2005-10152

Koncept for Udpegning af Pesticidfølsomme Arealer, Rapport nr. 3

Senglacial marint sand inden for Yoldia fladen: Basisdata fra Vendsyssel

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Miljøministeriet

Danmarks JordbrugsForskning Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri





1

Redaktion: Heidi Christiansen Barlebo *Omslag*: Kristian Rasmussen *Oplag*: 100 *Udgivelsesår*: 2005

ISBN 87-7871-153-3

© Miljøministeriet

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, GEUS Øster Voldgade 10, DK-1350 København K Telefon: 38 14 20 00 Telefax: 38 14 20 50 E-post: geus@geus.dk Internet: www.geus.dk Koncept for Udpegning af Pesticidfølsomme Arealer, Rapport nr. 3

Senglacial marint sand inden for Yoldia fladen: Basisdata fra Vendsyssel



Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Miljøministeriet Danmarks JordbrugsForskning

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri

KUPA rapport nr. 3

Undersøgelse af Senglacial marint sand indenfor Yoldiafladen: Basisdata fra undersøgelser i Vendsyssel

Indhold

Fo	orord		7
1.	In	dledning	9
2.	U	dpegning af lokaliteter og definition af feltundersøgelser	10
	2.1 Fu	Ildt undersøgelsesprogram profiler	. 10
	2.2 M	arkvariationsundersøgelser	. 11
	2.3 Re	educeret undersøgelsesprogram profiler (profillinie)	. 12
	2.4 O	versigt over placering af undersøgelser	. 12
	2.5 PI	acering af fuldt undersøgelsesprogram profilerne indenfor	
	undersø	gelsesmarkerne	. 12
	2.5.1	Ulsted lokaliteten	. 14
	2.5.2	Hørby lokaliteten	. 15
	2.5.3	Ajstrup lokaliteten	. 17
3.	Re	esultater fra fuldt undersøgelsesprogram profiler på Yoldiafladen	20
	3.1 Pe	edologi	. 20
	3.1.1	Ulsted lokaliteten	. 21
	3.1.1.1	Jordbundsudvikling	. 23
	3.1.2	Hørby lokaliteten	. 24
	3.1.2.1	Jordbundsudviklingen	. 26
	3.1.3	Ajstrup lokaliteten	. 27
	3.1.3.1	Jordbundsudvikling	. 28
	3.1.4	Pedologiske karateristika, forskelle og ligheder på de tre Yoldia jorder	. 29
	3.2 Ge	eologi	. 29
	3.2.1	Ulsted lokaliteten	. 30
	3.2.2	Hørby lokaliteten	. 30
	3.2.3	Ajstrup lokaliteten	. 31
	3.2.4	Sammenligning af sedimentologien på de tre undersøgelsesmarker samt	
	tolkning	af aflejringsmiljø	. 33
	3.3 Ke	emiske og mineralogiske undersøgelser	. 35
	3.3.1	Ulsted lokaliteten	. 35
	3.3.2	Hørby lokaliteten	. 38
	3.3.3	Ajstrup lokaliteten	. 40
	3.3.4	Sammenligning af tysiske, kemiske og mineralogiske egenskaber	. 42
	3.4 Hy		. 42
	3.4.1	Udtagne prøver	. 42
	3.4.1.1	UISIEU IUKAIIIEIEII	. 4Z
	3/13	Aistrun lokaliteten	∠+ . ۱۵
	34.1.3	Ajsirup iokaliteteti	.43 ⊿2
	J.+.∠ 3 / 2	Taketuranalyse nå store kolonner	د ب . ۸۸
	5.4.5	1 ERSIGIAINALYSE PA SICIE RUIUTITET	. 44

	3.4.4 Vandretention	45
	Mættet hydraulisk ledningsevne	
	3.4.6 Umættet hydraulisk ledningsevne	
	3.4.7 Anvendelighed af hydrauliske data	
	3.5 Mikrobiologi	51
	3.5.1 Mikrobiel biomasse	51
	3.5.2 Mikrobiel aktivitet	
	3.5.3 Mikrobiel diversitet	53
	3.5.4 Sammenfatning	54
	3.6 Pesticid specifikke parametre	55
	3.6.1 Pesticides binding	
	3.6.2 Pesticiders mineralisering	
	3.6.3 DT50 bestemmelse	62
4.	Resultater af markvariationsundersøgelser	64
	4.1 Geofysik	64
	4.1.1 EM38	64
	4.1.1.1 Ulsted lokaliteten	65
	4.1.1.2 Sammenfatning af EM38-målingerne på Yoldiafladen	65
	4.1.2 Georadar	65
	4.2 Prøveudtagningssteder	70
	4.3 Teksturanalyser	71
	4.4 Hydraulik	74
	4.5 Mikrobiologi	77
	4.5.1 Analyser	77
	4.5.2 Variation	77
	4.5.3 Markvariation	
	4.5.4 Resultater af enkeltanalyser	
	4.5.5 Sammenfatning	
	4.6 Pesticidspecifikke parametre	
	4.6.1 Mineralisering	
	4.6.2 Sorption af pesticider	
	4.6.3 Sammenfatning	91
	C C	
5.	Resultater af profillinieundersøgelser	92
	5.1 Geofysik	92
	5.1.1 EM38	92
	5.1.2 Georadar	94
	5.2 Pedologi	97
	5.2.1 Jordbundsudvikling i profilliniepunkterne	
	5.3 Geologi	
	5.4 Kemiske og mineralogiske undersøgelser	111
	5.4.1 Lokaliteterne Vadsholt, Nygård, Vejgård og Ulstedlund	111
	5.4.1.1 Vadsholt lokaliteten	111
	5.4.1.2 Nygård lokaliteten	112
	5.4.1.3 Vejgård lokaliteten	
	5.4.1.4 Ulstedlund lokaliteten	

5	4.2 Sammenligning	ı af fysiske og kemiske egenskaber	117
5	5 Hydraulik		117
5	5.1 Volumenvægt		117
5	5.2 Vandretention		118
5	5.3 Mættet hydrauli	isk ledningsevne	120
5	5.4 Anvendelighed	af hydrauliske data	120
5	6 Mikrobiologi		121
5	7 Stofspecifikke parar	metre	122
5	7.1 Pesticidernes b	inding	123
5	7.2 Stoffernes mine	eralisering	125
Refe	rencer		127
Арр	endiks 1		128
Арр	endiks 2		129
Арр	endiks 3		132
Арр	endiks 4		137

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 konceptet 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 Senglacial marint sand indenfor landskabselementet, Yoldiafladen. Undersøgelserne er gennemført i Nordjylland.

Projektet er blevet fulgt af en styregruppe bestående af:

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

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

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

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

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

1. Indledning

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

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

I KUPA rapport nr. 2 (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 Senglacial marint sand indenfor Yoldiafladen.

Yoldiafladen består hovedsageligt af marint finsand, silt og ler aflejret i det senglaciale arktiske Yoldiahav, der dækkede store dele af Vendsyssel for ca. 15.000-13.000 år siden. Yoldiahavets havbund findes i dag som højtliggende flader i Vendsyssel som følge af landhævning, der opstod, da indlandsisens gletchere smeltede væk fra Danmark. Yoldiahavets havbund har ingen særegne landskabsformer bortset fra, at den danner store ensartede flader. Dog brydes fladerne ofte af V-formede dale, som er dannet på grund af sænkning af basis for vandløbserosion som følge af landhævningen.

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 (2002).

Rapporten indledes i kapitel (2) med en oversigt over udpegede lokaliteter på Yoldiafladen og en definition af de udførte typer feltundersøgelser. Resultaterne fra fuldt undersøgelsesprogram profil 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)

På Yoldiafladen er tre undersøgelsesmarker udvalgt, som er beliggende på senglacialt marint sand, og som endvidere opfylder de stillede krav indenfor KUPA projektet med hensyn til dybde til grundvandsspejl, bedriftstype mm. (beskrevet nærmere i KUPA rapport nr. 2 (2002)). Markerne benævnes Ulsted, Hørby og Ajstrup. I fig. 2.1 er deres placering indenfor Yoldiafladen angivet.

2.1 Fuldt undersøgelsesprogram profiler

På alle 3 undersøgelsesmarker er der indledningsvist foretaget geofysiske EM38-målinger. Efterfølgende er der på hver af de 3 undersøgelsesmarker placeret et *fuldt undersøgelsesprogram profil*, som generelt er sammensat af en udgravning og en boring ned til grundvandsspejlet, således at hele den umættede zone er dækket ind. Udgravningen er almindeligt op til 1,7 m dyb med to profilvægge, der er ca. 10 meter lange, og som står vinkelret på hinanden. På Yoldiafladen er afstanden ned til grundvandsspejlet dog for det meste lille, hvorfor grundvandsspejlet på to af markerne er påtruffet i udgravningen (Ulsted og Ajstrup i fig. 2.1). I Ajstrup blev grundvandsspejlet således påtruffet under udførelsen af udgravningen i en dybde af kun 0,9 m u.t. Som en konsekvens heraf udførtes en supplerende udgravning i et højereliggende niveau på undersøgelsesmarken, således at denne udgravning fik en så stor dybde, at geologien også kunne studeres. På Ajstrup og Hørby undersøgelsesmarker er der udført boringer nogle meter ned i den mættede zone for at få en mere fyldestgørende beskrivelse af geologien på lokaliteterne. Der er ikke udført nogen boring på Ulsted undersøgelsesmark, da denne lokalitet ikke var tilgængelig med tungt boregrej, da borekampagnen blev kørt.

Fra fuldt undersøgelsesprogram profilerne udtages som standard prøver i 5 dybder, der relaterer sig til forskellige jordhorisonter indenfor den umættede zone (se KUPA rapport nr. 2 (2002)). På grund af det højtliggende grundvandsspejl indenfor Yoldiafladen er der dog kun taget maksimalt 4 prøver i dybden på de tre undersøgelsesmarker. Prøverne anvendes til analyse af tekstur, hydrauliske, mikrobiologiske, pesticidspecifikke, mineralogiske og kemiske parametre efter metoder angivet i KUPA rapport nr. 2 (2002). På baggrund af fuldt undersøgelsesprogram profilerne er pedologien, geologien og geokemien beskrevet igennem den umættede zone.



Fuldt program profil



Figur 2.1. Undersøgelsesmarkernes beliggenhed i Vendsyssel med det Kvartære Jordartskort (1:200.000) som baggrund. Lokaliteterne er beliggende på ældre havaflejringer svarende til Yoldiafladen.

Markvariationsundersøgelser 2.2

På Ulstedmarken er der endvidere foretaget markvariabilitetsundersøgelser, hvilket indebærer, at der er lavet 51 små udgravninger hen over marken, hvori der i topjorden er foretaget målinger og udtaget prøver til bestemmelse af variationen på markskala indenfor pedologi, tekstur, hydraulik (luftpermeabilitet), stofspecifikke parametre (sorption og stofmineralisering) og mikrobiologi (bakteriel karakterisering). På Ulsted mark er der udover EM38målinger også udført geofysiske undersøgelser i form af georadarmålinger.

2.3 Reduceret undersøgelsesprogram profiler (profillinie)

I tilknytning til Ulsted mark er der udført en profillinie, som består af fire boringer, der i forlængelse af fuldt undersøgelsesprogram profilet på Ulsted mark, danner en linie gennem den del af Yoldiafladen, som ligger nord for Ulsted. I hver af de fire boringer, der indgår i profillinien, er tekstur samt nogle hydrauliske, kemiske, mikrobielle og stofspecifikke parametre blevet bestemt i 3-4 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 detaljeret end i fuldt undersøgelsesprogram, idet ikke så mange parametre bestemmes (se KUPA rapport 2 (2002)). Langs dele af profillinien er der endvidere lavet geofysiske undersøgelser i form af EM38- og georadarundersøgelser.

2.4 Oversigt over placering af undersøgelser

Fig. 2.2 viser placeringen af fuldt undersøgelsesprogram profil på Ulsted 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

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

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

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



Figur 2.2. Placering af fuldt undersøgelsesprogram profil på Ulsted mark, reduceret undersøgelsesprogram profiler (boringer der indgår i profillinien) samt udstrækning af områder, hvor der er lavet markvariabilitetsundersøgelser og EM38-målinger. Vist med henholdsvis 1 cm kort (1:100.000), Kvartær Jordartskort (1:25.000) og Jordklassificeringskort (1:200.000) som baggrund. På 1 cm kortet er profilernes KUPA lokalitetsnumre angivet, hvortil knytter sig følgende stednavne: 52: Ulsted; 53: Vadsholt (DGU arkiv nr. 27. 889); 54: Nygård (DGU arkiv nr. 27. 890); 55: Vejgård (DGU arkiv nr. 27. 891); 56: Ulstedlund (DGU arkiv nr. 27. 892).

2.5.1 Ulsted lokaliteten

Resultater fra EM38-undersøgelsen af Ulsted lokaliteten er vist på fig. 2.3 og 2.4. Ud fra disse er placeringen af udgravningen af fuldt undersøgelsesprogram profilet og markvariationsundersøgelserne bestemt (fig. 2.5).



Figur 2.3. Ulsted - resultater fra målinger med EM38 sensoren. Figuren viser målinger af jordens elektriske ledningsevne målt i millisiemens/meter. De største områder viste måleværdier på 1-10 mSm/m (lyse og lyserød). Måleværdier på 15 – 22,5 mSm/m fandtes kun få steder (rød). Højere værdier 22,5 – 100 mSm/m findes kun pletvis og er atypiske (mørkerøde).



Figur 2.4. Variogram af EM38-målingerne fra Ulsted lokaliteten. Punkterne er det eksperimentelle semivariance. Den røde linie er den bedst fittede eksponentielle model med følgende parametre (defineret i KUPA rapport nr. 2 (2002): Range = 260 m, sill = 9,3 og nugget= 2,3.



Figur 2.5. Ulsted lokaliteten. Undersøgelsesmarkens geografiske placering nord for Ulsted. Markens udstrækning er vist med rødt. Variationsundersøgelserne er udført indenfor den sorte firkant, og udgravningen af fuldt undersøgelsesprogram profilet er lavet ved det blå punkt. Kvadratnettets orientering følger verdenshjørnerne, og hvert kvadrat har sidelængden 1 kilometer.

2.5.2 Hørby lokaliteten

Resultater fra EM38-undersøgelsen af Hørby lokaliteten er vist på fig. 2.6 og 2.7. Ud fra disse er placeringen af udgravningen af fuldt undersøgelsesprogram profilet bestemt. Den er angivet i fig. 2.8.



Figur 2.6. Hørby – elektromagnetiske måleresultater fra EM38-sensoren. Måleresultaterne er til dels knyttet til topografien, idet lave måleværdier findes på højdedraget og højere værdier på de lavere liggende områder af marken. Variationen kan således foruden teksturelle forhold tilskrives et forhøjet vand- og humusindhold i de lave områder.



Figur 2.7. Variogram af EM38-målingerne fra Hørby lokaliteten. Punkterne er det eksperimentelle semivariance. Den røde linie er den bedst fittede spheriske model med følgende parametre (defineret i KUPA rapport nr. 2 (2002)): Range = 178 m, sill = 9,3 og nugget= 2,3.



Figur 2.8. Hørby lokaliteten. Undersøgelsesmarkens geografiske placering umiddelbart øst for Hørby. Udgravningen af fuldt undersøgelsesprogram profilet er foretaget ved det blå punkt.

2.5.3 Ajstrup lokaliteten

Resultater fra EM38-undersøgelsen af Ajstrup lokaliteten er vist på fig. 2.9 og 2.10. Ud fra disse er placeringen af udgravningen af fuldt undersøgelsesprogram profilet bestemt. Den er angivet i fig. 2.11.



Figur 2.9. Ajstrup – måleresultater fra den elektromagnetiske sensor EM38. Måleresultaterne viser variationer i jordens elektriske ledningsevne. Variationen kan for 90% vedkommende forklares ved ændringer i jordens tekstur (Nehmdahl 2000). I Ajstrup er måleværdierne tildels sammenfaldende med topografien, hvilket kan forklares ved øget vand- og humusindhold i lavningerne.

Linien uden data på tværs af marken skyldtes en nedgravet højspændingsledning. Måleresultaterne bliver ekstreme og er fjernet fra datasættet. Måleværdier i milisiemens per meter.



Figur 2.10. Variogram af EM38-målingerne fra Ajstrup lokaliteten. Punkterne er det eksperimentelle semivariance. Den røde linie er den bedst fittede spheriske model med følgende parametre (def. i KUPA rapport nr. 2 (2002)): Range = 280 m, sill = 6,9 og nugget = 0,9.



Figur 2.11. Ajstrup lokaliteten. Undersøgelsesmarkens geografiske placering nord for Ajstrup. Med rødt ses markens udstrækning. Det blå punkt viser udgravning af fuldt undersøgelsesprogram profilet.

3. Resultater fra fuldt undersøgelsesprogram profiler på Yoldiafladen

I dette kapitel vises undersøgelsesresultaterne for den repræsentative jordprofil på hver af de tre marker, udpeget på landskabselementet Yoldiafladen. Undersøgelserne gennemføres dels i en V-formet udgravning til 1-2 meters dybde, dels i boringer, jf. KUPA rapport nr. 2 (2002). Profilundersøgelserne omfatter pedologisk beskrivelse af de øvre jordlag og geologisk beskrivelse indtil 6 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 (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).

Kornstørrelsesfraktioner	Kornstørrelsesbetegnelse				
mm	Pedologi		G	eologi	
> 6,3	Grus/ste	en	Grus, ste	n, blokke	
2 - 6,3	I		Grus	fint	
1 - 2		groft		groft	
0,5 - 1		groft		groft	
0,2 - 0,5	Sand	groft mellem	Sand	mellem	
0,125 - 0,2		fint mellem		fint	
0,063 - 0,125	I	fint		fint	
0,020 - 0,063	Silt	groft	Silt	groft	
0,002 - 0,020	Ī	fint]	fint-mellem	
< 0,002	Ler		Ler		

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

3.1.1 Ulsted lokaliteten

Jordbundsprofilet på Ulsted lokaliteten er udviklet i ensartet sandet udgangsmateriale af senglacial marin oprindelse. Profilet er gravet på en meget veldrænet del af Yoldiafladen (fig. 3.1).

Profilet klassificeres som en Pseudogleybrunpodsol i det danske system (Madsen, 1985) pga. en Bvs-horisont og diagnostisk pseudogley i B-horisonterne. Profilet klassificeres som en Humic Psammentic Dystrudept i det amerikanske system (Soil Taxonomy, 1999), pga. en umbric epipedon og en lav basemætning sammen med det sandede udgangsmateriale (tabel 3.1).



Figur 3.1. Profilvæg i udgravningen ved Ulsted. Øverst det humusholdige pløjelag Ap, herunder den rødbrune Bs-horisont. De mørke humusholdige pletter i B-horisonten er spor efter grubning og muldvarpegange. Se endvidere profilbeskrivelsen, tabel 3.2. **Tabel 3.2.** Lokalitetsbeskrivelse, klassifikation og pedologisk horisontbeskrivelse for lokalitetsnr. 52 ved Ulsted (DJF profil nr. 3129).

Dansk jordklassi-	Pseudogley brunpod-	USDA jordklassifi-	Humic psammentic	
fikation	zol	kation	Dystrudept	
Udgangsmateriale	Senglacial marint sand	Profil dybde	180 cm	
UTM	32 0577613 6328431	Dræningsklasse	Meget veldrænet	
Landskabsform	Yoldiaflade	Grundvandsdybde	170 cm	
Kort blad	1317 II SØ	Vegetation	Stub/ubevokset	
Kote	10 m	Max. rod dybde	90 cm	
Topografi	Flade	Beskriver	Søren Torp og Ole Holst Nielsen	
Hældning	1-2 gr.	Dato	6. 11. 2000	
Bemærkninger	Bvs + Bvsm: Tegn på grubni	ng, desuden muldvarpe gang	je.	
	Bs- og C-horisonten: Vandr skrålejringen.	et lamination, skrålejringer,	hårtynde humuslag følger	
	Bs-horisonten: Enkelte muldvarpegange og spor efter gamle rødder.			

Profilbeskrivelse, Ulsted



Ap (0 - 32 cm) mørk brun (10YR 3/3 fugtig) mellemsand; 1-7% humus; svag medium subangulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; jordbrugskalket overvejende som klumper; <5%, sten med en diameter på 2,0-7,5 cm af overvejende afrundet form; få fine rødder; 1-10 porer pr. dm² som orme- og rodgange; horisont grænsen er abrupt og jævn.

Bvs + Bvsm (32 – 45 cm) mørk gullig brun (10YR 3/4 fugtig) mellemsand; der er horisont indblanding af farven mørk brun (7,5YR 3/4 fugtig); humusfattig; meget svag medium subangulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; der er <5%, diameter 2,0-7,5 cm store sten sten af overvejende afrundet form; blandede med kalk; 15-40%, diameter >1 cm, bløde + hårde, afrundede, noduler der består af røde Fe-oxider & - hydroxider; 1-10 cm tyk stærkt diskontinuert, <50%, stærkt cementeret al-lag; få fine rødder; 1-10 porer pr. dm² som orme- og rodgange; horisont grænsen er klar og bølget.

Bs (45 – 90 cm) brunlig gul (10YR 6/6 fugtig) mellemsand; >20% pletter af farven gullig rød (5YR 5/8 fugtig); pletterne er >15 mm, brogede med en <2 mm grænse og tydelig kontrast; desuden findes pletter med farven lys gullig brun (2,5Y 6/4 fugtig); humusfattig; meget svag medium subangulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; meget få fine rødder; horisont grænsen er diffus og jævn.

C (90 - >180 cm) lys oliven brun (2,5Y 5/4 fugtig) siltet mellemsand; 2-20%, pletter af farven gullig rød (5YR 4/6 fugtig); pletterne er >15 mm, brogede med en <2 mm grænse og tydelig kontrast; desuden findes pletter med farven lys oliven brun (2,5Y 5/4 fugtig); humusfattig; meget svag medium subangulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens.

3.1.1.1 Jordbundsudvikling

Jordbundsudviklingen i dette velsorterede senglaciale sand er eller har været domineret af tre processer: Podsolering, pseudogley og landbrugsdrift. Podsoleringen, som afspejler sig ved Bs-horisonten under pløjelaget, er dog med den nuværende arealudnyttelse ophørt (se tabel 3.2). Hvorvidt en egentlig podsoljord og ikke kun en brunpodsol har været tilstede er ikke muligt at fastslå, da ingen analyseresultater findes for Bvs-horisonten (fig. 3.2). Men tilstedeværelsen af den cementerede Bsvm-horisont og det høje forhold mellem (Fe_{oxa-lat}+Al_{oxalat}) og (Fe_{DCB}+Al_{DCB}) indikerer en podsoljord. Dog tyder de lave værdier for optisk densitet målt i et oxalat ekstrak (ODOE) i Bs-horisonten på, at podsolering i så fald ikke har været fremskreden og dybtgående. (ODOE, bruges som et indirekte mål for mængden af udfældet organisk stof fra podsoleringsprocessen). Men det viser entydigt, at den naturlige tilstand for denne jordbund er en podsol.



Figur 3.2. Profilskitse af jordbundshorisonter fra jorden i Ulsted. Prøvetagningssteder er indtegnet (kvadrater). Signaturforklaring på geologi og pedologi findes i appendiks 1.

Jordbundsstrukturen og profilets morfologi viser ingen tegn på vertikal præferencestrømning. Dette ses ved, at porerne i B-horisonterne, der findes som orme- og rodgange, ikke er forbundne af kontinuerte vandstandsende lag, hvor vand kan stuve op og føde makroporerne gennem horisontal vandbevægelse. Temporær vandstuvning har alligevel skabt farvemarmoreringer fra 45 til mindst 180 cm dybde. Det er ikke undersøgt, om denne pseudogley proces er aktiv i dag, eller om det er et relikt fra enten et tidligere mere vådt klima eller fra før dræningen af landskabet.

3.1.2 Hørby lokaliteten

Jordbundsprofilet på Hørby lokaliteten er udviklet i sandet udgangsmateriale, hvor der øverst findes tre lag af hhv. lerholdigt siltet sand over sand og siltet sand. Profilet er gravet på en meget veldrænet del af den senglaciale marine Yoldiaflade (fig. 3.3).



Figur 3.3. Profilvæg i udgravningen ved Hørby.

Profilet klassificeres som en brunpodsol i det danske system pga. tilstedeværelsen af en diagnostisk Bvs-horisont (tabel 3.3). Profilet klassificeres som en Humic Dystrudept i det amerikanske system (Soil Taxonomy 1999), pga. en Umbric epipedon og lav basemætning (tabel 3.3). Den cambiske horisont i Bs bruges således ikke i klassifikationen.

Tabel	3.3	. Lokalitet	sbeskri	ivelse,	klassifika	ation og	pedologi	sk horis	sontbeski	rivelse	for I	lokali-
tetsnr.	57	ved Hørby	/ (DJF	profil n	r. 3130 o	g DGU	arkivnr. 1	1.1225)			

• •			
Dansk jordklassi-	Brunpodzol	USDA jordklassifi-	Humic Dystrudept
fikation		kation	
Udgangsmateriale	Senglacial marint sand	Profil dybde	170 cm
UTM	32 0584099 6354270	Dræningsklasse	Meget veldrænet
Landskabsform	Yoldiaflade	Grundvandsdybde	>170 cm
Kort blad	1317 I SV	Vegetation	Brak
Kote	28 m	Max. rod dybde	85 cm
Topografi	flade	Beskriver	Søren Torp
Hældning	2-4 gr.	Dato	18. 12. 2000
Bemærkninger	Fra ca. 50 cm til II C ses lamination. I bunden af II C ses kaotisk lamination. Hori- sonten fin lamineret. Der ses muldvarpe gange i 50-60 cm's dybde.		

Profilbeskrivelse, Hørby



Ap (0-30 cm) meget mørk grålig brun (10YR 3/2 fugtig) siltet mellemsand; 1-7% humus; meget svag medium subangulær struktur; fugtig ikke klæbrig konsistens; der er <5 vol %, 2,0-7,5 cm sten der er uforvitrede og som lithologisk er blandede uden kalk; ingen noduler eller konkretioner; meget få fine rødder; 1-10 porer pr. dm² som orme- og rodgange; horisontgrænsen er abrupt og jævn.

Bvs (30-65 cm) mørk gullig brun (10YR 4/6 fugtig) siltet mellemsand; humusfattig; meget svag medium subangulær struktur; fugtig ikke klæbrig konsistens; der er <5 vol %, 2,0-7,5 cm sten der er uforvitrede og som lithologisk er blandede uden kalk; ingen noduler eller konkretioner; meget få fine rødder; 1-10 porer pr. dm² som ormeog rodgange; horisontgrænsen er diffus og jævn.

Bv2 (65-85 cm) oliven brun (2,5Y 4/4 fugtig) siltet mellemsand; 2-20 % pletter af farven brun (10YR 4/3 fugtig), pletterne er 5-15 mm store, vandret stribede med en klar, <2 mm grænse og tydelig kontrast; humusfattig; strukturløs; fugtig ikke klæbrig konsistens; der er <5 vol %, 2,0 - 7,5 cm sten, der er uforvitrede og uden kalk; <5 vol %, diameter <1 cm, bløde + hårde, afrundede, noduler, der består af sorte Fe- og Mn-oxider & -hydroxider; meget få fine rødder; horisontgrænsen er klar og bølget.

II C (85-150 cm) lys brunlig grå (2,5Y 6/2 fugtig) siltet mellemsand til lerholdigt siltet sand; <2 % pletter af farven stærk brun (7,5YR 5/8 fugtig), pletterne er 5-15 mm store, brogede med en <2 mm grænse og tydelig kontrast; humusfattig; svag medium subangulær struktur; fugtig ikke klæbrig konsistens; <5 vol %, diameter <1 cm, bløde, blandede, noduler, der består af røde Fe-oxider & -hydroxider; ingen rødder; horisontgrænsen er klar og jævn.

Sandbånd (150-168 cm) lys gullig brun (2,5Y 6/4 fugtig) sand; gleypletter på grålig eller blålig bund; humusfattig; horisontgrænsen er klar og jævn.

IV C (168-180 cm) lys brunlig grå (2,5Y 6/2 fugtig) siltet mellemsand; <2 % pletter af farven stærk brun (7,5YR 5/8 fugtig), pletterne er 5-15 mm store, brogede med en <2 mm grænse og tydelig kontrast; gleypletter på grålig eller blålig bund; humusfattig.

3.1.2.1 Jordbundsudviklingen

Jordbundsprofilet ved Hørby tilsvarer Ulsted profilet i de store træk, og en mere udførlig beskrivelse kan ses her (kapitel 3.1.1). Den naturlige tilstand af jordbunden ved Hørby, er givetvis også en podsol, landbrugsdriften har ændret især de kemiske og morfologiske træk i de øverste horisonter, og endelig ses pseudogley fra 65 cm (tabel 3.3). Hørby profilet adskiller sig især på to punkter fra Ulsted profilet, pseudogley-præget er mindre udpræget, og en Bvsm (plasisk horisont) er ikke udviklet. Dette tyder på en højere permeabilitet for regnvand igennem den øverste $\frac{1}{2}$ - 1 meter, men dette opvejes givetvis af det laminerede, mere siltede udgangsmateriale i A-, IIC- og IVC-horisonterne (tabel 3.7 og fig. 3.4).



Figur 3.4. Optegnelse af profilvæg med pedologiske og geologiske forhold fra profilvæg i Hørby. Pedologien er vist med farver og geologien med sort. Prøvetagningssteder er indtegnet (kvadrater). En udførlig signaturforklaring på pedologi og geologi findes i appendiks 1.

Det mere siltede udgangsmateriale i profilet, beskrevet ved C-horisonten, betyder givetvis et større forvitringspotentiale med deraf større indhold af plantenæringsstof og mere plantetilgængeligt vand, mens den større overflade som siltpartiklerne har, ikke forventes at betyde noget for tilbageholdelsen af næringsstoffer og miljøfremmede stoffer.

Den geologiske og pedologiske variation over en 9 meter lang profilvæg kan ses på fig. 3.4. Jordbundsudviklingen går til en dybde af ca. 60 - 80 cm. Områder med jernudfældninger er også markeret.

3.1.3 Ajstrup lokaliteten

Jordbundsprofilet på Ajstrup lokaliteten er udviklet i ensartet sandet udgangsmateriale. Profilet er gravet på en dårlig drænet del af den senglaciale marine Yoldiaflade (fig. 3.5).



Figur 3.5. Profilvæg i udgravningen ved Ajstrup. Øverst det humusholdige mørke pløjelag Ap, herunder den rødbrune Bvs-horisont og nederst C-horisonten.

Profilet klassificeres som en Gleybrunpodzol i det danske system pga. tilstedeværelsen af en Bvs-horisont og diagnostisk gley fra 50 cm. Profilet klassificeres i det amerikanske system tilsvarende Ulsted profilet som en Humic Psammentic Dystrudept, pga. en Umbric epipedon og lav basemætning sammen med det sandede udgangsmateriale (tabel 3.4). **Tabel 3.4.** Lokalitetsbeskrivelse, klassifikation og pedologisk horisontbeskrivelse for lokalitetsnr. 58 ved Ajstrup (DJF profil nr. 3131 og DGU arkivnr. 16.957)

Dansk jordklassi-	Gleybrunpodsol	USDA jordklassifi-	Humic Psammentic
fikation		kation	Dystrudept
Udgangsmateriale	Senglacial marint sand	Profil dybde	90 cm
UTM	32 0559842 6338156	Dræningsklasse	Dårlig drænet
Landskabsform	Yoldiaflade	Grundvandsdybde	95 cm
Kort blad	1317 III NV	Vegetation	Høstet afgrøde
Kote	13 m	Max. rod dybde	80 cm
Topografi	Flade	Beskriver	Søren Torp
Hældning	2-4 gr.	Dato	19. 12. 2000
Bemærkninger	Bh: Horisonten har spor efter sandkiler 10-15 cm lange. D ca. 16-20 pr. cm ² i 60 cm dyl	er nedskylsepisoder, der ses vesuden findes lodretgående ode. Indblanding af Ap2/Bh i	som 1-2 cm tykke lagdelte rodgange 1-1½ mm tykke, Bvs-horisonten.

Profilbeskrivelse, Ajstrup



Ap (0-30 cm) sort (10YR 2/1 fugtig) mellemsand; 1-7 % humus; svag medium subangulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; der er <5 vol %, 2,0-7,5 cm store sten af overvejende afrundet form, som lithologisk er blandede typer uden kalk; hyppige fine rødder; 1-10 porer pr. dm² som orme- og rodgange; horisontgrænsen er klar og jævn.

Ap2/Bh (30-50 cm) sort (7,5YR 2,5/1 fugtig) mellemsand; der er horisontindblanding af farven meget mørk brun (7,5YR 2,5/3 fugtig); <2 % pletter af farven gullig brun (10YR 5/4 fugtig); pletterne er 5-15 mm store, vandret stribede med en diffus, >2 mm grænse og svag kontrast; 1-7 % humus; meget svag medium subangulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; der er <5 vol %, 2,0-7,5 cm store sten af overvejende afrundet form, som lithologisk er blandede typer uden kalk; få fine rødder; horisontgrænsen er klar og bølget.

Bvs (30-50 cm) mørk gullig brun (10YR 3/4 fugtig) mellemsand; humusfattig; fugtig svagt klæbrig konsistens; der er <5 vol %, 2,0-7,5 cm store sten af overvejende afrundet form, som lithologisk er blandede typer uden kalk; <5 vol %, diameter <1 cm, bløde, afrundede, noduler, der består af røde Fe-oxider & -hydroxider; meget få fine rødder.

