

Strukturgeologisk undersøgelse af molerforekomsten i den centrale del af bakkekronen på Fur

Opmåling af molerreserver og overjordsmængder på matr. nr. 32^k, 172^a, 176^a, 30^{aa}, 174^b, og 135^b, Fur Præstegård, Fur

Stig A. Schack Pedersen



Strukturgeologisk undersøgelse af molerforekomsten i den centrale del af bakkekronen på Fur

Opmåling af molerreserver og overjordsmængder
på matr. nr. 32^k, 172^a, 176^a, 30^{aa}, 174^b,
og 135^b, Fur Præstegård, Fur

Stig A. Schack Pedersen

Indhold

Indledning	3
Geologisk oversigt	6
Fur Formation	7
Skiferserien med samhørende sort moler	8
Nedre Molerserie	8
Øvre Molerserie	8
Askelagsserien.....	9
Atlasleret	9
Kvartære glaciæle aflejringer	9
Hinnerup Till	9
Anshede Smeltevandsserie	9
Manhøj Nedskylsserie.....	10
Kattegat Till	10
Råstofboringer i undersøgelsesområdet	11
DGU 38.710	11
DGU 38.711	11
DGU 38.712	11
DGU 38.713	12
DGU 38.714	12
Beskrivelse af graverender	18
Graverende 1	18
Graverende 2	18
Graverende 3	20
Graverende 4	20
Graverende 5	20
Strukturel opbygning af bakkekronens centrale del på Fur	23
Opgørelse af råstofreserver og overjordsmængder	30
Beregninger vedrørende matr. nr. 32 ^k	31
Beregninger vedrørende matr. nr. 172 ^a og 171 ^a	31
Beregninger vedrørende matr. nr. 176 ^a og 30 ^{aa}	31
Beregninger vedrørende matr. nr. 174 ^b og 135 ^b	31
Sammenfatning og afsluttende bemærkninger	32
Referencer	33

Indledning

Molerområdet knyttet til bakkekronen på Fur

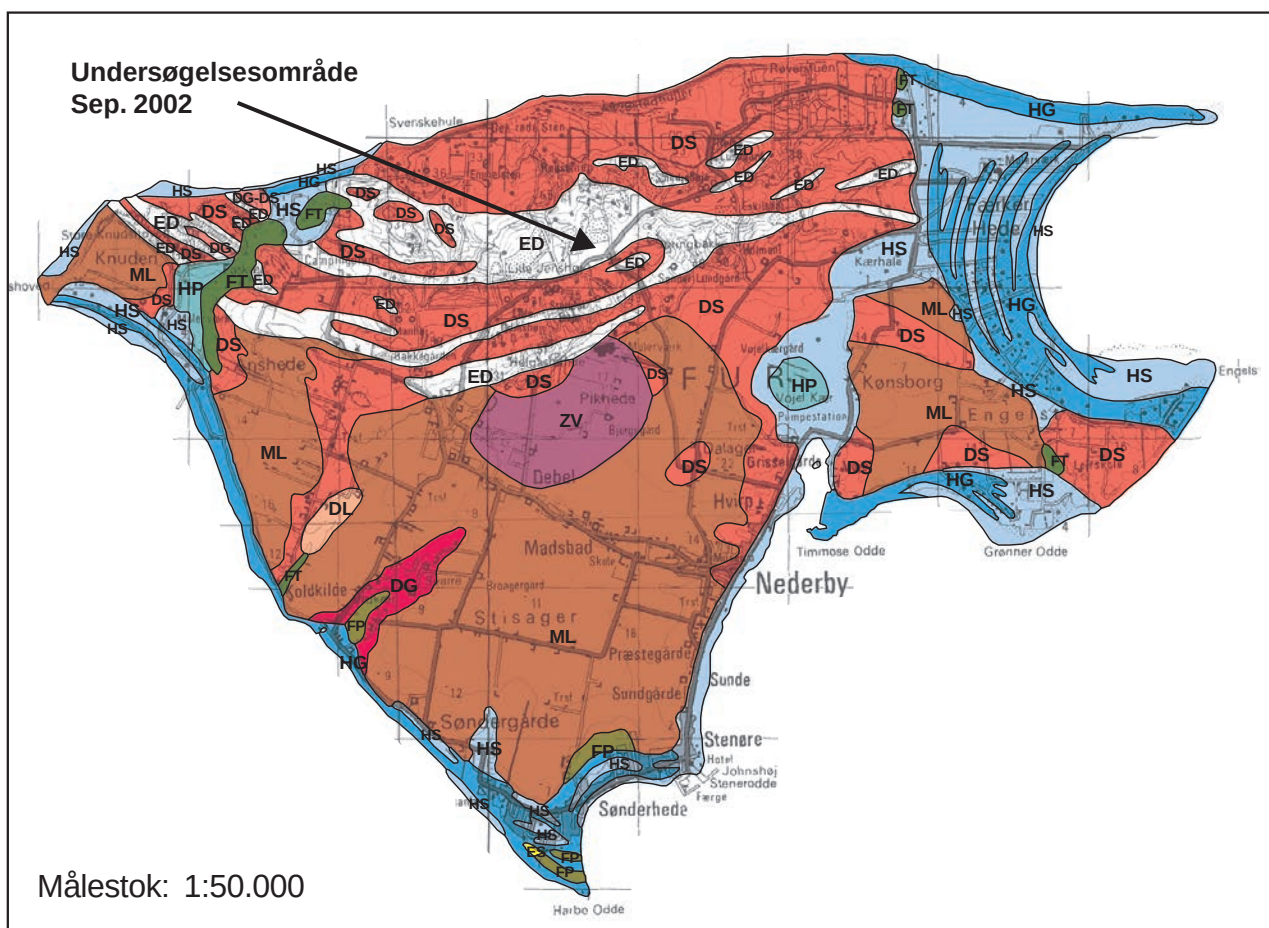
Bakkekronen på Fur er en langstrakt Ø-V strygende ryg beliggende i en højde på 60 til 70 m over havet med Stendals Høje som højeste punkt på 75 m o.h. Bakkekronen er kulminationen af bakkelandet, som udgør den nordlige halvdel af Fur. Bakkelandskabet er et glacialtektonisk kompleks dannet ved at isen skubbede bunden af Limfjorden op i flager og folder under fremrykning af Den Skandinaviske Iskappe for ca. 25.000 år siden (Gry 1940, 1965, 1979, Pedersen 2000). Foruden glaciale sedimenter blev moler med askelag skubbet op som flager i bakkelandets glacialtektoniske kompleks, som har været centret for molerbrydning igennem de sidste 80 til 100 år (Fredningsstyrelsen et al. 1983).

Kortlægning af molerforekomsterne på matr. nr. 32^k, 172^a, 171^a, 176^a, 30^{aa}, 174^b og 135^b

I forbindelse med forhandling om molerbrydning af arealerne i den centrale del af Fur bakkekronen har SKAMOL A/S og Viborg Amt anmodet GEUS om en geologisk kortlægning af matr. nr. 32^k, 172^a, 171^a, 176^a, 30^{aa}, 174^b og 135^b. Kortlægningen blev udført i september 2002 og omfattede 5 råstofboringer foretaget ved hjælp af brøndborerfirmaet Poul Christensen, Højslev, og opmålingen af 5 graverender anlagt af SKAMOL A/S efter forudgående aftale. Beliggenheden af boringer og graverender ses af Fig. 3. Denne rapport sammenfatter resultaterne af den geologiske undersøgelse. Ud fra rapportens strukturgeologiske model er der foretaget en beregning af molerreserver og overjord på de enkelte matrikelnumre, ledsaget af bemærkninger til de brydningsmæssige forhold.



Figur 1. Udsigt over bakkekronen på Fur. I forgrunden ses den store molergrav på matr. nr. 26d og 24h, i mellemgrunden ses molergraven på matr. nr. 32m. Det undersøgte område er beliggende syd for molergraven på 32m angivet med pil i højre side af billedet.



Legende

FP Ferskvandsgytie	DG Smeltevandssand
FT Ferskvandstør	DS Smeltevandssand
HG Saltvandssand	DL Smeltevandssand
HS Saltvandssand	MS Morænesand
HP Saltvandsgytie	ML Moræneler
ES Flyvesand	OL Oligocæn ler
ZV Vekslende lag af nedskyldsedimenter	ED Moler



Figur 2. Geologisk kort over Fur

Geologisk oversigt

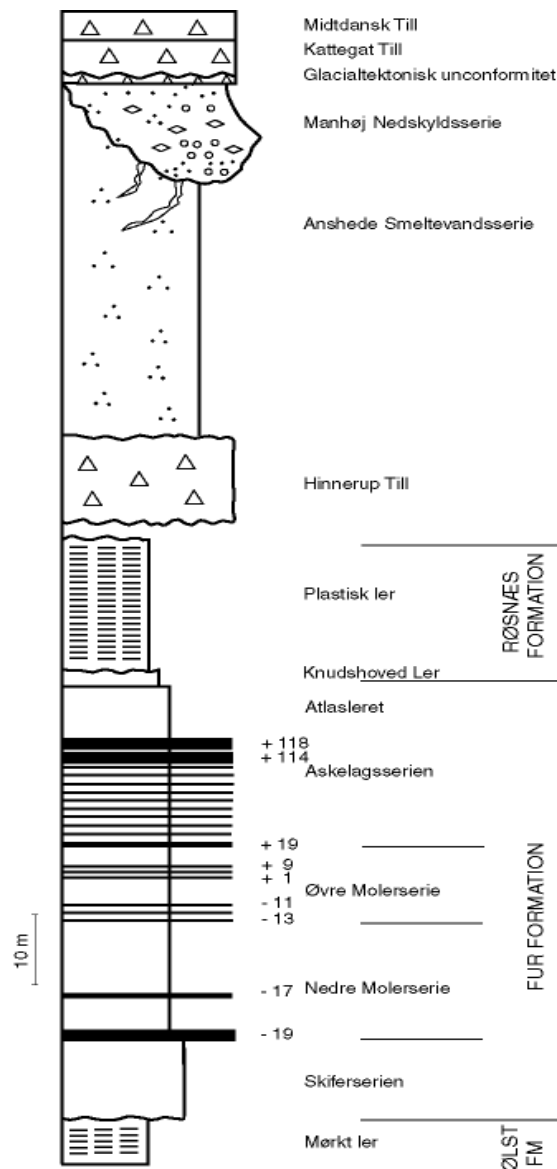
Som det fremgår af de strukturelle snit over Furs bakkeland konstrueret af Gry (1979, fig. 40, se også Fredningsstyrelsen et al. 1983 s. 22–23) består bakkekronen af en mere eller mindre foldet men stort set sammenhængende skive moler med askelag. Denne store skive (næsten 400 m i tværsnit) er skudt op over en serie mindre skiver som ligger imbrikeret oven på hinanden mod syd, hvor de opbygger bakkelandets sydfacade. På ryggen af skiverne mod syd ligger en serie smeltevandssedimenter, som kan opnå en anseelig tykkelse (mere end 50 m). Denne smeltevandsserie er stedvis bevaret i synklinalstrukturer på bakkekronen og findes også på den nordlige bakkeskråning, hvor den bl.a. indgår i dannelsen af rødstenene. Det undersøgte område ligger i den sydlige "frontale" del af den store sammenhængende molerskive (Fig. 2).

Generelt er det glacialtektoniske kompleks på Fur skudt op fra nord mod syd, svarende til at foldeakserne er orienteret Ø-V og overskydningsplanerne stryger i samme retning med hældning mod nord. Det undersøgte område er dog stærkt præget af, at de Ø-V strygende strukturer er overpræget af et ispres fra øst. Dette medfører specielt i den østlige del af undersøgelsesområdet at foldeaksernes forløb er uregelmæssigt og ondulerende.

