,4x10 ³	2,0x10 ³	1,6x10 ³	1,1x10 ³	3,1x10 ⁴	2,3x10 ⁴
Dybde 5	1,5x10 ⁴	4,4x10 ³	<1000		Nd		nd		2,0x10 ⁴	8,2x10 ³

Profil	Antal dyrkbare bakterier på Goulds S1 agar									
	Kølvrå		Skåphusgård		Røjen Mosegård		Røjen Kær		Røjen	
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	9,7x10 ³	1,3x10 ³	7,7x10 ⁴	1,2x10 ⁴	1,3x10 ⁵	1,6x10 ⁴	4,5x10 ⁵	1,1x10 ⁴	5,3x10 ⁴	1,8x10 ⁴
Dybde 2	<100		<100		<100		<100		<100	
Dybde 3	<100		<100		<100		<100		<100	
Dybde 4	<100		Nd		<100		<100		<100	
Dybde 5	<100		<100		Nd		nd		nd	

Antallet af dyrkbare bakterier talt på 1/300 TSA i prøverne fra fuldt undersøgelsesprogram profilet ved Kølvrå er generelt på niveau med de nærliggende profiler. Antallet af dyrkbare bakterier på 1/300 TSA i de fem overjordsprøver er næsten ens og er lagt lavere i underjordsprøverne. En undtagelse er antallet af dyrkbare bakterier i Kølvrå, dybde 4, som er på

niveau med overjordprøverne. Dyrkbare *Pseudomonas* sp bakterier (kolonier på Goulds S1 agar) overskrider kun detektionsgrænsen på 100 kolonier pr gram i overjordsprøverne. I overjorden fra Røjen Kær og Røjen Mosegård finder vi et højere antal kolonier på Goulds S1 agar.

5.7 Stofspecifikke parametre

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

I profilinie 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 Kd-værdi des mindre pesticid er der tilstede i jordvæsken.
- M64d - hvor meget af det ^{14}C (tilsat som pesticid), der er genfundet som $^{14}\text{C-CO}_2$ 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 fuldt undersøgelsesprogram profilet fra Kølvrå og de fire profilinieboringer 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 methyltriazinamin 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 5.12. Kd-værdier for MCPA, methyltriazinamin, metribuzin og glyphosat bestemt på profilinie fra Kølvrå.

Profil	Kd-værdi for MCPA									
	Kølvrå 168		Skåphusgård 169		Røjen Mose- gård 170		Røjen Kær 171		Røjen 172	
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	3,1	0,64	nd		3,0	0,09	3,2	0,13	3,6	0,08
Dybde 2	0,41	0,04	0,23	0,01	4,0	0,19	0,87	0,05	0,87	0,03
Dybde 3	0,13	0,01	0,11	0,01	0,98	0,01	0,14	0,01	0,19	0,001
Dybde 4	0,60	0,02	0,17	0,004	2,29	0,03	0,30	0,01	0,21	0,02
Dybde 5	0,09	0,01	0,08	0,02	nd		nd		0,53	0,02

Profil	Kd-værdi for methyltriazinamin									
	Kølvrå 168		Skåphusgård 169		Røjen Mose- gård 170		Røjen Kær 171		Røjen 172	
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	7,9	2,3	nd		3,78	0,13	15,9	1,3	15,8	0,12
Dybde 2	2,9	0,49	2,0	0,21	14,8	0,24	3,7	0,27	1,6	0,14
Dybde 3	2,5	0,50	2,7	0,34	15,7	2,4	1,5	0,08	0,95	0,12
Dybde 4	2,9	0,27	5,8	0,60	9,8	1,3	9,5	0,72	8,6	3,3
Dybde 5	5,4	1,3	3,6	0,12	nd		nd		401	71,5

Profil	Kd-værdi for metribuzin									
	Kølvrå 168		Skåphusgård 169		Røjen Mose- gård 170		Røjen Kær 171		Røjen 172	
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	1,3	0,18	nd		2,9	0,06	1,1	0,05	1,2	0,002
Dybde 2	0,05	0,01	0,12	0,01	0,38	0,01	0,15	0,01	0,18	0,01
Dybde 3	0,04	0,02	0,08	0,01	0,14	0,01	0,09	0,001	0,09	0,01
Dybde 4	0,07	0,002	0,03	0,004	0,14	0,02	0,03	0,01	0,03	0,001
Dybde 5	0,01	0,003	0,01	0,002	nd		nd		0,16	0,01

Profil	Kd-værdi for glyphosat									
	Kølvrå 168		Skåphusgård 169		Røjen Mose- gård 170		Røjen Kær 171		Røjen 172	
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	459	14,8	nd		108	4,3	690	3,0	656	32,2
Dybde 2	1721	129	977	74,2	498	10,2	853	179	495	18,6
Dybde 3	1127	88,0	734	37,5	251	0,79	355	18,9	331	6,7
Dybde 4	1272	110	1682	117	469	5,1	918	75,6	806	66,5
Dybde 5	1311	101	1414	194	nd		nd		1473	55,3

Stoffernes binding til jorden (bestemt som Kd-værdier) følger i de fire profiler 111-114 i det store og hele den binding vi har fundet i Kølvrå-profilen. Generelt er sorptionen af MCPA og metribuzin højest i overjord med meget lav binding i underjorde. For glyphosat ses generelt en høj sorption gennem hele profilet. Methyltriazinamin bindes særligt stærkt i profilet fra Røjen i dybde 5.

