

1. Undersøgelser af de pedologiske forhold ved Gjorslev, Højstrup, Mammen og Grundfør

Søren Torp (DJF)

1.1 Indledning

En nøjagtig beskrivelse af de pedologiske forhold er af stor betydning i arbejdet med at kortlægge pesticiders nedbrydning og transport, i jordlagene. Det er kendt at den største og primære nedbrydning af pesticider hovedsagelig er afhængig af forhold i de øverste jordlag (Walker, 2003).

Den pedologiske beskrivelse omfatter registrering af og prøvetagning fra de forskellige jordbundshorisonter i den aktuelle jordbund. Ved at prøvetagningen sker efter en pedologisk inddeling af jordlagene, sikres en repræsentativ prøvetagning fra jordbundshorisonterne. I modsætning hertil vil en traditionel prøvetagning efter dybde ofte være tilfældig og ikke sikre repræsentativiteten. Den grundige beskrivelse sikrer et godt input ved arbejdet med opsætningen af modellerne. Når modelleringen efterfølgende skal vurderes kan man søge tilbage til den pedologiske beskrivelse for at finde forklaringer på resultatet.

I arbejdet med de første lerlokaliteter er det valgt at lave en beskrivelse af de pedologiske forhold som har samme omfang som den der tidligere blev anvendt i sanddelen i KUPA-projektet (Barlebo, 2002a). Med den grundige pedologiske beskrivelse på lokaliteterne fås et sammenligningsgrundlag til eksisterende databaser over danske jorder. Det er således muligt at vurdere bl.a. repræsentativitet for jordbundsforholdene i det videre arbejde med opskaleringen.

Den pedologiske beskrivelse og analyse omfatter en registrering af de parametre, som har stor betydning for pesticid udvaskningen, såsom; tekstur, humusindhold, pH, makroporeindhold, jordstruktur, redoxforhold og ombyttelige brint ioner.

Dette arbejde er allerede foretaget på sandjordslokaliteterne, men det er mindst ligeså vigtigt på lerjorder hvor makroporeflow, sprækker, lernedslerning, bioaktivitet i de øverste jordlag kan være yderst forskellig fra jordart til jordart indenfor de forskellige landskabssementer.

I det følgende beskrives jordbundsforholdene på de fire udvalgte lerlokaliteter Gjorslev, Højstrup, Mammen og Grundfør. Der findes et beskrivelsesskema for hver lokalitet hvori feltbeskrivelsen af jordbundshorisonterne plus en del overordnede oplysninger er anført. Fra hver lokalitet findes desuden profilskitser over jordbundshorisonter fra to profilvægge optegnet nedtil ca. 170 cms dybde over en givet strækning. Jordbundsprofilerne er forsøgt fotograferet i digital udgave hvilket muliggør at billederne kan splejses til et langt sammenhængende oversigtsbillede. Dette er lykkedes på de fleste lokaliteter, men ikke i andre og nogen steder kun delvist. Herudover indeholder kapitlerne også tabeller med analysere-

sultaterne fra de fysiske og kemiske analyser udført på laboratoriet. Analyserne er gennemført som beskrevet i Barlebo (2002b)

1.2 Gjorslev lokaliteten

Feltarbejdet ved Gjorslev på Stevn blev udført den 22. august 2002. Der blev optegnet i alt 2 x 700 cm pedologiske horisonter i de øverste jordlag, figur 1.1 og 1.2 samt som vist i figur 1.3 og 1.5. Jorden er efter det danske system (Madsen 1985) klassificeret som en kalkholdig pseudogley Typibrunjord pga. tilstedeværelsen af en diagnostisk Bv-horizont, tabel 1.1. Efter FAO systemet (FAO, 1998) klassificeres jorden som en Haplic Phaeozem pga. sin høje basemætning.

1.2.1 Jordbundsudvikling

Jordbundsudviklingen i denne lerholdige jord er domineret af tre hovedprocesser; kalkudvaskning, forbruning og landbrugsdrift. Desuden er der tegn på en begyndende, svagt udviklet lernedvaskning.

På figur 1.1 og 1.2 kan grænsen for karbonatudvaskning følges som overgrænsen for C(g)-horisonten. Som det ses på figurerne varierer dybden til den karbonatholdige horisont fra ca. 80 cm og til 170 cms dybde. Jordbundshistorisk antages det at råjorden efter at den sidste is var smeltet bort for ca. 10.000 år siden har været karbonatholdig til overfladen. Dvs. indholdet af karbonat i hele pedonet har tilsvaret det vi i dag finder i C-horisonten. De karbonatfri øvre horisonter er udvaskede af nedbøren herefter. Efter karbonatudvaskningen har fundet sted i de øvre dele af pedonet har forbruningsprocessen gradvist overtaget som den dominerende jordbundsudvikling. Faldet i pH som følge af fjernelsen af karbonat er med til at fremme den kemiske forvitring. Forvitring af jernholdige primære mineraler opløser mineraler og frigør bl.a. jernoxider og danner nye lerminerale. Derved udvikles efterhånden en B-horisont hvis dannelseshastighed væsentligst styres af klimaet, dvs. fugtighedsforhold og temperatur (Schachtschabel et al., 1989).


De dannede jernoxider bindes i jorden som aggregater i metal-organiske komplekser hvis mobilitet svækkes yderligere af en stærk Ca^{2+} binding. Indholdet af jernoxider giver B-horisonten sin karakteristiske brunlige farve.

En yderligere forsuring og udvaskning af baser vil føre til en mobilisering af lerminerale og hermed en flytning og afsætning af ler i et dybere niveau. En sådan flytning af ler ses der kun meget svage tegn på i jorden ved Gjorslev.

Pseudogley optræder i Gjorslev sammenfaldende med C(g)-horisonten. Pseudogley optræder som lodrette grålige striber i en brun matrix. Pseudogleyen er svagt til moderat udviklet i de øverste jordlag, men genfindes som sprækker dybere i jorden. Pseudogley er tydeligvis sammenfaldende med sprækker der har sine oprindelse fra trykpåvirkninger fra isen. Senere er sprækkerne i de øvre jordlag udviklet til det vi kalder pseudogley ved vandets påvirkning. I perioder med megen nedbør er sprækkerne vandfyldte og jordbakterier

der lever af organisk stof som vandet har bragt med ned, forbruger hurtigt ilten og danner aerobe forhold. Jern der er tilstede i jorden som oxider reduceres til Fe²⁺ der giver sprækkekerne deres grålige farve. Ved overgangen til matrix kan man ofte observere en rødlig grænse der skyldtes at det reducerede jern iltes og afsættes som Fe³⁺ på overgangen mellem sprække og matrix.

