

Den geologiske kortlægning af Danmark

Feltrapport 2019 for kortbladene 1214 I, 1214 II NØ, SØ,
1214 IV NØ, 1215 II NØ, SØ og SV

Peter Roll Jakobsen

Indholdsfortegnelse

Indledning	4
Områder	4
Periode.....	5
Deltagere	5
Geologisk ramme	6
Kvartære aflejringer	7
Glaciale aflejringer	7
Glacialtektonik	8
Ekstramarginale aflejringer	11
Hedeslette	11
Terrasser.....	11
Ekstramarginale søaflejringer	12
Postglaciale aflejringer	13
Prækvartære aflejringer	14
Miocæne aflejringer	15
Oligocæne aflejringer	16
Eocæne aflejringer.....	17
Morfologi og landskabsdannelse	18
Moræneflade.....	18
Dødislandskab	19
Kame bakker.....	20
Tunneldale	20
Gudenådalen	21
Raviner og sidedale	22
Falske bakker	22
Kildedale	24
Spaltdale	26
Hedeslette.....	27
Mose	28
Grauballemanden og Tollundmanden	28
Klit og flyvesandsflade	29
Datering af Hedesletteaflejringer	30
Prøvetagning	30
Resultat.....	32
Laboratorie rapport	32
Lokalitetsbeskrivelser	34

Oversigtskort.....	34
Skygge 1	35
Sinding 2	35
Karlbygård Grusgrav (Låsby) 3	37
Rye Nørreskov 4.....	38
Nørre Vissing 5	40
Store Lyngdal Plantage. Kildedal, miocæn, kvartær 6	41
Lille Lyngdal 7	43
Sorring Skov 8	44
Hundskov 9	45
Holmstol 10	46
Houlbjerg 11.....	47

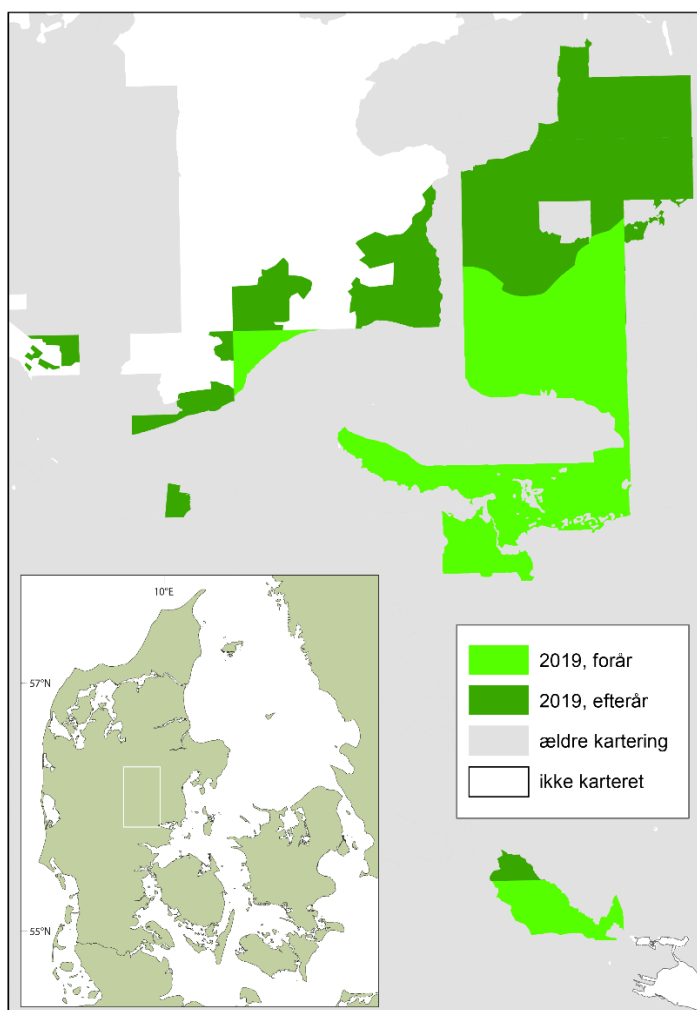
Referencer	48
-------------------	-----------



Indledning

Områder

Årets kartering er foretaget i de manglende områder på Silkeborg kortet (1214 I), Bjerringbro kortet (1215 II) samt den østlige del af Kjellerup (1215 III) og Ikast (1214 IV) (Fig. 1). Endvidere er der kortlagt godt 20 km² i et område vest for Horsens på kortblad 1214 II SØ. Denne kortlægning beskrives i særskilt rapport.