5.7.2 Stoffernes mineralisering

De fire pesticiders mineralisering i de fire profilinieboringer er vist i tabel 5.13. 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 5.13. M64d-værdier for MCPA, methyltriazinamin, metribuzin og glyphosat bestemt på profilinie.

Profil	M64d-værdi for MCPA				
	Kølvrå 168	Skåphusgård 169	Røjen Mose- gård 170	Røjen Kær 171	Røjen 172
Dybde	Gns	Gns	Gns	Gns	Gns
Dybde 1	48,6	51,6	57,1	58,4	54,0
Dybde 2	55,9	65,2	43,1	64,5	62,3
Dybde 3	60,3	66,4	64,5	65,3	51,9
Dybde 4	38,3	nd	64,0	66,9	62,4
Dybde 5	0,53	64,9	nd	nd	12,7

Profil	M64d-værdi for methyltriazinamin				
	Kølvrå 168	Skåphusgård 169	Røjen Mose- gård 170	Røjen Kær 171	Røjen 172
Dybde	Gns	Gns	Gns	Gns	Gns
Dybde 1	0,17	0,11	0,16	0,21	0,12
Dybde 2	0,03	0,07	0,05	0,08	0,05
Dybde 3	0,02	0,04	0,04	0,06	0,06
Dybde 4	0,02	nd	0,04	0,03	0,03
Dybde 5	0,03	0,04	nd	nd	0,03

Profil	M64d-værdi for metribuzin				
	Kølvrå 168	Skåphusgård 169	Røjen Mose- gård 170	Røjen Kær 171	Røjen 172
Dybde	Gns	Gns	Gns	Gns	Gns
Dybde 1	0,27	0,23	0,20	0,23	0,23
Dybde 2	0,06	0,16	0,03	0,13	0,16
Dybde 3	0,11	0,16	0,06	0,08	0,13
Dybde 4	0,13	nd	0,07	0,07	0,10
Dybde 5	0,05	0,19	nd	nd	0,61

Profil	M64d-værdi for glyphosat				
	Kølvrå 168	Skåphusgård 169	Røjen Mose- gård 170	Røjen Kær 171	Røjen 172
Dybde	Gns	Gns	Gns	Gns	Gns
Dybde 1	1,8	1,7	9,9	1,7	2,9
Dybde 2	0,16	0,23	0,17	0,23	0,35
Dybde 3	0,19	0,49	0,26	0,20	0,39
Dybde 4	0,21	nd	0,20	0,53	0,41
Dybde 5	0,24	4,8	nd	nd	0,31

Mineraliseringen af stofferne methyltriazinamin og metribuzin følger i de fire profiler (Skåphusgård, Røjen Mosegård, Røjen Kær og Røjen) stort set det billede vi har fundet i Kølvrå. Nedbrydningen af stofferne er lav i alle prøver.

For glyphosat finder vi, at mineraliseringen er lav, dog generelt højere i overjorden, hvor specielt Røjen Mosegård skiller sig ud ved en højere mineralisering. I underjordene er mineraliseringen under 1,6% med undtagelse af dybde 5, Skåphusgård, hvor mineraliseringen var 4,8%.

MCPA-mineraliseringen falder i tre niveauer. I Ap-horisonten (dybde 1) ses en tendens til en lavere total mineralisering end i visse jorde fra B- og C-horisonten (dybde 2 og 3). Dette skyldes formodentlig indbytning i den organiske fraktion. I en prøve er der en lav mineralisering (dybde 5 for Kølvrå).

6 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.: Undersøgelser- 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.

Jensen, N.K. (1970): Dybdebearbejdningsforsøg. – Hedeselskabets Forskningsvirksomhed. Beretning 12, 152 sider.

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.

Madsen, H. B. & Jensen, N. H. 1985. Jordprofilundersøgelsen - Landbrugsministeriet, Arealdatakontoret Vejle.

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.

Nehmdahl, H. 2000. Kortlægning af jordbundsvariationen - geoelektriske målinger med EM38, *Geologisk Nyt* Nr. 2.

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.