Cg (50-90 cm) lys gullig brun (2,5Y 6/3 fugtig) mellemsand; <2 % pletter af farven stærk brun (7,5YR 5/6 fugtig); pletterne er >15 mm, lodret stribede med en diffus, >2 mm grænse og tydelig kontrast; humusfattig; der er <5 vol %, 2,0-7,5 cm sten af overvejende afrundet form, som lithologisk er blandede typer uden kalk.

3.1.3.1 Jordbundsudvikling

Dette velsorterede senglaciale sand er domineret af tre processer: podsolering, gley og landbrugsdrift. En egentlig podsol jordbund og ikke kun en brunpodsol har givetvis været tilstede før opdyrkningen, for resterne af Bh-horisonten i Ap2/Bh-horisonten er givetvis fra en humuspodsol (tabel 3.4). Dette støttes af det høje forhold mellem (Fe_{oxalat}+Al_{oxalat}) og (Fe_{DCB}+Al_{DCB}) (tabel 3.8). Her ses også, at Fe er flyttet (lateralt) væk fra de nedre horison-

ter af profilet som tegn på egentlig grundvandsgleying. Den høje ODOE-værdi i Cghorisonten tyder ligeledes på, at der er udviklet en podzol under og umiddelbart over grundvandsspejlet. Vandstuvning har også skabt de blege farver i Cg-horisonten ved reduktion af Fe- og Mn-mineraler (fig. 3.7.). Processen er også aktiv i dag, som det ses på den høje grundvandsstand.



Figur 3.6. Optegnelse af profilvæg med pedologiske horisonter i Ajstrup. Prøvetagningssteder er indtegnet (kvadrater). En udførlig signaturforklaring på pedologi og geologi findes i appendiks 1.

3.1.4 Pedologiske karateristika, forskelle og ligheder på de tre Yoldia jorder

For alle tre jorder gælder, at jordbundsudviklingen har været domineret af tre processer: Podsolering, landbrugsdrift og gley/pseudogley. Landbrugsdriften har til dels udvisket den naturlige jordbundsudvikling, der er en podsol. Dette bekræftes af analyseresultaterne ved det høje forhold mellem Fe og AI. Udviklingsgraden for podsoleringen har i Ulsted og Hørby været moderat, mens den i Ajstrup har været mere fremskreden.

Med hensyn til jordens vandpåvirkning adskiller Ajstrup sig også ved at være egentligt grundvandspåvirket med gleyudvikling. I Ulsted og Hørby har temporær vandstuvning i våde perioder skabt en farvemarmorering i underjorden (pseudogley).

Kornstørrelsessammensætningen er domineret af sand og kun i boringen ved Hørby forekommer der indslag af mere lerholdige sedimenter, som bl.a. ses for prøven fra 1-1,5 meter. Denne prøve er udtaget i den nedre del af et sandlag, der følges af ler.

3.2 Geologi

Henrik Vosgerau (GEUS) og Vibeke Ernstsen (GEUS)

Beskrivelsen af geologien i udgravningerne fokuserer på lithologien og de primære sedimentære strukturer, der anvendes til at inddele sedimenterne i sedimentære facies. Ved sedimentære facies forstås en inddeling af sedimenter i særegne enheder karakteriseret ved blandt andet deres kornstørrelsesfordeling, sorteringsgrad og sedimentære strukturer, 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-horisonten, da jordbundsudvikling har udvisket strukturerne i den øvre del af udgravningerne. For Hørby og Ajstrup undersøgelsesmarker 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 Ulsted lokaliteten

I udgravningen kan primære sedimentære strukturer erkendes i Bs- og C-horisonterne (se fig. 3.2). Sedimenterne domineres af svagt siltet, finkornet sand, der er vandret lamineret (facies Sv) eller småribbet (facies Sr). Enkelte steder i udgravningen er der endvidere konstateret trugskrålejret, fint til mellemkornet sand (facies St). I det vandret laminerede sand har marine organismer stedvis lavet vertikale gravegange. Sedimenterne i udgravningen er kalkfrie. Der er ikke gennemført nogen boring på denne lokalitet grundet dårlige tilkørselsforhold på undersøgelsestidspunktet. For en nærmere beskrivelse af de geologiske forhold henvises til beskrivelsen af boringer foretaget i området i tilknytning til profillinieundersøgelsen (kapitel 5).

3.2.2 Hørby lokaliteten

I C-horisonten ses strukturløs, fint til mellemkornet sand (facies Sh), der enkelte steder indeholder gruspartikler; lag af siltet, finkornet sand, der enkelte steder overlejrer tynde lag af stærkt sandet silt, og hvor den oprindelige vandrette lamination (facies Sv) næsten er udvisket p.g.a. kraftig bioturbation; finkornet sand, der er vandret lamineret (facies Sv) og stedvis bioturberet; fint til mellemkornet sand, der er planar skrålejret (facies Sp). Flere steder i profilvæggene ses vandundvigelsesstrukturer, der er markeret ved, at de ovennævnte sedimenter er forstyrrede, og lagene er brudt op (se fig. 3.4). Sedimenterne i udgravningen er kalkfrie. Geologien i boringen ved Hørby er beskrevet i fig. 3.7. Under muldlaget forekommer et tyndt lerlag, der følges af stærkt siltet finsand ned til 1,7 meter under terræn, hvor siltet eller ret fed ler forekommer kun afbrudt af et tyndt sandlag. Sedimenterne ne fremstår kalkfrie og iltede ned til 3.5 meter under terræn, hvorefter kalkholdige og gråfarvede sedimeter optræder.



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

me	ter	u.t.	
0	-	0,5	mangler
0,5	-	4,5	marin - senglacial
4,5	-	4,7	mangler
4.7	-	6	marin - senglacial

Figur 3.7. Geologiske forhold ved Hørby, lokalitetsnr. 57 (DGU arkivnr. 11.1225)

3.2.3 Ajstrup lokaliteten

Geologien er beskrevet i en lille udgravning på undersøgelsesmarken, ca. 50 m syd for fuldt undersøgelsesprogram profilet. Her var dybden til grundvandsspejlet og dermed dybden af udgravningen stor nok til, at geologien kunne ses i C-horisonten. C-horisonten består i udgravningen af fint sand med en utydelig vandret lamination (facies Sv), der brydes af mange vertikale gravegange lavet af marine organismer (se fig. 3.8.). Den overliggende Bvs-horisont består ligeledes af finkornet sand, hvori ses enkelte hærdnede, siltede sand-laminæ. Sedimenterne i udgravningen er kalkfrie.



Figur 3.8. Optegnelse af profilvæg i lille udgravning på Ajstrup undersøgelsesmark, ca. 50 m syd for fuldt undersøgelsesprogram profilet. Signaturforklaring for geologi (streger) og pedologiske horisonter (farver) ses i appendiks 1.

Geologien i boringen ved Ajstrup er beskrevet i fig. 3.9. Boringen til 6 m u.t. viser, at det er siltet finkornet sand, der er gennemboret. Sedimenterne fremstår med en gulbrun farve og er i de undersøgte dybder kalkfrie. På boretidspunktet (20.marts 2002) stod grundvandsspejlet i 1,98 meter under terræn.

Danmarks og Grønlands Ge	eologiske Undersøgelse		Udsl	krevet 19/9 2002 Side 7
GEUS	BORER	APPORT	DGU ar	kivnr : 16. 957
Borested : Bredholtvej, Ajstrup KUPA, Bor. 58, Ajstrup			Kommune : Aalbo Amt : Nordj	org ylland
Boringsdato : 20/3 2002	Boringsdybde : 6 m	eter	Terrænkote : 12.9	4 meter o. DNN
Brøndborer : Carl Bro A/S MOB-nr : BB-journr : BB-bornr : Ajstrup			Prøver - modtaget : 29/ - beskrevet : 7/6 - antal gemt : 0	4 2002 antal : 7 2002 af : AGR
Formål : Undersøg./videnskab Anvendelse : Sløjfet/opgivet bor Boremetode : Snegleboring	Kortblad : 1317III UTM-zone : 32 UTM-koord. : 55979	NV 1, 6338097	Datum Koordinatkilde Koordinatmetode	: ED50 : GEUS : KMS digitale kort
Ro-vandsta Indtag 1 (seneste) 1.98 meter u	nd Pejledato .t. 20/3 2002	Ydelse	Sænkning	Pumpetid
6	neter u.t. 0 MULD, siltet, sandet, mørk gr 0.2 SAND, mest fint, siltet, gulbru 2 SAND, mest fint, siltet, gulbru 3 SAND, mest fint, siltet, gulbru 5 SAND, mest fint, siltet, gulbru lidt mellemkornet sand.	åbrun, kalkfri. (muld) run, kalkfri. (senglaci n, kalkfri. (senglacial n, kalkfri. (senglacial n, kalkfri. (senglacial n, kalkfri. (senglacial n, kalkfri. (senglacial	. Prøve udtaget ved .2 m. al saltvandssand). Prøve ud saltvandssand). Prøve ud saltvandssand). Prøve udt saltvandssand). Prøve udt saltvandssand). Prøve udt saltvandssand). Prøve udt	Klimastratigrafi Dannelsesmijø dtaget ved 1 m. aget ved 2 m. aget ved 3 m. aget ved 4 m. aget ved 5 m. aget ved 6 m. Note:

ejringsmiljø - Alder (klima-, krono-, litho-, bios

meter u.t.

0 - 0.2 terrigen - postglacial 0.2 - 7 marin - senglacial



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.

	Ulsted	Hørby	Ajstrup
	(Totale areal: 1 m ²)	(Totale areal: 12 m ²)	(Totale areal: 1.5 m ²)
Sp: planar krydslejret sand		6%	
St: trug krydslejret sand			
Sv: vandret lamineret sand	40% *	44% *	100%
Sr: krydslamineret sand	42%		
Sh: homogen sand		48% *	
S: Sand hvori primære strukturer ikke kan erken-	18% *		
des p.g.a. jordbundsudvikling eller lignende			
Fv: vandret lamineret ler og silt		2% *	

*Facies hvorfra der er udtaget prøver til analyser

Sedimentologien i udgravningerne er meget ensartet idet den på alle tre lokaliteter domineres af finkornet sand. Det finkornede sand er vandret lamineret, krydslamineret og stedvis bioturberet. I udgravningerne ved Ulsted og Hørby forekommer der også indslag af fint til mellemkornet sand, der er strukturløs, trug eller planar krydslejret. I udgravningen ved Hørby ses endvidere flere steder vandundvigelsesstrukturer, hvilket ikke er tilfældet i udgravningerne på de to andre lokaliteter. Boringen ved Ajstrup mark viser, at der på denne lokalitet forekommer siltet, finkornet sand ned til en dybde af mindst 6 m u.t. I den 6 meter dybe boring ved Hørby mark mark er sedimenterne, med undtagelse af sandlaget fra 0.5 til 1.7 meter domineret af ler, der stedvis er horisontalt lagdelt eller indeholder slirer af silt.

Den fine kornstørrelse, der dominerer sedimenterne på alle tre lokaliteter, samt tilstedeværelsen af sedimentære strukturer i form af horisontal lamination og småribber, vidner om et roligt aflejringsmiljø, hvor sedimenterne er blevet aflejret fra suspension og svage bundstrømme. Tilstedeværelsen af gravegange, der ikke knytter sig til de overliggende jordbundshorisonter, er et vidensbyrd om det marine aflejringsmiljø, sedimenterne blev aflejret i. Det trug- og planar skrålejret sand, der ses i udgravningerne på undersøgelsesmarkerne ved Ulsted og Hørby, tolkes til at være dannet af migrerende banker i et kystnært miljø. Det strukturløse, fint til mellemkornede sand, der ses i udgravningen ved Hørby, kan være dannet ved hurtig aflejring fra suspensions- eller bundstrømme i tilknytning til stormhændelser. Hvis de pludselige aflejringer er sket hen over vandmættede bundsedimenter, kan bundsedimenterne være blevet flydende, og en ny pakning af sedimentkornene kan være sket under udpresning af vand, hvorved de primære sedimentære strukturer er blevet brudt. Herved kan de vandafvigelsesstrukturerer, der ligeledes ses i udgravningen ved Hørby, være dannet.

3.3 Kemiske og mineralogiske undersøgelser

Vibeke Ernstsen (GEUS) og Søren Torp (DJF)

Mekaniske, 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 bestemt ved ekstraktion med natriumdithionit-natriumcitrat-natriumbicarbonat (Fe_{DCB} og Al_{DCB}) og oxalatekstraktion (Fe_{oxalat} og Al_{oxalat}), optical density of oxalate extract (ODOE), ombyttelige kationer og sure brint-ioner, CEC, indhold af calciumcarbonat, mineralogisk sammensætning og overfladeareal. Samtlige analyser er udført som enkeltbestemmelser. For en mere indgående beskrivelse af de anvendte analysemetoder henvises der til KUPA rapport nr. 2, Metoderapport (Barlebo et al. 2002). Prøverne, der præsenteres i dette afsnit, er analyseret efter et fuldt analyseprogram (se kapitel 2) og omfatter derfor maksimalt 5 prøver pr. lokalitet. En høj grundvandsstand vanskeligjorde imidlertid prøvetagningen, hvorfor der for hver af de følgende lokaliteter kun er udtaget og analyseret 3-4 prøver.

3.3.1 Ulsted lokaliteten

Analyseresultaterne fra fuldt undersøgelsesprogram profilet ved Ulsted fremgår af tabel 3.6.
				Kornstø	% af total	prøve					
KUPA	Navn	Dybde	<2	2-20	20-63	63-125	125-	200-	0.5-2	2-6,3	>6,3
nr.							200	500			
		cm			μι	n				mm	
1-1-1-	٨n	5.05	0.7	4.0	5.0		07.4		0.7	4.0	
103	Ар	5-25	3,7	4,3	5,3	34,9	27,1	20,0	2,7	1,2	2,6
1-1-2-	De	40.00		4.0				05.0			
104	DS	40-60	1,5	1,0	1,5	35,8	34,5	25,3	0,2	0,1	0,0
1-1-3-	C	05 115	2.1	0.0	2.6	62.0	27.2	2.0	0.2	0.0	0.0
105	U	95-115	۲,۱	0,9	2,0	03,9	27,2	2,9	0,2	0,0	0,0

Tabel 3.6. Analyseresultater for lokalitetsnr. 52 ved Ulsted (DJF profil nr. 3129)

KUPA	JB-nr	Org. C	pН	pН	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	AI _{DCB}	ODOE
nr.			(H ₂ O)	$(CaCl_2)$					
		%	1:1	1:2,5		mg k	(g ⁻¹	1	
1-1-1- 103	2	1,19	7,05	6,44	1718	1037	2246	952	0,403
1-1-2- 104	2	0,13	6,28	5,18	1034	1076	1700	944	0,053
1-1-3- 105	2	0.08	5,79	4,81	620	660	1332	710	0,033

KUPA			Om	byttelige k	ationer			Base-	
nr.				cmol kg ⁻	1			mætning	$CaCO_3$
	Ca	Mg	K	Na	Baser	H⁺	CEC		
					total		total	%	%
1-1-1- 103	4,3	0,2	0,2	0,0	4,8	5,0	9,9	49	0
1-1-2- 104	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	2,8	3,2	13	0
1-1-3- 105	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	2,4	2,8	14	0

KUPA	Mineralogisk sammensætning	Farve	Overfladeareal
Nr.			m² g '
1-1-1-	Domineret af kvarts, mindre mængder K- og Na-Ca-feltspat,	• •	
103	Fe- og Al-oxider, spor af glimmer og amfibol	grabrun	0,6
1-1-2-	Domineret af kvarts, mindre mængder Na-Ca-feltspat, Fe-		0.4
104	og Al-oxider, spor af K-feltspat, og glimmer	gui	0,4
1-1-3- 105	Domineret af kvarts, mindre mængder K- og Na-Ca-feltspat, Fe-Al-oxider, spor af glimmer og amfibol	meget svag brun	0,6

Analyser af kornstørrelsesfordeligen viser generelt lave lerprocenter, varierende mellem 1,5 og 3,7% i de analyserede prøver. Den højeste værdi findes øverst i Ap-horisonten. Den

dominerende kornstørrelsesfraktion er mellemsand ($125 - 500 \mu m$) med 47 - 57% for de øverste to horisonter og med et skift til 63% finsand ($63 - 125 \mu m$) som den dominerende fraktion i C-horisonten (se profilbeskrivelsen, tabel 3.2). Det lave indhold af fine partikler bevirker, at jordtypen henhører til JB2-klassen. Under Ap-horisonten, der indeholder 1,19% C, aftager indholdet markant i de underliggende horisonter (0,08 til 0,13%).

Landbrugsdriften influerer kraftigt på stedets kemiske egenskaber ved bl.a. jordens surhed. Nuværende høje pH-værdi som ses at aftage fra A-horisontens 6,44 målt i CaCl₂ og dybere ned i C-horisonten (4,81) skyldes tilførsel af jordbrugskalk. Den naturlige forsuring og kalkudvaskning er så fremskreden, at det kalk, som må antages oprindeligt at have været tilstede, ikke længere ses i profilet, der fremstår fri for CaCO₃.

Forvitringen af det geologiske udgangsmateriale ses tydeligst på Fe_{DCB} indholdet, hvor maksimum findes i de øverste horisonter. Dette indikerer, at forvitringspotentialet i de dybere jordlag er stort, mens de lave indhold af plantetilgængelige makronæringsstoffer som Ca, Mg og K i underjorden viser, at de nuværende høje basemætninger skyldes landbrugsdriften ved tilførsel af disse stoffer. Lave indhold af ler og organisk stof viser sig ved lave værdier for ombyttelige baser og brint-surhed (CEC). Maximumsværdien er således knyttet til Ap-horisonten, Basemætningsgraden er under 50%, og søges grundet landbrugsdriften opretholdt ved jævnlige tilførsler af landbrugskalk, der som det ligeledes fremgår af resultaterne, har den største virkning i den øverste horisont.

Den mineralogiske sammensætning er domineret af kvarts med mindre mængder af Kfeltspat og Na-Ca-feltspat. Intense forvitringsproccer i overfladen bevirker, at indholdet af feltspat stiger og når maksimale indhold i prøven fra 0,95-1,15 meter. Det specifikke overfladeareal er generelt lavt, mellem 0,4 og 0,6 m²g⁻¹ og afspejler de lave indhold af finkornede materialer. De mineralogiske egenskaber resulterer i iltede matrixfarver beskrevet ved brune farver, med gråbrun i pløjelaget med relative høje indhold af organisk stof og meget svag brun farve i C-horisonten med lave indhold af frie jernoxider og høje indhold af kvarts.

3.3.2 Hørby lokaliteten

Analyseresultaterne fra fuldt undersøgelsesprogram profilet ved Hørby er vist i tabel 3.7.

Tabel 3.7. Analyseresultater for lokalitetsnr. 57 ved Hørby (DJF profil nr. 3130 og DGU arkivnr. 11.1225)

				Kornst	ørrelses	fordelin	g (% a	af < 2	2mm frak	tion)		% af	tota	alprøve
KUPA Nr.	Navn	Dybde	<2	2-20	20-6	3 63	-125	125 20	5- 20 0 50	0- 0	0.5-2	2-6	5,3	>6,3
		cm			•	μm	μm				mr	n	·	
2-1-1- 128	Ар	5-25	5,8	8,2	13,6	62	2,6	20,	5 24	,7	2,7	0	,7	0,1
2-1-2- 129	Bvs	40-60	4,1	1,4	2,6	5 1	5,5	22,	8 52	,2	0,7	0	,0	0,0
2-1-3- 130	IIC	95-115	2,1	2,9	32,4	4 4	2,8	15,	4 3,	9	0,3	0	,0	0,0
2-1-4- 131	С	100-150	15,6	14,4	38,3	32	8,6	1,5	5 1,	0	0,5	0	,0	0,0
KUPA Nr.	JB-nr	Org. C	; рН (H ₂ O) (C	pH CaCl₂)	Fe _{ox}	alat	Al	oxalat	Fe	DCB	АІ _{DCB}		ODOE
		%	1:1		1:2,5				mg kg	-1				
2-1-1- 128	4	1,10	6,76		5,88	229)2	10	678	33	398	1300		0,300
2-1-2- 129	1	0,37	6,91		6,02	165	57	19	982	24	180	1522		0,134
2-1-3- 130	2	0.11	6,90		5,93	63	5	14	468	14	191	1059		0,042
2-1-4- 131	7	0,10	5,50		4,63	197	'3	4	51	35	520	441		n.d.
KUPA Nr.			On	nbytteli cmc	ige katio ol kg ⁻¹	ner					Base- mætnir	ng	C	CaCO₃
	Ca	Mg	К	Na	a E	Baser Total	H	+	CEC total		%			%
2-1-1- 128	4,3	0,2	0,1	0,	0	4,6	5,	1	9,7		47			0
2-1-2- 129	1,7	0,1	0,1	0,	0	1,8	3,	6	5,4		33			0
2-1-3- 130	0,7	0,0	0,1	0,	0	0,8	2,	1	2,9		28			0
2-1-4- 131	1,4	0,5	0,1	0,	1	2,0	2,9	9	4,9		41			0

KUPA	Mineralogisk sammensætning	Farve	Overfladeareal
Nr.			$m^2 g^{-1}$
2-1-1-	Domineret af kvarts, mindre mængder K- og Na-Ca-feltspat	markearå	1.0
128	og Fe- og Al-oxider, spor af glimmer	merkegra	1,0
2-1-2-	Domineret af kvarts, mindre mængder af K- og Na-Ca-	quibrup	0.0
129	feltspat og Fe- og Al-oxider, spor af glimmer	gubrun	0,9
2-1-3-	Domineret af kvarts, mindre mængder af K- og Na-Ca-	meget svag brun	15
130	feltspat og Fe- og Al-oxider, spor af glimmer	meger svag brun	1,5
2-1-4-	Domineret af kvarts, mindre mængder af K- og Na-Ca-	meget svag brun	17
131	feltspat og Fe-oxider, spor af Al-oxider og glimmer	meger avag brun	7,7

Analyser af kornstørrelsesfordelingen ved Hørby viser, at lerindholdet falder fra 5,8% i pløjelaget til 2,1% i C-horisonten, tabel 3.7. Silt-indholdet er 22% øverst og 35% i IIC horisonten og findes adskilt af et lag med indhold af 74% mellemsand (Bvs-horisonten). I IIChorisonten er den dominerende kornfraktion grovsilt og finsand med i alt 74% (tabel 3.6). Den varierende sammensætningen bevirker, at de forskellige horisonter kan klassificeres som JB-typerne 1, 2, 4 og 7. Ap-horisonten indeholder 1,1% C og i de dybere prøver aftager indholdet markant og når 0,1% C i prøven fra 1-1,5 meter.

Det oprindelige indhold af kalk er vasket ud af de øverste 3.5 meter (jfr. den geologiske beskrivelse) og de forholdvis høje pH-værdier (ca. 6 målt i CaCl₂) i de undersøgte prøver skyldes antagelig tilførsel af jordbrugskalk, hvilket også ses ved aftagende pH-værdier med tiltagende dybde. Den geologiske beskrivelse viser imidlertid, at det oprindelige kalkindhold er tilstede fra ca. 5 meter. Resultatet af de naturlige forsuringsprocesser ses ligeledes ved lave basemætninger (28-47%) og høje andele af ombytteligt H⁺. Grundet det lave indhold af ler og organisk stof er CEC-værdierne generelt lave. En fremskreden forvitring af det geologiske udgangsmateriale ses ved fordelinge af jernoxider med forholdsvis høje indhold i de to øverste Ap- og Bvs-horisonter. Temporær vandmætning kan være medvirkende til at indholdet af frie jernoxider atter stiger i prøven fra 1-1,5 meter.

Den mineralogiske sammensætning viser en dominans af kvarts med mindre mængder Kfeltspat og Na-Ca-feltspat, der i mængde tiltager med stigende dybde, hvor forvitringsprocesserne har været mindre intense. Desuden spor af bl.a. lermineraler. Det specifikke overfladeareal er mindst i Bs-horisonten hvor der forekommer et stort indhold af mellemsand. I prøven fra 1-1,5 meter stiger overfladearealet til 4,7 m²g⁻¹, hvor ligeledes det højeste indhold af ler er målt. Matrixfarven er mørkegrå i Ap-horisonten og antager dybere nede farver med brunlige nuancer, hvorefter den i henhold til den geologiske beskrivelse ændres gradvist fra 3 til 3,5 meter til reducerede grå farver.

3.3.3 Ajstrup lokaliteten

Analyseresultaterne fra fuldt undersøgelsesprogram profilet ved Ajstrup er vist i tabel 3.8.

Tabel 3.8. Analyseresultater for lokalitetsnr. 58 ved Ajstrup (DJF profil nr. 3131 og DGU arkivnr. 16.957)

				Kornstør	n)	% af total	prøve				
KUPA Nr.	Navn	Dybde	<2	2-20	20-63	63-125	125- 200	200- 500	0.5-2	2-6,3	>6,3
		cm			μι	n				mm	
3-1-1- 133	Ар	5-25	3,8	7,7	5,8	31,4	29,3	15,3	1,8	0,4	2,9
3-1-2- 134	Bvs	35	2,1	0,9	1,6	46,8	43,9	4,1	0,4	0,2	0,1
3-1-3- 135	Cg	50-70	2,5	0,9	1,0	43,5	46,9	4,3	0,2	0,0	0,0
3-1-4- 136	С	120-170	1,0	1,0	2,9	63,5	31,2	0,3	0,1	0,2	0,0

KUPA	JB-nr	Org. C	pН	pН	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
Nr.			(H ₂ O)	$(CaCl_2)$					
		%	1:1	1:2,5		mg k	(g ⁻¹	I	
3-1-1- 133	2	2,93	6,85	6,02	1432	1524	1630	1384	0,895
3-1-2- 134	2	0,15	7,05	6,01	218	1034	483	955	0,065
3-1-3- 135	2	0.40	6,78	5,77	58	759	112	112	0,325
3-1-4- 136	2	0,02	6,50	4,99	268	441	968	402	n.d.

KUPA			Om	byttelige ka	ationer			Base-	
Nr.				cmol kg ⁻	1			mætning	CaCO₃
	Ca	Mg	K	Na	Baser	H⁺	CEC		
					total		total	%	%
3-1-1-	9.2	03	0.2	0.0	9.8	19	147	67	0
133	5,2	0,0	0,2	0,0	3,0	4,5	14,7	07	·
3-1-2-	10	0.0	0.0	0.0	1 1	22	33	35	0
134	1,0	0,0	0,0	0,0	1,1	۷,۲	0,0	33	,
3-1-3-	1.9	0.0	0.0	0.0	2.1	3.2	5.2	39	0
135	.,0	0,0	0,0	0,0	_,.	0,2	0,2		.
3-1-4- 136	0,4	0,0	0,1	0,3	0,8	1,3	2,1	38	0

KUPA	Mineralogisk sammensætning	Farve	Overfladeareal
Nr.			$m^2 g^{-1}$
3-1-1-	Domineret af kvarts, mindre mængder K- og Na-Ca feltspat	markearå	2.4
133	og Fe- og Al-oxider, spor af glimmer	merkegra	2,4
3-1-2-	Domineret af kvarts, mindre mængder K- og Na-Ca feltspat	lve arå	0.4
134	og Fe- og Al-oxider, spor af glimmer	iys gra	0,4
3-1-3-	Domineret af kvarts, mindre mængder K- og Na-Ca	brup	0.2
135	feltspat, spor af Fe- og Al-oxider og glimmer	bruit	0,3
3-1-4-	Domineret af kvarts, mindre mængder K- og Na-Ca feltspat	meget svag brun	1 7
136	og Fe-oxider samt spor af Al-oxider og glimmer	meyer svay brun	1,7

Kornstørrelsessammensætningen er forholdsvis ensartet i de undersøgte dybder, tabel 3.8. Lerprocenten er 3,8% i pløjelaget og falder til omkring 2 i underhorisonterne og 1% i dybden 1.2-1.7 meter. Den dominerende kornstørrelsesfraktion er finsand og fint mellemsand (63-200 μ m). Overjorden adskiller sig fra underjorden ved en lidt større spredning af fraktionerne, med bl.a. 15% groft mellemsand (200-500 μ m). Den forholdsvis ensartede sammensætning i kornstørrelsesfordelingen bevirker at de 3 undersøgte horisonter alle er af JB 2 type. Ap-horisonten indeholder 2,9% C, hvorefter indholdet i dybere horisonter/lag aftager til 0.15-0.40% C.

Udvaskningen af kalk har bevirket at de øverste 6 meter fremstår kalkfrie og de nuværende forholdsvis høje pH-værdier i A-horisonten og Bvs- og Cg-horisonterne, som dog aftager til 4.99 i prøven udtaget fra 1,2-1,7 m, skyldes tilførsel af jordbrugskalkning. Det forholdsvis høje indhold af organisk stof i Ap-horisonten viser sig ved en markant højere CEC-værdi (14,7 cmol kg⁻¹) end for de øvrige undersøgte horisonter/lag (2,1-5,2 cmol kg⁻¹). Det lave indhold af ler bidrager kun i ringe omfang til de målte CEC-værdier. Basemætningen er høj i Ap-horisonten (67%) som følge af tilførsel af jordbrugskalk, hvorefter den aftager og brintsurheden får stadig større betydning.

En fremskreden forvitring ses ved en markant stigning i indholdet af jernoxider i Aphorisonten, hvorefter indholdet af såvel DCB og oxalatekstraherbare former aftager ned til Cg-horisonten, hvor indholdet atter stiger. Her ses at indholdet af Al_{oxalat} modsvarer indholdet af Al_{DCB} og den viste fordeling i jern- og aluminiumoxider kan bl.a. være præget af den permanente vandmætning, som nu eller tidligere har præget denne lokalitet.

Den mineralogiske sammensætning viser en kraftig dominans af kvarts. Mindre mængder K- og Na-Ca-feltspat forekommer med stigende indhold med tiltagende dybde. Den aftagende intensitet af forvitringsprocesser ses ligeledes ved tiltagende indhold af glimmer med dybden. Det specifikke overfladeareal er størst i Ap-horisonten (2,4 m²g⁻¹), hvorefter overfladen aftager til 0,3-0,4 m²g⁻¹ i de efterfølgende 2 horisonter og når 1,7 m²g⁻¹ i prøven fra 1,2-1,7 meter. Matrixfarven er mørkegrå i Ap-horisonten med høje indhold af organisk stof, hvorefter den fra lys grå antager brunlige nuancer ned til 6 meters dybde.

3.3.4 Sammenligning af fysiske, kemiske og mineralogiske egenskaber

På alle 3 undersøgelseslokaliteter er sedimenterne karakteriseret ved et lavt indhold af ler, der dog forekommer ved maksimale indhold i Ap-horisonterne, hvor indholdet varierer mellem 3-7 og 5,8%. Indholdet af organisk stof er størst i Ap-horisonterne (1,10-2,93% C) og aftager markant til den underliggende horisont, hvorefter indholdet forbliver konstant lavt (0,08-0,40% C). Fordelingen af ler og silt afspeiler sig i CEC-værdierne, med de højeste værdier i Ap-horisonterne og aftagende lave værdier i dybere horisonter/lag. Tilførsel af jordbrugskalk bevirker, at basemætningsgraden er størst i de overfladenære lag og med tiltagende brint-surhed med dybden. Jordbrugskalkningen bevirker ligeledes, at de højeste pH-værdier er målt i de øverste horisonter. Ved Hørby vil det oprindelige indhold af kalk være til stede fra ca. 5 meters dybde og herfra vil pH-værdien atter nå en værdi på ca. 8. Lavt indhold af ler og organisk stof resulterer i lave CEC-værdier. Den mineralogiske sammensætning er på alle tre lokaliteter domineret af kvarts med mindre mængder K- og Na-Ca-feltspat, der tiltager i mængde med stigende dybde, hvor forvitringsprocesserne er mindre intense. Det samme ses bl.a. for glimmer ved Ajstrup, der i øvrigt er en lokalitet med en meget ensartet geologisk opbygning. Den store dominans af sandpartikler, om end inden for forskellige fraktioner på de forskellige lokaliteter, resulterer ligeledes i kun små specifikke overfladearealer.

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 fuldt undersøgelsesprogram profilerne:

3.4.1.1 Ulsted lokaliteten

Der blev udtaget fem intaktprøver i store kolonner (20,0 cm længde, 20,0 cm i indre diameter) samt fem intaktprøver i 100-cm³ retentionsringe i henholdsvis Ap-, Bs- og Chorisonten. Placeringen af de øverste tre prøver er vist i fig. 3.2. De to dybere prøver er udtaget fra boring.

3.4.1.2 Hørby 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-, Bvs- og IIChorisonten. Placeringen af de øverste tre prøver er vist i fig. 3.4. De to dybere prøver er udtaget fra boring. I den dybe boring blev der derudover udtaget fem 100-cm³ retentionsringe. Der blev ekstra udtaget fem prøver (100-cm³ ringe) i hvert af de to teksturbånd i bunden af profilet (fig. 3.4).

3.4.1.3 Ajstrup lokaliteten

Der blev udtaget fem intaktprøver i store kolonner (20,0 cm længde, 20,0 cm i indre diameter) i henholdsvis Ap- og Cg-horisonten. Placeringen af de øverste prøver er vist i fig. 3.6. Dybere prøver er udtaget fra boring. På grund af Bvs-horisontens ringe udbredelse, blev der ikke udtaget store kolonner i denne. Derfor er den umættede hydrauliske ledningsevne ikke blevet bestemt i horisonten, og den mættede hydrauliske ledningsevne blev målt på de små 100-cm³ retentionsringe. Fem retentionsringe blev udtaget i alle fire udtagningsdybder.

