

Odder Bæk - LOOP 2

Lokalitet 03, renovering og etablering af sugeceller og horisontal boring

Nielsen, A.M., Hansen, B., Ernstsen, V., Rasmussen, P., (GEUS)
Blicher-Mathiesen, G. & Greve, M.H. (Aarhus Universitet)

Odder Bæk - LOOP 2

Lokalitet 03, renovering og etablering af sugeceller og horisontal boring

Nielsen, A.M., Hansen, B., Ernstsen, V., Rasmussen, P.,(GEUS)
Blicher-Mathiesen, G. & Greve, M.H.(Aarhus Universitet)

Indhold

1.	Indledning og formål	3
2.	Feltarbejde	4
2.1	Boringerne	4
2.2	Horisontal boring - DGU 40.1708.....	7
2.3	Jordartskartering	8
2.4	Sugeceller og grundvandsreder	10
2.5	Jordbundsundersøgelser i rodzonen	10
	Bilag 1 - Forslag til reparation af jordvands- og grundvandsstation T6, LOOP2	16
	Bilag 2 - Fotos af sedimentkernerne	20
	Bilag 3 - Kernebeskrivelser (fra Jupiter)	25
	Bilag 4 - Jordbundsprofiler	33
	Bilag 5 - Reducerende stoffer i sedimentet fra B1 og B2	39
	Bilag 6 – Jordbundsprofiler fra etableringen af LOOP i Oddebæk	40
	Bilag 7 – Fotos af den horisontale borings etablering	43

1. Indledning og formål

I april 2012 gravede Himmerlands Elforsyning (HEF) el ledninger ned på marken hvor LOOP 2 jord- og grundvandsstationen T6, lokalitet 03 er placeret. Det blev efterfølgende konstateret at stationens grundvandsreder og sugeceller ikke længere kunne prøvetages. Naturstyrelsen besluttede herefter at stationen skulle repareres og indgik en aftale med GEUS om at bistå med vurderingen af skadernes omfang og udbedringen af disse.

GEUS og DCE (Nationalt Center for Miljø og Energi) på Aarhus Universitet - udarbejdede i september 2012 et notat (Bilag 1) med forslag til en faseopdelt test og reparation af stationen. Notatet (Bilag 1) beskriver en fremgangsmåde til vurdering og reparation af skaderne opdelt i 3 faser:

Fase 1: Opgravning ned til de overskårne / iturevne ledninger, for at konstatere skadernes omfang og hvis muligt at koble de ødelagte prøvetagningsslanger sammen og dermed genetablere stationen.

Fase 2: Såfremt reparationen i Fase 1 ikke kan lade sig gøre skal stationen reetableres ved total udgravning og fremføring af nye slanger til sugeceller og grundvandsboringer. Dette er under forudsætning af at boringer og sugeceller er intakte.

Fase 3: Etablering af ny station hvis Fase 2 ikke kan gennemføres. Fase 3 omfatter desuden supplerende jordbundsundersøgelser og etablering af en horisontal boring.

Den 22. oktober 2012 blev der gravet en rende i marken for at fritlægge og finde de overskårene slanger og eventuelt at foretage en reparation af ledningerne (Fase 1). Det kunne konstateres at grundvandsslangerne var revet over eller trukket væk. Det blev vurderet at de manglende slanger var blevet revet ud af samlemufferne ved boringen og trukket med "graveploven". Det kunne også konstateres at slangerne til sugecellerne var trukket ud af samlerøret og trukket mere end 10 meter ned igennem elselskabets rende. Det blev vurderet at slangerne enten var revet itu eller revet ud fra samlemuffer inde ved den enkelte sugecelle. Det blev konkluderet at en reparation ikke kunne foretages jf. Fase 1.

Den 25. oktober 2012 blev der gravet ned til de 2 grundvandsreder og til nedstikshullerne til de 10 sugeceller. Det kunne her konstateres at flere toppe på boringerne i grundvandsrederne var beskadiget og at slangerne til flere sugeceller var rykket fra toppen af sugecellen. Det blev konkluderet at en reparation ikke kunne foretages jf. Fase 2.

På grund af vinterkulden blev gennemførelsen af Fase 3 udsat til 2013.

I det følgende beskrives de enkelte aktiviteter i Fase 3

2. Feltarbejde

Feltarbejdet med boringer, jordartskartering og sugeceller er udført i tidsrummet 13.-16. august 2013 mens den horisontale boring er etableret 8.-9. oktober 2013.



Figur 1: Området, det vil sige marken, hvor feltarbejdet er udført. Billedet til venstre er taget november 2012 mod nordvest fra stationen med sugecellerne med retning mod B1 og B2. Billedet til højre er taget august 2013 med retning mod nordøst og B3, B4 og B5 fra stationen med sugecellerne.

2.1 Boringerne

Der er udført 5 vertikale boringer til 3-4 meters dybde. I alle tilfælde er boringerne udført med en metode af vibrocore typen, hvor der er medtaget et plastrør (50 mm) i borerøret for derved at få en sedimentkerne for hver gennemborede meter. Sedimentkernen måler sjældent præcist 1 meter, hvilket tilskrives kompaktering af sedimenterne under borearbejdet og i enkelte tilfælde at sedimentet er tabt i borehullet under optaget.

Figur 2: Billedet til venstre viser borehullet, mens det højre billede viser borerøret med sedimentkernen i et 50 mm rør.



Efter afslutningen af borearbejdet er nedsat et pejlerør i hullet for senere at pejle grundvandsspejlet. Pejlerørene er fjernet efter en enkelt pejlerunde den sidste boredag, 15. august 2013.

Boringerne er nummereret B1, B2, B3, B4a, B4 og B5 og udført i nævnte rækkefølge. De tilhørende sedimentkerner er nummereret efter boringsnummeret samt dybden de repræsenterer, f.eks. B1-1 for 0-1 m u. t. i boring B1. Boringerne er indmålt med differentiell GPS og har fået DGU-nummer.

Sedimentkernerne er skåret op og beskrevet (se Bilag 3) i Boreprøvelaboratoriet hos GEUS, hvor der også er taget fotos (se Bilag 2) af de åbne kerner. Både beskrivelser og fotos er at finde i Jupiter databasen. Efter beskrivelserne er der udtaget en række prøver til senere sedimentkemiske analyser af reduktionskapaciteten. Analyserne er udført i Geokemisk Laboratorium på GEUS. Resultaterne af disse analyser ses i Bilag 5.



Figur 3: Placeringen af de fem borer og den ene boring der kun er benyttet til pejlinger.

B1 - DGU 40.1692

Boringen er udført til 3 meters dybde og grundvandsspejlet ligger 1,43 m u. t. svarende til kote 20,79 meter. De to øverste kerner er hhv. 87 og 92 cm lange. Kernen fra 2-3 m u. t. var meget svær at få ud af borerøret og er endt med at være delt i tre stykker med en samlet længde på ca. 67 cm.

B2 - DGU 40.1691

Boringen er udført til 4 meters dybde og grundvandsspejlet ligger 1,19 m u. t. svarende til kote 21,02 meter. De to øverste kerner er hhv. 81 og 82 cm lange. Kernen fra 2-3 m u. t. blev tabt i optaget og boringen blev derfor flyttet ca. 0,5 meter, hvor det meste af de øverste 2 meter er boret op med håndbor. De nederste kerner er hhv. 79 og 98 cm lange.

B3 - DGU 40.1690

Boringen er udført til 4 meters dybde og grundvandsspejlet ligger 1,43 m u. t. svarende til kote 20,25 meter. Kernerne er hhv. 91, 93, 71 og 93 cm lange.

B4a og B4 - DGU 40.1693

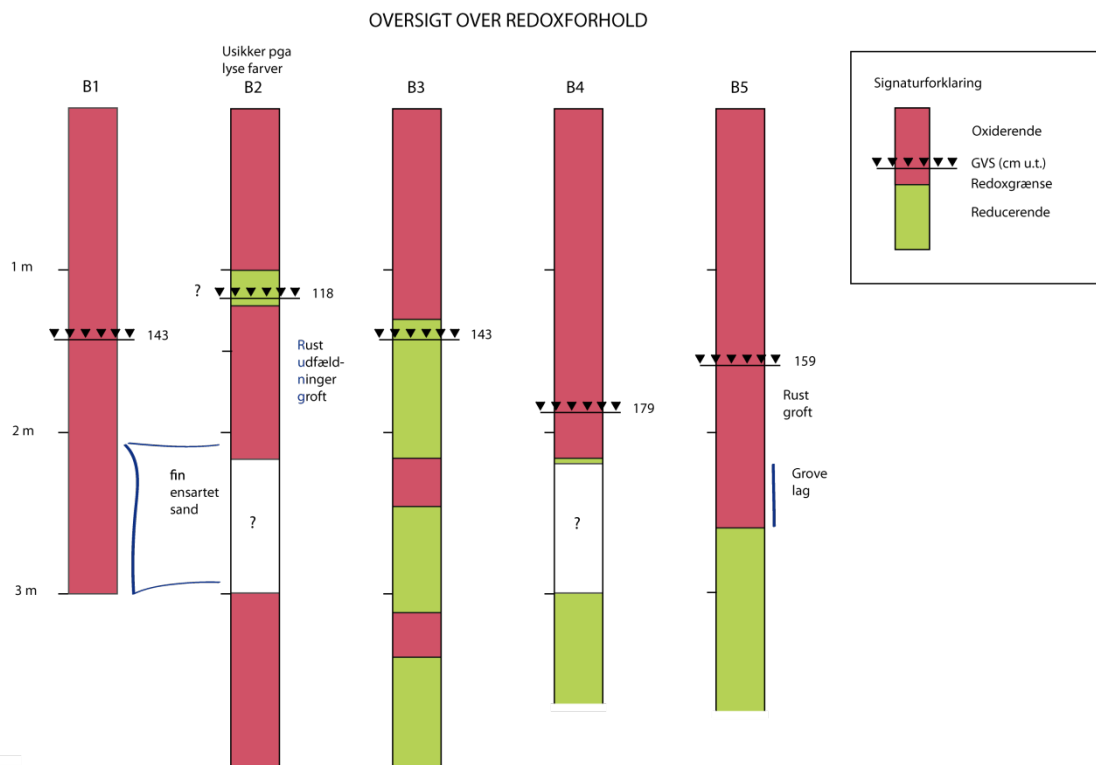
Det første forsøg på at udføre boringen kaldes B4a og er boret til 1 m u. t. Tekniske problemer udsatte herefter borearbejdet, men B4a er boret videre med håndbor og der er nedsat pejlerør. Boringen B4 er udført til 4 meters dybde, grundvandsspejlet ligger i B4a 1,80 m u. t. svarende til kote 19,65 meter. Det er denne boring der har fået DGU-nummer. De to øverste kerner er hhv. 93 og 65 cm lange. I optaget er noget af kernen fra 2-3 m u. t. tabt og kun 25 cm af sedimentkernen er intakt i røret. Fra 3-4 m u. t. er der anvendt kejserkrone i boringen og kernen er 89 cm lang.

B5 - DGU 40.1694

Boringen er udført til 4 meters dybde og grundvandspejlet ligger 1,60 m u. t. svarende til kote 19,93 meter. Kernerne er hhv. 100, 76, 98 og 51 cm lange. Noget af den nederste kerne er tabt i optaget og kernen var efterfølgende meget svær at få ud af borerøret. Der er anvendt kejserkrone i boringen af de to nederste meter.

