

Geologisk undersøgelse af molerforekomsten på Elvergården, Fur

Råstofgeologisk undersøgelse af molerforekomst på
den vestlige del af Fur, Elvergården – etape 2,
vedrørende arealerne på matr. nr. 144^d og
tilgrænsende

Stig A. Schack Pedersen



Geologisk undersøgelse af molerforekomsten på Elvergården, Fur

Råstofgeologisk undersøgelse af molerforekomst på
den vestlige del af Fur, Elvergården – etape 2,
vedrørende arealerne på matr. nr. 144^a og
tilgrænsende

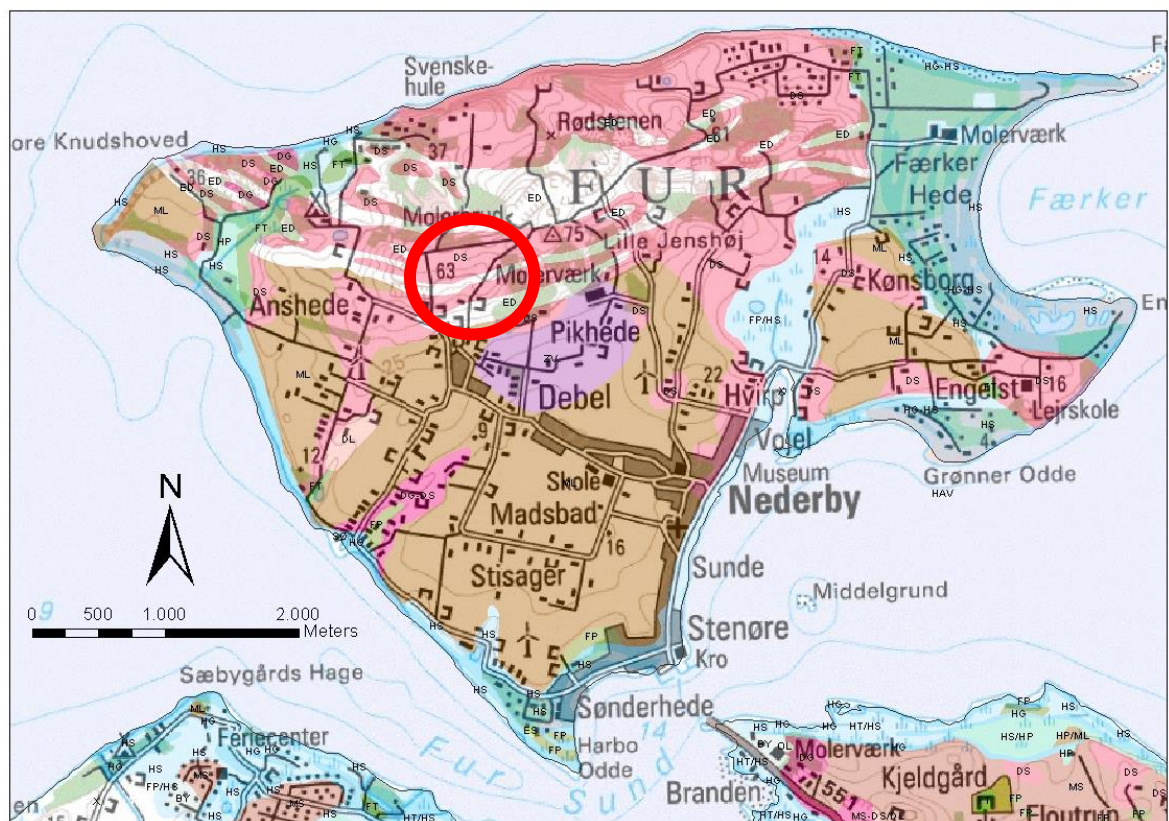
Stig A. Schack Pedersen

Indholdsfortegnelse

GEOLOGISK UNDERSØGELSE AF MOLERFOREKOMSTEN PÅ ELVERGÅRDEN, FUR, TITELBLAD.....	1
INDHOLDSFORTEGNELSE	2
INDLEDNING.....	3
GEOLOGISK RAMME	4
DEN GEOLOGISKE LAGSERIE PÅ FUR	6
OPMÅLING AF GRAVERENDER.....	8
GRAVERENDE GR 1.....	8
GRAVERENDE GR 1B.....	13
GRAVERENDE GR 2.....	13
GRAVERENDE GR 3.....	18
GRAVERENDE GR 4.....	19
GRAVERENDE GR 4A OG 4B	22
GRAVERENDE GR 5.....	22
GRAVERENDE GR 6.....	24
GRAVERENDE GR 7.....	25
GRAVERENDE GR 8.....	28
GRAVERENDE GR 9.....	29
BESKRIVELSE AF RÅSTOFBORINGER.....	30
BORING BH1, DGU NR. 38.893	30
BORING BH2, DGU NR. 38.894	30
BORING BH3, DGU NR. 38.895	32
BORING BH4, DGU NR. 38.896	32
BORING BH5, DGU NR. 38.897	32
STRUKTURGEOLOGI I ELVERGÅRD FELTET	34
GEOLOGISK KORT OVER ELVERGÅRD FELTET.....	35
VURDERING AF RÅSTOFMÆNGDER	37
SAMMENFATNING OG KONKLUSION.....	38
REFERENCES	39
FORTEGNELSE OVER FIGURER.....	40
BILAG MED BORERAPPORTER.....	41

Indledning

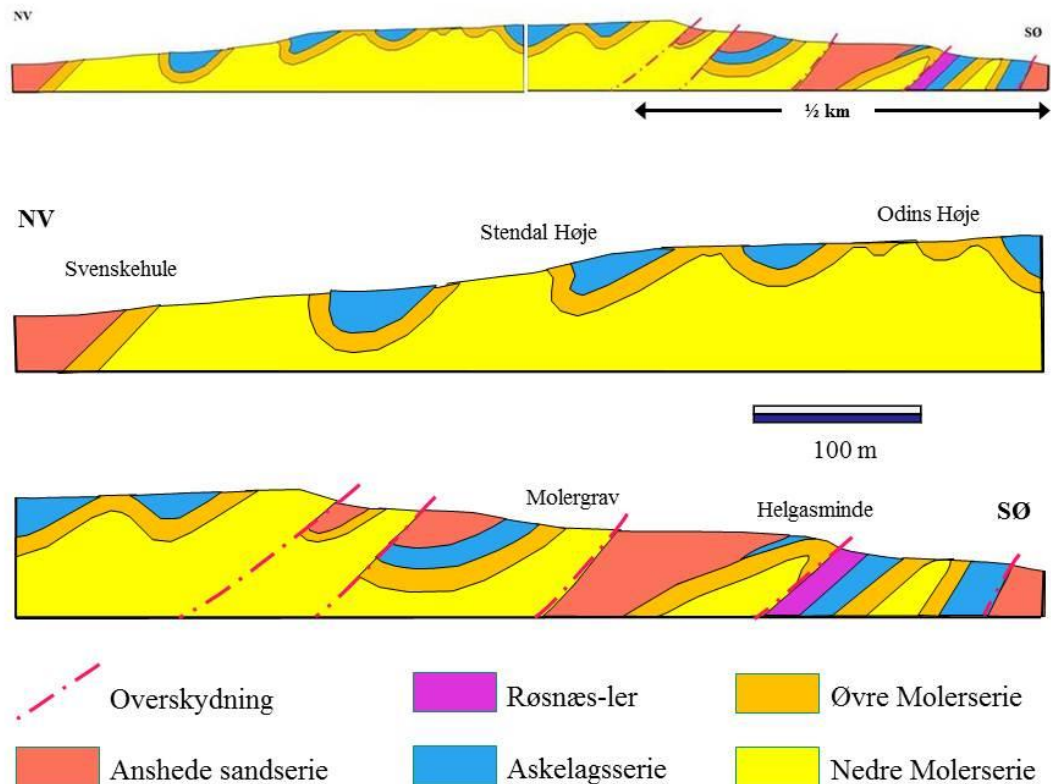
Området Elvergården ligger på den sydvestlige del af bakkekronen på Fur (Fig. 1). Moleret på denne del af Fur kan betragtes som beliggende i strøget mellem bakkekronens centrale del (Pedersen, 2002) og den tidligere Manhøj molergrav mod vest (Pedersen & Petersen, 1985, Pedersen 1986). Desuden kan den sydlige del af området opfattes som en fortsættelse af molerstrøget fra Hestegården (Pedersen 2000) og østpå i bakkeskråningen oven for Bakkegården og Elvergården (Fig. 1). I forbindelse med planlægning af indvinding af moler i Elvergård feltet, matr. nr. 144^a m. fl., er der behov for en geologisk forundersøgelse. Region Midt og Damolin A/S har derfor anmodet GEUS om at udføre en geologisk undersøgelse af Elvergård feltet. Denne undersøgelse har indbefattet gravning af 12 undersøgelsesgrøfter (graverender) og 5 råstofboringer til en maksimal dybde på 25 m. Denne rapport beskriver den geologiske undersøgelse, der af logistiske årsager blev udført i to etaper: Første etape, som blev udført 8.– 12. august 2016, bestod af opmåling af graverenderne. Anden etape, som foregik i perioden fra 28. september til 4. oktober 2016, omfattede lokalisering af borehuller og opmåling af borehulslogs. Den relativt lange periode, som boreprojektet tog, skyldes en reparation af boremaskinen. Midtvejs i projektet var kransen, som drejer borestammen, blevet vredet skæv. Reparationen hos den lokale smed på Fur afbrød borearbejdet halvanden dag.



Figur 1. Beliggenhed af undersøgelsesområdet Elvergården på Fur, her vist med en rød cirkel på det geologiske kort over. Det geologiske kort er baseret på den systematiske geologiske kortlægning forestået af Gry (1979). De hvide bånd angiver forløbet af moler på øens nordlige bakkestrøg. De røde farver (mørk, mellem og lys røde nuancer) angiver smeltevandssand, -sand og -ler. Den brune farve viser udbredelsen af moræner, den violette farve er terrassesand og -ler afsat i en isdæmmet sø, grønne og blå farver i de kystnære områder er tørv, som overlejrer marint sand.

Geologisk ramme

Som det fremgår af de strukturelle snit over Furs bakkeland konstrueret af Gry (1979) (Fig. 2) består Furs nordlige bakkeland af et stort, sammenhængende glacialtektonisk kompleks af opskudte skiver af moler. Under opskydningen er lagene blevet foldet, så moleret og askelagene danner rygge i landskabet. Molerfoldernes forløb gennem bakkelandet kan følges som mere eller mindre Ø–V strygende bæltter på det geologiske kort (Fig. 1).



Figur 2. Tværprofil op over Furs bakkeland modificeret efter Gry (1979). Profilet blev konstrueret på grundlag af molergrave, afrømmede arealer og talrige undersøgelsesbrønde, hvorfra data i dag ikke lader sig opdrive. Øverst er hele profilet sammensat. Det øverste punkt i profilet svarer nogenlunde til kæmpehøjen med den trigonometriske station 75 m o.h. Nederst er profilet opdelt i en nordlig og en sydlig halvdel, hvor detaljerne lettere kan aflæses. Elvergårds feltets position i profilet vil omtrentlig svare til venstre halvdel af det nederste detalje-profil.

Den mest markante moler-skive er den store sammenhængende skive mellem Stendal Høje og Odins Høje (Fig. 2). Denne skive danner kulminationen i bakkelandet. Ved det fortsatte skub fra nord blev den skudt op over en serie mindre skiver som ligger taglagt oven på hinanden mod syd, hvor de opbygger bakkelandets sydlige facade. Molerforekomsterne i denne er repræsenteret af forekomsten ved Helgasminde, hvor der i lagpakken af foldede og opskudte lag også forekommer rødt og grønt farvet plastisk ler tilhørende Røsnæs Formationen, som overlejrer moleret i Fur Formationen (Pedersen 1992) (se afsnittet herunder).

Oven på moleret ligger en serie smeltevandssedimenter. I kystprofilet neden for Røverstuen har serien en tykkelse på op mod 40 m, og i en dyb brøndboring i nærheden af Anshede er sandserien mere end 50 m mægtig. I tidligere moler råstofrapporter er sandserien benævnt Anshede

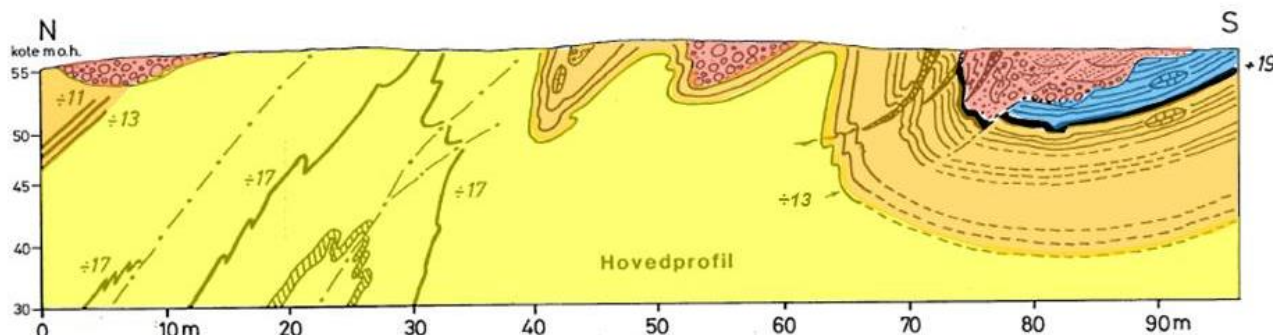
smeltevandsserie (Pedersen 2000, 2002). Sandserien er stedvis bevaret i synklinaler på bakkekronen, og på den nordlige bakkeskråning er den deformeret som det ses i rødstenene, hvor lagdelingen i indlands-rødstenen stryger Ø-V og laghældningen falder stejlt mod nord.

Det generelle billede er, at det glacialtektoniske kompleks på Fur blev skudt op fra nord mod syd af det Norske Isfremstød i sidste halvdel af Weichsel Istiden (Gry 1940, 1979; Fredningstyrelsen et al. 1983). Dette er i overensstemmelse med, at foldeakserne er orienteret Ø-V og overskydningsplanerne stryger i samme retning med hældning mod nord. Der findes dog rundt omkring i bakkelandets molergrave eksempler på, at et istryk fra øst har overpræget de Ø-V strygende strukturer (Pedersen 2000a). Specielt i den østlige del af bakkekronen har foldeakserne et uregelmæssigt og ondulerende forløb (Pedersen 2002). Dette svarer til et isfremstød af den Svenske Is, som har overpræget det glacialtektoniske kompleks under isens spredning mod Hovedopholdslinien syd for Limfjorden.

I profilet Fig. 2 har Gry (1979) angivet en molergrav i den centrale del af den sydlige halvdel. Molergraven findes i skovkrattet umiddelbart øst for Elvergårds feltet (Fig. 3) Denne struktur tolkes som værende i en position, som svarer til det sydligste strøg af Elvergårds feltet. I den nordlige del af feltet kan strukturerne korreleres med bakkekronens vestlige udløber. Her lå for ca. 25 år siden den nu efterbehandlede Manhøj molergrav (Fig. 4). Foldeaksen her har retningen VNV og peger ud mod strukturerne, der findes på Knuden, såvel de gamle molergrave som profilet langs Fur Knudeklint (Gry 1940, 1979; Pedersen & Jakobsen 1993).



Figur 3. Den gamle molergrav umiddelbart øst for Elvergård feltet. Molergraven er angivet i Gry's profil (Fig. 2). Bemærk sandserien der skærer sig diskordant ned i toppen af Fur Formationen.



Figur 4. Tværprofil af molerforekomsten i Manhøj molergrav. Profilet er modificeret efter Pedersen (1986), som foretog opmålingen i forbindelse med en råstofundersøgelse, der fokuserede på sandkiler opstået ved frostsprækker ned i moleret. Den store antiklinal struktur anses for at fortsætte ind i den nordlige del af Elvergårds feltet.