Soil Survey Staff, 1999. *Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys - Second Edition*, United States Department of Agriculture.

Sundberg, P.S. (red.), I. Callesen, M. H. Greve og K. Raulund-Rasmussen, 1999: Danske jordbundsprofiler. - Ministeriet for Fødevarer, landbrug og Fiskeri, Danmarks JordbrugsForskning.

Appendiks 1

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

Legende

Pedologi

	Ap
	Ap2
	E
	BE(g)
	Bh
	Bhs
	Bhs2
	Bs
	Bs2
	BC
	BC(g)
	C
	Jernudfældninger

Geologi

Lithologi

	Grus og sten
	Sand
	Ler

Strukturer

	Planar- eller trugskrålejrering
	Trugskrålejrering
	Laggrænser
	Horisontal lamination eller lavvinklet skrålejrering
	Strukturløs
	Stiplede linier angiver utydelige strukturer
	Ej blotlagt

Prøver

	Stor kolonne
	Rententionsring

Appendiks 2

Resultaterne fra teksturanalyserne på variabilitetsmarken ved Kølvrå. Der er vist resultater fra alle 49 punkter.

Punktnr.	Dybde	Ler (<2 µm) [g/100 g]	Silt (2-20 µm) [g/100 g]	Grovsilt (20-63 µm) [g/100 g]	Finsand (63-125 µm) [g/100 g]	Finsand (125-200 µm) [g/100 g]	Grovsand (200-500 µm) [g/100 g]	Grovsand (500-1000 µm) [g/100 g]	Grovsand (1000-2000 µm) [g/100 g]	Sten (2000-6300 µm) [g/100 g]	Sten (>6300 µm) [g/100 g]	Humus [g/100 g]	JB-nr.	Total kulstof [g/100 g]
1	1	3,6	3,3	1,0	5,6	14,0	54,4	12,9	2,0	0,4	0,0	3,2	1	1,89
2	1	3,0	2,8	1,0	4,7	9,1	63,3	11,6	1,2	0,4	0,1	3,3	1	1,91
3	1	2,6	2,8	1,0	4,3	13,6	57,0	14,6	1,7	0,3	0,0	2,5	1	1,45
4	1	3,1	2,8	1,0	4,5	8,0	60,2	15,0	2,3	0,6	0,0	3,1	1	1,81
5	1	3,1	2,4	1,0	4,5	13,7	57,6	13,2	1,4	0,4	0,0	3,1	1	1,80
6	1	2,5	2,4	1,0	5,4	9,8	62,0	12,4	1,9	0,4	0,0	2,5	1	1,49
7	1	3,1	2,8	1,0	4,0	12,9	59,0	12,5	1,6	0,6	0,1	3	1	1,79
8	1	2,6	2,8	1,0	5,1	10,5	59,2	13,6	1,8	0,3	0,0	3,4	1	1,99
9	1	2,6	2,9	1,0	4,4	13,7	57,8	12,4	1,9	1,3	0,3	3,3	1	1,95
10	1	2,6	2,9	1,0	5,6	10,0	59,5	13,7	1,8	0,7	0,0	2,9	1	1,69
11	1	2,6	2,8	1,0	4,6	13,5	58,8	12,5	1,4	1,2	0,0	2,8	1	1,67
12	1	2,7	2,8	3,6	5,3	9,6	60,5	13,5	2,0	1,5	2,2	ND	1	0,00
13	1	3,1	2,4	1,0	4,4	14,5	54,9	14,4	2,1	2,9	0,8	3,4	1	1,97
14	1	3,1	2,4	1,0	5,1	9,3	61,0	13,4	2,0	1,3	0,0	2,8	1	1,62
15	1	3,0	2,4	1,0	5,3	14,5	54,8	12,4	1,9	3,9	1,1	4,8	1	2,79
16	1	3,6	2,4	1,0	4,2	7,1	42,0	21,7	14,5	10,7	8,4	3,5	1	2,04
17	1	3,5	2,9	1,0	4,6	12,1	52,8	15,5	4,2	3,9	1,8	3,3	1	1,95
18	1	3,6	0,9	2,9	5,1	8,0	42,4	19,8	12,2	10,5	10,2	5,1	1	3,01
19	1	3,6	0,9	1,9	1,5	3,2	29,2	33,8	25,4	20,1	7,3	0,5	1	0,28
20	1	3,6	3,3	1,0	4,9	7,4	48,0	19,7	8,5	6,6	19,5	3,6	1	2,09
21	1	3,6	3,3	1,0	4,1	9,3	39,0	22,5	13,1	11,8	5,4	4	1	2,34
22	1	3,0	2,4	1,0	6,5	11,7	57,1	11,1	3,6	5,2	3,5	3,5	1	2,06
23	1	3,5	2,9	1,0	5,0	12,7	49,8	15,1	5,7	7,0	4,3	4,2	1	2,48
24	1	3,5	2,8	1,0	4,9	8,7	48,5	16,8	10,0	10,0	9,2	3,9	1	2,28
25	1	3,1	2,4	1,0	6,0	16,4	55,4	9,8	2,5	3,0	1,1	3,5	1	2,07
26	1	3,0	2,8	1,0	6,0	10,5	60,7	9,3	3,1	3,2	1,5	3,5	1	2,08
27	1	3,6	2,9	1,0	3,8	8,9	41,3	23,1	12,0	11,4	6,3	3,6	1	2,10
28	1	3,5	2,8	1,0	4,3	8,4	48,4	20,1	7,9	8,3	6,8	3,5	1	2,04
29	1	3,0	1,4	1,0	4,0	16,5	61,5	9,2	1,1	0,4	0,2	2,3	1	1,34
30	1	3,6	2,9	1,0	5,6	8,6	48,9	18,1	7,7	7,5	3,7	3,5	1	2,07
31	1	3,6	2,9	1,0	5,0	11,2	43,8	18,3	10,5	8,8	5,2	3,7	1	2,18
32	1	3,6	3,3	1,0	5,3	9,5	53,3	15,3	4,9	4,7	6,3	3,9	1	2,29