Tabel 1.1. Feltbeskrivelse, klassifikation og lokalitetsoplysninger for jordbundsprofil ved Gjorslev (DJF profil nr. 3178).

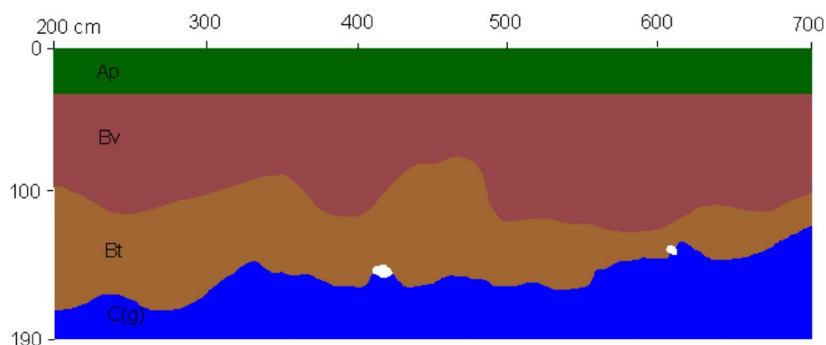
Dansk jordklassifikation	Kalkholdig pseudogleyet typibrunjord	FAO Jordklassifikation	Haplic Phaeozem
Landskabsform	Moræneflade	Dræningsklasse	Veldrænet jord
UTM	6139069 715258	Profil dybde	180
Beliggenhed	Flade	Grundvandsdybde	-
Kote	27 m	Vegetation	-
Terrænform	Flade	Beskriver	Søren Torp
Hældning	0 – 1 °	Dato	22-8-2002
Bemærkninger	C(g)-horisonten: Enkelte rødder i grå pseudogley		
	<p>Horisontbeskrivelse</p> <p>Ap (0 - 29 cm): Mørk grålig brun (10YR 4/2 fugtig) ler; moræneaflejringer; humusholdig, 1 – 7 %, mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm store sten, af blandet tilstand, form og type uden kalk; jordbrugskalket, overvejende klumper; meget hyppige fine rødder; porer, 1 - 10 / dm² som orme- og rodgange; stærk, grov, angulær struktur; fugtig, meget klæbrig konsistens; klar jævn grænse.</p> <p>Bv (29 - 75 cm): Gullig brun (10YR 5/4 fugtig) ler; moræneaflejringer; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små, 2,0 - 7,5 cm sten, af blandet tilstand, form og typer uden kalk; mindre end 5 vol. % bløde noduler, afrundede, Fe- og Mn-oxider & hydroxider (sorte) med en diameter mindre end 1 cm; nogle fine rødder; porer, 10 - 40 / dm² som orme- og rodgange; moderat, grov, angulær struktur; fugtig, klæbrig konsistens; plettet af tykke coatings af lerminerale (+ sesquioxider) og humus i rodgange; gradvis bølget grænse.</p> <p>Bt (75 - 115 cm): Brun (10YR 5/3 fugtig) ler; moræneaflejringer; få, mindre end 2 % gullig brun (10YR 5/8 fugtig) afrundede mellemstore, 5 – 15 mm pletter, med tydelig kontrast og klar, mindre end 2 mm grænse; humusfattig; mindre end 5 vol. %, alle størrelser sten, en blanding af tilstand og en blanding af form og typer uden kalk; mindre end 5 vol. % bløde noduler, afrundede, Fe- og Mn-oxider & hydroxider (sorte); med en diameter mindre end 1 cm; nogle fine rødder; porer, 1 - 10 / dm² som orme- og rodgange; moderat, grov, angulær struktur; fugtig, meget klæbrig konsistens; meget lidt plettet af moderat tykke coatings af lerminerale (+ sesquioxider) og humus i rodgange; gradvis bølget grænse.</p> <p>C(g) (115 - 180 cm): Gullig brun (10YR 5/4 fugtig) ler; moræneaflejringer; mange mere end 20 % lodret stribede store, større end 15 mm pletter, med fremtrædende kontrast og klar, mindre end 2 mm grænse; grålige gleyslirer på brun bund; humusfattig; mindre end 5 vol. %, alle størrelser sten, en blanding af tilstand og en blanding af form og typer med kalk; mindre end 5 vol. % bløde + hårde noduler, afrundede, Fe- og Mn-oxider & hydroxider (sorte); med en diameter mindre end 1 cm; stærkt kalkholdigt, overvejende klumper; massiv, meget grov, angulær struktur.</p>		

Landbrugsdriftens indflydelse på jordbundsudviklingen har især haft betydning for jordens surhed de øverste horisonter. På trods af at der nogle steder findes kalkholdige lag allerede i 80 cms dybde, figur 1.5, er jorden blevet tilført landbrugskalk, der ses som klumper i pløjelaget. I tabel 1.2 kan dette kun ikke ses på pH i pløjelaget der har en den laveste værdi af de målte horisonter ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$: 7,3) men indholdet af Ca-base-ioner har en forhøjet værdi her der kan hidrøre herfra.

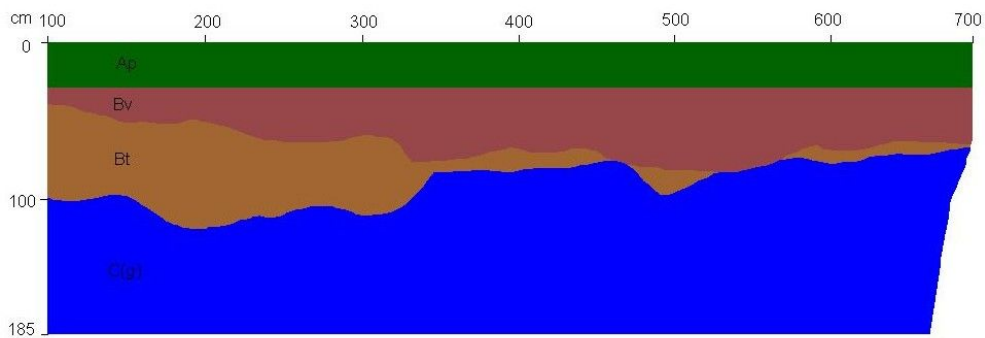
Tabel 1.2. Analyseresultater for Gjorslev, DJF profil nr. 3178.