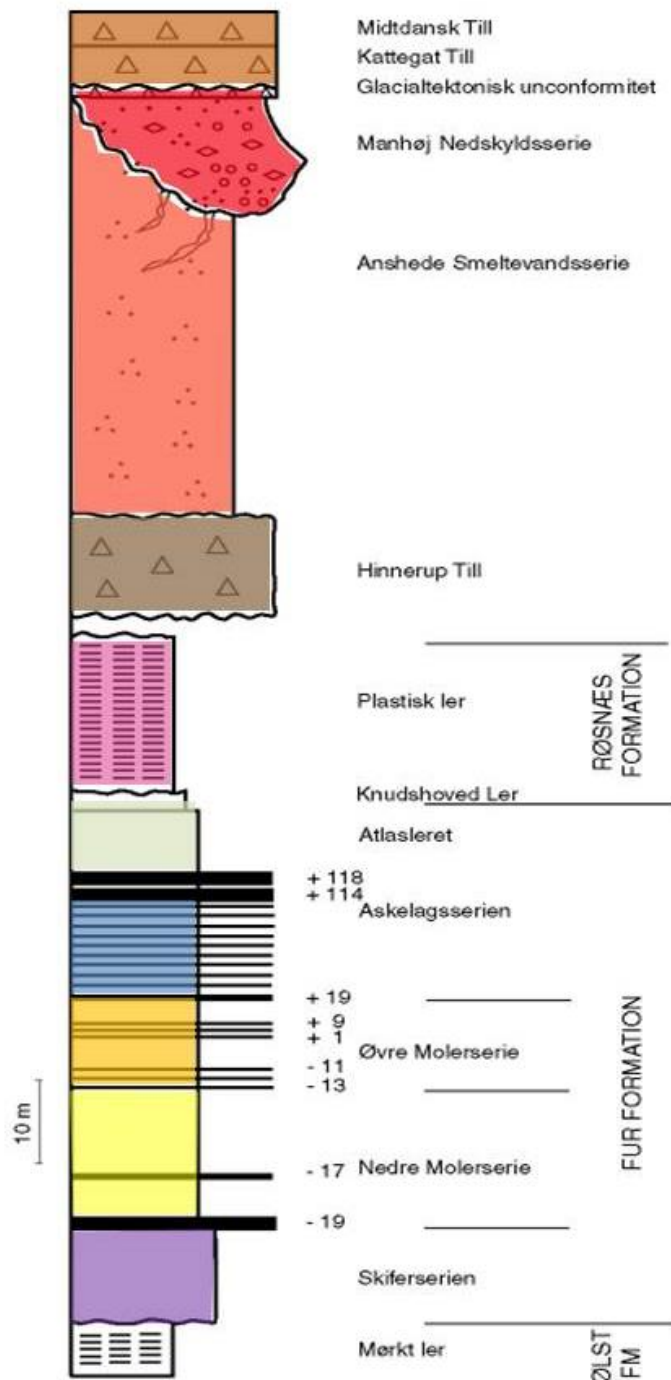
Den geologiske lagserie på Fur

De litologiske enheder, der indgår i den geologiske opbygning af bakkelandet på Fur, kan inddeles i to hovedgrupper: De tertiære aflejringer som henregnes til Palæogen med aldre på omkring 56 - 50 mill. år., og de kvartære aflejringer afsat i henholdsvis Saale istiden (for ca. 200.000 år siden) og Weichsel istiden (for ca. 25.000 år siden) (Pedersen 2000).

På Fur inddeles de tertiære aflejringer i tre formationer: Ølst Formationen, Fur Formationen og Røsnæs Formationen (Gry 1979, Pedersen & Surlyk 1983, Heilmann-Clausen et al. 1984, Heilmann-Clausen 1985, Pedersen 2000, 2002) (Fig. 5). Det kan diskuteres, hvorvidt det mørke grønne ler i bunden af Fur Formationen tilhører Ølst eller Holmehus Formationen. Begge enheder kan under heldige omstændigheder findes på nordkysten af Fur, hvor også det interessante PETM lag er til stede. Men lagene er ikke registreret i Elvergård feltet. Råstofmæssigt inddeles Fur Formationen i 5 enheder, nemlig Skiferserien, Nedre Molerserie, Øvre Molerserie, Askelagsserien og Atlas-leret. Formelt stratigrafisk inddeles Fur Formationen i to led, Knudeklint Led og Silstrup Led. Grænsen mellem de enheder er askelag +1. Men de 5 råstof enheder har større betydning for kortlægningen og brydningen af moler, og de vil derfor blive anvendt i denne rapport. Askelagenes numre er defineret af Bøggild (1918). På toppen af Fur Formationen ligger Røsnæs Formationen. På overgangen til det røde plastiske Røsnæs-ler findes en grågrøn ler, som af Heilmann-Clausen (1985) benævnte Knudshoved Led. Denne enhed såvel som Røsnæs-leret er påtruffet i Elvergård feltet.

De kvartære aflejringer, som optræder i området omfatter en ældre till af Pedersen (2000) benævnt Hinnerup Till af Saale alder. Den overliggende tykke smeltevandsserie blev af Pedersen (2000) benævnt Anshede Smeltevandsserie (Fig. 5). På toppen af den deformerede smeltevandsserie findes en yngre enhed med smeltevandssgrus og nedskylsmateriale benævnt Manhøj Nedskyllserie (Pedersen 2000) som afspejler syntektoniske aflejringer omlejret under opskydning af molerskiverne. Diskordant over de opskudte enheder blev en shearet till aflejret. Den blev af Pedersen (2000) henført til Kattégat Till, som svarer til bundmorænen afsat af den

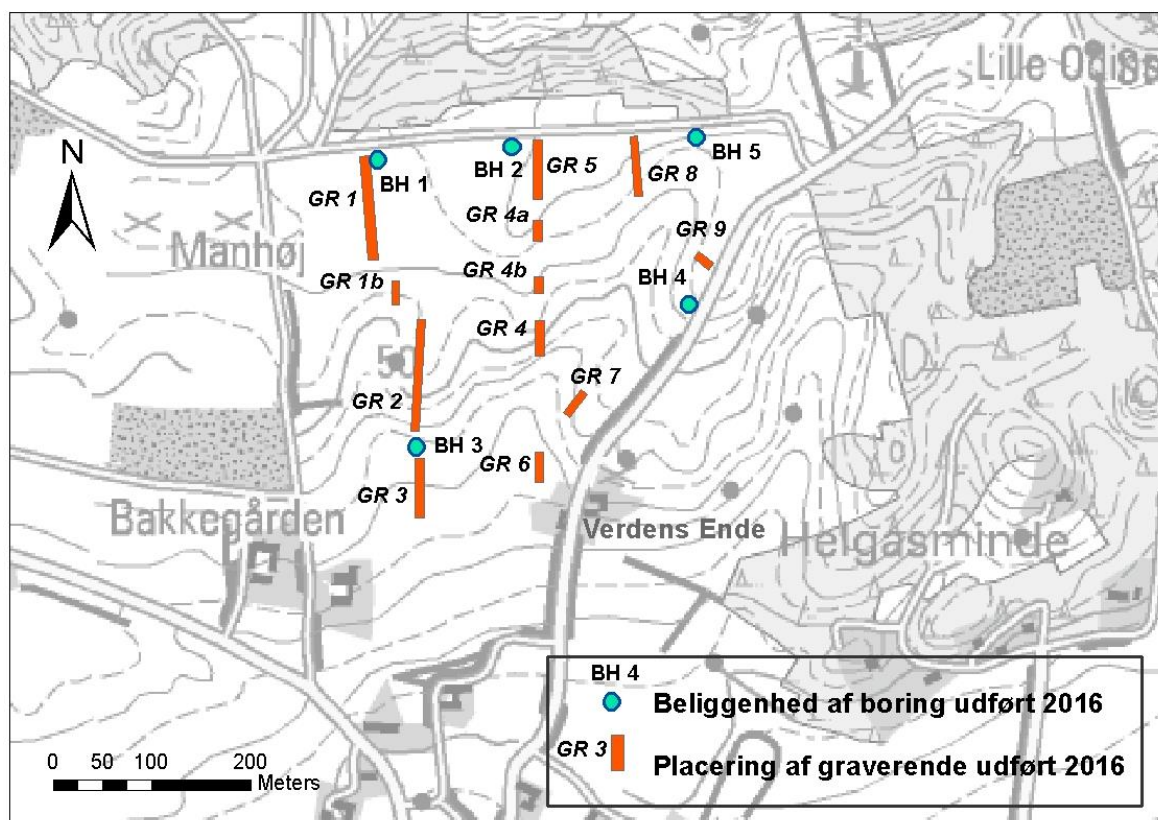
Norske Is under fremstødet mod området syd for Limfjorden for ca. 25.000 år siden (Houmark-Nielsen 1987; Pedersen 1996). Efter at Den Norske Is smeltede tilbage kom det store isfremstød fra det midt-svenske områder, der dels medførte den overprægede redeformation af de tidligere dannede folder og overskydninger, og dels afsatte Midtdanske Till (Houmark-Nielsen 1987) (Fig. 5), som er udbredt i hele lavlandet på den sydlige del af Fur, men kun er sparsomt repræsenteret i bakkelandet.



Figur 5. Litostratigrafisk inddeling af lagserien, som optræder på Fur.

Opmåling af graverender

Den geologiske undersøgelse af Elvergård feltet blev indledt med udgravning af 8 længere graverender, den længste på ca. 110 m og nogle kortere omkring 25 m lange. Ind imellem blev der udført nogle sonderende, korte graverender, hvis længde afpassedes med den information, som fremkom under gravearbejdet. Beliggenheden af graverenderne såvel som råstofboringer fremgår af kortet Fig. 6.



Figur 6. Kort over graverender og råstofboringer udført i Elvergård feltet efteråret 2016.

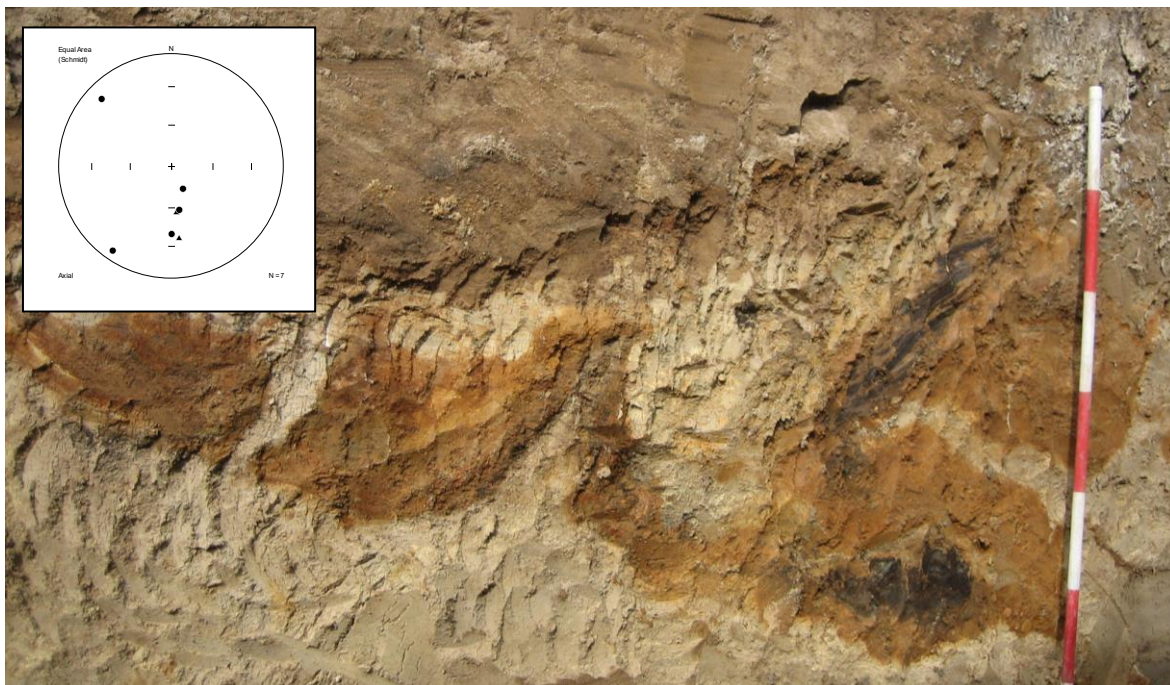
Graverende GR 1

Graverende GR1 blev placeret i det nordvestlige hjørne af Elvergård feltet, ca. 100 m fra Emmelstenhus vejen og strækkende sig fra Manhøj vejen ca. 100 m sydpå (Fig. 6, 7). De nordligste 45 m af graverenden består af brokket moler (moler-glacitektonit), der skæres af en erosionsgrænse i 1–1,5 m under terræn. Over erosionsgrænsen ligger sten og grus. Dette "residual konglomeratiske" lag overlejres af flyvesand, som gradvis går op i det ca. 40 cm tykke muldlag. Den stærkt brokkede karakter af moleret viser, at det er stærkt shear-deformeret af en isoverskridelse. Enkelte steder findes granit- og gnejs-sten i toppen af det brokkede ler, som understreger at termen moler-glacitektonit er meget passende. Imellem 30 og 35 m fra gravens begyndelse ved vejen findes spor i den brokkede moler efter foldning i lagene. Foldeak-

sen er løseligt konstrueret til at dykke stejlt mod øst, hvilket tyder på dobbeltfoldning. En forvitret udgave af den sribede cementsten optræder syd for denne foldning (Fig. 8).



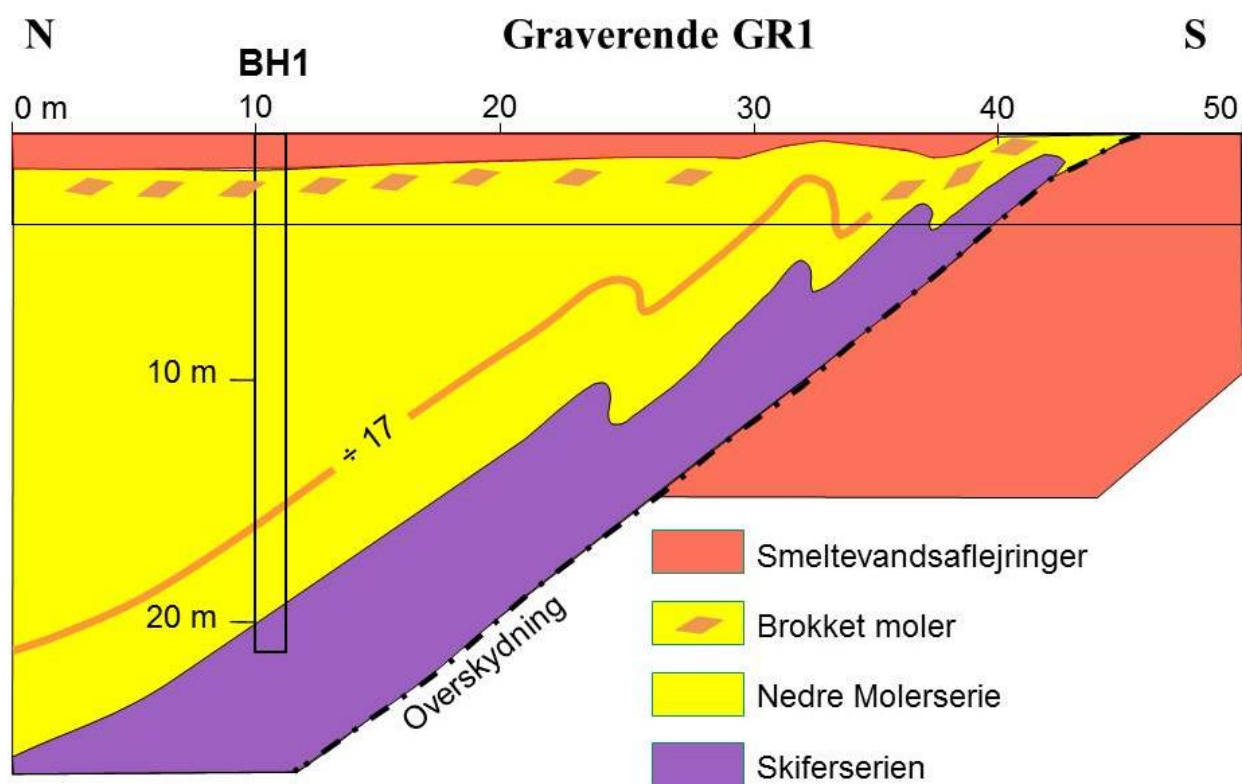
Figur 7. Graverende GR1 blev udført fra Manhøj vejen og sydpå i retning af grantræs lunden. Til højre ligger dynger af afrømmet muldjord, og til venstre ses det opgravede brokkede moler.



Figur 8. Det blotlagte parti omkring 38–40 m fra begyndelsen af GR1 viser en stærkt deformeret og senere forvitret udgave af den sribede cementsten. Dette lag optræder i den dybeste del af moler lagserien, omtrent en meter over askelag ± 33 . Orienteringen af laghældningers normaler er plottet i stereonettet øverst til venstre.



Figur 9. Overskydningen ved 42–45 m i graverende GR1. Overskydningen starter ved landmålerstokkens fod og forløber op langs en 50° stejlt hældende rampe, indtil den bøjer og bliver mere moderat hældende (30°) ca. 1 m over gravens bund. Inddelingerne på landmålerstokken er 20 cm.



Figur 10. Tværprofil af graverende GR1 fra 0–50 m sammensat med boring BH1.