De geologiske enheder, der indgår i områdets opbygning kan inddeles i to hovedgrupper: De tertiære aflejringer som henregnes til Palæogen med aldre på omkring 50 - 55 mill. år., og de kvartære aflejringer afsat i henholdsvis Saale istiden (for ca. 130.000 år siden) og Weichsel istiden (for ca. 25.000 år siden) (Pedersen 2000).

På Fur inddeles de tertiære aflejringer i tre formationer: Ølst Formation, Fur Formation og Røsnæs Formation (Gry 1979, Pedersen & Surlyk 1983, Heilmann-Clausen et al. 1984, Heilmann-Clausen 1985, Pedersen 2000) (Fig. 4). Det er dog kun Fur Formationens moler med askelag som er repræsenteret i undersøgelsesområdet.

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. 4). På toppen af den deformerede smeltevandsserie findes en yngre enhed med smeltevandsgrus 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 Kattegat Till, som svarer til bundmorænen afsat af den Norske Is under fremstødet mod området syd for Limfjorden for ca. 25.000 år siden. 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 (Fig. 4), som er udbredt i hele lavlandet på den sydlige del af Fur, men kun er sparsomt repræsenteret i bakkelandet.



Figur 4. Stratigrafisk inddeling af jordartstyperne på Fur.

Fur Formation

Fur Formationen (Pedersen & Surlyk 1983) er det formelle navn på den lerede diatomit vi generelt betegner som moler. Formationen har to led, et nedre Knudeklint Led, som består af moler med nogle få indslag af askelag, og et øvre Silstrup Led indeholdende ca. 140 tætliggende askelag. Ud fra den gamle opmåling af askelagene refererede man tidligere til den negative og positive askelagsserie der stort set var sammenfaldende med Fur Formationens to led (Bøggild 1918). Ved den råstofgeologiske beskrivelse af Fur Formationen benyttes en inddeling af molerserien i fem enheder:

1) Skiferserien, 2) Nedre Molerserie, 3) Øvre Molerserie, 4) Askelagsserien og 5) Atlasleret (Pedersen 1989, 1992a, b, 1993, 1996a, 2000).

Den Nedre og Øvre Molerserie udgør molerets brydningsserie. Skiferserien definerer normalt den stratigrafiske bund af molerforekomsten, men når denne ligger tæt på overfladen vil dele af den ofte kunne medgå i brydningsserien. Askelagsseriens bund defineret ved askelag +19 er den øvre begrænsning for brydningsserien og Askelagsserien henregnes i brydningssammenhæng til overjord.

Skiferserien med samhørende sort moler

Skiferserien udgør den nederste del af lagserien i det undersøgte område. Enheden består af moler med varierende mængde af forkislede (chertificerede) diatomitlag (Gry 1940, Pedersen et al. 1998, 1999, Pedersen 2000). Generelt findes dog to ca. 25 cm tykke horisonter bestående af tæt, hård brunforvitrende flint, beliggende med en afstand på ca. 4 m. Imellem og omkring disse lag findes tyndere lag og laminæ af forkislet moler. Bortset fra askelag -33, et ca. 15 cm tykt hvidt askelag, som er markant i den nedre del af Skiferserien, optræder der kun få spredte askelag i serien.

Sammen med Skiferserien optræder ofte sort moler, som er karakteriseret ved en sort til mørkegrå farve, der skyldes dissemineret pyrit (FeS_2) i leret. Det er dog ikke kun i Skiferserien man påtræffer sort moler. I det undersøgte område lader det til, at alle molerenheder beliggende under 30 meters dybde indeholder sort moler. Men da Skiferserien ligger stratigrafisk nederst vil det i almindelighed være den der er domineret af sort moler. Farveskiftet i moleret fra sort til lys brun eller beige-gullig skyldes oxidation og udvaskning af pyrit. Farveskiftet anses for at være en redox-grænse dannet sekundært under indflydelse af nedsivende grundvand i lagserien (Pedersen 2000), og de seneste års undersøgelser af det sorte moler og dannelsen af rødsten tyder på, at udvaskningen af jern fra det oprindelige sorte moler medfører en transport af ferridihydroxider fra de høje partier af moler ned gennem de permeable smeltevandssedimenter, hvor udfældningen af rust giver ophav til dannelsen af rødsten. På samme måde kan man opfatte den påfaldende rustfævning af strandstenene langs kysten af Fur som et resultat af denne Fe-udvaskning.

Nedre Molerserie

Moleret beliggende mellem askelag -17 og -13 betegnes den Nedre Molerserie. I denne serie forekommer kun få askelag, og den regnes for at være den rigeste del af brydningsserien. Inden for det undersøgte område svinger tykkelsen af serien fra ca. 10 til 15 m, betinget af fortynding eller forøgelse af lagserien dannet ved de istektoniske forskydninger.

Øvre Molerserie

Moleret beliggende mellem askelag -13 og +19 betegnes den Øvre Molerserie, som udgør den øvre del af brydningsserien. Enheden er omkring 10 m tyk og består overvejende af lamineret gullighvid til lys, beigebrun moler (Fig. 4). Cementsten på $\frac{1}{2}$ - $2\frac{1}{2}$ m i størrelse optræder forskellige steder midt i serien, og mindre cementstens indslag optræder i horisonten omkring askelag +16.

Askelagsserien

Askelagsserien er en ca. 12 m tyk enhed bestående af tætliggende sorte vulkanske askelag mellemlajret af moler. Grænsen mellem den Øvre Molerserie og Askelagsserien markeres af det ca. 20 cm tykke blågrå askelag +19 (Fig. 4). I serien forekommer enkelte markant niveauer af cementstenskongregationer, således omkring askelag +27, hvor moleret er meget fint laminaret, hvilket gør det til en god markerhorisont. Et andet meget markant niveau er cementstenen omkring askelag +101, som er en god marker i toppen af askelagsserien. Cementstenene er kalkcementeret af moler som skete umiddelbart efter sedimentationen på havbunden (Pedersen & Buchardt 1996), hvorfor cementstenene kan betragtes som lagparallelle kongregationer. Toppen af Askelagsserien markeres af de ca. 15 cm tykke askelag +114 og +118.

Atlasleret

Den øverste enhed i Fur Formationen er Atlasleret, som består af en 5 til 7 m tyk enhed af lyst beige farvet moler med kun nogle enkelte meget tynde askelag (Pedersen 1989, 2000). Atlasleret optræder som den øverste præ-kvartære enhed i det undersøgte område. Enheden er dog hyppigt helt eller delvis borteroderet under den kvartære sedimentationsudvikling. Det samme er tilfældet med Røsnæs Formationen, som ikke er påtruffet i det undersøgte område, selvom den er velkendt fra Fur (Pedersen 2000).

Kvartære glaciale aflejringer

De kvartære glaciale aflejringer, som optræder i det undersøgte område, er sammenfattet i fire formationer: Hinnerup Till, Anshede Smeltevandsserie, Manhøj Serien og Kattegat Till (Fig. 4). Den ældste kvartære aflejring er Hinnerup Till, som i undersøgelsesområdet ligger oven på en erosional unconformitet oven på Fur Formationen. Oven på denne moræneler ligger Anshede Smeltevandsserie, som udfylder hovedparten af den centrale synklinal i undersøgelsesområdet. I toppen af Anshede Smeltevandsserie forekommer stedvis nedskylsmateriale og slumpede enheder af molerbreccier, som henføres til Manhøj Nedskylsserie (Fig. 4), opkaldt efter lokaliteten for sandkile-undersøgelser i Manhøj molergrav (Pedersen & Petersen 1985, Pedersen 2000). Endelig overlejres alle enhederne diskordant af Kattegat Till (Houmark-Nielsen 1987, 1999, Pedersen 2000), som danner en tynd (op til 1 m tyk) dækmoræne hen over undersøgelsesområdet.

Hinnerup Till

Hinnerup Till (Fig. 4) er opkaldt efter Hinnerup Å på Salling hvor den blev kortlagt i 1991 (Jakobsen et al. 1991, Pedersen 2000). Tillen er en grå kalk- og flintrig bundmoræne, som i undersøgelsesområdet ikke overstiger en tykkelse på 3 m. Den er aflejret oven på en uregelmæssig erosionsoverflade på toppen af Fur Formationen. Erosionstopografien varierer op mod 15 m, fra dybeste erosionssnit ned til askelag +19 og til at drapere toppen af Atlasleret.

Anshede Smeltevandsserie

Anshede Smeltevandsserie er opkaldt efter Anshede på Fur, hvor den blev undersøgt i 1999 (Pedersen 2000). Smeltevandsserien er den mest dominerende glaciale aflejring i undersøgelsesområdet, hvor den udfylder den centrale synklinal og opnår en tykkelse på op til 15 m. Enhedens sand er relativt ensartet mellem til grovkornet kvartssand. I bunden af serien findes et 3–4 m tykt, rustfarvet lag groft grus med et stort indhold af sten. Enkelte gruslag findes i tilknytning til trugkrydslejring oppe i serien, men en stor del af de primære sedimentære strukturer er blevet udvisket af kryoturbation. I tilknytning hertil kan nævnes at der også optræder iskiler eller frostsprækker i enheden. Frostsprækker er dog ikke knyttet til stratigrafiske enheder idet frostsprækker også forekommer et enkelt sted i Skiferserien.

Manhøj Nedskylsserie

I forbindelse med undersøgelserne ved Hestegården blev der påtruffet en serie syntektoniske nedskyldssedimenter som kunne sammenstilles med tilsvarende uregelmæssige aflejringer undersøgt i Manhøj Molergrav (Pedersen 2000). Selvom det ikke blev påvist i 1999 påpegede Pedersen (2000) at Manhøj Nedskylsserie i princippet skulle ligge over Anshede Smeltevandsserie. Den lagserie som blev gennemboret i DGU nr. 38.713 efterviser imidlertid sandheden i den fremsatte påstand, idet en 10 m tyk serie af nedskyldssedimenter ligger direkte oven på Anshede smeltevandssand i den centrale del af synklinalen på den nordlige del af matr. nr. 174^b.

Kattegat Till

Det er forbausende så lidt dæk-moræne der er bevaret i undersøgelsesområdet. De fleste steder ligger mulden direkte oven på Fur Formationen eller Anshede Smeltevandsserie. Kun i den østlige del af område optræder Kattegat Till (Houmark-Nielsen 1989, Pedersen 2000), som en ca. 1 m tyk bundmoræne. Kun i boring DGU nr. 38.713 påtræffes denne till med en tykkelse på 3 m. Inden for undersøgelsesområdet kan Kattegat Till beskrives som en gulbrun, let sandet till rig på sten og blokke, og den er karakteriseret af et meget stort indhold af lokalt materiale fra Fur Formationen (moler, askelag og cementsten).

Råstofboringer i undersøgelsesområdet

Borearbejdet og lokalisering

Borearbejdet i den centrale del af bakkekronen på Fur blev udført i september 2002 af brøndborerfirmaet P. Christiansen, Højslev, ved hjælp af Højslev boremetoden (Gravesen & Pedersen 1994). Borearbejdet strakte sig over to dage (23.-24./9.) og der blev udført 5 boringer. Borematerialet blev undersøgt og opmålt i felten, og beliggenheden af boringerne blev indmålt i forhold til basislinierne beliggende henholdsvis langs syd-skellet af matr. nr. 32^k og nordsiden af vejen mod Smedehøjene (Fig. 3).