Figur 1. Områder karteret i 2019.

I foråret er der kortlagt 132,7 km² og i efteråret 211,8 km². Ialt er der kortlagt 344,6 km² i 2019.

Periode

Feltarbejdet foregik i perioderne 18. marts – 12. april, 29. april – 10. maj i foråret og 2. september – 4. oktober i efteråret.

Deltagere

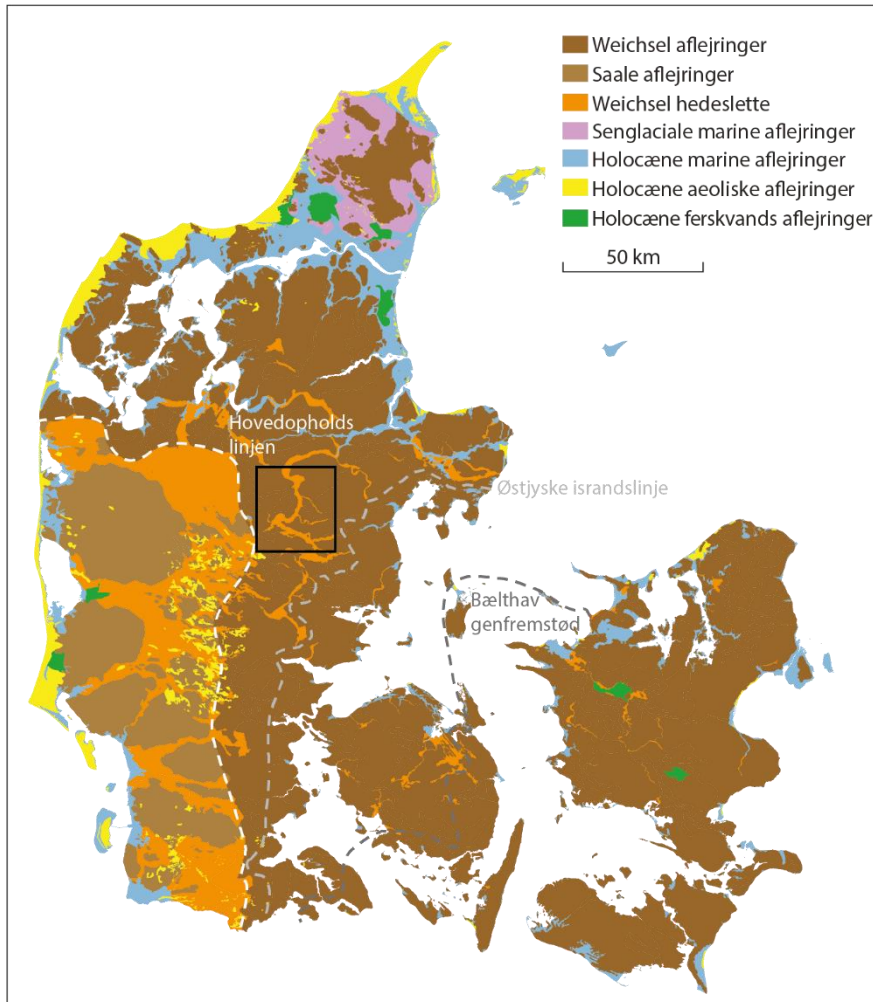
I kortlægningen i 2019 har 8 geologer og 8 studenter deltaget. I Tabel 1 er en oversigt over hvilke kortblade de enkelte har kortlagt på.