Imellem 42–45 m optræder en overskydningszone, hvor moleret er skudt op over en serie smeltevandssand og –grus. Overskydningen stryger Ø-V (84° – 90°) og hælder 33° – 50° mod nord. Variationen i hældning skyldes en rampe-flat ændring i overskydningszonen (Fig. 9 & 10). Syd for, og hermed tillige under overskydningen, forekommer en mere end 20 m tyk serie smeltevandsaflejringer (Fig. 10). Informationen fra den sydlige halvdel af graverenden fremgår af beskrivelsen med tilhørende figurer (Fig. 11, 12, 13, og 14).

Smeltevandsaflejringerne i den sydlige halvdel af graverende GR1 varierer temmelig meget. I toppen af serien, som tillige svarer til lagene lige under overskydningen (Fig. 9), forekommer 3 m smeltevandsgnus aflejret oven på et 1 m tykt lag af mørkebrunt smeltevandsser (Fig. 11), som overlejrer lyst, gråt smeltevandssand mellemlejret af 10–20 cm tykke gruslag. Disse lag overlejrer en mere end 5 m mægtig sandserie med opad-finende tendens, hvilket også er fremhævet af lerdraperingen mellem sandlagene (Fig. 12). Aflejringerne tolkes som sket i en lavvandet issø foran overskydningszonen. Normalforkastnings-sætninger svarer til indsynkning i et bassin foran opskydningen, og forekomsten af iskiler tyder på at "forlandet" har været tørlagt, så permafrosten kunne nå at blive udviklet (Fig. 12).

Under opskydningsbevægelsen foregik der også mindre overskydninger inde i sandserien. Dette ses på Fig. 13, hvor der langs med overskydningszonen tillige skete mudder-diapirism. I den sydligste del af graverende GR1 flader hældning ud og bliver mindre stejl (Fig. 14). I denne del af sand- og grusaflejringerne forekommer trugkrydslejring, som tyder på smeltevandskanaler, der har løbet parallelt med den sig nærmende overskydningsfront.



Figur 11. En bænke af smeltevandsser forekommer i den øverste del af smeltevandsaflejringerne i graverende GR1.



Figur 12. Smeltevandssandet i sydlige del af graverende GR1 (63–65 m). Sandet med lerdraperinger tolkes som glaciolacustrint. Aflejringen af værret påvirket af ekstensionelle forkastninger (sætningen ud for murerskeen) og permafrost dokumenteret ved iskile-strukturen til højre.



Figur 13. Smeltevandsserien i den sydlige del af graverende GR1 er forsat af små overskydninger. Orienteringen af disse reverse forkastninger er Ø–V med hældning op til 45°. Langs med en af disse overskydninger (ved 70–72 m) forekommer mudder-diapirisme, der får sandlagene til at stå stejlere. Bemærk murerske for skala.



Figur 14. Sand- og gruslagene i den sydligste ende af GR1 (ca. 100 m) hælder kun svagt mod N. Trugkrydslejring af smeltevandsgrus tyder på, at smeltevandsstrømmen har gået fra en østlig til en vestlig retning svarende til strømløb parallelt med overskydningsfronten.

Graverende GR 1b

Midtvejs mellem graverenderne GR1 og GR2 blev der åbnet en kort graverende GR1b for at teste, om en skive af moler kunne være foldet op her. Det viste sig, at det ikke var tilfældet, og hermed blev det konstateret, at smeltevandsaflejringerne fortsatte fra den sydlige ende af GR1 til den nordlige ende af GR2. Graverende GR1b blev 20 m lang, og fra 5 til 15 m nåede den en dybde på 2 m. Graverenden var kun åben i kort tid, da de løse sandmasser havde tendens til at skride sammen. Lagserien i graverenden består i de øverste ca. 2 m af finkornet og velsorteret, horisontalt lamineret og lagdelt flyvesand. Denne sandserie tolkes som dæksand, der er vind-omlejret sand fra den underliggende smeltevandsserie. Denne enhed består af smeltevandssand og -grus med enkelte ler-laminæ, som svarer til periodevis skift fra smeltevandsfloder til inddæmmede mindre søer. Det var dog maksimale 40 cm af toppen af smeltevandsserien, som blev blottet i graverendens bund.

Graverende GR 2

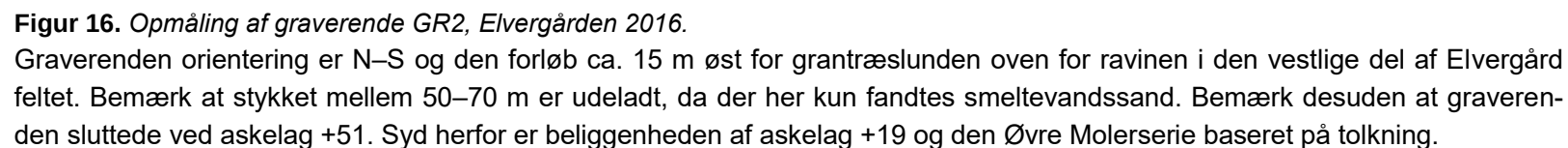
Graverende GR2 havde en længde på 113 m og forløb ned ad bakken fra N mod S mod, ca. 15 m øst for grantræslunden oven for ravinen på den vestlige del af Elvergård feltet (Figur 6, 15 og 16). I den nordlige ende af graverenden findes smeltevandsserien med indslag af grus-

lag og tynde lerlag. I toppen af sandserien findes en overkippet fold med et 20 cm tykt molerlignende lag i kernen af folden. Laget tolkes som et nedskysslæg fra en molerskive, som må have været blottet længere nordpå. Længere nede i sandserien stryger lagene omtrent Ø-V og hælder ca. 30°–35° mod N. Hen mod midten af graverenden optræder et ca. 3 m tykt lag af smeltevandssler (Fig. 16). Lerlaget kan muligvis korreleres med smeltevandssleret i graverende GR1, men det kan ikke bevises på det foreliggende grundlag. Ved graverendens 77 m mærke optræder en breccie mellem smeltevandsserien og toppen af Røsnæs Formationens røde ler. (Fig. 16 & 17). Herefter følger en omkring 10 m tyk serie af Røsnæs ler. Stedvis optræder Røsnæsleret med intensiv gul farve, hvori der findes spor af okker og enkelte meget tynde lyse askelag (Fig. 16, 17, 18 & 19). Under Røsnæs-leret følger Fur Formationens øverste enhed, Atlas-leret. Imellem bunden af Røsnæs-leret og Fur Formationens moler findes en lys grønlig-grå plastisk ler, som betegnes Knudshoved-ler. I Fig. 16 er det gullige ler lidt højere oppe i Røsnæs Formationen tillige benævnt Knudshoved-ler, da lagene litologisk minder meget om hinanden.

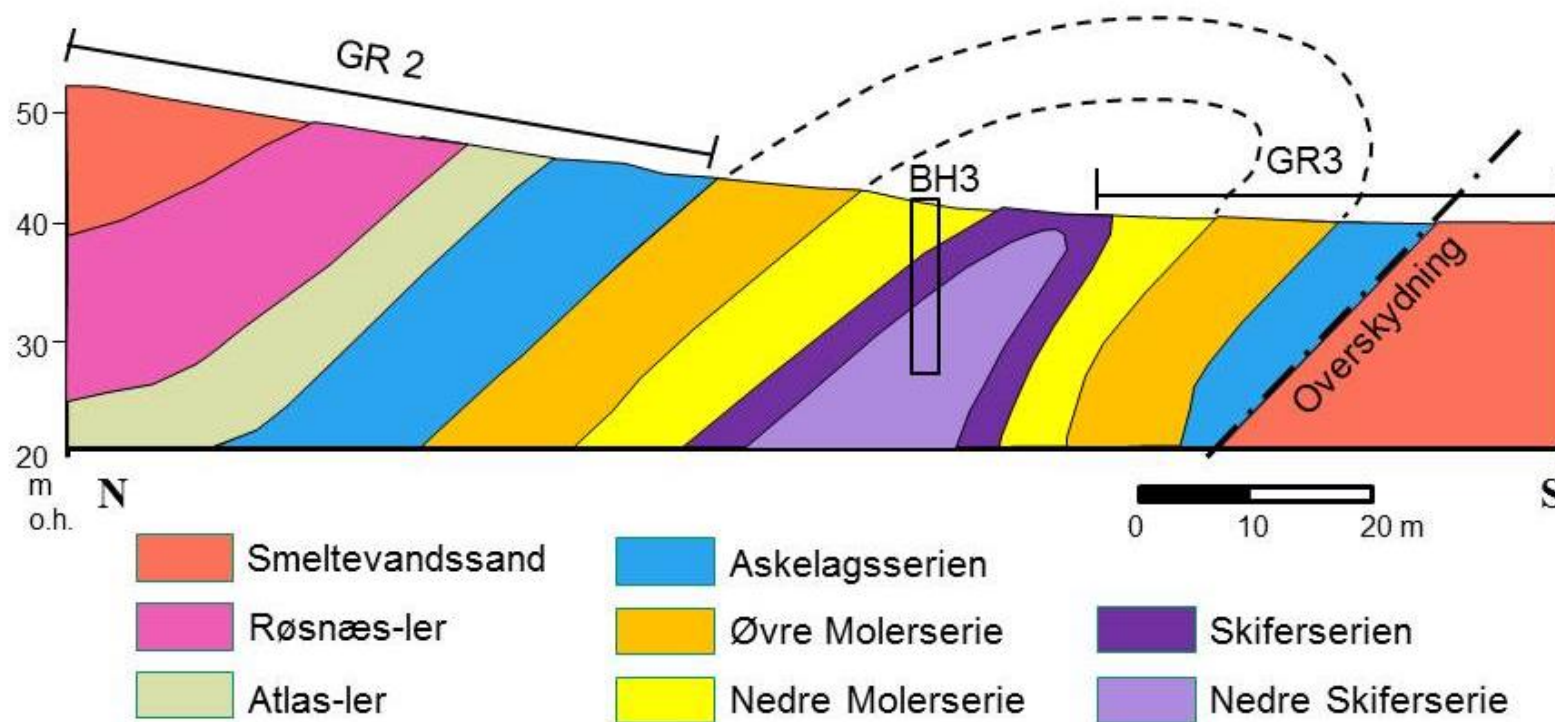
Under Atlas-leret forekommer Askelagsserien. De to karakteristiske, tykke askelag +118 og +114 står med en laghældning ca. 45° N ved 99 m mærket i GR2 (Fig. 16). Herefter følger sydpå hele askelagsserien ned til askelag +51. Imellem sydlige ende af graverende GR2 og den nordlige ende af graverende GR3 er afstanden 31,5 m. Boring BH3 blev nedsat midt mellem de to graverender (Fig. 17).



Figur 15. Udgravning af graverende GR2. Da billedet blev taget var gravningen lige kommet igennem det plastiske Røsnæs-ler.



Figur 16. Opmåling af graverende GR2, Elvergården 2016.



Figur 17. Tværprofil sammensat af sydlige halvdel af graverende GR2, borehul BH3 og graverende GR3. Tværprofilen viser, at askelagene og moleret i Fur Formationen er foldet i en overklippet antiklinal, som er forskudt op langs en overskydning mod syd oven på Anshede Smeltevandsserie.



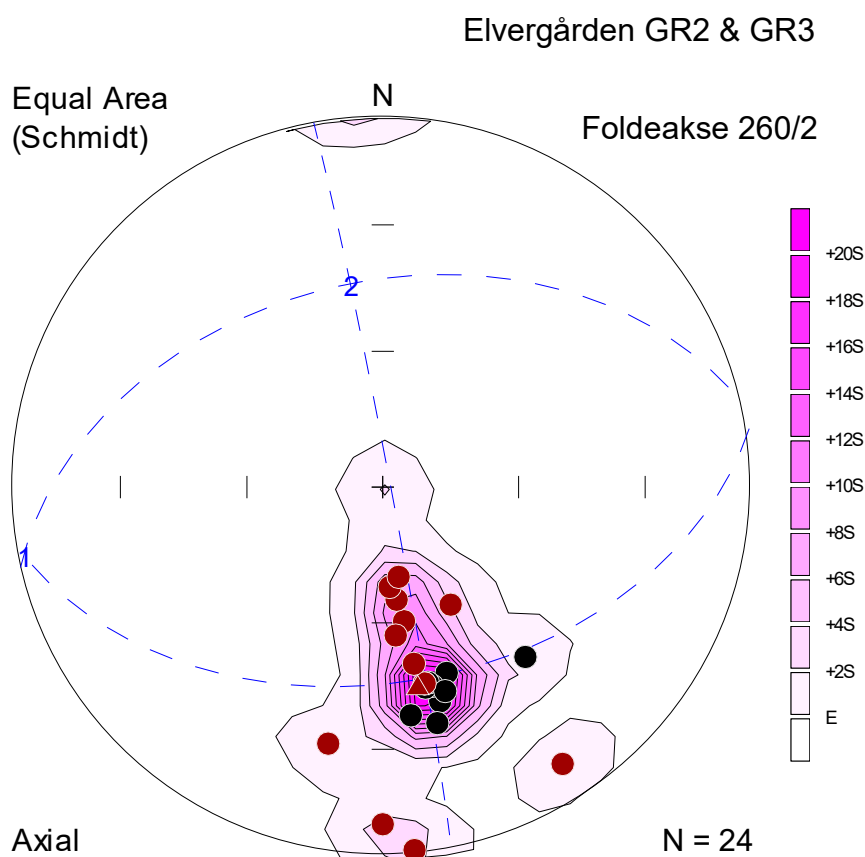
Figur 18. Opgravet Røsnæs-ler er en grøn- og rødfarvet plastisk ler. Røsnæs Formationen blev påtruffet i graverende GR2 neden for bakken, der hvor den sydlige begrænsning af grantræslunden findes. Neden for enheden med plastisk Røsnæs-ler flader terrænet ud over Fur Formationen.



Figur 19. Røsnæs-leret er en rød og grøn-broget plastisk ler. Stedvis optræder gule nuancer, som det ses på billedet her fra GR2. Midt i det gule og på siden af det okkerbrune lag ses to gule bånd, som er tynde askelag, der er omdannet til bentonit.

Graverende GR 3

Graverende GR3 blev udført i forlængelse af GR2s strygning mod syd, dog med en afstand på 31,5 m imellem slutpunktet for den ene graverende og begyndelsespunktet for den næste (Fig. 2 & 17). Graverende GR3 blev kun ca. 40 m lang. I den nordligste ende optræder Skifer-serien med breccierede skiferlag. Herpå følger brokket moler hidrørende fra Nedre Molerserie. Mellem 7 og 10 m forekommer askelagene -13 – -11 med inverteret lagstilling og hældning på 30°–56° N. Herefter følger længere sydpå hele Øvre Molerserie indtil askelag +19, som er beliggende i graverendens 23 m mærke (Fig. 17). Ved graverende GR3s 29 m mærke forekommer en 45° N hældende overskydning, hvor moleret er forskudt op over lodretstående sand og grus i Anshede Smeltevandsserie (Fig. 17). Smeltevandsserien fortsætter herfra og sydpå i hele GR3s sydlige udstrækning.

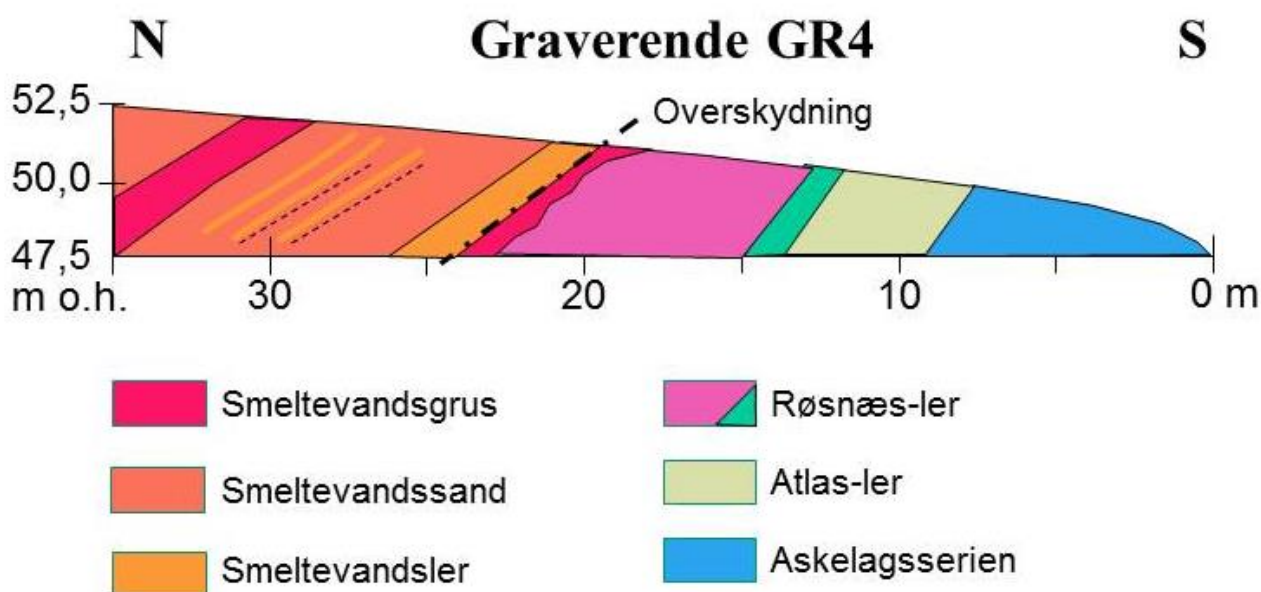


Figur 20. Strygning og hældning af lagene i graverenderne GR2 og GR3. Orienteringen af lagplaner er præsenteret ved deres normaler i det stereografiske net, nedre halvkugle proj. Bemærk af orienteringen af overskydningen, rød trekant, falder midt i sværmen af lagplanernes orientering. Strygningen af overskydningen er 80°, hvilket falder fint sammen med retningen af foldeaksen.