Borebeskrivelse

Prøvematerialet fra boringen blev beskrevet i felten, og repræsentative prøver er udtaget til Boreprøvelaboratoriet på GEUS. Beskrivelsen af boringerne blev ved hjemkomsten til GEUS indlæst i boredatabasen (JUPITER på GEUS), hvorfra borerapporterne er udprintet og vedlagt som dokumentation i denne rapport (Figs 5 til 9). I det følgende gives en detaljeret beskrivelse af boringernes resultater.

DGU 38.710

Boringen DGU nr. 38.710 er beliggende i det sydvestlige hjørne af matr. nr. 32^k. Boringen er 24 m dyb og den gennemborede lagserie består kun af Fur Formationens moler med askelag (Fig. 5).

De øverste 11 m består af gulbrun okkerholdig moler med askelag. Omkring 11,5 m optræder cementsten svarende til horisonten omkring askelag +23 til +27. Askelag +19 blev påtruffet i 14,5 m, hvorunder Øvre Molerseries lysgule til beigebrune moler forekommer ned til en dybde af ca. 23 m. Her ligger askelagene -11, -12 og -13 i en okkerbrunlig molermatriks.

DGU 38.711

Boringen DGU nr. 38.711 er beliggende umiddelbart nord for sydskellet i den centrale del af matr. nr. 32^k. Boringen er 29 m dyb og går kun gennem Fur Formationens Øvre og Nedre Molerserie (Fig. 6).

De øverste ca. 3 m består af moler med enkelte indslag af askelag, tolket til at være askelagene -11 til -13. Herunder følger den Nedre Molerserie med lyst, grågult, strukturløst moler ned til 11 m^s dybde. Fra 11 m til 23 m forekommer overvejende lamineret lyst, grågulligt moler, og i 24 m intervallet formodes askelag -17 at være til stede i en okkergul moler. Under 24 m forekommer sort moler.

DGU 38.712

Boringen DGU nr. 38.712 er beliggende i det sydvestlige hjørne af matr. nr. 176^a. Boringen er 23,5 m dyb og består øverst af ca. 3 m smeltevandssand overlejrende ca. 20,5 m moler i Nedre Molerserie af Fur Formationen (Fig. 7).

Smeltevandsserien består af gult smeltevandssand. Den nederste halve meter af serien består af grus, som gradvist går over i grovsand.

Fra 3 m til 15 m forekommer lyst, gullig-gråt moler uden registrerede askelag. Moleret optræder strukturløst til svagt lamineret. Fra 15 til 19 m er moleret mere okkerbrunt, og fra 19 m og til boringen bund i 23,5 m optræder sort, strukturløst moler.

DGU 38.713

Boringen DGU nr. 38.713 er beliggende i den nordlige centrale del af matr. nr. 174^b (Fig. 8). Boringen er 24 m dyb og består øverst af et lag moræneler hvilende på en serie kaotiske sedimentære breccier af nedskylsmateriale, som overlejrer en serie smeltevandssand. Den nederste del af boringen består af sort moler, som tolkes tilhørende den centrale nedre del af Fur Formationen (Fig. 8).

De øverste 3 m består af en okker-gul-brun lokalmoræne rig på molerfragmenter. Denne enhed tolkes som Kattegat Till, der i bunden går over i en moler-glacitektonit. Fra 4 til 8 m forekommer beige-brunt, breccieret moler, som overlejrer en 3 m tyk enhed af shearfoldet moler med indslag af smeltevandssand. Fra 11 til 14 m findes strukturløst, gullig-brunt moler, som ligger oven på en 2 m tyk enhed af moler-sand glacitektonit. Enheden fra 4 til 16 m tolkes som en blanding af nedskyls moler og sand-materiale, der er deformeret under isoverskridelsen af Den Norske Is, og enheden kan således sammenstilles med Manhøj Nedskysserie. Fra 16 til 21 m forekommer en serie gult smeltevandssand, som kan henføres til Anshede Smeltevandsserien.

Den nederste del af boringen, fra 21 til 24 m, består af sort moler, sandsynligvis tilhørende Askelagsserien.

DGU 38.714

Boringen DGU nr. 38.714 er beliggende i den sydlige centrale del af matr. nr. 174^b. Boringen er 24 m dyb og består af Øvre og Nedre Molerserie (Fig. 9).

I de øverste 2-3 m forekommer moler med spredte sorte askelag. Omkring 2,5 m optræder en større cementsten, tolket som cementstenen omkring "0"-niveauet. Herunder findes ca. 12 m gullig-gråt til lys beige-brunt moler, hvor det ikke var muligt at fastlægge grænsen mellem Øvre og Nedre Molerserie præcist. I bunden af denne molerserie findes indslag af okkergult moler med et par tynde askelag, der sandsynligvis er -17 og -19. Fra 15 m til boringens bund i 24 m findes sort moler, der veksler mellem at være lamineret og strukturløst.

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 38. 710
Borested : Fur

Kommune : Sundsøre

Amt : Viborg

Boringsdato : 24/9 2002

Boringsdybde : 24 meter

Terrænkote : 72,18 meter o. DNN

Brøndborer : Poul Christiansen, Højslev

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr : 1

Prøver
- modtaget :

- beskrevet : af : SSP

- antal gemt : 0

Formål : Råstofboring

Kortblad : 1216 IVSV

Datum : ED50

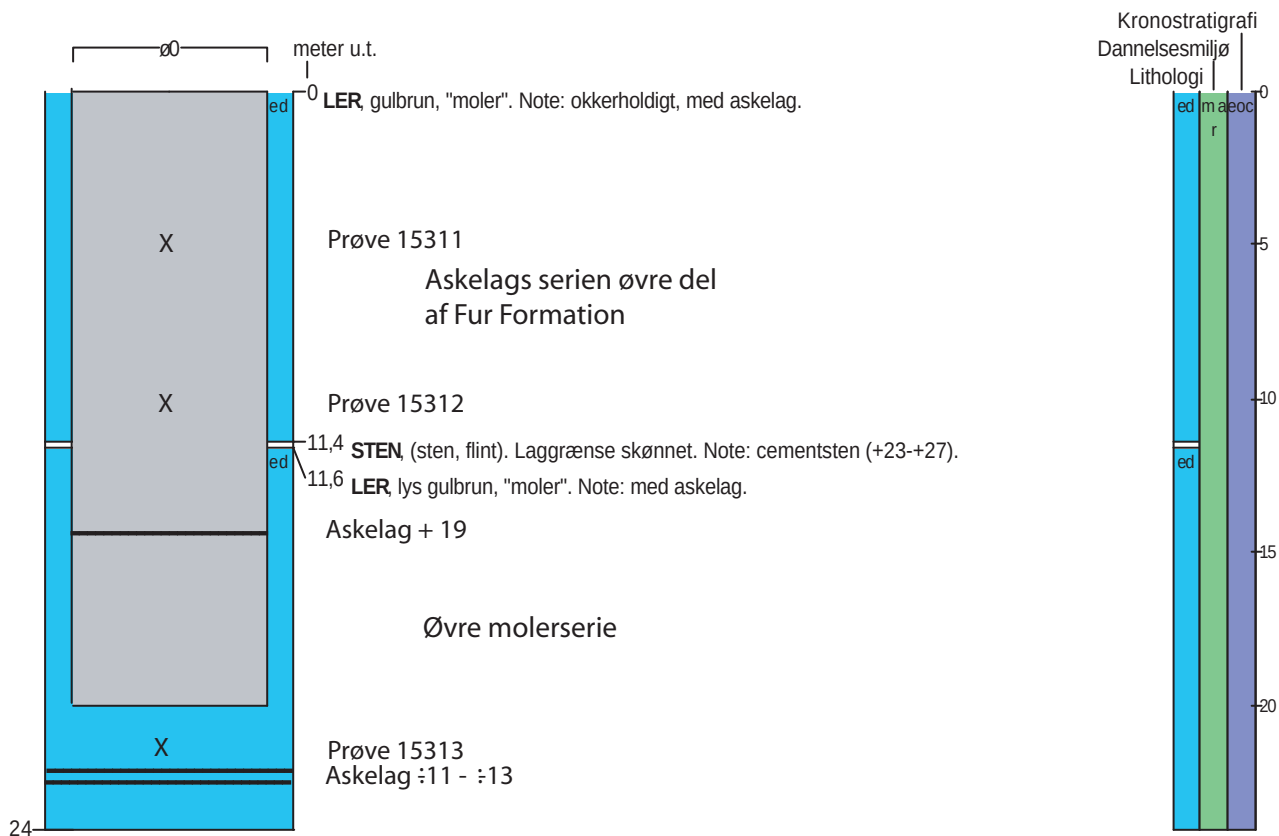
Anvendelse :

UTM-zone : 32

Koordinatkilde : GEUS

Boremetode :

UTM-koord. : 500561, 6299175

Koordinatmetode : KMS digitale kort


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

meter u.t.

0 - 24 marin - eocæn

Figur 5

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 38. 711
Borested : Fur

Kommune : Sundsøre

Amt : Viborg

Boringsdato : 24/9 2002

Boringsdybde : 29 meter

Terrænkote : 68,33 meter o. DNN

Brøndborer : Poul Christiansen, Højslev

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr : 2

Prøver
- modtaget :

- beskrevet :

af : SSP

- antal gemt : 0

Formål : Råstofboring

Kortblad : 1216 IVSV

Datum : ED50

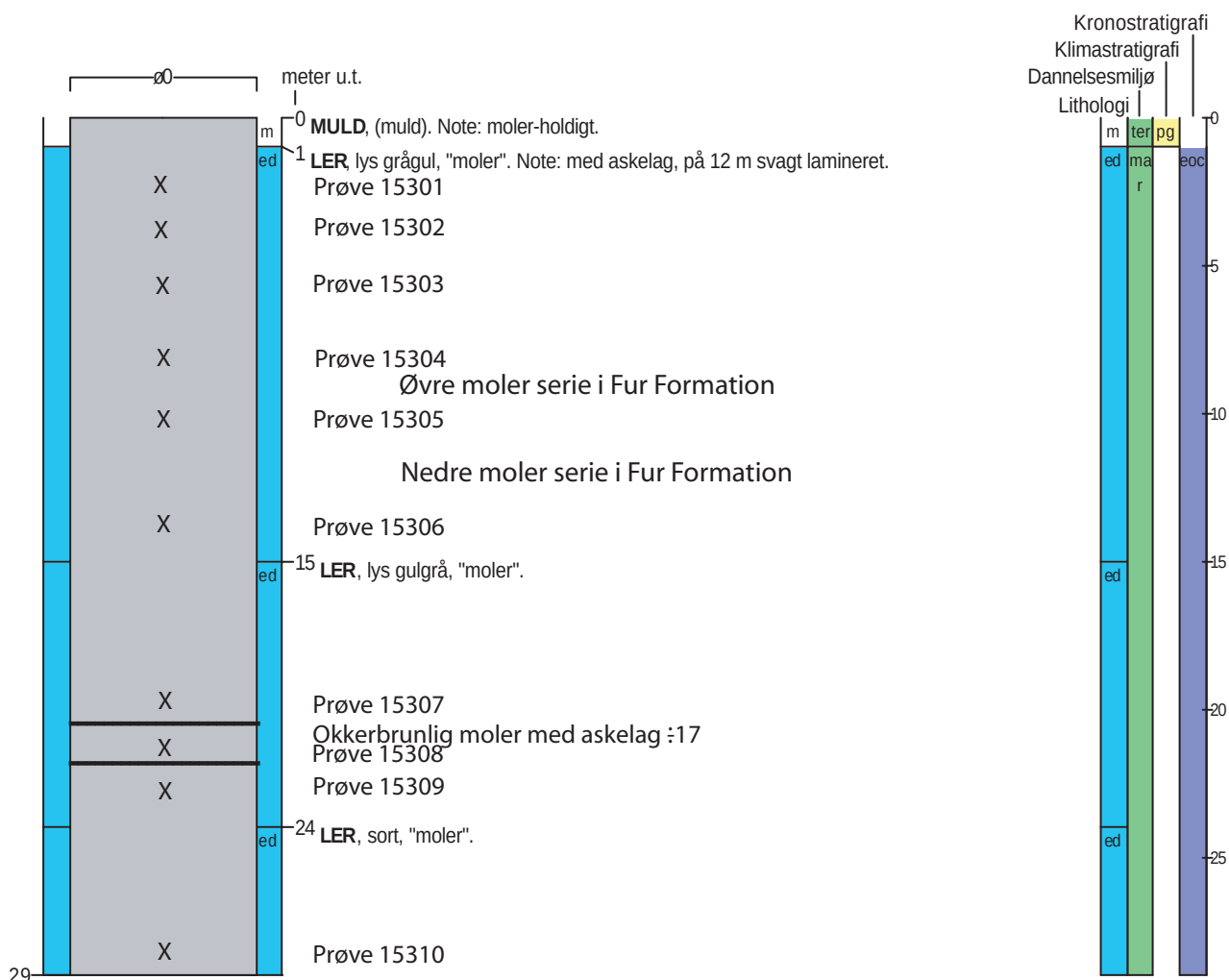
Anvendelse :