Tabel 1. Deltagere i feltarbejde.

Kortblad		Geolog	Student
1214 I NØ		Peter R. Jakobsen Ole Bennike Merete Binderup Lærke T. Andersen Henrik J. Granat	Raman Rasul Alexander P. Gamble Antonio Gusak Silja Rindom
1214 I SØ		Peter R. Jakobsen Ole Bennike	
1214 I SV		Peter R. Jakobsen	Alexander P. Gamble
1214 I NV		Peter R. Jakobsen	
1214 II SØ		Claus B. Ditlefsen	
1214 IV NØ		Peter R. Jakobsen Merete Binderup	
1215 II NØ		Peter R. Jakobsen Merete Binderup Kristine B. Jørgensen Lærke T. Andersen	Rikke Meldgaard Ida S. Bangslund Raman Rasul Alexander P. Gamble Sergei Olsen
1215 II SØ		Peter R. Jakobsen Ole Bennike Henrik J. Granat Kristine B. Jørgensen Lærke T. Andersen Mette H. Mortensen	Antonio Gusak Mathias Dyrberg
1215 II SV		Peter R. Jakobsen Ole Bennike Henrik J. Granat Kristine B. Jørgensen Lærke T. Andersen	Alexander P. Gamble Ida S. Bangslund

Geologisk ramme

De kortlagte områder ligger i Midtjylland mellem Hovedopholdslinjen (Ussing 1903) og Den Østjyske Israndslinje (Harder 1908) (Fig. 2).



Figur 2. Geologisk oversigtskort, hvor de kortlagte områder ligger inden for området markeret med den sorte firkant.

De to israndslinjer markerer den maksimale udbredelse af de to seneste isfremstød, der har præget Øst- og Midtjylland i Sen Weichsel, nemlig Hovedfremstødet og Det Ungbaltiske Fremstød. Det er også aflejringer og erosion tilknyttet disse to isfremstød, der primært præger geologien og landskabet i kortlægningsområdet. Den yngste moræne der præger overfladen i området er aflejret af Hovedfremstødet fra nordøst (Houmark-Nielsen 1987, Kronborg *et al.* 1990) ca. 22.000 til 20.000 år før nu (Houmark-Nielsen 2008).

Kvartære aflejringer

De kvartære aflejringer udgør langt den største del af jordarterne i de kortlagte områder (Fig. 3). De glaciale aflejringer er moræneler (ML), morænesand (MS), smeltevandssand (DS), smeltevandssgrus (DG), smeltevandsler (DL) samt ekstramarginalt smeltevandsler, -sand og -grus (TL, TS, TG). De postglaciale aflejringer består af Ferskvandstørv (FT), Ferskvandssand (FS), og ferskvandsler samt enkelte områder med flyvesandsdækker og klitter (ES, EK). Aflejringerne litologi og dannelse er nærmere beskrevet i Jakobsen & Tougaard (2020).

