

Boringer i Lammefjordens inderlavning

197.670, 197.671, 197.672 & 197.673

Udført for Geopark Odsherred; Lammefjords projektet

Peter R. Jakobsen, Henrik J. Granat, Ole Bennike, Per Jensen,
Lasse Gudmundsson & Nathali A. Thorup

Indhold

1.	Indledning	3
1.1	Baggrund	3
1.2	Formål	3
1.3	Feltarbejde.....	4
1.4	Metoder	4
2.	Boringerne	5
2.1	Beliggenhed	5
2.2	Beskrivelse af boringerne.....	6
2.2.1	Boring 197.670	6
2.2.2	Boring 197.671	7
2.2.3	Boring 197.672	7
2.2.4	Boring 197.673	8
3.	Eksisterende geotekniske boringer	10
4.	Model for dyndhullernes dannelse	11
5.	Sammenfatning og foreløbig geologisk model	13
6.	Referencer	14
7.	Bilag 1; Borelogs	15
8.	Bilag 2; Kernefotos	23
8.1	197.670.....	23
8.2	197.671.....	25
8.3	197.672.....	28
8.4	197.673.....	29
9.	Bilag 3; Makrofossil analyser	32

1. Indledning

1.1 Baggrund

Geopark Odsherred og GEUS har indgået et forskningssamarbejde i forbindelse med Geoparkens Lammefjordsprojekt.

I dette samarbejde skal GEUS foretage geologiske undersøgelser i den inderste del af Lammefjorden, der skal belyse fjordbassinets morfologiske udformning, sedimenterne i bassinet og bassinets opbygning.

1.2 Formål

Formålet med de undersøgelser er, gennem udførelse af borer og at kunne lave en kontinuert beskrivelse og optegnelse af sedimenttyperne og sedimentlagfølgen, samt at kunne lokalisere bunden af bassinet, og derved få tykkelsen af de postglaciale aflejringer. Ved at korrelere mellem borerne gives en model for den geologiske opbygning og udvikling af den inderste del af Lammefjorden.



Figur 1. Borearbejdet ved boring 197.670

1.3 Feltarbejde

Feltarbejdet er udført i perioden 27. juni til 30. juni, hvor der er udført 4 boringer.

Boringerne har fået DGU numrene 197.670, 197.671, 197.672 og 197.673.

Boringerne er udført af GEUS med en Nordmeyer Geotool boremaskine. Der er anvendt en windows sampler med 60 mm udvendig diameter, og med en længde på 1 m.

Der var borestænger til at foretage boringer til max 20 m.

Boringerne er sløjfet umiddelbart efter endt boring, og fyldt op med bentonit.

1.4 Metoder

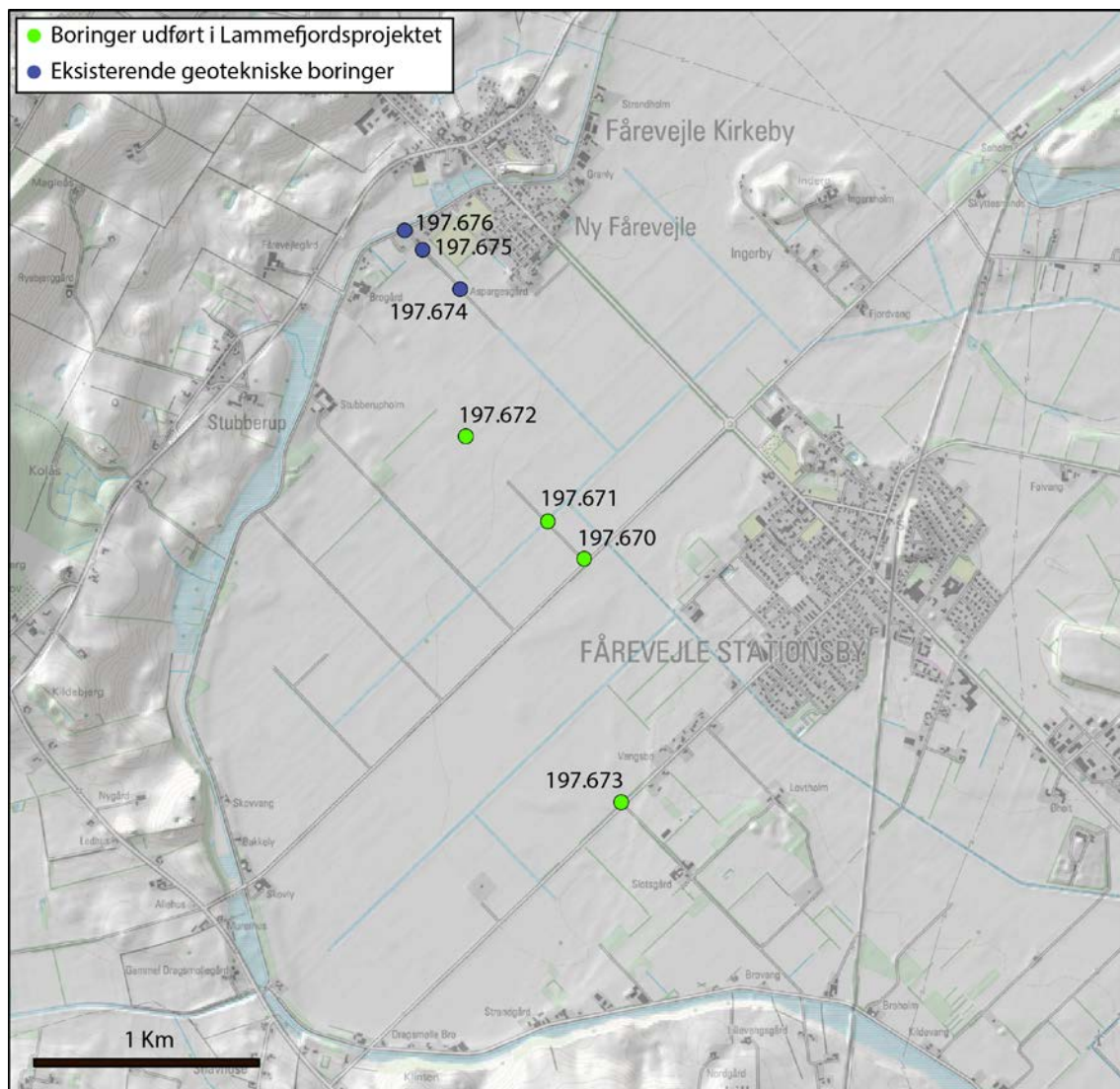
Boringerne er beskrevet i felten efter Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse (Larsen et al. 1988), og efterfølgende indlæst i Jupiter boredatabasen, der er tilgængelig via GEUS' hjemmeside. Der er taget prøver af hvert lag eller en prøve pr. m.