Ud fra konstruktionen af tværprofilet i Fig. 17 ses det, at den overordnede struktur er en overklippet antiklinal, som er forskudt op langs et overskydningsplan. Retningen af foldeaksen og overskydningsplanet er givet ved den stereografiske konstruktion, som ses på Fig. 20. Strukturerne forløber stort set Ø–V med en svag tendens til skævdrejning mod ØNØ–VSV.

Graverende GR 4

Graverende GR4 ligger centralt midt i Elvergård feltet på bakkeskråningen ca. 200 m syd for Manhøj vejen og ca. 270 m øst for Emmelstenhus vejen (Fig. 6). Graverenden blev gravet fra bakkens fod ved ca. 47,5 m o.h., og efter 35 m blev gravningen indstillet, da man befandt sig 10 m oppe i smeltevandsserien (Anshede Smeltevandsserie) (Fig. 21 & 22). Fra graverende GR4 og nordpå blev der med ca. 25 m's mellemrum gravet en kort sonderingsgrøft, GR4a og GR4b, for at teste, om moleret ville komme op i en skive, inden man nåede frem til graverende GR5. Imidlertid blev der kun konstateret sandserie i de to grøfter.

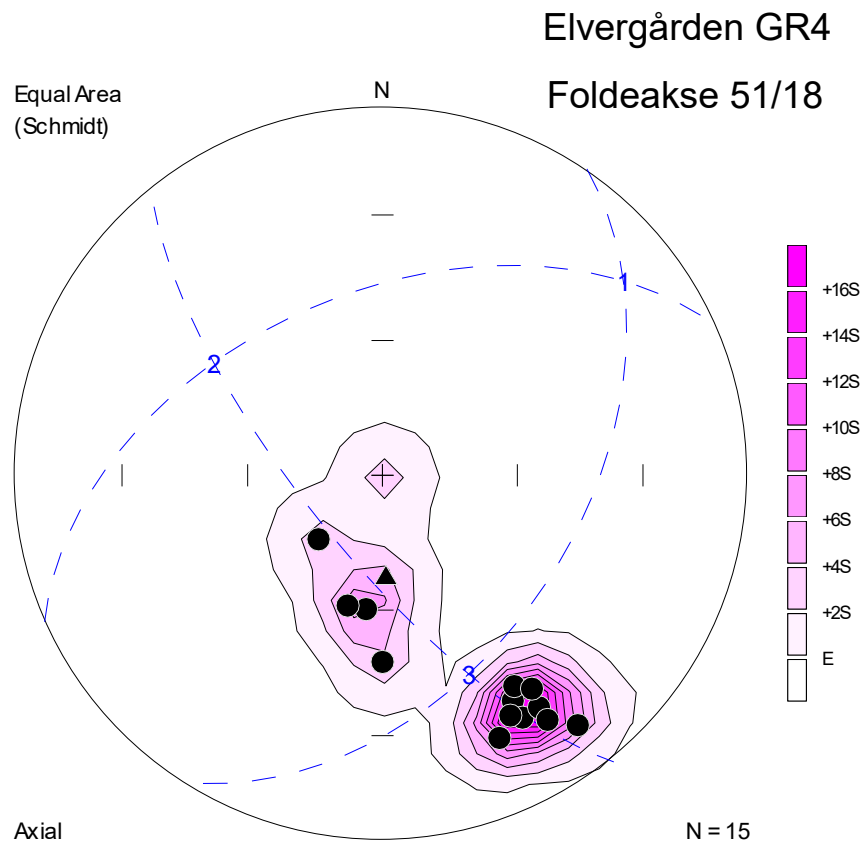


Figur 21. Tværprofil gennem graverende GR4 i Elvergård feltet.

Graverende GR4 startede midt i Askelagsserien og gik herfra op gennem lagserien mod nord. Orienteringen af askelagene i sydlige del af GR4 er en strygning på 60° og en hældning på 60° NV. Længere fremme mod toppen af Fur Formationen drejede strygningen endnu mere om mod NØ, 52°, hældning 70° NV. Alle strygnings-hældningsmålinger er sammenfattet i stereonetet Fig. 23. Ved toppen af Fur Formationen blev Atlas-leret overlejret af en 1 m tyk bæk af Knudshoved-ler, som gik gradvis over i Røsnæs-ler. I de nederste par meter af Røsnæs-leret optræder en horisont med mindre cementsten (i størrelsesordenen 20 cm). Tykkelsen af Røsnæs-leret er ca. 5 m, og det begrænses på toppen af en erosiv unkonformitet, hvorpå der er aflejret smeltevandsser (Fig. 21). Dette lag af smeltevandsser er kun ca. 0,75 m tykt og toppen af laget afsluttes af en overskydning, som har skudt en mere end 10 m tyk serie af smeltevandsler og smeltevandssand og -ser langs med en overskydning som stryger Ø-V og hælder 22° mod nord (Fig. 23). Glidehorisonten for overskydningen er et ca. 1,5 m tykt lag af varvigt smeltevandsler (Fig. 24). Leret overlejres af smeltevandssand, som er finende opad. Det vekslende smeltevandssand med ler-laminæ overlejres af en serie mellem- til grovkornet smeltevandssand, hvori der optræder en enkelt 1 m tyk bæk af smeltevandsser (Fig. 21). Hele serien tolkes som en glaciolacustrin sekvens afbrudt af et glaciofluvialt indslag.



Figur 22. Graverende GR4 fremviste stort set samme stratigrafiske opbygning som graverende GR2. Lagserien har gså her en temmelig stejlt hældning mod en nordlig retning. Men strygningen er i GR4 drejet over i en mere NØ-lig retning. Målebåndet ligger hen over øvre del af Askelagsserien med håndtaget liggende ved +101. Lige foran spaden ligger +118, og i den fjerne del af graven ses overgangen fra Røsnæs-ler til Anshede Smeltevandsserie.



Figur 23. Strygning og hældning af lagene i graverende GR4. Orienteringen af lagplaner er præsenteret ved deres normaler i det stereografiske net (nedre halvkugle). Bemærk af orienteringen af overskydningen, sort trekant, falder midt i sværmen af lagplanernes orientering. Strygningen af overskydningen er 88° , hvilket ikke falder sammen med retningen af foldeaksen.



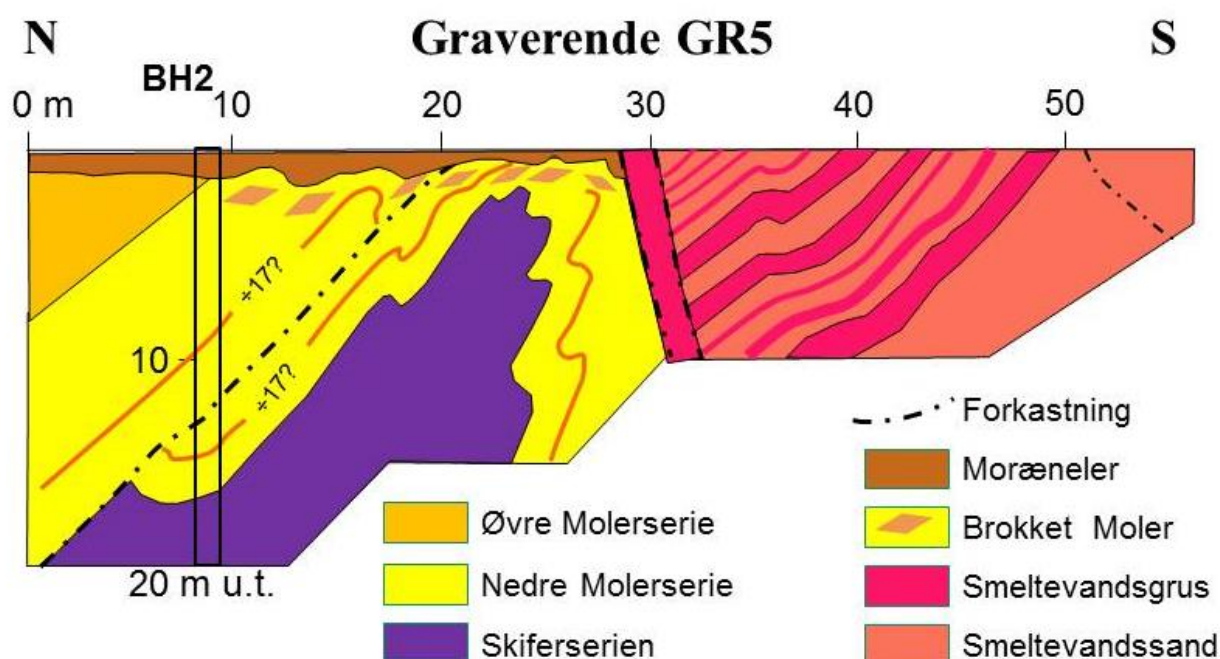
Figur 24. Varvigt smeltevandssler i bunden af smeltevandsserie, som er forskudt op over Fur Formationens moler og Røsnæs Formationens plastiske ler (se Fig. 21).

Graverende GR 4a og 4b

Graverenderne GR4a og GR4b er to sonderende grøfter, som blev nedsat mellem GR4 og GR5 med en afstand mellem hver graverende på ca. 33 m og med en længde på ca. 10 m. Graverenderne fremviste kun smeltevandssedimenter og havde stor tendens til at skride sammen. I den sydligste graverende blev der konstateret moderat hældende normalforkastninger, hvor den hængende blok blev forskudt sydover. I den nordlige graverende blev der konstateret horisontale lag af smeltevandssand med indslag af omlejret moler-klaster. I toppen findes en mindre end 0,5 m tyk sandet moræneler.

Graverende GR 5

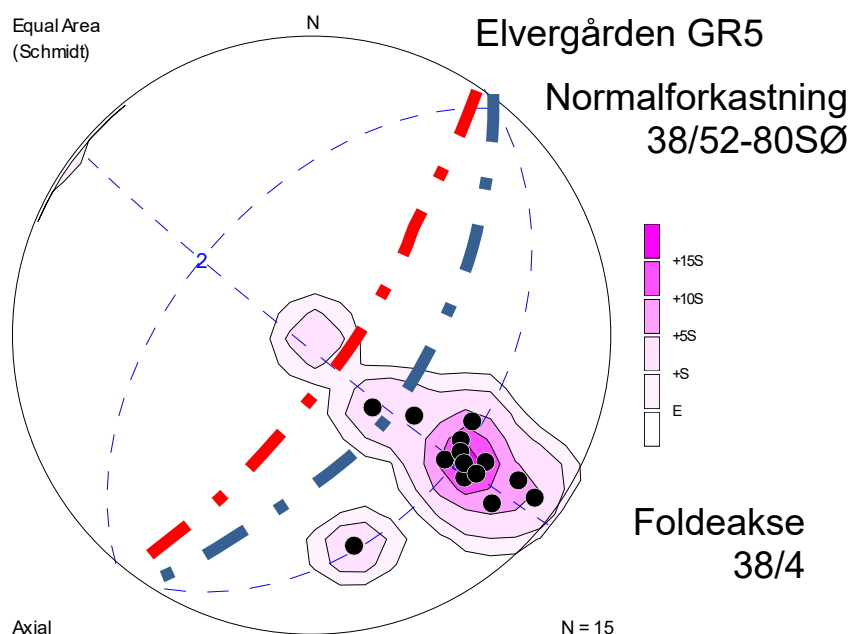
Startpunktet for graverende GR5 var tæt ved vejkanthen midtvejs på Manhøj vejen og sydpå ned over Elvergårds feltet (Fig. 6). Graverende blev ca. 54 m lang og blev stoppet, da man var nået 20 m ned i smeltevandsserien (Fig. 25). I den nordligste del af graverenden ligger moler under et dække af moræneler og brokket moler (moler-glacitectonit). Ud fra slørede spor af askelag -17 og forekomsten af skiferlag vurderes det, at moleret under graverendens gulv består af Nedre Molerserie. Ud fra lag-orienteringsmålingerne kan det ses, at lagpakken er roteret fra V-Ø i GR1 til at stryge mod NØ. Omtrent 30 m S for vejsiden bliver moleret skåret af en markant forkastningsbreccie (Fig. 25 & 26). Syd for denne stejlstående forkastning forekommer en mere end 20 m tyk serie af smeltevandssand og -grus, som hælder mod NV (Fig. 25 & 27). Enkelte normalforkastninger med "roll-over-anitklinaler" deformerer sandserien.



Figur 25. Tværprofil gennem graverende GR5 suppleret med informationerne fra borehul BH2. Bemærk at bestemmelsen af tilstedeværelsen af askelag -17 er behæftet med nogen usikkerhed, idet moleret omkring dette niveau er meget breccieret, såvel i graverendens profil som i boringen.



Figur 26. Graverende GR5 set fra kontakten mellem moler og smeltevandsserien mod gravens startpunkt nær Manhøj vejen mod nord. Bemærk antydningen af antiklinal strukturen et par meter til venstre for landmålerstokken. Ved landmålerstokken ses kontakten mellem moler og en forkastnings breccie, der domineres af grus-fyld, men tillige indeholder klaster af ler. Forkastningen stryger NE–SV, hvilket tolkes som årsagen til drejning af strygningen af moler lagene (se Fig. 27).



Figur 27. Stereogram med lagplanernes orientering fra graverende GR5. Forkastningen, som adskiller moler fra smeltevandssand og –grus, er indtegnet som stercirkel, lagplaner med normaler. Den stejlt-hældende røde spor repræsenterer breccien, den gråblå repræsenterer målinger på slæb i det breccierede moler.

Graverende GR 6

Graverende GR6 blev gravet i den østligste del af Elvergård feltet, ud for ejendommene Verdens Ende og Bomhuset, ca. 40 m fra vejsiden (Fig. 6). Graverenden blev knap 39 m lang og på intet sted dybere end 2 m, da der udelukkende blev truffet sand overlejret af ferskvandsler (Fig. 28). På det geologiske kort udfærdiget af Gry (1979) er angivet en Senglacial terrasseaflejring med en violet farve (Fig. 1). Det flade markstykke ved GR6 tolkes som en fortsættelse af denne aflejring. I det blotlagte profil i graverenden består den senglaciale terrasse aflejring nederst af mellemkornet, orangebrunt sand med spredte klaster af bl.a. cementsten. Herover følger en ca. 1 m tyk enhed af finkornet, lysebrun sand med linseformede op til 10 cm tykke indslag af slamstrømslag med angulære klaster af ler. Denne enhed overlejres af et knap 50 cm tykt lerlag, hvorpå der er dannet 30 cm muld.



Figur 28. *Det senglaciale terrasse-sand blotlagt i graverende GR6.*

Graverende GR 7

Graverende GR7 blev placeret ca. 100 m nord for Verdens Ende, omkring 50 m vest for vej-kanten (Fig. 6). Graverenden var 33,5 m lang og orienteret omtrent N–S, hvilket viste sig at være 45° skævt på strygningen af askelagene i molerets Askelagsserie (Fig. 29).