UTM-zone : 32

Koordinatkilde : GEUS

Boremetode :

UTM-koord. : 500653, 6299188

Koordinatmetode : KMS digitale kort

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

meter u.t.

0 - 1 terrigen - postglacial
1 - 29 marin - eocæn

Figur 6

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 38. 712
Borested : Fur

Kommune : Sundsøre

Amt : Viborg

Boringsdato : 24/9 2002

Boringsdybde : 23,5 meter

Terrænkote : 65,12 meter o. DNN

Brøndborer : Poul Christiansen, Højslev

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr : 3

Prøver
- modtaget :

- beskrevet : 24/9 2002 **af** : SSP

- antal gemt : 0

Formål : Råstofboring

Kortblad : 1216 IVSV

Datum : ED50

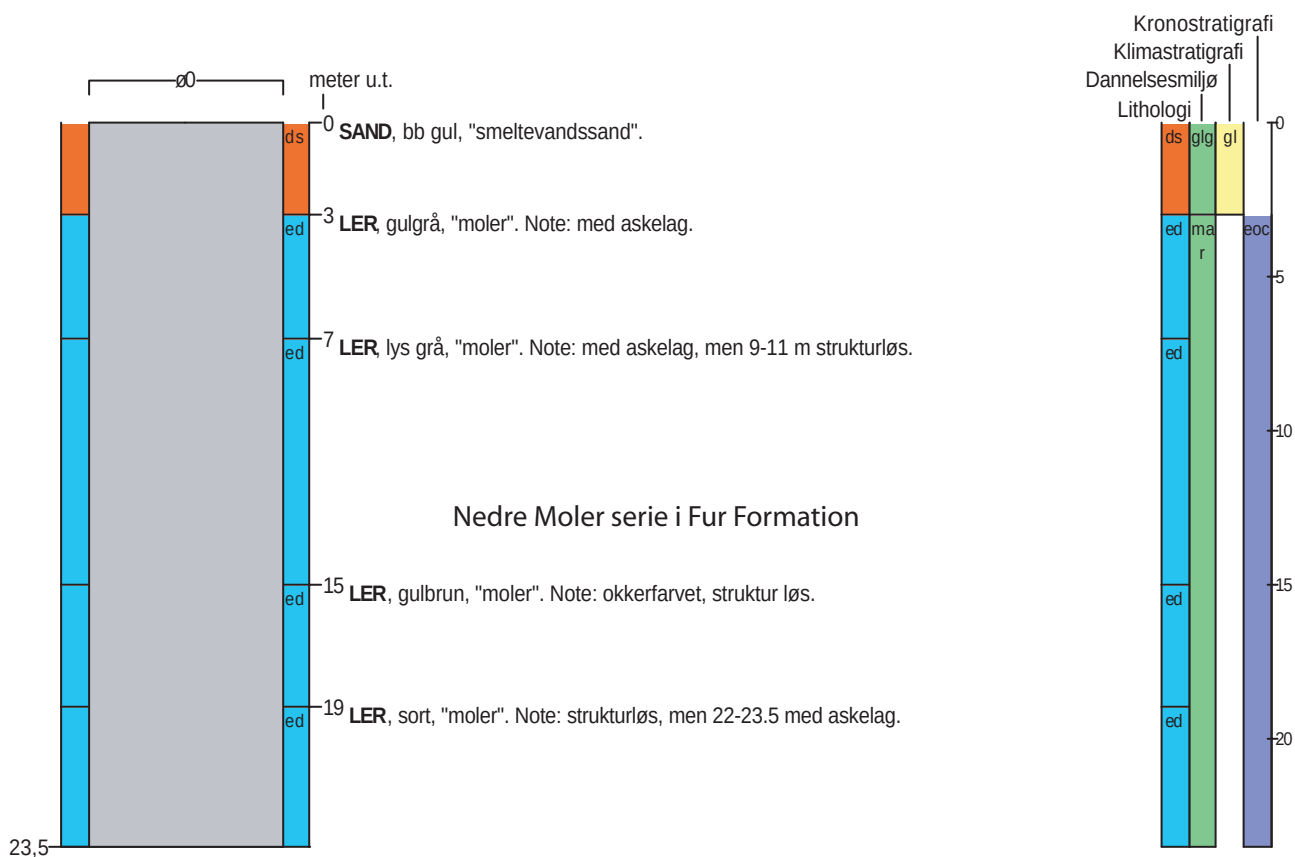
Anvendelse :

UTM-zone : 32

Koordinatkilde : GEUS

Boremetode :

UTM-koord. : 500863, 6299374

Koordinatmetode : KMS digitale kort


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

meter u.t.

- 0 - 3 glacigen - glacial
- 3 - 23,5 marin - eocæn

Figur 7

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 38. 713

Borested : Fur

Kommune : Sundsøre

Amt : Viborg

Boringsdato : 24/9 2002

Boringsdybde : 24 meter

Terrænkote : 62,71 meter o. DNN

Brøndbører: Poul Christiansen, Højslev

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr : 4

Prøver

- modtaget :

- beskrevet : 24/9 2002 af : SSP

- antal gemt : 0

Formål : Råstofboring

Kortblad : 1216 IVSV

Datum : ED50

Anvendelse :

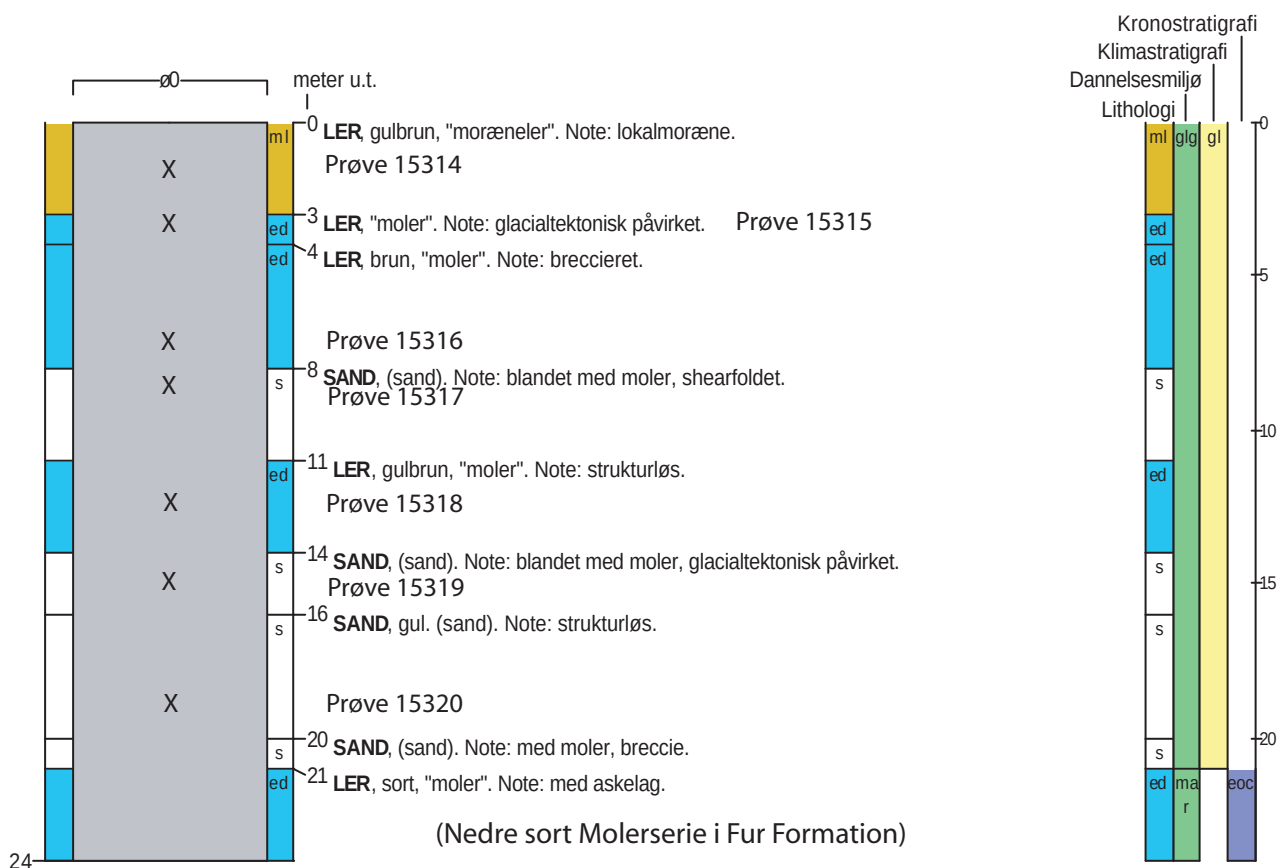
UTM-zone : 32

Koordinatkilde : GEUS

Boremethode :

UTM-koord. : 500988, 6299590

Koordinatmethode : KMS digitale kort



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

meter u.t.