Efterfølgende er prøverne vådsigtet og indholdet af makrofossiler er analyseret.

2. Boringerne

2.1 Beliggenhed

Boringerne 197.670, 197.671 og 197.672 er boret langs en grusvej der forbinder Skovlyvej og Fårevejle Kanalvej (Fig. 2). Boring 197.673 blev udført ved et af områdets 'dyndhuller' ved Tuborgvej (Fig. 2)



Figur 2. Kort der viser beliggenheden af de udførte boringer. Desuden er beliggenheden af tre geotekniske boringer vist, der indgår i den samlede tolkning af bassinet's opbygning.

2.2 Beskrivelse af boringerne

I Bilag 1 er boreprofilerne for de fire boringer vist, med prøvebeskrivelse af de enkelte prøver. I figur 3 er boringerne vist som sedimentologiske logs. De marine aflejringer er blevet sigtet og er analyseret for makrofossiler med henblik på at beskrive aflejringsmiljø og alder.

2.2.1 Boring 197.670

Terræn koten på borestedet er -3,84 m og boringen er 14 m dyb.

De øverste 10 m af boringen består af marin gytje. Gytjen er siltet, skalførende, svagt lagdelt, mørk olivengrå og kalkholdig (fig. 3). Sigteanalysen viser, at der er marine muslinger, snegle og foraminiferer.



Figur 3. Gytje i den nederste del af intervallet fra 2 til 3 m u.t. i boring 197.670. Til venstre ses en hjertemusling og i højre side et fragment af en blåmusling.

Fra 10 til 10,5 m u.t. er der fint og mellemkornet sand (fig. 4). Sandet er ligesom gytjen blevet sigtet og analyseret for makrofossiler. Analysen viser, at prøven indeholder mosser og pollen fra buske og træer. De fundne makrofossiler viser, at det er senglaciale søaflejringer fra yngre Dryas/rensdyrjæger tid (Bilag 3).



Figur 4. Overgangen mellem den Postglaciale marine gytje og de sandede søaflejringer fra Yngre Dryas

Fra 10,5 m u.t. og til 13,7 m u.t. er der sand, der bliver grovere nedefter med enkelte gruslag. Sandet er olivengråt og gråt og kalkholdigt. Der er ikke set skaller i sandet og det er tolket som glacialt smeltevandssand

Fra 13,7 m u.t. til 14 m.u.t. er der truffet moræneler, der er siltet, sandet, sv gruset, olivengråt og kalkholdigt

2.2.2 Boring 197.671

Terræn koten på borestedet er -3,87 m og boringen er 20,5 m dyb.

I denne boring er der kun truffet Gytje, til 20,5 m u.t. Gytjen er siltet, svagt lagdelt og mørk olivengrå. Gytjen er skalholdig ned til 12 m u.t., og herunder ses få eller ingen skaller.

Der er lavet makrofossilanalyser af 18 prøver. Der er fundet marine fossiler i alle prøver. Men i prøverne fra de nederste 4 m er der fundet dansemyg, der lever i ferskvandsør. Dette tyder på at der er søaflejringer under de marine aflejringer.

2.2.3 Boring 197.672

Terræn koten på borestedet er -3,65 m og boringen er 9 m dyb.

I denne boring er der truffet marin gytje til 7,9 m u.t. Gytjen er siltet og svagt leret, skalførende, svagt lagdelt, mørk olivengrå og kalkholdig.

Der er kun truffet marine fossiler i gytjen.



Figur 5. Boring 197.672. Overgang mellem gytje og moræner i 7,9 m u.t.

Fra 7,9 m u.t. og til 9 m u.t. er der truffet moræner, der er siltet, sandet, sv. gruset, olivengråt og kalkholdigt (Fig. 5).

2.2.4 Boring 197.673

Terræn koten på borestedet er -3,83 m og boringen er 10 m dyb.

I denne boring er der truffet marin gytje til 1,75 m u.t. Gytjen er siltet, skalførende, svagt lagdelt, mørk olivengrå og kalkholdig.

Makrofossilerne i gytjen er altovervejende marine arter. Der er dog enkelte ferskvandsarter, der må være omlejret.

Fra 1,75 til 2,7 m u.t. er der skiftende lag af marint tørv og gytje. Tørven er mørk brun med planterester, skalførende og gytjeholdigt. Gytjen er siltet, svagt leret, skalførende, olivengrå og kalkholdig.

Her er der stadig overvejende marine arter, men ferskvandsarterne bliver hyppigere, hvilket kunne tyde på en omlejring af søaflejringer under transgressionen (havspejlsstigningen).

Fra 2,7 til 3,55 m u.t. er der truffet sand, muligvis senglacialt. Sandet er fint til mellemkornet, svagt lagdelt, lyst gråt og kalkholdigt.

Der er ikke fundet makrofossiler i sandet, men der er in situ rødder. Sandet kunne således være senglacialt, og rødderne kunne stamme fra træer, der har vokset i fastlandstiden.