33	1	3,5	2,9	1,0	3,3	10,1	44,7	20,2	10,5	8,1	6,4	3,8	1	2,21
34	1	3,6	2,9	1,0	4,5	8,3	44,1	20,2	11,8	7,2	5,3	3,7	1	2,19
35	1	2,6	2,9	1,0	4,6	15,9	59,2	9,1	2,2	2,1	0,2	2,5	1	1,48
36	1	2,1	2,3	1,0	5,1	12,7	64,4	8,2	0,6	0,4	0,0	3,7	1	2,19
37	1	3,1	2,3	1,0	3,9	13,4	52,1	14,8	6,1	4,5	2,0	3,2	1	1,90
38	1	2,6	1,9	1,0	4,4	12,4	67,0	8,3	0,5	0,4	0,0	2,1	1	1,21
39	1	2,5	2,4	1,0	5,2	17,4	58,1	9,2	0,7	1,0	0,0	3,3	1	1,96
40	1	2,5	2,9	1,0	6,0	12,4	62,0	8,4	0,7	0,3	0,1	4,1	1	2,39
41	1	2,6	2,4	1,0	4,6	16,9	60,1	8,8	0,6	0,7	0,9	3	1	1,78
42	1	2,6	2,4	1,0	5,8	11,5	61,9	10,0	1,2	0,7	0,0	3,7	1	2,15
43	1	2,6	2,9	1,0	5,4	15,9	57,5	10,4	1,2	1,0	0,4	3,2	1	1,90
44	1	2,7	2,8	1,0	5,9	12,2	60,6	9,2	2,5	2,2	1,0	3,1	1	1,80
45	1	2,6	1,9	1,0	4,1	16,3	63,1	8,6	0,4	0,3	0,0	2	1	1,19
46	1	2,5	2,4	1,0	4,7	9,9	64,2	10,6	1,2	0,7	0,1	3,4	1	1,97
47	1	2,6	2,4	1,0	3,8	16,4	61,6	8,3	1,1	1,0	2,3	2,8	1	1,65
48	1	3,0	1,9	1,0	4,3	10,5	65,8	8,9	0,9	0,5	0,0	3,8	1	2,21
49	1	3,0	1,9	1,0	4,3	15,4	58,3	11,7	1,1	0,7	1,3	3,4	1	1,97
1	2	2,0	1,4	1,0	1,3	6,5	75,6	11,4	0,3	0,0	0,0	0,4	1	0,26
2	2	2,1	0,9	1,6	9,8	18,9	56,1	10,1	0,3	0,0	0,0	0,2	1	0,13
3	2	2,0	0,9	1,0	1,4	5,0	66,7	21,3	1,3	0,1	0,0	0,3	1	0,19
4	2	2,0	0,9	1,0	4,6	16,1	61,7	12,4	1,0	0,1	0,0	0,3	1	0,17
5	2	2,0	0,9	1,0	0,5	3,9	74,1	16,9	0,4	0,1	0,0	0,3	1	0,15
6	2	2,0	0,9	1,0	1,4	8,9	59,5	24,7	1,2	0,2	0,0	0,4	1	0,25
7	2	2,0	0,9	1,0	1,2	4,8	70,8	18,4	0,7	0,0	0,0	0,2	1	0,11
8	2	2,6	0,9	1,0	10,2	27,5	51,6	5,5	0,4	0,0	0,0	0,3	1	0,18
9	2	2,5	1,4	1,0	3,9	8,1	54,4	27,0	0,9	0,1	0,0	0,8	1	0,46
10	2	2,5	0,9	1,0	8,4	23,7	53,9	9,0	0,3	0,0	0,0	0,3	1	0,17
11	2	2,6	0,9	1,9	13,0	18,2	56,4	6,3	0,3	0,0	0,0	0,4	1	0,23
12	2	2,5	0,9	1,0	4,3	18,3	62,0	9,4	1,2	0,2	0,0	0,3	1	0,20
13	2	2,5	0,9	1,0	4,4	7,8	51,7	25,7	5,6	0,2	0,0	0,4	1	0,21
14	2	3,1	0,9	1,6	15,8	30,2	43,4	3,9	0,2	0,0	0,0	0,9	1	0,55
15	2	2,0	0,9	1,0	9,1	12,1	57,6	15,2	1,7	0,2	0,0	0,3	1	0,15
16	2	2,0	0,9	1,0	1,0	5,0	42,3	26,3	21,1	8,4	1,6	0,3	1	0,19
17	2	2,5	0,9	1,0	8,6	11,6	61,5	12,4	0,9	0,1	0,0	0,5	1	0,27
18	2	1,5	0,9	1,0	1,7	9,8	52,2	26,2	6,5	6,2	2,1	0,1	1	0,07
19	2	1,5	0,9	1,0	0,7	2,2	37,5	38,1	17,8	11,3	2,4	0,2	1	0,11
20	2	2,5	0,9	1,0	4,8	15,3	49,6	14,8	10,5	6,4	3,9	0,5	1	0,30
21	2	1,5	0,9	1,0	0,8	2,6	54,9	28,3	9,9	5,0	2,2	0,2	1	0,12
22	2	2,0	0,9	1,0	0,7	3,2	32,8	37,4	21,5	14,2	11,0	0,4	1	0,21
23	2	2,5	0,9	1,0	0,7	1,8	27,7	32,6	32,3	20,7	13,5	0,4	1	0,24
24	2	2,5	0,9	1,0	0,5	2,2	26,7	37,0	28,7	27,5	14,0	0,4	1	0,26
25	2	3,1	0,9	2,7	1,5	4,3	41,9	26,4	18,7	18,3	26,5	0,5	1	0,30
26	2	2,1	0,9	1,1	0,9	5,3	43,4	32,6	13,3	6,3	5,3	0,4	1	0,25
27	2	1,5	0,9	1,0	0,9	2,6	51,0	30,3	11,7	5,7	0,4	0,1	1	0,08
28	2	2,0	0,9	1,0	0,7	3,4	41,1	34,7	15,9	8,4	2,4	0,3	1	0,16
29	2	4,0	0,9	1,0	4,5	9,2	48,6	20,4	10,4	8,6	26,3	1	1	0,57
30	2	2,0	0,9	1,0	0,6	3,2	18,8	50,3	23,0	6,6	2,8	0,2	1	0,10
31	2	2,5	0,9	1,0	1,3	3,6	54,4	26,5	9,4	13,0	6,7	0,4	1	0,23
32	2	3,0	0,9	1,0	3,7	14,0	61,1	13,6	2,0	2,8	0,5	0,6	1	0,38