Redoxforholdene ved boringerne

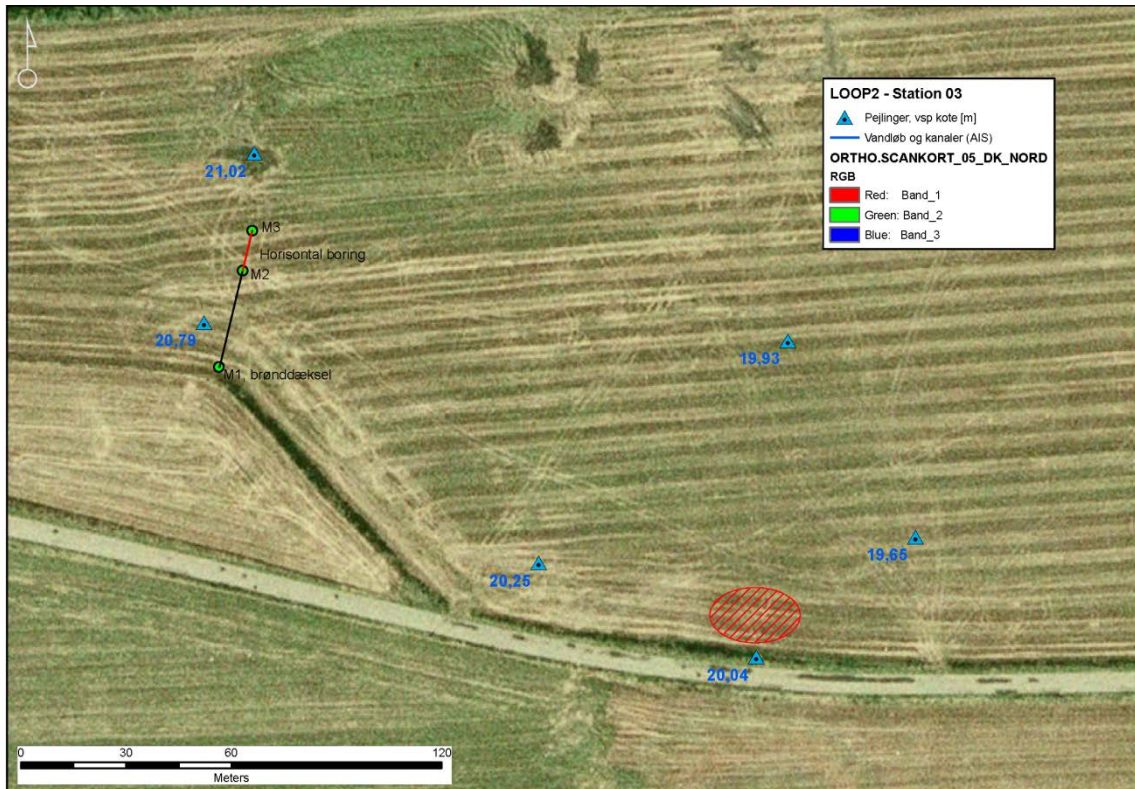
Farvebeskrivelserne og Munsell farvekoder (se Bilag 3), fotos (se Bilag 2) af sedimentprøverne fra kerneboringerne B1 (DGU 40.1692), B2 (DGU 40.1691), B3 (DGU 40.1690), B4 (DGU 40.1693) og B5 (DGU 40.1694) samt målinger af reduktionskapacitet i sedimentprøver fra B1 og B2 (se Bilag 5) er anvendt til vurdering af redoxforholdene. En oversigt over redoxforholdene ved de 5 boringer ses i figur 4. Generelt viser farverne fra de 5 boringer meget stor variation i redoxforholdene indenfor forholdsvis små afstande. Dette skyldes sandsynligvis store teksturelle forskelle i sedimentet, som medfører et kompliceret strømningsmønster og varierende redoxforhold. I kerneboringerne B1 og B2 viser de sedimentkemiske målinger af reduktionskapaciteten at jordlagene er mindst reducerede i de dybeste jordlag. Dette indikerer horisontale heterogene strømningsforhold.



Figur 4: Skitse med vurdering af redoxforholdene, der ligger til grund for placeringen af den horisontale boring. Redoxforholdene er vurderet på baggrund af farvebeskrivelser af kernerne (Bilag 2 og 3).

2.2 Horizontal boring - DGU 40.1708

Den horisontale boring er placeret på baggrund af resultaterne fra de vertikale borer, se figur 4 og 5, med det formål at finde en placering i nitratholdigt grundvand det vil sige over redoxgrænsen og under grundvandsspejlet og samtidig vinkelret på strømningsretningen af grundvandet. Det er vurderet, at der indenfor marken er de bedste betingelser for placering af en horisontal boring længst mod vest og tæt på boring B1 og B2 i 2 til 3 meters dybde.



Figur 5: Den omtrentlige placering af den horisontale boring. Afstanden mellem prøvetagningsbrønden (M1) og den fjerneste del af boringen (M3) er ca. 40 meter. Der er 3 filtre med i alt 6 indtag mellem M3 og M2 og de kan alle prøvetages separat. Det skraverede område er sugecellefeltet.

Den horisontale boring ligger i 2 til 2,2 meters dybde. Til etablering af boringen var der behov for to udgravninger – dels en hvor boreudstyret skulle skyde boringen fra dels en hvor boringen med alle filterslangerne trækkes ud og føres hen til prøvetagningsbrønden.

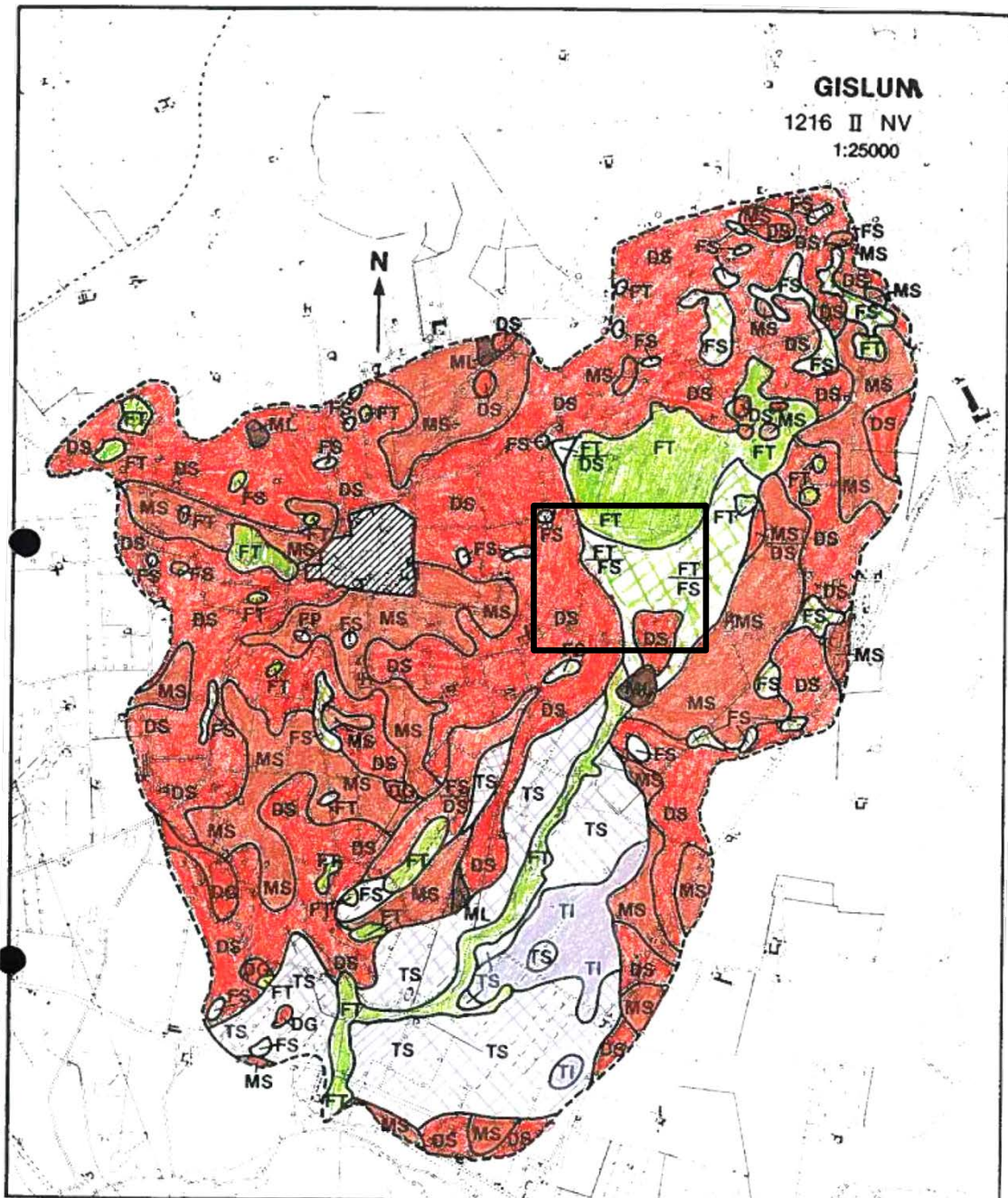
Filtorrøret består af 3 PE-filtersektioner (ydre diameter 32 mm, indre diameter 28 mm, slidser 0,1 mm) af 3 meter stykket, hvilke er adskilt af bentonitpakkere, se figur 6.



Figur 6: Filtorrørsdesign.

2.3 Jordartskartering

Da LOOP 2 - Oddebæk blev etableret i 1989 blev der bl.a. gennemført en jordartskartering i hele området. Jordartskarteringen foreligger ikke digitalt og nedenstående kort, figur 7, er en scanning af kortet fra etableringsrapporten for LOOP 2. Marken, hvor det beskrevne feltarbejde er udført, ligger inden for det markerede område.



Figur 7: Jordartskartering fra etableringen af LOOP 2. Markeringen dækker den mark hvor der er udført feltarbejde. FT (ferskvandstørv), FS (ferskvandssand, postglacialt), TS (ferskvandssand, senglacialt), TI (ferskvandssilt), DS (smeltevandssand), MS (morænesand), ML (moræneler).

I forbindelse med feltarbejdet er der udført jordartskartering i et ca. 20x20 meter net. Normalt ligger sonderingerne med en afstand på 100-150 meter. Som forventet er der ikke fundet andre jordarter end i den første kartering ved etableringen af LOOP (se figur 7), men flere detaljer kommer frem gennem det tættere sonderingsnet. Figur 8 viser karteringen og den større detaljeringsgrad i forhold til den oprindelige kartering.



Figur 8: Jordartskarteringen i 20x20 meter net. DS er "diluvialt sand" og FT/DS er "ferskvands tørv" over "diluvialt sand".

2.4 Sugeceller og grundvandsreder

Fra den 13.-15. august 2013 blev jord- og grundvandsstationen T6 repareret. Reparationen omfattede installation af nye sugeceller, reparation af montejus-toppe på grundvandsboringer samt udskiftning af prøvetagningsslanger og enkelte dele af beskyttelsesrør. 10 nye sugeceller blev installeret inden for en afstand af ca. 1 meter fra de oprindelige sugeceller. Der blev trukket nye slanger fra sugecellerne til brønden. De eksisterende beskyttelsesrør er bevaret og der blev således "kun" foretaget en opgravning på ca. 1 x 1 m i forbindelse med etablering af hver af de nye sugeceller. Installationsproceduren var den samme som ved den oprindelige etablering af sugeceller på stationen.