Fra 3,55 til 4,7 m u.t. er der truffet moræner. Moræneret er siltet, sandet, sv. gruset med enkelte sten, olivengrå og kalkholdig.

Fra 4,7 m til 9 m u.t. er der truffet smeltevandssand. Smeltevandssandet er mest mellemkornet, svagt gruset, gråt og kalkholdig.

Fra 9 til 10 m u.t. er der truffet morænesand. Morænesandet er leret, siltet, svagt gruset, gråt og kalkholdigt.

3. Eksisterende geotekniske boringer

I forbindelse med projektering af nye ledninger, oppumpningsbrønde og pumpestation er der udført tre geotekniske boringer ved Fårevejle Kanalvej 23. Beliggenheden af boringerne er vist på Fig. 2 (Nielsen og Risager 2015)

Boringerne har fået DGU-nr. og er indlæst i Jupiter databasen.

Boring 1: 197.674

Boring 2: 197.675

Boring 3: 197.676

Boringerne ligger i en linje ved den nordlige kant af bassinet der udgør den inderste del af Lammefjorden, og de indgår i den foreløbige geologiske model (Fig. 8)

I boring 1 er der ikke truffet marine aflejringer. Der er dog øverst 75 cm fyld, så der kan have været et tyndt lag marine aflejringer. Ned til kote -2,5 m er der ler, der er siltet og sandet og med sandstriber. Fra kote -2,5 til kote -3,8 er der fintkornet sand med ler og silt. Det er tolket som senglaciale aflejringer. Der er truffet moræneler fra kote -3,8 til kote -4,65 m.

I boring 2 er der marine sand og gytje aflejringer med skaller til kote -2,5 m. Herunder er der til kote -4,8 m slapt ler med indhold af silt og sand, der er tolket som senglaciale aflejringer. Fra kote -4,80 m og til kote 9,7 m er der truffet moræneler.

I boring 3 er der truffet skalholdig gytje til kote -6,5 mm. Herunder er der 1 m tørv til kote -7,5 m. Den øverste del af tørv indeholder enkelte skaller og er kalkfri, den nederste del er kalkfri. Herunder er der kalkholdig, leret gytje til kote -8,0 m. Herunder er der ler til kote -9,7 m, der har gytjestrøber øverst, generelt er slapt, og er tolket som senglacialt ler. Fra kote -9,7 til -10,8 m er der truffet moræneler.

4. Model for dyndhullernes dannelse

Dyndhullerne ses langs kanten af det dyndfyldte bassin i den sydlige del. I boring 197.673, der er udført mellem to dyndhuller ved Tuborgvej (Fig. 2), ses at dyndlaget her kun er 2,7 m tykt. Det underliggende smeltandssand er vandførende, og vandet steg op til jordoverfladen under borearbejdet (fig. 6), hvilket viser at der er højt vandtryk (artesiske).

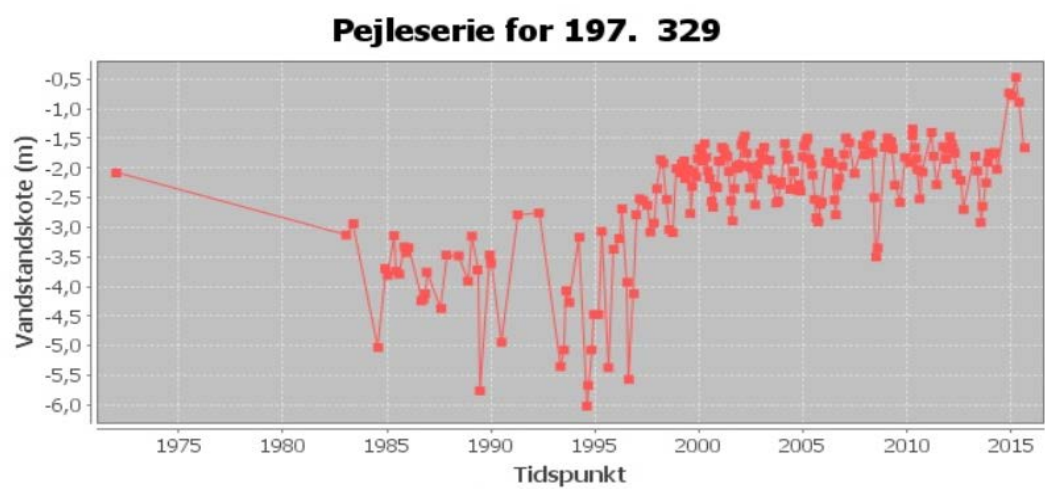


Figur 6. Grundvandet stiger op til jordoverfladen i boring 197.673.

I en vandforsyningsboring (197.329) ca. 890 m vest for boring 197.673, er der lavet regelmæssige pejlinger af grundvandsstanden siden 1983 (fig. 7). Grundvandsstanden har fra 1983 til 1996 ligget på et relativt stabilt niveau på kote -3,5 m til -4 m. Fra 1996 og frem til 2000 er grundvandsstanden steget til kote -2 m, og den har været svagt stigende siden da.

Da jordoverfladen ved dyndhullerne er i kote ca. -3,8 m har grundvandet således et overtryk på 1,5 – 2 m. Dette betyder, at hvor gytjelaget bliver tilpas tyndt, kan vandet trænge op, og derved skabe dyndhullerne.

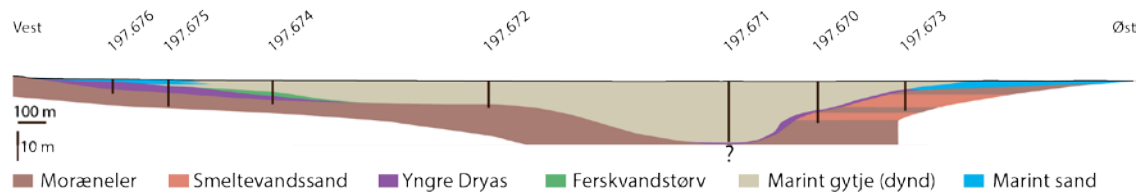
Det stigende vandtryk fra midt halvfemserne kan også forklare at antallet af dyndhullerne stiger.