0	- 21	glacigen - glacial
21	- 24	marin - eocæn

Figur 8

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 38. 714
Borested : Fur

Kommune : Sundsøre

Amt : Viborg

Boringsdato : 24/9 2002

Boringsdybde : 24 meter

Terrænkote : 63,41 meter o. DNN

Brøndborer : Poul Christiansen, Højslev

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr : 5

Prøver
- modtaget :

- beskrevet : 24/9 2002 **af** : SSP

- antal gemt : 0

Formål : Råstofboring

Kortblad : 1216 IVSV

Datum : ED50

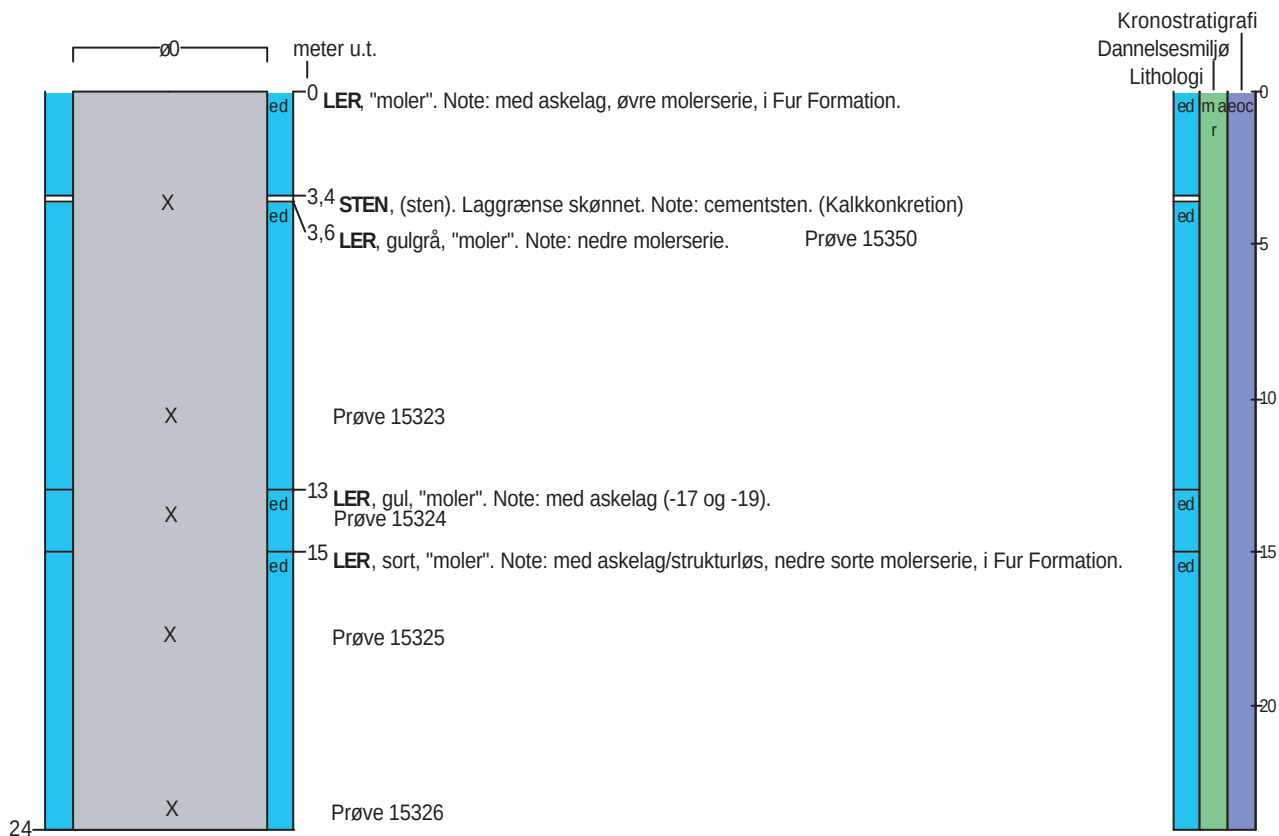
Anvendelse :

UTM-zone : 32

Koordinatkilde : GEUS

Boremetode :

UTM-koord. : 500991, 6299501

Koordinatmetode : KMS digitale kort


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

meter u.t.

0 - 24 marin - eocæn

Figur 9

Beskrivelse af graverender

Råstofundersøgelsen af den centrale del af bakkekronen på Fur blev foruden råstofboringer støttet af fem graverender, hvori de strukturelle forhold blev undersøgt og opmålt. Graverenderne blev anlagt mere eller mindre N–S og havde en længde på 60 til 140 m. Graverenderne blev indmålt i forhold til basislinierne og deres beliggenhed er indtegnet på Fig. 3. Ud fra opmålingen af graverenderne er der med støtte i oplysningerne fra borerne udtegnet fem profiler (Figs 10–14), som repræsenterer tværsnit igennem den undersøgte molerforekomst.

Graverende 1

Graverende 1 er beliggende i den vestlige del af matr. nr. 32^k. Graverenden blev 60 m lang fra skellet mod syd til molergraven på matr. nr. 32^s i nord.

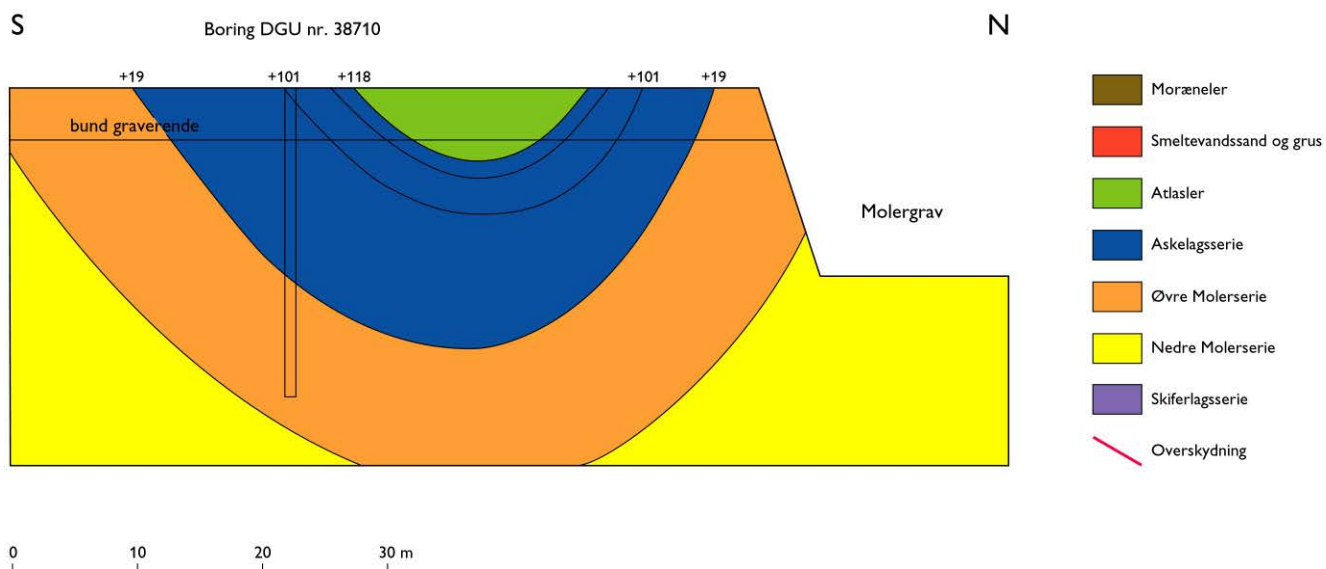
I den sydligste del af graverenden forekommer den Øvre Molerserie med en stejl hældning mod NV (ca. 60°). Fra 10 til 30 m forekommer Askelagsserien med en strygning, der svinger fra NØ–SV til næsten N–S. Askelagene +114 og +118 forekommer omkring 30 m, hvor de repræsenterer den øverste del af den sydlige flanke af den centrale synklinal i undersøgelsesområdet. De samme to askelag optræder igen omkring 42 m, hvor de repræsenterer øvre del af den nordlige flanke i synklinalen med hældninger omkring 55° mod syd. Askelag +19 forekommer i den nordligste del af graverenden, hvorfra den stryger ud mod molergravens profil Fig. 10).

Graverende 2

Graverende 2 er beliggende i den østlige del af matr. nr. 32^k. Graverenden var ca. 100 m lang med den sydlige ende beliggende tæt ved markvejen og den nordlige ende afsluttende ved kanten af molergraven på matr. nr. 32^m.

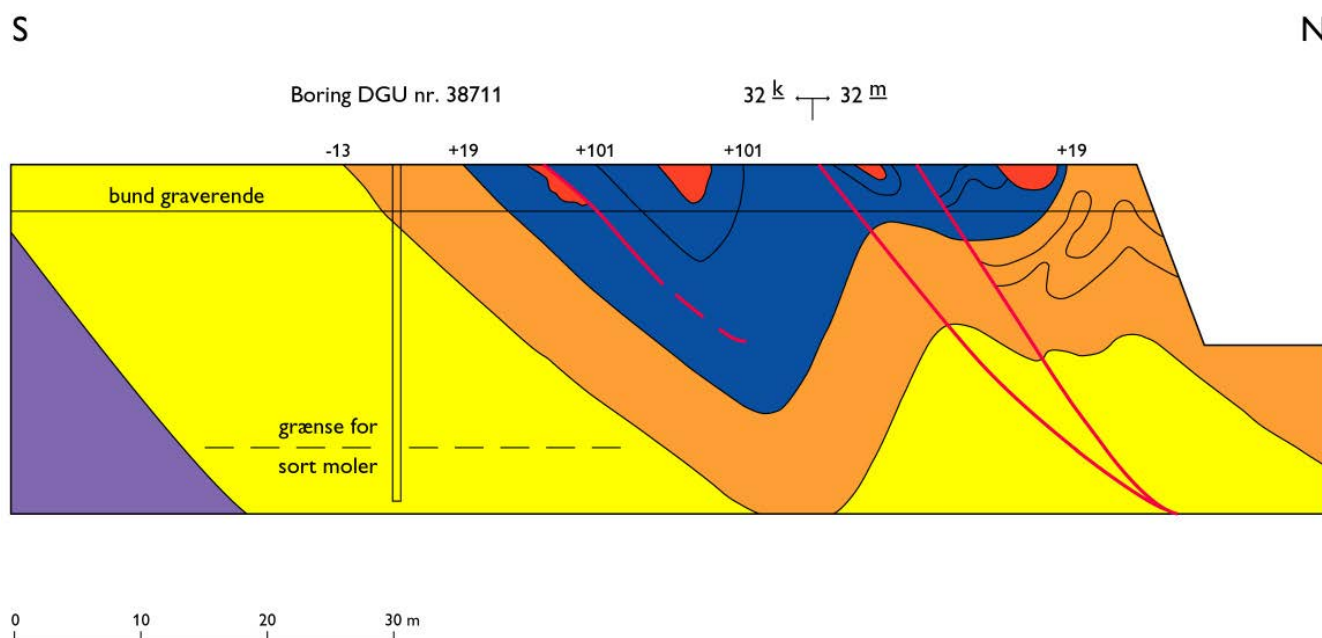
Fra vejen til ca. 30 m mod nord blev breccieret beige-brunt moler gennemgravet. Ved 8 m forekommer -17 i en overklippet, sydvergent synklinal med den øvre flanke shearet ud langs en N-hældende overskydning. Synklinalens foldeakse har orienteringen 61°. Den Øvre Molerserie blev gennemgravet mellem 31 og 42 m, hvor lagstillingen stryger ØNØ og hældes omkring 60° mod NNV. Den nordlige del af graverenden gennemskar Askelagsserien, der er foldet i en stor, mod nord let overklippet synklinal (Fig. 11). Askelag +101 markerer synklinalens sydflanke ved ca. 54 m og nordflanken ved ca. 62 m. I den involutte del af synklinalen findes ved 58 m en gruslomme, som repræsenterer bunden af Anshede Smeltevandsserie. En mindre gruslomme findes under en overskydning ved 50 m og to større overskydninger forstyrrer synklinalens nordflanke omkring 70 m og 82 m. Umiddelbart oven på den nordligste overskydning findes et kaotisk dobbeltfoldningsmønster (Fig. 15), hvor askelag +19 er blevet dobbeltfoldet, endda omkring en gruslomme. Men som det fremgår af Fig. 11 ligger denne del af profilet nord for matr. nr. 32^k. Grænsen for overgang mellem det lyse og sorte moler er indtegnet ud fra opmålingen af boring DGU nr. 38.711.