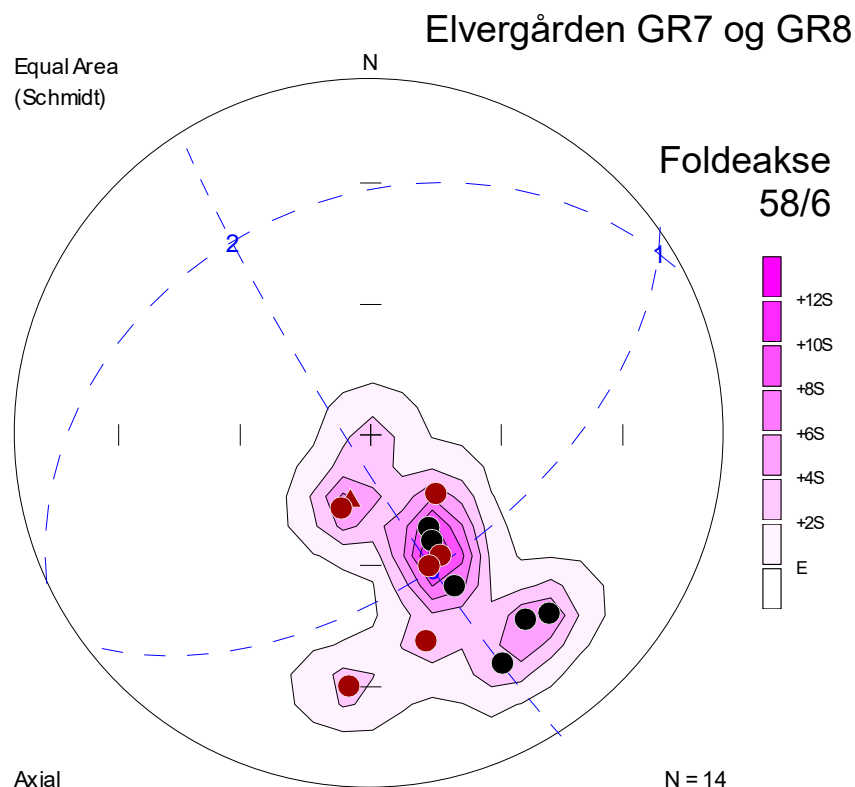
De nordligste 20 m af graverende GR7 gik igennem Askelagsserien, som er inverteret på dette sted. Strygningen varierer fra 45° til 60°, og de inverterede askelag hælder op til 60° NW (Fig. 30). Dette viser at den gennemgravede lagserie udgør den sydøstlige flanke af en overkipet antiklinal (Fig. 31). Stratigrafisk over askelag +118 findes ca. 5 m Atlasler, og herover blev der gennemgravet ca. 10 m Røsnæsler inklusiv Knudshoved leret.

De øverste 1,20 m af graverenden består af brokket moler, hvor strukturerne er helt udtværet. Herunder ses detaljer af lagstillingerne i moleret. Ved askelag +114 og +118 er lagserien forsat af en ekstensionel forkastning, som tolkes som en oprindelig normalforkastning, der er blevet roteret under den glacialtektoniske deformation (Fig. 32).



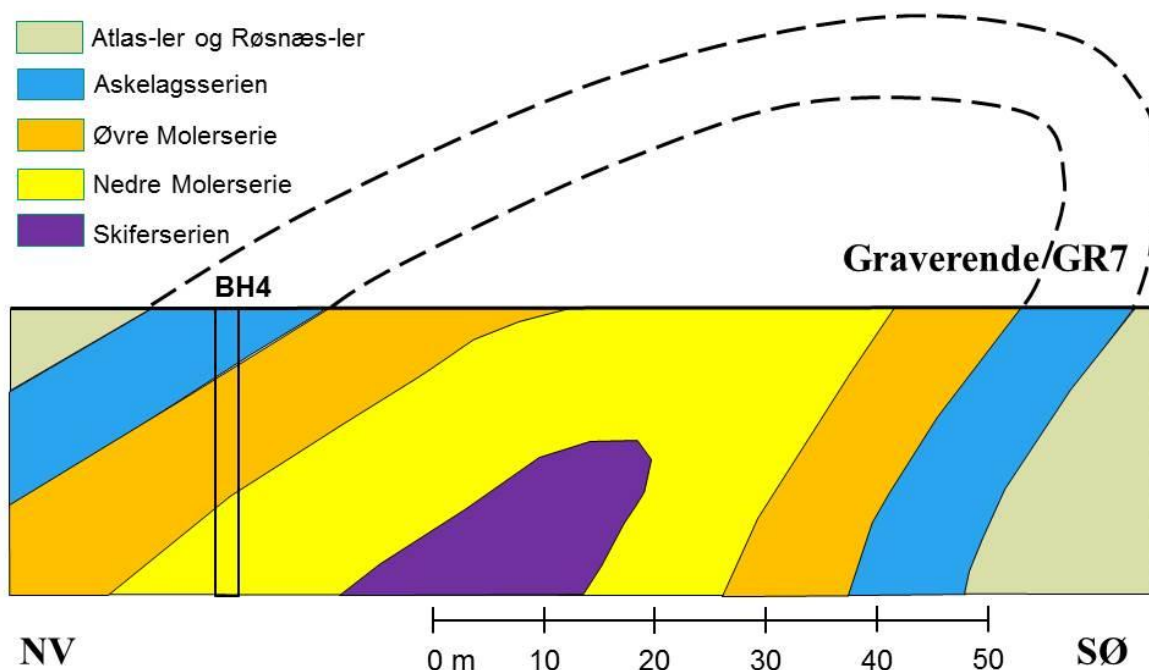
Figur 29. Den nordlige ende af graverende GR7 skærer igennem den nedre del af Askelagsserien.

Alle askelagene er på dette sted inverteret (står på hoved), hvilket viser at lagserien udgør den overkippede flanke af en antiklinal (sammenlign med Fig. 31)



Figur 30. Stereonet med præsentation af lag-orienteringsmålinger fra graverenderne GR7 og GR8. Normalerne til lagplanerne er plottet i netter med sort farve for GR7 og rød farve for GR8. Koncentrationen af målinger fra GR7 viser en foldeakseretning mod NØ. I GR8 drejer strukturen tilbage mod Ø–V, sammenfaldende med overskydningsplanet repræsenteret ved den røde trekant.

Kombineret med boring BH4 giver graverende GR7 en mulighed for at konstruere et tværprofil hen over den østlige del af molerstrøget i den nedre del af Elvergård feltet (Fig. 31). Tværprofilet har retningen NV–SØ for at være vinkelret på foldeaksen for antiklinalen, som ved hjælp af det stereografiske diagram er konstrueret ud fra strygnings/hældnings målingerne er opmålt i graverende GR7 (Fig. 30). Det bør bemærkes, at i tværprofilet af antiklinalen i Fig. 31 er hældningen af den nordvestre flanke konstrueret ud fra en generel erfaring af antiklinalens struktur, især baseret på opmålingen af graverende GR2 (Fig. 17). Desuden er Skiferse-rien tolket ud fra den generelle viden om tykkelsen af Nedre Molerserie. Der er ingen data, som kan understøtte den detaljerede struktur af antiklinalens kerne. Det er meget muligt, at den er mere intensivt deformeret, som det kendes både fra Fur Knudeklint og Hestegårdens nordlige moler-grav (Pedersen & Jakobsen 1993, Pedersen 2000).



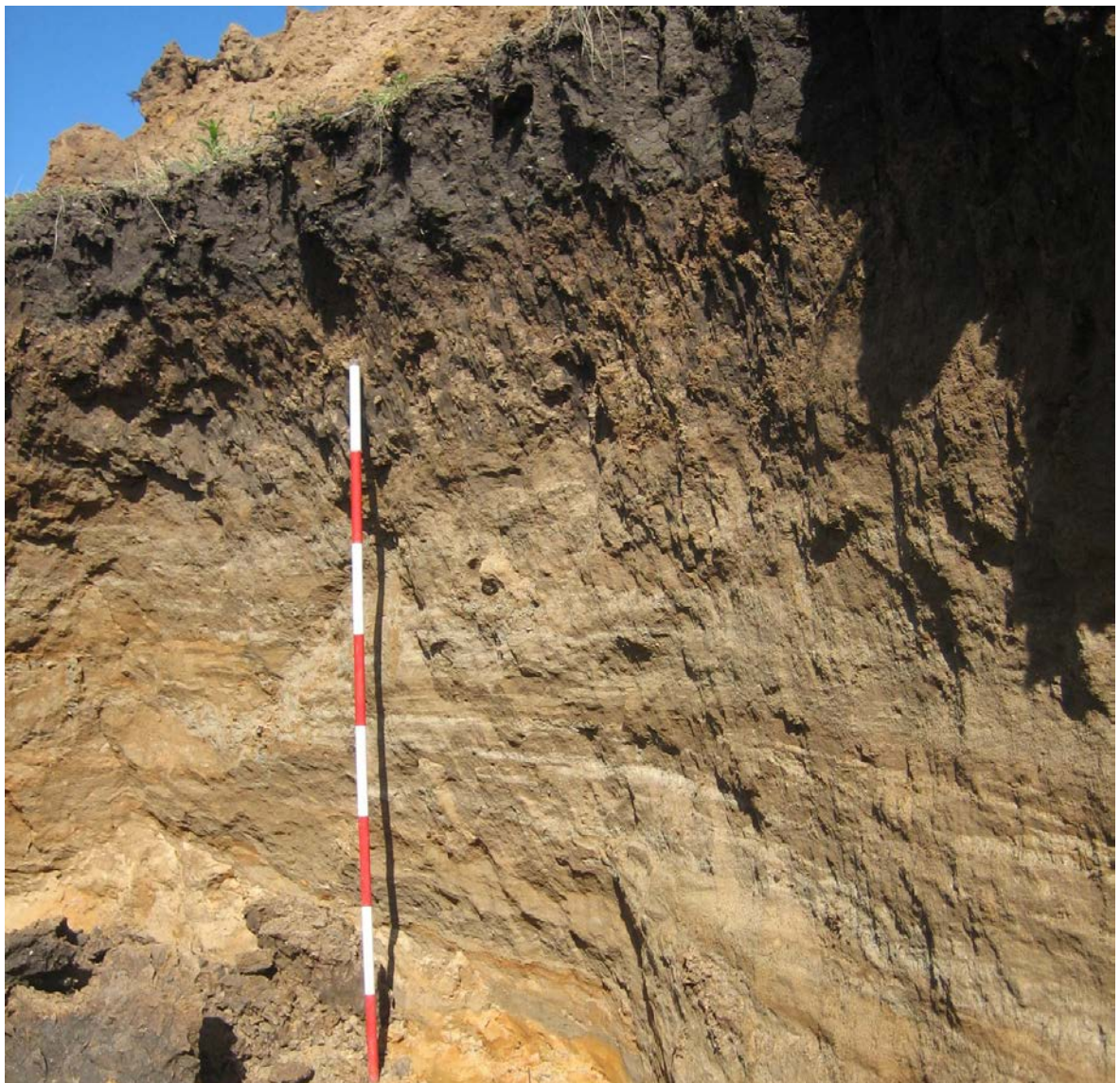
Figur 31. Tværprofil hen over antiktinalstrukturen i det centrale strøg af Elvergård feltet. Det viste profil repræsenterer den østlige del af strukturen. Profilet er sammenstillet ved at projicere BH4 og graverende GR7 ind på en linje midtvejs mellem boringen og graverenden.



Figur 32. De to tykke askelag +114 og +118 i toppen af Askelagsserien. Askelagene er her forstyrret af en normalforkastning, som tilskrives en deformation inden glacialtektonikkens foldning.

Graverende GR 8

Graverende GR8 blev gravet fra Manhøj vejen og sydpå. Graverendens nordlige startpunkt er beliggende ca. 375 m øst for Emmelstenhusvej og ca. 150 m vest for vejsvinget ved den nordligste af Lille Odinshøjene (Fig. 6). Graverenden blev 47 m lang, og de gennemgravede lagserie består af en nordlig del med moler og en sydlig del med smeltevandsaflejringer. I de første (nordligste) 20 m består de øverste ca. 75 cm af en moræneler, som overlejrer en mere end 1 m tyk moler-glacitektonit. Denne går gradvis over i brokket moler, som kan henføres til overgangen mellem Nedre Molerserie og Skiferserien. Moleret er ved 10 m fra vjen skudt op langs en mindre overskydning, hvorunder der ligger et tyndt sandlag, som overlejrer en erosive unconformitet på brokket moler i Skiferserien. Ved 20 m mærket afløses moræneleret af en glaciolacustrin enhed af finsand og ler (Fig. 33).



Figur 33. Stenfrit ler og finsand langs den nordlige del af Elvergård feltet. Foran den nordlige opskudte molerflage blev der dannet et mindre søbassin, hvori finkornet, stenfrit ler med tynde striber af finsand blev aflejret. Dette giver lagserien under mulden et karakteristisk brunt udseende med lyse striber og linser.

Det brokkede moler bliver i graverendens punkt 36 m afbrudt af en forkastning, som medfører, at smeltevandssand og –grus forekommer i resten af gravens profil. Smeltevandsserien er skåret af et par normalforkastninger, som forsætter lagene mod syd langs skeformede forcastninger med strygning 60°– 85° og hældning på 52°– 30°S (Fig. 34). Forkastningerne viser vækst-sedimentation og tolkes som dannet under den generelle glacialtektoniske deformation.



Figur 34. Smeltevandssand og –grus forsat af normalforkastning i GR8. Forkastningerne tolkes som opstået under en sen aflastningsfase i den generelle glacialtektoniske deformation.

Graverende GR 9

Graverende GR9 er beliggende i den østligste del af Elvergård feltet, tæt ved vestkanten af vejen ned mod Verdens ende og Bomhuset, ca. 150 m SV for vejgaflen ved Manhøj vejen (Fig. 6). Graverenden blev kun 17 m lang, idet gravearbejdet blev indstillet p.g.a. henstilling fra en repræsentant for Skive Museum. I graverendens nordlige del blev kontakten mellem smeltevandsserien og Røsnæs-leret blotlagt. Smeltevandsserien bælder moderat mod NNV, og det plastiske ler var overlejret af en ubestemmelig gullig ller-rig breccie med hydrodynamiske breccier bestående af horisontale og vertikale sandfyldte sprækker.

Beskrivelse af råstofboringer

I Elvergård feltet blev der i tidsrummet 28./9. til 4./10.–2016 udført 5 råstofboringer. Borearbejdet blev forestået af brøndborefirmaet PC fra Højslev. Borearbejdet blev indstillet et par dage midt i perioden p.g.a. reparation af styrestænger på borehovedets krans, der ved tangential forskydningsspænding var blevet forvredet og forsat. Blandt andre praktiske forhold som vedrørte boreprojektet kan nævnes, at transporten af boreriggen kræver en blokvoan, hvis bevægelsesmuligheder kan være vanskelige i forbindelse med færgefart m.m.

Beliggenheden af de 5 boringer er angivet på Fig. 6. Beskrivelsen af boringerne er dels foregået i felten og dels testet i boreprøvelaboratoriet på GEUS. Boreprøvebeskrivelserne er vedføjede i bilaget bagest i rapporten. Boringerne er lokalt benævnt BH1 til BH5, og de officielle DGU numre er 38.893 – 38.897.

Boring BH1, DGU nr. 38.893

Den første boring i Elvergård feltet blev udført i det NV-lige hjørne, ca. 100 m øst for vejkrydset ved Manhøjene få meter syd for vejkanten (Fig. 6). Boringen blev 21 m dyb og gennemboede øverst et tyndt lag flyvesand over smeltevandssand og –grus. I 2 meters dybde optræder en grænse mellem smeltevandssand og brokket moler. I ca. 4 meters dybde ophører den glacialtektoniske brecciering og herunder optræder moleret som lamineret, beige-gullig moler. Et enkelt 1–2 cm tykt askelag blev konstateret i dybden 3,8–4 m. I ca. 8 meters dybde optræder igen et par tynde sorte askelag, muligvis askelag -11 (?). I dybden 11 m ændrer farven sig til olivengrå og her optræder jarosit på sprækkefladerne. I intervallet fra 12 til 19 m bliver moleret mere gulligbrunt, og omkring 15,5 til 17,0 m optræder tynde askelag som tolkes som -16 og -17. Imellem 18 til 19 m optræder et gråsort askelag tolket som -18, og fra 19 m og til bunden af boringen i 21 m går moleret over til at blive sort moler. I toppen af det sorte moler optræder spor efter -19 og i bunden af boringen blev der konstateret tynde (1 cm) lag af skifer (silificeret moler).

BH1 indgår i konstruktionen af tværprofilet ved graverende GR1, se Fig. 10.

Boring BH2, DGU nr. 38.894

Den anden boring i Elvergård feltet blev tillige udført umiddelbart syd for Manhøj vejen, ca. 250 m øst for vejkrydset ved Manhøjene. Boringen blev stoppet i 20 meters dybde p.g.a. metaltræthed i gribekransen som holder og drejer toppen af borerørene (Fig. 35). Den øverste meter af boringen består af mellemkornet smeltevandssand, delvis omlejret som flyvesand. Herunder følger ca. 15 m beige-gullig moler, hvoraf de øverste 9 m er lamineret moler, som herefter afbrydes af 2 m strukturløst moler, der igen går over i lamineret moler ned til 15 meters dybde. Her sker skifter mellem lamineret og strukturløst moler på grænsen, hvor askelag -17 er aflejret. I en dybde af omkring 17 m optræder to stålgrå askelag på 1 til 5 cm tykkelse. De er tolket som askelag -19 og -20. Farven af moleret i boringens nederste 5 m er grå-gullig, og ved bunden optræder tynde skiferlag.