Figur 7. Pejleserie for boring 197.329, fra Jupiter boredatabasen på www.geus.dk.

5. Sammenfatning og foreløbig geologisk model

De udførte borer er sammenstillet med tidligere udførte geotekniske borer i et øst-vest gående tværprofil (Fig. 8).



Figur 8. Geologisk tværprofil fra Fårevejle Kirkeby til Fårevejle Stationsby.

Den inderste del af Lammefjorden er en inderlavning til Vejrhøjbuken, der er et randmorænekompleks skabt af et isfremstød i den sidste del af sidste istid. Efter isens bortsmeltning fremstår inderlavningen som et bassin. I tiden herefter er bassinet fyldt med forskellige typer sedimenter.

De ældste sedimenter, der ligger direkte på de glaciale aflejringer er senglacialt sand og ler der dels er gledet ned i lavningen, eller også aflejret i en sø der er dannet i denne lavning. I boring 197.670 er disse aflejringer truffet og makrofossiler herfra viser at græstundra og buske prægede vegetationen og indikerer derved et relativt koldt klima, som igen indikerer at der er tale om senglaciale aflejringer fra Yngre Dryas, der arkæologisk svarer til rensdyrjæger tid. I 197.673 er der også senglaciale aflejringer. Her er dog ikke fundet makrofossiler eller andet. Tilsvarende aflejringer er beskrevet i de geotekniske borer 197.676, 197.675 og 197.674, men her er dog ikke lavet fossilundersøgelser.

De næstældste sedimenter er tørveaflejringer, der er truffet i den ene geotekniske boring 197.674. Det er antagelig postglaciale ferskvandsaflejringer dannet i en sø, der har fyldt lavningen. Der er indikationer i flere borer på, at ferskvandsaflejringer er blevet omlejret i yngre marine aflejringer og som derved bekræfter at der har været et søstadie i lavningens udvikling.

De yngste sedimenter er marine, og består i lavningen overvejende af postglacial gytje og med marint sand i kanten af lavningen. Gytjen indeholder mange skaller fra muslinger og snegle. Den største mængde af gytjen er set i boring 197.671, hvor der er mere end 20,5 m gytje. Her er fundet marine fossiler i alle prøver til 20,5 m u.t. og den marine gytje er ikke gennemboret. Men i prøverne fra de nederste 4 m er der fundet Dansemyg, der lever i ferskvandsøer. Dette tyder på, at der er søaflejringer under de marine aflejringer. De fundne Dansemyg stammer fra disse aflejringer, men er blevet opblandet i de marine aflejringer.

6. Referencer

Larsen, G., Frederiksen, J., Villumsen, A., Fredericia, J., Gravesen, P., Foged, N., Knudsen, B. & Baumann, J. 1988: Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse. Dgf-Bulletin 1. Dansk Geoteknisk Forening. ISBN 87-983058-2-4. 144 pp.

Nielsen & Risager 2015: Vedr. vandstandssænkning vestlige del, for Lammefjordens Dige- og Pumpelag. Geoteknisk rapport, sagsnr 2015.067. Nielsen og Risager AS.