Postglaciale lag FG - Ferskvandssgrus FS - Ferskvandssand FI - Ferskvandssilt FL - Ferskvandsler FP - Ferskvandsgytie FT - Ferskvandstørv FV - Vekslende tynde ferskvandslag FK - Kilde-, mose- og søkalk FJ - Okker og myremalm FHG - Deltagrus FHS - Deltasand FHL - Deltaler HG - Saltvandssgrus HS - Saltvandssand HI - Saltvandssilt HL - Saltvandsler HP - Saltvandsgytie HT - Saltvandstørv (i kan også bruges) HV - Vekslende tynde saltvandslag, marsk HSG - Saltvands skalgrus EK - Klitsand ES - Flyvesand EI - Löss Senglaciale lag TG - Smeltevandssgrus TS - Smeltevandssand TI - Smeltevandssilt TL - Smeltevandsler TP - Smeltevandsgytie TV - Vekslende tynde smeltevandslag YG - Saltvandssgrus YS - Saltvandssand YI - Saltvandssilt YL - Saltvandsler			YP - Saltvandsgytie YT - Saltvandstørv YV - Vekslende tynde saltvandslag Marginal glaciale lag ZG - Issøgrus ZS - Issøsand ZI - Issøsilt ZL - Issøler ZV - Vekslende lag af issesedimenter Glaciale lag DG - Smeltevandssgrus DS - Smeltevandssand DI - Smeltevandssilt DL - Smeltevandsler DV - Vekslende tynde smeltevandslag MG - Morænegrus MS - Morænesand MI - Morænesilt ML - Moræneler MV - Vekslende tynde morænelag KMG - Kalkmorænegrus KML - Kalkmoræneler KMS - Kalkmorænesand Interglaciale lag IG - Ferskvandssgrus IS - Ferskvandssand IL - Ferskvandssilt IV - Ferskvandsler IP - Ferskvandsgytie IT - Ferskvandstørv ID - Ferskvandsgytie, kiselgur IJ - Okker QG - Saltvandssgrus QS - Saltvandssand QI - Saltvandssilt			QL - Saltvandsler QP - Saltvandsgytie QT - Saltvandstørv QV - Vekslende tynde saltvandslag Øvrigt BY - Byområde SØ - Ferskvand HAV - Havområde TA - Teknisk anlæg RÅ - Råstofgrav LRA - Lukket råstofgrav LSL - Jordskred O - Fyld X - Ukendt lag, oplysninger mangler IA - Ingen adgangsret Andre lag (alfabetisk) BK - Danien bryozokalk, koraalkalk ED - Eocæn moler EE - Eocæn vulkansk aske G - Grus / sand og grus GC - Oligocæn/miocæn/pliocæn brunkul GL - Oligocæn/miocæn/pliocæn glimmerler GS - Oligocæn/miocæn/pliocæn glimmersand GV - Oligocæn/miocæn/pliocæn vekslende lag K - Kalk, kridt og kalksten KS - Miocæn kvartssand LL - Eocæn ler, plastisk ler OL - Oligocæn ler PKV - Prækvartert lag PL - Selandien ler, palæocæn ler PS - Selandien sand, palæocæn grønsand RL - Eocæn Rønæs ler S - Sand SK - Campanien-maastrichtien skrivekridt SL - Eocæn Søvind mergel ZK - Danien kalk / kalk og flint			Total Legende Version 4 Juli 2015
---	--	--	---	--	--	---	--	--	--

Figur 3. Legende til Danmarks Digitale Jordartskort 1:25.000, med feltsymboler.

Glaciale aflejringer

De glaciale aflejringer er hovedsagelig moræneler (ML), morænesand (MS) og smeltevandssand (DS). Moræneler dominerer mest i den østlige del af kortlægningsområdet, og op mod Hovedopholdslinjen bliver moræneaflejringerne mere sandede og morænesand er her det dominerende sediment. Kortlægningsområderne ligger mellem Hovedopholdslinjen og den Østjyske Israndlinje, hvor den yngste moræne der dominerer overfladen, er afsat under hovedfremstødet (Houmark-Nielsen 1987, Kronborg *et al.* 1990, Jakobsen *et al.* 1996). Ældre glaciale aflejringer er beskrevet i grusgrave (Kronborg *et al.* 1990), men er ikke set under karteringen i grusgrave.

Mellem Laven og Alling består den østlige flanke af Gudenådalens udelukkende af moræneler, hvor der ellers forekommer smeltevandssand i flankerne af Gudenådalens. Her er således

en lagpakke på minimum 50 m med moræneler (Fig. 4). Der kunne ikke skelnes flere enheder under kortlægningen, men en så stor lagpakke indeholder sandsynligvis flere moræneenheder. De kunne repræsentere flere isfremstød, og/eller være glacialtektonisk forstyrret.



Figur 4. Moræneler blottet i lille vandløb ved Laven. Her kunne moræneleret følges vertikalt ca. 50 m i Gudenådalens flanke.