Graverende I



Figur 10. Tværsnit konstrueret ud fra opmålingen af graverende 1. Boringen DGU nr. 38.710 er projiceret ind på tværsnittet langs med den fremherskende strykningsretning. Den angivne legende gælder tillige for de følgende figurer med tværsnit gennem området.

Graverende II



Figur 11. Tværsnit konstrueret ud fra opmåling af graverende 2. Boring DGU nr. 38.711 er projiceret ind på tværsnittet langs den fremherskende strykningsretning. Desuden er skellet mellem matr. nr. 32^k og 32^m indtegnet. Snittet slutter ved kanten af molergraven.

Graverende 3

Graverende 3 er beliggende i den østlige del af matr. nr. 172^a. Graverenden blev 92 m lang fra vejen mod syd til området oven for molergraven på matr. nr. 32^m i nord.

I den sydligste del af graverenden forekommer Skiferserien med talrige skiferlag og det tykke hvide askelag -33 i forskudt og repeteret position. Laghældning er lodret til stejlt hældende mod SØ (ca. 60°). Omkring 20 m forekommer en sandlomme under en iskilestruktur. Sandlommen tolkes som den øverste del af Anshede Smeltevandsserien, der er skudt op langs med en større overskydningszone under Skiferserien (Fig. 12). Askelag -17 optræder omkring 47 m og herfra skærer tværsnittet sig igennem den sydlige flanke af den store centrale synklinale med Nedre og Øvre Molerserie op til askelag +19. Moleret er gennemgående ret breccieret og grænsen til det sorte moler tolkes beliggende i ca. 20 meters dybde. Lagene stryger NØ–SV og har hældninger fra lodret til 40° mod nord.

Graverende 4

Graverende 4 strækker sig fra den østlige spids af matr. nr. 171^a til det nordvestlige hjørne af 176^a. Graverenden blev 60 m lang fra skellet mod syd til molergraven på matr. nr. 32^s i nord.

I den sydligste del af graverenden forekommer kaotisk foldet moræneler på kontakten til Skiferserien med askelag -33 stående i en lodret position. Herpå følger skiferlagene i beige-brunt moler, der er kraftigt breccieret. Omkring 18 m forekommer en overskydningszone, hvorpå den Nedre Molerserie hviler, også stærkt breccieret. Flere mindre overskydninger ligger i denne del af strukturen, og fra 30 til 35 m forekommer askelag -13 repeteret adskilt af en overskydning igen. Boring DGU nr. 38.712 er beliggende få meter fra graverende 4 og er direkte indført på tværsnittet (Fig. 13). Askelag +19 forekommer omkring 47 m og repræsenterer sydflanken af den centrale synklinale, her hældende 38° mod NV med en strygning NØ–SV. Askelagsserien skæres af en erosiv kontakt, hvorpå det nedre moræneler (Hinnerup Till) hviler. Oven på denne enhed følger Anshede Smeltevandsserie, som udfylder hele den centrale del af den gennemgående store synklinale.

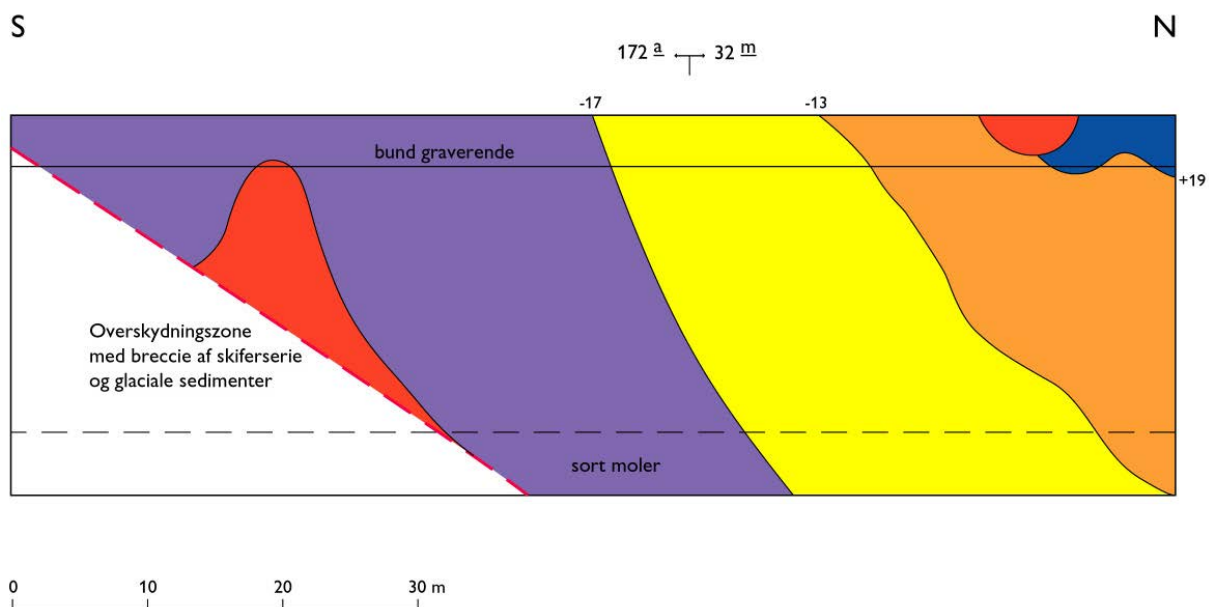
Askelag +19 dukker igen op på nordflanken af synklinalen ved ca. 110 m. Her stryger lagene mere eller mindre N–S med stejl hældning mod vest. Både Øvre og Nedre Molerserie blev gennemgravet ned til Skiferserien. Askelag -17 forekommer omkring 132 m, og en 20 cm tyk cementsten optræder ca. en meter (stratigrafisk) over det øverste skiferlag.

Graverende 5

Graverende 5 blev anlagt centralt gennem matr. nr. 174^b fra vejen mod syd til skellet mod matr. nr. 30^a i nord. Graverenden blev ca. 125 m lang og skar, som graverende 4, tværs gennem den store synklinale. Boringerne DGU nr. 38.713 og 38.714 blev placeret tæt ved graverende 5 og er indtegnet på tværsnittet i Fig. 14.

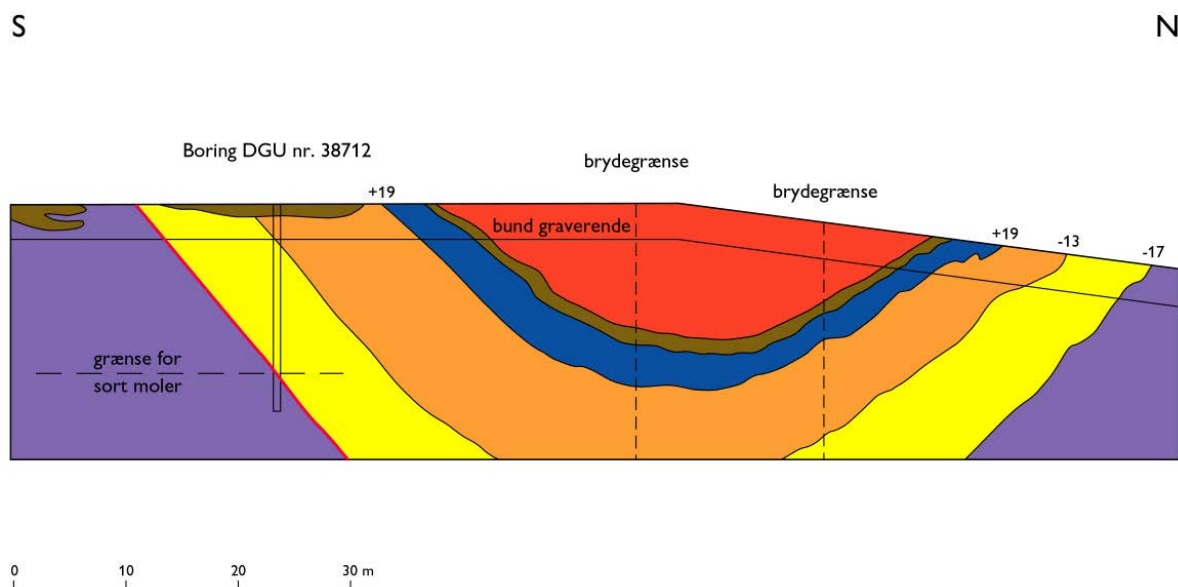
Skiferserien blev igen påtruffet mod syd tæt ved vejen. Herpå følger den sydlige flanke af synklinalen med Nedre og Øvre Molerserie overlejret af Askelagsserien og Atlasleret. Bemærk på Fig. 14 den diskordante grænse mellem Kattegat Till, som draperer hele området og Hinnerup Till, der er medfoldet i synklinalen. I graverenden blev kun påtruffet Anshede smeltevandssand med grus i den nederste del. Manhøj Nedskylsserie optræder så lokalt, at den kun blev påtruffet i boring 38.713. På nordflanken af synklinalen optræder indslag af meget mobile nedskylslerlag på grænsen til øverste del af Askelagsserien.

Graverende III



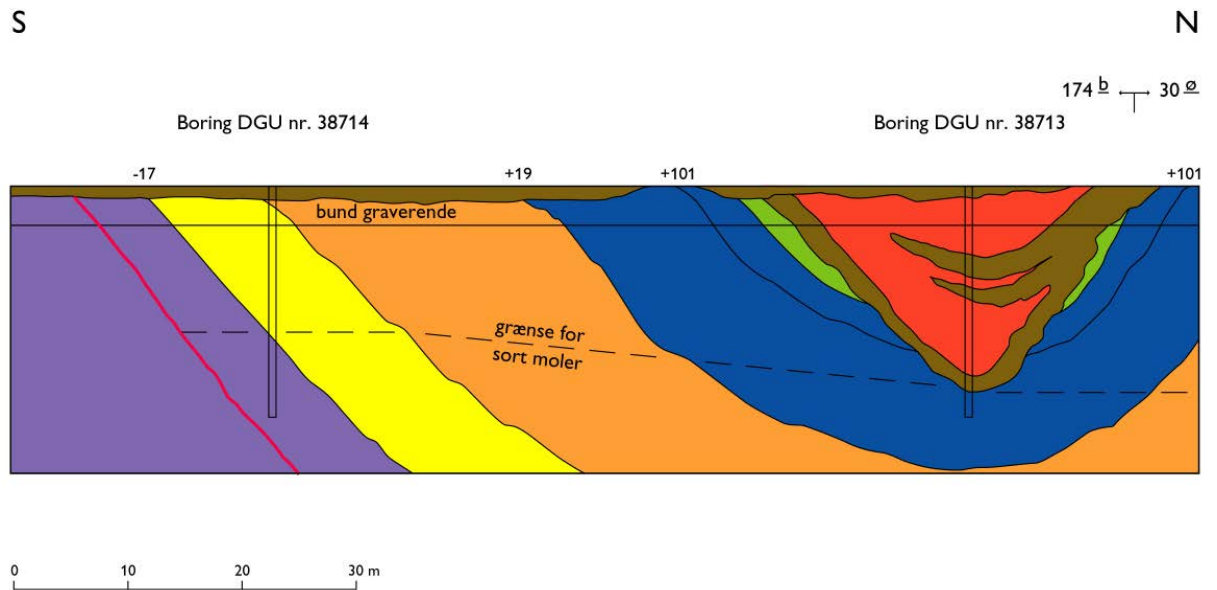
Figur 12. Tværsnit konstrueret ud fra opmåling af graverende 3. Matrikelskellet mellem 172a og 32m er angivet. Den sydlige del af tværsnittet anses ikke for at være brydeværdig, og desuden er grænsen til sort moler tentativt indlagt.