<http://www.geus.dk/DK/data-maps/jupiter>

7. Bilag 1; Borelogs

BORERAPPORT

DGU arkivnr: 197. 670
Borested : En mark i Lammefjorden
4540 Fårevejle

Kommune : Odsherred
Region : Sjælland

Boringsdato : **Boringsdybde :** 13,8 meter **Terrænkote :** 3,84 meter u. DNN

Brøndbore : Danmarks Geologiske Undersøgelse

MOB-nr :
BB-journr :
BB-bornr :
Prøver
- modtaget : 1/7 2016 **antal :** 18

- beskrevet : 23/8 2016 **af :** PRJ

- antal gemt : 0

Formål :
Anvendelse :
Boremetode :
Kortblad : 1413 INV

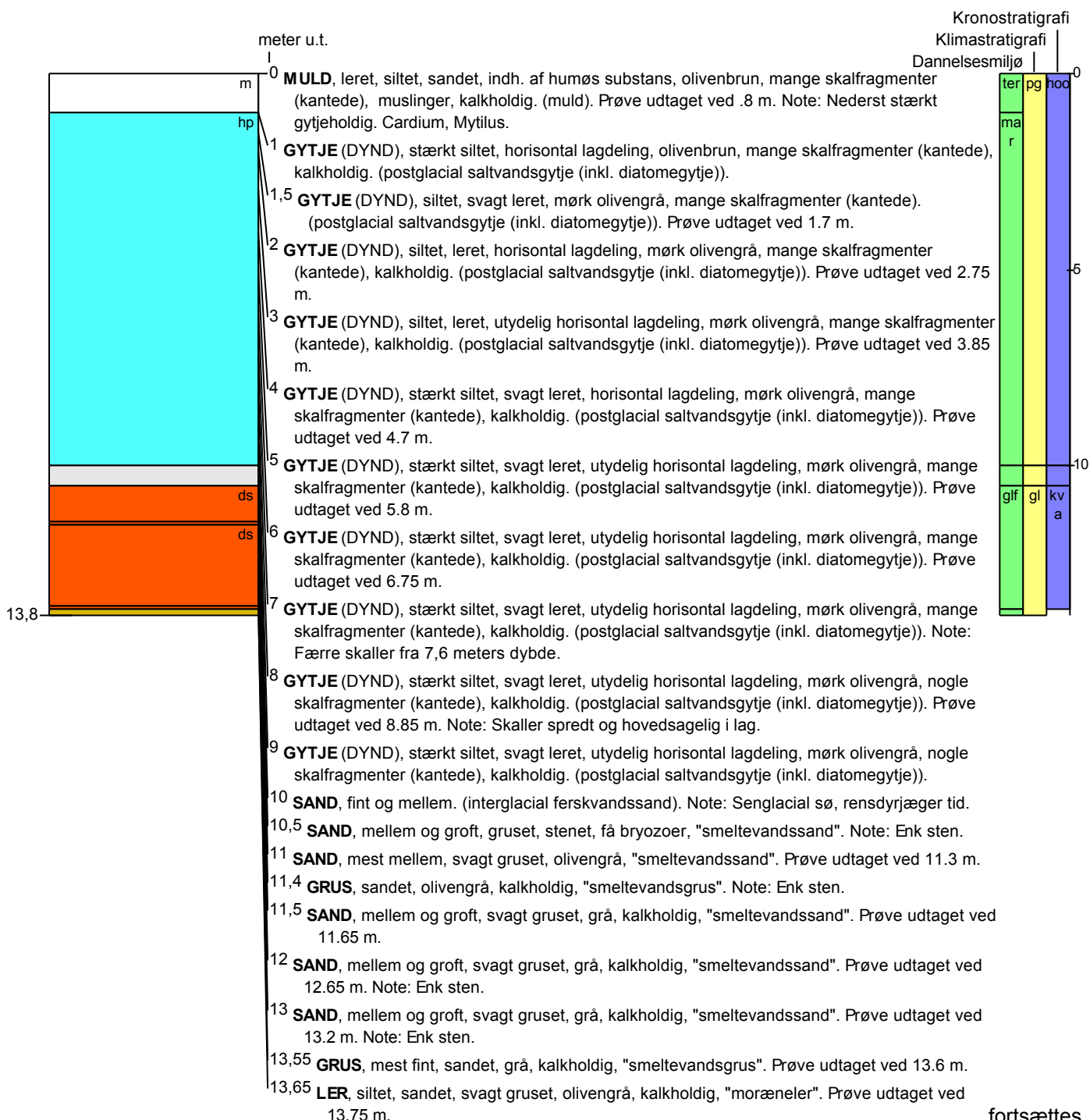
UTM-zone : 32

UTM-koord. : 653450, 6185083

Datum : EUREF89

Koordinatkilde : GEUS

Koordinatmetode : Differential GPS

Notater : Beskrevet i felten 28/6 2016. Feltbeskrivelse indtastet i Jupiter databasen 23/8 2016.


BORERAPPORT

DGU arkivnr: 197. 670

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

meter u.t.

0	-	1	terrigen - postglacial - holocæn
1	-	10	marin - postglacial - holocæn
10	-	10,5	lakustrin - senglacial - yngre dryas
10,5	-	13,65	glaciofluvial - glacial - kvartær
13,65	-	13,8	glacigen - glacial