3.4.2 Volumenvægt

Tabel 3.9 viser værdierne for jordens volumenvægt ved de tre lokaliteter. Værdierne viser et typisk forløb med de laveste værdier i den relativt løst bearbejdede, organisk holdige Aphorisont og med stigende værdier i dybden. De markant lave værdier i Ap-horisonten ved Ajstrup skyldes sandsynligvis et højt indhold af organisk stof i horisonten ved Ajstrup sammenlignet med Ap-horisonten ved de to andre lokaliteter (tabel 3.6, 3.7 og 3.8).

	Ulsted							
Horisont	Prøve-udtagnings- dybde (cm)	Prøve-nummer	volumen-vægt (g/cm ³)	std.afv.				
Ар	5-25	1-1-1-103	1.44	0.06				
Bs	40-60	1-1-2-104	1.49	0.11				
С	95-115	1-1-3-105	1.54	0.04				

Tabel 3.9. Volumenvæg	t (g/cm ³) målt på 100-cn	n ³ retentionsringe (n=5).
-----------------------	---------------------------------------	---------------------------------------

	Hørby									
Horisont	Prøve-udtagnings-	Prøve-nummer	volumen-vægt	std.afv.						
	dybde (cm)		(g/cm ³)							
Ар	5-25	2-1-1-128	1.53	0.06						
Bvs	40-60	2-1-2-129	1.52	0.02						
IIC	110-130	2-1-3-130	1.68	0.03						
Boring	100-150	2-1-4-131	1.68	0.03						
TB I	125	2-1-9-950	1.59	0.01						
TB II	147	2-1-9-951	1.59	0.03						

	Ajstrup									
Horisont	Prøve-udtagnings- dybde (cm)	Prøve-nummer	volumen- vægtg/cm ³)	std.afv.						
Ар	5-25	3-1-1-133	1.34	0.04						
Bvs	35	3-1-2-134	1.47	0.02						
Cg	50-70	3-1-3-135	1.54	0.04						
Boring	120-170	3-1-4-136	1.56	0.06						

3.4.3 Teksturanalyse på store kolonner

For nærmere at undersøge sammenhængen mellem den hydrauliske ledningsevne og teksturfordelingen og for at 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).

	,								
Mark	Prøvenr.	Navn	Prøve dybde cm	<2µm	2 –20µm	20 – 50μm	50 – 63μm	63 – 125μm	125 - 200μm
Ulsted	1-1-1-103a	Ар	5-25	4.1	2.9	3.9	4.0	40.2	28.0
Hørby	2-1-3-130a	IIC	110-130	2.1	2.9	17.8	20.3	52.1	3.6

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

Mark	Prøvenr.	Navn	Prøve dybde cm	200 - 500μm	500 μm - 2 mm	2 - 6.3 mm	>6.3 mm	humus	JB-nr.
Ulsted	1-1-1-103a	Ар	5-25	13.0	2.0	0.9	1.5	1.9	2
Hørby	2-1-3-130a	IIC	110-130	0.9	0.1	0.0	0.0	0.2	2

3.4.4 Vandretention

Resultaterne for vandretention er vist på fig. 3.10. De tre jorde udviser generelt en høj vandholdningskapacitet indtil pF 1,7, hvor jorden afdrænes kraftigt. Dette viser, at den velsorterede, finsandede jord har et højt indhold af ens porestørrelser i området omkring 50 um. Vandretentionsforløbet i Ap-horisonten for Ajstrup har et markant anderledes forløb sammenlignet med de to tilsvarende horisonter i Ulsted og Hørby. Det skyldes muligvis en forskel i indholdet af organisk stof, hvor Ap-horisonten i Ajstrup har markant højere værdier sammenlignet med Ap-horisonten ved de to andre lokaliteter (tabel 3.6, 3.7 og 3.8). Vandretentionsforløbet for B-horsionten mellem de tre lokaliteter har et næsten identisk forløb, hvorimod Hørby skiller sig i ud i C-horisonten. Dette skyldes sandsynligvis et markant højere indhold af silt (2-63 µm) i denne horisont sammenlignet med B-horisonten for de to andre lokaliteter (tabel 3.6, 3.7 og 3.8). Retentionsforløbet for det siltede teksturbånd (Teksturbånd I) og der sandede teksturbånd (Teksturbånd II) i bunden af profilet i Hørby viser tydeligt forskellen i teksturfordelingen mellem de to bånd. Det sandede bånd udviser en lav vandholdningskapacitet med en markant afdræning mellem pF 1.2 og 2.0, hvorimod det siltede bånd udviser en højere vandholdningskapacitet og en mere jævn afdræning svarende til en mere ligelig porestørrelsesfordeling. En kombination af en sådan lagrækkefølge (siltet/leret lag oven på et sandet) giver en hydraulisk barriere, da det sandede lag vil have en lav hydraulisk ledningsevne ved lave vandindhold. Først når det overliggende finkornede lag er næsten helt vandmættet, vil vandet bryde igennem.



Figur 3.10. Data for vandretention for profilerne i fuldt undersøgelsesprogram målt på intakte 100-cm³ prøver (n=5). Fejllinjerne viser ± 1 standardafvigelse. Figuren fortsætter på næste side.

Figur 3.10. fortsat..



3.4.5 Mættet hydraulisk ledningsevne

Fig. 3.11 viser værdierne for den mættede hydrauliske ledningsevne ned gennem profilet. De højeste værdier og den største variation mellem målingerne ses i Ap-horisonten. Der ser ikke ud til at være nogen nævneværdig signifikant forskel mellem de enkelte lokaliteter indenfor de enkelte horisonter. En enkelt undtagelse er dog C-horisonten i Hørby, der udviser noget lavere værdier sammenlignet med de to andre lokaliteter pga. det høje siltindhold i denne horisont. Ikke overraskende ses store forskelle i den mættede hydrauliske ledningsevne mellem de to teksturbånd ved Hørby. Meget lave værdier for det siltede bånd (Teksturbånd I) og høje værdier for det mere sandede bånd (Teksturbånd II), men lagenes hydrauliske betydning vil især gøre sig gældende under umættede forhold (se afsnittet om vandretention).



Figur 3.11. Mættet hydraulisk ledningsevne (K_s, n=5) for profilerne i fuld undersøgelsesprogram. Dybde 1 til 3 er med undtagelse af B-horisonten i Ajstrup målt på store kolonner. Dybde 4 og 5 samt Teksturbånd I og II er alle målt på små 100-cm³ retentionsringe. Fejllinjerne viser ± 1 standardafvigelse. X-aksen viser K (cm/d).

3.4.6 Umættet hydraulisk ledningsevne

Resultaterne af målingerne af den umættede hydrauliske ledningsevne er vist i fig. 3.12. Enkeltmålingerne er her plottet og sammenlignet med enkeltmålingerne af den mættede hydrauliske ledningsevne. Den umættede hydrauliske ledningsevne målt i Ap-horisonten (Dybde 1) viser en høj variation mellem de enkelte lokaliteter. Specielt målingerne fra Ajstrup skiller sig ud, som tilfældet ligeledes var for vandretentionsanalysen. For samtlige lokaliteter ses i Ap-horisonten en markant forskel mellem nær-mættet og mættet hydraulisk ledningsevne, hvilket er et tegn på, at vandstrømningen i mættet tilstand i en høj grad foregår ved præferentiel strømning gennem jordens makroporer. Målinger i B-horisonten viser et meget ensartet forløb mellem de enkelte lokaliteter. Et markant fald i den hydrauliske ledningsevne ses ved et vandpotential omkring -50 cm H₂O (pF 1.7), hvilket også stemmer fint overens med den markante afdræning i forbindelse med vandretentionsmålingerne. Det iøjnefaldende sammenfald mellem den nær-mættede og den mættede måling tyder på, at præferentiel strømning ikke finder sted ved fuld mætning, hvilket er typisk for en ustruktureret, finsandet jord. Den store lighed mellem målingerne for den mættede hydrauliske ledningsevne og vandretentionsmålingerne mellem de tre lokaliteter sandsynliggør, at den umættede hydrauliske ledningsevne for Hørby, der ikke blev målt i denne horisont, vil være sammenlignelig med de to andre lokaliteter. I C-horisonten er det igen Hørby, der skiller sig mest ud sammenlignet med C-horisonten ved de to andre lokaliteter.



Figur 3.12. Enkeltmålinger af mættet (K_s) og umættet hydraulisk ledningsevne for profilerne i fuldt undersøgelsesprogram. Alle målinger er udført på store kolonner med undtagelse af B-horisonten i Ajstrup. Forskellige symboler viser målingerne på hver enkelt kolonne. Den nedadvendte røde trekant i dataene for Ap-horisonten er prøvenr. 1-1-103a. Den grønne ruder i dataene fra C-horisonten er prøvenr. 2.1.3.130a.

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 Yoldiafladen har været repræsentative for jordtypen.

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

3.5 Mikrobiologi

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

På prøver fra de tre lokaliteter - Ulsted, Hørby og Ajstrup (tabel 3.11) - er der gennemført målinger af mikrobiologiske parametre. Substrat induceret respiration (SIR), der giver et udtryk for den let tilgængelige biomasse samt den heraf afledte parameter mikrobiel biomasse kulstof (mb-C) 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 høre til *Pseudomonas* sp. bakterier, og hermed en gruppe af bakterier med et bredt substratvalg, herunder mange pesticider. Disse fire mål er forskellige udtryk for den potentielle mikrobielle aktivitet. Derudover er der bestemt mikrobiel aktivitet med tre forskellige metoder, bl.a. ved måling af hydrolyse af flourescein diacetat (FDA) samt acetatmineralisering og specifik mikrobiel aktivitet i form af arylsulfatase aktivitet (ASA). Endelig er der opnået et udtryk for hvor mange forskellige stoffer den samlede mikrobielle population kan omsætte (funktionel diversitet) ved hjælp af et kommercielt testkit (Biolog).

Dybde	Ulsted			Hørby			Ajstrup		
		cm	Prøvenr.		cm	Prøvenr.		cm	Prøvenr.
Dybde 1	Ар	5-25	1-1-1-103	Ар	5-25	2-1-1-128	Ар	5-25	3-1-1-133
Dybde 2	Bs	40-60	1-1-2-104	Bvs	40-60	2-1-2-129	Bvs	35	3-1-2-134
Dybde 3	С	95-115	1-1-3-105	IIC	110-	2-1-3-130	Cg	50-70	3-1-3-135
					130				
Dybde 4				Bor.	100-	2-1-4-131	Bor.	120-	3-1-4-136
					150			170	

Tabel 3.11. Undersøgte prøver fra Ulsted, Hørby og Ajstrup

3.5.1 Mikrobiel biomasse

Den substrat inducerede respiration blev på de tre lokaliteter målt til 4-6 μ L CO₂ g⁻¹ tør jord t⁻¹ i Ap-horisonten med signifikant højere respiration i Ajstrup end i de to andre lokaliteter (tabel 3.12-I). Antallet af dyrkbare bakterier adskiller ikke Ajstrup fra de to andre lokaliteter. Endvidere finder vi, at den mikrobielle aktivitet er betydeligt lavere i B- og C-horisonterne end i Ap-horisonten. Mikrobiel biomasse C (tabel 3.12-II), dyrkbare bakterier på 1/300 TSA (tabel 3.12-III) samt dyrkbare *Pseudomonas* sp. bakterier (tabel 3.12-IV) aftager også med dybden.

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

1	μ L CO ₂ g ⁻¹ tør jord t ⁻¹							
•	Ulsted		Hørby		Ajstrup			
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	std		
Dybde 1	4.3	0.3	3.7	0.2	5.8	0.1		
Dybde 2	<0.5	-	<0.5	-	<0.5	-		
Dybde 3	<0.5	-	<0.5	-	<0.5	-		
Dybde 4	nd	nd	nd	nd	nd	nd		

	Biomasse C, μg g ⁻¹ tør jord							
	Ulsted		Hørby		Ajstrup			
Dybde	gns	Std	Gns	Std	Gns	Std		
Dybde 1	214.6	14.9	185.6	8.0	271.5	4.2		
Dybde 2	<30	-	<30	-	<30	-		
Dybde 3	<30	-	<30	-	<30	-		
Dybde 4	nd	nd	nd	nd	nd	nd		

ш	Dyrkbare bakterier på (1/300 TSA) g ⁻¹ tør jord							
	Ulsted		Hørby		Ajstrup			
Dybde	gns	Std	Gns	Std	Gns	Std		
Dybde 1	1.6x10 ⁷	3.2x10 ⁶	8.7x10 ⁶	3.2x10 ⁶	1.2x10 ⁷	3.7x10 ⁶		
Dybde 2	1.3x10 ⁶	9.8x10 ⁴	1.4x10 ⁵	4.9x10 ⁴	2.9x10 ⁴	1.6x10 ³		
Dybde 3	2.7x10 ⁵	6.2x10 ⁴	2.0x10 ⁵	4.5x10 ⁴	1.7x10 ⁷	4.5x10 ⁶		
Dybde 4	nd	nd	1.5x10⁵	3.4x10 ⁴	5.7x10 ⁴	2.4x10 ⁴		

IV	Pseudomonas sp. bakterier (Goulds S1) g ⁻¹ tør jord							
IV IV	Ulsted		Hø	rby	Ajstrup			
Dybde	gns	Std	Gns	Std	gns	Std		
Dybde 1	5.7x10 ⁵	6.7x10 ⁴	5.6x10 ⁴	1.3x10 ⁴	1.1x10 ⁵	4.6x10 ³		
Dybde 2	5.9x10 ²	1.3x10 ²	<100	-	<100	-		
Dybde 3	<100	-	3.9x101	6.8x10 ¹	<100	-		
Dybde 4	nd	Nd	<100	-	<100	-		

3.5.2 Mikrobiel aktivitet

Den mikrobielle aktivitet bestemt som måling af FDA blev i Ap-horisonterne målt til 40-47 μ g flourescein g⁻¹ tør jord t⁻¹. Der er ingen signifikante forskelle mellem de tre lokaliteter (tabel 3.13). Derimod er aktiviteten i B-horisonten signifikant højere i Ajstrup end i Hørby lokaliteten, og generelt betydeligt lavere (0-13 μ g flourescein g⁻¹ tør jord t⁻¹) i de dybere jordlag end i Ap-horisonten.

	µg flourescein g⁻¹ tør jord t⁻¹							
Dybde	Ulsted		Hørby		Ajstrup			
	gns	std	gns	std	Gns	std		
Dybde 1	41.4	6.6	47.4	12.4	40.1	7.1		
Dybde 2	-	-	3.1	0.2	12.9	0.7		
Dybde 3	-	-	<0.5	-	6.3	0.4		

Tabel 3.13. Hydrolyse af flourescein diacetat i profilerne i Ulsted, Hørby og Ajstrup.

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

	µg NP g⁻¹ tør jord t⁻¹							
Dybde	Ulsted		Hørby		Ajstrup			
	gns	std	Gns	std	Gns	std		
Dybde 1	19.7	0.5	15.9	0.2	43.4	0.4		
Dybde 2	0.6	0.0	2.8	0.1	0.5	0.1		
Dybde 3	<0.5	-	<0.5	-	3.2	0.2		
Dybde 4	nd	nd	nd	nd	nd	nd		

Tabel 3.14. Arylsulfatase aktivitet i profilerne i Ulsted, Hørby og Ajstrup.

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 parametre med relation til den funktionelle diversitet beregnet. På basis af principal komponent analyse (PCA) er eventuelle forskelle i bakteriepopulationernes evne til at udnytte de forskellige substrater vurderet (fig. 3.13).

Resultaterne af disse undersøgelser antyder, at der ikke er forskelle mellem de tre lokaliteter mht. antallet af substrater, som de pågældende populationer kan udnytte (Richness) (tabel 3.15), og at populationerne i de dybere jordlag kan udnytte substraterne i samme omfang som populationerne i Ap-horisonten. Ligeledes synes der ikke at være væsentlige forskelle mellem de tre lokaliteter mht. funktionel diversitet (J') (tabel 3.15), men tendens til aftagende diversitet med dybden. Selv om der mellem de tre lokaliteter tilsyneladende ikke er forskel i funktionel diversitet, kan populationerne godt afvige mht. sammensætning. Dette synes at være tilfældet, idet scores fra PCA falder i tre distinkte grupper (fig. 3.13). For at afgøre om denne forskel er signifikant kræves imidlertid et større antal målinger.

Tabel 3.15. Richness (I) og funktionel diversitet (II) i profilerne i Ulsted, Hørby og Ajstrup. Richness (S) = substratudnyttelsen (maks. 31). Relativt diversitets indeks (J') = Shannon-Weaver diversitetsindeks i forhold til maks. diversitets indeks på 3,43.

I	Richness (S)								
•	Ulsted		Hørby		Ajstrup				
Dybde	gns	std	Gns	std	gns	std			
Dybde 1	29.0	1.0	29.0	1.0	28.3	0.6			
Dybde 2	28.0	0.0	24.3	3.8	28.3	0.6			
Dybde 3	26.3	2.9	26.3	0.6	30.0	0.0			

II	Relativt diversitets indeks (J')							
	Ulsted		Hørby		Ajstrup			
Dybde	gns	std	Gns	std	gns	Std		
Dybde 1	0.91	0.00	0.88	0.01	0.90	0.01		
Dybde 2	0.84	0.00	0.85	0.03	0.88	0.01		
Dybde 3	0.81	0.01	0.84	0.01	0.88	0.01		



Figur 3.13. Scores fra principal komponent analyse af substratudnyttelse.

3.5.4 Sammenfatning

Den mikrobielle biomasse og aktivitet aftager væsentligt med dybden og er generelt ca. 10 gange lavere i B- og C-horisonterne end i Ap-horisonten, tilsvarende falder antallet af dyrkbare bakterier på såvel det generelle medie som det specifikke *Pseudomonas* sp. medie (tabel 3.12 - tabel 3.14). Målinger af substratudnyttelse med Biolog Ecoplates (Richness) viser dog, at bakteriepopulationer i de dybere jordlag kan udnytte det samme antal substrater som populationerne i Ap-horisonten (tabel 3.15). Sammenlignes de tre lokaliteter kan det konstateres, at Ajstrup tilsyneladende adskiller sig fra de to andre: SIR og de heraf afledte parametre er i Ap-horisonten signifikant højere (tabel 3.12), FDA er i B-horisonten signifikant højere (tabel 3.13) og ASA i Ap-horisonten er 2-3 gange højere end i Ulsted og Hørby (tabel 3.14). Antallet af dyrkbare bakterier og antallet af *Pseudomonas* sp. bakterier er imidlertid ikke forskellige mellem Ajstrup og de andre lo-kaliteter.

3.6 Pesticid specifikke parametre

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

På prøver fra de tre lokaliteter - Ulsted, Hørby og Ajstrup (tabel 3.16) - er der gennemført undersøgelser af pesticid specifikke parametre:

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

Dybde	Ulsted			Hørby			Ajstrup		
		Cm	Prøvenr.		cm	Prøvenr.		cm	Prøvenr.
Dybde 1	Ар	5-25	1-1-1-103	Ар	5-25	2-1-1-128	Ар	5-25	3-1-1-133
Dybde 2	Bs	40-60	1-1-2-104	Bvs	40-60	2-1-2-129	Bvs	55	3-1-2-134
Dybde 3	С	95-115	1-1-3-105	IIC	110-	2-1-3-130	Cg	50-70	3-1-3-135
					130				
Dybde 4				Bor.	100-	2-1-4-131	Bor.	120-	3-1-4-136
					150			170	

Tabel 3.16 Undersøgte prøver fra Ulsted, Hørby og Ajstrup

3.6.1 Pesticides binding

Carsten Suhr Jacobsen (GEUS) og Ulla Catrine Brinch (GEUS)

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 Ulsted, Hørby og Ajstrup lokaliteterne er vist i tabel 3.17.

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.

		Kd værdi MCPA							
	Uls	ted	Hørby		Ajstrup				
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	gns	Std			
Dybde 1	1,0	0,06	1,0	0,03	2,6	0,04			
Dybde 2	0,2	0,01	0,3	0,01	0,1	0,01			
Dybde 3	0,3	0,02	0,1	0,01	0,5	0,02			
Dybde 4	Nd	Nd	0,1	0,01	0,1	0,01			

Tabel 3.17. Kd værdier for MCPA, methyltriazinamin	metribuzin	og glyphosat	bestemt på
Ulsted, Hørby og Ajstrup lokaliteterne.			

		Kd værdi methyltriazinamin						
	Ulsted		Hørby		Ajstrup			
Dybde	Gns	Std	gns	Std	gns	Std		
Dybde 1	18,7	1,0	9,8	0,10	9,1	0,5		
Dybde 2	35,7	1,1	3,5	0,06	12,1	0,4		
Dybde 3	305	63	8,8	0,05	49,4	0,5		
Dybde 4	Nd	Nd	390	50	22,8	0,7		

	Kd værdi Metribuzin							
	Ulsted		Hørby		Ajstrup			
Dybde	Gns	Std	gns	Std	gns	Std		
Dybde 1	0,7	0,03	0,6	0,01	2,3	0,1		
Dybde 2	0,1	0,002	0,1	0,006	0,04	0,01		
Dybde 3	0,1	0,005	0,03	0,009	0,2	0,01		
Dybde 4	Nd	Nd	0,2	0,004	0,1	0,001		

	Kd værdi glyphosat							
	Ulsted		Hørby		Ajstrup			
Dybde	Gns	Std	gns	Std	gns	Std		
Dybde 1	293	95	376	11	370	4		
Dybde 2	589	18	1890	49	669	21		
Dybde 3	1055	11	1856	116	372	19		
Dybde 4	Nd	Nd	2892	697	949	6		

MCPA bindes generelt svagt men stærkest i overjorden med Kd værdier mellem 1 (Ulsted og Hørby) og 2,6 (Ajstrup). MCPA's sorption falder med dybden.

Methyltriazinamin bindes i overjorden med Kd værdier mellem 9 og 19. I C horisonten (95-115 cm) i Ulsted stiger Kd til 305 og i boreprøven fra Hørby er Kd på 390. Laveste Kd værdi findes i Bvs horisonten (40-60 cm) i Hørby. Metribuzins bindingsmønster minder om MCPA med Kd værdier under 1 for overjorde i Ulsted og Hørby, mens Kd i overjorden fra Ajstrup er 2,3. Metribuzins binding til underjorde er lav med den højeste værdi på 0,2 (Cg horisont Ajstrup) og den lavest på 0,03 (IIC horisont Hørby).

Glyphosat bindes stærkt til alle jorde, med den højeste Kd værdi på 2892 i boreprøven fra Hørby.

Generelt viser Yoldia det forventede billede med høj sorption for stofferne glyphosat og methyltriazinamin, og lav sorption for MCPA og metribuzin.

3.6.2 Pesticiders mineralisering

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

I tabel 3.18. er der opgivet 64 dages akkumuleret mineralisering, der er udtryk for hvor meget af det tilsatte ¹⁴C-pesticid, der er fuldstændigt omdannet til ¹⁴CO₂ på 64 dage. På fig. 3.14 til 3.17 er vist to eksempler på typiske forløb for mineraliseringen af stofferne

MCPA og metribuzin. MCPA's mineralisering er typiske folløb for mineraliseringen af stoherne til et sigmoidt kurveforløb. Metribuzin derimod mineraliseres typisk med et forløb der minder om en ret linie. Metribuzins kurveforløb er også typisk for de to andre stoffer methyltriazinamin og glyphosat.



Figur 3.14. Akkumuleret MCPA mineralisering i tre dybder fra lokalitetsnr. 52 (Ulsted)



Figur 3.15. Akkumuleret metribuzin mineralisering i tre dybder fra lokalitetsnr. 52 (Ulsted)

Metribuzins fuldstændige omdannelse er i alle dybder meget lav, men højest i overjordsprøven. Bemærk at den radiokemiske renhed af metribuzin i alle tilfælde er lavere end den fundne mineralisering.



Figur 3.16. Akkumuleret glyphosat mineralisering i tre dybder fra lokalitetsnr. 52 (Ulsted)

Glyphosats fuldstændige omdannelse er i alle dybder meget lav, men højest i overjordsprøven. Bemærk at den radiokemiske renhed af glyphosat i alle tilfælde er lavere end den fundne mineralisering.



Figur 3.17. Akkumuleret methyltriazinamin mineralisering i tre dybder fra lokalitetsnr. 52 (Ulsted)

Methyltriazinamins fuldstændige omdannelse er i alle dybder meget lav, men højest i overjordsprøven. Bemærk at den radiokemiske renhed af metyltriazinamin i alle tilfælde er lavere end den fundne mineralisering.

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 akumuleret 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.

	M64d værdi MCPA							
	Ulsted		Hørby		Ajstrup			
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std		
Dybde 1	47	0,02	36	0,03	52	0,1		
Dybde 2	4,4	1,0	7,4	1,9	32	2,2		
Dybde 3	0,5	0,01	23	0,04	nd	Nd		
Dybde 4	Nd	Nd	nd	nd	nd	Nd		

Tabel 3.18. Værdier for 64 dages akkumuleret mineralisering for MCPA, triazinamin, metribuzin og glyphosat bestemt på Ulsted, Hørby og Ajstrup lokaliteterne.

	M64d værdi Methyltriazinamin							
	Ulsted		Hørby		Ajstrup			
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std		
Dybde 1	0,3	0,006	0,09	0,004	0,4	0,007		
Dybde 2	0,02	0,001	0,06	0,003	0,06	0,006		
Dybde 3	0,003	0,002	0,03	0,002	nd	Nd		
Dybde 4	Nd	Nd	nd	nd	nd	Nd		

	M64d værdi Metribuzin							
	Ulsted		Hørby		Ajstrup			
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std		
Dybde 1	0,3	0,001	0,3	0,003	0,4	0,005		
Dybde 2	0,09	0,005	0,2	0,002	0,2	0,011		
Dybde 3	0,02	0,002	0,1	0,002	nd	Nd		
Dybde 4	nd	Nd	nd	nd	nd	Nd		

	M64d værdi glyphosat							
	Ulsted		Hørby		Ajstrup			
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std		
Dybde 1	1,2	0,002	8,5	0,03	2,8	0,02		
Dybde 2	0,2	0,002	0,3	0,006	0,2	0,004		
Dybde 3	0,3	0,001	0,4	0,008	nd	Nd		
Dybde 4	nd	Nd	nd	nd	nd	Nd		

Mineraliseringen af MCPA forløber generelt hurtigere og til et højere niveau end mineraliseringen af de andre stoffer. Mineralisering af MCPA i underjordene fra Hørby og Ajstrup når et højt niveau indenfor den undersøgte periode, men en nærmere analyse af mineraliseringsforløbet viser at mineraliseringkurvens stejle forløb kommer på et senere tidspunkt end i overjorden de samme steder. 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.

Glyphosat nedbrydes hurtigst i overjorden (fra godt 1% i Ulsted til 8,5% i Hørby. I underjordene er den højeste mineralisering af glyphosat 0,4%.

3.6.3 DT50 bestemmelse

René K. Juhler (GEUS)

DT50 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, triazin amin og metribuzin bestemt på Ulsted, Hørby og Ajstrup lokaliteterne er vist i tabel 3.19. Glyphosat er kun bestemt ved mineralisering.

Tabel 3.19. DT50 værdier for MCPA,	methyltriazinamin	og metribuzin	bestemt på	Ulsted,
Hørby og Ajstrup lokaliteterne.				

	DT50 værdi for MCPA			
	Ulsted	Hørby	Ajstrup	
Dybde 1	12	14	12	
Dybde 2	11	12	-	
Dybde 3	14	12	4	

	DT50 værdi for Methyltriazinamin			
	Ulsted	Hørby	Ajstrup	
Dybde 1	ND	90	66	
Dybde 2	ND	343	134	
Dybde 3	ND	177	-	

	DT50 værdi for Metribuzin			
	Ulsted	Hørby	Ajstrup	
Dybde 1	92	66	187	
Dybde 2	>	227	>	
Dybde 3	>	>	-	

Der er i enkelte tilfælde ekstrapoleret ud over det tidsinterval, som forsøget dækker (DT50 følges med regelmæssige prøveudtagninger i op til 140 dage, se KUPA rapport nr. 2, Metoderapport (2002) for yderligere detaljer). DT50 værdierne bestemmes i praksis ud fra hældningskoefficienten k (se fig 3.18). For meget langsomme forsvindinger af pesticiderne er det behæftet med stor usikkerhed at ekstrapolere en relativ stor DT50 værdi. I sådanne ekstreme tilfælde (d.v.s. hvor der observeres ingen eller en næppe detekterbar forsvinding) er DT₅₀-værdien angivet som ">". For øvrige målinger kan usikkerheden på DT50 målingerne bedst beskrives ved standardafvigelsen på den målte k-værdi. Den gennemsnitlige standardafvigelse for alle k-værdier på Yoldia (alle stoffer, alle dybder) var 18%.

Methyltriazinamin blev ikke bestemt på Ulsted marken. Det er denne mark, der blev undersøgt først, og ved DT_{50} forsøgets udførelse var det ikke fastlagt, at det var methyltriazinaminen, der skulle indgå som det tredje modelstof.

Der ses en generel tendens til hurtigst forsvinding af MCPA fulgt af en noget langsommere forsvinding af methyltriazinamin, hvorimod metribuzin er generelt stabilt især i de dybere jordlag. Et eksempel på sammenhængen mellem inkuberingstiden og forsvindingen af stoffet MCPA kan ses i fig. 3.18.



Figur 3.18. Sammenhæng mellem inkuberingstid (t, dage) og forsvinding af MCPA i Ulsted dybde 1 (målt som relativ genfindelse, logaritmeret). Den lineære regressionslingning og linier for 95% konfidensintervallet er angivet. Ud fra hældningen på regressionslinien kan DT_{50} beregnes ved DT_{50} = ln(2)/k som i dette eksempel bliver 12 dage.

4. Resultater af markvariationsundersøgelser

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

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

4.1 Geofysik

I dette afsnit beskrives resultaterne af de geofysiske undersøgelser. Der er anvendt to geofysiske metoder henholdsvis EM38 og Georadar. EM38 er en hurtig og simpel 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. Georadar er en noget tungere metode med langt større dataoutput. Metoden viser først og fremmest sedimenternes lagdeling og er derfor god til tolkning af det geologisk miljø, hvorunder sedimenterne er aflejret. For mere detaljeret beskrivelse af metoderne henvises til KUPA rapport nr. 2, Metoderapport (2002).

Ved anvendelse af disse metoder på markskala med op til 200 målinger pr. ha fås et detaljeret indblik i jordens variabilitet på markskala på denne landskabstype.

4.1.1 EM38

Mogens H. Greve (DJF) og Svend Elsnab Olesen (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 mulig omfang benyttes eksisterende kørespor. Afhængig af afstanden mellem sporene og målefrekvensen registreres der 60 – 200 målinger ha⁻¹.

4.1.1.1 Ulsted lokaliteten

Resultater fra EM38-undersøgelsen af Ulsted lokaliteten er vist på fig. 4.1. De største områder viser måleværdier på 1-10 mSm/m (lyse og lyserød). Måleværdier på 15 – 22,5 mSm/m findes kun få steder (rød). Højere værdier 22,5 – 100 mSm/m findes kun pletvis og er atypiske (mørkerøde).



Figur 4.1. Ulsted - resultater fra målinger med EM38-sensoren. Figuren viser målinger af jordens elektriske ledningsevne målt i millisiemens/meter.

4.1.1.2 Sammenfatning af EM38-målingerne på Yoldiafladen

Resultatet fra Yoldiafladen viser nogle relativt lange ranges i et spænd fra 178 meter ved Hørby til 280 ved Ajstrup (tabel 4.1). Den korteste range som findes ved Hørby må tilskrives lokalitetetens relative nærhed til randen af Yoldiafladen. Den relative korte range på Ulsted profillinien skyldes, at den går næsten vinkelret på en serie af langstrakte områder med forhøjet humusindhold i toppen. Resultaterne fra Usted og Ajstrup undersøgelsesmarkerne repræsenterer den variation, som findes oppe på den veldrænede Yoldiaflade.

······································				
	Range	Sill	Nugget	Model
Ajstrup	280	6,9	0,9	Spherical
Hørby	178	17,9	3,1	Spherical
Ulsted	260	9,3	2,3	Exponentiel
Ulsted profillinie	185	15,9	0,7	Spherical

Tabel 4.1. Tabellen summerer resultaterne fra den geostatistiske modellering af alle EM38 kortlægningerne på Yoldiafladen.

4.1.2 Georadar

Ingelise Møller (GEUS)

Variabilitetsmarken er undersøgt med georadar i et groft net af linier, i alt 7 linier målt med et georadarsystem med antenner med en centerfrekvens på 100 MHz, deraf er de 6 linier også delvist målt med et georadarsystem med 200 MHz antenner (fig. 4.2). Georadardata præsenteres her grafisk. Data bruges kvalitativt og visuelt i en tolkning af geologiske strukturer. Tolkninger af lithologi baserer sig på penetrationsdybder og korrelation med lithologiske data fra udgravning og boringer. Beskrivelse af georadarmetoden kan findes i KUPA rapport nr. 1 (Møller, 2001) og beskrivelse af måleprocedure og optageparametre findes i KUPA rapport nr. 2, Metoderapport (2002).

I fig. 4.3. vises udsnit af N-S-orienterede georadarprofiler L03 (100 MHz) og P01 (200 MHz) sammen med en stregtegning af profiler konstrueret ved brug af begge georadarprofiler. 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). Profilet domineres af kontinuerte refleksioner, hvoraf nogle, hovedsageligt tæt på overfladen, er subhorisontale, andre bølgeformede. Fig. 4.4. viser udsnit af georadar-profilerne L06 (100 MHz) og L04 (200 MHz), som er målt vinkelret på profilerne L03 og P01. Profilerne domineres af kontinuerte refleksioner, der i den vestlige del er bølgeformede, mens de i den østlige del fra omkring position 80 m er rette eller svagt bølgeformede og hælder i en tilsyneladende østlig retning.