KUPA nr.	Navn	Dybde cm	Kornstørrelsesfordeling (%)							Org. C %	Total N
			<2	2-20	20-63	63-125	125-200	200-500	0.5-2		
			μm						mm		
35001	Ap	10-20	16,9	18,1	15,1	14,6	14,9	11,1	6,7	1,54	0,17
35002	Bv	33-53	17,1	14,1	16,0	13,9	16,6	11,2	10,8	0,19	0,03
	C(g)	80-100	16,6	16,4	11,7	12,2	9,8	13,8	5,4	0,12	
35004	C1	205-222	19,8	14,2	12,6	11,0	11	6,8	6,8	0,18	0,02
	C2	350-370	18,9	14,1	12,4	11,4	12,6	7,4	6,0	0,18	-
	C3	465-485	15,6	12,4	13,3	9,6	11,0	7,6	9,8	0,24	-

KUPA nr.	Ombyttelige kationer Cmol kg^{-1}							Base mætning %	CaCO_3	pH (H_2O) 1:1	pH (CaCl_2) 1:2,5
	Ca	Mg	K	Na	Baser total	H^+	CEC Total				
35001	13,52	0,58	0,17	0,08	14,35	0,40	14,75	97	0	7,9	7,3
35002	9,29	0,36	0,13	0,09	9,87	1,13	11,00	90	0	8,3	7,4
									13,9		
35004	32,21	0,50	0,15	0,11	32,97	-	7,37	-	17,7	8,6	7,8



Figur 1.1. Skitse af profil fra Gjorslev.



Figur 1.2. Skitse af profil fra Gjorslev.



Figur 1.3. Foto af profil fra Gjorslev. Udsnippet er ca. 4 meter i længden og 80 cm i dybden.



Figur 1.4. Foto af profil fra Gjorslev. Udsnippet er 450 cm i længden og ca. 70 cm i højden.



Figur 1.5. Foto af profil fra Gjorslev. Nærbillede af regnormegange og jordstruktur. Fotoudsnippet er ca. 70 cm i dybden og ca. 350 cm i længden.

1.3 Højstrup lokaliteten

Ved Højstrup på Stevns blev der optegnet i alt 2 x 10 m pedologiske horisonter i de øverste jordlag, figur 1.6 og 1.8 samt vist i figur 1.7 og 1.9. Profilet er klassificeret efter det danske system (Madsen 1985) som en Pseudogley Typibrunjord pga. tilstedeværelsen af pseudogley og en Bv-horisont, tabel 1.3. På grund af den høje basemætning og da der ikke kan påvises lernedslemning bliver jorden en Phaeozem i FAO systemet. Med pseudogley indenfor de øverste 50 cm bliver jorden en stagnic Phaeozem.

1.3.1 Jordbundsudvikling

Jordbundsudviklingen i denne lerholdige jord er domineret af tre hovedprocesser; kalkudvaskning, forbruning og landbrugsdrift. Desuden er der tegn på en begyndende lernedvaskning der endnu er svagt udviklet.

Denne brunjord har en høj basemætning der primært udgøres af Ca^{2+} ioner, tabel 1.4. Der vil ikke ske en nævneværdig lernedslemning før saltkoncentrationen i jordvæsken med tiden er faldet til et lavere niveau. Der sker dog allerede nu en mekanisk flytning af en del af leret idet der er iagttaget tykke ler- og humus-belægninger i orme- og rodgange. I matrix og på aggregatoverfladerne er der derimod ikke iagttaget clayskins. Disse lodrette rod og ormegange findes fortrinsvis koncentreret i sprækkefladerne i jorden. Næsten sammenfaldende findes pseudogley striber, figur 1.7 og 1.9. Pseudogley og sprækker er en del af det kortlagte sprækkesystem der blev dannet under isens træk og tryk. Karbonat er udvasket i de øvre horisonter indtil ca. 85-120 cm. Grænsen for karbonatudvaskning er sammenfaldende med overgrænsen for C(g)-hoisonten, figur 1.6 og 1.8. Strukturen i jorden er grov subangulær over karbonatgrænsen og grov angulær der under. Marken er gennemdrænet hvilket kan ses som en udgravning med drænrør liggende i 115 cm, figur 1.6.

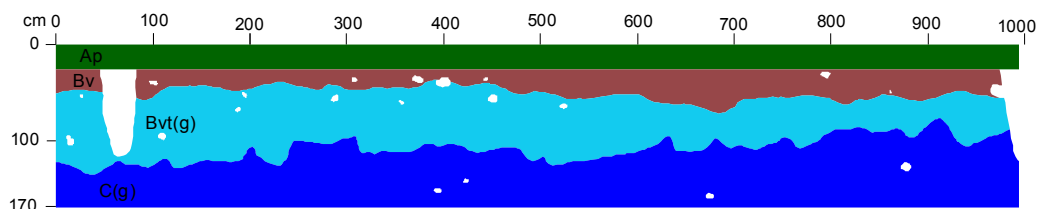
Tabel 1.3. Feltbeskrivelse, klassifikation og lokalitetsoplysninger for jordbundsprofil ved Højstrup (DJF profil nr. 3181).