33	2	3,0	0,9	1,0	3,2	6,4	38,7	28,9	17,3	17,8	19,2	0,5	1	0,28
34	2	2,5	0,9	1,0	3,0	15,8	67,7	7,6	0,9	0,3	0,0	0,6	1	0,34
35	2	2,0	0,9	1,0	0,4	1,4	32,4	26,1	35,5	22,1	3,0	0,3	1	0,17
36	2	3,5	0,9	1,0	5,6	15,9	57,6	12,1	2,7	4,1	9,5	0,7	1	0,41
37	2	3,5	1,4	1,0	5,1	11,6	58,4	15,0	2,9	1,2	0,0	1,1	1	0,63
38	2	2,5	0,9	1,0	0,7	2,5	29,7	49,3	13,2	11,9	11,5	0,2	1	0,11
39	2	5,1	0,9	2,6	1,7	2,5	37,2	33,2	16,3	14,5	15,0	0,5	3	0,27
40	2	2,5	0,9	1,0	0,5	1,5	21,3	50,0	22,1	13,0	2,9	0,2	1	0,11
41	2	5,6	1,9	4,6	4,4	4,2	35,9	28,2	14,2	13,6	11,3	1	3	0,58
42	2	2,5	0,9	1,0	0,7	1,4	16,9	40,6	35,6	22,2	7,4	3	1	0,19
43	2	4,6	0,9	2,5	1,3	1,4	22,5	33,0	33,3	22,7	18,9	0,5	1	0,30
44	2	3,1	1,9	1,0	2,9	13,1	51,7	17,1	8,2	10,7	23,0	1,1	1	0,64
45	2	3,6	0,9	2,6	0,9	1,5	32,3	37,4	20,5	12,5	7,0	0,3	1	0,20
46	2	3,5	2,8	1,0	5,1	12,8	51,2	15,5	3,0	6,2	6,4	5,1	1	2,98
47	2	3,0	0,9	1,0	1,1	3,3	41,5	28,7	19,9	12,9	10,6	0,6	1	0,36
48	2	2,6	0,9	1,1	0,8	1,7	25,1	41,6	25,9	20,7	11,5	0,3	1	0,15
49	2	4,1	1,4	6,4	10,9	9,2	32,2	21,9	13,5	10,2	6,3	0,4	1	0,24