BH2 indgår i konstruktionen af tværprofilet ved graverende GR5, se Fig. 25.



Figur 35. Gribekransen på boreriggen ses her efter den blev sat i stand på det lokale smedeværksted på Fur. Gribekransen holder og roterer bore-rørene under boringen. Under bore-arbejdet ved BH2 var kransens styre-stænger drejet skæve og metaltræt-hed havde fået dele af borehoved til at sprække. Herunder til højre ses boreriggen i funktion ved BH4. Be-mærk udlægget af prøver for hver meter ved siden af spanden.



Figur 36. Boreriggen opstillet ved BH3 midtvejs mellem graverenderne GR2 og GR3.

Boring BH3, DGU nr. 38.895

Den tredje boring i Elvergård feltet blev placeret midtvejs mellem graverende GR2 og GR3 (Fig. 6 og 36). Boringen blev 14,5 m dyb og blev stoppet pga. borehuls-sammenfald i breccieret, sort moler. De øverste 4 m af boringen gik gennem lys-beige-gul moler, delvis brokket med noget jarosit. Imellem 4 og 5 meters dybde optræder skiferlag, men moleret lys-gule karakter fortsætter helt ned til ca. 12 meters dybde, hvor det går over til at blive sort moler. I de øverste 6 m er moleret overvejende lamineret, men herfra og nedefter optræder det som strukturløst moler. Grundvandsstanden er beliggende i intervallet mellem 10–11 m, hvor moleret bliver meget mudret. Enkelte lyse askelag optræder mellem 11–12 m, og de nederste 1,5 m består af en stærkt breccieret, sort moler. Den brokkede karakter af moleret, kombineret med grundvand og forskydninger i kernen af en antiklinal anses for at være årsagen til borehullets sammenfald.

Tværprofilet langs graverenderne GR2 og GR3 understøttes af BH3 (Fig. 17).

Boring BH4, DGU nr. 38.896

Den fjerde boring blev placeret tæt ved vejen op til Lille Jenshøj, ca. 215 m NØ for Verdens Ende (Fig. 6 og 35). Denne boring blev den dybeste boring på 25 m. Boringen startede i Askelagsserien, hvor moleret var gulligt med lidt okker og en del askesand. I en dybde af 5,5 m blev askelag +19 gennemboret, og mellem 9,5 – 11,8 m findes askelagene +9, +3 og +1. Her ændrer moleret farve til at blive grålig-brun. Mellem 16 – 17,7 m optræder askelagene -11, -12 og -13 (Fig. 37), og moleret skifter farve til at blive mere grålig-beige-brun. Strukturen af moleret er fra askelag +1 til en dybde af 23,5 m altovervejende lamineret. Omkring 22 m optræder mere jarosit, og ved 23,5 m ligger -17 på skiftet mellem lamineret moler og strukturløst moler. Boringen stopper i 25 m i gullig moler uden der er påtruffet sort moler.

BH4 indgår i konstruktionen af tværprofilet i Fig. 31, der tillige støtter konstruktionen af det sammensatte tværprofil i Fig. 38. På grund af boringens heldige placering, hvor det meste af brydningsserien er blevet gennemboret, er der blevet indsamlet en systematisk prøveserie til videregående kemisk analyse.

Boring BH5, DGU nr. 38.897

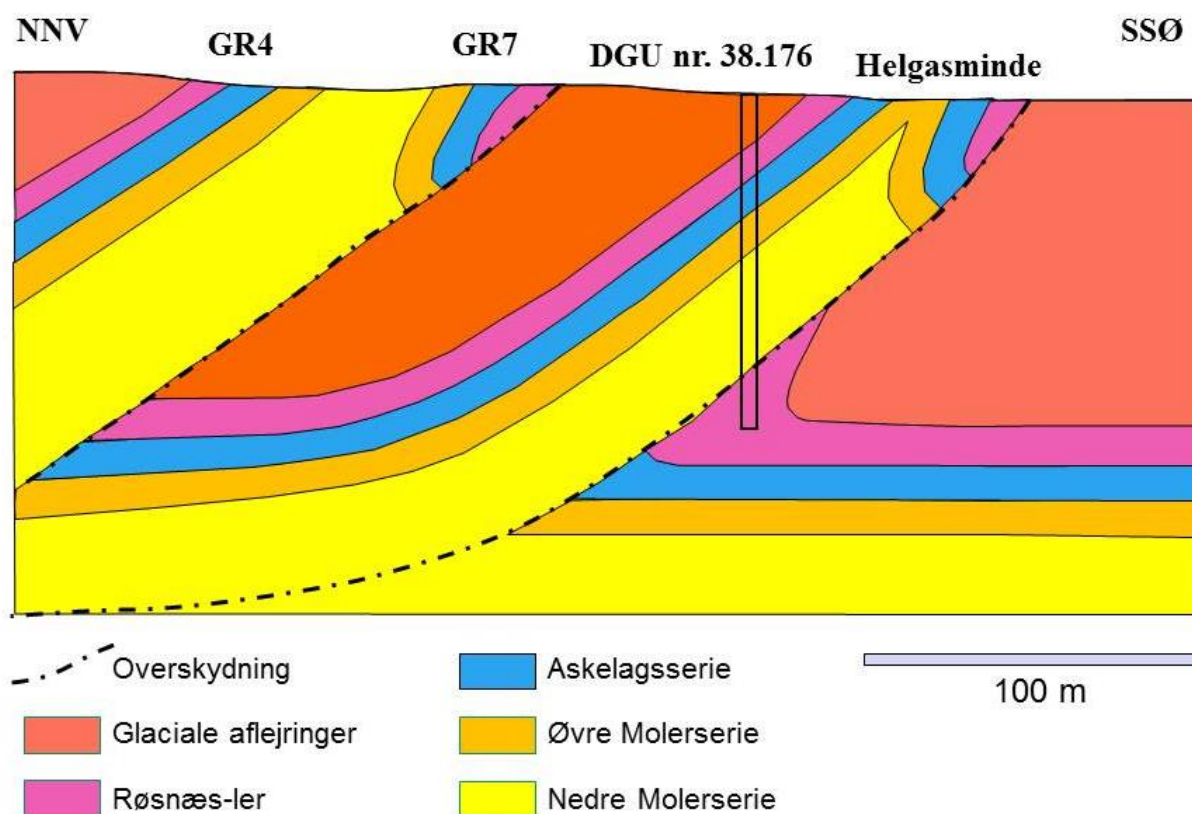
Den sidste boring BH5 blev placeret i feltets NØ-lige hjørne, knap 100 m vest for svinget af Manhøj vejen (Fig. 6). Boringen blev kun 10,5 m dyb, idet man i denne dybde stødte på et uigennemtrængeligt skiferlag, der umuliggjorde alt videre borearbejde. Den øverste 1 m af boringen gik gennem et tyndt morænelersdække. Herunder findes gul moler-glacitektonit. Ved ca. 4,5 m var der spor efter askelag -17, og de første spor af skiferlag optrådte ved 5,5 m. I 6 meters dybde er der et skift fra gult moler til sort moler, og herpå optræder kun sort moler med stigende indhold af skiferlag (silificeret moler).



Figur 37. Snegleboringen med opboret materiale fra ca. 17,5 meters dybde i borehul BH4 i Elvergård feltet. Bemærk den brokkede karakter af borematerialet, hvor klaster af moler (gult) er opblandet i askesandet (sort) fra askelag -13. Breccieringen er delvis skabt under boringsrotationen.

Strukturgeologi i Elvergård feltet

På basis af graverenderne GR4 og GR7 er der konstrueret en tværprofil hen over den østlige del af Elvergård feltet. For at give et dybereliggende indblik i strukturernes forløb er tværprofilen udbygget med information fra brøndboringen DGU nr. 38.176 og den geologiske undersøgelse af Helgasminde (Pedersen 1992). Antiklinalen, som allerede blev konstateret gennem konstruktionen af tværprofilen ved graverenderne GR2 og GR3, kan følges fra vest mod øst, hvor GR4 skærer igennem den nordre flanke, mens GR7 er et tværsnit gennem den søndre flanke. Boring BH4 er nærmest sammenfaldende med den strukturelle position af GR4. Viden om den dybeste del af strukturen fremkommer fra brøndboring DGU nr. 38.176, der blev boret i 1960 ved hjørnet af ladebygningen på ejendommen Verdens Ende. Boringen blev ca. 100 m dyb og gik fra 20 m o.h. til -20 m u.h. gennem moler. Under moleret rapporterer borerapporten uspecificeret ler, hvilket i tværprofilen Fig. 38 er tolket som Røsnæs-ler.



Figur 38. Tværprofil gennem Elvergård feltets sydøstligste del. Bemærk at de glaciale aflejringer ikke er differentieret, men de tolkes som bestående overvejende af Anshede smeltevandsserie. Desuden bør det bemærkes, at Nedre Molerserie i denne figur også indbefatter Skiferserien. Det er endvidere ikke præcist beskrevet, at de nederste 20 m af boringen DGU 38.176 består af Røsnæs-ler. Men det anses for en sandsynlig tolkning ud fra den strukturelle model. Antiklinal-strukturen ved Helgasminde er her forenklet og medtager ikke overprægede forkastningsstrukturer. Endelig må det bemærkes, at det ikke kan udelukkes, at endnu en overskydningssskive kunne eksistere i den SØ-ligste del af tværprofilen.

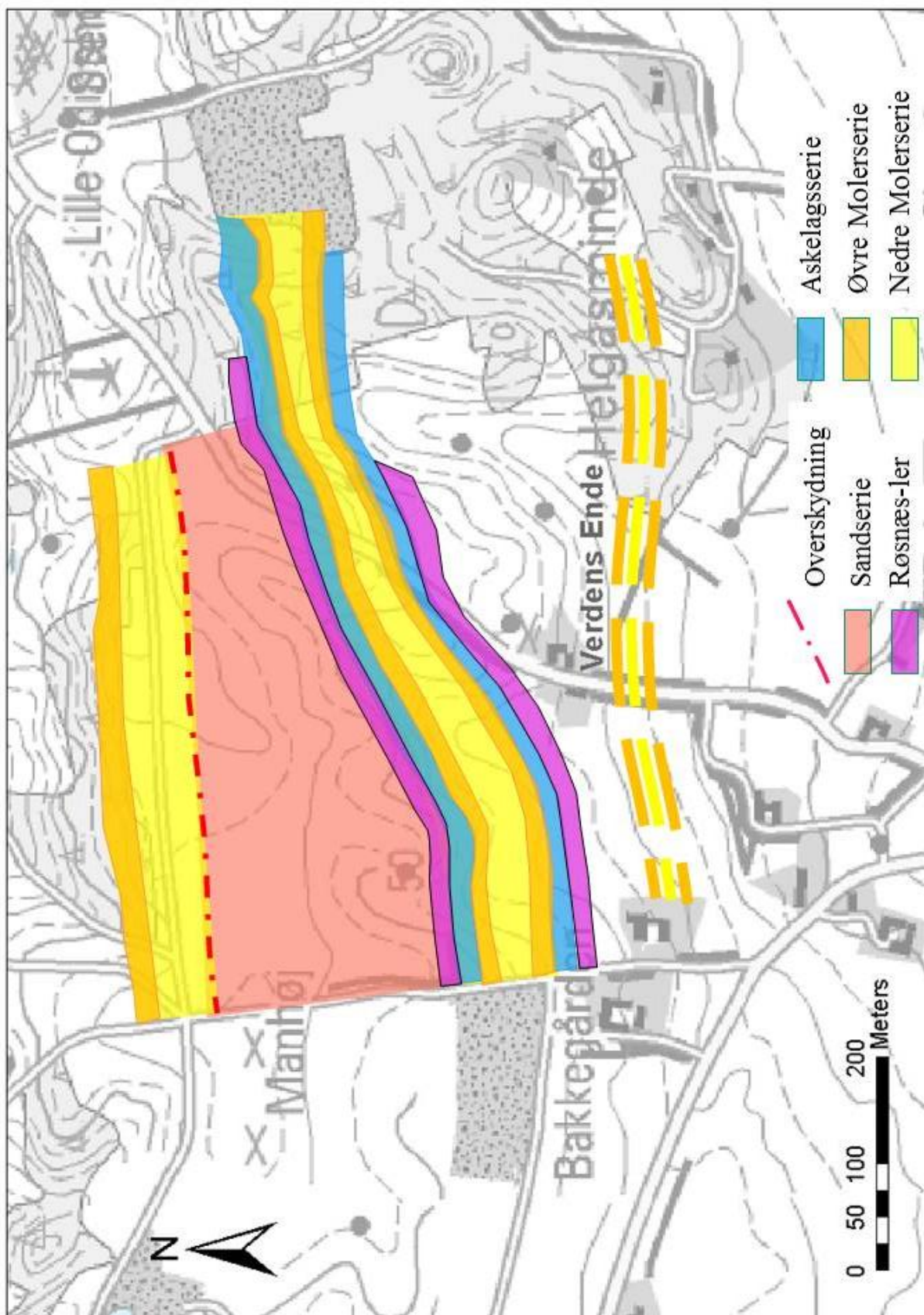
Antiklinal-strukturen ved Helgasminde er lidt mere kompliceret sammensat, end den forenk-
lede konstruktion i Fig. 38. Men det ændrer dog ikke billedet af, at en molerskive fra et dybere
liggende niveau under Verdens Ende faktisk har sin frontale del stikkende op i det molerstrøg,
som kendes fra undersøgelsen af Helgasminde (Pedersen 1992). Det væsentlige strukturelle
forhold ved konstruktionen af tværprofilet er dybden til molerets oprindelige placering under
Fur. Ud fra den strukturelle konstruktion må overfladen af Askelagsserien ligge i en dybde af
omkring 80 m under havniveau. Overskydningernes bundniveau (décollement fladen) ligger
herudfra i en dybde af ca. 140 m under havniveau.

Geologisk kort over Elvergård feltet.

Konstruktionen af tværprofilet støtter udfærdigelsen af det geologiske kort over Elvergård feltet
(Fig. 39). Som det ses er der tre moler-strøg, som løber mere eller mindre Ø-V hen over feltet.
Det nordligste strøg følger Manhøj vejen og begrænses af en forkastningszone mod syd, hvor
kontakten til smeltevandsserien er beliggende ca. 30 m fra vejen. Strøgets struktur er repræ-
senteret ved tværprofilet i Fig. 25. Denne undersøgelse har ikke omfattet afgrænsningen af
dette molerstrøg mod nord. Men det forventes at den nordlige bakkeskråning er mere eller
mindre sammenfaldende med askelagenes hældning på den nordlige flanke af en overkippet
antiklinal, som udgør kernen af det nordlige strøg.

Det centrale strøg strækker sig fra den tidligere molergrav nord for Bakkegården og hele
vejen tværs over Elvergård feltet mod øst til den gamle molergrav i skoven syd for Lille Odins-
høje. I den vestlige del af strøget er strukturen repræsenteret ved tværprofilet i Fig. 17. Den
østlige del af strøget er repræsenteret ved tværprofilerne i Fig. 31 og 38. Strøget består af en
kippet til overkippet antiklinal. Foldeaksens retning forløber fra vest mod øst til den centrale
del af feltet, hvor den svinger mod NØ.

Det sydlige strøg er kun skitse-mæssigt antydnet på det geologiske kort. Nærværende under-
søgelse har ikke fokuseret på denne del af Elvergråd feltet, og som kun er medtaget for hel-
hedens skyld. Strøgets struktur er repræsenteret ved den sydlige skive i tværprofilet i Fig. 38.
Strøget kan følges fra Helgasminde og vestpå til Bakkegården. Det må formodes, at strøget
hænger sammen med strukturen på Anshede, men "mellemstykket" fra Elvergården til Anshe-
de er kun sporadisk kendt. Geologien imellem det sydlige og centrale strøg formodes at være
domineret af smeltevandsaflejringer, men der findes ingen præcise data til at støtte denne
tolkning.



Figur 39. Geologisk kort over Elvergård feltet. Kortet viser et snit hen over terrænet, når man tænker sig de øverste 1–2 m overjord er skrabet bort. Bemærk at det stiplede gule strøg mod syd repræsenterer Helgasminde strukturen, som hælder skråt ind under Verdens Ende.