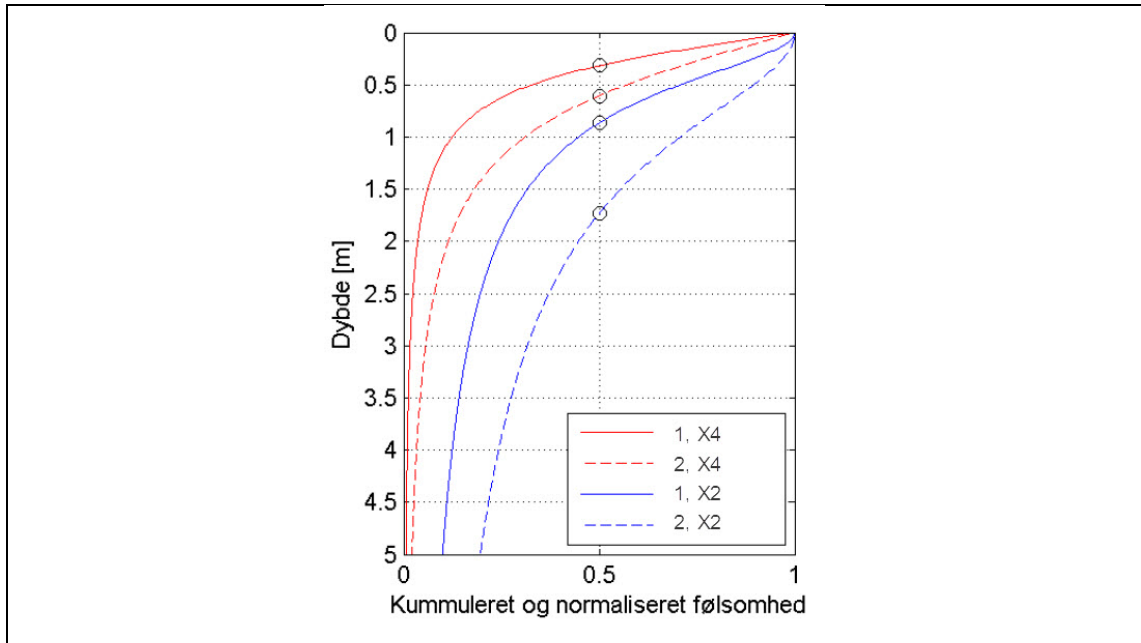
I højre grundvandsrede er toppen af borerne til 1½, 3 og 5 m dybde repareret, og i venstre grundvandsrede er toppen af borerne til 3 og 5 m dybde repareret. Der blev trukket nye prøvetagningsslanger fra borerne til prøvetagningsbrønden. Opgravningerne blev dækket til fredag den 16. august 2013.

2.5 Jordbundsundersøgelser i rodzonen

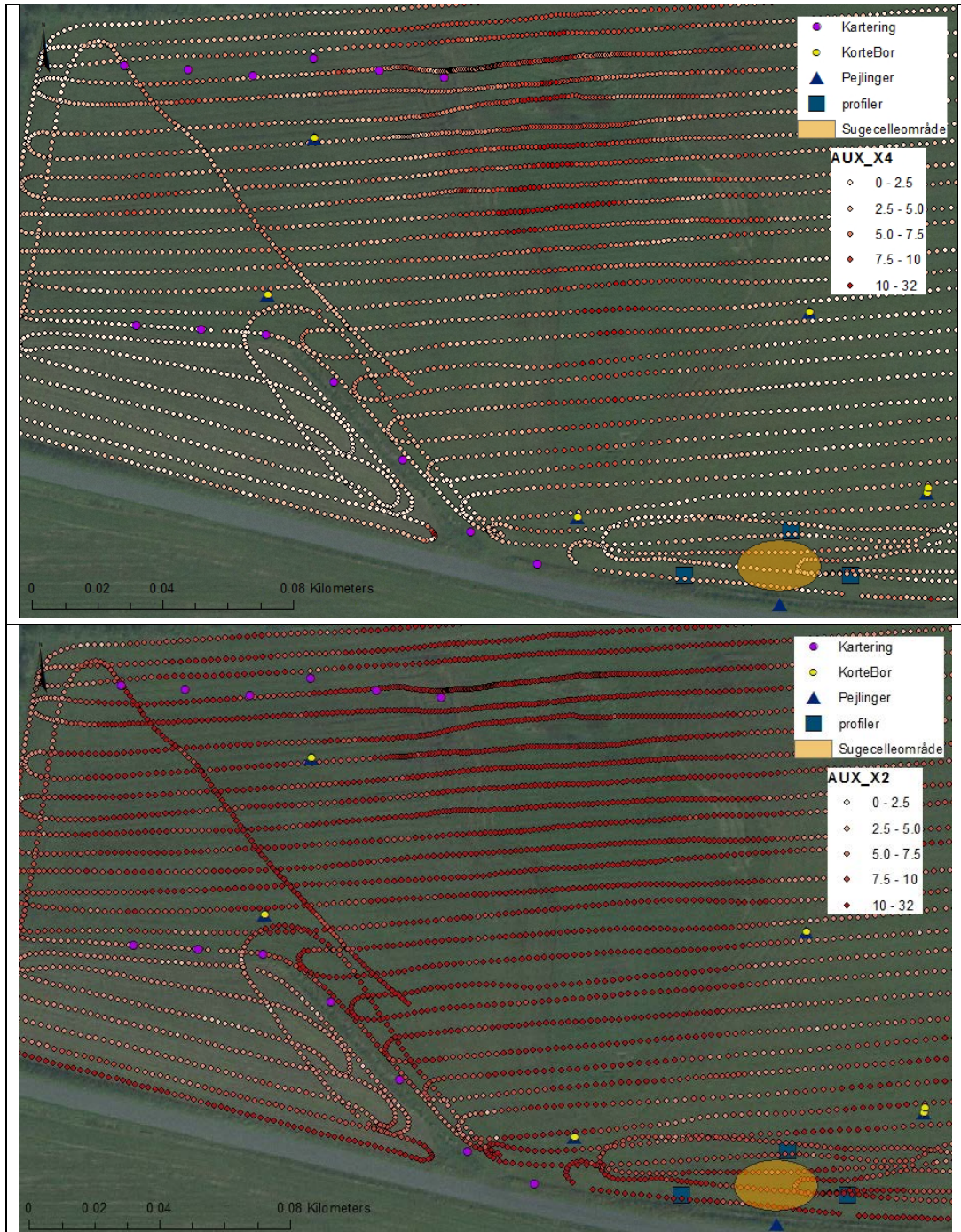
Beregning af N-udvaskning fra rodzonen udføres ved at kombinere en modelberegnet perkolations med det målte indhold af næringsstoffer i jordvandet. I de hidtidige perkolationsberegninger for jordvandsstationer i LOOP er rodzonemodellen Daisy opsat med informationer om jordens tekstur, vandretention samt C- og N-indhold i hver horisont ud fra målinger i et enkelt jordbundsprofil.

Disse jordbundsmålinger blev gennemført i 1989 ved opstart af landovervågningsprogrammet (Jensen og Madsen, 1990). Imidlertid kan det være meget usikkert kun at anvende et enkelt punkts målinger som repræsentative for et sugecellefelt/markens tekstur og vandbevægelse (Greve, 2011; Djurhuus et al., 1999). Jordens tekstur, vandretention samt C- og N-indhold er derfor målt i 3 jordbundsprofiler i forbindelse med denne opgave.

For at få et billede af jordbundens teksturvariationer blev der først gennemført DUALEM kortlægning efter Saey et al. (2009) på den mark, hvor jordvandsstation 203 er lokaliseret. DUALEM-kortlægningen angiver jordens tilsyneladende ledningsevne, der i høj grad korrelerer med lerindholdet. I figur 9 ses, at 50 % responsen for aux 4 ligger i topjorden omkring 35 cm under terræn, mens aux 2 ligger omkring 90 cm under terræn. Dualem responsen er korreleret til jordens lerindhold (Saey et al., 2009). Resultatet af Dualem kortlægning på marken er vist i figur 10. Desuden blev der gennemført jordbundsbeskrivelser og jordfysiske målinger på 3 jordprofiler lokaliseret umiddelbart uden for sugecellefeltet (Figur 10).



Figur 9. Her ses Dualem sensors følsomhed i forhold til jordens dybde. Instrumentet består af en horisontal senderspole som er fastsat i den ene ende af et 2 meter langt rør. I midten af røret, dvs. 1 m fra senderspolen, sidder der to modtagerspoler: en horisontal (X2), en vertikal (X4). I den anden ende af røret sidder der igen en horisontal og en vertikal modtagerspole, dvs. 2 m fra senderspolen. (figur af Mogens Greve)



Figur 10. DUALEM 21 kortlægning af mark med jordvandsstation 203. Øverst topjord omkring 35 cm under terræn nederst figur svarer til ca. 90 cm under terræn. Responsen korrelerer med jordens lerindhold

Jordbundsprofiler

Profilerne er placeret nær den del af marken, hvor sugecellerne er placeret. Profilerne er gravet udenfor sugecellefeltet for at undgå at forstyrre jorden og derved skabe kunstige vandbevægelser i rodzonen der kan påvirke sugecellefeltet.

Der er defineret 3 horisonter i hver af de tre jordbundsprofiler. For hver horisont er der udtaget jordprøver til måling af jordens indhold af, total kulstof, kvælstof og fosfor. Desuden

blev der i hver horisont udtaget 3 ringprøver til bestemmelse af retention (Tabel 3). Målemetoderne følger anvisningen i Fælles arbejdsmetoder for jordbundsanalyser (Plantedirektoratet, 1994). Metode til måling af Total-P er en destruktion med perchlorsyre-svovlsyre. Hvorefter ekstraktets fosforindhold bestemmes spektrofotometrisk (Olsen & Sommer, 1986).

Resultatet af jordprofilmålingerne viser at A-horisonten er repræsenteret af j_b 1-2, mens B- og C-horisonterne er repræsenteret af j_b 4, altså en nogenlunde ensartet klassificering for de tre profiler. Af jordens teksturfordeling ses at profil 2 skiller sig lidt ud i forhold til de to øvrige profiler ved at A-horisonten er forholdsvis mere grovsandet og B-horisonten er mere lerholdig end for de tilsvarende horisonter i profil 3 og 4 (Tabel 1).

A-horisontens indhold af humus varierer mellem 4,6 og 6,3 pct. i de tre profiler. Det største humusindhold ses i A-horisonten for profil 2. Samme horisont har også det højeste indhold af total N og P (Tabel 2). Det målte pH for jorden er lidt højere for profil 4, omkring 7 med ekstraktion med CaCl₂, og omkring 5 for profil 3 og 4.

Tabel 1. Tekstur, humus og j_b for horisont A, B og C i profil 2,3 og 4.