Appendiks 3

Resultater af enkeltanalyser på i de 51 punkter i Kølvrå. IRGA = basal *in situ* respiration ($\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ t}^{-1}$), SIR = substrat induceret respiration ($\mu\text{L CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ t}^{-1}$), ASA = arylsulfatase aktivitet (μg nitrophenol $\text{g}^{-1} \text{ t}^{-1}$), FDA = fluorescein diacetat hydrolyse (μg fluorescein $\text{g}^{-1} \text{ t}^{-1}$), og antal dyrkbare bakterier på 1/300 TSA og GouldsS1 agar.

Hul nr.	Dybde 1											
	Jord respiration (IRGA), g CO ₂ m ⁻² t ⁻¹	Substratinduceret respiration (SIR), μL CO ₂ g ⁻¹ t ⁻¹		Arylsulfatase ak- tivitet (ASA), μg NP g ⁻¹ t ⁻¹		Fluorescein di- acetat hydrolyse (FDA), μg fluores- cein g ⁻¹ t ⁻¹		Antal dyrkbare bakterier (1/300 TSA) g ⁻¹		Antal dyrkbare <i>Pseudomonas</i> sp (GouldsS1) g ⁻¹		
		gns	std	gns	std	gns	std	gns	Std	Gns	std	
1	0,56	-	nd	nd	19,2	3,8	16,6	1,0	1.1X10 ⁷	3.6X10 ⁶	1.9X10 ⁵	9.2X10 ³
2	0,50	-	nd	nd	4,4	1,7	41,5	3,5	3.0X10 ⁷	4.7X10 ⁶	2.7X10 ⁵	2.4X10 ⁴
3	0,21	-	nd	nd	6,1	1,5	17,7	2,0	3.2X10 ⁶	1.2X10 ⁶	5.6X10 ⁴	2.7X10 ⁴
4	0,33	-	nd	nd	0,8	1,1	52,0	2,2	1.7X10 ⁷	3.9X10 ⁶	2.1X10 ⁵	2.9X10 ⁴
5	0,49	-	nd	nd	4,5	2,7	41,0	0,8	1.0X10 ⁸	9.5X10 ⁶	1.6X10 ⁶	3.6X10 ⁵
6	0,81	-	nd	nd	5,7	1,0	19,8	1,0	1.3X10 ⁷	3.2X10 ⁶	1.3X10 ⁵	1.9X10 ⁴
7	0,41	-	nd	nd	14,5	4,1	24,6	0,5	4.0X10 ⁶	3.7X10 ⁵	1.1X10 ⁵	3.9X10 ³
8	0,95	-	nd	nd	8,3	2,9	37,1	1,2	7.4X10 ⁶	4.4X10 ⁶	7.2X10 ⁴	1.7X10 ⁴
9	0,60	-	nd	nd	6,1	1,0	39,4	3,2	1.4X10 ⁷	9.8X10 ⁵	4.6X10 ⁴	1.5X10 ⁴
10	0,49	-	nd	nd	5,2	1,1	38,2	2,3	2.5X10 ⁶	3.5X10 ⁵	6.6X10 ⁴	1.3X10 ⁴
11	0,59	-	nd	nd	7,8	0,7	38,9	2,4	1.2X10 ⁷	1.8X10 ⁶	1.4X10 ⁵	2.3X10 ⁴
12	0,74	-	nd	nd	7,4	0,7	39,2	0,8	1.3X10 ⁷	2.9X10 ⁶	7.9X10 ⁴	2.8X10 ⁴
13	0,58	-	nd	nd	9,0	0,8	36,5	2,8	2.4X10 ⁷	2.0X10 ⁶	4.4X10 ⁶	7.8X10 ⁵
14	0,66	-	nd	nd	4,4	0,6	45,7	3,2	3.9X10 ⁶	2.3X10 ⁵	8.9X10 ⁴	2.1X10 ⁴
15	0,86	-	nd	nd	9,5	1,9	42,2	2,6	2.8X10 ⁶	5.9X10 ⁵	2.3X10 ⁴	7.5X10 ³
16	0,39	-	nd	nd	9,6	0,5	41,2	1,4	4.2X10 ⁶	7.4X10 ⁵	1.3X10 ⁵	2.0X10 ⁴
17	0,47	-	nd	nd	9,3	1,3	36,7	1,6	2.6X10 ⁶	3.2X10 ⁵	3.2X10 ⁴	1.0X10 ⁴
18	0,98	-	nd	nd	7,3	1,4	43,3	2,8	3.0X10 ⁶	4.2X10 ⁵	3.6X10 ⁴	7.1X10 ³
19	0,18	-	nd	nd	10,1	1,2	29,9	0,9	2.9X10 ⁶	2.6X10 ⁵	2.9X10 ⁴	8.0X10 ³
20	0,52	-	2,9	0,2	7,7	2,0	46,9	2,7	2.9X10 ⁶	4.8X10 ⁵	3.6X10 ⁴	1.3X10 ⁴