Vurdering af råstofmængder

For at give et indtryk af moler-råstofmængden er der foretaget overslagsberegning af moler-mængderne og overjord i de to lange strøg i elvergård feltet, nemlig det nordlige og det centrale strøg. Beregningerne er sammensat i tabellen herunder (Tabel 1).

Delområde	Tværsnit	Længde	Volume
Nordlige strøg	2250 m ²	500 m	1 125 000 m ³
Centrale strøg (I)	1625 m ²	450 m	731 250 m ³
Centrale strøg (II)	1625 m ²	750 m	1 218 750 m ³
Overjord cnt. strøg (I)	300 m ²	450 m	135 000 m ³

Tabel 1. Overslagsberegning af råstofmængder og overjord.

Overjordsmængden i det nordlige strøg anses for ubetydelig, da moleret ligger lige under overfladen. Under udvindingen vil gravningen foregå langs med terrænskråningen, hvor der formodentligvis kun er et par meters overjord svarende til omkring det udlagte graveområdes areal multipliceret med et par meters overjord, af størrelsesordenen 50 000 – 100.000 m³.

Den første beregning af volumet af det centrale strøg indskrænker sig til arealet mellem Emmelstenhusvejen mod vest og Lille Jenshøj vejen mod øst, i alt ca. 450 m (Centrale strøg I). Overjorden vil altovervejende bestå af Askelagsserien og Røsnæs-ler på den nordre flanke af antiklinalen i strøget. Den sydlige grænse vil formodentlig være en næsten lodret væg i kontakt med Askelagsserien.

Den anden beregning af råstofmængden er baseret på, at strøget brydes hele vejen over til den gamle molergrav neden for Lille Odinshøje. Dette vil give en noget større længde af strøget og dermed forøge mængden med henved 50%. Men det skal dog bemærkes, at der ikke er foretaget yderligere undersøgelser mellem BH4 og den gamle molergrav mod øst.

Sammenfatning og konklusion

På den østlige del af Fur er der i sensommeren og efteråret 2016 udført en råstofgeologisk kortlægning af arealet Elvergården, matr. nr. 144^a m.fl., Fur. Kortlægningen har omfattet en geologisk undersøgelse af 9 graverenden med en længde af 15 til 100 m. Disse undersøgelser er blevet suppleret med 5 råstofgeologiske borer placeret strategisk i forhold til de opmålte graverender.

En strukturgeologisk model for området viser, at Elvergård feltet består af tre store skiver bestående af Fur Formationens moler og askelag. Skiverne indeholder desuden plastisk ler fra Røsnæs Formationen. Den nordligste skive er skudt op over en mere end 25 m tyk serie af smeltevandssand og –grus med enkelte indslag af smeltevandsler. Smeltevandsaflejringerne, Anshede Formationen, udfylder den største del af Elvergård feltet. Aflejringerne tolkes som afsat oven på Røsnæs-leret, men under den glacialtektoniske deformation er der sket nogen omlejring af sand og grus. Smeltevandsaflejringerne ligger på ryggen af den centrale overskydningsskive, der har strygningen fra Bakkegården mod øst, hvor den drejer fra orienteringen V–Ø til en strygning mod NØ. Længst mod øst er denne overskydningsstruktur sammenfaldende med strukturerne i den gamle molergrav syd for Lille Odinhøj. Længst mod syd forekommer endnu en overskydningsskive. Denne er dog kun kendt gennem en dy brøndboring på Verdens Ende og en tidligere molerundersøgelse på ejendommen Helgasminde.

Moler-råstofmængden i den centrale del af Elvergård feltet er beregnet til ca. 730 000 m³. Brydningen af denne mængde moler vil kræve deponering af ca. 135 000 m³ overjord, som fortrinsvis vil bestå af Askelagsserien og Røsnæs-ler. Den totale mængde af molerreserver i området inklusiv arealerne mod nord og øst er overordnet vurderet til 2 340 000 m³. Desuden bør det ud fra et råstofmæssigt synspunkt noteres, at den centrale del af Elvergård feltet indeholder betydelige mængder sand og grus, hvilket kunne have en vis strategisk betydning for øen Fur, som for nærværende må hente anlægsmaterialer fra forekomster uden for øen.

References

- Bøggild, O.B. 1918: Den vulkanske Aske i Moleret. *Danmarks Geol. Unders.*, 2. Rk, **33**, 84 p.
- Fredningsstyrelsen, Viborg Amtsråd & Sundsøre Komm. 1983: Molerindvinding på Fur. 104 p.
- Gry, H. 1940: De istektoniske Forhold i Moleret. Med bemærkninger om vore dislocerede klinters dannelse og om den negative askeserie. *Medd. Dansk Geologisk Foren.* **9**, 586-627.
- Gry, H. 1979: Geologiske Kort over Danmark, Kortbladet Løgstør. *Danm. Geol. Unders.*, Ser. 1, **26**, 58 pp.
- Heilmann-Clausen, C., 1985: Dinoflagellate stratigraphy of the uppermost Danian to Ypresian in the Viborg-1 borehole, central Jylland, Denmark. *Geol. Surv. Denmark, Ser. A*, **7**, 70 p.
- Heilmann-Clausen, C., Nielsen, O.B. and Gersner, F. 1984: Lithostratigraphy and depositional environments in the Upper Paleocene and Eocene of Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark*, **33**, 287-323.
- Houmark-Nielsen, M. 1987: Pleistocene stratigraphy and glacial history of the central part of Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark* **36**, 1-189.
- Pedersen, G.K. & Surlyk, F. 1983: The Fur Formation, a late Paleocene ash-bearing diatomite from northern Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark* **32**, 43-65.
- Pedersen, S.A.S. 1986: Videregående undersøgelser af sandkiler på Fur. Intern rapport Danmarks Geologiske Undersøgelse nr. 32/1986, 19 pp.
- Pedersen, S.A.S. 1992: Molerundersøgelse af Helgasminde på Fur. DGU Kunderapport nr. 59, 1992, 18 pp.
- Pedersen, S.A.S. 1996: Progressive glaciotectionic deformation in Weichselian and Palaeogene deposits at Feggeklit, northern Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark* **42**, 153-174.
- Pedersen, S.A.S. 2000: Geologisk undersøgelse af molerforekomsten på Anshede, vestlige del af Fur. GEUS rapport 2000/23, 44 pp.
- Pedersen, S.A.S. 2000a: Superimposed deformation in glaciotectionics. *Bull. geol. Soc. Denmark* **46**, 125-144.
- Pedersen, S.A.S. 2002: Strukturgeologisk undersøgelse af molerforekomsten i den centrale del af bakkekronen på Fur. Opmåling af molerreserver og overjordsmængder på matr. nr. 32^k, 172^a, 171^a, 176^a, 30^{aa}, 174^b og 135^b, Fur Præstegård, Fur. GEUS rapport 2002/93, 34 pp.
- Pedersen, S.A.S. og Jakobsen, P.R. 1993: Molerundersøgelse af Knuden på Fur. DGU Kunderapport nr. 19, 1993, 22 pp.
- Pedersen, S.A.S. & Petersen, K.S. 1985: Sandkiler i moler på Fur. Intern rapport Danmarks Geologiske Undersøgelse, nr. 32 1985, 26 pp.

Fortegnelse over figurer

FIGUR 1. BELIGGENHED AF UNDERSØGELSESSOMRÅDET ELVERGÅRDEN PÅ FUR,	3
FIGUR 2. TVÆRPROFIL OP OVER FURS BAKKELAND MODIFICERET EFTER GRY (1979)..	4
FIGUR 3. DEN GAMLE MOLERGRAV UMIDDELBART ØST FOR ELVERGÅRD FELTET.....	5
FIGUR 4. TVÆRPROFIL AF MOLERFOREKOMSTEN I MANHØJ MOLERGRAV.	6
FIGUR 5. LITOSTRATIGRAFISK INDDDELING AF LAGSERIEN, SOM OPTRÆDER PÅ FUR.....	7
FIGUR 6. KORT OVER GRAVERENDER OG RÅSTOFBORINGER UDFØRT I ELVERGÅRD FELTET EFTERÅRET 2016.	8
FIGUR 7. GRAVERENDE GR1 BLEV UDFØRT FRA MANHØJ VEJEN OG SYDPÅ.....	9
FIGUR 8. DET BLOTLAGTE PARTI OMKRING 38–40 M FRA BEGYNDELSEN AF GR1.....	9
FIGUR 9. OVERSKYDNINGEN VED 42–45 M I GRAVERENDE GR1..	10
FIGUR 10. TVÆRPROFIL AF GRAVERENDE GR1 FRA 0–50 M SAMMENSAT MED BORING BH1.	10
FIGUR 11. EN BÆNK AF SMELTEVANDSLER FOREKOMMER I DEN ØVERSTE DEL AF SMELTEVANDSAFLEJRINGERNE	11
FIGUR 12. SMELTEVANDSSANDET I SYDLIGE DEL AF GRAVERENDE GR1 (63–65 M).....	12
FIGUR 13. SMELTEVANDSSERIEN I DEN SYDLIGE DEL AF GRAVERENDE GR1.....	12
FIGUR 14. SAND- OG GRUSLAGENE I DEN SYDLIGSTE ENDE AF GR1 (CA. 100 M) HÆLDER KUN SVAGT MOD N.....	13
FIGUR 15. UDGRAVNING AF GRAVERENDE GR2.....	14
FIGUR 16. OPMÅLING AF GRAVERENDE GR2, ELVERGÅRDEN 2016.	15
FIGUR 17. TVÆRPROFIL SAMMENSAT AF SYDLIGE HALVDEL AF GRAVERENDE GR2, BOREHUL BH3 OG GRAVERENDE GR3.	16
FIGUR 18. OPGRAVET RØSNÆS-LERET ER EN GRØN- OG RØDFARVET PLASTISK LER.	17
FIGUR 19. RØSNÆS-LERET ER EN RØD OG GRØN-BROGET PLASTISK LER.....	17
FIGUR 20. STRYGNING OG HÆLDNING AF LAGENE I GRAVERENDERNE GR2 OG GR3.....	18
FIGUR 21. TVÆRPROFIL GENNEM GRAVERENDE GR4 I ELVERGÅRD FELTET.	19
FIGUR 22. GRAVERENDE GR4 FREMVISTE STORT SET SAMME STRATIGRAFISKE OPBYGNING SOM GRAVERENDE GR2.....	20
FIGUR 23. STRYGNING OG HÆLDNING AF LAGENE I GRAVERENDERNE GR4.	21
FIGUR 24. VARVIGT SMELTEVANDSLER I BUNDEN AF SMELTEVANDSSERIE,	21
FIGUR 25. TVÆRPROFIL GENNEM GRAVERENDE GR5 SUPPLERET MED INFORMATIONERNE FRA BOREHUL BH2.	22
FIGUR 26. GRAVERENDE GR5 SET FRA KONTAKTEN MELLEM MOLER OG SMELTEVANDSSERIEN	23
FIGUR 27. STEREOGRAM MED LAGPLANERNES ORIENTERING FRA GRAVERENDE GR5.....	23
FIGUR 28. DET SENGLACIALE TERRASSE-SAND BLOTLAGT I GRAVERENDE GR6	24
FIGUR 29. DEN NORDLIGE ENDE AF GRAVERENDE GR7 SKÆR IGENNEM DEN NEDRE DEL AF ASKELAGSSERIEN.....	25
FIGUR 30. STEREONET MED PRÆSENTATION AF LAG-ORIENTERINGSMÅLINGER FRA GRAVERENDERNE GR7 OG GR8.....	26
FIGUR 31. TVÆRPROFIL HEN OVER ANTIKLINALSTRUKTUREN I DET CENTRALE STRØG AF ELVERGÅRD FELTET.	27
FIGUR 32. DE TO TYKKE ASKELAG +114 OG +118 I TOPPEN AF ASKELAGSSERIEN.....	27
FIGUR 33. STENFRINT LER OG FINSAND LANGS DEN NORDLIGE DEL AF ELVERGÅRD FELTET.	28
FIGUR 34. SMELTEVANDSSAND OG –GRUS FORSAT AF NORMALFORKASTNING I GR8.	29
FIGUR 35. GRIBEKRÆNSEN PÅ BORERIGGEN SES HER EFTER DEN BLEV SAT I STAND PÅ DET LOKALE SMEDEVÆRKSTED PÅ FUR.	31
FIGUR 36. BORERIGGEN OPSTILLET VED BH3 MIDTVEJS MELLEM GRAVERENDERNE GR2 OG GR3.	31
FIGUR 37. SNEGLEBORINGEN MED OPBORET MATERIALE FRA CA. 17,5 METERS DYBDE I BOREHUL BH4 I ELVERGÅRD FELTET.	33
FIGUR 38. TVÆRPROFIL GENNEM ELVERGÅRD FELTETS SYDØSTLIGSTE DEL.	34
FIGUR 39. GEOLOGISK KORT OVER ELVERGÅRD FELTET.	36

Bilag med borerapporter



De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland

Udskrevet 3/11 2016 Side 1

BORERAPPORT

DGU arkivnr: 38. 893

Borested : Matrikel 144
7884 Fur

Kommune : Skive
Region : Midtjylland

Boringsdato :

Boringsdybde : 21 meter

Terrænkote : 55,74 meter o. DNN

Brøndborer : Poul Christiansen, Højslev

Prøver

MOB-nr :

- modtaget : 24/10 2016 antal : 21

BB-journr :

- beskrevet : 2/11 2016 af : HJG/SASP

BB-bornr : BH1 Elvergården

- antal gemt : 0

Formål : Råstofboring

Kortblad : 1216 IVSV

Datum : WGS84

Anvendelse :

UTM-zone : 32

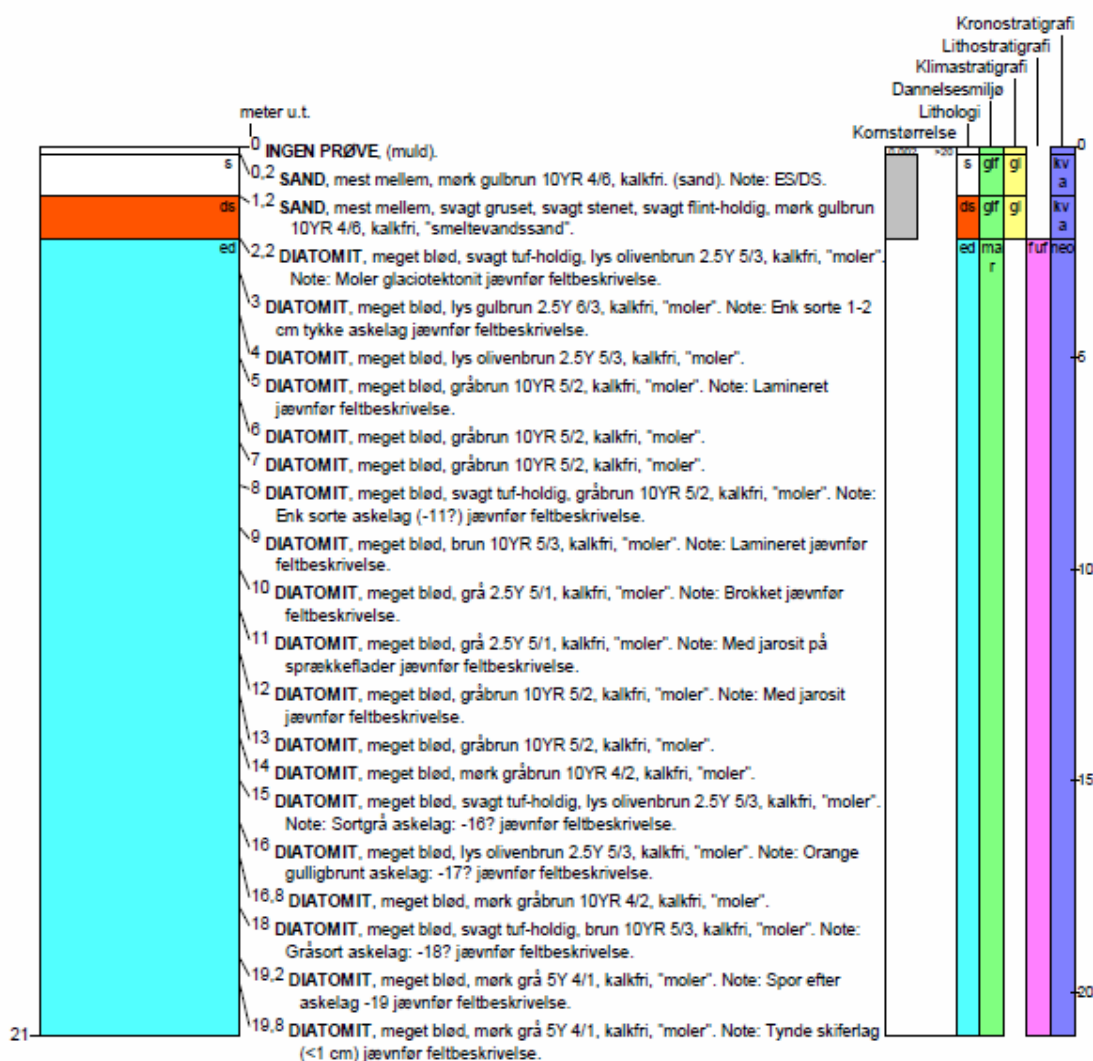
Koordinatkilde : GEUS

Boremetode :

UTM-koord. : 499562, 6298650

Koordinatmetode :

Notater : Beskrevet i felten af Stig Schack Pedersen, GEUS okt 2016. Holdes fortrolig til okt 2021.