I de øvrige georadarlinier ses tilsvarende refleksionsmønstre. Der er generelt en penetration på 200-300 ns og 150-200 ns for georadarsystemer med henholdsvis 100 MHz og 200 MHz antenner. Dog er der områder mod nord op til skoven samt i områder syd for variationshullerne, hvor penetrationen er væsentlig ringere (ca. 50 ns).

Refleksionsmønstret med bølgeformede og hældende refleksioner indikerer, sammenholdt med de geologiske data, at sedimenterne er aflejret i migrerende banker i et kystnært miljø. I fig. 4.3 position 170–180 m ses et eksempel på en mindre banke, der har migreret i en tilsyneladende sydlig retning. Bankernes horisontale størrelse varierer fra nogle få meter over nogle tital meter til flere hundrede meter. De faktiske bankestørrelser er vanskelige at vurdere, da man ikke kender georadarprofilernes orientering over bankerne.



Figur 4.2. Ulsted variabilitetsmark. Udgravning, variationshuller og georadarlinier er markerede.



Figur 4.3. Nord-syd-orienteret georadarprofil. a) Udsnit af linie L03, målt med georadarsystem med antenner med centerfrekvens på 100 MHz. b) Udsnit af linie P01 (starten af profillinien), målt med georadarsystem med 200 MHz antenner. c) Stregtegning af profilet, sammenstillet fra begge georadarprofiler. Den lodrette stiplede linie angiver skæringspunktet med linierne L06 (100 MHz) og L04 (200MHz) i fig. 4.4.



Figur 4.4. Øst-vest-orienteret georadarprofil. a) Udsnit af linie L06, målt med georadarsystem med antenner med centerfrekvens på 100 MHz. b) Linie L04 målt med georadarsystem med 200 MHz antenner. c) Stregtegning af profilet, sammenstillet fra begge georadarprofiler. Den lodrette stiplede linie angiver skæringspunktet med linierne L03 (100 MHz) og P01 (200MHz) i fig. 4.3.

4.2 Prøveudtagningssteder

Jordprøver blev udtaget i to dybder i 51 punkter fordelt over marken som vist på fig. 4.5. Dybde 1 svarer til dybdeintervallet 5-15 cm under terræn og dybde 2 til dybdeintervallet 70-80 cm under terræn.



Figur 4.5. Placering og nummerering af punkter indenfor markvariabilitetsmarken i Ulsted.

4.3 Teksturanalyser

Søren Torp (DJF)

Følgende vises resultater af analyser fra markvariationpunkterne for ler, kulstof og sand fra variabilitetsmarken på Yoldiafladen ved Ulsted (fig. 4.6 - 4.11). Foruden oversigtsfigurerne findes analyseresultaterne i tabelform i appendiks 2.

Ser man på lerfordelingen i dybde 1 er den meget homogent fordelt over marken (fig. 4.6). På fig. 4.7 ses et enkelt punkt med meget højt lerindhold der er delvist sammenfaldende med et højt kulstofindhold i pløjelaget i samme punkt (fig. 4.8). I punktet 51 findes en mindre lavning der tilsyneladende er forklaringen på det høje og afvigende lerindhold på 21%.

Høje kulstofværdier i dybde 1 er til dels sammenfaldende med depressioner i topografien, fig. 4.8. Med hensyn til ler- og humusindhold kan der i øvrigt henvises til en sammenligning med sensormålingerne udført med EM38 sensoren (fig. 4.1). EM38-sensoren giver høje måleværdier ved et højt ler og/eller humus indhold (se KUPA rapport nr. 1 (Møller, 2001)).

Sandfraktionen udgør en høj procentdel af den samlede kornstørrelsesfordeling (fig. 4.10, 4.11 og appendiks 2. Sandfraktionen er generelt meget velsorteret med kornstørrelsesintervallet 63-125 og 125-200 μ m som de fremherskende. Det skal desuden fremhæves at dybde 2 er endnu mere velsorteret end dybde 1. Det gælder generelt på nær nogle få punkter i dybde 2.



Figur 4.6 Lerprocent i pløjelagsdybde (1). Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 4,3 og 2,6% ler.


Figur 4.7 Lerprocent i dybde 2. Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 21,6 og 1,0% ler. Typisk lerindhold på variabilitetsmarken er 1 - 4 %.



Figur 4.8. Kulstofprocent i pløjelagsdybde (1). Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 2,3 og 0,5% kulstof.



Figur 4.9. Kulstofprocent i dybde 2. Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 0,67 og 0,06% kulstof.



Figur 4.10. Sandprocent i pløjelagsdybde (1). Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 78,1 og 92,6 % sand.



Figur 4.11. Sandprocent i dybde 2. Største og mindste cirkel repræsenterer henholdsvis 41,7 og 96,9 % sand. Sandjorden er yderst velsorteret på nær i nogle enkelte punkter.

I appendiks 2 er vist resultaterne fra teksturanalyserne på variabilitetsmarken ved Ulsted på Yoldiafladen. Der er vist resultater fra alle 51 punkter.

4.4 Hydraulik

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

På grund af den meget høje grundvandsstand på Ulstedmarken blev in situ luftpermeabilitetsmålingerne vanskeliggjort. Målingerne i Dybde 2 blev opgivet. Her blev der i stedet udtaget tre små 100-cm³ retentionsringe pr. variabilitetsudgravning. Den mættede hydrauliske ledningsevne på disse prøver blev derefter direkte bestemt i laboratoriet. I Dybde 1 (Aphorisonten) blev in situ luftpermeabilitetsmålingerne gennemført. Her var der problemer ved enkelte af variabilitetspunkterne, da grundvandstanden var over eller tæt på markniveau, hvilket gjorde det usikkert om jorden var tilstrækkeligt afdrænet for at kunne udføre en pålidelige måling af luftpermeabiliteten. To målinger måtte helt opgives. Der blev udtaget fem ekstraprøver (store kolonner) i Dybde 1 ved fem udvalgte variabilitetspunkter. På disse samt tre af prøverne udtaget i Ap-horisonten i "fuldt undersøgelsesprogram profilet" på marken blev luftpermeabiliteten ved det aktuelle vandindhold og den mættede hydrauliske ledningsevne målt i laboratoriet for at kunne fastslå relationen mellem de to parametre. Den fundne relation er vist på fig. 4.12. Værdier af luftpermeabiliteten (omtransformeret til mættet hydraulisk ledningsevne) er vist på fig. 4.13. Som det ses af figuren, findes de højeste værdier på den sydlige/centrale del af marken. Store variationer eksisterer på tværs af marken (nord til syd). Den mættede hydrauliske ledningsevne i Dybde 2 (fig. 4.14) er generelt en smule højere sammenlignet med Dybde 1 (fig. 4.13). I Dybde 2 ses de højeste værdier ligeledes på den centrale/sydlige del af marken. Variationen mellem målingerne er mindre sammenlignet med Dybde 1.

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 4.12. Log-log-relationen mellem luftpermeabilitet (k_a) målt ved aktuelt vandindhold og mættet hydraulisk ledningsevne (K_s) for Ap-horisonten (Dybde 1) i forbindelse med markvariationsundersøgelserne ved Ulsted.



Figur 4.13. Mættet hydraulisk ledningsevne (cm/d) for Dybde 1 (Ap-horisonten) for markvariationsundersøgelserne ved Ulsted (logtransformerede værdier). Farvede bobler angiver positive logaritmiske værdier, hvide bobler angiver negative logaritmiske værdier.



Figur 4.14. Mættet hydraulisk ledningsevne (cm/d) i Dybde 2 (B-horisonten) for markvariationsundersøgelserne ved Ulsted.

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 samt substrat induceret respiration (SIR). Der er talt bakterier på 1/300 TSA og Goulds S1. Generel mikrobiel aktivitet er bestemt i form af hydrolyse af flourescein diacetat (FDA) samt specifik mikrobiel aktivitet i form af arylsulfatase aktivitet (ASA), samt bestemmelse af funktionel diversitet (Biolog).

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 variations koefficienterne ($CV = (SD/Gns)^*100$) for analyserne er vist i tabel 4.2.

1 7 4	· ·	· /		
Analyse	Antal gentagelser	Variations koefficient (CV)		
Analyse	Antal gentageisei	Range	Gens.	
Basal in situ respiration*	1*	-	37.0	
Substrat induceret respiration	3	1 - 60	12.4	
Arylsulfatase aktivitet	4	0.5 - 20	6.5	
Flourescein diacetat hydrolyse	3	1 - 45	16.5	
Funktionel diversitet				
- Richness	3	0 - 13	2.6	
- Diversitets indeks	3	0.1 - 5.2	0.8	

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

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

Målingerne er foretaget i 51 punkter, dvs. med 51 gentagelser, og simple statistiske parametre for de enkelte analyser er vist i tabel 4.3.

Analysa	Dybde 1				
Analyse	Min	Max	Gns	Std	CV
Basal in situ respiration	0.02	0.31	0.10	0.06	61.6
Substrat induceret respiration	2.6 9.7 5.1 1.5 29.1				29.1
Arylsulfatase aktivitet	8.3 38.4 17.1 7.3				42.7
Flourescein diacetat hydrolyse	scein diacetat hydrolyse 15.9 58.4 35.5 9.3				26.2
Funktionel diversitet					
- Richness	24.3	31.0	29.5	1.1	3.8
- Diversitets indeks	2.6	3.3	3.1	0.1	3.5
	Dybde 2				
Substrat induceret respiration	~0	0.9	~0.1	~0.2	~112
Arylsulfatase aktivitet~01.5~0.3~0.3		~98			

Tabel 4.3. Variation i marken (vedr. enheder se appendix 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. Det skal dog bemærkes, at den rumlige variation for parametrene med relation til funktionel diversitet er meget lille. Endvidere bemærkes, at variationen i dybde 2 er væsentlig større end i dybde 1. Dette hænger sammen med, at der i dybden generelt er målt meget lav aktivitet, i mange tilfælde var aktiviteten 0, hvorved få prøver med lidt højere aktivitet bidrager til en stor variation.

4.5.3 Markvariation

Der er altså tale om en betydelig markvariation med variationskoefficienter på op til 62% for dybde 1 og mere end 100% for dybde 2 (tabel 4.3). For at få et indtryk af hvorledes variationen fordeler sig over marken, er der i fig. 4.15 til 4.22 vist den relative fordeling af de målte mikrobiologiske parametre hen over marken efterfulgt af absolutte værdier i de 51 målepunkter (appendiks 3). På grund af den ringe markvariation i data vedr. funtionel diversitet (substratudnyttelse og diversitetsindeks) er disse dog ikke medtaget i tabellerne. 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 (fig. 4.24).



Figur 4.15. Relative værdier af basal in situ respiration (IRGA) fra dybde 1 Ulsted.



Figur 4.16. Relative værdier af substrat induceret respiration (SIR) fra dybde 1 Ulsted.



Figur 4.17. Relative værdier af dyrkbare bakterier på 1/300 TSA fra dybde 1 Ulsted. Boblernes areal angiver værdi.



Fig. 4.18. Relative værdier af dyrkbare bakterier på 1/300 TSA fra dybde 2 Ulsted. Boblernes areal angiver værdi.



Figur 4.19. Relative værdier af dyrkbare *Pseudomonas* sp. på Goulds S1. Dybde 1 øverst og dybde 2 nederst. Boblernes areal angiver værdierne.



Fig. 4.20. Relative værdier af arylsulfatase aktivitet (ASA) fra dybde 1 Ulsted.



Fig. 4.21. Relative værdier af fluorescein diacetat hydrolyse (FDA) fra dybde 1 Ulsted.



Figur 4.22. Relative værdier vedr. funtionel diversitet fra dybde 1 Ulsted. Til venstre substratudnyttelse (Richness) og til højre Shannon-Weaver diversitets-indeks.



Figur 4.23. Relative værdier af arylsulfatase aktivitet (til ventre) og substrat induceret respiration i dybde 2 Ulsted. Diagrammerne er vejledende, da de målte værdier ligger på niveau med metodernes detektionsgrænser.



Figur 4.24. Relative værdier af acetat mineralisering fra dybde 1(til venstre) og 2 Ulsted.

4.5.4 Resultater af enkeltanalyser

Resultater af enkeltanalyser fra de 51 punkter i Ulsted 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 Ulsted, med variationskoefficienter op til 60% for dybde 1 og over 100% for dybde 2. Dybde 2 er ligesom det blev fundet i det "fulde profil" kendetegnet af væsentlig lavere mikrobiel aktivitet end dybde 1, og enkelte målepunkter med højre aktivitet - "hot spots" - bidrager til en stor variation. Generelt synes marken i Ulsted at være karakteriseret af områder i den nordlige og nordvestre del med "høj" mikrobiel biomasse og aktivitet, og områder i den centrale og sydlige del med lavere mikrobiel biomasse og aktivitet.

4.6 Pesticidspecifikke parametre

4.6.1 Mineralisering

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

I 51 punkter er der undersøgt mineralisering af stofferne MCPA, triazinamin, glyphosat, samt metribuzin. De enkelte mineraliseringsforløb er fulgt i 64 dage (appendiks 4), og den akkumulerede mineralisering er angivet som funktion af tiden. Nedenstående boblediagrammer (fig. 4.25 til 4.30) viser den akkumulerede mineralisering ved dag 64 for de undersøgte stoffer.



Figur 4.25. Mineralisering af MCPA i overjord ved Ulsted.



Figur 4.26. Mineralisering af MCPA i dybde 2 ved Ulsted.

Det ses af den akkumulerede mineralisering af MCPA i jorden dybde 1, at der i alle punkter er sket en betydelig mineralisering (fig. 4.25). I dybde 2 er der en betydelig variation, hvor nogle prøver praktisk talt ikke giver mineralisering af stoffet, mens andre prøver giver en meget høj mineralisering ved dag 64 (fig. 4.26).

I overjorden ligner næsten alle mineraliseringsforløb hinanden, hvor der efter få dage er en stærkt stigende mineraliseringsrate. I modsætning til dette, er der meget forskel på hvornår mineraliseringen sker i underjordene. Nogle prøver ligner overjorden mens andre prøver uagtet de har nået et højt mineralisringsniveau ved dag 64 ikke er nået højere end nogle få procent ved dag 21.



Figur 4.27. Mineralisering af triazinamin i overjord fra Ulsted.



Figur 4.28. Mineralisering af triazinamin i dybde 2 jord fra Ulsted.

Der er en betydelig variation i mineraliseringen af triazinamin i underjorden (fig. 4.28), mens prøverne fra overjorden er mere ensartet (fig. 4.27). Mineralisering af triazinamin er meget lav i både overjord og i dybde 2. I overjorden mineraliseres i gennemsnit 2,5% af det tilsatte triazinamin på 9 uger, mens der i underjorden kun mineraliseres 0,5% i det samme tidsrum. Mineraliseringsforløbet er i alle tilfælde nærmest en ret linie.



Figur 4.29. Mineralisering af glyphosat i overjord fra Ulsted

Mineraliseringen af glyphosat er meget variabel i overjorden (fig. 4.29). Den samlede mineralisering er højest 5,1% med en spredning på 3,2%. Højeste værdi er 12,8% og laveste er 0,8%. Mineraliseringsforløbet for glyphosat er tæt på en ret linie.



Figur 4.30. Mineralisering af metribuzin i overjord fra Ulsted.

Mineraliseringen af metribuzin i overjorden er meget lav (fig. 4.30) i løbet af 9 uger omsættes kun 0,5% fuldkommen. Metribuzinmineraliseringen varierer mellem 0,7 og 0,3% mineraliseret med 0,5% mineraliseret som gennemsnit med en spredning på 0,1%.

Der er forskel på, hvordan de enkelte stoffer mineraliseres. Dette følger i det store og hele det billede vi fik under fuld profil prøverne (kapitel 3). I overjorden ses generelt en mindre variation end i underjorden. For stofferne metribuzin, triazinamin og MCPA er der meget lav variation i overjorden, mens der for stoffet Glyphosat er en høj variation i overjordsprøven. I det aktuelle datasæt er der ikke analyseret for mineralisering af glyphosat og metribuzin i underjordene. For de to stoffer, der er undersøgt i underjordene, ses der specielt stor variation for MCPA (fig. 4.26), hvor der i nogle tilfælde er tale om en fuld omsætning og i andre tilfælde ingen omsætning. Der er også en stor variation for triazinaminomsætningen i underjorden (fig. 4.28.), men i dette tilfælde er den samlede mineralisering under 1%. I forbin-

delse 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 akumuleret 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.

4.6.2 Sorption af pesticider

Carsten Suhr Jacobsen (GEUS) og Ulla Catrine Brinch (GEUS)

Sorptionen af pesticiderne glyphosat, metribuzin, triazinamin og MCPA er bestemt i de 51 punkter i over- og underjord. Nedenstående boblediagrammer (fig. 4.31 til 4.38) viser sorptionen for de undersøgte stoffer.



Figur 4.31. Sorption af glyphosat til overjord fra Ulsted.

Der er en betydelig variation i sorptionen af glyphosat (fig. 4.31). Glyphosat har en meget høj Kd-værdi i alle tilfælde. Selv den laveste observerede Kd-værdi er meget høj sammenlignet med andre stoffer.



Figur 4.32. Sorption af metribuzin i overjord fra Ulsted.

Metribuzin bindes i gennemsnit med Kd-værdi på 0,8 med en variation på 0,4, og en min på 0,3 og en max på 2,3. Der er tale om en stor variation (fig. 4.32), som kan have betydning for udvaskningen, da en Kd-værdi på 0,3 er lav.



Figur 4.33. Sorption af triazinamin til overjord fra Ulsted.

Triazinamin har en Kd-værdi på 1,1 med en spredning på 0,5. Sorptionen af triazinamin varierer meget (fig. 4.33).



Figur 4.34. Sorption af MCPA til overjord fra Ulsted.

MCPA sorption til overjorden er generelt lav og varierer meget (fig. 4.34).



Figur 4.35. Sorption af glyphosat til underjord fra Ulsted.



Figur 4.36. Sorption af metribuzin i underjord fra Ulsted.



Figur 4.37. Sorption af MCPA til underjord fra Ulsted.



Figur 4.38. Sorption af triazinamin i underjord fra Ulsted.

4.6.3 Sammenfatning

Sorptionen for de fire stoffer til prøverne fra overjorden varierer alle meget på markskala. For de tre stoffer MCPA, metribuzin og triazinamin er variationen stor og ligger omkring 1 men med værdier helt ned til 0,3. Glyphosatsorption varierer også meget, men i tilfældet glyphosat, ser vi i alle de undersøgte punkter en meget høj sorption.

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.

5. Resultater af profillinieundersøgelser

I nærværende kapitel præsenteres resultaterne af de undersøgelser, som knytter sig til profillinien. Profillinien består af fire boringer, der i forlængelse af fuldt undersøgelsesprogram profilet på Ulsted lokaliteten danner en linie gennem den del af Yoldiafladen, der ligger syd for Ulsted (fig. 2.2). I hver af de fire boringer, der indgår i profillinien, er tekstur, hydrauliske, mikrobielle og stofspecifikke parametre blevet bestemt i 3-4 dybder, og der er udført geokemiske og geologiske profilbeskrivelser. Undersøgelserne og profilliniebeskrivelserne benævnes *reduceret undersøgelsesprogram* og er mindre detaljerede end i "fuldt undersøgelsesprogram", idet færre parametre bestemmes (se KUPA rapport 2, Metoderapport (2002)). Langs dele af profillinien er der endvidere lavet geofysiske undersøgelser i form af EM38- og georadarundersøgelser.

5.1 Geofysik

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

5.1.1 EM38

Mogens H. Greve (DJF)

EM38transekten er dannet ved at klippe EM38-målinger ud langs profillinen fra en stor markkortlægning som er gennemfør i andet projekt. Denne kortlægning er udført ved at sensoren, monteret på en kunststofslæde, trækkes over marken vha. en firehjulet motorcykel. På markerne køres i parallelle linier med maksimalt 20 meters afstand. I videst mulig omfang benyttes eksisterende kørespor. Afhængig af afstanden mellem sporene og målefrekvensen registreres der 60 – 200 målinger ha⁻¹.

Transekten er ca. 2200 meter lang og går fra Vadsholt i nord til Ulsted by i syd, igennem en svagt bølgende yoldiaflade. Resultater fra EM38-undersøgelsen af transekten er vist på fig. 5.1 og 5.2. EM38-målinger afspejler landskabets bølgede karakter idet de lavest liggende områder har højere humus indhold og derved højere EM38-målinger. Dette giver sig udtryk i en, for Yoldialandskabet, relativ lille range og stor variance. (se tabel 4.1.)



Figur 5.1. Ulsted – transekt og profillinie-boringer (grønne punkter). Elektromagnetiske sensormålinger med EM38. Skalaen er i millisiemens per meter.



Figur 5.2. Variogram af EM38-målingerne fra Ulsted transekten. Punkterne er det eksperimentelle semivariance. Den røde linie er den bedst fittede spheriske model med følgende parametre: Range = 190 m, sill = 15,1 og nugget= 1,2.

5.1.2 Georadar

Ingelise Møller (GEUS)

Der er målt med georadarsystemet med antenner med centerfrekvens på 200 MHz langs profillinien fra variabilitetsmarken i nord til Ulstedlundboringen (fig. 2.2) i syd (fig. 5.3.). Georadarlinierne blev placeret så de skar boringerne, hvis det var muligt. Da målingerne er foretaget i juni måned var det nødvendigt at tage hensyn til afgrøderne på markerne. Beskrivelse af georadarmetoden kan findes i KUPA rapport nr. 1 (Møller, 2001) og beskrivelse af måleprocedure og optageparametre findes i KUPA rapport nr. 2, Metoderapport (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 boringer.

Georadarprofil fra den nordligste del af profillinien, som også er en del af variabilitesmarken, er vist i kapitel 4, fig. 4.3. Langs store dele af profillinien ses bølgeformede og hældende refleksioner svarende til dem på variabilitetsmarken (fig. 4.3 og 4.4), der tolkes som bankestrukturer. Enkelte steder afløses bankestrukturerne af subhorisontale lag. Generelt er penetrationen god, hvilket vil sige 150-250 ns. Der er dog flere områder langs profilet med dårlig penetration (ca. 50 ns). De fleste steder sker skiftet i penetration meget brat, og det sker på flanken af en banke, hvilket indikerer, at de sedimenter, som fylder lavningerne ud mellem bankerne, er mere lerede eller siltede.

I det følgende sammenstilles georadarlinier og boringer. Georadarlinie P02 (fig. 5.4a). som er målt ca. 30 m nord for Vadsholt boringen (fig. 2.2) har generelt en dårlig penetration på under 50 ns, hvilket kan korreleres med Vadsholt boringen (fig. 5.9), hvor de øverste ca. 2,5 m i boringen er tolket som senglacialt saltvandsler. Det øst-vest-orienterede georadarlinie P14 (fig. 5.4b) har en penetration omkring 100-150 ns og markante bankestrukturer i området omkring Nygårdboringen (fig. 2.2 og 5.10), som består af fint sand til 2,7 m, et siltlag på 1 m og herunder igen fint sand. Sand- og siltaflejringerne er tolket som senglaciale marine aflejringer. Vejgårdboringen (fig. 2.2 og 5.11), som består udelukkende af fint sand, skæres af georadarlinie P07 (fig. 5.4c), der også har den bedste penetration på ca. 200 ns. På den nord-syd-orienterede georadarlinie ses hovedsagelig subhorisontale refleksioner. Længst mod syd ved Ulstedlundboringen (fig. 2.2 og 5.12), som er boret gennem fint sand, hvor af den øverste meter dog er mere grovkornet, er georadarprofil P13 (fig. 5.4d) målt i en nordvestlig-sydøstlig retning langs vejen fra Ulsted mod Hou. Georadarprofilets penetration stiger fra 50 ns i nordvest til 100-150 ns i sydøst. Denne forøgelse i penetration bliver tilsyneladende styret af et lag med en tilsyneladende sydøstlig hældning. Over dette lag ses subhorisontale refleksioner.



Figur 5.3.: Placering af georadarlinier langs Ulsted Profillinie. Profillinieboringerne er afsat.



Figur 5.4.: Georadarprofiler ved boringerne langs Ulsted Profillinie. a) Georadarprofil P02 med Vadsholt boringen projekteret ind på linien. Vadsholt boringen ligger 30 m syd for georadarlinien. b) Georadarprofil P14 med Nygård boringen afsat. Georadarlinien krydser borestedet. c) Georadarprofil P07 med Vejgård boringen afsat. d) Georadarprofil P13 med Ulstedlund boringen projekteret ind på linien. Ulstedlund boringen ligger ca. 20 m sydvest for linien. Georadarprofilerne er tid-dybde konverteret med en bølgeudbredelseshastighed på 0,06 m/ns. For boringerne betegner ys: senglacialt marint sand, yi: senglacialt marint silt, yl: senglacialt marint ler og s: sand, som antageligt er glacialt nedskyldssand. Grundvandsspejlet på boretidspunktet er markeret med en trekant.

5.2 Pedologi

Søren Torp (DJF)

Nord for Ulsted by er de fire profillinie-boringer (jordbundsprofiler) gravet og beskrevet den 19/3 2002 (se fig. 5.1). Profilerne er benævnt Vadsholt (53), Nygård (54), Vejgård (55) og Ulstedlund (56) efter nærmeste lokale stednavn. Jordbundsprofilernes morfologi findes i en feltbeskrivelse i tabel 5.1-5.4. Analyseresultater fra jordbundshorisonterne findes sammen med resultaterne fra boringerne til større dybde i skemaer i kapitel 5.4.

5.2.1 Jordbundsudvikling i profilliniepunkterne

Jordbundsudviklingen er beskrevet samlet i dette afsnit for alle fire profilliniepunkter. I profilliniepunkt Vadsholt findes en svagt udviklet podsol (tabel 5.1 og fig. 5.5). Jordbundsprocesserne har primært været forbruning, der naturligt er gået over i en begyndende podsolering. Udviklingsdybden for B-horisonten er lav set i forhold til de 3 andre profiler i profillinien. Jorden er moderat veldrænet, hvilket ses på pseudogleystriberne i C(g)-horisonten der starter i 54 cm dybde.

Profilet ved Nygård har under pløjelaget (tabel 5.2 og fig. 5.6) en forbrunet svagt podsoleret B-horisont. Der var højt grundvandspejl på lokaliteteten ved 80-90 cm. Horisonterne over grundvandsspejlet bar intet præg af vandpåvirkning og jorden må siges at være veldrænet til 80 cm.

En tyk epipedon præger profilet ved Vejgård (tabel 5.3 og fig. 5.7). Dette ekstra tykke pløjelag er op til 50 cm tykt og viser, at der har været pålejring af materiale på stedet. Dette skyldtes sandsynligt vind på lejret sand eller materialeflytning ved jordbearbejdning.

C-horisonten er præget af temporær vandstuvning, hvilket ses på pseudogleyudviklingen. Det kan ikke afgøres om pseudogleyen er et relikt fra før området blev drænet, eller om det skyldtes enkelte stadigt forekommende store regnepisoder.

Profilet ved Ulstedlund (tabel 5.4 og fig. 5.8) udviser samme pedologiske udvikling som de tre andre lokaliteter. Den eneste afvigelse er, at de få jernnoduler, der findes på dette sted, er hårde og knyttet til et stenlag. De jernnoduler, der ellers er observeret i de andre profiler, er bløde. Det antages dog, at jernnodulernes dannelse nærmere er knyttet til ren vand-transport end til de overfladenære podsolerende processer.

Generelt gælder, at de omvendte pH-profiler og de forholdvis høje pH tal skyldes jordbrugskalkning, der giver værdier på 5,4 – 6,3 i pløjelaget og er faldende ned efter. Det ses også på sammensætningen af ombyttelige baser, hvor Ca^{2+} dominerer. Set udfra basesammensætningen har jordene helt mistet deres oprindelige marine præg, idet natriumindholdet kun udgør en ringe andel i dag. Det er generelt, at B-horisonterne ikke opfylder kravet til spodiske horisonter ½Al (ox.) + Fe (ox.) > 0,5 fra Soil Taxonomy (1999). Der er dog spodiske træk ved B-horisonterne, som ses ved forhøjede indhold af Fe og Al. Forskellene i dybde til maksimumværdierne skyldes forskellene i jerns og aluminiums mobilitet. Enkelte ler-rige horisonter udviser høje Fe- og Al-værdier (f.eks. IIC(g) Vadsholt).

Jordbundsudviklingen i de fire profilliniepunkter er i store træk identisk. Der er udviklet en forbrunet B-horisont i jordbunden og en ung podsolering er begyndt. Denne proces er sandsynligt bremset eller stoppet pga. landbrugsdriftens indflydelse.

Tabel 5.1. Feltbeskrivelse, klassifikation og lokalitetsoplysninger for jordbundsprofil for lokalitetsnr. 53 ved Vadsholt, Ulsted (DJF profil nr. 3174 og DGU arkivnr. 27.889)

Vadsholt, lokalitetsnr. 53 – DJF profil nr. 3174			
Dansk jordklassi-	Typipodzol	USDA jordklassifi-	Humic Psammentic
fikation		kation	Durudept
Udgangsmateriale	Senglacial marint sand	Profil dybde	80cm
UTM	32 577534 6327961	Dræningsklasse	Moderat veldrænet
			jord
Landskabsform	Yoldiaflade	Grundvandsdybde	-
Kort blad	1317 II SØ	Vegetation	Hvede
Kote	8 m	Max. rod dybde	> 80 cm
Topografi	Fladt	Beskriver	Søren Torp
Hældning	0-1°	Dato	19.3.2002
Bemærkninger	Ved overgangen mellem horisont 2 og 3 sås et højere stenindhold,		
	sandsynligvis en tidligere erosiv overflade.		
	Der var veludviklede rødder i hele profilet.		

Profilbeskrivelse



Ap (0-33 cm)

Meget mørk grålig brun (10YR 3/2 fugtig) siltet finsand; humusholdig, 1 - 7 %; jordbrugskalket overvejende pulver; meget svag fin subangulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; mindre end 5 vol % små sten af overvejende afrundet form og blandede typer uden kalk; meget hyppige fine rødder; abrupt jævn horisontgrænse.

Bs (33-54 cm)

Gullig brun (10YR 5/4 fugtig) siltet finsand; humusfattig; meget svag medium subangulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; mindre end 5 vol % små, 2,0 - 7,5 cm store sten af overvejende afrundet form og blandede typer uden kalk; mindre end 5 vol % noduler med en diameter mindre end 1 cm, bløde, afrundede, Fe-oxider & hydroxider (røde); hyppige fine rødder; 1 - 10 / dm2 som orme- og rodgange; klar bølget horisontgrænse

C(g) (54-80 cm)

Gullig brunt (10YR 5/4 fugtig) ler; grålige gleyslirer på brun bund; humusfattig; stærk meget grov angulær struktur; fugtig meget klæbrig konsistens; mindre end 5 vol % små, 2,0 - 7,5 cm store sten af overvejende afrundet form og blandede typer uden kalk; hyppige fine rødder; 1 - 10 / dm2porer som orme- og rodgange; plettet af tynde lermineraler (+ sesquioxider) på aggregatoverflader.



Figur 5.5. Profilskitse for Vadsholt, lokalitetsnr. 53. Firkanterne markerer udtagningsstederne af 100 cm³ retentionsringe i.f.m. hydrauliske målinger (kap. 5.5).

Tabel 5.2. Feltbeskrivelse, klassifikation og lokalitetsoplysninger for jordbundsprofil for lokalitetsnr. 54 ved Nygård, Ulsted (DJF profil nr. 3175 og DGU arkivnr. 27.889)

Nygård, lokalitetsnr. 54 – DJF profil nr. 3175				
Dansk jordklassi-	Typipodzol	USDA jordklassifi-	Humic Psammentic	
fikation		kation	Durudept	
Udgangsmateriale	Senglacial marint sand	Profil dybde	90 cm	
UTM	32 577127 6327335	Dræningsklasse	Dårlig drænet jord	
Landskabsform	Yoldiaflade	Grundvandsdybde	80	
Kort blad	1317 II SØ	Vegetation	Kulturgræs	
Kote	8 m	Max. rod dybde	75 cm	
Topografi	Fladt	Beskriver	Søren Torp	
Hældning	0-1°	Dato	19.3.2002	
Bemærkninger	B-horisonten er fuldstændigt gennemgravet af muldvarpe. Enkelte re- ster af Bh-tørvelag lige under pløjelaget.			

Profilbeskrivelse



Ap (0-25 cm)

Meget mørk brun (10YR 3/2 f) siltet finsand; humusholdig, 1 - 7 %; meget svag fin granulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; mindre end 5 vol % uforvitrede; små, 2,0 - 7,5 cm store sten af overvejende afrundet form og blandede typer uden kalk; nogle fine rødder; porer, 1 - 10 / dm2 som orme- og rodgange; abrupt jævn horisontgrænse.

Bvs (25-50 cm)

Mørk grålig brun (10YR 4/2 fugtig) siltet finsand; gullig brun (der er horisontindblanding af farven10YR 5/6); humusholdig, 1 - 7 %; strukturløs; fugtig, ikke klæbrig konsistens; få fine rødder; porer, $1 - 10 / dm^2$ som orme- og rodgange; gradvis bølget horisontgrænse.

Bs (50-70 cm)

Mørk gullig brun (10YR 4/6 fugtig) siltet finsand; få, mindre end 2 % mørk rødlig brun (5YR 3/4 fugtig), mellemstore, 5 - 15 mm pletter, brogede med en klar grænse, mindre end 2 mm og tydelig kontrast; humusfattig; strukturløs; fugtig ikke klæbrig konsistens; meget få fine rødder; diffus jævn horisontgrænse.