21	0,94	-	2,8	0,3	7,1	1,1	49,6	2,3	2.4×10^6	5.4×10^5	2.1×10^4	1.4×10^3
22	0,49	-	2,8	0,5	8,4	0,8	41,2	1,9	3.7×10^6	8.7×10^5	1.0×10^5	1.8×10^4
23	0,55	-	5,8	3,8	9,0	0,6	44,4	1,5	8.8×10^6	3.8×10^6	1.2×10^5	1.0×10^4
24	0,19	-	2,8	0,5	7,1	1,1	43,4	4,5	7.6×10^6	1.9×10^6	3.4×10^5	7.1×10^4
25	0,46	-	3,0	0,2	5,7	1,0	37,4	1,0	9.7×10^6	1.4×10^6	8.1×10^5	3.1×10^4
26	0,34	-	3,1	0,7	7,6	0,3	35,1	2,7	6.5×10^6	1.2×10^6	2.1×10^5	1.3×10^4
27	0,77	-	7,4	8,6	6,5	0,9	45,7	3,4	7.8×10^6	5.6×10^6	4.6×10^5	1.8×10^4
28	0,32	-	2,7	0,4	4,3	0,9	34,3	2,8	4.1×10^6	4.1×10^5	8.3×10^4	2.2×10^3
29	0,09	-	1,8	0,1	2,0	0,4	31,1	3,4	3.2×10^6	3.8×10^5	5.5×10^4	1.5×10^4
30	0,26	-	2,7	0,1	6,9	1,4	36,2	3,2	3.8×10^6	7.3×10^5	5.3×10^4	5.2×10^3
31	0,17	-	4,2	0,2	10,2	1,0	40,8	2,5	3.9×10^6	7.1×10^5	1.2×10^5	1.8×10^4
32	0,71	-	7,2	2,2	14,8	0,4	35,4	1,3	5.5×10^6	8.6×10^5	2.0×10^5	1.4×10^4
33	0,64	-	3,8	0,2	6,9	0,7	41,5	1,0	3.5×10^6	1.2×10^6	7.1×10^4	1.5×10^4
34	0,49	-	4,3	0,3	7,8	1,3	36,7	2,6	2.0×10^6	3.9×10^5	5.7×10^4	1.7×10^4
35	0,23	-	3,3	1,0	4,2	0,6	30,3	2,0	3.0×10^6	2.9×10^5	7.0×10^4	6.2×10^2
36	0,17	-	5,3	3,2	5,6	1,3	24,0	0,3	3.0×10^6	3.8×10^5	6.5×10^4	7.8×10^3
37	0,40	-	3,9	1,1	6,4	1,0	36,5	0,9	1.2×10^7	4.9×10^6	1.0×10^5	2.2×10^4
38	0,15	-	2,4	0,8	5,7	0,7	28,8	0,1	5.4×10^6	3.9×10^6	3.9×10^4	3.7×10^3
39	0,63	-	4,7	1,4	6,9	1,4	35,3	1,8	8.2×10^6	2.0×10^6	2.3×10^4	2.0×10^4
40	0,33	-	5,1	0,9	8,7	1,0	31,7	5,0	1.3×10^7	2.8×10^6	1.0×10^5	8.4×10^3
41	0,24	-	3,3	0,7	5,1	0,8	26,2	0,2	1.2×10^7	2.4×10^6	1.2×10^5	4.4×10^4
42	0,58	-	5,9	4,2	3,1	1,7	35,7	1,1	1.3×10^7	6.0×10^6	1.7×10^5	1.9×10^4
43	nd	-	9,1	4,1	2,2	1,4	42,0	1,8	9.7×10^6	3.2×10^6	4.4×10^4	7.1×10^3
44	0,28	-	2,9	0,6	5,7	1,4	39,9	1,2	1.0×10^7	2.9×10^6	3.4×10^4	1.2×10^4
45	0,20	-	2,9	1,0	4,2	1,1	30,7	1,1	8.3×10^6	4.9×10^6	6.3×10^4	2.0×10^4
46	0,25	-	3,1	0,2	4,5	0,3	35,1	1,3	7.3×10^6	4.0×10^6	3.3×10^4	1.0×10^4
47	0,17	-	2,4	0,3	6,6	1,3	39,0	3,0	1.3×10^7	2.7×10^6	7.4×10^4	9.5×10^3
48	0,56	-	3,7	1,0	8,7	1,3	35,8	3,0	1.4×10^7	3.2×10^6	2.2×10^5	7.8×10^4
49	0,61	-	2,7	0,6	4,1	0,6	42,0	1,0	1.8×10^7	4.0×10^6	2.8×10^5	5.8×10^4