Dansk jordklassifikation	Pseudogley Typi-brunjord	FAO Jordklassifikation	Stagnic Phaeozem
Landskabsform	Moræneflade	Dræningsklasse	Moderat veldrænet jord
UTM	6128630 711165	Profil dybde	160 cm
Beliggenhed	Flade	1.3.1.1 Grundvandsdybde	-
Kote	10 m	Vegetation	Stub
Terrænform	Flade	Beskriver	Søren Torp
Hældning	0 – 1 °	Dato	29-10-2002
Bemærkninger	<p>Profilbeskrivelse lavet ved 0-1 m n.væg; jorden er drænet, rør ved 115 cm; C (g): rødder til 130 cm; typisk rod dybde 100 cm; 2-3: humus forede lodr. Orme-gange; porer- og rodfyldte ormegange findes koncentreret i sprækkeflader (grå)2+3+(4); 4: jorden er gennemsat af microporer.</p>		
	<p>Horisontbeskrivelse</p>		
	<p>Ap (0 - 26 cm): Mørk grålig brun (10YR 4/2 fugtig) lerholdigt siltet sand; moræneaflejringer; humusholdig, 1 - 7 %; mindre end 5 vol. %, små + mellemstore sten, af blandet tilstand, form og type uden kalk; hyppige fine rødder; porer, 1 - 10 / dm² som orme- og rodgange; stærk, grov, angulær struktur; fugtig, meget klæbrig konsistens; abrupt jævn grænse.</p>		
	<p>Bv (26 - 43 cm) : Brun (10YR 5/3 fugtig) og teksturelle bånd af farven brun (10YR 5/3 fugtig); leret siltet sand; og bånd af lerholdigt siltet sand; moræneaflejringer; en del, 2-20 % stærk brune (7,5YR 5/8 fugtig) afrundede mellemstore, 5 - 15 mm pletter, med svag kontrast og diffus, større end 2 mm grænse; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små + mellemstore sten, af blandet tilstand, form og type uden kalk; nogle fine rødder; porer, 1 – 10 / dm² som orme- og rodgange; moderat, grov, subangulær struktur; fugtig, klæbrig konsistens; meget lidt plettet af moderat tykke coatings af humus i rodgange; gradvis bølget grænse.</p>		
	<p>Bv(g) (43 - 85 cm): Lys oliven brun (2,5Y 5/3 fugtig), og teksturelle bånd af farven brun (10YR 5/3 fugtig); leret siltet sand; og bånd af lerholdigt siltet sand; moræneaflejringer; en del, 2-20 % stærk brune (7,5YR 5/6 fugtig) brogede store, større end 15 mm pletter, med tydelig kontrast og klar, mindre end 2 mm grænse; grålige gleyslirer på brun bund; humusfattig; 5 - 15 vol. %, små + mellemstore sten, af blandet tilstand, form og typer uden kalk; 5 - 15 vol. % hårde noduler, afrundede, Fe- og Mn-oxider & hydroxider (sorte); med en diameter mindre end 1 cm; nogle fine rødder; porer, 1 - 10 / dm² som orme- og rodgange; moderat, grov, subangulær struktur; fugtig, svagt klæbrig konsistens; meget lidt plettet af moderat tykke coatings af humus i rodgange; klar bølget grænse.</p>		
<p>C(g) (85 - 150 cm): Lys oliven brun (2,5Y 5/3 fugtig) og teksturelle bånd af farven stærk brun (7,5YR 5/8 fugtig); ler; moræneaflejringer; mange, mere end 20 % grålig brune (2,5Y 5/2 fugtig) lodret stribede store, større end 15 mm pletter, med fremtrædende kontrast og klar, mindre end 2 mm grænse; grålige gleyslirer på brun bund; humusfattig; 5 - 15 vol. %, små + mellemstore sten, af blandet tilstand, form og type med kalk; 5 - 15 vol. % bløde noduler, angulære, Fe-oxider & hydroxider (røde); med en diameter mindre end 1 cm; stærkt kalkholdigt, overvejende klumper; få fine rødder; moderat, grov, angulær struktur; fugtig, svagt klæbrig konsistens.</p>			

Tabel 1.4. Analyseresultater for Højstrup, DJF profil nr. 3181.

KUPA nr.	Navn	Dybde cm	Kornstørrelsesfordeling (%)							Org. C %	Total N
			<2	2-20	20-63	63-125	125-200	200-500	0.5-2		
			μm						mm		
46601	Ap	5-25	21,7	16,3	16,1	14,4	15,8	9,2	6,2	1,17	0,12
46603	Bv	28-48	24,7	14,3	16,9	12,2	13,8	9,2	8,4	0,32	0,05
46606	C	90-110	18,5	12,5	13,9	12,4	13,0	7,4	6,2	0,12	0,03
46607	C	170-190	18,5	13,5	20,0	12,0	13,4	8,4	6,2	1,18	-
46609	C	350	22,1	25,9	10,5	6,6	6	3,8	4,0	0,59	-

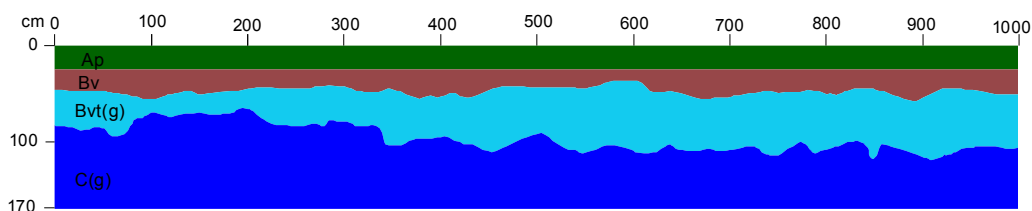
KUPA nr.	Ombyttelige kationer							Base mætning %	CaCO ₃	pH (H ₂ O) 1:1	pH (CaCl ₂) 1:2,5
	Ca	Mg	K	Na	Baser Total	H ⁺	CEC total				
46601	12,68	0,44	0,20	0,26	13,58	-	12,93	-	0	8,0	7,5
46603	13,24	0,47	0,19	0,15	14,05	1,04	15,09	93	0	7,8	7,5
46606	33,96	0,63	0,15	0,10	34,84	-	9,12	-	15,9	8,6	7,7
46607	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
46609	-	-	-	-	-	-	-	-	20,1	-	-



Figur 1.6. Skitse af profil fra Højstrup. De hvide felter er udgravninger i forbindelse med dræning, desuden er der indtegnet større sten (hvide pletter).



Figur 1.7. Foto af profil fra Højstrup



Figur 1.8 Skitse af profil fra Højstrup.



Figur 1.9 Fotos af profiler fra Højstrup. De to fotoudsnit er fra samme væg, men er af tekniske årsager opdelt i to. Øverste billede er ca. 120 cm i dybden og ca. 4 meter i længden. Det nederste billede er 150 cm i dybden og ca. 6 meter i længden.