Smeltevandssand (DS) ses i flankerne af dalene, især Gudenådalen og flere tunneldale. I områderne øst for Silkeborg og syd for Julsø er der udbredte områder med smeltevandssand. Her er moræneaflejringerne antagelig eroderet væk. De fleste forekomster af DS ligger umiddelbart under den yngste moræneenhed. Det er sand og grus aflejringer, der er grovende opad, som er aflejret foran hovedfremstødets gletsjer, og tolket som hørende til Teppestrup Formationen (Jakobsen *et al.* 1996) der er opstillet som formation ved Randers (Larsen *et al.* 1977). Ældre sand og grus aflejringer kan også forekomme.

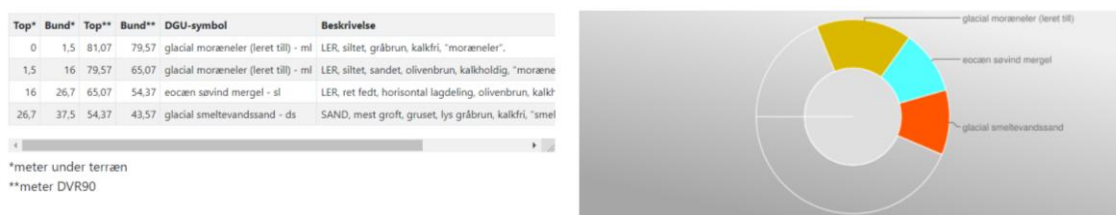
Glacialtektonik

I de kortlagte områder er der set meget få indikationer på glacialtektonik. I området mellem Låsby og Nørre Vissing er der dog fundet evidens på storskala glacialtektonik.



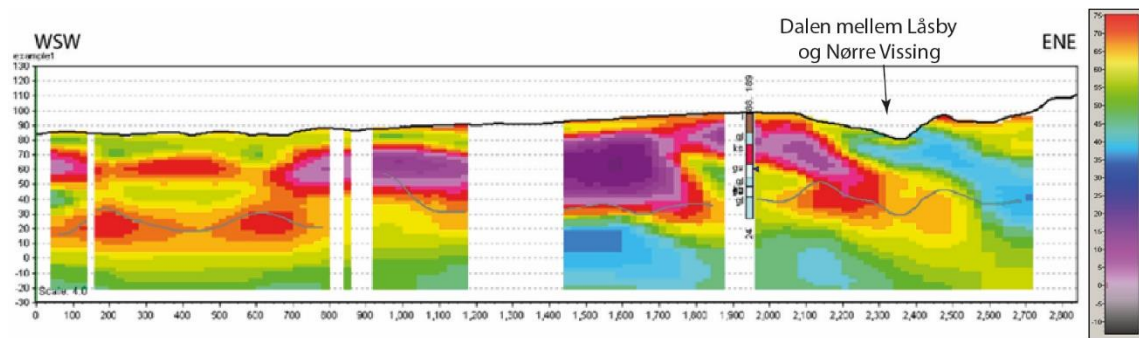
Figur 6. Miocæne aflejringer der hælder mod nordøst, i siden af dalen mellem Låsby og Nørre Vissing (KS polygon på Fig. 5).

Glaciale tektoniske forstyrrelser kan også ses i to borer beliggende i hver sin ende af dalen mellem Låsby og Nørre Vissing (Fig. 5). I boring DGUnr. 88.1351 er der en flage af Søvindmergel indlejret i glacial aflejringer over miocæne aflejringer. I boring DGUnr. 88.917 ved Nørre Vissing er der registreret en flage af Søvindmergel, lige under den morænelersenhed, der udgør morænefladen i området (Fig. 7).



Figur 7. Udsnit fra JUPITER databasen med data fra boring DGUnr. 88.917 i udkanten af Nørre Vissing. For beliggenhed se Fig. 4.