Profil nr.	Horisont	cm u.t.	Tekstur Volumen pct.			Humus	JB nr.
			Ler <0,002 mm	Silt 0,002-0,02 mm	Finsand 0,02 - 0,2 mm		
2	Ap	0-28	3,8	2,7	40	4,6	1
2	Bro	28-55	8,7	4,9	82	0,3	4
2	Cr	55-110	5,2	2,9	84	0,5	4
3	Ap	0-27	2,9	2,3	50	6,3	2
3	Bro	27-45	5,5	2,6	84	0,3	4
3	Cr	45-130	8,3	4,9	84	0,4	4
4	Ap	0-28	3,4	2,9	53	5,5	2
4	Bro	28-55	5,2	2,8	73	0,3	4
4	Cr	55-110	6,0	2,9	84	0,3	4

Tabel 1: Resultater fra undersøgelser af jordbundsprofilerne: tekstur, humus og j_b-nr.

Profil nr.	Horisont	cm ut	Total P mg P/100 g	Total C g C/100 g	Total N g N/100 g	C/N	pH H ₂ O	pH CaCl ₂
2	Ap	0-28	42.2	3.35	0.26	12.9	5.6	4.72
2	Bro	28-55	21.4	0.22	0.02	11.0	6.3	5.38
2	Cr	55-110	21.6	0.21	0.01	21.0	6.35	5.44
3	Ap	0-27	44.3	4.30	0.35	12.3	5.58	4.8
3	Bro	27-45	19.7	0.15	u. d.		5.9	5.01
3	Cr	45-130	35.2	0.27	0.02	13.5	6.4	5.53
4	Ap	0-28	49.6	3.83	0.32	12.0	7.76	7.06
4	Bro	28-55	19.9	0.16	0.01	16.0	7.78	7.01
4	Cr	55-110	28.3	0.20	0.01	20.0	7.73	6.94

Tabel 2: Resultater fra undersøgelser af jordbundsprofilerne: P, C, N og pH.

Tabel 3. Volumenvægt, porøsitet og retention for 3 hironeter i profil 2,3 og 4.

Profil nr.	Analyse Nr.	Ring nr.	æske nummer	Volumen id.	Vægt (g/cm ³)	Porøsitet %	Vol. %					Gennemsnit for horisont			
							Akt. vand	1	1,7	2	3	4,2	Volumenvægt g/cm ³	Porøsitet %	
2	1	1571	5223	A	1,29	51,48									
	2	1572	5223	A	1,29	51,42									
	3	1573	5223	A	1,35	48,94	36,48	44,94	44,06	39,35	21,85	9,47	1,31	50,61	
	4	1574	5192	B	1,64	38,11									
	5	1575	5192	B	1,67	37,06									
	6	1576	5192	B	1,63	38,65	21,98	34,35	25,36	15,54	5,89	3,42	1,64	37,94	
	7	1577	5242	C	1,68	36,77									
	8	1578	5242	C	1,69	36,16									
	9	1579	5242	C	1,67	37,03	28,68	34,06	29,20	24,05	10,16	3,93	1,68	36,65	
3	10	1581	3515	A	1,38	48,10									
	11	1582	3515	A	1,25	52,98									
	12	1583	3515	A	1,30	50,99	35,53	45,39	43,76	39,46	22,62	9,46	1,31	50,69	
	13	1584	43147	B	1,67	37,01									
	14	1585	43147	B	1,64	38,25									
	15	1586	43147	B	1,67	36,99	28,84	34,19	30,51	23,99	8,58	3,68	1,66	37,42	
	16	1587	5247	C	1,57	40,68									
	17	1588	5247	C	1,56	41,27									
	18	1589	5247	C	1,57	40,71	35,39	38,28	35,91	34,44	14,74	5,03	1,57	40,89	
4	19	1590	5241	A	1,51	42,97									
	20	1591	5241	A	1,35	49,09									
	21	1592	5241	A	1,48	44,25	27,87	38,81	34,73	31,70	17,51	8,17	1,45	45,44	
	22	1593	43140	B	1,70	35,98									
	23	1594	43140	B	1,74	34,47									
	24	1595	43140	B	1,71	35,63	30,12	34,55	32,14	30,15	14,42	6,50	1,71	35,36	
	25	1596	43139	C	1,70	35,93									
	26	1597	43139	C	1,71	35,35									
	27	1598	43139	C	1,69	36,09	30,04	36,51	34,32	32,96	21,48	3,69	1,70	35,79	

Tabel 2: Resultater fra undersøgelser af jordbundsprofilerne: retentionsmålingerne.

Referencer

Djurhuus, J.D., Hansen, S., Schelde, K. & Jacobsen, O.H. (1999). Modelling mean nitrate leaching from spatially variable fields using effective hydraulic parameters. *Geoderma* 87, 261-279.

Greve, M,H, (2011). Variation i jordens tekstur: Regional og lokalt. I: Jordanalyser – kvalitet og anvendelse. G.H. Rubæk & P. Sørensen (Eds). DCA Rapport nr. 002. Aarhus Universitet.

Jensen, N.H. & Madsen, H.B. (1990) Jordprofilundersøgelser i Vandmiljøplanens Landovervågningsoplande. Statens Planteavlsvforsøg, Landbrugsministeriet. 17 sider plus kortbilag.

Olsen, S.R. & Sommer L.E. (1986). Methods of Soil Analysis part 2. American Society of Agronomy.

Plantedirektoratet (1994). Fælles arbejdsmetoder for jordbundsanalyser. Landbrugsministeriet. 114 sider.

Saey, T., Simpson, D., Vermeersch, H., Cockx, L. & Van Meirvenne, M. (2009). Comparing the EM38DD and Dualem-21S sensors for depth-to-clay mapping. *Soil Sci. Soc. Am.* 73:7-12.

Bilag 1 - Forslag til reparation af jordvands- og grundvandsstation T6, LOOP2

Notat udarbejdet den 11. september 2012 af Per Rasmussen, Annette Rosenbom, Anne Mette Nielsen og Birgitte Hansen, GEUS og Gitte Blicher-Mathiesen, DCE, Aarhus Universitet.

Beskrivelse af skaden

I forbindelse med nedgravning af el ledninger er der sket skade på prøvetagningsslager til jordvands- og grundvandsstation T6, LOOP2 ved Odderbæk i Nordjylland. Det er beskrevet at gennemgravningen af prøvetagningsslanger er sket inde på marken ca. 2 meter fra skel og prøveudtagningssted.

Prøvetagningsslanger til hhv. venstre grundvandsrede, jordvandsstationen og til højre grundvandsrede er her samlet i 3 separate beskyttelsesrør for hver af de 3 prøvetagningsgrupper længere ude i marken. Til grundvandsrederne består prøvetagningsslangerne af en 10 mm hård pvc-slange, og til jordvandsstationen (sugecellerne) af en blød teflon-slange.

Test af slangernes tæthed

Det kan ikke ud fra den foreliggende beskrivelse af skaderne vurderes hvor omfattende en reparation der er påkrævet. I heldigste fald er der "kun" tale om at prøvetagningsslangerne er beskadiget på det sted hvor elselskabet har gravet deres rende. Dette vil en test af slangernes tæthed foretaget på overgravningsstedet kunne bekræfte. Hvis en sådan test viser at slanger er tætte såvel ud mod prøvetagningsstederne (grundvandsreder og sugeceller) længere ude i marken, som ind mod prøvestationen i skel kan en reparation udføres forholdsvis let. Omfanget af dette arbejde er summeret nedenfor som Fase 1.

Fase 1: Reparation af utætte slanger i "elselskabets rende":

- 1 dags mobilisering, til fremskaffelse af udstyr og materiel
- 1 dags transport, København – Gislum
- 1 dags test
- Evt. ½ dags reparation
- Udgifter til udstyr og materiel til test og reparation
- Diæter og overnatning
- 2 - 3 timers arbejde for rendegraver til blotlægning og tildækning af prøvetagningsslanger ved skadesstedet (dette arrangeres af NST).

Evt. Fase 2: Reparation af utætheder ved total udgravning

Hvis der under test af slangerne konstateres utætheder andre steder i systemet end ved overgravningsstedet vil der blive tale om en mere omfattende reparation. For grundvandsredernes vedkommende vil det mest sandsynlige være at slangerne er gået fra ved toppen af de nedgravede borer ca. 20 meter ude i marken. Dette vil kræve en opgravning på ca. 1 x 2 meter over hver af de 2 grundvandsreder (venstre og højre rede). Den største usikkerhed og vanskeligste reparation vil sandsynligvis være forbundet med sugecellerne. Prø-

vetagningsslangerne er bløde teflon-slanger som kan være trukket itu mange steder på strækningen mellem hullet fra gravearbejdet og den enkelte sugecelle. Også for sugecellerne er der slangesamlinger nær hver af de 10 sugeceller, hvor det vil være mest oplagt først at undersøge for skader. Dette vil kræve en opgravning på ca. 1 x 1 meter over hver af de 10 sugeceller. Omfanget af dette arbejde er summeret nedenfor som Fase 2.

En mulig Fase 2 omfatter:

- ½ dags mobilisering, til fremskaffelse af udstyr og materiel
- 1 dags transport, København – Gislum
- 3 dages reparation
- Udgifter til udstyr og materiel til test og reparation
- Diæter og overnatning
- 1 dags arbejde for rendegraver til blotlægning og tildækning af prøvetagningslanger ved grundvandsreder og sugeceller.

Mere omfattende skader på prøvetagningslanger kan betyde at disse må helt udskiftes med nye slanger. Om dette kan ske ved at trække nye slanger gennem de eksisterende beskyttelsesrør eller om det vil kræve en opgravning af render til nye slanger fra skel til de enkelte grundvandsreder og sugeceller har vi ingen erfaring med.

Hvis nye slanger ikke kan trækkes gennem de eksisterende beskyttelsesrør vil det kræve en opgravning af 3-5 render fra markskel og ca. 20 meter ud i marken til de enkelte grundvandsboringer og sugeceller. Dette vil dels beskadige marken igen og dels fordyre reparationsarbejdet i forhold til det for Fase 2 beskrevet.

Evt. Fase 3: Etablering af ny station

Hvis det ikke lykkes at reparere slangerne under Fase 1 eller Fase 2 er det nødvendigt at etablere en ny station som beskrevet i Fase 3.

En mulig Fase 3 omfatter:

- Forundersøgelse af geologi og jordbundsforhold
- Udskiftning af 10 sugeceller og teflonslanger
- Etablering af ny horisontal grundvandsboring.

Forundersøgelser af geologi og jordbundsforhold

Inden etablering af en ny station bør der foretages en forundersøgelse af geologi- og jordbundsforhold på marken hvor stationen skal etableres. Dette skal gøres dels af hensyn til modellering af stof- og vandtransport og dels af hensyn til optimal filtersætning i iltet nitratholdigt grundvand. Forundersøgelsen bør inkludere:

Kortlægning af geologien til 3-5 meters dybde inkl. farvebestemmelse af jordlagene til vurdering af redoxforhold og beliggenhed af nitrat-front

Kortlægning af rumlig tekstur med EM 38

Tekstur og retentionsbestemmelse af jordbund i 6 profiler.