1.4 Mammen lokaliteten

Ved Mammen er der optegnet i alt 14 meter pedologiske horisonter i de øverste jordlag, figur 1.9 og 1.10 samt vist i figur 1.12 og 1.13. Jordbundsprofilet ved Mammen er udviklet i lerholdige moræneaflejringer afsat af isen under Weichsel glaciationen. Profilet er klassificeret som en fragi brunjord pseudogley Typilessive efter det danske system (Madsen, 1985) pga. tilstedeværelsen af en diagnostisk Bt-horison, tabel 1.5. Efter FAO systemet (FAO, 1998) klassificeres jorden som en stagnic Luvisol, fordi der findes en diagnostisk argic-horison. Det ses ved tilstedeværelsen af ler-coatings på aggregatoverfladerne og i teksturspringet mellem horisonterne. Da der er tegn på temporær vandstuvning ved tilstedeværelsen af pseudogley tildeles prefix "stagnic".

1.4.1 Jordbundsudvikling

I jordbunden ved Mammen har de dominerende pedologiske processer været; karbonat-udvaskning, forbruning, lernedvaskning, fragipandannelse og landbrugsdrift. De jordbundsdannende processer ved karbonatudvaskning og forbruning er beskrevet for Gjorslev. Det skal dog nævnes at der ikke blev fundet moræneler med indhold af karbonat overhovedet

ved Mammen. Det er derfor svært at sige noget om jordens oprindelige indhold af karbonat.


I Mammen er jordbundsudviklingen mere moden end tilfældet var i Gjorslev. Analyseresultaterne, tabel 1.6, sammen med de fysiske iagttagelser, tabel 1.5, viser at der er sket en lernedvaskning til Bt-horisonten. Dette kommer dog ikke til udtryk i horisont navngivningen idet det kan diskuteres om ikke den overliggende Bv(g)-horisonten rettelig burde have heddet BE(g) eller BEv(g) ud fra sine fysiske træk. Mindre stærkt udvaskede partier af profilet har benævnelsen BE, figur 1.10 og 1.11.

Lernedvaskning kan opdeles i tre delprocesser; dispergering, transport og aflejring. Dispergering af ler er afhængigt af koncentration af salte i jorden. Især tilstedeværelsen af Ca^{2+} ionen har indflydelse på om lerminerallerne bliver mobile alt afhængigt af jordens pH værdi. Ved en pH på mellem 7 og 5 som netop er målt i jorden fra Mammen har lerminerallerne størst tilbøjelighed til dispergering hvorved udvaskningen kan foregå. Lerminerallerne udfældes igen når de på vej nedad møder jordvand med en højere koncentration af salte (Schachtschabel et al., 1989). Derved dannes en horisont beriget med lermineraller (Bt(g)) hvis udstrækning og variation kan ses på figur 1.10 og 1.11.

Det er observeret at mere end 50% af horisonten Bv(g) består af hærtnet fragipan. Jordhorisonten 27-65 cm består af hård fragipan der har en grov prismatisk struktur, tabel 1.5. Fragipan-dannelsen i jorden er sket mens jorden har været eksponeret for frost/tø og våd/tør-processer i perioder af den sidste istid hvor jorden har været uden isdække.

Med hævet pH i pløjelaget (Ap-horisonten) er jorden sandsynligt tilført jordbrugskalk selv om det ikke blev iagtaget direkte.

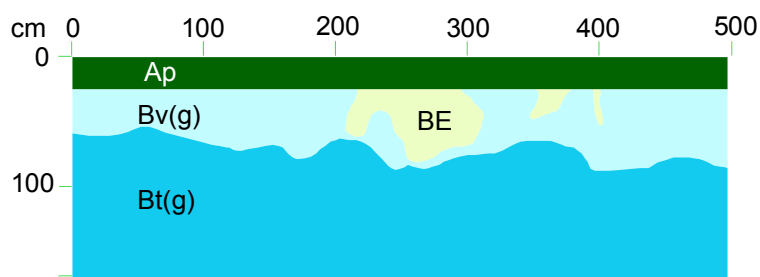
Tabel 1.5. Feltbeskrivelse, klassifikation og lokalitetsoplysninger for jordbundsprofil ved Mammen (DJF profil nr. 3179).

Dansk jordklassifikation	Fragibrunjord pseudogleyet typilessive	WRB jordklassifikation	Stacnic Luvisol
Landskabsform	Storbakket morænelandskab	Dræningsklasse	Meget veldrænet jord
UTM	6250860 539250	Profil dybde	
Beliggenhed	Meget svag skråning	Grundvandsdybde	500 cm
Kote	52 m	Vegetation	<ikke kendt>
Terrænform	<ikke kendt>	Beskriver	Søren Torp
Hældning	1 - 3 °	Dato	9-10-2002
Bemærkninger	Jordens øverste 70 cm var udtørret; beskrevet østvæg mellem 5 - 4 m; rødder til 130 cm; typisk rodde dybde 80 cm; rødder følger humusforede rodgange der har en diam. på 5-10 mm.		
	<p>Horisontbeskrivelse</p> <p>Ap (0 - 27 cm): Meget mørk grålig brun (10YR 3/2 fugtig) lerholdigt siltet sand; moræneaflejringer; humusholdig, 1 - 7 %; mindre end 5 vol %, små + mellemstore sten, af blandet tilstand, form og type uden kalk; meget hyppige fine rødder; lufttør, klæbrig konsistens; abrupt jævn grænse.</p> <p>Bv(g) (27 - 65 cm): Gullig brun (10YR 5/4 fugtig), med indblanding af lys rødlig brun (2,5YR 6/3 fugtig) leret siltet sand; med indblanding af siltet sand; moræneaflejringer; mange, mere end 20 % lys grå (10YR 7/2 fugtig) lodret stribede store, større end 15 mm pletter, med fremtrædende kontrast og klar, mindre end 2 mm grænse; grålige gleyslirer på brun bund; humusfattig; 5 - 15 vol %, små + mellem store sten, af blandet form, type og blandede tilstand uden kalk; mindre end 5 vol % bløde noder, irregulære, Fe-oxider & hydroxider (røde) + Fe- og Mn-oxider; med en diameter større end 1 cm; hyppige fine rødder; porer, 10 - 40 / dm² som orme- og rodgange; meget stærk, grov, prismatisk struktur; diskontinuert, mere end 50% er hårdt, af prismatisk fragipan; diffus bølget grænse.</p> <p>Bt(g) (65 - 160 cm): Gullig brun (10YR 5/4 fugtig) ler; moræneaflejringer; en del, 2-20 % lys brunlig grå (10YR 6/2 fugtig) lodret stribede store, større end 15 mm pletter, med fremtrædende kontrast og diffus, større end 2 mm grænse; grålige gleyslirer på brun bund; humusfattig; mindre end 5 vol %, små + mellemstore sten, en blanding af tilstand og en blanding af form og typer uden kalk; mindre end 5 vol % bløde + hårde noder, afrundede, Fe-oxider & hydroxider (røde) + Fe- og Mn-oxider; med en diameter mindre end 1 cm; meget få fine rødder; porer, 1 - 10 / dm² som andet; meget stærk, grov, subangulær struktur; fugtig, klæbrig konsistens; plettet af moderat tykke coatings af lerminerale (+ sesquioxider) i aggregatoverflader.</p>		