C (70-90 cm)

Bleg brun (10YR 6/3 våd) siltet finsand; en del, 2-20 % brune (10YR 5/3 våd), store pletter, større end 15 mm, vandret stribede med en diffus, større end 2 mm grænse og tydelig kontrast; stribet gleypræg; humusfattig; våd ikke klæbrig konsistens; mindre end 5 vol %, uforvitrede, små, 2,0 - 7,5 cm store sten af overvejende afrundet form og blandede typer uden kalk; mindre end 5 vol % noduler med en diameter mindre end 1 cm, bløde, irregulære, Fe-oxider & hydroxider (røde) + Fe- og Mnoxider.



Figur 5.6. Profilskitse for Nygård, lokalitetsnr. 54. Firkanterne markerer udtagningsstederne af 100 cm³ retentionsringe i.f.m. hydrauliske målinger (kap. 5.5).

Tabel 5.3. Feltbeskrivelse, klassifikation og lokalitetsoplysninger for jordbundsprofil for lokalitetsnr. 55 ved Vejgård, Ulsted (DJF profil nr. 3176 og DGU arkivnr. 27.891)

······································			
Vejgård, lokalitetsnr. 55 – DJF profil nr. 3176			
Dansk jordklassi-	Brunpodzol	USDA jordklassifi-	Humic, Psammentic
fikation		kation	Durudept
Udgangsmateriale	Senglacial marint sand	Profil dybde	110 cm
UTM	32 577089 6326911	Dræningsklasse	Moderat veldrænet
			jord
Landskabsform	Yoldiaflade	Grundvandsdybde	100 cm
Kort blad	1317 II SØ	Vegetation	-
Kote	8 m	Max. rod dybde	-
Topografi	Fladt	Beskriver	Søren Torp
Hældning	1-2°	Dato	19.3.2002
Bemærkninger	Lokaliteten ligger på en brandplet (humusfattig plet). Der er sandsynlig-		
	vis pålejret materiale ved sandflugt i nyere tid.		
	Bv-horisonten er broget pga. utallige gamle muldvarpegange.		

Profilbeskrivelse



Ap (0-36 cm)

Meget mørk grålig brun (10YR 3/2 fugtig) siltet finsand; humusholdig, 1 - 7 %; svag medium subangulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; mindre end 5 vol % uforvitrede; små, 2,0 - 7,5 cm store sten af blandet form og blandede typer uden kalk; hyppige fine rødder; porer, 1 - 10 / dm2 som orme- og rodgange; abrupt jævn horisontgrænse.

Ap2 (36-46 cm)

Meget mørk grå (10YR 3/1 fugtig) siltet finsand; humusholdig, 1 - 7 %; ; meget svag fin subangulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; mindre end 5 vol % uforvitrede; små, 2,0 - 7,5 cm store sten af blanding form og blandede uden kalk; mindre end 5 vol % noduler med en diameter mindre end 1 cm, bløde + hårde, afrundede, Fe-oxider & hydroxider (røde); nogle fine, mellemstore og store rødder; porer, 1 – 10 / dm2 som orme- og rodgange; gradvis jævn horisontgrænse.

Bv (46-67 cm)

Mørk brun (7,5YR 3/2 fugtig) siltet finsand; humusholdig, 1 - 7 %; meget svag medium subangulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; mindre end 5 vol % uforvitrede; små, 2,0 - 7,5 cm store sten af blandet form og blandede typer uden kalk; mindre end 5 vol % noduler med en diameter mindre end 1 cm, bløde + hårde, afrundede, Fe-oxider & hydroxider (røde); nogle fine, mellemstore og store rødder; porer, 1 – 10 / dm2 som orme- og rodgange; diffus irregulær horisontgrænse.

C(g) (67-100 cm)

Gullig brunt (10YR 5/6 f) siltet finsand; mange, mere end 20 % gullig røde (5YR 4/6 fugtig), pletter, store, større end 15 mm, lodret stribede med en diffus, større end 2 mm grænse og en fremtrædende kontrast; desuden findes sekundære farvepletter af farven lys gullig brun (10YR 6/4 f); grålige gleyslirer på brun bund; humusfattig; meget svag grov angulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; mindre end 5 vol % noduler med en diameter mindre end 1 cm, bløde, afrundede, Fe- og Mn-oxider & hydroxider (sorte).



Figur 5.7. Profilskitse for Vejgård, lokalitetsnr. 55. Firkanterne markerer udtagningsstederne af 100 cm3 retentionsringe i.f.m. hydrauliske målinger (kap. 5.5). **Tabel 5.4.** Feltbeskrivelse, klassifikation og lokalitetsoplysninger for jordbundsprofil for lokalitetsnr. 56 ved Ulstedlund, Ulsted (DJF profil nr. 3177 og DGU arkivnr. 27.892).

Ulstedlund, lokalitetsnr. 56 – DJF profil nr. 3177			
Dansk jordklassi-	Brunpodzol	USDA jordklassifi-	Humic Psammentic
fikation		kation	Durudept
Udgangsmateriale	Senglacial marint sand	Profil dybde	125 cm
UTM	32 576637 6326135	Dræningsklasse	Meget veldrænet jord
Landskabsform	Flade	Grundvandsdybde	-
Kort blad	1317 II SØ	Vegetation	Majs
Kote	9 m	Max. rod dybde	-
Topografi	Fladt	Beskriver	Søren Torp
Hældning	2-3°	Dato	19.3.2002
Bemærkninger	Jernnoduler findes samlet i en ca. 5 cm tyk horisont i 55 cms dybde og i		
	et stenlag i 70-76 cms dybde. Stenlaget bestod af afrundede sten 1-7 cm i diameter.		

Profilbeskrivelse



Ap (0-35 cm)

Meget mørk grålig brun (10YR 3/2 fugtig) siltet finsand; humusholdig, 1 - 7 %; jordbrugskalket overvejende pulver; meget fin krummestruktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; mindre end 5 vol % uforvitrede; mellem, 7,5 - 25 cm store sten af overvejende afrundet form og blandede typer uden kalk; nogle mellemstore rødder; porer, 1 - 10 / dm2 som orme- og rodgange; abrupt jævn horisontgrænse.

Bvs (35-77 cm)

Mørk gullig brun (10YR 3/4 fugtig) siltet finsand; en del, 2-20 % mørk gullig brune (10YR 3/6 fugtig), pletter, store, større end 15 mm, brogede med en diffus, større end 2 mm grænse og tydelig kontrast; desuden findes sekundære farvepletter af farven gullig brun (10YR 5/6 fugtig); humusfattig; ikke kalkholdig ; meget svag medium subangulær struktur; fugtig svagt klæbrig konsistens; mindre end 5 vol % uforvitrede; mellem, 7,5 - 25 cm store sten af overvejende afrundet form og blandede typer uden kalk; mindre end 5 vol % noduler med en diameter større end 1 cm, hårde, irregulære, Fe-oxider & hydroxider (røde); nogle fine rødder; porer, 1 - 10 / dm2 som ormeog rodgange; abrupt jævn horisontgrænse.

C (77-125 cm)

Meget bleg brun (10YR 7/4 fugtig) siltet finsand; humusfattig; strukturløs; fugtig svagt klæbrig konsistens; mindre end 5 vol % noduler med en diameter større end 1 cm, hårde, irregulære, Fe-oxider & hydroxider (røde).



Figur 5.8. Profilskitse for Ulstedlund, lokalitetsnr. 56. Firkanterne markerer udtagningsstederne af 100 cm³ retentionsringe i.f.m. hydrauliske målinger (kap. 5.5).

5.3 Geologi

Henrik Vosgerau (GEUS) og Vibeke Ernstsen (GEUS)

Geolgien i boringerne, som indgår i profillinien, er beskrevet og tolket i fig. 5.9-5.12. Boringerne er udført til en dybde af 4 m u.t. bortset fra Vadsholtboringen, fig. 5.9, der strækker sig ned til 5 m u.t. Boringerne viser, at sedimenterne domineres af siltet finkornet sand. I Vadsholtboringen er der dog gennemboret 2,5 m ler, ligesom der forekommer et ca. 1 m tykt siltlag i Nygårdboringen (fig. 5.10). I Ulstedlundboringen forekommer der umiddelbart under muldlaget endvidere et 0,75 m tykt, mellemkornet sandlag, der er siltet og svagt gruset. Sedimenterne i boringerne er kalkfrie bortset fra i den lerholdige Vadsholtboring, hvor sedimenterne er kalkholdige fra 2 m u.t., fig. 5.9. Dybden til grundvandsspejlet varierer mellem de fire boringer fra ca. 1-2,2 m u.t.

Sedimenternes fine kornstørrelse vidner om et roligt aflejringsmiljø i det Senglaciale marine hav, som de tolkes til at være aflejret i. Det mere grovkornede sandlag, der ses øverst i Ulstedlundboringen, tolkes til at være glacigent nedskylssand stammende fra den topografisk højereliggende forekomst af glacigent smeltevandssand, der findes umiddelbart syd for boringen, fig. 2.2.



meter u.t.

0 - 0,5 terrigen - postglacial 0,5 - 5 marin - senglacial

Figur 5.9. Geologiske forhold ved lokalitetsnr. 53 ved Vadsholt, Ulsted (DJF profil nr. 3174 og DGU arkivnr. 27.889)


Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 27. 890

Borested : Nygård, R KUPA, Bo	ørholtvej 18, Ulsted or. 54, Nygård			Kommune : Hals Amt : Nord	i Jjylland	
Boringsdato : 20/3 20	002	Boringsdybde : 4 m	eter	Terrænkote : 10,87 meter o. DNN		
Brøndborer : Carl Brø MOB-nr : BB-journr : BB-bornr : Ulsted	o A/S			Prøver - modtaget : 29 - beskrevet : 4/ - antal gemt : 0	/4 2002 antal : 6 6 2002 af : AGR	
Formål : Unders Anvendelse : Sløjfet Boremetode : Snegle	søg./videnskab /opgivet bor eboring	Kortblad : 1317III UTM-zone : 32 UTM-koord. : 577123	SØ 7, 6327334	Datum Koordinatkilde Koordinatmetod	: ED50 : GEUS e : KMS digitale kort	
Indtag 1 (seneste)	Ro-vandstand 1,07 meter u.t.	Pejledato 20/3 2002	Ydelse	Sænkning	Pumpetid	
4	-∞203 meter → ys ys 1,2 s 1,4 s 2,7 s 3 siL 3,8 s	u.t. ND, mest fint, stærk siltet, AND, mest fint, stærk silte m. AND, mest fint, siltet. (san AND, mest fint, stærk silte ved 2 m. ILT, sandet, lys gulbrun, k feltbeskrivelse: indslag af T, svagt leret, lys olivenbr AND, mest fint, stærk silte saltvandssand). Prøve ud	muld-holdig, mærk gra t, gulbrun, kalkfri. (se d). Note: feltbeskrive t, lys gulbrun, kalkfri. alkfri. (senglacial sal grå farver. un, kalkfri. (senglaci t, få klumper af ler, ly taget ved 4 m.	åbrun, kalkfri. (sand). Prøv englacial saltvandssand). else: farverne grå og brun (senglacial saltvandssan Itvandssilt). Prøve udtaget al saltvandssilt). Prøve ud ys olivenbrun, kalkfri. (sen	Klimastratigrafi Dannelsesmiljø e udtaget ved ,25 m Prøve udtaget ved 1 r d). Prøve udtaget ved 3 m. Note: aget ved 3,4 m. glacial	

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

meter u.t.

- 0 0,3 terrigen postglacial 0,3 1,2 marin senglacial 1,2 1,4 mangler 1,4 4 marin senglacial

Figur 5.10. Geologiske forhold ved lokalitetsnr. 54 ved Nygård, Ulsted (DJF profil nr. 3175 og DGU arkivnr. 27.890)

	Danmarks og Grønlands Geolo	giske Undersøgelse		Udsk	revet 29/8 2002 Side 1		
GEUS		BORER	APPORT	DGU arl	DGU arkivnr : 27. 891		
Borested :	Krabbesbrovej, Ulsted			Kommune : Hals Amt : Nordjy	/lland		
Boringsda	to : 20/3 2002	Boringsdybde : 4 m	eter	Terrænkote : 10,3	Terrænkote : 10,33 meter o. DNN		
Brøndbore MOB-nr BB-journr BB-bornr	er : Carl Bro A/S : : : Ulsted III			Prøver - modtaget : 29/4 - beskrevet : 7/6 - antal gemt : 0	2002 antal : 5 2002 af : AGR		
Formål Anvendels Boremeto	: Undersøg./videnskab se : Sløjfet/opgivet bor de : Snegleboring	Kortblad : 1317III UTM-zone : 32 UTM-koord. : 577085	SØ 9, 6326911	Datum Koordinatkilde Koordinatmetode	: ED50 : GEUS : KMS digitale kort		
Indtag 1	(seneste) Ro-vandstand 1,25 meter u.t.	Pejledato 20/3 2002	Ydelse	Sænkning	Pumpetid		
	4 view of the second se	u.t. JLD, siltet, sandet, mørk br SAND, mest fint, siltet, gulb Note: feltbeskrivelse : mer ND, mest fint, stærk siltet, kote: mange manganpletter IND, mest mellem, gulbrun. SAND, mest fint, stærk siltet, m. IND, mest fint, stærk siltet, nalyseslemning. Prøve udt	øve udtaget ved ,25 m. al saltvandssand). Prøve ud glacial saltvandssand). Prøv se : farven lysere end overli englacial saltvandssand). Pr iglacial saltvandssand), Udfi inkelte små planterester.	Klimastratigrafi Dannelsesmiljø 0 taget ved 1 m. ma so re udtaget ved 2 m. ma so giggende lag. øve udtaget ved 3 ørt:			

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

meter u.t.

0 - 0,6 terrigen - postglacial 0,6 - 2 marin - senglacial 2 - 2,6 mangler 2,6 - 4 marin - senglacial

Figur 5.11. Geologiske forhold ved lokalitetsnr. 55 ved Vejgård, Ulsted (DJF profil nr. 3176 og DGU arkivnr. 27.891)



Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 27. 892

Borested : Houvej, Ulsted			Kommune : Hals Amt : Nordivi	lland	
KUPA, Bor. 56, Ulstedlund			,		
Boringsdato : 20/3 2002	Boringsdybde: 4 m	eter	Terrænkote : 11,16	6 meter o. DNN	
Brøndborer : Carl Bro A/S MOB-nr : BB-journr : BB-bornr : Ulsted IV			Prøver - modtaget : 29/4 - beskrevet : 12/6 - antal gemt : 0	2002 antal : 5 2002 af : AGR	
Formål : Undersøg./videnskab Anvendelse : Sløjfet/opgivet bor Boremetode : Snegleboring	Kortblad : 1317III UTM-zone : 32 UTM-koord. : 57663	SØ 3, 6326135	Datum : ED50 Koordinatkilde : GEUS Koordinatmetode : KMS digitale kort		
Ro-vandstand Indtag 1 (seneste) 1,92 meter u.t.	Pejledato 20/3 2002	Ydelse	Sænkning	Pumpetid	
	r u.t. ⁵ SAND, mest mellem, siltet, udtaget ved 1 m. Note: li AND, fint-mellem, stærk siltet AND, mest fint, stærk siltet, AND, mest fint, stærk siltet,	n, kalkfri. (muld). Prøv svagt gruset, mørk g It fint sand, antageligt t, lys gulbrun, kalkfri. lys gulbrun, kalkfri. (s lys gulbrun, kalkfri. (s	e udtaget ved ,25 m. ulbrun, kalkf ri, "smeltevandss : glacigent nedskyldssand. (sand). Prøve udtaget ved 2 :and). Prøve udtaget ved 3 m sand). Prøve udtaget ved 4 m	Klimastratigrafi Dannelsesmiljø _0 sand". Prøve ma sg r r n. n.	

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

meter u.t.

- 0-0,25terrigen postglacial0,25 -1glacigen ant. senglacial1-4ant. marin ant. senglacial

Figur 5.12. Geologiske forhold ved lokalitetsnr. 56 ved Ulstedlund, Ulsted (DJF profil nr. 3177 og DGU arkivnr. 27.892)

5.4 Kemiske og mineralogiske undersøgelser

Vibeke Ernstsen (GEUS) og Søren Torp (DJF)

Mekaniske, kemiske og mineralogiske forhold på de enkelte lokaliteter er bestemt ved en række parametre, der enten direkte menes at have betydning for udbredelsen af pesticider eller også indgår i beskrivelsen af de pedologiske forhold på pågældende sted. Analyseprogrammet for boringer gennemført langs profillinien omfatter kornstørrelsesbestemmelse, indhold af organisk stof, pH-værdier målt i henholdsvis vand og calciumklorid, jern- og aluminium-forbindelser ekstraheret med natriumdithionit-natriumcitrat-natriumbicarbonat (Fe_{DCB} og Al_{DCB}) og oxalatekstraktion (Fe_{oxalat} og Al_{oxalat}), ombyttelige kationer og sure brintioner, CEC og indhold af calciumcarbonat. Samtlige analyser er gennemført 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 analyseprogram (se kapitel 2) og omfatter som følge heraf maksimalt 5 prøver pr. lokalitet. En høj grundvandsstand vanskeligjorde imidlertid prøvetagningen, hvorfor der for hver af de følgende lokaliteter kun er udtaget og analyseret 3-4 prøver.

5.4.1 Lokaliteterne Vadsholt, Nygård, Vejgård og Ulstedlund

Analyseresultaterne for lokaliteterne Vadsholt, Nygård, Vejgård og Ulstedlund fremgår af tabellerne 5.5 – 5.8.

5.4.1.1 Vadsholt lokaliteten

De tre øvre horisonter ved Vadsholt domineres af finsand og fint mellemsand med 70 – 80%, tabel 5.5. I 60 cms dybde findes et teksturelt skift til mere lerede (20,6%) og siltede aflejringer (32,5%), der kan tolkes som værende Yoldialer. De undersøgte jordprøver fremstår kalkfrie med pH-værdier svagt aftagende fra overfladen til 59 cm dybde. Intensiteten af forvitringsprocesserne ses ligeledes ved fordelingen af jern- og aluminiumoxider med høje værdier for Ap-horisonten. Desuden er indholdet af oxider forøget i den gleyprægede horisont, hvortil opløst jern fra dybere dele af profilet kan have bidraget til akkumulation af oxider i denne dybde. Basemætningen stiger med dybden til næsten 53%. Mængden af baser (CEC-værdien) stiger til ca. 10 i prøven fra IICg(g)-horisonten, hvor indholdet af ler ligeledes er højt.

				Kornstø	orrelsesfore	deling (% a	af < 2mn	n fraktion)	% af totalprøve		
KUPA	Navn	Dybde	<2	2-20	20-63	63-125	125-	200-	0.5-2	2-6,3	>6,3	
nr.							200	500				
		cm			mm							
1-2-1-	A	10	0.7			07.4	00.7	40.0	4.0			
108	Ар	10	3,7	3,8	6,0	37,1	29,7	16,2	1,9	0,8	0,0	
1-2-2-		10	1.0		47.0	44.0	04.0		0.7		1.0	
109	BS	40	4,6	1,9	17,6	41,2	24,8	8,9	0,7	0,3	1,9	
1-2-3-		50	00.0		40.4	04.0	10.0	40.4	0.0	0.0	0.0	
110	iiC(g)	59	20,6	14,4	18,1	21,8	10,2	12,4	2,2	0,2	0,0	

Tabel 5.5. Analyseresultater for lokalitetsnr.	53 ved Vadsholt,	Ulsted (DJF pr	rofil nr.	3174 c	bg
DGU arkivnr. 27.889)					

KUPA	JB-nr	Org. C	рН	рН	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	AI _{DCB}	ODOE
nr.			(H ₂ O)	$(CaCl_2)$					
		%	1:1	1:2,5		mg k	kg ⁻¹	1	
1-2-1-	2	0.96	6 30	6.03	1159	1030	1627	987	nd
108	2	0,90	0,30	0,00	1100	1000	1021	001	mai
1-2-2-	2	0 10	6 56	5 47	1040	1208	1300	1003	nd
109	2	0,19	0,50	0,11	1010	1200	1000	1000	mai
1-2-3-	7	0.17	6.00	5 29	1577	721	3560	701	nd
110	1	0,17	0,00	0,20	10/1	121	0000	,01	11.0.

KUPA			Om	byttelige k	ationer			Base-	
nr.				cmol kg	1			mætning	CaCO₃
	Са	Mg	K	Na	Baser	H⁺	CEC		
					total		total	%	%
1-2-1-	2 02	0.17	0.26	0.02	2 47	4 40	7 97	44.1	0
108	3,02	0,17	0,20	0,02	3,47	4,40	7,07	44,1	Ū
1-2-2-	1.69	0.11	0.15	0.02	1.00	2.01	4.07	40.2	0
109	1,68	0,11	0,15	0,02	1,96	2,91	4,87	40,2	0
1-2-3-	4.55	0.55	0.04	0.00	5 50	4.07	40.47	50.5	0
110	4,55	0,55	0,34	0,06	5,50	4,97	10,47	52,5	0

5.4.1.2 Nygård lokaliteten

Kornstørrelsesfordelingen i sedimentet ved Nygård er domineret af finsand og fint mellemsand (63 – 200 µm) med 65 – 70%, tabel 5,6. Lerindholdet udgør 3,2 – 3,6%. Samtlige prøver er kalkfrie med laveste pH-værdi i Ap-horisonten hvorefter pH forbliver nogenlunde konstant ned til 72 cm dybde. Indholdet af jern- og aluminiumoxider er jævnt faldende med dybden, hvor også intensiteten af forvitringsprocesserne aftager. Basemætningen varierer mellem 22 og 31%, med den maksimale værdi for Ap-horisonten. Mængden af baser er størst i Ap-horisonten (11 cmol kg⁻¹), hvor det forholdsvis høje indhold af organisk stof også er til stede. Til sammenligning er mængden af baser 3-4 cmol kg⁻¹ for de dybere prøver.

				Kornstø	orrelsesfore	deling (% a	af < 2mn	n fraktion)	% af total	prøve
KUPA	Navn	Dybde	<2	2-20	20-63	63-125	125-	200-	0.5-2	2-6,3	>6,3
Nr.							200	500			
		cm				mm					
1-2-1-	A	40	0.0	0.0	0.0	00.4	00.0		0.0	0.0	0.0
113	Ар	10	3,2	6,8	9,6	33,4	28,8	14,1	0,9	0,0	0,0
1-2-2-	Dur		0.0	0.0	40.0	00.4	00 F	45.7	0.0		
114	BVS	55	3,6	0,9	12,6	33,4	32,5	15,7	0,9	0,0	0,0
1-2-3-	0	70	0.0	4.0	40.0	04.0	05.7		4.0	0.4	
115	C	72	3,6	1,9	18,3	34,8	25,7	14,4	1,0	0,1	0,2

Tabel 5.6. Analyseresultater for lokalitetsnr. 54 ved Nygård, Ulsted (DJF profil nr. 3175 og DGU arkivnr. 27.890)

KUPA	JB-nr	Org. C	рН	рН	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
Nr.			(H ₂ O)	$(CaCl_2)$					
		%	1:1	1:2,5		mg k	(g ⁻¹	<u> </u>	
1-2-1-	2	1 99	5 50	1 71	1275	1420	1620	10/1	nd
113	2	1,00	5,55	4,74	1275	1420	1059	1241	n.u.
1-2-2-	2	0.24	6 20	5 22	979	1901	1290	1451	nd
114	2	0,24	0,39	5,22	070	1001	1309	1451	n.u.
1-2-3-	2	0.19	6 20	5 29	159	1210	466	940	nd
115	2	0,10	0,29	0,20	100	1210	400	040	n.u.

KUPA			Om	byttelige k	ationer			Base-	C-CO
Nr.				cmol kg	I			mætning	
	Са	Mg	К	CEC					
					Total		total	%	%
1-2-1-	2.09	0.25	0.00	0.02	2.54	7.05	11 10	20.9	0
113	3,00	0,35	0,08	0,03	3,34	7,95	11,49	30,0	0
1-2-2-	0.72	0.10	0.14	0.01	0.00	2.54	4.40	01.0	0
114	0,75	0,10	0,14	0,01	0,90	3,51	4,49	21,0	0
1-2-3-	0.66	0.11	0.00	0.00	0.96	2.50	2 45	24.0	0
115	0,00	0,11	0,09	0,00	0,80	2,59	3,40	24,9	0

5.4.1.3 Vejgård lokaliteten

Fordelingen af kornstørrelser ved Vejgård domineres af finsand og fint mellemsand (63 – 200 μ m) der udgør 55 – 85% af sedimentet , tabel 5.7. Lerindholdet er 4,2 – 2,6 %. De undersøgte prøver fremstår kalkfrie med svagt stigende pH-værdier ned til 72 cm dybde. Indholdet af frie oxider er højest i den gleyprægede prøve fra 72 cm. Basemætningen er me-

get lav (9%) i den dybe prøve, men betydelig højere i Ap-horisonten, antagelig som følge af hyppig tilførsel af jordbrugskalk til arealet. Desuden er antallet af adsorberede baser højest i Ap-horisonten, hvor indholdet af organisk stof ligeledes er højt.

3170 Ug		airiviii. <i>21</i>	.091)								
Kornstørrelsesfordeling (% af < 2mm fraktion)											prøve
KUPA	Navn	Dybde	<2	2-20	20-63	63-125	125-	200-	0.5-2	2-6,3	>6,3
Nr.							200	500			
		cm			mm						
1-2-1-	An	10	42	68	14.2	32.5	25.4	11.9	14	13	0.2
118	· · P	10	.,_	0,0	,_	02,0	20,1	11,0	.,.	1,0	0,2
1-2-1-						/				_	
119	C(g)	72	2,6	0,9	9,2	55,4	30,2	1,0	0,2	0,0	0,0

Tabel 5.7. Analyseresultater for lokalitetsnummer 55 ved Vejgård, Ulsted (DJF profil nr. 3176 og DGU arkivnr. 27.891)

KUPA	JB-nr	Org. C	рΗ	рН	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	AI _{DCB}	ODOE
Nr.			(H ₂ O)	(CaCl ₂)					
		%	1:1	1:2,5		mg k	kg⁻¹		
1-2-1- 118	2	2,12	5,92	5,04	1563	1395	1972	1335	n.d.
1-2-1- 119	2	0,31	5,71	4,68	2440	2271	3587	1872	n.d.

KUPA			Om	byttelige ka	ationer			Base-	
Nr.				cmol kg ⁻¹	1			mætning	CaCO ₃
	Са	Mg	K	CEC					
				total	%	%			
1-2-1- 118	5,06	0,35	0,23	0,03	5,67	8,05	13,72	41,3	0
1-2-1- 119	0,45	0,05	0,04	0,01	0,55	5,39	5,94	9,3	0

5.4.1.4 Ulstedlund lokaliteten

Ulstedlund ligger sydligst og tæt ved morænebakken Ulstedlund, som profilet har navn efter. Kornstørrelsesanalysen for de to øverste horisonter (indtil 40 cm) viser en større spredning end de underliggende horisonter, der er mere velsorterede, tabel 5.8. Det kan muligvis skyldtes indflydelse og transport af mindre velsorteret materiale fra den forholdsvis nærliggende morænebakke, ud over den foranliggende Yoldiaflade, hvor profilet er placeret, fig. 2.1.

Lerprocenten i de to øverste horisonter er 4,8 – 5,1 %. Herunder falder lerprocenten til 2,0 – 3,1. Der ses et skift til et mere velsorteret sediment, hvor fraktionen 125 – 200 μ m (fint mellemsand) er dominerende. Sedimenterne er kalkfrie med gradvis stigende pH-værdier

med tiltagende dybde. Indholdet af jern- og aluminiumsoxider aftager gradvist med dybden i takt med intensiteten af forvitringsprocesser. Basemætningen er ca. 50% i Ap-horisonten og falder herefter til mellem 20 og 40% i de underliggende lag. Antallet af baser er størst for Ap- og Bvs-horisonterne, men aftager betydeligt til de underliggende prøver, hvor også indholdet af ler er lavere.

				Kornstø	rrelsesfor)	% 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			μι	n				mm	
1-2-1- 123	Ар	20	4,8	5,2	12,0	25,8	28,2	18,9	2,7	0,4	0,1
1-2-2- 124	Bvs	40	5,1	2,9	13,7	30,4	24,9	18,2	3,7	1,1	0,0
1-2-3- 125	С	78	2,0	0,9	1,8	16,0	70,5	8,4	0,1	0,0	0,0
1-2-4- 126	С	120-170	3,1	0,9	3,5	33,2	55,0	3,9	0,3	0,1	0,0

Tabel 5.8. Analyseresultater for lokalitetsnr. 56 ved Ulstedlund, Ulsted (DJF profil nr. 3177 og DGU arkivnr. 27.892)

KUPA	JB-nr	Org. C	рН	PH	Fe _{oxalat}	Al _{oxalat}	Fe _{DCB}	Al _{DCB}	ODOE
nr.			(H ₂ O)	(CaCl ₂)					
		%	1:1	1:2,5		mg k	g ⁻¹	Į	
1-2-1-	2	1 1 1	E 44	5 59	1892	1206	8119	3454	n d
123	2	1,41	5,44	0,00	1052	1200	0110	0-0-	11.0.
1-2-2-	4	0.66	6.25	5 50	2197	2633	8268	7126	n d
124	4	0,00	0,35	0,00	2107	2000	0200	1120	11.0.
1-2-3-	0	0.00	0.00	5 21	103	020	18/3	2133	nd
125	Z	0,08	6,33	5,21	425	920	1045	2100	n.u.
1-2-4-	0	0.02	0.01	5.06	180	177	025	1233	nd
126	2	0,03	6,01	5,00	100	477	920	1200	n.u.

KUPA			Om	byttelige k	ationer			Base-	
nr.				cmol kg	1			mætning	CaCO₃
	Ca	Mg	K	Na	Baser	H⁺	CEC		
					total		total	%	%
1-2-1-									
123	5,21	0,36	0,27	0,03	5,87	5,12	10,99	53,4	0
1-2-2-	2 /3	0.20	0.16	0.02	2.81	7 66	10.47	26.8	0
124	2,43	0,20	0,10	0,02	2,01	7,00	10,47	20,0	0
1-2-3-		0.05	0.07	0.00	0.50	0.07	0.00	10.0	0
125	0,44	0,05	0,07	0,00	0,56	2,27	2,83	19,8	0
1-2-4-					4.00	4 50	0.50	00 F	
126	0,81	0,08	0,09	0,02	1,00	1,53	2,53	39,5	0

5.4.2 Sammenligning af fysiske og kemiske egenskaber

De fundne aflejringer kan betegnes som typiske og repræsentative for det marine senglaciale Yoldiasand i Nordjylland. Fundet af Yoldialer i et enkelt profil er ligeledes typisk for området. Her kan der henvises til sensormålingerne i afsnittet om transektundersøgelser (kap. 5.1). De få sten, der ses i profilerne, er sandsynligvis dropsten fra isflager i Yoldiahavet eller strømtransporterede sten fra den daværende og nærliggende moræne-ø ved Ulstedlund.

Ved samtlige lokaliteter er de undersøgte sedimenter kalkfrie og ofte ses de højeste pHværdier i de overfladenære horisonter og skyldes tilførsel af jordbrugskalk. Fordelingen af jernoxider er generelt højest i Ap-horisonten, hvorefter indholdet aftaget gradvist med dybden for lokaliteterne Nygård og Ulstedlund, medens der for Vadsholt og Vejgård ligeledes optræder høje værdier i C(g)-horisonten, der er præget at vandmætning. Basemætningsgraden varierer fra sted til sted, men de højeste værdier på samtlige lokaliteter er dog oftest målt i den Ap-horisont hvor virkningen af tilførsel af jordbrugskalk er størst. Mængden af baser afspejler sig i bl.a. indholdet af ler og organisk stof, hvor der på samtlige lokaliteter er fundet høje værdier for Ap-horisonten eller for lerholdige lag, eks. i 59 cm dybde ved Vadsholt.

5.5 Hydraulik

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

5.5.1 Volumenvægt

Tabel 5.9. viser værdierne for jordens volumenvægt ved de fire profillinielokaliteter. Værdierne viser et typisk forløb med de laveste værdier i den relativt løst bearbejdede, organisk holdige Ap-horisont og med stigende værdier i dybden. Den meget lave volumenvægt for Ap-horisonten ved Vejgård skyldes, at jorden var nypløjet.

	Vadsholt										
Horisont	Prøve-udtagningsdybde	Prøve-nummer	volumen-vægt	std.afv.							
	(cm)		(g/cm ³)								
Ар	10	1-2-1-108	1.40	0.04							
Bs	40	1-2-2-109	1.58	0.05							
IIC(g)	59	1-2-3-110	1.79	0.05							

Tabel 5.9. Volumenvæg	: (g/cm ³)	målt på	100-cm ³	retentionsringe	(n=5).
-----------------------	------------------------	---------	---------------------	-----------------	--------

	Nygård										
Horisont	Prøve-udtagningsdybde	Prøve-nummer	volumen-vægt	std.afv.							
	(cm)		(g/cm ³)								
Ар	10	1-2-1-113	1.36	0.02							
Bvs	55	1-2-2-114	1.55	0.04							
С	72	1-2-3-115	1.58	0.05							

	Vejgård										
Horisont	Prøve-udtagningsdybde	Prøve-nummer	volumen-vægt	std.afv.							
	(cm)		(g/cm ³)								
Ар	10	1-2-1-118	1.17	0.08							
C(g)	72	1-2-2-119	1.54	0.02							

	Ulstedlund										
Horisont	Prøve-udtagningsdybde (cm)	Prøve-nummer	volumen-vægt (g/cm ³)	std.afv.							
Ар	10	1-2-1-123	1.49	0.04							
Bvs	40	1-2-2-124	1.42	0.04							
С	78	1-2-3-125	1.52	0.03							
Boring	120-170	1-2-4-126	1.52	0.06							

5.5.2 Vandretention

Resultaterne for vandretention er vist på fig. 5.13. De fire jorde udviser generelt en høj vandholdningskapacitet indtil pF 1,7, hvor jorden afdrænes kraftigt. C-horisonten ved Vadsholt udviser et markant anderledes afdræningsforløb med en ringe afdræning indtil pF 3,0 sammenlignet med den tilsvarende horisont for de tre øvrige lokaliteter. Dette skyldes C-horisonten ved Vadsholts markant høje indhold af ler (tabel 5.5). C-horisonten ved Ul-stedlund skiller sig tillige en smule ud fra C-horisonten ved Nygård og Vejgård, der begge udviser stort set identiske afdræningsforløb. C-horisonten ved Ulstedlund afdrænes markant allerede fra pF 1,2, hvilket sandsynligvis skyldes, at denne horisont er markant mere velsorteret og en smule mere grovkornet sammenlignet med Nygård og Vejgård. Det samme afdræningsforløb med en markant afdræning allerede ved pF 1,2 ses også for den dybe boring ved Ulstedlund.