Udskiftning af sugeceller og teflonslanger

For jordvandsstationerne vil det være nødvendigt at etablere nye sugeceller, hvis de eksisterende sugeceller er rykket fra deres position under beskadigelsen af prøvetagningslan-

ger. Af hensyn til den eksisterende tidsserie anbefales at nye sugeceller etableres med samme koncept som den eksisterende jordvandsstation med 10 sugeceller i et V-mønster og hvor de nye sugeceller etableres ca. 1 meter fra de gamle sugeceller.

Etablering af ny horisontal grundvandsboring

Det anbefales at udføre en ny type grundvandsboring - en horisontal boring - som erstatning for de oprindelige grundvandsreder. Denne horisontale boring er blevet udviklet af GEUS i 2011 og bruges i Pesticidvarslingssystemet (VAP).

Se også: <http://www.youtube.com/watch?v=aFOM6qUysZ0>

Ved etableringen i 1989 blev hver LOOP station udstyret med 2 grundvandsreder (en højre og en venstre) med 3 boringer i hver 'rede' i henholdsvis 1.5 m, 3 m og 5 m under terræn, dvs. i alt 6 grundvandsboringer pr LOOP station. Grundvandsboringerne prøvetages efter Montejus-metoden, hvor vandet trykkes op med kvælstof. Ved hver station udtages der pt. kun fra 1-2 af boringerne. Dette skyldes dels at ikke alle boringer giver vand og dels at der løbende er sket en økonomisk tilpasning af prøvetagningsprogrammet.

Den horisontale boring er 12 m lang med en diameter på 9 cm og skydes ind i jorden fra en spunsvæg etableret i en udgravning. På denne måde vil jordlagene under marken og de naturlige strømningsforhold blive forstyrret mindst muligt. På den 12 meter lange horisontale boring vil der kunne placeres f.eks. 4 separate filtre af 1 meters længde, hvorfra der kan prøvetages separat. Hvert filter forbindes med en silikone slange til opsamlingsbrønden, hvor der prøvetages med peristaltisk pumpe.

Der er flere fordele ved de horisontale boringer frem for de oprindelige grundvandsreder. For det første betyder prøvetagning fra det 1 meter lange horisontale filter at det vil være muligt at opsamle en langt mere repræsentativ prøve fra grundvand som både strømmer gennem matrix og gennem eventuelle foretrukne større porerum og sprækker. For det andet er der gode muligheder for at kunne datere grundvandet med tritium-helium metoden pga. opsamling af større vandvolumener. For det tredje slipper prøvetageren for at medtage de tunge N2-flasker som bruges til prøvetagning fra grundvandsrederne efter Montejus-princippet.

Øvrige forhold

Fase 1, 2 og 3 (forundersøgelser) kan udføres i 2012 mens Fase 3 (nyt sugecellefelt og ny horisontal boring) kan udføres i vinter/forår 2013.

GEUS vil forestå reparationer under Fase 1 og 2 samt forundersøgelser (geologi og jordbundsforhold) og udskiftning af sugeceller og etablering af ny horisontal grundvandsboring. Aarhus Universitet vil stå for forundersøgelserne omhandlende kortlægning med EM 38 og tekstur og retentionsbestemmelse. Forundersøgelserne vil blive rapporteret i en mindre rapport.

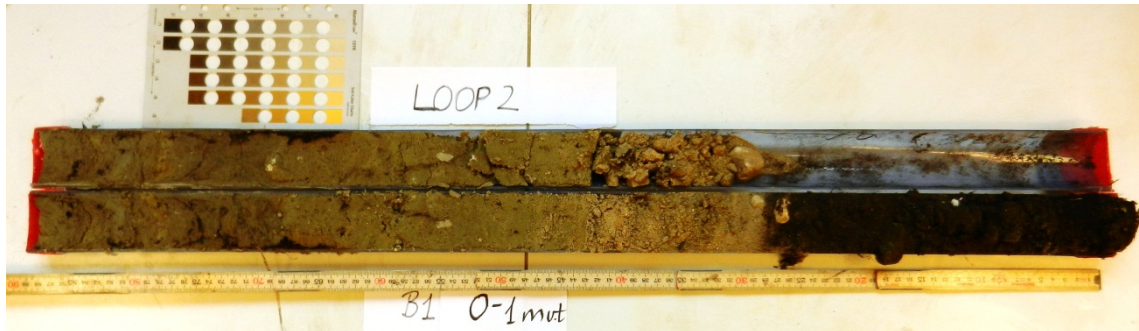
Fase 1 kan udføres efter aftale med 14 dages varsel, dog ikke i perioden 26. september til 10. oktober 2012.

Det skal afklares om Naturstyrelsen leverer kvælstofflaske med reduktionsventil til test af grundvandsreder og vakuumpumpe til test af jordvandsstation, samt rekvirering af rende-graver. GEUS vil sørge for øvrige materialer (diverse slanger, fittings, sugeceller, rør).

Bilag 2 - Fotos af sedimentkernerne

B1

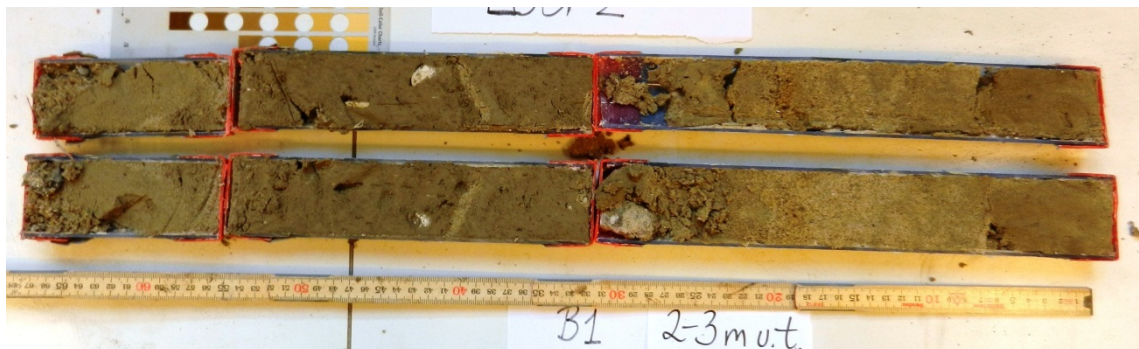
Kernen fra 0-1 m u. t.



Kernen fra 1-2 m u. t.



Kernen fra 2-3 m u. t.



B2

Kernen fra 0-1 m u. t.



Kernen fra 1-2 m u. t.



Kernen fra 2-3 m u. t.



Kernen fra 3-4 m u. t.



B3

Kernen fra 0-1 m u. t.



Kernen fra 1-2 m u. t.



Kernen fra 2-3 m u. t.

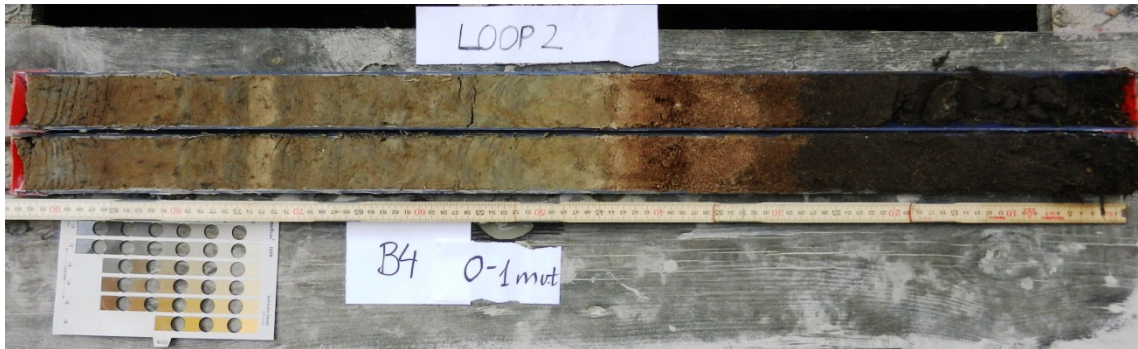


Kernen fra 3-4 m u. t.

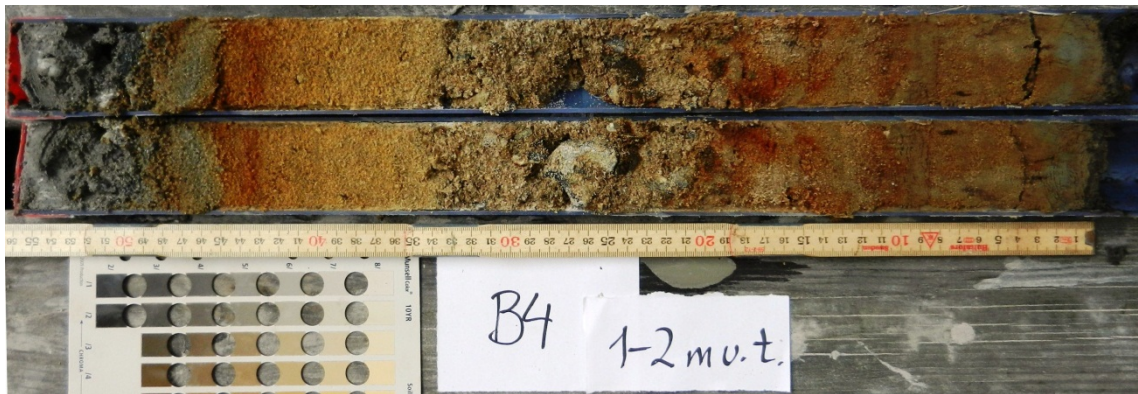


B4

Kernen fra 0-1 m u. t.



Kernen fra 1-2 m u. t.



Kernen fra 2-3 m u. t.



Kernen fra 3-4 m u. t.



B5

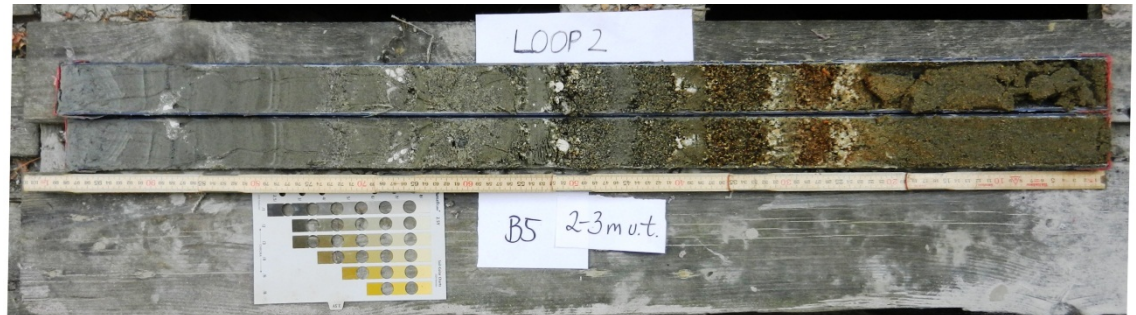
Kernen fra 0-1 m u. t.