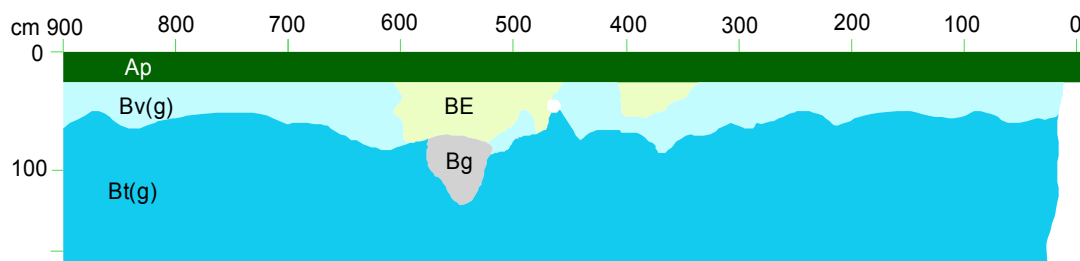
Tabel 1.6. Analyseresultater for Mammen, DJF profil nr. 3179.

KUPA nr.	Navn	Dybde cm	Kornstørrelsesfordeling (%)							Org. C %	Total N
			<2	2-20	20-63	63-125	125-200	200-500	0.5-2		
			μm						mm		
32315	Ap	5-23	11,2	14,3	13,9	15,2	16,6	14,9	10,5	1,98	0,16
32327	Bv	30-40	15,1	12,4	16,8	14,8	16,0	13,6	10,9	0,08	0,03
32328	Bt	110-130	19,5	9,0	11,8	19,2	17,4	12,8	10,2	0,04	0,02
	C	205-215	17,9	8,6	11,4	17,8	17,0	16,2	11,0	0,03	-
	C	340-360	11,3	6,7	10,9	12,0	22,3	22,1	14,6	0,01	-
	C	bund	3,6	0,9	2,9	3,4	21,7	45,0	22,5	1,98	-

KUPA Nr.	Ombyttelige kationer cmol kg ⁻¹							Base mætning %	CaCO ₃	pH (H ₂ O) 1:1	pH (CaCl ₂) 1:2,5
	Ca	Mg	K	Na	Baser total	H ⁺	CEC Total				
32315	6,80	0,68	0,13	0,11	7,72	0,85	8,57	90	0	7,5	6,7
32327	4,38	1,64	0,17	0,11	6,30	5,51	11,81	53	0	6,7	5,6
32328	3,64	2,18	0,16	0,12	6,10	1,48	7,58	80	0	6,6	5,4



Figur 1.10. Skitse af profil fra Mammen.



Figur 1.11. Skitse af profil fra Mammen.



Figur 1.12. Foto af profil fra Mammen. Udsnippet er ca. 65 cm i dybden og ca. 300 cm i længden.



Figur 1.13. Foto af profil fra Mammen. Nærbillede af en del af profilvæggen med regnormegange. Udsnippet er ca. 65 cm i dybden og ca. 250 cm i længden.

1.5 Grundfør lokaliteten

Ved Grundfør nord for Århus blev der optegnet i alt 15 m pedologiske horisonter i de øverste jordlag, figur 1.14 og 1.16 samt vist i figur 1.15 og 1.17. Profilet i Grundfør er klassificeret som en hærdnet brunjords pseudogleyet Degralessive efter det danske system (Madsen, 1985), tabel 1.7. På grund af pseudogley, tilstedeværelsen af clayskins og en diagnostisk lerudfældningshorisont klassificeres jorden som en cutanic stagnic Luvisol efter FAO systemet.


1.5.1 Jordbundsudvikling

Jordbundsudviklingen i den lerholdige jord i Grundfør er domineret af fire hovedprocesser; kalkudvaskning, forbruning, fragipandannelse og landbrugsdrift. I denne lerede moræneaflejring, figur 1.14 og 1.16, er det oprindelige karbonatindhold udvasket til bunden af udgravningen ved ca. 4 meter. Ved landbrugsdriften er der tilsat landbrugskalk til pløjelaget som giver et pH-profil med de højeste værdier i de øverste horisonter. I Grundfør findes pH værdier (målt i vand) mellem 6,6 og 5,7 med den laveste værdi i 150-170 cm, tabel 1.8.

Variationen i horisonterne kan ses påoptegnelserne på figur 1.14 og 1.16. Bvm-horisonten ses som en mere eller mindre sammenhængende horisont i fra ca. 50–110 cm dybde. Suf-

fikset "m" står for en hærdnet og hård horisont også kaldet en "fragipan". I BCt-horisonten er der fundet tydelige tegn på pletning af lerminerale på aggregatoverfladerne, hvilket sammen med lerprocenten i horisonten sammenlignet med den overliggende horisont er et tydeligt tegn på lernedslemning. Pseudogleyen er så kraftigt udviklet i den øvre del så betegnelsen "glossic" er benyttet i navngivelsen. En "glossic-horisont eller "glossic interfinering" er tegn på en begyndende degradering af dele af en tidligere lerudfældningshorisont (FAO, 1998). Jordstrukturen skifter fra en svag medium subangulær struktur til en grov angulær struktur grænsende til det massive i bunden af profilet. Der var lagt drænrør af tegl i ca. 125 cm dybde, figur 1.16 og 1.17.