Figur 5.13. Data for vandretention for profillinieundersøgelserne målt på intakte 100-cm^3 prøver (n=5). Fejllinjerne viser ±1 standardafvigelse.

5.5.3 Mættet hydraulisk ledningsevne

Fig. 5.14. viser værdierne for den mættede hydrauliske ledningsevne ned gennem profilerne. Generelt ses den højeste variation mellem målingerne for de enkelte lokaliteter i Aphorisonten. Ap-horisonten ved Vejgård har en markant højere værdi sammenlignet med de tre andre lokaliteter, hvilket skal forklares ved den lave volumenvægt og dertil hørende høje porøsitet for denne horisont. Målingerne i B-horisonterne ser ikke ud til at være signifikant forskellige fra hinanden, hvorimod C-horisonterne ved Vadsholt og Ulstedlund skiller sig ud fra de tilsvarende horisonter ved Nygård og Vejgård, som tilfældet var for vandretentionsmålingerne. Den lerede C-horisont ved Vadsholt har ikke overraskende en meget lav mættet hydraulisk ledningsevne tre størrelsesordner lavere end den tilsvarende horisont for de øvrige lokaliteter.



Figur 5.14. Mættet hydraulisk ledningsevne (K_s, n=5) målt på små 100-cm³ retentionsringe for profillinieundersøgelserne. Fejllinjerne viser ± 1 standardafvigelse.

5.5.4 Anvendelighed af hydrauliske data

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

5.6 Mikrobiologi

Ulla Catrine Brinch (GEUS) og Carsten Suhr Jacobsen (GEUS)

I profillinieprøverne (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 (resultaterne er vist i tabel 5.11). I alle prøver er der desuden gennemført kvalitativ måling af acetatmineralisering for at verificere at der findes mikrobiologisk aktivitet i de aktuelle jordprøver, der undersøges for pesticidmineralisering.

	Ulst	ed (ful	dpro-	V	adshc	olt	١	lygåro	b	V	′ejgår	d	Ul	stedlu	nd
Profil	52			53		54		55			56				
		Cm	nr		cm	nr		cm	nr		cm	nr		cm	nr
Dybde 1	Ар	5-25	103	Ар	10	108	Ар	10	113	Ар	10	118	Ар	10	123
Dybde 2	Bs	40-60	104	Bs	40	109	Bvs	55	114	C(g)	72	119	Bvs	40	124
Dybde 3	С	95-	105	IIC	59	110	С	72	115				С	78	125
		115		(g)											
Dybde 4													bor	120-	126
														178	

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

Tabel 5.11. Mikrobiologiske målinger i profillinie ved Ulsted (for nærmere beskrivelse af prøverne se første tabel i næste afsnittet: Stofspecifikke målinger).

<u>.</u>					•		0 ,			
			An	tal dyrkb	are bak	terier på	1/300 T	SA		
Profil	5	2	5	3	54		5	5	56	
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	1.6x10	3.2x10	6.2x10	2.2x10	4.5x10	2.0x10	7.0x10	2.9x10	6.2x10	3.4x10
	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Dybde 2	1.3x10	9.8x10	2.6x10	5.8x10	7.0x10	3.0x10	1.9x10	7.8x10	3.4x10	2.7x10
	6	4	6	5	5	5	6	5	6	6
Dybde 3	2.7x10	6.2x10	1.9x10	5.3x10	1.8x10	7.4x10	nd	nd	1.1x10	3.0x10
	5	4	6	5	6	5			6	5
Dybde 4	Nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

			Antal	dyrkbar	e bakter	ier på G	oulds S1	agar		
Profil	5	2	5	3	54		5	5	56	
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	5.7x10	6.7x10	2.7x10	6.9x10	1.6x10	1.5x10	4.5x10	2.6x10	3.2x10	3.1x10
	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4
Dybde 2	5.9x10	1.3x10	1.4x10	5.9x10	<100	-	5.2x10	8.6x10	2.4x10	2.2x10
	2	2	5	4			3	2	5	4
Dybde 3	<100	-	5.0x10	6.2x10	<100	-	nd	nd	<100	-
			4	3						
Dybde 4	Nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

5.7 Stofspecifikke parametre

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

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

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

5.7.1 Pesticidernes binding

Carsten Suhr Jacobsen (GEUS) og Ulla Catrine Brinch (GEUS

De fire pesticiders binding til jorden i de fire profillinie boringer er vist i tabel 5.12.

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

					Kd værd	li MCPA				
Profil	52	2	5	3	5	4	5	5	5	6
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	1.0	1.0 0,06		0,07	3,9	0,08	3,5	0,1	2,0	0,2
Dybde 2	0,2	0,01	0,1	0,01	0,3	0,02	0,7	0,04	0,6	0,02
Dybde 3	0,3	0,01	0,1	0,01	0,2	0,01	nd	nd	0,1	0,02
Dybde 4	Nd	nd	nd	Nd	nd	nd	nd	nd	0,2	0,01

Tabel 5.12. Kd værdier for MCPA, methyltriazinamin, metribuzin og glyphosat bestemt på profillinie.

				Kd va	erdi met	hyltriazir	namin			
Profil	5	2	5	3	5	4	5	5	5	6
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	18	1,0	9,1	0,4	13	0,3	13	0,1	5,6	0,2
Dybde 2	35	1,1	4,4	0,1	4,7	0,1	9,1	0,1	5,2	0,5
Dybde 3	306	63	39	0,7	4,2	0,02	nd	nd	9,1	1,0
Dybde 4	Nd	nd	nd	Nd	nd	nd	nd	nd	123	16

				K	d værdi r	netribuz	in			
Profil	5	2	5	3	5	4	5	5	5	6
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	0,7	0,03	0,6	0,003	1,3	0,02	1,3	0,02	0,8	0,05
Dybde 2	0,1	0,002	0,1	0,002	0,1	0,01	0,1	0,003	0,2	0,01
Dybde 3	0,1	0,005	0,1	0,007	0,1	0,01	Nd	nd	0,04	0,01
Dybde 4	Nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,1	0,02

				K	d værdi	glyphosa	at			
Profil	5	2	5	3	5	4	5	5	5	6
Dybde	Gns Std		Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	293	95	331	9	477	23	373	15	201	0,5
Dybde 2	589	18	877	16	1817	126	1563	112	935	66
Dybde 3	1055	11	2842	90	1297	184	nd	nd	485	26
Dybde 4	Nd	nd	nd	Nd	nd	nd	nd	nd	805	112

Stoffernes binding til jorden (bestemt som Kd-værdier) følger i de fire profiler 53-56 i det store og hele den binding, vi har fundet i Ulsted profilet (lokalitetsnr. 52). En enkelt undtagelse er den meget høje Kd-værdi, vi har fundet i C-horisonten (dybde 3) i Ulsted, som ikke gentages i de øvrige prøver. Generelt er sorptionen af MCPA og metribuzin højest i overjord med meget lav binding i underjorde. Modsat gælder det generelt, at de højeste værdier for sorption af glyphosat og methyltriazinamin sker i de mineralske underjorde.

5.7.2 Stoffernes mineralisering

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

De fire pesticiders mineralisering i de fire profillinieboringer 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 akumuleret 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 profillinie.

				N	164d væ	rdi MCP	A			
Profil	5	2	5	3	5	4	5	5	5	6
Dybde	Gns Std		Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	47	0,02	41	0.02	33	0.05	37	0.03	44	0.1
Dybde 2	4,4	1,0	45	2.4	58	1.4	14	1.3	59	0.1
Dybde 3	0,5	0,01	46	3.6	57	1.4	nd	nd	47	4.8
Dybde 4	Nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

				M64d \	/ærdi me	ethyltriaz	inamin			
Profil	5	2	5	3	5	4	5	5	5	6
Dybde	Gns Std		Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	0,3 0,006		0.4	0.02	0.3	0.01	0.3	0.003	0.2	0.008
Dybde 2	0,02	0,02 0,001		0.005	0.09	0.006	0.1	0.002	0.1	0.008
Dybde 3	0,003 0,002		0.07	0.003	0.07	0.002	nd	nd	0.04	0.003
Dybde 4	Nd	nd	nd	nd	Nd	nd	nd	nd	nd	nd

				M6	4d værdi	i metribu	ızin			
Profil	52		5	3	5	4	5	5	5	6
Dybde	Gns Std		Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	0,34 0,001		0.33	0.01	0.43	0.01	0.39	0.01	0.31	0.00
Dybde 2	0,09	0,005	0.18	0.01	0.13	0.02	0.11	0.01	0.15	0.00
Dybde 3	0,02	0,002	0.20	0.03	0.10	0.01	nd	nd	0.10	0.01
Dybde 4	Nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

				M6	4d værd	li glypho	sat			
Profil	5	2	5	3	5	4	5	5	5	6
Dybde	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std	Gns	Std
Dybde 1	1,2	0,002	5.2	0.04	7.9	0.02	7.6	0.09	8.2	0.08
Dybde 2	0,2	0,002	0.6	0.01	0.3	0.01	0.2	0.01	0.3	0.02
Dybde 3	0,3	0,002	0.4	0.04	0.3	0.00	nd	nd	0.4	0.00
Dybde 4	Nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Mineraliseringen af stofferne methyltriazinamin og metribuzin følger i de fire profiler (Vadsholt, Nygård og Ulstedlund) stort set det billed, vi har fundet i Ulsted. Nedbrydningen af stofferne er lav i alle prøver men markant lavere i underjorde end i Ap-horisonten.

For Glyphosat finder vi i alle de fire øvrige profiler (Vadsholt, Nygård, Vejgård og Ulstedlund) en markant højere mineralisering i Ap-horisonten, end den vi fandt i Ulsted. Nedbrydningene af glyphosat er lav i alle dybere prøver.

MCPA udviser en markant anderledes mineralisering i profilerne Vadsholt, Nygård og Ulstedlund sammenlignet med Ulstedprofilet i prøverne under Ap-horisonten. Således når mineraliseringen i løbet af 64 dage op på værdier på knap 60%¹⁴C opsamlet som ¹⁴CO₂. Dette er højere end i Ap-horisonten. Vejgård profilet minder mere om Ulsted profilet idet mineraliseringen kun når 14% i løbet af 64 dage.

Referencer

- Barlebo, H.C. (Red.), 2002: Barlebo, H.C., Brinch, U.C., Elsgaard, L., Ernstsen, V., Greve, M.H., Iversen, B.V., Jacobsen, C.S., Jacobsen, O.H., Jakobsen, P.R., Juhler, R.K., Møller, I., Nygaard, E., Olesen, S.E., Torp, S., Vinther, F.P. og Vosgerau, H.: Undersøgelses- og analysemetoder i forbindelse med undersøgelser af sandlokaliteter: Hvilke metoder er anvendt, og hvilke overvejelser er gjort? Koncept for Udpegning af Pesticidfølsomme Arealer, Projektrapport nr. 2, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse og Danmarks JordbrugsForskning, 62 s.
- 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 JordbundsForskning, 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.

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

Legende



Pkt.nr.	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	4,3	7,2	9,2	35,0	28,2	12,2	1,2	0,3	1,1	1,2	2,4	2	1,41
2	1	3,7	4,3	5,4	42,6	25,7	14,8	1,2	0,6	2,1	0,3	1,7	2	0,99
3	1	3,6	2,9	4,4	34,1	33,1	19,2	0,9	0,3	1,3	1,1	1,5	2	0,88
4	1	3,2	2,8	4,3	46,3	32,7	8,1	0,8	0,3	0,9	0,3	1,5	2	0,86
5	1	2,6	2,9	3,1	44,3	40,4	4,6	0,3	0,1	1,1	1,2	1,7	2	0,97
6	1	3,2	3,3	2,4	34,9	47,2	6,9	0,4	0,1	1,0	0,6	1,6	2	0,95
7	1	3,2	3,3	4,6	28,1	50,3	8,7	0,3	0,2	1,4	0,2	1,3	2	0,78
8	1	3,8	6,7	10,3	38,5	24,3	11,8	1,5	0,6	1,1	0,2	2,5	2	1,48
9	1	3,7	4,3	7,6	39,3	27,4	14,5	1,2	0,3	0,5	3,2	1,7	2	0,98
10	1	3,7	4,8	6,3	34,1	32,3	15,2	1,3	0,5	1,9	1,4	1,8	2	1,07
11	1	2,6	2,9	2,6	40,5	40,8	8,3	0,7	0,2	1,4	0,5	1,4	2	0,80
12	1	2,6	1,9	1,5	32,9	56,5	3,4	0,2		0,6	1,2	1	2	0,59
13	1	2,7	2,3	1,8	27,0	57,6	6,6	0,4	0,2	1,0	0,6	1,4	2	0,85
14	1	3,1	3,4	2,3	25,6	54,3	9,1	0,5	0,2	0,4	0,9	1,5	2	0,88
15	1	3,7	6,8	8,0	36,9	29,4	11,5	1,0	0,2	1,2	0,6	2,5	2	1,46
16	1	3,7	4,3	7,7	36,9	30,6	13,8	0,8	0,4	1,1	0,2	1,8	2	1,06
17	1	3,1	1,4	2,0	18,5	25,3	47,8	0,7	0,2	0,8	0,3	1	1	0,58
18	1	3,1	2,4	2,1	33,7	48,6	7,5	1,0	0,2	1,3	3,2	1,4	2	0,85
19	1	3,2	2,3	2,0	25,9	57,6	6,7	0,7	0,2	1,3	2,8	1,4	2	0,81
20	1	3,2	2,8	2,5	27,0	52,2	9,3	0,9	0,4	1,2	0,8	1,7	2	0,97
21	1	3,6	2,9	3,4	30,6	49,5	7,8	0,4	0,2	0,7	0,2	1,6	2	0,91
22	1													
23	1	3,7	4,8	5,7	33,3	31,6	18,0	0,6	0,3	1,3	0,4	2	2	1,16
24	1	3,7	3,3	4,5	31,2	41,3	12,5	1,2	0,5	1,8	1,4	1,8	2	1,07
25	1	3,6	2,4	2,4	28,9	54,3	6,1	0,5	0,1	1,5	1,2	1,7	2	0,98
26	1	3,7	3,3	4,6	23,9	48,9	12,5	1,0	0,3	1,1	0,9	1,8	2	1,07
27	1	3,7	4,3	5,0	28,3	43,8	11,9	0,9	0,4	1,8	6,2	1,7	2	1,00
28	1	3,7	4,3	3,7	25,7	44,4	15,1	0,8	0,3	1,3	3,9	2	2	1,18
29	1	3,8	5,7	8,0	29,7	36,7	12,0	0,7	0,3	0,3	0,1	3,1	2	1,81
30	1	3,7	5,8	7,7	34,3	36,0	9,0	0,5	0,1	1,5	0,2	2,9	2	1,70
31	1	4,3	6,2	6,7	31,5	37,0	9,9	0,6	0,1	0,6	0,0	3,7	2	2,18
32	1	3,7	4,3	6,4	28,4	43,2	10,7	0,7	0,2	0,7	0,3	2,4	2	1,40
33	1	3,7	4,8	6,7	28,2	37,2	16,6	0,5	0,2	1,1	0,1	2,1	2	1,21
34	1	4,3	5,2	10,2	34,1	32,7	10,2	0,8	0,3	2,8	0,8	2,2	2	1,27
35	1	4,2	5,8	7,8	31,5	38,5	8,1	1,0	0,4	0,9	0,7	2,7	2	1,58

Resultaterne fra teksturanalyserne på variabilitetsmarken ved Ulsted på Yoldiafladen. Der er vist resultater fra alle 51 punkter i dybde 1.

17N	1	3,1	1,9	2,5	27,7	30,7	31,9	0,6	0,4	1,1	1,7	1,2	2	0,70
17S	1	2,6	2,4	1,5	18,5	21,9	51,6	0,5	0,1	1,1	2,4	0,9	1	0,54
17V	1	3,6	1,9	4,7	23,5	30,0	33,9	0,8	0,3	1,1	1,4	1,3	2	0,76
17Ø	1	2,6	1,9	2,0	29,8	29,0	32,9	0,6	0,2	1,3	1,2	1	2	0,57
2N	1	3,7	3,8	5,0	41,5	30,3	12,5	1,2	0,5	1,6	1,9	1,5	2	0,88
2S	1	3,7	3,8	7,9	44,2	25,2	12,1	1,2	0,4	1,4	1,3	1,5	2	0,87
2V	1	4,2	4,3	7,7	38,2	26,1	14,8	2,3	0,6	0,7	0,7	1,8	2	1,04
2Ø	1	4,2	3,3	5,7	41,0	29,3	12,8	1,4	0,5	1,9	1,7	1,8	2	1,03
31N	1	4,3	6,7	5,8	34,2	33,4	11,0	0,5	0,1	0,4	0,0	4	2	2,33
31S	1													
31V	1	3,8	6,2	7,1	34,6	35,0	9,2	0,6	0,2	0,5	0,3	3,3	2	1,93
31Ø	1	3,7	5,8	6,2	31,6	39,1	9,5	0,4	0,1	0,5	0,6	3,6	2	2,09
35N	1	4,2	5,8	8,2	35,4	32,1	10,3	1,1	0,3	1,1	0,1	2,6	2	1,55
35S	1	3,6	5,9	6,6	31,6	40,5	8,1	0,8	0,3	1,1	0,8	2,6	2	1,53
35V	1	3,7	5,8	7,0	36,1	33,4	10,4	0,8	0,2	0,4	0,4	2,6	2	1,54
35Ø	1	3,7	6,3	6,8	31,8	39,2	8,4	0,9	0,3	1,2	0,2	2,6	2	1,55

Resultaterne fra teksturanalyserne på variabilitetsmarken ved Ulsted på Yoldiafladen. Der er vist resultater fra alle 51 punkter i dybde 2.

Pkt.nr.	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	2	4,1	3,4	47,6	41,8	2,6	0,1			0,0	0,0	0,4	2	0,23
2	2	2,0	0,9	1,0	63,3	32,2	0,2	0,1		0,0	0,0	0,2	2	0,10
3	2	2,1	0,9	5,1	76,7	14,2	0,7	0,1		0,0	0,0	0,2	2	0,09
4	2	2,0	0,9	1,0	31,1	45,9	18,8			0,0	0,0	0,2	2	0,10
5	2	1,5	1,0	1,7	71,7	23,9				0,0	0,0	0,2	2	0,13
6	2	1,5	0,9	1,0	26,8	66,3	3,2			0,0	0,0	0,2	2	0,13
7	2	2,5	0,9	1,0	12,3	66,2	16,5			0,0	0,0	0,5	2	0,30
8	2	2,6	0,9	9,2	78,6	8,0	0,2		0,1	0,1	0,0	0,4	2	0,21
9	2	2,6	1,9	8,6	21,3	24,3	41,0	0,1		0,0	0,0	0,2	2	0,09
10	2	3,1	2,4	6,7	51,8	32,5	2,6	0,3	0,1	1,4	1,8	0,5	2	0,27
11	2	2,1	0,9	1,1	44,8	16,0	35,0			0,0	0,0	0,1	2	0,07
12	2	1,5	1,0	1,5	40,4	55,3	0,2			0,0	0,0	0,1	2	0,05
13	2	1,5	0,9	1,0	30,5	63,6	2,3			0,0	0,0	0,2	2	0,11
14	2	2,0	0,9	1,0	26,8	68,7	0,3			0,0	0,0	0,3	2	0,16
15	2	3,1	0,9	1,5	49,6	42,2	2,1		0,1	0,0	0,0	0,5	2	0,31
16	2	2,0	0,9	1,0	21,7	57,7	15,9	0,1		0,0	0,0	0,6	2	0,36
17	2	1,0	0,9	1,0	7,9	20,2	68,8			0,0	0,0	0,1	1	0,06
18	2	2,0	0,9	1,0	55,5	40,3	0,1			0,0	0,0	0,1	2	0,07
19	2	1,5	0,9	1,0	21,3	71,6	3,4	0,1		0,0	0,0	0,1	2	0,06
20	2	2,0	0,9	1,0	35,5	59,8	0,3			0,0	0,0	0,5	2	0,27
21	2	2,0	0,9	1,0	37,3	58,1	0,3			0,0	0,0	0,3	2	0,18
22	2	3,1	1,4	8,4	65,2	19,2	1,6			0,0	0,0	1,1	2	0,67

23	2	2,5	0,9	1,0	20,0	66,2	8,6	0,1		0,0	0,0	0,7	2	0,40
24	2	2,1	0,9	1,4	19,0	28,2	47,9			0,0	0,0	0,5	1	0,29
25	2	1,5	1,0	1,2	33,7	62,2	0,2			0,0	0,0	0,2	2	0,12
26	2	3,2	5,3	11,6	25,9	44,1	8,2	0,9	0,3	1,0	0,1	0,5	2	0,31
27	2	2,0	0,9	1,0	30,8	57,2	7,6	i	0,1	0,0	0,0	0,3	2	0,18
28	2	3,5	0,9	1,0	12,9	60,7	20,4	0,1		0,0	0,0	0,5	2	0,30
29	2	3,0	1,4	1,0	40,7	52,5	0,5	0,1		0,0	0,0	0,7	2	0,42
30	2	2,1	1,4	1,1	61,3	30,5	3,1			0,0	0,0	0,5	2	0,29
31	2	2,6	0,9	5,2	25,3	30,3	35,0			0,0	0,0	0,7	2	0,40
32	2	2,5	0,9	1,0	11,2	77,5	6,0			0,0	0,0	0,8	2	0,46
33	2	4,2	4,3	21,6	52,3	12,3	3,6	1,0	0,4	2,0	1,0	0,3	2	0,20
34	- 2	2,0	0,9	1,0	13,0	75,1	7,7			0,0	0,0	0,3	2	0,16
35	2	3,7	7,8	22,3	35,9	18,0	10,9	1,1	0,2	0,9	0,3	0,1	2	0,06
17N	2	1,5	1,0	1,8	20,4	35,0	40,1	0,1		0,0	0,0	0,1	2	0,04
17S	2	1,0	0,9	1,0	9,6	26,1	61,2			0,0	0,0	0,1	1	0,07
17V	2	1,5	1,0	1,0	2,8	18,1	75,2	0,1		0,0	0,0	0,3	1	0,17
17Ø	2	1,0	0,9	1,0	11,9	19,8	65,2			0,0	0,0	0,1	1	0,04
2N	2	2,1	0,9	1,4	66,5	28,8		0,1		0,0	0,0	0,2	2	0,12
2S	2	1,5	1,0	2,5	58,3	36,1	0,4	0,1		0,0	0,0	0,1	2	0,06
2V	2	1,5	1,0	1,5	51,9	43,4	0,5	0,1		0,0	0,0	0,1	2	0,06
2Ø	2	2,1	0,9	1,4	68,3	26,7	0,3	0,1		0,0	0,0	0,2	2	0,10
31N	2	2,6	1,4	3,1	59,0	25,8	7,6	i		0,0	0,0	0,5	2	0,31
31S	2	2,6	1,9	1,2	40,4	16,1	36,9			0,0	0,0	0,9	2	0,55
31V	2	2,6	2,9	2,6	43,6	23,1	24,1			0,1	0,0	1,1	2	0,65
31Ø	2	2,2	1,8	3,5	71,3	17,4	3,1			0,0	0,0	0,7	2	0,43
35N	2	4,3	9,7	24,6	33,4	15,8	10,4	1,3	0,3	0,8	0,1	0,2	2	0,10
35S	2	7,4	11,1	17,2	26,1	22,6	11,9	2,7	0,8	1,7	0,7	0,2	4	0,09
35V	2	5,2	6,3	18,2	31,9	21,5	13,5	2,5	0,6	1,0	0,6	0,3	4	0,19
35Ø	2	21,6	17,7	18,7	19,7	11,6	8,9	1,2	0,3	0,2	3,3	0,2	7	0,12

Resultater af enkeltanalyser på i de 51 punkter i Ulsted. IRGA = basal in situ respiration (g $CO_2 \text{ m}^{-2} \text{ t}^{-1}$), SIR = substrat induceret respiration ($\mu L CO_2 \text{ g}^{-1} \text{ t}^{-1}$), ASA = arylsufatase aktivitet (μ g nitrophenol g⁻¹ t⁻¹), FDA = fluorescein diacetat hydrolyse (μ g fluorescein g⁻¹ t⁻¹), og antal dyrkbare bakterier på 1/300 TSA og GouldsS1 agar.

Dybde 1												
Hul nr.	Jord respiration (IRGA), g CO ₂ m ⁻² t ⁻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	(GouldsS1) g ⁻¹
			gns	std	gns	std	gns	std	gns	Std	Gns	std
1	0.13	-	5.3	0.3	19.5	1.2	37,06	2,11	1.1X10 7	3.6X10 ⁶	1.9X10⁵	9.2X10 ³
2	0.17	-	7.8	0.8	22.3	0.8	27,56	6,03	3.0X10 7	4.7X10 ⁶	2.7X10⁵	2.4X10 ⁴
3	0.16	-	4.8	0.3	16.8	3.4	25,91	9,27	3.2X10 6	1.2X10 ⁶	5.6X10 ⁴	2.7X10 ⁴
4	0.29	-	5.6	0.5	18.0	2.4	32,99	4,55	1.7X10 7	3.9X10 ⁶	2.1X10⁵	2.9X10⁴
5	0.31	-	4.6	0.1	13.5	2.0	35,03	9,22	1.0X10 ⁸	9.5X10 ⁶	1.6X10 ⁶	3.6X10⁵
6	0.13	-	4.0	0.1	9.0	1.5	28,64	5,60	1.3X10 7	3.2X10 ⁶	1.3X10⁵	1.9X10 ⁴
7	0.04	-	4.9	0.3	10.8	1.0	32,82	3,45	4.0X10 6	3.7X10⁵	1.1X10⁵	3.9X10 ³
8	0.04	-	4.9	1.8	9.8	1.1	33,69	4,05	7.4X10 6	4.4X10 ⁶	7.2X10 ⁴	1.7X10 ⁴
9	0.06	-	4.9	0.9	8.3	0.4	35,68	0,32	1.4X10 7	9.8X10⁵	4.6X10 ⁴	1.5X10 ⁴
10	0.02	-	5.4	0.9	10.4	0.7	32,23	2,75	2.5X10 6	3.5X10⁵	6.6X10 ⁴	1.3X10 ⁴
11	0.17	-	5.4	0.4	13.6	0.1	31,68	3,04	1.2X10 7	1.8X10 ⁶	1.4X10⁵	2.3X10 ⁴
12	0.02	-	6.2	2.9	13.5	0.3	31,46	1,29	1.3X10 7	2.9X10 ⁶	7.9X10 ⁴	2.8X10 ⁴
13	0.18	-	9.7	1.4	18.7	0.2	33,31	2,91	2.4X10 7	2.0X10 ⁶	4.4X10 ⁶	7.8X10⁵
14	0.08	-	7.1	0.9	27.0	0.7	35,08	1,82	3.9X10 6	2.3X10⁵	8.9X10 ⁴	2.1X10 ⁴
15	0.12	-	5.7	0.3	14.0	0.4	35,99	4,45	2.0X10 6	5.9X10⁵	2.3X10 ⁴	7.5X10 ³
16	0.08	-	5.4	0.2	19.7	3.6	20,65	2,73	4.2X10 6	7.4X10⁵	1.3X10⁵	2.0X10 ⁴
17	0.06	-	4.0	1.4	9.9	0.5	15,35	3,46	2.0X10 6	3.2X10⁵	3.2X10 ⁴	1.0X10 ⁴
18	0.06	-	3.6	0.4	9.7	0.9	18,50	6,51	3.0X10 6	4.2X10⁵	3.6X10⁴	7.1X10 ³
19	0.04	-	3.9	0.6	9.3	0.1	21,67	5,92	2.9X10 6	2.6X10⁵	2.9X10 ⁴	8.0X10 ³
20	0.09	-	5.3	0.6	10.3	0.7	24,12	3,71	2.9X10 6	4.8X10⁵	3.6X10 ⁴	1.3X10 ⁴