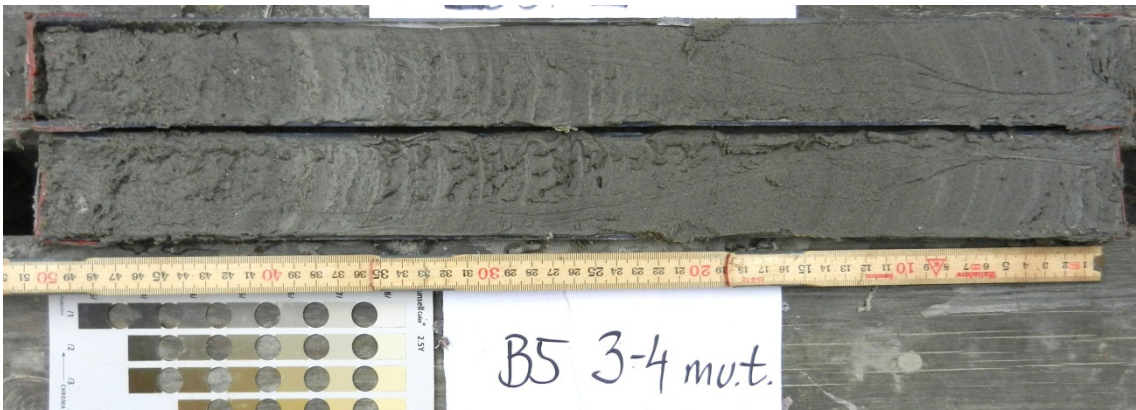
Kernen fra 1-2 m u. t.



Kernen fra 2-3 m u. t.



Kernen fra 3-4 m u. t.



Bilag 3 - Kernebeskrivelser (fra Jupiter)



BORERAPPORT

DGU arkivnr: 40. 1690

Borested : Matr. 14m, Gislum By, Gislum. Tilhørende Binderupvej 29
9600 Års
LOOP2-2

Kommune : Vesthimmerland
Region : Nordjylland

Boringsdato : 14/8 2013

Boringsdybde : 4 meter

Terrænkote : 21,86 meter o. DNN

Brøndborer : Danmarks Geologiske Undersøgelse

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr : B3

Prøver

- modtaget : 16/8 2013

- beskrevet : 22/8 2013 af : AMN/HJG

- antal gemt : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Kortblad : 1216 IINV

Datum : EUREF89

Anvendelse :

UTM-zone : 32

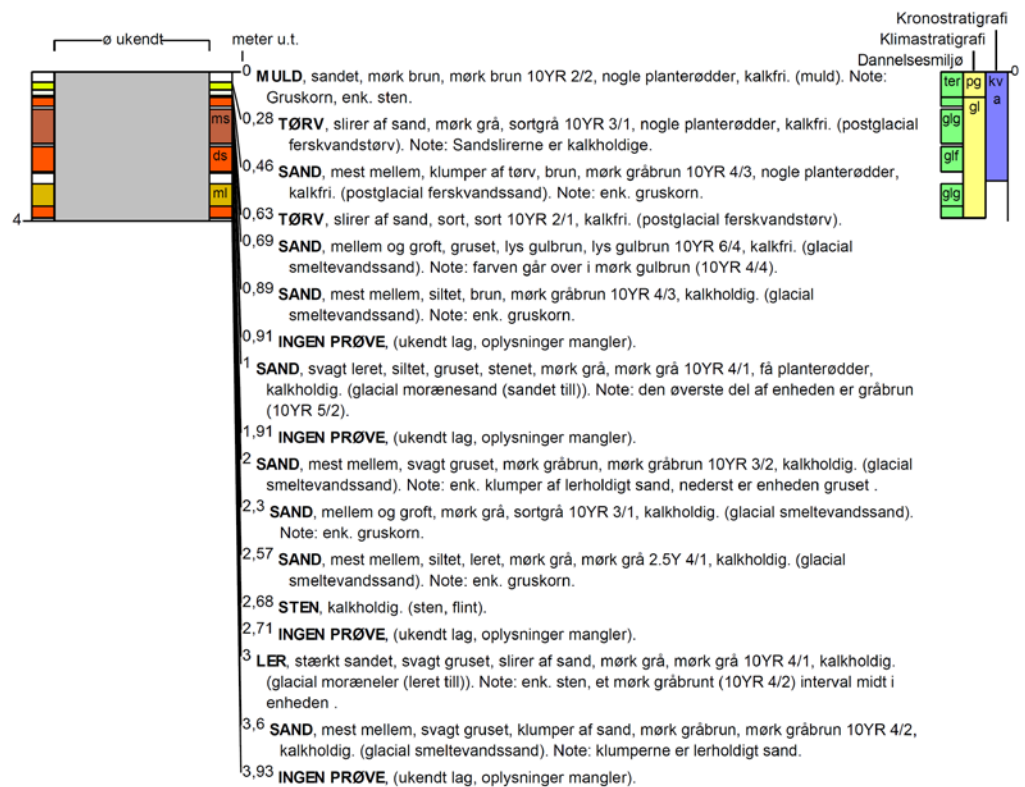
Koordinatkilde : Brøndborer

Boremetode :

UTM-koord. : 533080, 6291253

Koordinatmetode :

Notater : Noter om boringens udførelse samt fotos af kernerne findes som vedhæftede filer.



fortsættes..

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

meter u.t.

0	-	0,69	terrigen - postglacial - kvartær
0,69	-	0,91	glaciofluvial - glacial - kvartær
0,91	-	1	glacial - kvartær
1	-	1,91	glacigen - glacial - kvartær
1,91	-	2	glacial - kvartær
2	-	2,68	glaciofluvial - glacial - kvartær
2,68	-	2,93	glacial - kvartær
2,93	-	3	glacial
3	-	3,6	glacigen - glacial
3,6	-	3,93	glaciofluvial - glacial

BORERAPPORT
DGU arkivnr: 40. 1691

Borested : Matr. 14m, Gislum By, Gislum. Tilhørende Binderupvej 29
9600 Års
LOOP2-3

Kommune : Vesthimmerland
Region : Nordjylland

Boringsdato : 13/8 2013

Boringsdybde : 4 meter

Terrænkote : 22,73 meter o. DNN

Brøndbore : Danmarks Geologiske Undersøgelse

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr : B2

Prøver

- **modtaget** : 16/8 2013

- **beskrevet** : 21/8 2013 af: AMN/HJG

- **antal gemt** : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Kortblad : 1216 IINV

Datum : EUREF89

Anvendelse :

UTM-zone : 32

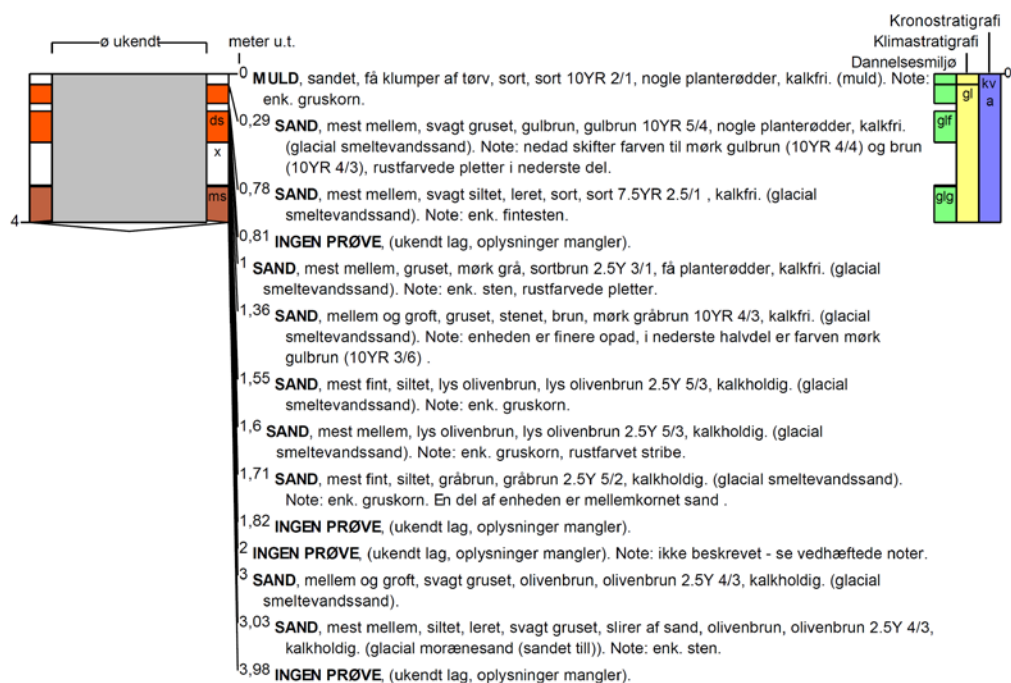
Koordinatkilde : GEUS

Boremethode :

UTM-koord. : 532999, 6291369

Koordinatmethode :

Notater : Noter om boringens udførelse samt fotos af kernerne findes som vedhæftede filer.


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

meter u.t.

0	-	0,29	terrigen - postglacial - kvartær
0,29	-	0,81	glaciofluvial - glacial - kvartær
0,81	-	1	glacial - kvartær
1	-	1,82	glaciofluvial - glacial - kvartær
1,82	-	3	glacial - kvartær
3	-	3,03	glaciofluvial - glacial - kvartær
3,03	-	3,98	glacigen - glacial - kvartær

BORERAPPORT
DGU arkivnr: 40. 1692

Borested : Matr. 14m, Gislum By, Gislum. Tilhørende Binderupvej 29
9600 Års
LOOP2-4

Kommune : Vesthimmerland
Region : Nordjylland

Boringsdato : 13/8 2013

Boringsdybde : 3 meter

Terrænkote : 23,19 meter o. DNN

Brøndborer : Danmarks Geologiske Undersøgelse

MOB-nr :
BB-journr :
BB-bornr : B1

Prøver

- **modtaget** : 16/8 2013
- **beskrevet** : 21/8 2013 af : AMN/HJG
- **antal gemt** : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Kortblad : 1216 IINV

Datum : EUREF89

Anvendelse :

UTM-zone : 32

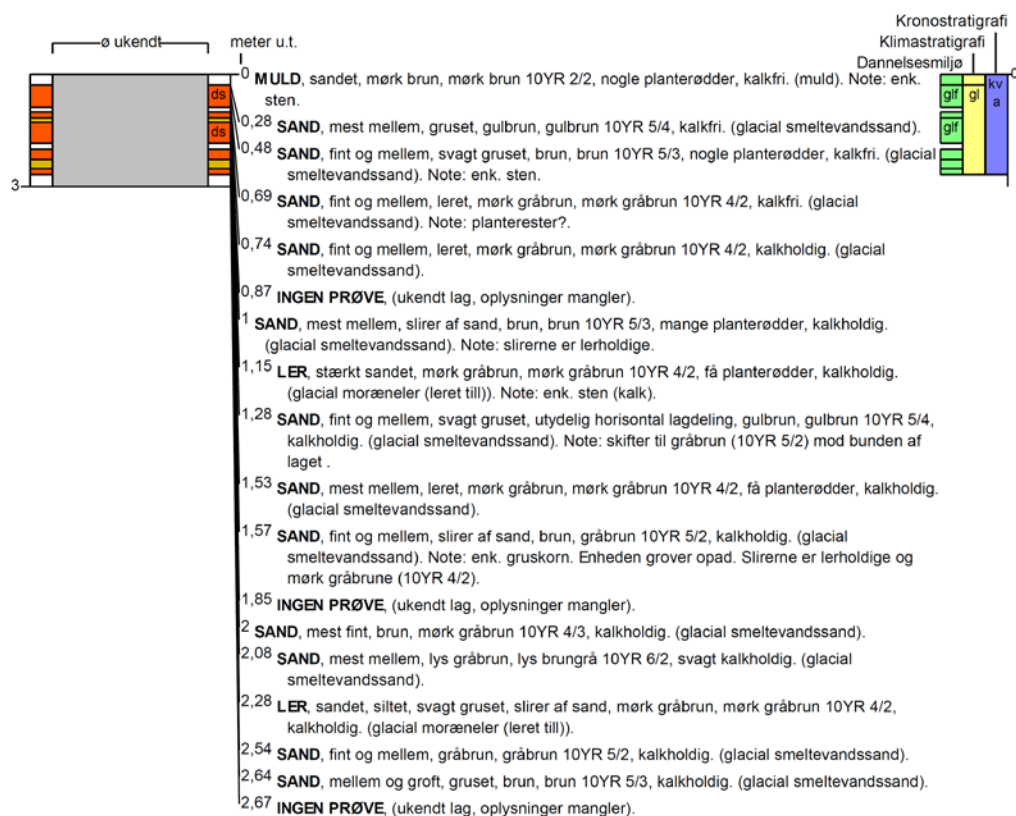
Koordinatkilde : GEUS

Boremethode :

UTM-koord. : 532985, 6291321

Koordinatmethode :

Notater : Noter om boringens udførelse samt fotos af kernerne findes som vedhæftede filer.



fortsættes..