Tabel 1.7. Feltbeskrivelse, klassifikation og lokalitetsoplysninger for jordbundsprofil ved Grundfør (DJF profil nr. 3180).

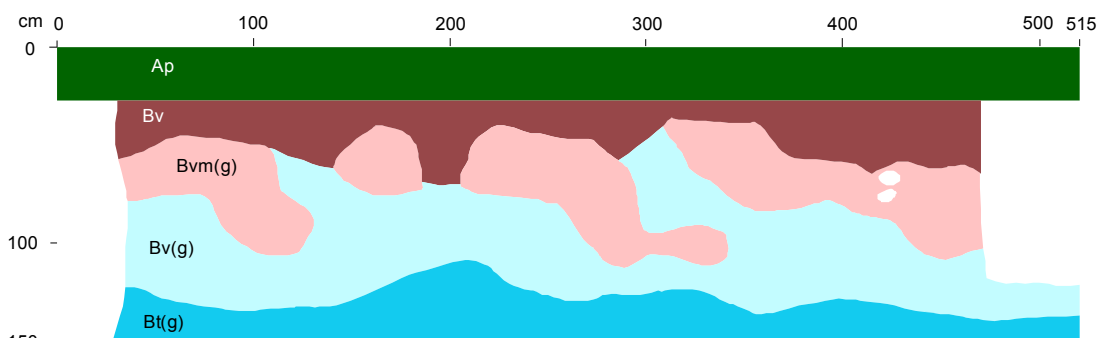
Dansk jordklassifikation	Hærdnet brunjords Pseudogleyet degralesive	FAO 1.5.1.1Jordklassifikation	cutanic stagnic Luvisol
Landskabsform	Moræneflade	Dræningsklasse	Moderat veldrænet jord
UTM	6237478 570173	Profil dybde	150
Beliggenhed	Meget svag skråning	Grundvandsdybde	-
Kote	60 m	Vegetation	Græs
Terrænform	Meget svagt kuperet	Beskriver	Søren Torp
Hældning	2 - 3 °	Dato	23-10-2002
Bemærkninger	Max roddybde 110 cm; typisk roddybde 50 cm; 3. lyse pseudogleystriber var mindre lerholdige end matrix (glossic); 2. Overgangen til Ap bestod af 20% humusfyldte ormegange.		
	<p>Horisontbeskrivelse</p> <p>Ap (0 - 27 cm): Meget mørk grålig brun (10YR 3/2 fugtig) leret siltet sand; moræneaflejringer; humusholdig, 1 - 7 %; mindre end 5 vol. %, små + mellemstore sten, af blandet tilstand, form, type med kalk; jordbrugskalket, overvejende klumper; hyppige fine rødder; porer, 1 - 10 / dm² som orme- og rodgange; svag, medium, subangulær struktur; fugtig, svagt klæbrig konsistens; abrupt jævn grænse.</p> <p>Bv (27 - 40 cm): Brun (10YR 5/3 fugtig) leret siltet sand; moræneaflejringer; en del, 2-20 % stærk brun (7,5YR 5/8 fugtig) afrundede mellemstore, 5 - 15 mm pletter, med tydelig kontrast og diffus, større end 2 mm grænse; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små + mellemstore sten, af blandet tilstand, type og former blandede uden kalk; hyppige fine rødder; porer, 1 - 10 / dm² som orme- og rodgange; svag, medium, subangulær struktur; fugtig, svagt klæbrig og meget lidt plettet af moderat tykke coatings af humus i rodgange; gradvis bølget grænse.</p> <p>Bvm(g) (40 - 84 cm): Gullig brun (10YR 5/4 fugtig) ler; moræneaflejringer; mange mere end 20 % bleg gul (2,5Y 7/3 fugtig) lodret stribede store, større end 15 mm pletter, med fremtrædende kontrast og klar, mindre end 2 mm grænse; grålige gleyslirer på brun bund; humusfattig; mindre end 5 vol %, små + mellemstore sten, af blandet tilstand form og type uden kalk; 5 - 15 vol. % bløde + hårde noduler, afrundede, Fe-oxider & hydroxider (røde), med en diameter større end 1 cm; nogle fine rødder; porer, 1 - 10 / dm² som orme- og rodgange; moderat stærk, grov, kolumnar struktur; fugtig, meget klæbrig konsistens; diffus bølget grænse</p> <p>Bv(g) (84 - 135 cm): Brun (10YR 5/3 fugtig) ler; moræneaflejringer; en del, 2-20 % lys gullig brun (2,5Y 6/3 fugtig) lodret stribede store, større end 15 mm pletter, med fremtrædende kontrast og en klar, mindre end 2 mm grænse; grålige gleyslirer på brun bund; humusfattig; mindre end 5 vol %, små + mellemstore sten, af blandet tilstand, form og type uden kalk; 5 - 15 vol. % bløde + hårde noduler, afrundede, Fe-oxider & hydroxider (røde) + Fe- og Mn-oxider, med en diameter større end 1 cm; porer, 1 - 10 / dm² som orme- og rodgange; moderat stærk, meget grov, angulær struktur; fugtig, meget klæbrig konsistens; diffus bølget grænse.</p>		

	<p>Horisontbeskrivelse – fortsat</p> <p>BCt(g) (135 - 150 cm) : Gullig brun (10YR 5/4 fugtig) ler; moræneaflejringer; en del, 2-20 % lys gullig brun (10YR 6/4 fugtig) lodret stribede store, større end 15 mm pletter, med tydelig kontrast og diffus, større end 2 mm grænse; grålige gleyslirer på brun bund; humusfattig; mindre end 5 vol. %, små + mellemstore sten, af blandet tilstand, form og type uden kalk; 5 - 15 vol. % bløde noder, afrundede, Fe-oxider & hydroxider (røde) + Fe- og Mn-oxider; med en diameter mindre end 1 cm; massiv struktur; fugtig, meget klæbrig konsistens; meget lidt plettet af moderat tykke coatings af lerminerale (+ sesquioxider) på aggregatoverflader.</p>
--	--

Tabel 1.8. Analyseresultater for Grundfør, DJF profil nr. 3180.