21 0.06 4 8 1.2 9.6 0.3 22.15 6.40 6 5.4X10 ² 2.1X10 ⁴ 4.X10 ⁵ 22 0.09 - 5.9 1.2 18.4 0.6 28.92 6.89 6 8.7X10 ⁵ 1.0X10 ⁵ 1.0X10 ⁶										2.4X10				
22 0.00 - 5.9 1.2 1.8.4 0.6 28.92 6.89 8.7110 ⁶ 1.0X10 ⁶ 1.0X10 ⁶ 23 0.00 - 7.3 0.5 30.7 1.0 34.31 1.8 6 3.8X10 ⁶ 1.2X10 ⁶ 1.0X10 ⁴ 24 - 5.8 1.0 30.6 0.7 24.92 9.72 7.6X10 1.0X10 ⁶ 3.4X10 ⁶ 1.2X10 ⁶ 1.1X10 ⁶ 25 0.12 - 6.0 0.6 3.6 0.3 2.061 9.28 6 1.4X10 ⁶ 8.1X10 ⁶ 3.1X10 ⁴ 26 0.12 - 3.4 3.48 0.5 3.092 4.17 6 1.2X10 ⁶ 1.3X10 ⁴ 28 0.02 - 4.4 2.2 1.32 0.2 2.518 6.56 4.1X10 ⁶ 8.3X10 ⁷ 2.3X10 ⁷ 1.3X10 ⁴ 29 0.07 - 3.6 0.4 1.2.4 0.3 3.177 3.3 3.3X10 ⁷	21	0.06	-	4.8	1.2	9.6	0.3	22,15	6,40	6	5.4X10 ⁵	2.1X10 ⁴	1.4X10 ³	
22 0.00 - 1.2 1.2 1.8 0.6 2.8,24 0.6,0 0.8,07 0.1,07 0.3,117 0.3,09 0.7,17 0.1,4 0.8,0 0.1,07 0.3,117 0.3,00 0.2,2 0.5,18 0.6 0.1,07 0.3,117 0.3,00 0.3,117 0.3,00 0.3,117 0.3,00 0.3,117 0.3,00 0.3,117 0.3,00 0.3,117 0.3,00 0.3,117 0.3,00 0.3,117 0.3,00 0.3,117 0.3,00 0.3,117 0.3,00 0.3,117 0.3,00 0.3,117 0.3,00 0.3,117 0.3,00 0.3,117 0.3,117 0.3,13,17	22	0.00		5.0	4.0	40.4	0.0	00.00	0.00	3.7X10 6	0.714.05	4 0 1 4 0 5	4.024.04	
23 0.09 - 7.3 0.5 30.7 1.0 34.31 1.18 1.8 38.10 ⁶ 1.2X10 ⁶ 1.0X10 ⁶ 24 - 5.8 1.0 30.6 0.7 24.92 9.72 6 1.8X10 ⁶ 3.4X10 ⁶ 7.1X10 ⁶ 25 0.12 - 6.0 0.6 35.6 0.3 20.61 9.28 6.77 1.4X10 ⁶ 8.1X10 ⁶ 3.1X10 ⁶ 26 0.19 - 5.7 3.4 3.4.8 0.5 30.92 4.17 6.5X10 ⁶ 6.5X10 ⁶ 1.3X10 ⁶ 27 0.14 - 8.2 0.1 3.8.4 1.1 34.23 4.14 6 5.6X10 ⁶ 4.5X10 ⁷ 1.5X10 ⁶ 28 0.02 - 4.4 1.2 0.3 27.75 8.37 6 3.8X10 ⁶ 5.5X10 ⁷ 1.5X10 ⁶ 30 0.17 - 6.5 0.4 1.56 0.8 3.064 6.3 3.2X10 ⁷ 3.3	22	0.09	-	5.9	1.2	10.4	0.6	26,92	0,69	8.8X10	0.7×10	1.0710	1.6×10	
24 5.8 1.0 30.6 0.7 24.92 9.72 6.10 1.9X10 ⁶ 3.4X10 ⁶ 7.1X10 ⁶ 25 0.12 - 6.0 0.6 35.6 0.3 20.61 9.28 6 1.4X10 ⁶ 3.4X10 ⁶ 7.1X10 ⁶ 26 0.19 - 5.7 3.4 34.8 0.5 30.92 4.17 6 1.2X10 ⁶ 3.1X10 ⁶ 27 0.14 - 8.2 0.1 38.4 1.1 34.23 4.17 6 5.5X10 ⁶ 4.6X10 ⁶ 1.8X10 ⁶ 28 0.02 - 4.4 2.2 13.2 0.2 25.18 8.56 6 4.1X10 ⁵ 8.3X10 ⁶ 5.5X10 ⁴ 1.8X10 ⁶ 1.2X10 ⁶ 1.8X10 ⁶ 1.2X10 ⁶ 1.8X10 ⁶ 5.2X10 ¹ 1.8X10 ⁶ 30 0.07 - 3.6 0.4 12.2 0.3 3.77.75 8.37 7.8X10 ¹ 1.8X10 ⁶ 1.2X10 ¹ 1.8X10 ¹ 1.8X10 ¹	23	0.09	-	7.3	0.5	30.7	1.0	34,31	1,18	6	3.8X10 ⁶	1.2X10 ⁵	1.0X10 ⁴	
24 - 5.8 1.0 30.6 0.7 24.92 9.72 6 1.8470 ³ 3.4x10 ⁷ 7.1X10 ³ 25 0.12 - 6.0 0.6 35.6 0.3 20.61 9.28 5.7810 1.4X10 ⁶ 3.1X10 ⁶ 26 0.19 - 5.7 3.4 34.8 0.5 30.92 4.171 6 1.2X10 ⁶ 5.6X10 ⁶ 1.2X10 ⁶ 3.1X10 ⁶ 27 0.14 - 8.2 0.1 38.4 1.1 34.23 4.14 6 5.6X10 ⁶ 4.5X10 ⁶ 1.8X10 ⁶ 28 0.02 - 4.4 2.2 13.2 0.2 25.18 8.56 6 4.1X10 ⁵ 5.5X10 ⁶ 1.8X10 ⁶ 5.5X10 ⁶ 1.8X10 ⁶ 5.5X10 ⁶ 1.8X10 ⁶ 5.5X10 ⁶ 1.8X10 ⁶ 5.2X10 ⁵ 1.8X10 ⁶ 5.2X10 ⁶										7.6X10	6	_		
25 0.12 - 6.0 35.6 0.3 20.61 9.28 8 1.4X10 ⁵ 8.1X10 ⁵ 3.1X10 ⁴ 26 0.19 - 5.7 3.4 34.8 0.5 30.92 4,17 6 1.2X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 1.3X10 ⁴ 27 0.14 - 8.2 0.1 38.4 1.1 34.23 4.14 6 5.6X10 ⁵ 4.6X10 ⁵ 1.8X10 ⁶ 28 0.02 - 4.4 2. 1.32 0.3 27,75 8.37 6 3.8X10 5.5X10 ⁶ 3.8X10 ⁶ 5.8X10 ⁶	24		-	5.8	1.0	30.6	0.7	24,92	9,72	6 71/40	1.9X10 ^⁵	3.4X10⁵	7.1X10⁴	
10.1 10.1 <th< td=""><td>25</td><td>0 12</td><td>_</td><td>6.0</td><td>0.6</td><td>35.6</td><td>03</td><td>20.61</td><td>9.28</td><td>9.7X10 6</td><td>1 4X10⁶</td><td>8 1X10⁵</td><td>3 1 X 1 0⁴</td></th<>	25	0 12	_	6.0	0.6	35.6	03	20.61	9.28	9.7X10 6	1 4X10 ⁶	8 1X10 ⁵	3 1 X 1 0 ⁴	
126 0.19 - 5.7 3.4 34.8 0.5 30.92 4.17 6 1.2110 ⁶ 1.2	20	0.12		0.0	0.0	00.0	0.0	20,01	0,20	6.5X10		0.17(10	0.17(10	
27 0.14 - 8.2 0.1 38.4 1.1 34.23 4.14 6 5.8710 4.8710 1.8810 ⁴ 28 0.02 - 4.4 2.2 13.2 0.2 25.18 8.66 6 4.1410 8.3810 ⁶ 2.210 ³ 30 0.03 - 3.1 0.6 12.2 0.3 3.77.5 8.37 6 3.810 ⁶ 5.810 ⁶ 1.810 ⁶ 30 0.03 - 4.2 0.0 15.6 0.8 30.41 6.33 6.71 7.310 ⁶ 5.810 ⁶ 1.810 ⁶ 31 0.16 - 4.2 0.0 15.6 0.4 29.60 7.55 6 8.810 ⁶ 7.110 ⁶ 1.810 ⁶ 1.810 ⁶ 32 0.17 - 6.5 0.4 13.6 1.1 31.93 1.66 6 9.8210 ⁶ 7.810 ⁶ 1.810 ⁶ 33 0.17 - 1.8 8.5 0.4 12.21 4.68 <td>26</td> <td>0.19</td> <td>-</td> <td>5.7</td> <td>3.4</td> <td>34.8</td> <td>0.5</td> <td>30,92</td> <td>4,17</td> <td>6</td> <td>1.2X10⁶</td> <td>2.1X10⁵</td> <td>1.3X10⁴</td>	26	0.19	-	5.7	3.4	34.8	0.5	30,92	4,17	6	1.2X10 ⁶	2.1X10 ⁵	1.3X10 ⁴	
27 0.14 - 5.6510 ⁻¹ 4.610 ⁻¹ 1.8310 ⁻¹ 28 0.02 - 4.4 2.2 13.2 0.2 25.18 8.56 6 4.110 ⁻¹ 8.810 ⁺ 2.2X10 ³ 29 0.07 - 3.1 0.6 12.2 0.3 27.75 8.37 6 3.8X10 ⁵ 5.5X10 ⁴ 1.5X10 ⁴ 30 0.03 - 3.6 0.4 12.4 0.3 31.1 7.433 6 7.3X10 ⁵ 5.5X10 ⁴ 5.2X10 ³ 31 0.16 - 4.2 0.0 15.6 0.8 30.64 6.33 6 7.3X10 ⁵ 5.5X10 ⁴ 1.2X10 ⁵ 1.2X10 ⁶										7.8X10	6	5	4	
28 0.02 - 4.4 2.2 13.2 0.2 25,18 8,56 - 1.1 <td>27</td> <td>0.14</td> <td>-</td> <td>8.2</td> <td>0.1</td> <td>38.4</td> <td>1.1</td> <td>34,23</td> <td>4,14</td> <td>° 4.1¥10</td> <td>5.6X10°</td> <td>4.6X10°</td> <td>1.8X10⁺</td>	27	0.14	-	8.2	0.1	38.4	1.1	34,23	4,14	° 4.1¥10	5.6X10°	4.6X10°	1.8X10 ⁺	
29 0.07 - 3.1 0.6 12.2 0.3 27.75 8.37 $\frac{5}{6}$ 3.8X10 ⁵ 5.5X10 ⁴ 1.5X10 ⁴ 30 0.03 - 3.6 0.4 12.4 0.3 31.17 4.33 $\frac{6}{6}$ 7.3X10 ⁵ 5.3X10 ⁴ 5.2X10 ³ 31 0.16 - 4.2 0.0 15.6 0.8 30.64 6.33 $\frac{9}{6}$ 7.1X10 ⁵ 1.2X10 ⁵ 1.8X10 ⁴ 32 0.13 - 4.8 0.5 18.2 0.4 29.60 7.95 6 8.6X10 ⁵ 2.0X10 ⁵ 1.4X10 ⁴ 33 0.17 - 6.5 0.4 13.6 1.1 31.93 1.56 $\frac{6}{6}$ 1.2X10 ⁶ 7.1X10 ⁴ 1.5X10 ⁴ 34 0.1 - 3.1 1.8 8.5 0.4 12.21 4.46 $\frac{6}{6}$ 2.9X10 ⁵ 7.0X10 ⁴ 6.2X10 ² 35 0.09 - 3.4 0.1 13.5 <td< td=""><td>28</td><td>0.02</td><td>-</td><td>4.4</td><td>2.2</td><td>13.2</td><td>0.2</td><td>25.18</td><td>8.56</td><td>6</td><td>4.1X10⁵</td><td>8.3X10⁴</td><td>2.2X10³</td></td<>	28	0.02	-	4.4	2.2	13.2	0.2	25.18	8.56	6	4.1X10 ⁵	8.3X10 ⁴	2.2X10 ³	
29 0.07 - 3.1 0.6 12.2 0.3 27.75 8.37 6 3.8105 5.5X16 ⁴ 1.5X16 ⁴ 30 0.03 - 3.6 0.4 12.4 0.3 31.17 4,33 6 7.3X16 ⁵ 5.3X16 ⁴ 5.2X10 ³ 31 0.16 - 4.2 0.0 15.6 0.8 30.64 6.33 5.5X10 1.2X10 ⁵ 1.8X10 ⁴ 32 0.13 - 4.8 0.5 18.2 0.4 29.60 7.5S 6 8.6X10 ⁵ 1.2X10 ⁵ 1.4X10 ⁴ 33 0.17 - 6.5 0.4 13.6 1.1 31.93 1.56 6 8.6X10 ⁵ 7.0X10 ⁴ 1.5X10 ⁴ 34 0.1 - 3.5 0.7 21.38 4.82 3.0X10 3.9X10 ⁵ 7.0X10 ⁴ 1.5X10 ⁴ 35 0.09 - 3.4 0.1 13.5 0.7 21.38 4.82 3.0X10 ⁵ 3.0X10 ⁵						-	-	-, -	- /	3.2X10				
300.03-3.60.412.40.331.174.33 $^{3.8X10}_{6}$ 7.3X10 ⁵ 5.3X10 ⁴ 5.2X10 ³ 310.16-4.20.015.60.830,646.33 $^{3.9X10}_{6}$ 7.1X10 ⁵ 1.2X10 ⁵ 1.8X10 ⁴ 320.13-4.80.518.20.429,607.95 $^{5.610}_{6}$ 8.6X10 ⁵ 2.0X10 ⁵ 1.4X10 ⁴ 330.17-6.50.413.61.131.931.56 $^{5.5X10}_{6}$ 1.2X10 ⁶ 7.1X10 ⁴ 1.5X10 ⁴ 340.1-3.11.88.50.412.214.46 $^{6.6}_{6}$ 3.9X10 ⁵ 7.7X10 ⁴ 1.7X10 ⁴ 350.09-3.40.118.50.721,384.82 $^{3.0X10}_{6}$ 3.9X10 ⁵ 7.7X10 ⁴ 1.7X10 ⁴ 360.11-3.10.118.32.923,968.85 $^{6.6}_{6}$ 3.9X10 ⁵ 7.7X10 ⁴ 1.7X10 ⁴ 370.19-6.80.221.41.731,900.65 $^{7.7}_{7}$ 4.9X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.2X10 ⁴ 380.07-3.10.218.70.430,914.71 $^{6.6}_{6}$ 3.9X10 ⁶ 3.9X10 ⁴ 3.7X10 ³ 390.05-2.80.611.71.017.92.91 $^{6.1}_{6}$ 2.0X10 ⁶ 2.3X10 ⁴ 2.0X10 ⁵ 410.03-3.80.514.20.5 <td>29</td> <td>0.07</td> <td>-</td> <td>3.1</td> <td>0.6</td> <td>12.2</td> <td>0.3</td> <td>27,75</td> <td>8,37</td> <td>6</td> <td>3.8X10⁵</td> <td>5.5X10⁴</td> <td>1.5X10⁴</td>	29	0.07	-	3.1	0.6	12.2	0.3	27,75	8,37	6	3.8X10 ⁵	5.5X10 ⁴	1.5X10 ⁴	
30 0.03 - 3.6 0.4 12.4 0.3 3.17 4.33 7.3X10 5.3X10 5.2X10 31 0.16 - 4.2 0.0 15.6 0.8 30,64 6,33 $\frac{9}{6}$ 7.1X10 ⁵ 1.2X10 ⁵ 1.8X10 ⁴ 32 0.13 - 4.8 0.5 18.2 0.4 29,60 7.95 $\frac{6}{6}$ 7.1X10 ⁵ 1.2X10 ⁵ 1.4X10 ⁴ 33 0.17 - 6.5 0.4 13.6 1.1 31.93 1.56 $\frac{6}{6}$ 2.0X10 ⁵ 7.1X10 ⁴ 1.5X10 ⁴ 34 0.1 - 3.1 1.8 8.5 0.4 12.21 4.46 $\frac{6}{6}$ 3.9X10 ⁵ 5.7X10 ⁴ 1.7X10 ⁴ 35 0.09 - 3.4 0.1 18.3 2.9 23.96 8.85 $\frac{6}{6}$ 3.9X10 ⁵ 5.7X10 ⁴ 1.7X10 ⁴ 36 0.11 - 1.8.7 0.4 30.91 4.71 5 </td <td></td> <td>0.00</td> <td></td> <td>0.0</td> <td></td> <td>40.4</td> <td></td> <td>04.47</td> <td>4.00</td> <td>3.8X10</td> <td>7 01/4 05</td> <td>5 0)(4 04</td> <td>5 0¥40³</td>		0.00		0.0		40.4		04.47	4.00	3.8X10	7 01/4 05	5 0)(4 04	5 0¥40 ³	
31 0.16 - 4.2 0.0 15.6 0.8 30.64 6.33 6 7.1X10 ⁶ 1.2X10 ⁵ 1.8X10 ⁴ 32 0.13 - 4.8 0.5 18.2 0.4 29.60 7.95 6 8.6X10 ⁵ 2.0X10 ⁵ 1.4X10 ⁴ 33 0.17 - 6.5 0.4 13.6 1.1 31.93 1.56 6 1.2X10 ⁶ 7.1X10 ⁶ 1.4X10 ⁴ 34 0.1 - 6.5 0.4 13.6 0.7 21.38 4.82 $^{0.011}$ $^{0.5X10^6}$ 5.7X10 ⁴ 1.7X10 ⁴ 35 0.09 - 3.4 0.1 13.5 0.7 21.38 4.82 $^{0.0X10}$ $^{0.2X10^6}$ $^{0.2X10^4}$ $^{0.2X10^4}$ $^{0.2X10^4}$ $^{0.2X10^6}$ 36 0.11 1 1.3.5 0.7 21.38 4.82 $^{0.2X10^6}$ $^{0.2X10^4}$ $^{0.2X10^4}$ $^{0.2X10^4}$ $^{0.2X10^4}$ 37 0.19 2	30	0.03	-	3.6	0.4	12.4	0.3	31,17	4,33	3.0¥10	7.3X10°	5.3X10	5.2X10°	
32 0.13 - 4.8 0.5 18.2 0.4 29,60 7,95 $5,5X10$ 6 8.6X10 ⁵ 2.0X10 ⁵ 1.4X10 ⁴ 33 0.17 - 6.5 0.4 13.6 1.1 31.93 1,56 6 1.2X10 ⁶ 7.1X10 ⁴ 1.5X10 ⁴ 34 0.1 - 3.1 1.8 8.5 0.4 12.21 4.46 6 3.9X10 ⁵ 5.7X10 ⁴ 1.7X10 ⁴ 35 0.09 - 3.4 0.1 13.5 0.7 21.38 4.82 $3.0X10$ $2.9X10^5$ 7.0X10 ⁴ 6.2X10 ² 36 0.11 - 3.1 0.1 18.3 2.9 23.96 8.85 6 3.8X10 ⁵ 6.5X10 ⁴ 7.8X10 ³ 37 0.19 - 6.8 0.2 21.4 1.7 31.90 0.65 $7.4X10^6$ 3.9X10 ⁶ 3.9X10 ⁴ 3.7X10 ³ 38 0.07 - 3.1 0.2 18.7 0.4 <td>31</td> <td>0.16</td> <td>-</td> <td>4.2</td> <td>0.0</td> <td>15.6</td> <td>0.8</td> <td>30,64</td> <td>6,33</td> <td>6</td> <td>7.1X10⁵</td> <td>1.2X10⁵</td> <td>1.8X10⁴</td>	31	0.16	-	4.2	0.0	15.6	0.8	30,64	6,33	6	7.1X10⁵	1.2X10 ⁵	1.8X10 ⁴	
32 0.13 - 4.8 0.5 18.2 0.4 29.60 7.95 6 8.6X10 ⁵ 2.0X10 ⁵ 1.4X10 ⁴ 33 0.17 - 6.5 0.4 13.6 1.1 31.93 1.56 $^{0.50}$ 1.2X10 ⁶ 7.1X10 ⁴ 1.5X10 ⁴ 34 0.1 - 3.1 1.8 8.5 0.4 12.21 4.46 $^{0.0X10}$ 3.9X10 ⁵ 5.7X10 ⁴ 1.7X10 ⁴ 35 0.09 - 3.4 0.1 13.5 0.7 21.38 4.82 $^{0.0X10}$ 3.9X10 ⁵ 5.7X10 ⁴ 1.7X10 ⁴ 36 0.11 - 3.1 0.1 18.3 2.9 23.96 8.85 6 3.8X10 ⁵ 6.5X10 ⁴ 7.8X10 ³ 37 0.19 - 6.8 0.2 21.4 1.7 31.90 0.65 7 4.9X10 ⁶ 1.0X10 ⁴ 2.2X10 ⁴ 38 0.07 - 3.1 0.2 18.7 0										5.5X10				
33 0.17 - 6.5 0.4 13.6 1.1 31.93 1.56 $\frac{6}{6}$ 1.2X10 ⁶ 7.1X10 ⁴ 1.5X10 ⁴ 34 0.1 - 3.1 1.8 8.5 0.4 12.21 4.46 $\frac{20X10}{6}$ 3.9X10 ⁵ 5.7X10 ⁴ 1.7X10 ⁴ 35 0.09 - 3.4 0.1 13.5 0.7 21.38 4.82 $\frac{30X10}{6}$ 3.9X10 ⁵ 7.0X10 ⁴ 6.2X10 ² 36 0.11 - 3.1 0.1 18.3 2.9 23.96 8.85 $\frac{3.0X10}{6}$ 3.9X10 ⁵ 7.0X10 ⁴ 6.2X10 ² 36 0.11 - 3.1 0.2 18.7 0.4 30.91 4.71 $\frac{6}{6}$ 3.9X10 ⁵ 3.9X10 ⁴	32	0.13	-	4.8	0.5	18.2	0.4	29,60	7,95	6	8.6X10 ⁵	2.0X10 ⁵	1.4X10 ⁴	
33 0.17 - 0.5 0.4 13.6 1.3 31.93 1,36 1.2210 7.1710 <th 7.1710<<="" td=""><td>22</td><td>0.47</td><td></td><td>6 F</td><td>0.4</td><td>10.0</td><td></td><td>24.02</td><td>1 50</td><td>3.5X10 6</td><td>1 2 1 06</td><td>7 1 1 1 04</td><td>1 EV10⁴</td></th>	<td>22</td> <td>0.47</td> <td></td> <td>6 F</td> <td>0.4</td> <td>10.0</td> <td></td> <td>24.02</td> <td>1 50</td> <td>3.5X10 6</td> <td>1 2 1 06</td> <td>7 1 1 1 04</td> <td>1 EV10⁴</td>	22	0.47		6 F	0.4	10.0		24.02	1 50	3.5X10 6	1 2 1 06	7 1 1 1 04	1 EV10 ⁴
34 0.1 - 3.1 1.8 8.5 0.4 12.21 4.46 6 3.9X10 ⁵ 5.7X10 ⁴ 1.7X10 ⁴ 35 0.09 - 3.4 0.1 13.5 0.7 21,38 4,82 3.0X10 2.9X10 ⁵ 7.0X10 ⁴ 6.2X10 ² 36 0.11 - 3.1 0.1 18.3 2.9 23,96 8,85 ⁶ 3.8X10 ⁵ 6.5X10 ⁴ 7.8X10 ³ 37 0.19 - 6.8 0.2 21.4 1.7 31,90 0,65 ⁷ 4.9X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.2X10 ⁴ 38 0.07 - 3.1 0.2 18.7 0.4 30,911 4.71 ⁶ 3.9X10 ⁶ 3.9X10 ⁶ 3.9X10 ⁶ 3.9X10 ⁶ 3.7X10 ³ 39 0.05 - 2.6 0.6 11.7 1.0 17,99 2.91 ⁶ 2.0X10 ⁶ 1.0X10 ⁶ 3.7X10 ³ 41 0.03 - 3.8 0.4	33	0.17	-	6.5	0.4	13.0	1.1	31,93	1,56	2.0X10	1.2X10	7.1X10	1.5X10	
35 0.09 \cdot 3.4 0.1 13.5 0.7 $21,38$ $4,82$ 3.0×10 6 2.9×10^5 7.0×10^4 6.2×10^2 36 0.11 \cdot 3.1 0.1 18.3 2.9 $23,96$ $8,85$ 6^6 3.8×10^5 6.5×10^4 7.8×10^3 37 0.19 \cdot 6.8 0.2 21.4 1.7 31.90 0.65 7 4.9×10^6 1.0×10^5 2.2×10^4 38 0.07 \cdot 3.1 0.2 18.7 0.4 30.911 4.71 $\frac{5.4\times10}{6}$ 3.9×10^6 3.9×10^4 3.7×10^3 39 0.05 \cdot 2.6 0.6 11.7 1.0 17.99 2.91 6^6 2.0×10^6 2.3×10^4 2.0×10^4 40 0.05 \cdot 3.8 0.5 14.2 0.5 35.07 5.57 7 2.8×10^6 1.0×10^5 8.4×10^3 41 0.03 \cdot 3.8 0.4 13.8 0.9 36.81 5.95 7 2.8×10^6 1.0×10^5 8.4×10^4 42 0.14 \cdot 6.6 1.8 25.5 1.2 46.09 0.43 7 2.9×10^6 3.2×10^6 4.4×10^4 7.1×10^3 44 0.03 $ 3.4$ 0.3 13.9 0.7 43.05 7.45 6 3.2×10^6 4.4×10^4 7.1×10^3 444 0.03 $ 4.0$ 0.3 13.9 0.7 43.05 7.45 6 $3.2\times10^$	34	0.1	-	3.1	1.8	8.5	0.4	12,21	4,46	6	3.9X10⁵	5.7X10 ⁴	1.7X10 ⁴	
35 0.09 - 3.4 0.1 13.5 0.7 21,38 4,82 6 2.9.10 ⁵ 7.0X10 ⁴ 6.2X10 ² 36 0.11 - 3.1 0.1 18.3 2.9 23,96 8.85 $3.0X10$ 3.8X10 ⁵ 6.5X10 ⁴ 7.8X10 ³ 37 0.19 - 6.8 0.2 21.4 1.7 31.90 0.65 7 4.9X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.2X10 ⁴ 38 0.07 - 3.1 0.2 18.7 0.4 30,91 4.71 $5.4X10$ 3.9X10 ⁶ 3.9X10 ⁴ 3.7X10 ³ 39 0.05 - 2.6 0.6 11.7 1.0 17,99 2.91 6 2.0X10 ⁶ 3.9X10 ⁴ 3.7X10 ³ 40 0.05 - 3.8 0.5 14.2 0.5 35.07 5.77 7 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.3X10 ⁴ 2.0X10 ⁶ 3.9X10 ⁴ 3.7X10 ³ 40 0.03 - 3.8 <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3.0X10</td> <td>_</td> <td></td> <td></td>										3.0X10	_			
360.11-3.10.118.32.923,968,85 ${}^{3.0X10}$ 3.8X10 ⁵ 6.5X10 ⁴ 7.8X10 ³ 370.19-6.80.221.41.731,900,65 7 4,9X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.2X10 ⁴ 380.07-3.10.218.70.430,914,71 6 3.9X10 ⁶ 3.9X10 ⁶ 3.9X10 ⁴ 3.7X10 ³ 390.05-2.60.611.71.017.992.91 6 2.0X10 ⁶ 2.3X10 ⁴ 2.0X10 ⁴ 4000.05-3.80.514.20.535.075.57 7 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 8.4X10 ³ 410.03-3.80.413.80.936.815.95 7 2.4X10 ⁶ 1.2X10 ⁵ 4.4X10 ⁴ 420.14-6.61.825.51.246.090,43 7 2.4X10 ⁶ 1.2X10 ⁵ 4.4X10 ⁴ 430.05-4.00.313.90.743.057.45 6 3.2X10 ⁶ 4.4X10 ⁴ 7.1X10 ³ 440.03-3.40.313.40.337.496.36 7 2.9X10 ⁶ 3.4X10 ⁴ 1.2X10 ⁴ 450.07-4.81.91.033.170.46 7 2.9X10 ⁶ 3.4X10 ⁴ 1.2X10 ⁴ 450.07-4.80.317.71.737.544.94 7	35	0.09	-	3.4	0.1	13.5	0.7	21,38	4,82	6	2.9X10 ⁵	7.0X10 ⁴	6.2X10 ²	
37 0.19 - 6.8 0.2 21.4 1.7 31.90 0.65 1.2X10 4.9X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.2X10 ⁴ 38 0.07 - 3.1 0.2 18.7 0.4 30,91 4,71 $\frac{6}{6}$ 3.9X10 ⁶ 3.9X10 ⁶ 3.9X10 ⁴ 3.7X10 ³ 39 0.05 - 2.6 0.6 11.7 1.0 17.99 2.91 $\frac{6}{6}$ 2.0X10 ⁶ 3.9X10 ⁴ 3.7X10 ³ 400 0.05 - 3.8 0.5 14.2 0.5 35,07 5,57 $\frac{1}{7}$ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 8.4X10 ³ 41 0.03 - 3.8 0.4 13.8 0.9 36,81 5,95 $\frac{7}{7}$ 2.4X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 8.4X10 ³ 42 0.14 - 6.6 1.8 25.5 1.2 46,09 0,43 $\frac{7}{7}$ 2.4X10 ⁶ 1.2X10 ⁵ 1.9X10 ⁴ 43 0.05 - 4.0 0.3 13.9 0.7 43.05 7.45 $\frac{6}{6}$ 3.2X10 ⁶ 4.4X10 ⁴	36	0 1 1		3.1	0.1	18.3	29	23.06	8 85	3.0X10	3.8¥105	6 5¥10 ⁴	7 8 X 10 ³	
37 0.19 - 6.8 0.2 21.4 1.7 31,90 0,65 7 4.9X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.2X10 ⁴ 38 0.07 - 3.1 0.2 18.7 0.4 30,91 4,71 6 3.9X10 ⁶ 3.9X10 ⁴ 3.7X10 ³ 39 0.05 - 2.6 0.6 11.7 1.0 17,99 2.91 6 2.0X10 ⁶ 2.3X10 ⁴ 2.0X10 ⁴ 40 0.05 - 3.8 0.5 14.2 0.5 35,07 5,57 7 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 8.4X10 ³ 41 0.03 - 3.8 0.4 13.8 0.9 36,81 5,95 7 2.4X10 ⁶ 1.2X10 ⁵ 4.4X10 ⁴ 42 0.14 - 6.6 1.8 25.5 1.2 46,09 0,43 7 6.0X10 ⁶ 1.7X10 ⁵ 1.9X10 ⁴ 43 0.05 - 4.0 0.3 13.9 0.7 43,05 7,45 6 3.2X10 ⁶ 3.4X10 ⁴ 7.1X10 ³ 44 0.03	50	0.11	_	5.1	0.1	10.5	2.5	23,30	0,00	1.2X10	3.0710	0.5710	7.0/10	
38 0.07 - 3.1 0.2 18.7 0.4 $30,91$ $4,71$ $5.4X10$ 6 $3.9X10^6$ $3.9X10^6$ $3.9X10^4$ $3.7X10^3$ 39 0.05 - 2.6 0.6 11.7 1.0 $17,99$ $2,91$ $8.2X10$ 6 $2.0X10^6$ $2.3X10^4$ $2.0X10^4$ 40 0.05 - 3.8 0.5 14.2 0.5 $35,07$ $5,57$ 7^7 $2.8X10^6$ $1.0X10^5$ $8.4X10^3$ 41 0.03 - 3.8 0.4 13.8 0.9 $36,81$ $5,95$ 7^7 $2.4X10^6$ $1.2X10^5$ $4.4X10^4$ 42 0.14 - 6.6 1.8 25.5 1.2 $46,09$ 0.43 7^7 $2.4X10^6$ $1.2X10^5$ $4.4X10^4$ 43 0.05 - 4.0 0.3 13.9 0.7 $43,05$ $7,45$ 6 $3.2X10^6$ $4.4X10^4$ $7.1X10^3$ 44 0.03 - 3.4 0.3 13.4 0.3 $37,49$ $6,36$ 7^7 $2.9X10^6$ $3.4X10^4$ $1.2X10^4$ 45 0.07 - 4.8 1.9 14.5 1.0 $33,17$ 0.46 $8.3X10$ $6.3X10^4$ $2.0X10^4$ 46 0.07 - 4.8 0.3 17.7 1.7 $37,54$ 4.94 7^7 $2.9X10^6$ $3.3X10^4$ $1.0X10^4$ 47 0.11 - 4.8 0.3 17.7 1.7 $37,54$ 4.94 7^7 $2.7X10^6$ $7.4X10^4$ <t< td=""><td>37</td><td>0.19</td><td>-</td><td>6.8</td><td>0.2</td><td>21.4</td><td>1.7</td><td>31,90</td><td>0,65</td><td>7</td><td>4.9X10⁶</td><td>1.0X10⁵</td><td>2.2X10⁴</td></t<>	37	0.19	-	6.8	0.2	21.4	1.7	31,90	0,65	7	4.9X10 ⁶	1.0X10 ⁵	2.2X10 ⁴	
38 0.07 - 3.1 0.2 18.7 0.4 $30,91$ $4,71$ $^{\circ}$ $3.9\times10^{\circ}$ $3.9\times10^{\circ}$ $3.7\times10^{\circ}$ 39 0.05 - 2.6 0.6 11.7 1.0 $17,99$ $2,91$ 6 2.0×10^{6} 2.3×10^{4} 2.0×10^{4} 40 0.05 - 3.8 0.5 14.2 0.5 $35,07$ $5,57$ 7 2.8×10^{6} 1.0×10^{5} 8.4×10^{3} 41 0.03 - 3.8 0.4 13.8 0.9 $36,81$ $5,95$ 7 2.4×10^{6} 1.2×10^{5} 4.4×10^{4} 42 0.14 - 6.6 1.8 25.5 1.2 $46,09$ $0,43$ 7 6.0×10^{6} 1.7×10^{5} 4.4×10^{4} 43 0.05 - 4.0 0.3 13.9 0.7 $43,05$ $7,45$ 6 3.2×10^{6} 4.4×10^{4} 7.1×10^{3} 44 0.03 - 3.4 0.3 13.4 0.3 $37,49$ $6,36$ 7 2.9×10^{6} 3.4×10^{4} 1.2×10^{4} 45 0.07 - 4.8 1.9 14.5 1.0 $33,17$ 0.46 6 4.9×10^{6} 6.3×10^{4} 2.0×10^{4} 46 0.07 - 4.8 1.9 14.5 1.0 $33,17$ 0.46 6 4.0×10^{6} 3.3×10^{4} 1.0×10^{4} 47 0.11 - 4.8 0.3 17.7 1.7 $37,54$ 4.94 7										5.4X10	6	4	2	
39 0.05 - 2.6 0.6 11.7 1.0 17.99 2.91 6 $2.0X10^6$ $2.3X10^4$ $2.0X10^4$ 40 0.05 - 3.8 0.5 14.2 0.5 35.07 5.57 7 $2.8X10^6$ $1.0X10^5$ $8.4X10^3$ 41 0.03 - 3.8 0.4 13.8 0.9 36.81 5.95 7 $2.4X10^6$ $1.2X10^5$ $8.4X10^4$ 42 0.14 - 6.6 1.8 25.5 1.2 46.09 0.43 7^7 $6.0X10^6$ $1.7X10^5$ $1.9X10^4$ 43 0.05 - 4.0 0.3 13.9 0.7 43.05 7.45 6^6 $3.2X10^6$ $4.4X10^4$ $7.1X10^3$ 44 0.03 - 3.4 0.3 13.4 0.3 37.49 6.36 7^7 $2.9X10^6$ $3.4X10^4$ $7.1X10^3$ 44 0.03 - 4.8 1.9 14.5 1.0 33.17 0.46 $8.3X10$ $6.3X10^4$ $2.0X10^4$ 45 0.07 - 4.8 1.9 14.5 1.0 33.17 0.46 $8.3X10$ $6.3X10^4$ $2.0X10^4$ 46 0.07 - 4.8 0.3 17.7 1.7 37.54 4.94 7^7 $2.9X10^6$ $3.3X10^4$ $1.0X10^4$ 47 0.11 - 4.8 0.3 17.7 1.7 37.54 4.94 7^7 $2.7X10^6$ $7.4X10^4$ $9.5X10^3$ 48 0.13 -	38	0.07	-	3.1	0.2	18.7	0.4	30,91	4,71	0 0 1 4 0	3.9X10°	3.9X10 ^⁴	3.7X10 [°]	
40 0.05 $ 3.8$ 0.5 14.2 0.5 $35,07$ $5,57$ 7 2.8×10^6 1.0×10^5 8.4×10^3 41 0.03 $ 3.8$ 0.4 13.8 0.9 $36,81$ $5,95$ 7 2.4×10^6 1.2×10^5 4.4×10^4 42 0.14 $ 6.6$ 1.8 25.5 1.2 $46,09$ $0,43$ 7 6.0×10^6 1.7×10^5 4.4×10^4 43 0.05 $ 4.0$ 0.3 13.9 0.7 $43,05$ $7,45$ 6 3.2×10^6 4.4×10^4 7.1×10^3 44 0.03 $ 3.4$ 0.3 13.4 0.3 $37,49$ $6,36$ 7 2.9×10^6 3.4×10^4 1.2×10^4 45 0.07 $ 4.8$ 1.9 14.5 1.0 $33,17$ $0,46$ 6 4.9×10^6 6.3×10^4 2.0×10^4 46 0.07 $ 4.8$ 0.3 17.7 1.7 $37,54$ 4.94 7 2.7×10^6 7.4×10^4 9.5×10^3 48 0.13 $ 5.9$ 0.6 18.1 2.5 $46,42$ 5.26 7 3.2×10^6 2.2×10^5 7.8×10^4 49 0.11 $ 7.0$ 1.2 26.0 3.4 $51,75$ $0,48$ 7 4.0×10^6 2.8×10^5 5.8×10^4 49 0.11 $ 7.0$ 1.2 26.0 3.4 $51,75$ $0,48$ 7 4.0×10^6 2.8×10^5 <	39	0.05	_	26	0.6	11 7	10	17 99	2 91	8.2X10 6	2 0X10 ⁶	2.3×10^{4}	2 0X10 ⁴	
400.05-3.80.514.20.535,075,5772.8X1061.0X1058.4X103410.03-3.80.413.80.936,815,9572.4X1061.2X1054.4X104420.14-6.61.825.51.246,090,4376.0X1061.7X1051.9X104430.05-4.00.313.90.743,057,4563.2X1064.4X1047.1X103440.03-3.40.313.40.337,496,3672.9X1063.4X1047.1X103440.03-3.40.313.40.337,496,3672.9X1063.4X1047.1X103440.03-3.40.313.40.337,496,3672.9X1063.4X1047.1X103440.03-3.40.313.40.337,496,3672.9X1063.4X1047.1X103450.07-4.81.914.51.033,170,468.3X1064.9X1066.3X1042.0X104460.07-4.10.215.00.145.812.107.3X104.9X1066.3X1042.0X104470.11-4.80.317.71.737,544.941.3X1072.7X1067.4X1049.5X103480.13-5.90		0.00			0.0			,00	_,	1.3X10	2.07.10		2.07.10	
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	40	0.05	-	3.8	0.5	14.2	0.5	35,07	5,57	7	2.8X10 ⁶	1.0X10 ⁵	8.4X10 ³	
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		0.00		0.0		10.0		00.04	5.05	1.2X10	0 41/4 06	4 0)/4 05	4 4)(404	
42 0.14 - 6.6 1.8 25.5 1.2 46,09 0,43 $\frac{7}{7}$ 6.0X10 ⁶ 1.7X10 ⁵ 1.9X10 ⁴ 43 0.05 - 4.0 0.3 13.9 0.7 43,05 7,45 $\frac{6}{6}$ 3.2X10 ⁶ 4.4X10 ⁴ 7.1X10 ³ 44 0.03 - 3.4 0.3 13.4 0.3 37,49 6,36 $\frac{10,0X10}{7}$ 2.9X10 ⁶ 3.4X10 ⁴ 1.2X10 ⁴ 45 0.07 - 4.8 1.9 14.5 1.0 33,17 0,46 $\frac{6}{6}$ 4.9X10 ⁶ 6.3X10 ⁴ 2.0X10 ⁴ 46 0.07 - 4.8 1.9 14.5 1.0 33,17 0,46 $\frac{6}{6}$ 4.9X10 ⁶ 6.3X10 ⁴ 2.0X10 ⁴ 46 0.07 - 4.1 0.2 15.0 0.1 45,81 2,10 $\frac{6}{6}$ 4.0X10 ⁶ 6.3X10 ⁴ 1.0X10 ⁴ 47 0.11 - 4.8 0.3 17.7 1.7 37,54 4,94 $\frac{7}{7}$ 2.7X10 ⁶ 7.4X10 ⁴ 9.5X10 ³	41	0.03	-	3.8	0.4	13.8	0.9	36,81	5,95	1 3 1 10	2.4X10	1.2X10	4.4X10	
430.05-4.00.313.90.743,057,45 $\stackrel{9.7\times10}{6}$ 3.2×10 ⁶ 4.4×10 ⁴ 7.1×10 ³ 440.03-3.40.313.40.337,496,36 $\stackrel{7}{7}$ 2.9×10 ⁶ 3.4×10 ⁴ 1.2×10 ⁴ 450.07-4.81.914.51.033,170,46 $\stackrel{8.3\times10}{6}$ 4.9×10 ⁶ 6.3×10 ⁴ 2.0×10 ⁴ 460.07-4.10.215.00.145,812,10 $\stackrel{6}{6}$ 4.0×10 ⁶ 3.3×10 ⁴ 1.0×10 ⁴ 470.11-4.80.317.71.737,544,94 $\stackrel{7.3\times10}{7}$ 2.7×10 ⁶ 7.4×10 ⁴ 9.5×10 ³ 480.13-5.90.618.12.546,425,26 $\stackrel{7}{7}$ 3.2×10 ⁶ 2.2×10 ⁵ 7.8×10 ⁴ 490.11-7.01.226.03.451,750,48 $\stackrel{7}{7}$ 2.6×10 ⁶ 3.6×10 ⁵ 5.8×10 ⁴ 500.1-5.70.421.21.353,691,66 $\stackrel{7}{7}$ 2.6×10 ⁶ 3.6×10 ⁵ 1.3×10 ⁵	42	0.14	-	6.6	1.8	25.5	1.2	46,09	0,43	7	6.0X10 ⁶	1.7X10 ⁵	1.9X10 ⁴	
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$										9.7X10				
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	43	0.05	-	4.0	0.3	13.9	0.7	43,05	7,45	6	3.2X10 ⁶	4.4X10 ⁴	7.1X10 ³	
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	44	0.02		2.4	0.2	12 /	0.2	27 40	6 26	1.0X10 7	2.01/106	2 4 X 10 ⁴	1 2 1 04	
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	44	0.03	-	5.4	0.5	13.4	0.5	37,49	0,30	8.3X10	2.9/10	5.4/10	1.2/10	
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	45	0.07	-	4.8	1.9	14.5	1.0	33,17	0,46	6	4.9X10 ⁶	6.3X10 ⁴	2.0X10 ⁴	
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$										7.3X10	6	4	4	
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	46	0.07	-	4.1	0.2	15.0	0.1	45,81	2,10	4 2740	4.0X10°	3.3X10 ⁺	1.0X10 ⁺	
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	47	0 11	_	48	0.3	17 7	17	37 54	4 94	7	2 7X10 ⁶	$74X10^{4}$	9.5×10^{3}	
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		0			0.0			0.,0.	.,• .	1.4X10			010/110	
49 0.11 - 7.0 1.2 26.0 3.4 51,75 0,48 7 4.0X10 ⁶ 2.8X10 ⁵ 5.8X10 ⁴ 50 0.1 - 5.7 0.4 21.2 1.3 53,69 1,66 7 2.6X10 ⁶ 3.6X10 ⁵ 1.3X10 ⁵	48	0.13	-	5.9	0.6	18.1	2.5	46,42	5,26	7	3.2X10 ⁶	2.2X10⁵	7.8X10 ⁴	
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $				_						1.8X10		a a		
50 0.1 - 5.7 0.4 21.2 1.3 53,69 1,66 ⁷ 2.6X10 ⁶ 3.6X10 ⁵ 1.3X10 ⁵	49	0.11	-	7.0	1.2	26.0	3.4	51,75	0,48	2 3 8 10	4.0X10°	2.8X10°	5.8X10 ⁺	
	50	0.1	-	5.7	0.4	21.2	1.3	53,69	1,66	7	2.6X10 ⁶	3.6X10⁵	1.3X10⁵	