Gravrende IV



Figur 13. Tværsnit konstrueret ud fra opmåling af graverende 4. Boring DGU nr. 38.712 er indtegnet med en omtrentlig position i forhold til synklinalstrukturen.

Graverende V



Figur 14. Tværsnit konstrueret ud fra opmåling af graverende 5. Nordskellet af matr. nr. 174^b er beliggende et par meter nord for profilet.

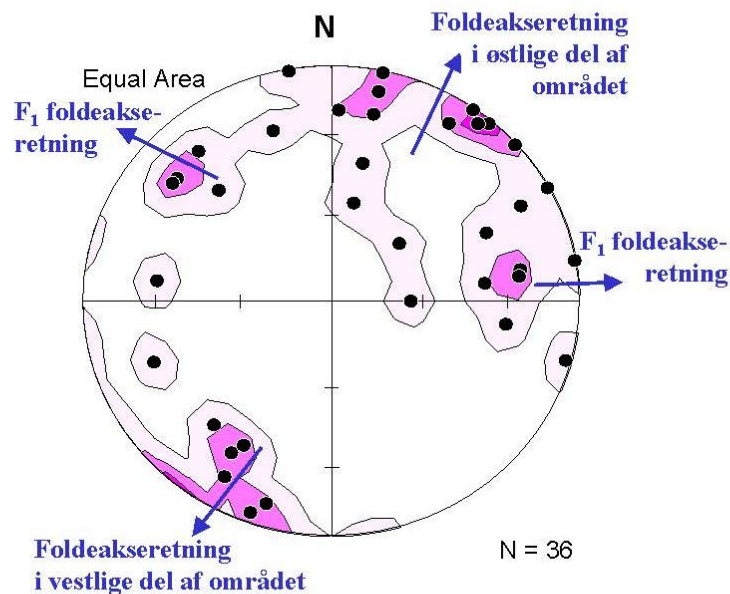


Figur 15. Eksempel på mindre antiklinal på den nordlige flanke af den store centrale synklinal gennemgravet i graverende 2. Askelag +19 er ved at blive rensset af med spaden.

Strukturel opbygning af bakkekronens centrale del på Fur

Den gennemgående og dominerende struktur i det undersøgte område i bakkekronen på Fur er den store, åbne synklinal, som er blevet kortlagt ved hjælp af graverenderne (Figs 10–14). Mod syd er den sydlige flanke af den store synklinal forskudt op langs en nordvestlig hældende overskydningszone, og mod nord optræder flere meso-skala antiklinaler på synklinalens nordlige flanke.

Foldeaksernes orientering varierer meget hen gennem strukturen (Fig. 16), hvilket skyldes, at lagserien (bortset fra dækmorænen) er blevet påvirket af to deformationer (F_1 og F_2).



Figur 16. Stereogram med præsentation af foldeaksernes orientering i det undersøgte område i bakkekronen på Fur. Foldeakserne afspejler et interferensmønster mellem en tidlig deformation (F_1) fra nord resulterende i Ø-V strygende retninger, og en senere deformation fra øst, som dels danner nye folder med akser orienteret N-S og dels reorienterer de eksisterende F_1 akser.

F_1 deformationen er den, der skabte de store strukturer og foldede moleret op i det glacialtektoniske kompleks, som aftegner sig på det geologiske kort over Fur (Fig. 2). Foldeaksernes retning var Ø–V og overskydningen langs dybtgående N-hældende forskydningsplaner var mod syd. Dybden af deformationen går ned til ca. 50 m under havniveau, og da bakkekronen på Fur når op i kote 75 m o.h. medfører det, at en lagpakke på mere end 125 m indgår i den glacialtektoniske deformation. F_1 deformationen foregik fra nord mod syd under fremrykningen af Den Norske Is for ca. 25.000 år siden. Et eksempel på den sydvergente folder ses på vestvæggen af molergraven i matr. nr. 32^m (Fig. 17).



Figur 17. Oprette og overkippede folder i Øvre Molerserie og Askelagsserien i vestvæggen af molergraven på matr. nr. 32^m.

F_2 deformationen påvirkede de allerede dannede foldestrukturer med et is-pres fra øst mod vest. Denne deformation skete i forbindelse med fremrykningen af Den Skandinaviske Iskappe fra det centrale Sverige mod Hovedopholdslinien ved Viborg–Bovbjerg for ca. 20.000 år siden. Under denne deformation blev de allerede dannede foldeakser enten bøjet omkring nydannede F_2 foldeakser, hvorved der skabtes interferens-foldemønstre (Figs 18–20), eller F_1 akserne blev reorienteret ved rotation langs vandrette forskydningszoner eller brecciezoner (Figs 21–22).

På det geologiske detailkort Fig. 23 kan de geologiske formationer følges langs den generelle NØ–SV strygende synklinal. Antiklinalstrukturerne nord for området er knyttet til molergraven på matr. nr. 32^m. Bemærk at de glacialle aflejringer ligger centralt i synklinalen, og at Skiferserien danner et ca. 25 m bredt bælte langs med markvejen (Fig. 23)



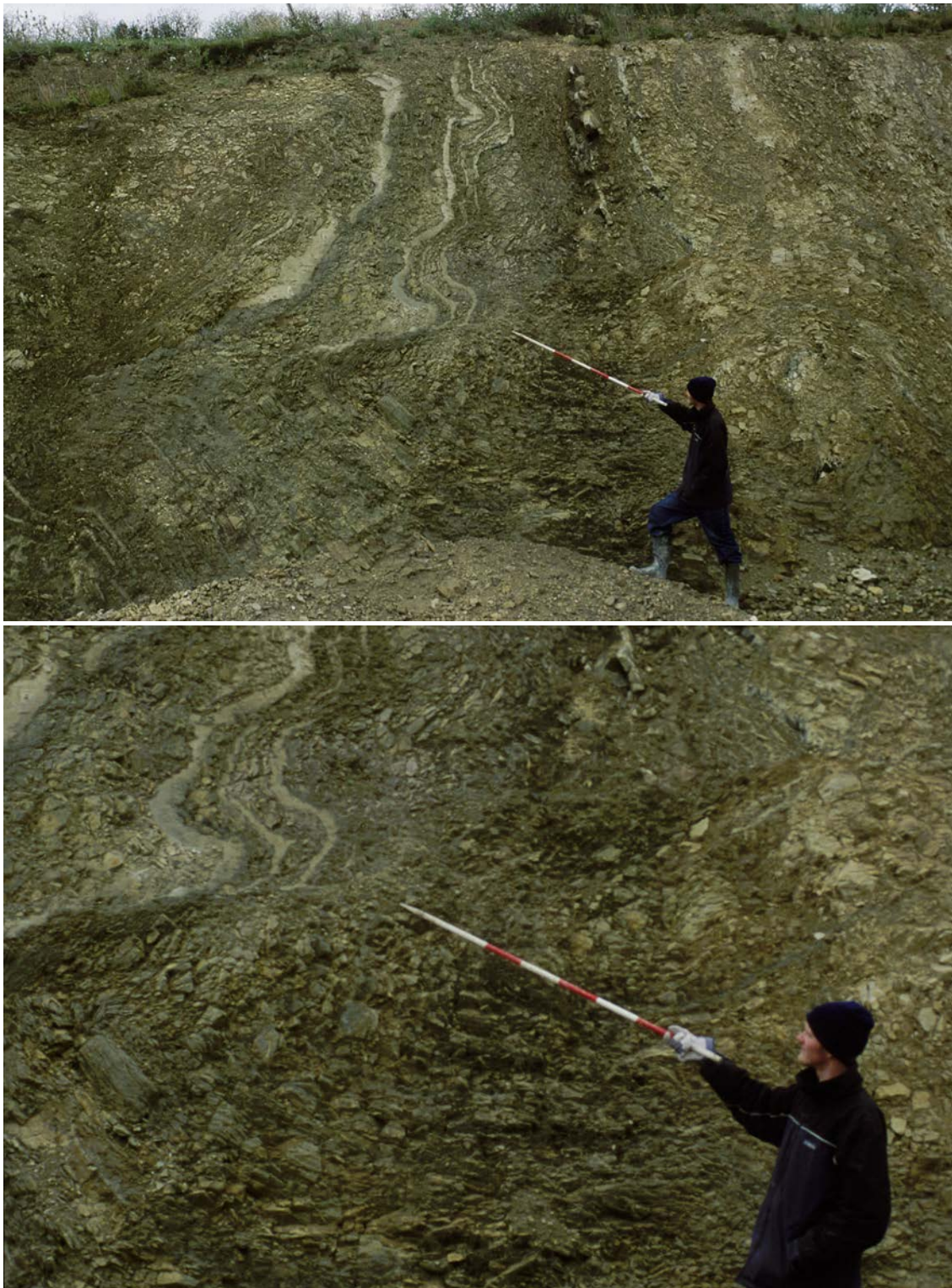
Figur 18. Overskydning med en mindre gruslomme dannet under F2 deformationen. Overskydningsplanet skærer de stejltstående askelag nederst i billedet, mens gruslommen befinder sig lige over hånden med mureskeen. Graverende 2, bakkekronen Fur.



Figur 19. Dobbeltfoldemønster i askelagene umiddelbart under +19, som er foldet i en antyklinalstruktur. Nordlige del af graverende 2, bakkekronen Fur.



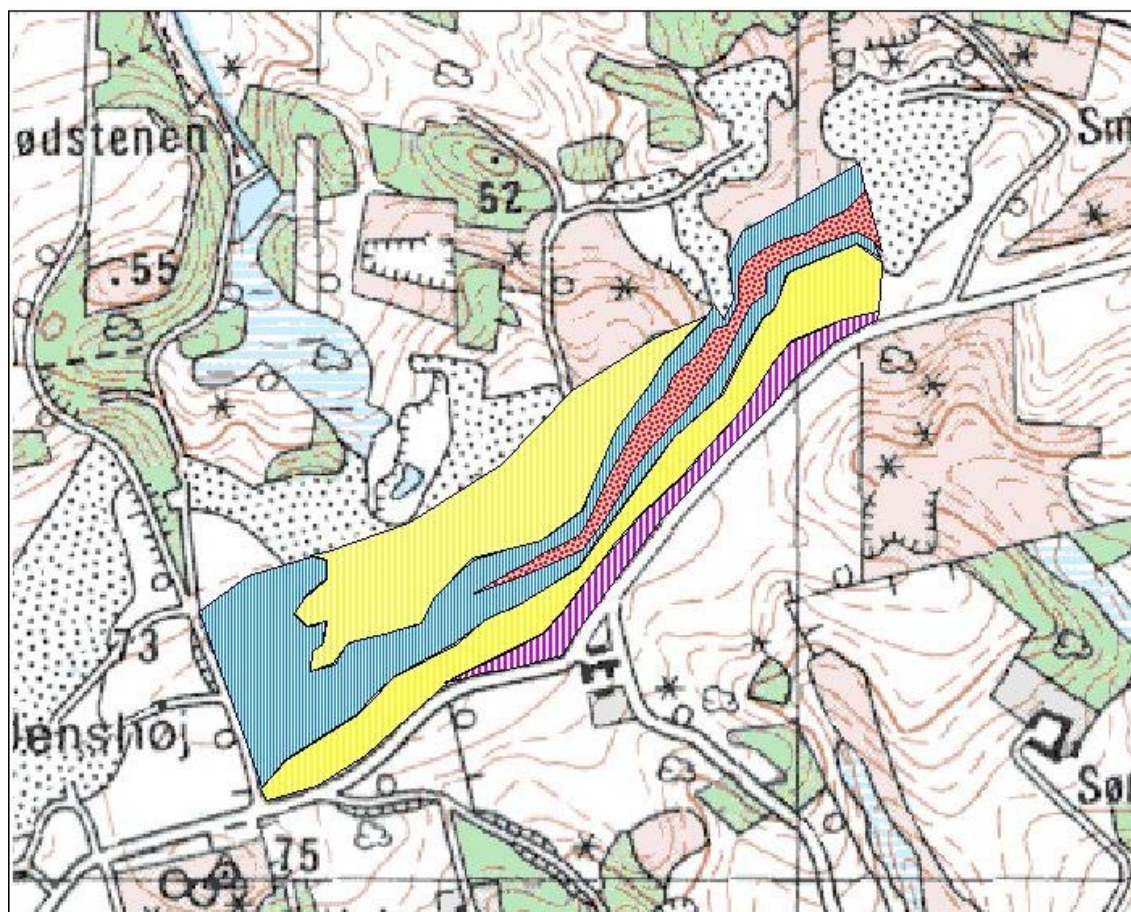
Figur 20. Dobbeltfoldede askelag og moler i nordlige del af graverende 2, bakkekronen Fur. Bemærk den tynde cementsten til højre for mureskeen.