Appendiks 4

DYBDE 2				
Hul nr.	Antal dyrkbare bakterier (1/300 TSA) g ⁻¹		Antal dyrkbare <i>Pseudomonas</i> sp (GouldsS1) g ⁻¹	
	gns	std	gns	Std
1	1.1X10 ⁷	4.0X10 ₆	6.0X10 ₄	1.9X10 ₄
2	5.9X10 ⁶	1.8X10 ₆	<100	-
3	3.2X10 ⁶	1.4X10 ₆	<100	-
4	9.9X10 ⁶	1.3X10 ₆	<100	-
5	9.5X10 ⁶	8.8X10 ₅	<100	-
6	4.3X10 ⁶	1.2X10 ₆	<100	-
7	1.4X10 ⁵	7.1X10 ₄	<100	--
8	4.0X10 ⁵	3.7X10 ₄	<100	-
9	2.4X10 ⁵	7.1X10 ₄	<100	-
10	5.7X10 ⁵	4.7X10 ₄	<100	-
11	5.4X10 ⁵	9.1X10 ₄	<100	-
12	7.7X10 ⁵	1.3X10 ₅	<100	--
13	4.7X10 ⁶	7.5X10 ₅	<100	-
14	7.7X10 ⁶	1.3X10 ₆	<100	-
15	4.6X10 ⁵	6.7X10 ₄	<100	-
16	2.0X10 ⁷	3.0X10 ₆	<100	-
17	6.5X10 ⁵	6.3X10 ₄	<100	-
18	3.3X10 ⁶	4.8X10 ₅	6.4X10 ₃	2.6X10 ₃
19	5.1X10 ⁶	7.9X10 ₅	<100	-
20	5.3X10 ⁵	6.5X10 ₄	<100	-
21	2.6X10 ⁶	6.3X10 ₅	<100	-
22	2.5X10 ⁷	5.2X10 ₆	6.6X10 ₃	1.8X10 ₃
23	1.7X10 ⁷	1.0X10 ₆	<100	-

24	4.5×10^7	9.7×10^6	<100	-
25	2.1×10^6	2.1×10^5	<100	-
26	9.5×10^5	4.0×10^5	<100	-
27	2.2×10^5	4.5×10^4	<100	-
28	3.3×10^4	3.2×10^3	<100	-
29	4.7×10^4	7.9×10^3	<100	-
30	9.6×10^3	2.3×10^3	<100	-
31	6.4×10^5	7.4×10^4	<100	-
32	1.9×10^6	4.7×10^5	<100	-
33	1.7×10^5	5.5×10^4	<100	-
34	3.8×10^4	9.4×10^3	<100	-
35	4.3×10^5	8.8×10^4	<100	-
36	1.2×10^6	1.2×10^5	1.6×10^3	6.7×10^2
37	1.5×10^7	5.3×10^6	3.6×10^4	2.7×10^4
38	1.8×10^5	4.3×10^4	<100	-
39	6.0×10^4	7.0×10^3	<100	-
40	6.1×10^5	8.7×10^4	<100	-
41	2.8×10^6	5.2×10^5	2.1×10^3	1.2×10^3
42	1.0×10^5	6.6×10^4	<100	-
43	2.1×10^5	2.2×10^4	<100	-
44	5.7×10^5	9.3×10^4	<100	-
45	4.5×10^4	8.2×10^3	<100	-
46	1.6×10^6	6.6×10^5	4.8×10^2	3.2×10^2
47	2.5×10^5	7.6×10^4	2.3×10^2	2.3×10^2
48	2.1×10^5	5.8×10^4	7.9×10^1	1.4×10^2
49	3.7×10^6	2.7×10^5	1.2×10^5	1.1×10^4
50	2.0×10^6	6.2×10^5	9.3×10^3	2.0×10^3
51	2.6×10^6	1.9×10^5	<100	-

Denne rapport er et resultat af projektet: Koncept for Udpegning af Pesticid-følsomme 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 stoffkemi 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. Datarapporterne er nummereret 3–10.