KUPA nr.	Navn	Dybde cm	Kornstørrelsesfordeling (%)							Org. C %	Total N
			<2	2-20	20-63	63-125	125-200	200-500	0.5-2		
			µm						Mm		
37277	Ap	5-25	12,2	13,3	15,9	17,9	17,9	12,1	8,0	1,56	0,14
37281	Bv	42-62	18,6	12,4	16,3	18,8	17,2	10,2	6,2	0,19	0,03
37282	BCt	150-170	19,4	11,6	11,1	23,2	18,2	10	6,4	0,13	0,03
	C	220-240	19,5	11,5	17,1	18	18,2	9,8	5,8	0,05	-
	C	350-370	12,2	13,3	15,9	17,9	17,9	12,1	40,8	0,01	-

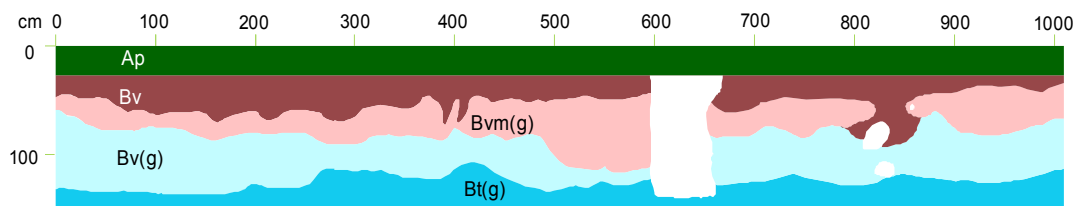
KUPA nr.	Ombyttelige kationer							Base mætning %	CaCO ₃	pH (H ₂ O) 1:1	pH (CaCl ₂) 1:2,5
	Ca	Mg	K	Na	Baser Total	H ⁺	CEC total				
37277	6,24	0,54	0,18	0,15	7,11	2,08	9,19	77	0	7,2	6,6
37281	5,02	0,28	0,18	0,14	5,62	1,58	7,20	78	0	7,8	6,6
37282	4,74	2,18	0,15	0,14	7,21	2,31	9,52	76	0	6,7	5,7



Figur 1.14. Skitse af profil fra Grundfør med horisontinddeling. De hvide pletter er større sten.



Figur 1.15. Foto af profil fra Grundfør. Udsnittet svarer til den i figur 1.14 viste profilskitse.



Figur 1.16. Skitse af profil fra Grundfør.



Figur 1.17. Foto af profil fra Grundfør. Udsnittet svarer til profilskitzen vist i figur 1.16.

1.6 Pedologiske forskelle og ligheder ved lokaliteterne

De to sjællandske og de to østjydske morænejorder har gennemgået typiske jordbundsudviklinger ved sammenligning med kendte jorder fra tidligere undersøgelser (Sundberg et al. 1999). I alle jorder er kalken fjernet fra de øverste horisonter. Mammen adskiller sig herfor ved at kalken også er fjernet i den nederste del af morænen, til ca. 4 meter. Morænelerens oprindelige karbonatindhold kan der således kun gættes på.

Det to moræner på Stevns ligner hinanden teksturelt med lerprocenter på 16-24 % i horisonterne. De østjydske moræner har et lavere indhold af ler (11-19%) og teksturelt ligner de indbyrdes hinanden.

Landbrugsdriften med det humusholdige pløjelag dominerer epipedonen. Indholdet af organisk carbon i epipedonen ligger på Højstrup på 1,17%, Gjorslev 1,56%, Grundfør 1,56% og Mammen 1,98%. Det niveau for kulstofindholdet viser at alle jorder har god omsætning

og at der ikke finder opbygning af morlag og lign. sted. De hyppige lodretgående regnormegange er det synlige tegn på stor biologisk aktivitet i jorderne.

For alle jorder gælder at forbruning er den dominerende jordbundsdannende proces. Efter udvaskningen af kalk i jorden beriges jorden af jernoxider ved forvitring af primære jernholdige mineraler. Sammen med humusstoffer der transporteres ned fra oven dannes metaorganiske komplekser der giver B-horisonten sin karakteristiske brune farve.

I alle jorder er der mere eller mindre tegn på lernedvaskning og undeliggende lerakkumulering i en udfældningshorisont. I Højstrup og i Gjorslev er denne proces kun meget svagt erkendbar med coating af lermineraller og humus i ormegangene. I Grundfør og Mammen kunne der iagttages lercoatings på aggregatoverfladerne hvilket er et tydeligt tegn på lerbevægelse i profilet.

Dræningstilstanden i jorderne præges af det lerholdige udgangsmateriale. Pseudogley viser at jorden temporært mættes med vand i fugtige perioder. Det forgår eller har forgået de steder hvor jorden er kunstigt drænet.

I Mammen og Grundfør blev der observeret horisonter der bestod af hærdnet fragipan, der er karakteristisk ved at være svært gennemtrængelig for rødder og ved at have en høj volumenvægt.

1.7 Litteratur

Barlebo, H.C. 2002a. KUPA projektet – koncept for Udpegning af Pesticidfølsomme Arealer. Geologi, nyt fra GEUS, Nr. 2 august 2002.

Barlebo, H.C. 2002b. Undersøgelser- og analysemetoder anvendt i forbindelse med undersøgelser af sandlokaliteter: Hvilke metoder er anvendt, og hvilke overvejelser er gjort? Koncept for Udpegning af Pesticidfølsomme Arealer. Rapport nr. 2, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Miljøministeriet. ss. 62,

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1998: World Reference Base for Soil Resources – World Soil Resources Reports 84, Rome 1998.

Madsen, H. B. og N. H. Jensen. 1985. Jordprofilundersøgelsen – Landbrugsministeriet, Arealdatakontoret Vejle.

Schachtschabel, P., H.-P. Blume, G.Brümmer, K.-H.Hartge, U.Schwertmann. 1989. Lehrbuch der Bodenkunde – Ferdinand Enke verlag Stuttgart.

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

Walker, A. 2003. Adsorption and degradation: From the laboratory to the real World. In: A.A.M. Del Re, E. Capri, L. Padovani, M. Trevisan (Eds.). Pesticide in Air, Plant, Soil & Water system. Proceedings of the XII Symposium Pesticide Chemistry, June 4-6, 2003, Piacenza – Italia.