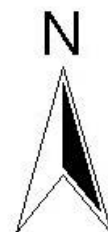
Figur 21. Eksempel på horisontal forskydningszone (ud for spidsen af landmålerstokken) langs hvilken en reorienterende rotationen foregik under F2 deformationen. Det tykke lodretstående askelag til venstre er +19, der lige som de øvrige lodretstående askelag bliver shearet ud lang forskydningszonen.



Figur 22. *Eksempel på brecciering (dannelse af brokket moler). Bemærk specielt de horisontale sprækker, som er dannet under F_2 deformationens reorientering af lagene.*



0 100 200 300 400 Meters



Figur 23. Geologisk kort over det undersøgte område i bakkekronen på Fur. Bemærk at de glaciale aflejringer markerer den store synklinals strygning, og at bæltet med skiferlag danner en "naturlig" geologisk gravegrænse langs vejen mod sydøst.

Opgørelse af råstofreserver og overjordsmængder

Matr. nr.		Moler (m ³)	Overjord (m ³)
32^k	NV del	61.000	21.000
	Ø del	110.00	56.250
	I alt	171.000	77.250
172^a		84.500	5.700
171^a		55.000	5.000
172^a & 171^a i alt		139.500	10.700
176^a & 30^{aa}	S	120.000	28.800
	N	33.000	11.500
176^a & 30^{aa} i alt		153.000	40.300
174^b & 135^b		180.000	53.750
Mængder i alt		643.500	182.000

Figur 24. Tabel over de beregnede molerreserver og overjordsmængder i det undersøgte område i bakkekronen på Fur.

Beregningen af molerreserver og overjordsmængder (Fig. 16) er foretaget på baggrund af de konstruerede geologiske tværsnit, begrænsningerne af arealer ud fra matrikelskel, og overvejelser vedrørende gravedybde og overjordsmængder. I det følgende fremlægges nogle af de overvejelser, som ligger til grund for grænsedragningen af de beregnede mængder. Generelt anses det ikke for muligt at grave under kote 30 m o.h., idet grundvandsspejlet ud fra terrænelementer er tolket til at ligge i denne dybde.

Beregninger vedrørende matr. nr. 32^k

Arealet som indgår i beregningen er mod syd begrænset af vejen og sydskellet af 32^k. Skiferserien danner her en NV-hældende gravegrænse, som det sandsynligvis vil være uklogt at grave for meget i på grund af brecciering og skiferlagenes grundvands-standsede egenskaber. I den SV-lige del er det dog skellet mod matr. nr. 139^b, som er den begrænsende faktor, og her må andre overvejelser om gravegrænse og efterbehandling inddrages. Den nordlige del afgrænses af molergraven på matr. nr. 32^s og matr. nr. 32^m.

Arealet opdeles i to råstoflegemer beliggende henholdsvis på den SØ-lige og den NV-lige side af den centrale synklinal. Brydning af moler anslås til at kunne foregå ned til 30 m under terræn, hvilket svarer til bunden af molergravene mod nord. Det skal dog bemærkes at sort moler optræder fra 24 m under terræn indikeret ud fra boring DGU nr. 38.711.

Overjord hidrører fra Askelagsserien og brokket Atlasler, der udfylder den centrale del af den store synklinal. Bunden af Askelagsserien går i synklinalen ned til en dybde af 21 m u.t., men af brydningsmæssige årsager forventes det, at den på dette sted graves bort indgår i overjordsmængderne til efterbehandling.

Beregninger vedrørende matr. nr. 172^a og 171^a

Den sydøstlige begrænsning af molerbrydning på dette areal er Skiferserien, som danner en ca. 20 m bred zone parallelt med vejen. Lagene er her stærkt deformeret og tolkes som liggende op af en stejlt hældende overskydningszone, som ikke er brydningsværdig. Under eller i overskydningszonen optræder smeltevandssand, og da iskilestrukturer tillige skærer sig ned i lagserien anses dette bælte langs med vejen for at være råstofmæssigt ubrugeligt, ja man bør nok henstille, at det friholdes for gravning af nogen art.

Det brydeværdige moler ligger i sydflanken af den store synklinal. Nordgrænsen for beregningen er nordskellet af matriklerne, og her forventes det at der brydes lodret ned til 25 m u.t.. På 171^a vil dette indebære en mindre mængde overjord i det NV-lige hjørne.

Beregninger vedrørende matr. nr. 176^a og 30^{aa}

På dette areal består den sydlige begrænsning også af Skiferserien som beskrevet ovenfor. Skiferlagene hælder stejlt mod NV og er gennemsat af talrige forskydningszoner og breccieringer. Man bør her nok holde sig til ikke at bryde mere end nogle få meter under askelag -17. Brydningen af den sydlige flanke af synklinalen er vurderet til at kunne fortsætte mod nord indtil askelag +19 ligger i en dybde af 18 m u.t. Det anses ikke for at være rentabelt at bortgrave den centrale del af synklinalen, hvor forholdet mellem overjord og moler vil være 2 til 1. På samme måde er begrænsningen mod syd på den nordlige flanke af synklinalen bestemt. Den nordlige flanke anses i øvrigt for at kunne brydes op til nordskellet af arealet. Brydningsdybden er sat til kote 30 m o.h. hvilket formindsker moler-mængden noget mod nord hvor terrænet skråner voldsomt.

Beregninger vedrørende matr. nr. 174^b og 135^b

Den sydlige begrænsning er som på de to foregående arealer Skiferserien i et bælte langs vejen. Den nordlige begrænsning er ved overfladen sat til toppen af Askelagsserien i synklinalens sydflanke for at undgå at grave i de glaciære sedimenter. Gravedybden er sat til kote 30 m; dog må det forventes at der optræder sort moler 20 m u.t.

Sammenfatning og afsluttende bemærkninger

I den centrale del af bakkekronen på Fur er der blevet udført en geologisk kortlægning med det formål at beregne mængderne af moler og overjord på matr. nr. 32^k, 172^a, 171^a, 176^a, 30^{aa}, 174^b og 135^b.

Kortlægningen har vist, at den gennemgående struktur er en stor synklinal, hvor hovedmængden af moler er tilknyttet den sydlige flanke af denne fold, og at overjord i form af Askeagsserien og glaciale sedimenter ligger i synklinalens centrale akse.

Beregningen af molerreserver er foretaget ud fra et sæt opstillede forudsætninger:

1. Der brydes ikke dybere end til kote 30 m o.h.
2. Skiferserien danner den nedre litologiske grænse for brydning af moler.
3. Overjordsmængden må ikke overstige ca. 15 m.
4. Ved matrikelskel, som grænser op mod arealer med molergrave, beregnes moler-mængden ud fra en lodret grænsedragning.

Herefter er den samlede reserve af moler beregnet til ca. 640.000 m³. Heraf må man dog regne med at ca. en fjerdedel er sort moler beliggende i en dybde under 20 m u.t. Udvinningen af denne mængde moler kræver en tilsvarende flytning af ca. 180.000 m³ overjord.

Referencer

- Bøggild, O.B. 1918: Den vulkanske Aske i Moleret. *Danm. geol. Unders.*, Ser. 2, 33, 84 pp.
- Fredningsstyrelsen, Viborg Amtsråd & Sundsøre Kommune 1983: Molerindvinding på Fur. 104 p.p.
- Gravesen, P. & Pedersen, S.A.S. 1994: Test af Miljøgeologiske Boringer. DGU Kunderapport nr. 32, 1994, 41 pp.
- Gry, H. 1940: De istektoniske Forhold i Moleret. *Meddr. dansk geol. Foren.* 9, 586-627.
- Gry, H. 1965: Furs Geologi. *Dansk Natur Dansk Skole. Årskr.* 1964, 45-55.
- 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. *Geological Survey of Denmark, Ser. A*, 7, 70 pp.
- 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.
- Houmark-Nielsen, M. 1999: A lithostratigraphy of Weichselian glacial and interstadial deposits in Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 46, 101-114.
- Jakobsen, P.R., Pedersen, S.A.S., Petersen, K.S., Fredericia, J. 1991: Kortlægning omkring Hinnerup, Salling. DGU Kunderapport nr. 7, 1991, 18 p.p.
- Pedersen, G.K. & Buchardt, B 1996: The calcareous concretions (cementsten) in the Fur Formation (Paleogene, Denmark): isotopic evidence of early diagenetic growth. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 43, 78-86.
- Pedersen, G.K. and 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. 1989: Strukturgeologi ved Skarrehage. DGU intern rapp. nr. 19 1989, 40 pp.
- Pedersen, S.A.S. 1992a: Strukturel undersøgelse af Ejerslev Molerfelt. DGU Kunderapp. nr. 11 1992, 25 pp.
- Pedersen, S.A.S. 1992b: Molerundersøgelse af Helgasminde på Fur. DGU Kunderapp. nr. 59 1992, 18 pp.
- Pedersen, S.A.S. 1993: Molerreserver nord for Ejerslev Molerfelt. DGU Kunderapp. nr. 80, 1993, 21 pp.
- Pedersen, S.A.S. 1996a: Den nordlige begrænsning af Ejerslev Molerfelt. GEUS Kunderapp. nr. 1996/101, 46 pp.
- Pedersen, S.A.S. 1996b: 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 nr. 2000/23, 44 pp.

- Pedersen, S.A.S. & Jakobsen, P.R. 1993: Molerundersøgelse af Knuden på Fur. DGU Kunderapport nr. 19, 1993, 24 pp.
- Pedersen, S.A.S., Lindgreen, H.B. & Pedersen, G.K. 1998: Amorphous silica and hydrous aluminosilicates for production of construction materials. GEUS Rapport nr. 1998/23, 47 pp.
- Pedersen, S.A.S., Fries, K., Lindgreen, H.B., Pedersen, G.K. & Steffensen, J. 1999: Amorphous silica and hydrous aluminosilicates for production of construction materials. 2nd year progress report. GEUS Rapport nr. 1999/8, 40 pp.
- Pedersen, S.A.S. & Petersen, K.S. 1985: Sandkiler i moler på Fur. Intern rapport Danmarks Geologiske Undersøgelse, nr. 32 1985, 26 pp.



Figur 25. *Beliggenhed af graverende 2, hvor den skærer sydkanten af molergraven på matr. nr. 32^m. Bemærk det skæve snit gennem askelagene, som er foldet i en synklinal.*