BORERAPPORT

DGU arkivnr: 197. 671
Borested : En mark i Lammefjorden
4540 Fårevejle

Kommune : Odsherred
Region : Sjælland

Boringsdato :
Boringsdybde : 20 meter

Terrænkote : 3,87 meter u. DNN

Brøndbore : Danmarks Geologiske Undersøgelse

MOB-nr :
BB-journr :
BB-bornr :
Prøver
- modtaget : 1/7 2016 **antal :** 19

- beskrevet : 23/8 2016 **af :** PRJ

- antal gemt : 0

Formål :
Kortblad : 1413 INV

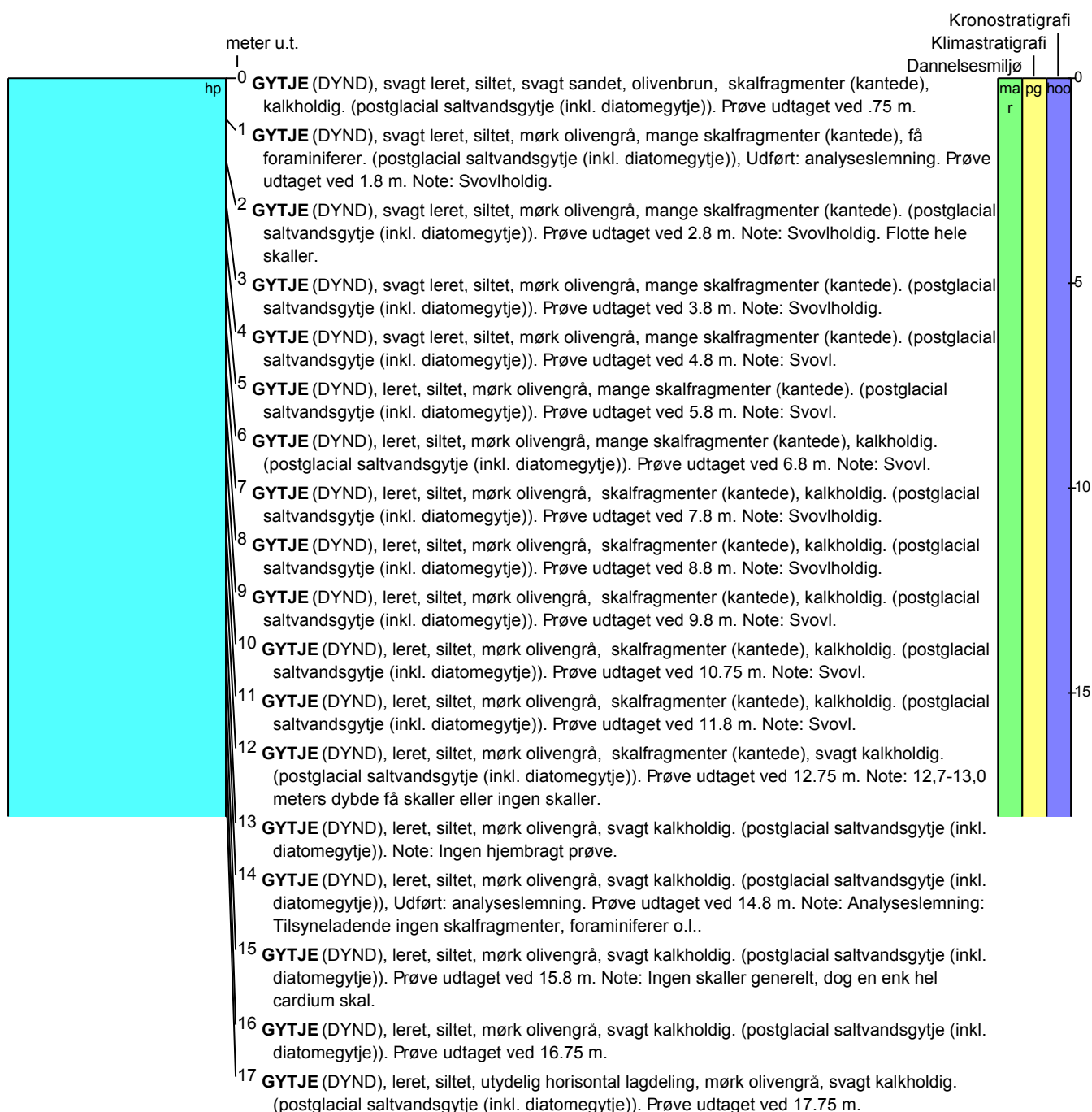
Datum : EUREF89

Anvendelse :
UTM-zone : 32

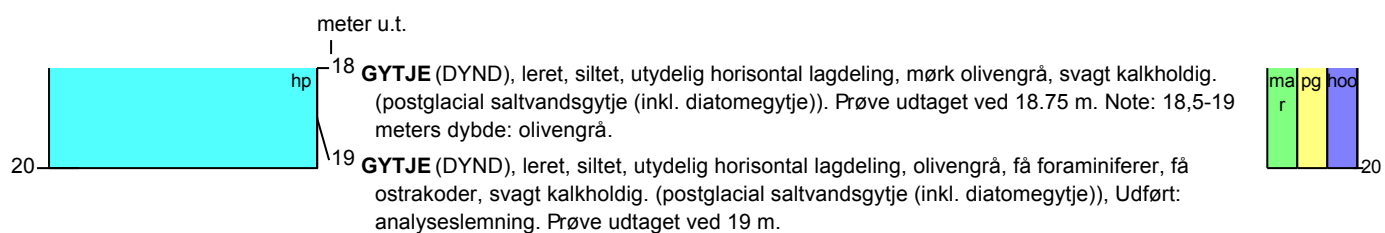
Koordinatkilde : GEUS

Boremethode :
UTM-koord. : 653289, 6185248

Koordinatmetode : Differential GPS

Notater : Beskrevet i felten 29/6 2016. Feltbeskrivelse indtastet i Jupiter databasen 23/8 2016.


BORERAPPORT

DGU arkivnr: 197. 671


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

meter u.t.