51	0.11	-	7.0	1.1	19.8	2.2	47,74	2,89	1.7X10 7	3.9X10 ⁶	5.7X10⁵	1.4X10⁵
----	------	---	-----	-----	------	-----	-------	------	-------------	---------------------	---------	---------

DYBDE 2											
Hul nr.	Substratinduceret respiration (SIR)	μL CO2 g ⁻¹ t ⁻¹	Arylsulfatase akti-	vitet (ASA), µg NP gʻ 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			
1	<0.5	-	0,6	0,3	1.1X10 ⁷	4.0X10 6	6.0X10 4	1.9X10 4			
2	<0.5 -		1,0	0,0	5.9X10 ⁶	1.8X10 6	<100	-			
3	<0.5 -		<0,5	-	3.2X10 ⁶	1.4X10 6	<100	-			
4	<0.5 -		<0,5	-	9.9X10 ⁶	1.3X10 6	<100	-			
5	<0.5 -		<0,5	-	9.5X10 ⁶	8.8X10 5	<100	-			
6	<0.5	-	<0,5	-	4.3X10 ⁶	1.2X10 6	<100	-			
7	<0.5	-	<0,5	-	1.4X10⁵	7.1X10 4	<100				
8	<0.5	-	<0,5	-	4.0X10 ⁵	3.7X10 4	<100	-			
9	<0.5	-	<0,5	-	2.4X10⁵	7.1X10 4	<100	-			
10	<0.5	-	0,6	0,7	5.7X10⁵	4.7X10 4	<100	-			
11	<0.5	-	<0,5	-	5.4X10⁵	9.1X10 4	<100	-			
12	<0.5	-	<0,5	-	7.7X10⁵	1.3X10 5	<100				
13	<0.5	-	<0,5	-	4.7X10 ⁶	7.5X10 5	<100	-			
14	<0.5	-	<0,5	-	7.7X10 ⁶	1.3X10 6	<100	-			
15	<0.5	-	0,5	0,1	4.6X10⁵	6.7X10 4	<100	-			
16	<0.5	-	<0,5	-	2.0X10 ⁷	3.0X10 6	<100	-			
17	<0.5	-	<0,5	-	6.5X10⁵	6.3X10 4	<100	-			
18	<0.5	-	0,7	0,1	3.3X10 ⁶	4.8X10 5	6.4X10 3	2.6X10 3			
19	<0.5	-	<0,5	-	5.1X10 ⁶	7.9X10 5	<100	-			
20	<0.5	-	<0,5	-	5.3X10⁵	6.5X10 4	<100	-			
21	<0.5	-	<0,5	-	2.6X10 ⁶	6.3X10 5	<100	-			
22	<0.5	-	<0,5	-	2.5X10 ⁷	5.2X10	6.6X10 ³	1.8X10 ³			
23	<0.5	-	0,6	0,2	1.7X10 ⁷	1.0X10 6	<100	-			

						9.7X10		
24	<0.5	-	1,5	0,1	4.5X10 ⁷	6	<100	-
						2.1X10		
25	<0.5	-	1,0	0,8	2.1X10 ⁶	5	<100	-
20	.0.5		.0.5		0.514.05	4.0X10	100	
26	<0.5	-	<0,5	-	9.5X10	4.5¥10	<100	-
27	<0.5	-	<0.5	-	2.2X10⁵	4.5710	<100	-
			- / -			3.2X10		
28	<0.5	-	<0,5	-	3.3X10 ⁴	3	<100	-
						7.9X10		
29	<0.5	-	<0,5	-	4.7X10 ^₄	3	<100	-
20	-0 F		-0 F		0.6¥10 ³	2.3X10 3	.100	
30	<0.5	-	<0,5	-	9.6710	7 4 10	<100	-
31	< 0.5	-	0.7	0.3	6.4X10 ⁵	4	<100	_
•.	10.0		•,.	0,0	0	4.7X10		
32	<0.5	-	<0,5	-	1.9X10 ⁶	5	<100	-
						5.5X10		
33	<0.5	-	<0,5	-	1.7X10⁵	4	<100	-
					a av <i>i</i> a 4	9.4X10		
34	<0.5	-	1,0	0,1	3.8X10 ⁻	0.0140	<100	-
35	<0.5	_	<0.5	_	1 3X10 ⁵	8.8X10 4	~100	
55	<0.5	_	<0,5	-	4.5710	1.2X10	1.6X10	- 6.7X10
36	<0.5	-	0.5	0,1	1.2X10 ⁶	5	3	2
			,			5.3X10	3.6X10	2.7X10
37	0.9	0.5	<0,5	-	1.5X10 ⁷	6	4	4
						4.3X10		
					-			
38	<0.5	-	<0,5	-	1.8X10 ⁵	4	<100	-
38	<0.5	-	<0,5	-	1.8X10 ⁵	4 7.0X10 3	<100	-
38 39	<0.5 <0.5	-	<0,5 <0,5	-	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴	4 7.0X10 3 8 7X10	<100 <100	-
38 39 40	<0.5 <0.5 <0.5	-	<0,5 <0,5 <0,5	-	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵	7.0X10 3 8.7X10 4	<100 <100 <100	-
38 39 40	<0.5 <0.5 <0.5	-	<0,5 <0,5 <0,5	-	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵	7.0X10 3 8.7X10 4 5.2X10	<100 <100 <100 2.1X10	- - 1.2X10
38 39 40 41	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5	-	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5	- - -	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶	7.0X10 3 8.7X10 4 5.2X10 5	<100 <100 <100 2.1X10 3	- - 1.2X10 3
38 39 40 41	<0.5 <0.5 <0.5	-	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5	- - -	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶	7.0X10 3 8.7X10 4 5.2X10 5 6.6X10	<100 <100 <100 2.1X10 3	- - 1.2X10 3
38 39 40 41 42	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5	-	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5	- - -	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵	7.0X10 3 8.7X10 4 5.2X10 5 6.6X10 4	<100 <100 <100 2.1X10 3 <100	- - 1.2X10 3
38 39 40 41 42	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	-	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5	-	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵	7.0X10 3 8.7X10 4 5.2X10 5 6.6X10 4 2.2X10 4	<100 <100 2.1X10 3 <100	- - 1.2X10 3
38 39 40 41 42 43	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	-	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 0,5	- - - - 0,1	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵	7.0X10 3 8.7X10 4 5.2X10 5 6.6X10 4 2.2X10 4 0.3X10 4 0.3X10 4 0.3X10 4 0.3X10 4 0.3X10 4 0.3X10 5 0.3X10 7 0.3X10 0 0.3X10 0	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100	- - 1.2X10 - -
38 39 40 41 42 43 44	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	-	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 0,5 <0,5	- - - - 0,1	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 5.7X10 ⁵	7.0X10 3 8.7X10 4 5.2X10 5 6.6X10 4 2.2X10 4 9.3X10 4	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100 <100	- - 1.2X10 3 -
38 39 40 41 42 43 44	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	- - - -	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 0,5 <0,5	- - - - 0,1	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 5.7X10 ⁵	7.0X10 3 8.7X10 4 5.2X10 5 6.6X10 4 2.2X10 4 9.3X10 4 8.2X10	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100 <100	- - 1.2X10 3 - -
38 39 40 41 42 43 44 45	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	- - - - -	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5	- - - - - 0,1 - -	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 5.7X10 ⁵ 4.5X10 ⁴	$\begin{array}{c} 1.5 \\ 1.6 \\$	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100 <100 <100	- - 1.2X10 3 - -
38 39 40 41 42 43 44 45	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	-	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 0,5 <0,5 <0,5 <0,5	- - - 0,1 -	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 5.7X10 ⁵ 4.5X10 ⁴	7.0X10 3 8.7X10 4 5.2X10 5.2X10 5 6.6X10 4 9.3X10 4 8.2X10 3 6.6X10	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100 <100 4.8X10	- - 1.2X10 - - - 3.2X10
38 39 40 41 42 43 44 45 46	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	· · ·	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <	- - - - 0,1 - - - -	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 5.7X10 ⁵ 4.5X10 ⁴ 1.6X10 ⁶	$\begin{array}{c} 1.0 \\$	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100 <100 4.8X10 2	- - 1.2X10 3 - - - 3.2X10 2
38 39 40 41 42 43 44 45 46	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	· · · ·	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <	- - - - - 0,1 - - -	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 5.7X10 ⁵ 4.5X10 ⁴ 1.6X10 ⁶	$\begin{array}{c} 1.0 \\$	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100 <100 <100 4.8X10 2 2.3X10 2	- - - - - - 3.2X10 2 2.3X10 2
38 39 40 41 42 43 44 45 46 47	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	· · ·	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5	- - - - - 0,1 - - - -	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 5.7X10 ⁵ 4.5X10 ⁴ 1.6X10 ⁶ 2.5X10 ⁵	4 7.0X10 3 8.7X10 4 5.2X10 5 6.6X10 4 9.3X10 4 8.2X10 3 6.6X10 5 7.6X10 4 5 8.2X10 5	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100 <100 2.3X10 2 2.3X10 2 7.9X10	- - - - - - - - - - - - - - - - - - -
38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	· · · ·	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5	- - - 0,1 - - - - -	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 5.7X10 ⁵ 4.5X10 ⁴ 1.6X10 ⁶ 2.5X10 ⁵ 2.1X10 ⁵	$\begin{array}{c} 1.5 \\ 1.6 \\$	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100 <100 4.8X10 2 2.3X10 2 7.9X10 1	- - - - - - - - - - - - - - - - - - -
38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	· · · · ·	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5	- - - - - - - - - - - 0,0	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 4.5X10 ⁴ 1.6X10 ⁶ 2.5X10 ⁵ 2.1X10 ⁵	7.0X10 3 8.7X10 4 5.2X10 5 6.6X10 4 9.3X10 4 9.3X10 4 8.2X10 5 7.6X10 4 5.2X10 4 2.2X10 5 2.2X10 4 2.2X10 5 2.2X10 4 2.2X10 5 2.2X10 4 2.2X10 5 2.2X10 5 2.2X10 5 2.2X10 5 2.2X10 5 2.2X10 5 2.2X10 5 2.2X10 5 2.2X10 4 2.2X10 5 2.2X10 5 2.2X10 4 2.2X10 5 2.2X10 4 2.2X10 5 2.2X10 4 2.2X10 5 2.2X10 4 2.2X10 4 2.2X10 4 2.2X10 4 2.2X10 4 2.2X10 4 2.2X10 4 2.2X10 4 2.2X10 4 2.2X10 4 2.2X10 4 2.2X10 4 2.2X10 4 2.2X10 2.2X10 4 2.2X10 4 2.2X10 2.2	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100 <100 2.3X10 2 2.3X10 2 7.9X10 1 1.2X10	- - - - - - - - - - - - - - - - - - -
38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	· · · · ·	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5	- - - - - - - - - - - - 0,0 0,1	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 5.7X10 ⁵ 4.5X10 ⁴ 1.6X10 ⁶ 2.5X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 3.7X10 ⁶	$\begin{array}{c} 1.0 \\$	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100 <100 <100 2.3X10 2 7.9X10 1 1.2X10 5	- - - - - - - - - - - - - - - - - - -
38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	· · · · ·	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5	- - - - - - - - - - 0,0 0,1	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 5.7X10 ⁵ 4.5X10 ⁴ 1.6X10 ⁶ 2.5X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 3.7X10 ⁶	7.0X10 3 8.7X10 4 5.2X10 5 6.6X10 4 9.3X10 4 8.2X10 5 7.6X10 5 7.6X10 4 2.7X10 5 6.6X10 5 7.6X10 4 5 7.6X10 5 7.6X10 4 5 7.6X10 7.6X10 5 7.6X10 7.5X10 7	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100 <100 <100 2.3X10 2 3.3X10 5 9.3X10	- - - - - - - - - - - - - - - - - - -
38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5		<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5	- - - - 0,1 - - - 0,0 0,1 0,1	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 5.7X10 ⁵ 4.5X10 ⁴ 1.6X10 ⁶ 2.5X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 3.7X10 ⁶ 2.0X10 ⁶	$\begin{array}{c} 1.0 \\$	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100 <100 <100 4.8X10 2 2.3X10 2 7.9X10 1 1.2X10 5 9.3X10 3	- - - - - - - - - - - - - - - - - - -
38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50	<0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5 <0.5	· · · · ·	<0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5 <0,5	- - - - - - - - - - - - - 0,0 0,1 0,1	1.8X10 ⁵ 6.0X10 ⁴ 6.1X10 ⁵ 2.8X10 ⁶ 1.0X10 ⁵ 2.1X10 ⁵ 5.7X10 ⁵ 4.5X10 ⁴ 1.6X10 ⁶ 2.5X10 ⁵ 3.7X10 ⁶ 2.0X10 ⁶	$\begin{array}{c} 1.0 \\$	<100 <100 2.1X10 3 <100 <100 <100 <100 4.8X10 2 2.3X10 2 7.9X10 1 1.2X10 5 9.3X10 3	- - - - - - - - - - - - - - - - - - -

Hul nr.	r. Dybde 1															
	Kd va	erdi	Kd١	/ærdi	Kd v	/ærdi	Kd va	ærdi	M64	4d	M6	4d	M6	64d	M64d glyp-	
	MCF	PA	Triaz	inamin	Metri	ibuzin	Glyph	osat	MCI	PA	Triaz	zina-	metrik	ouzin ¹	hc	osat
											m	in				
	ans	std	ans	std	ans	std	ans	std	ans	std	ans	std	ans	std	ans	std
1	1 5	0.03	910 1.6	0.04	0.9	0.07	258	15	910 55 1	0.02	2.7	0.01	0.5	0.02	9110 6.4	0.01
2	1.7	0.07	2.1	0.04	1.1	0.08	275	8	54.3	0.02	3.0	0.03	0.6	0.01	6.7	0.03
- 3	1.9	0.1	1.8	0.08	1.0	0.1	306	5	56.9	0.05	2.7	0.02	0.4	0.01	7.2	0.04
4	1.3	0.2	0.9	0.03	1.2	0.1	178	5	61.1	0.01	2.8	0.02	0.4	0.00	8.2	0.03
5	1.5	0.2	1.2	0.1	1.2	0.04	268	5	60.5	0.03	2.6	0.00	0.3	0.00	4.3	0.2
6	0.7	0.1	1.1	0.2	0.6	0.03	188	47	53.5	0.01	2.6	0.00	0.4	0.01	4.3	0.02
7	1.0	0.03	1.1	0.2	0.7	0.04	221	5	53.7	0.03	2.8	0.02	0.5	0.00	6.1	0.02
8	0.6	0.07	0.9	0.03	0.6	0.04	162	17	59.2	0.01	2.8	0.01	0.5	0.01	4.5	0.01
9	0.8	0.2	2.4	0.7	0.6	0.04	211	18	55.0	0.02	2.4	0.01	0.4	0.00	8.0	0.07
10	0.6	0.04	0.9	0.08	0.6	0.2	178	11	53.4	0.02	2.7	0.01	0.5	0.01	4.7	0.02
11	0.8	0.03	1.2	0.07	0.6	0.02	317	11	52.5	0.00	3.7	0.03	0.7	0.02	2.6	0.01
12	0.7	0.02	0.8	0.1	0.7	0.02	217	6	53.5	0.01	2.6	0.01	0.4	0.01	3.1	0.02
13	1.0	0.05	1.3	0.1	1.0	0.01	226	3	56.8	0.5	2.6	0.01	0.4	0.02	5.5	0.03
14	1.4	0.08	1.2	0.05	1.4	0.01	221	2	57.7	0.4	2.4	0.00	0.5	0.02	10.6	0.04
15	0.7	0.06	1.1	0.3	0.6	0.02	179	6	53.4	0.2	3.0	0.02	0.6	0.01	5.0	0.03
16	0.8	0.02	0.9	0.2	0.8	0.00	155	6	56.8	0.03	2.7	0.01	0.5	0.01	6.4	0.01
17	0.4	0.01	0.4	0.03	0.3	0.02	95	9	55.6	0.02	2.5	0.04	0.6	0.01	5.2	0.03
18	0.5	0.03	0.5	0.04	0.4	0.02	125	32	61.8	0.01	2.5	0.00	0.5	0.01	2.2	0.02
19	0.4	0.02	0.4	0.01	0.3	0.01	97	3	55.5	0.04	2.7	0.01	0.6	0.01	4.0	0.04
20	0.5	0.03	0.5	0.00	0.4	0.03	143	5	59.6	0.5	2.7	0.02	0.5	0.00	4.1	0.02
21	0.5	0.01	0.6	0.08	0.4	0.02	112	20	55.5	0.03	2.4	0.07	0.4	0.01	5.6	0.00
22	0.8	0.02	0.6	0.04	0.70	0.02	227	27	59.4	0.4	2.7	0.02	0.5	0.01	1.9	0.01
23	1.9	0.05	1.3	0.05	1.8	0.05	182	2	56.0	0.04	2.1	0.01	0.3	0.00	11.4	0.04
24	1.5	0.04	0.8	0.03	1.5	0.06	139	2	56.9	0.06	2.3	0.01	0.4	0.01	10.0	0.4
25	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	56.9	0.03	2.4	0.01	0.4	0.01	12.8	0.05
26	2.2	0.02	1.6	0.07	2.2	0.03	159	4	55.5	0.33	2.1	0.05	0.3	0.00	12.7	0.03
27	2.3	0.03	1.8	0.06	1.9	0.06	227	9	56.5	0.01	2.3	0.01	0.4	0.01	9.5	0.03
28	0.7	0.01	0.8	0.2	0.5	0.03	339	12	61.3	0.04	2.5	0.01	0.5	0.00	0.9	0.01
29	0.7	0.04	1.0	0.1	0.5	0.02	255	7	54.8	0.01	2.6	0.01	0.5	0.02	2.6	0.02
30	0.6	0.02	0.7	0.2	0.5	0.02	264	34	62.0	0.04	2.6	0.02	0.4	0.00	0.8	0.01
31	0.8	0.03	1.0	0.2	0.6	0.03	320	18	60.9	0.01	2.5	0.01	0.5	0.01	1.6	0.01
32	1.6	0.05	1.2	0.1	1.1	0.03	256	10	57.2	0.05	2.2	0.01	0.3	0.01	5.6	0.03
33	1.1	0.4	1.4	0.3	0.6	0.02	407	63	55.3	0.2	2.6	0.01	0.5	0.00	2.3	0.06
34	0.4	0.01	0.5	0.01	0.3	0.00	250	11	60.5	0.4	2.3	0.01	0.5	0.01	2.0	0.01
35	0.6	0.01	0.6	0.04	0.5	0.01	146	6	60.2	0.03	2.5	0.01	0.5	0.01	2.5	0.01
36	1.0	0.05	0.8	0.08	0.6	0.02	238	12	58.4	0.3	2.1	0.00	0.5	0.03	1.2	0.00
37	1.1	0.04	0.9	0.1	0.9	0.00	239	12	61.7	0.02	2.2	0.01	0.4	0.00	3.7	0.01
38	0.8	0.03	0.9	0.05	0.7	0.05	302	37	59.0	0.4	2.1	0.1	0.7	0.1	3.0	0.02
39	0.5	0.02	0.6	0.06	0.4	0.03	153	7	59.6	0.02	2.6	0.06	0.5	0.00	2.1	0.01
40	0.6	0.01	0.7	0.04	0.6	0.05	135	11	60.1	0.06	2.4	0.01	0.5	0.00	1.6	0.02
41	0.8	0.02	1.2	0.03	0.7	0.01	290	28	56.7	0.01	2.5	0.02	0.5	0.01	1.0	0.03
42	1.1	0.04	1.4	0.3	0.9	0.03	315	12	57.1	0.06	2.5	0.04	0.5	0.00	2.8	0.01
43	0.9	0.07	1.2	0.4	0.6	0.04	274	12	54.0	0.03	2.8	0.1	0.6	0.01	4.8	0.02

Sorptions- og mineraliseringsanalyser fra markvariation

44	0.6	0.04	1.0	0.05	0.6	0.04	157	41	59.7	0.02	2.6	0.05	0.4	0.01	2.6	0.02
45	0.8	0.02	1.0	0.3	0.7	0.02	159	0.4	55.5	0.05	2.8	0.02	0.6	0.03	7.4	0.03
46	1.0	0.04	1.5	0.02	0.8	0.06	229	24	49.4	0.01	2.7	0.01	0.5	0.00	3.4	0.01
47	1.8	0.04	2.6	0.2	1.3	0.04	357	11	56.5	0.03	2.3	0.01	0.3	0.00	7.1	0.01
48	1.2	0.06	1.0	0.03	1.2	0.1	157	6	57.7	0.02	2.6	0.01	0.4	0.00	7.1	0.06
49	1.7	0.09	1.7	0.4	1.2	0.1	338	26	56.6	0.02	2.4	0.01	0.4	0.00	4.6	0.01
50	1.6	0.1	2.6	0.1	1.2	0.03	461	7	58.4	0.2	2.3	0.02	0.4	0.01	7.5	0.05
51	1.5	0.04	2.5	0.3	1.2	0.00	284	111	54.1	0.08	2.8	0.01	0.4	0.01	9.9	0.03

Hul nr.						D	ybde 2						
	Kd v	ærdi	Kd va	ærdi	Kd va	erdi	Kd værdi (Glypho-	M6	4d	M64d		
	MC	PA	Triazir	namin	Metrib	uzin	sat	t	MC	PA	Tria	zina-	
											m	in	
	Gns	Std	gns	Std	Gns	std	gns	std	gns	std	gns	std	
1	0.2	0.00	1.4	0.05	0.1	0.01	1819	180	51.5	2.7	0.8	0.01	
2	0.2	0.01	1.3	0.02	0.1	0.01	864	17	61.2	5.5	0.8	0.04	
3	0.4	0.00	1.8	0.01	<0.1	-	948	26	1.9	0.6	0.5	0.02	
4	4.2	0.42	1.4	0.1	1.5	0.12	340	16	57.8	3.9	1.4	0.03	
5	0.7	0.02	1.9	0.02	0.1	0.03	480	7	69.4	0.9	0.4	0.04	
6	0.2	0.01	0.9	0.02	<0.1	-	227	7	32.9	20.1	0.7	0.00	
7	0.2	0.00	0.7	0.01	<0.1	-	430	18	69.6	5.3	0.5	0.00	
8	<0.1	-	0.7	0.02	<0.1	-	177	4	0.7	0.02	0.6	0.01	
9	<0.1	-	0.9	0.08	<0.1	-	312	14	66.8	1.4	0.6	0.03	
10	<0.1	-	0.8	0.05	<0.1	-	287	11	61.1	4.9	1.3	0.2	
11	0.1	0.01	0.4	0.02	<0.1	-	636	51	64.3	12.8	0.7	0.01	
12	0.2	0.00	0.4	0.01	<0.1	-	366	2	67.1	20.1	0.6	0.03	
13	0.6	0.02	1.6	0.03	<0.1	-	332	3	20.4	11.7	0.5	0.01	
14	0.4	0.01	0.9	0.03	<0.1	-	404	23	1.2	0.2	0.2	0.01	
15	0.1	0.01	1.1	0.01	<0.1	-	457	47	62.1	1.2	0.7	0.09 Ét	
10	0.2	0.01	0.5	0.1	<0.1	-	552	20	1.0	0.04	0.7	replikat	
17	<0.1	-	0.2	0.01	<0.1	-	131	7	61.1	3.0	0.7	0.02	
18	0.2	0.01	0.4	0.02	<0.1	-	262	4	22.5	17.9	0.7	0.01	
19	<0.1	-	0.2	0.03	<0.1	-	64	1	58.8	2.5	0.8	0.00	
20	<0.1	-	0.2	0.02	<0.1	-	44	12	60.5	16.6	0.7	0.03	
21	<0.1	-	0.1	0.01	<0.1	-	324	38	63.2	4.1	0.2	0.06	
22	0.2	0.04	0.6	0.05	<0.1	-	477	13	0.5	0.02	0.2	0.01	
23	0.9	0.03	1.9	0.07	0.1	0.00	666	18	66.9	0.6	0.6	0.03	
24	2.6	0.03	6.1	0.05	0.3	0.01	784	14	41.7	6.6	1.2	0.03	
25	2.1	0.05	5.3	0.08	0.2	0.00	701	29	66.3	1.4	1.0	0.02	
20	0.5	0.01	1.0	0.07	0.1	0.00	504 647	21	72.0 50.1	5.Z	0.0	0.01	
27	0.0	0.01	4.3	0.03	-0.1	0.01	660	29	12.6	11.2	0.0	0.04	
20	<0.1	-	0.0	0.04	<0.1	-	547	18	43.0 63.0	11.2	0.2	0.00	
30	<0.1	-	0.4	0.01	<0.1		730	10	25.8	12.8	0.2	0.03	
31	0.1	0.01	0.7	0.07	<0.1	-	471	10	18.0	18.0	0.2	0.00	
32	1.0	0.02	2.4	0.03	<0.1	-	777	61	1.7	0.9	0.1	0.01	
33	<0.1	-	0.5	0.02	<0.1	-	362	33	15.0	18.0	0.3	0.01	
34	<0.1	-	0.4	0.03	<0.1	-	530	4	39.4	11.7	0.3	0.00	
35	<0.1	-	1.0	0.05	<0.1	-	286	10	70.2	0.5	0.2	0.01	
36	0.5	0.02	1.9	0.04	<0.1	-	924	70	69.3	1.6	0.6	0.01	
37	0.3	0.01	2.4	0.02	<0.1	-	790	63	67.0	5.5	0.3	0.02	
38	<0.1	-	0.3	0.04	<0.1	-	656	16	68.4	1.7	0.3	0.02	

$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	
$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	3 0.02
$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	5 0.08
42 0.2 0.00 0.7 0.02 <0.1	3 0.02
43 1.0 0.01 2.4 0.1 <0.1	2 0.01
44 0.2 0.01 0.4 0.01 <0.1 - 429 37 70.6 0.5 0. 45 0.2 0.00 0.5 0.02 <0.1	4 0.01
45 0.2 0.00 0.5 0.02 <0.1 - 860 38 63.2 13.3 0. 46 0.5 0.01 1.4 0.03 <0.1	3 0.01
46 0.5 0.01 1.4 0.03 <0.1 - 716 23 1.0 0.3 0	2 0.02
	3 0.02
47 <0.1 - 1.1 0.03 <0.1 - 1463 117 64.0 20.7 0.	3 0.02
48 0.2 0.00 1.9 0.05 <0.1 - 2566 228 64.5 1.5 0.	0.02
49 <0.1 - 4.0 0.07 <0.1 - 2799 147 66.1 8.5 0.	0.02
50 0.1 0.00 1.3 0.02 <0.1 - 2184 253 54.1 3.3 0.	3 0.01
51 0.5 0.02 48.5 0.7 0.2 0.01 2008 639 1.0 0.04 0.	2 0.02

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

For at kunne vurdere muligheden for klassificering af sandområder er der foretaget feltundersøgelser af pedologi, geologi, mineralogi, hydraulik, geokemi, mikrobiologi og stofkemi på lokaliteter grupperet efter landskabselementtype. For hver landskabselementtype er der på tre marker lavet undersøgelser ned til grundvandsspejlet. Afrapporteringen af data fra hvert landskabselement er samlet i en selvstændig basisdatarapport. Datarapporterne er nummereret 3-10.