DGU arkivnr: 38. 894

Kommune : Skive
Region : Midtjylland

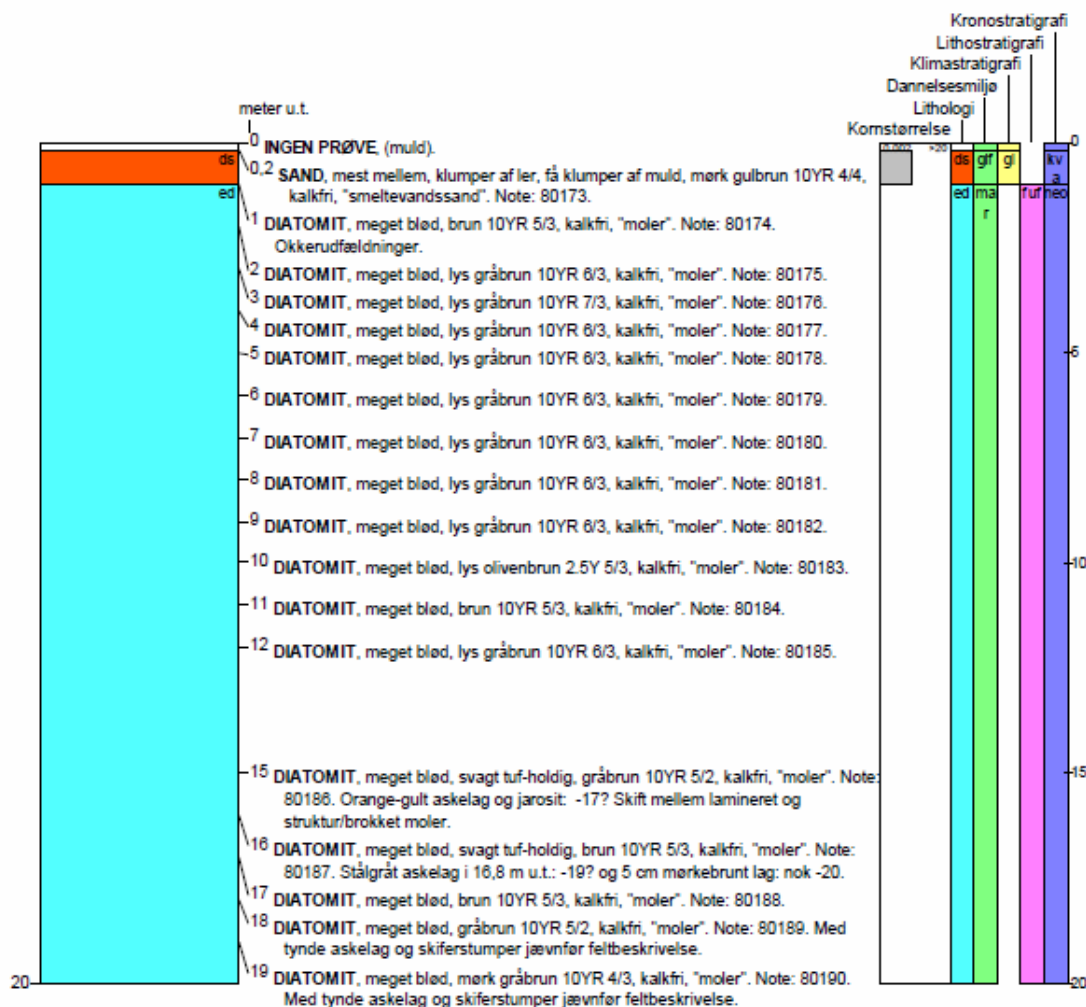
Boringsdato : Boringsdybde : 20 meter Terrænkote : 59.57 meter o. DNN

Prøver

MOB-nr : - modtaget : 24/10 2016 antal : 18
 BB-journr : - beskrevet : 1/11 2016 af : HJG/SASP
 BB-bomr : - antal gemt : 0

Formål : Råstofboring Kortblad : 1216 IVSV Datum : WGS84
Anvendelse : UTM-zone : 32 Koordinatkilde : GEUS
Boremetode : UTM-koord. : 499698, 6298663 Koordinatmetode :

Notater : Beskrevet i felten af Stig Schack Pedersen, GEUS okt 2016. Holdes fortrolig til okt 2021.



BORERAPPORT

DGU arkivnr: 38. 895

Borested : Matrikel 144
7884 Fur

Kommune : Skive
Region : Midtjylland

Boringsdato : Boringsdybde : 14,5 meter

Terrænkote : 42,49 meter o. DNN

Brøndborer : Poul Christiansen, Højslev

Prøver

MOB-nr :

- modtaget : 24/10 2016 antal : 14

BB-journr :

- beskrevet : 3/11 2016 af : HJG/SASP

BB-bomr :

- antal gemt : 0

Formål : Råstofboring

Kortblad : 1216 IVSV

Datum : WGS84

Anvendelse :

UTM-zone : 32

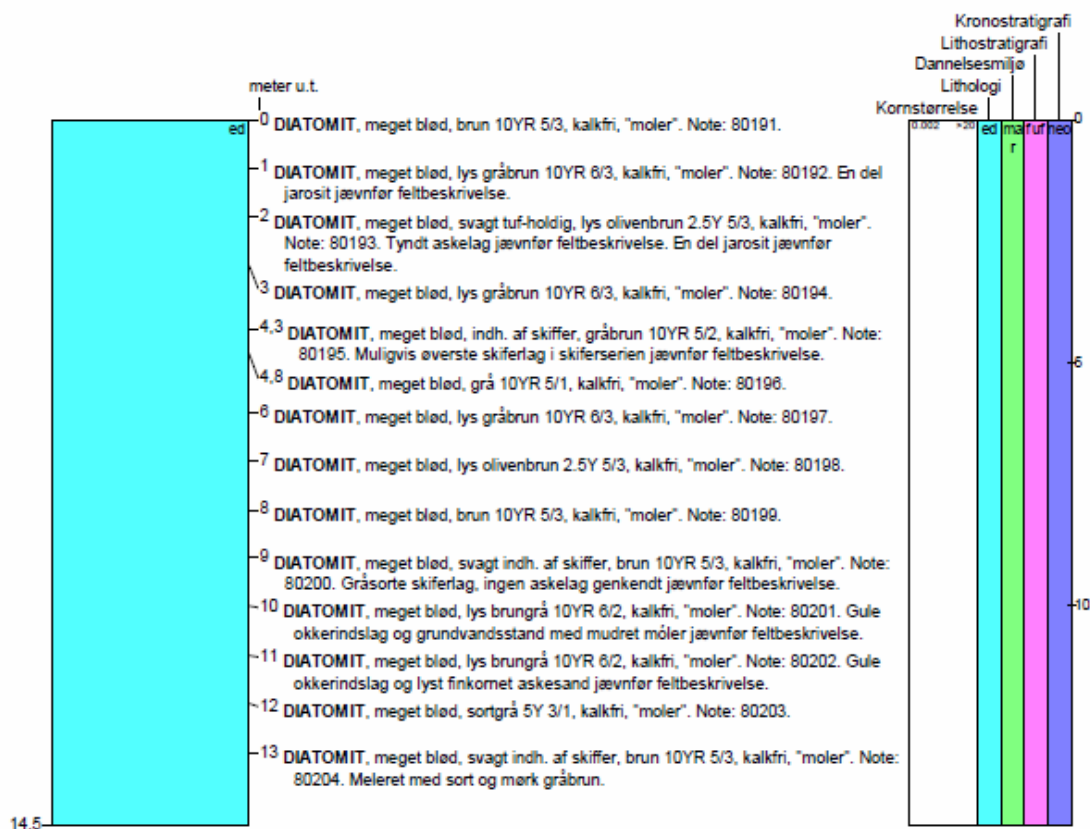
Koordinatkilde : GEUS

Boremetode :

UTM-koord. : 499599, 6298360

Koordinatmetode :

Notater : Beskrevet i felten af Stig Schack Pedersen, GEUS okt 2016. Holdes fortrolig til okt 2021.



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

meter u.t.

0 - 14,5 marin - nedre eocæn (fur formation)

BORERAPPORT

DGU arkivnr: 38. 896

Borested : Matrikel 144
7884 Fur

Kommune : Skive
Region : Midtjylland

Boringsdato :

Boringsdybde : 25 meter

Terrænkote : 56,19 meter o. DNN

Brøndborer : Poul Christiansen, Højslev

MOB-nr :

Prøver

- modtaget : 24/10 2016 antal : 25

BB-journr :

- beskrevet : 1/11 2016 af : HJG/SASP

BB-bomr :

- antal gemt : 0

Formål : Råstofboring

Kortblad : 1216 IVSV

Datum : WGS84

Anvendelse :

UTM-zone : 32

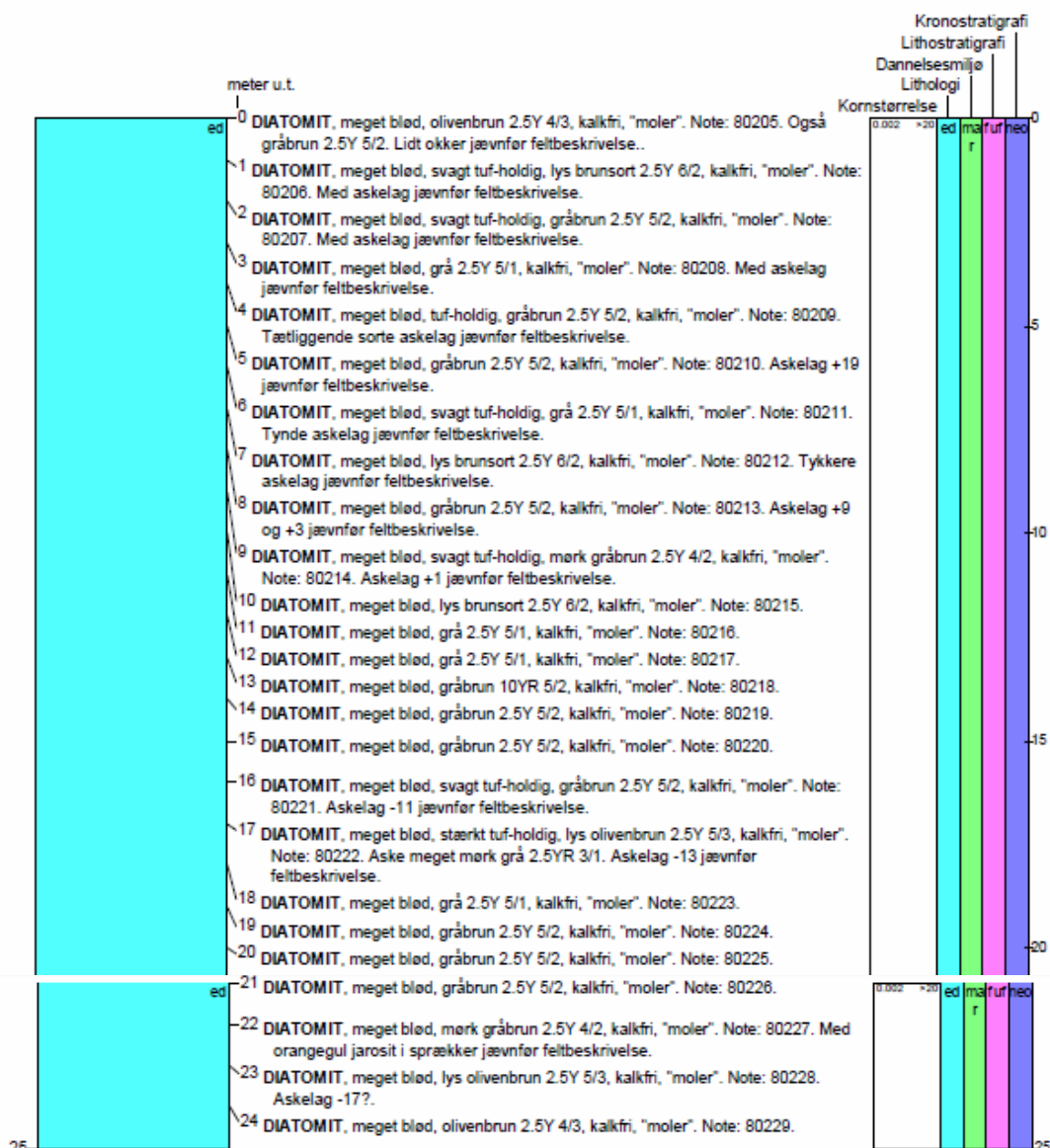
Koordinatkilde : GEUS

Boremetode :

UTM-koord. : 499870, 6298502

Koordinatmetode :

Notater : Beskrevet i feltet af Stig Schack Pedersen, GEUS. Holdes fortrolig til oktober 2021. Mellem 9-10 meters dybde findes en breccie, som kan tyde på en overskydning - jævnfør feltbeskrivelse



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

meter u.t.

0 - 25 marin - nedre eocæn (fur formation)



BORERAPPORRT

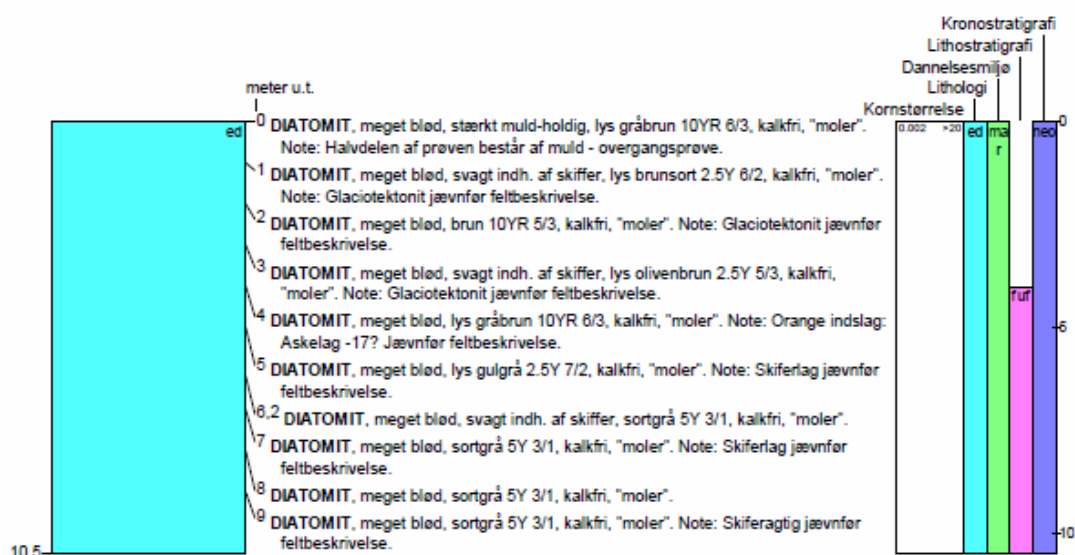
DGU arkivnr: 38. 897

Borested : Matrikel 144
7884 FurKommune : Skive
Region : Midtjylland

Boringsdato : Boringsdybde : 10,5 meter Terrænkote : 59,65 meter o. DNN

Brøndborer : Poul Christiansen, Højslev
MOB-nr :
BB-journr :
BB-bomr :Prøver
- modtaget : 24/10 2016 antal : 10
- beskrevet : 1/11 2016 af : HJG/SASP
- antal gemt : 0Formål : Råstofboring
Anvendelse :
Boremetode :Kortblad : 1216 IVSV
UTM-zone : 32
UTM-koord. : 499883, 6298672Datum : WGS84
Koordinatkilde : GEUS
Koordinatmetode :

Notater : Beskrevet i feltet af Stig Schack Pedersen, GEUS okt 2016. Holdes fortrolig til okt 2021. Boring stoppet i 10,5 ved møde med massivt skiferlag.



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

meter u.t.

0 - 4 marin - nedre eocæn
4 - 10,5 marin - nedre eocæn (fur formation)