0 - 20 marin - postglacial - holocæn

BORERAPPORT

DGU arkivnr: 197. 672
Borested : En mark i Lammefjorden
4540 Fårevejle

Kommune : Odsherred
Region : Sjælland

Boringsdato : **Boringsdybde :** 9 meter

Terrænkote : 3,65 meter u. DNN

Brøndbore : Danmarks Geologiske Undersøgelse

MOB-nr :
BB-journr :
BB-bornr :
Prøver
- modtaget : 1/7 2016 **antal :** 9

- beskrevet : 23/8 2016 **af :** PRJ

- antal gemt : 0

Formål :
Kortblad : 1413 INV

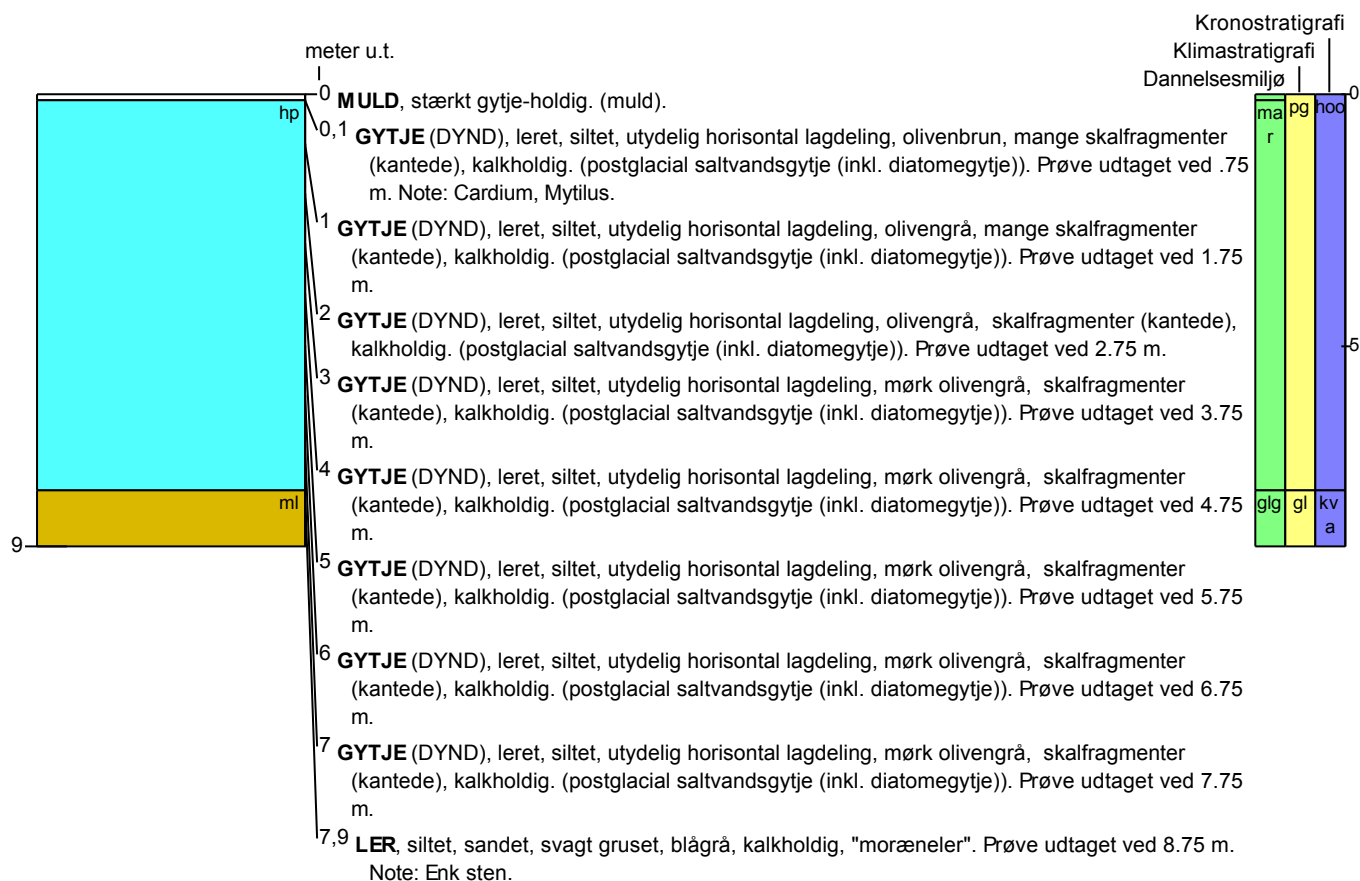
Datum : EUREF89

Anvendelse :
UTM-zone : 32

Koordinatkilde : GEUS

Boremethode :
UTM-koord. : 652924, 6185625

Koordinatmetode : Differential GPS

Notater : Beskrevet i felten 30/6 2016. Feltbeskrivelse indtastet i Jupiter databasen 23/8 2016.


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

meter u.t.