BORERAPPORT

DGU arkivnr: 40. 1692

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

meter u.t.

0	-	0,28	terrigen - postglacial - kvartær
0,28	-	0,87	glaciofluvial - glacial - kvartær
0,87	-	1	glacial - kvartær
1	-	1,15	glacigen - glacial - kvartær
1,15	-	1,85	glaciofluvial - glacial - kvartær
1,85	-	2	glacial - kvartær
2	-	2,28	glaciofluvial - glacial - kvartær
2,28	-	2,54	glacigen - glacial - kvartær
2,54	-	2,67	glaciofluvial - glacial - kvartær

BORERAPPORT
DGU arkivnr: 40. 1693

Borested : Matr. 14m, Gislum By, Gislum. Tilhørende Binderupvej 29
9600 Års
LOOP2-18

Kommune : Vesthimmerland
Region : Nordjylland

Boringsdato : 15/8 2013

Boringsdybde : 4 meter

Terrænkote : 22,3 meter o. DNN

Brøndbore : Danmarks Geologiske Undersøgelse

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr : B4

Prøver

- **modtaget** : 16/8 2013

- **beskrevet** : 22/8 2013 af: AMN/HJG

- **antal gemt** : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Kortblad : 1216 IINV

Datum : EUREF89

Anvendelse :

UTM-zone : 32

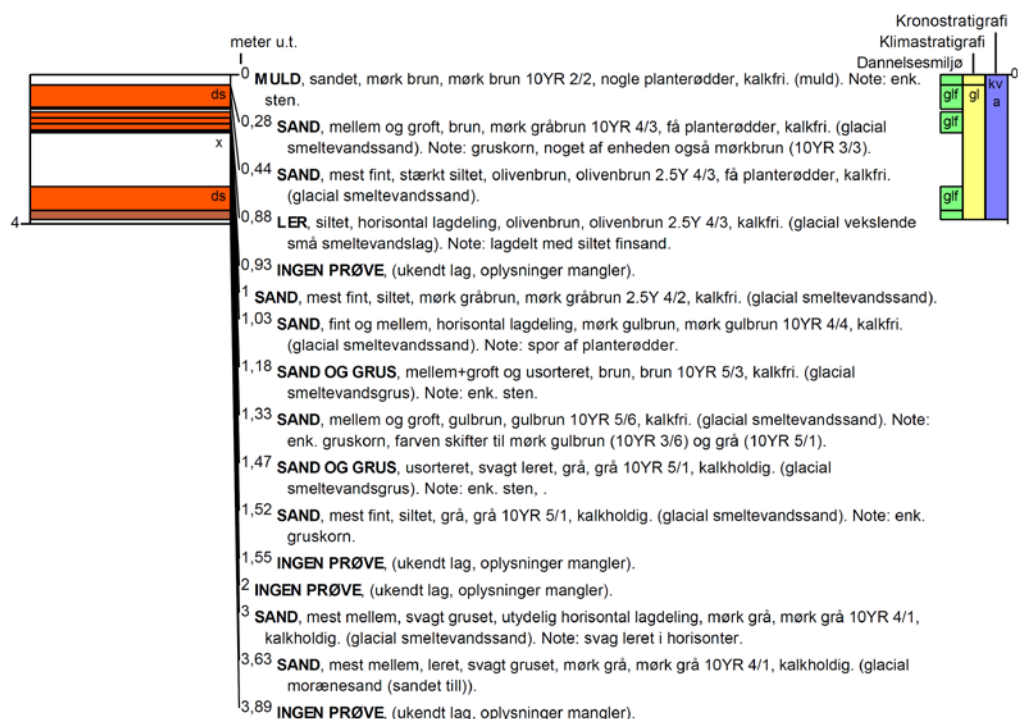
Koordinatkilde : GEUS

Boremethode :

UTM-koord. : 533188, 6291262

Koordinatmethode :

Notater : Noter om boringens udførelse samt fotos af kernerne findes som vedhæftede filer.



fortsættes..



BORERAPPORT

DGU arkivnr: 40. 1693

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

meter u.t.

0	-	0,28	terrigen - postglacial - kvartær
0,28	-	0,93	glaciofluvial - glacial - kvartær
0,93	-	1	glacial - kvartær
1	-	1,55	glaciofluvial - glacial - kvartær
1,55	-	3	glacial - kvartær
3	-	3,63	glaciofluvial - glacial - kvartær
3,63	-	3,89	glacigen - glacial - kvartær

BORERAPPORT
DGU arkivnr: 40. 1694

Borested : Matr. 14m, Gislum By, Gislum. Tilhørende Binderupvej 29
9600 Års
LOOP2-19

Kommune : Vesthimmerland
Region : Nordjylland

Boringsdato : 15/8 2013

Boringsdybde : 4 meter

Terrænkote : 21,81 meter o. DNN

Brøndborer : Danmarks Geologiske Undersøgelse

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr : B5

Prøver

- **modtaget** : 16/8 2013

- **beskrevet** : 22/8 2013 af : AMN/HJG

- **antal gemt** : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Kortblad : 1216 IINV

Datum : EUREF89

Anvendelse :

UTM-zone : 32

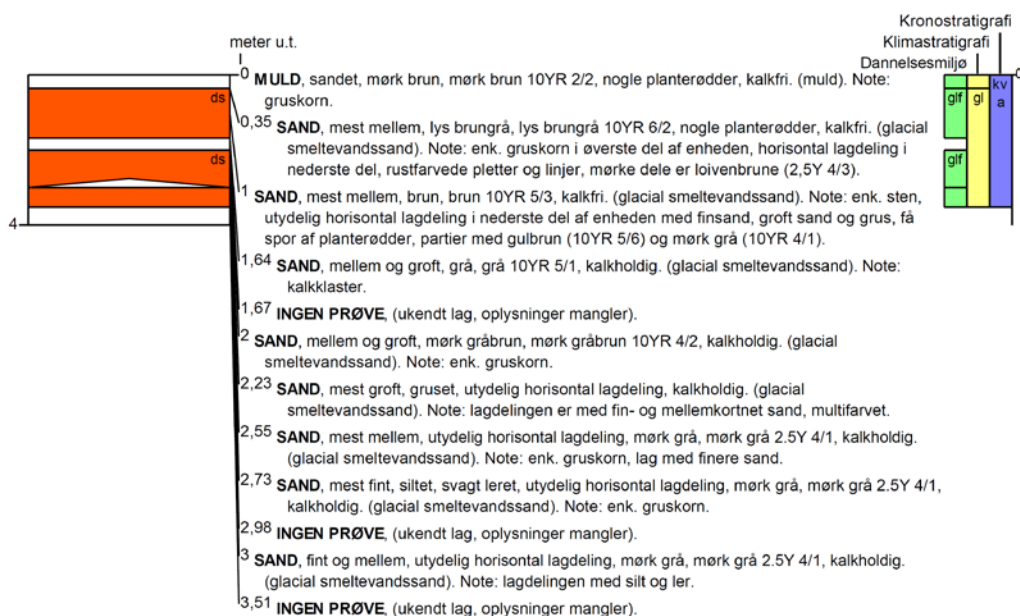
Koordinatkilde : GEUS

Boremethode :

UTM-koord. : 533151, 6291316

Koordinatmethode :

Notater : Noter om boringens udførelse samt fotos af kernerne findes som vedhæftede filer.


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

meter u.t.

0	-	0,35	terrigen - postglacial - kvartær
0,35	-	1,67	glaciofluvial - glacial - kvartær
1,67	-	2	glacial - kvartær
2	-	2,98	glaciofluvial - glacial - kvartær
2,98	-	3	glacial - kvartær
3	-	3,51	glaciofluvial - glacial - kvartær

Bilag 4 - Jordbundsprofiler

Loop 2, profil 2			
Dansk jordklassifikation		USDA jordklassifikation	
Udgangsmateriale	Glaciale ferskvandsaflejringer	WRB jordklassifikation	
UTM	5645,839 00932552	Dræningsklasse	Dårlig drænet
Beliggenhed	På flade	Profil dybde	130
Kote	22	Grundvandsdybde	110
Terrænform		Vegetation	Græs
Landskabsform		Beskriver	Mogens Humlekrog Greve
Hældning	0-2 °	Dato	13-11-2013
Bemærkninger	Rester af B-horisont i overgangen mellem Ap og Bro horisonterne, denne horisont er ikke beskrevet idet forekomsten er brudt.		