0 - 0,1 terrigen - postglacial - holocæn

0,1 - 7,9 marin - postglacial - holocæn

7,9 - 9 glacial - glacial - kvartær

BORERAPPORT

DGU arkivnr: 197. 673
Borested : En mark i Lammefjorden
4540 Fårevejle

Kommune : Odsherred
Region : Sjælland

Boringsdato : **Boringsdybde :** 10 meter **Terrænkote :** 3,83 meter u. DNN

Brøndbore : Danmarks Geologiske Undersøgelse

MOB-nr :
BB-journr :
BB-bornr :
Prøver
- modtaget : 1/7 2016 **antal :** 16

- beskrevet : 23/8 2016 **af :** PRJ

- antal gemt : 0

Formål :
Kortblad : 1413 INV

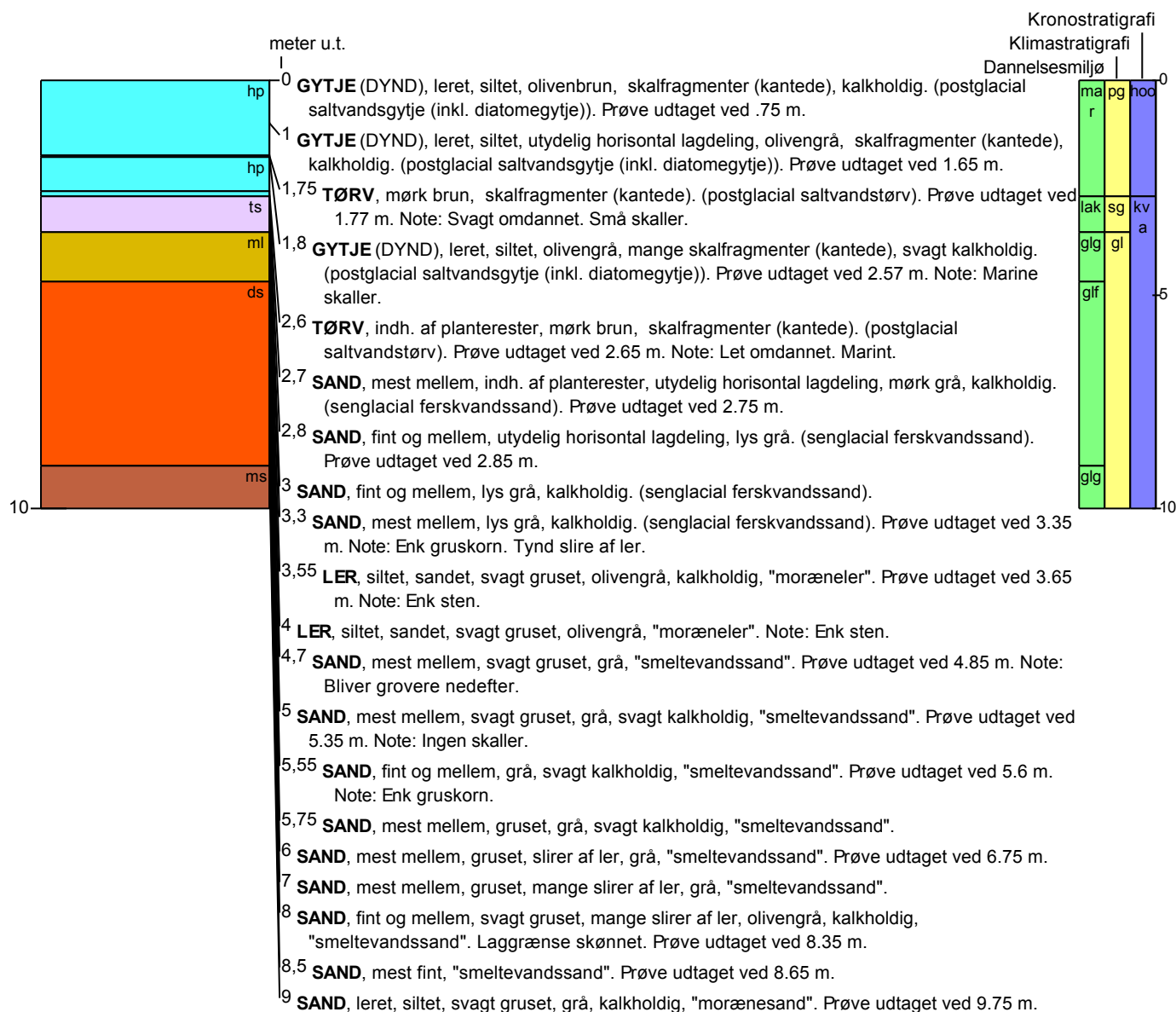
Datum : EUREF89

Anvendelse :
UTM-zone : 32

Koordinatkilde : GEUS

Boremethode :
UTM-koord. : 653611, 6184006

Koordinatmetode : Differential GPS

Notater : Beskrevet i felten 30/6 2016. Feltbeskrivelse indtastet i Jupiter databasen 23/8 2016.


BORERAPPORT**DGU arkivnr: 197. 673****Aflejringsmiljø - Alder** (klima-, krono-, litho-, biostratigrafi)

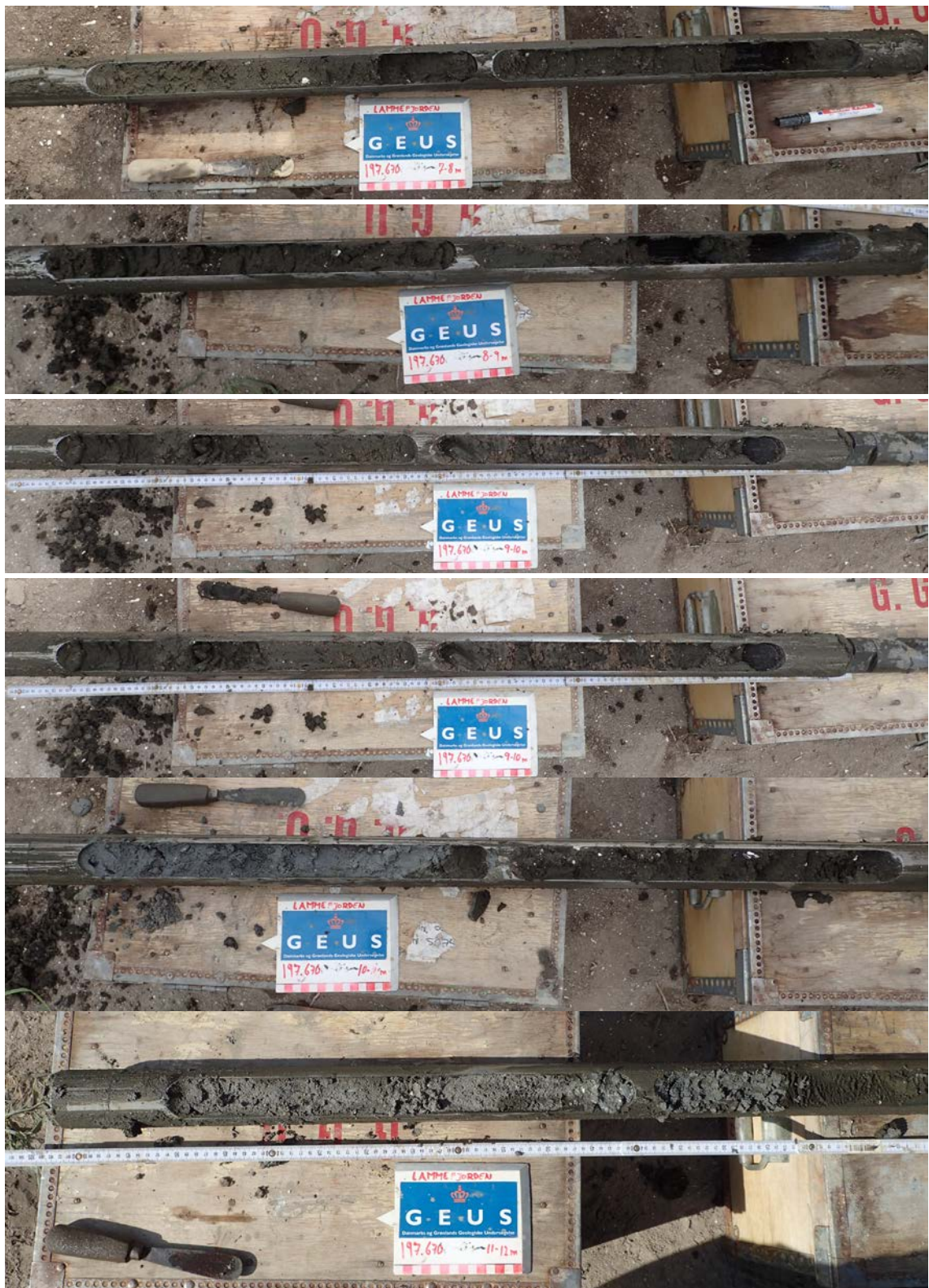
meter u.t.

0	-	2,7	marin - postglacial - holocæn
2,7	-	3,55	lakustrin - senglacial - kvartær
3,55	-	4,7	glacigen - glacial - kvartær
4,7	-	9	glaciofluvial - glacial - kvartær
9	-	10	glacigen - glacial - kvartær

8. Bilag 2; Kernefotos

8.1 197.670







8.2 197.671







8.3 197.672





8.4 197.673







GEUS

32