Horisontbeskrivelse
<p>Ap (0-28 cm) 10YR 2/1, humusrig, meget svag subangular struktur, sprød konsistens, mange fine rødder, horisontgrænsen er abrupt og jævn.</p>
<p>Bro (28-55 cm) 2,5 YR 7/3, få pletter, sorte 10YR 2/1, pletterne er mellemstore lodret stribede med klar grænse og fremtrædende kontrast, humusfattig, strukturløs, løs konsistens, få fine rødder horisontgrænsen er diffus og jævn.</p>
<p>Cr (55-110cm) 2,5YR 6/2, få pletter, sorte 10YR 2/1, pletterne er mellemstore lodret stribede med klar grænse og fremtrædende kontrast, humusfattig, strukturløs, løs konsistens.</p>

RING NR:	Dybde	Ring	Ring	Ring
Ap	10-15 cm	1590	1591	1592
Bro	40-45	1593	1594	1595
Cr	70-75	1596	1597	1598



Loop 2, profil 3			
Dansk jordklassifikation		USDA jordklassifikation	
Udgangsmateriale	Glaciale ferskvandsaflejringer	WRB jordklassifikation	
UTM	5645,843 00932337	Dræningsklasse	Dårlig drænet
Beliggenhed	På flade	Profil dybde	130
Kote	22	Grundvandsdybde	130
Terrænform		Vegetation	Græs
Landskabsform		Beskriver	Mogens Humlekrog Greve
Hældning	0-2 °	Dato	13-11-2013
Bemærkninger	Mange store døde rødder i Cr horisonten		

Horisontbeskrivelse
<p>Ap (0-27 cm) 10YR 1/1, humusrig, meget svag subangular struktur, sprød konsistens, mange fine rødder, horisontgrænsen er abrupt og jævn.</p> <p>Bro (27-45 cm) 2,5 YR 7/3, meget lagdelt tekstur, få pletter, sorte 10YR 1/1, få pletter, mellemstore lodret stribede med klar grænse og fremtrædende kontrast, humusfattig, strukturløs, løs konsistens, få fine rødder horisontgrænsen er diffus og jævn.</p> <p>Cr (45-130cm) 2,5YR 7/2, meget lagdelt tekstur, få pletter, sorte 10YR 1/1, pletterne er mellemstore lodret stribede med klar grænse og fremtrædende kontrast, ligeledes 7,5YR 5/8 store pletter, stribede, med diffus grænse og fremtrædende kontrast, humusfattig, strukturløs, løs konsistens.</p>

RING NR:	Dybde cm	Ring	Ring	Ring
Ap	15-20	1581	1582	1583
Bro	35-40	1584	1585	1586
Cr	70-75	1587	1588	1589



Loop 2, profil 4			
Dansk jordklassifikation		USDA jordklassifikation	
Udgangsmateriale	Glaciale ferskvandsaflejringer	WRB jordklassifikation	
UTM	5645,840 00932513	Dræningsklasse	Dårlig drænet
Beliggenhed	På flade	Profil dybde	140
Kote	22	Grundvandsdybde	140
Terrænform		Vegetation	Græs
Landskabsform		Beskriver	Mogens Humlekrog Greve
Hældning	0-2 °	Dato	13-11-2013
Bemærkninger	Tegn på udgravning i venstre siden af profilet		

Horisontbeskrivelse

Ap (0-28 cm) 10YR 2/2, humusrig, meget svag subangular struktur, sprød konsistens, mange fine rødder, horisontgrænsen er abrupt og jævn.

Bro (28-55 cm) 2,5 YR 6/2, meget lagdelt tekstur, få pletter, sorte 10YR 2/2, pletterne er mellemstore lodret stribede med klar grænse og fremtrædende kontrast, humusfattig, strukturløs, løs konsistens, få fine rødder horisontgrænsen er diffus og jævn.

Cr (55-110cm) 2,5YR 6/2, meget lagdelt tekstur, få pletter, sorte 10YR 2/2, pletterne er mellemstore lodret stribede med klar grænse og fremtrædende kontrast, humusfattig, strukturløs, løs konsistens.

RING NR:	Dybde cm	Ring	Ring	Ring
Ap	15-20	1571	5172	1573
Bro	45-50	1574	1575	1576
Cr	55-60	1577	1578	1579



Bilag 5 - Reducerende stoffer i sedimentet fra B1 og B2

Analyseret af Geokemisk laboratorium, GEUS, 2013 med Cerium-metoden.

Lab. Nr.	Boring	Dybde (cm)	Reducerende stoffer (meækv pr. kg)
131064	B1	0-28	3920
131065	B1	28-48	80
131066	B1	48-69	138
131067	B1	74-87	247
131068	B1	115-128	163
131069	B1	128-153 (140-143)	11
131070	B1	153-157	629
131071	B1	157-185 (161-166)	17
131072	B1	200-208	45
131073	B1	208-228	18
131074	B1	228-254 (243-248)	108
131075	B1	254-264	25

Lab. Nr.	Boring	Dybde (cm)	Reducerende stoffer (meækv pr. kg)
131183	B2	0-29	17500
131182	B2	29-78 (34-39)	195
131181	B2	29-78 (48-55)	322
131180	B2	29-78 (65-74)	365
131179	B2	100-136 (110-118)	612
131178	B2	136-155	35
131177	B2	155-160	30
131176	B2	160-171	27
131175	B2	171-182	50
131174	B2	303-398 (316-323)	39
131173	B2	303-398 (347-355)	43
131172	B2	303-398 (385-393)	34

Bilag 6 – Jordbundsprofiler fra etableringen af LOOP i Odderbæk

== PROFILNR: 1781 ==
CEDBUNDSTYPE : JBnr -9

LOOP 2

T : 3
Ejer : 7
Mark : 11
Jb.nr : 1

dviklet på glaciale ferskvandsaflejringer

ATO : 27.04.1989
DTAGER : Lars Krogh
ILM NR : 1 BILLED NR: 19 - 22
: profilvæg,
ILM NR : 2 BILLED NR: 1 - 2
: profilvæg,
ITH KOORDINAT : 533858.88, 6291581.88
ORTBLAD : GI 1216 II NV
ERRENKOTE : 22 m DNN
ERRENFORM :
LELDNING : 0- 0 grader
EGETATION : Byg (forårsklargjort)
RUNDVANDSDYB.: ikke bestemt
ROFILDYBDE : 158 cm
RÆVINGSKLASSE: Dårlig drænet jord

EMÆRKNINGER :

LOP 2.

por af tidligere B-horisont i pløjelaget.

indtaget 13/6-90

CJ

HORISONTFØLGE:

Ap (0 - 36 cm):

sort (10YR 2/1 f) siltet sand; en del pletter af farven mørk gulligbrun (10YR 4/4 f), pletterne er store, brogede med en klar grænse og frentredende kontrast; humusrig; meget svag subangulær struktur; sprød konsistens; hyppigt forekommende fine rødder; horisontgrænsen er abrupt og jævn.

Bjo (36 - 86 cm):

lys grå (2,5Y 7/2 f) leret sandet silt; få pletter af farven kraftig brun (7,5YR 5/8 f), pletterne er store, lodret sribede med en diffus grænse og frentredende kontrast; desuden findes pletter med farven sort (10YR 2/1 f); pletter på grålig eller blålig bund; humusfattig; svag subangulær struktur; sprød konsistens; horisontgrænsen er diffus og jævn.

C1or (86 - 124cm):

lys brunlig grå (2,5Y 6/2 f) leret sandet silt; en del pletter af farven kraftig brun (7,5YR 5/8 f), pletterne er store, lodret sribede med en diffus grænse og frentredende kontrast; pletter på grålig eller blålig bund; humusfattig; svag subangulær struktur; sprød konsistens; horisontgrænsen er klar og jævn.

C2ro (124 - cm):

lys olivengrå (5Y 6/2 v) leret sandet silt med ikke-lagdelt indblanding af siltet sand; få pletter af farven kraftig brun (7,5YR 5/8 f), pletterne er store, lodret sribede med en diffus grænse og frentredende kontrast; få eller ingen pletter på grålig/blålig bund; humusfattig; meget svag subangulær struktur; ikke klæbrig og ikke plastisk konsistens; horisontgrænsen ikke beskrevet.

PRØVER I PROFILNR 1781

HORISONT	UDT.DYBDE	ÆSKENR	LAB.NR	RINGNUMRE	PP4.2	KVL
Ap	15- 25cm	19762	137547	6923 6746 6981	0	0
Bjo	56- 66cm	19751	137548	6922 6883 6897	0	0
Clor	100-110cm	19766	137549	6968 6946 6940	0	0
C2ro	130-140cm	19754	137550	6944 6921 6919	0	0

ANALYSER AF PROFILNR 1781

TEKSTUR, HUMUS og KALK

HORISONT	DYBDE (cm)	LER	SILT	SAND	MELLEMSAND	SAND	GRUS	MAT.	CaCO3									
! Ap	: 15 - 25	!! 4.6	!! 5	!! 2	!! 2	!! 8.3	!! 8	!! 6.8	!! 7	!! 16.2	!! 10	!! 4.9	!! 1.49	!! 1.2	!! 12	!! < 10	!! 7.00	!! .0
! Bjo	: 56 - 66	!! 10.2	!! 10	!! 5.8	!! 6	!! 35.4	!! 35	!! 39.7	!! 40	!! 4.3	!! 4	!! 2.2	!! 3	!! 1	!! 1	!! < 10	!! .40	!! .0
! Clor	: 100 - 110	!! 8.1	!! 8	!! 3.4	!! 3	!! 31.5	!! 31	!! 42.6	!! 43	!! 4.6	!! 5	!! 8	!! 8	!! 1.6	!! 2	!! < 10	!! .40	!! .0
! C2ro	: 130 - 140	!! 3.6	!! 4	!! 0.9	!! 1	!! 16.5	!! 17	!! 46.6	!! 49	!! 14.7	!! 14	!! 4.3	!! 14	!! 2.2	!! 2	!! < 10	!! .26	!! .0

pH, OMBYTTTELIGE BASER og LEDNINGSEVNE

HORISONT	DYBDE (cm)	pH (H2O)	pH (CaCl2)	Ca- IONER	Mg- IONER	K- IONER	Na- IONER	BASER	SURE	CEC	MATN.	EVNE
! Ap	: 15 - 25	!! 5.8	!! 5.2	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *
! Bjo	: 56 - 66	!! 6.1	!! 5.5	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *
! Clor	: 100 - 110	!! 6.1	!! 5.5	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *
! C2ro	: 130 - 140	!! 3.2	!! 3.1	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *	!! *

KULSTOF, KVÆLSTOF og FOSFOR

HORISONT	DYBDE (cm)	C	N	C/N	P org.	P uorg.	P tot.
! Ap	: 15 - 25	!! 4.11	!! .308	!! 13.7	!! *	!! *	!! *
! Bjo	: 56 - 66	!! .23	!! .016	!! 14.7	!! *	!! *	!! *
! Clor	: 100 - 110	!! .23	!! .016	!! 14.7	!! *	!! *	!! *
! C2ro	: 130 - 140	!! .12	!! .008	!! 14.7	!! *	!! *	!! *

VANDRETENTION

HORIZONT		DYBDE	Vol.vgt	Porositet	Vandindhold (vol %)						PTV
		(cm)	g/cm ³	%	pF1	pF1.5	pF2.0	pF3.0	pF4.2		
!Ap	0-25	26,3	15 - 25	1.28	48.2	51.3	48.5	39.9	25.5	13.6	26.3
!Bjo	25-50	18,7	56 - 66	1.93	26.9	28.0	27.5	26.5	15.6	7.8	18.7
!Clor	50-75	18,7	100 - 110	1.66	37.1	39.2	38.0	36.9	12.5	5.5	31.4
!C2ro	75-100	3,4	130 - 140	1.73	34.6	33.9	32.9	27.8	4.3	1.4	26.4

! #: Beregnet værdi ud fra ligningen $pF4.2(vol\%) = (0.593 * HUMUS + 0.429 * LER + 0.898 * SILT + 0.54) * VOLVGT$ (R=0.92) !

des Tylstump
Hydr ledn. v. pF2
(log K, m/s)

- 8.0
- 2.4
- 6.6
- 2.4

Bilag 7 – Fotos af den horisontale borings etablering

Fotos fra etableringen af den horisontale boring.



Oversigt over marken hvor den horisontale boring etableres. Til højre udgravningen hvorfra der "bores". Til venstre for bilen udgravningen hvor rør og slanger kommer ud og samles i en brønd.



Retning fra den udgravning hvor der "bores".



Afstivning i udgravning hvorfra der "bores". Foto fra en tidligere udført horisontal boring.



I udgravningen hvorfra der "bores" ses gamle planterødder helt til bunden dvs. ca. 2 m u.t.



Nærbillede af planterødderne.



Udgravningen hvor rør og slanger er skudt ud.



Markskellet hvor målebrønden etableres.