Tilstedeværelsen af Søvindmergel og miocænt kvartssand hænger meget præcist sammen med tTEM data (towed Timedomain ElectroMagnetic geophysical data) indsamlet i forbindelse med Mapfield projektet (Kim *et al.* 2019), der viser store skiver af lerede sedimenter med lav modstand er skudt op til overfladen, og som hælder mod nordøst. De glacial tektoniske forstyrrelser kan følges til kote ca. -10 m, og har en tykkelse på ca. 100 m (Fig. 8).



Figur 8. tTem data fra området mellem Låsby og Nørre Vissing (Efter Kim *et al.* 2019).

Ekstramarginale aflejringer

Hedeslette

Ved Skygge er et lille område kortlagt på hedesletten lige vest for Hovedopholdslinjen, der består af ekstramarginalt smeltevandssand og -grus (TS og TG) (Fig. 9).



Figur 9. Grus og sten i toppen af Hedesletteaflejringer i grusgrav ved Skygge, lige vest for Hovedopholdslinjen. Stenene tyder på en meget kort afstand til isranden. Bemærk også det tykke lag af manganudfældninger, dannet ved podsol jordbundsdannelse.

Terrasser

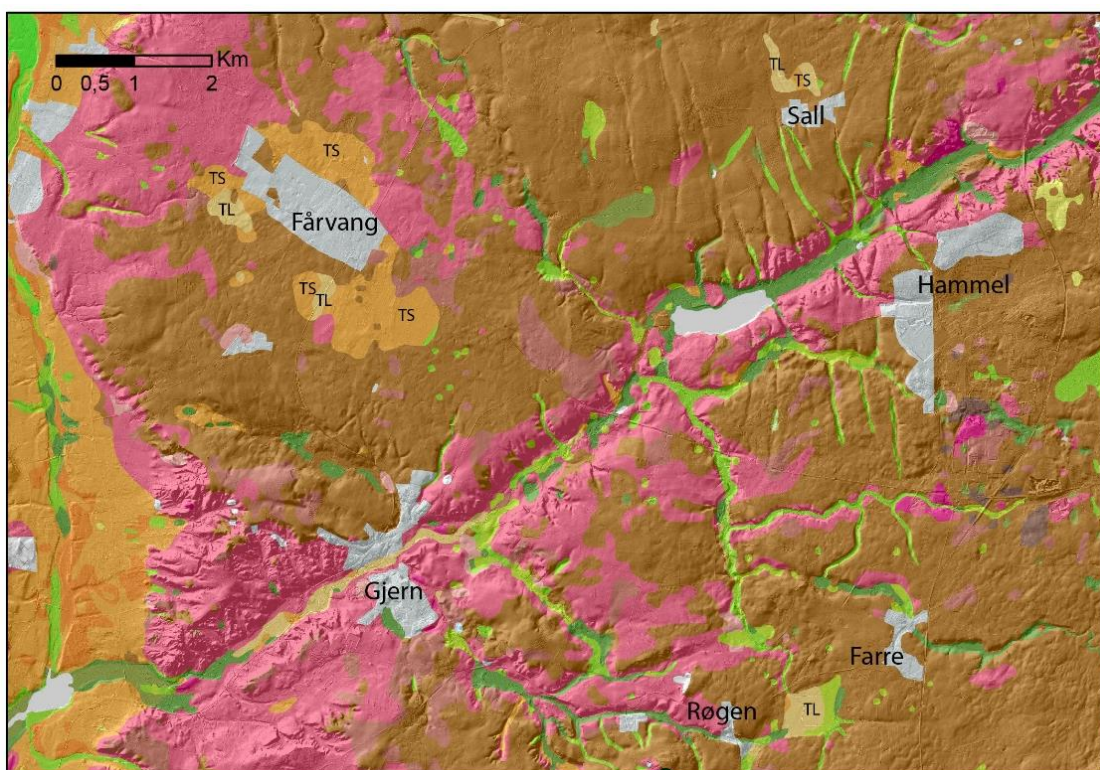
I Gudenådalen består terrasserne af ekstramarginalt smeltevandssand (TS) og stedvis -grus (TG) (Fig. 10). Nogle steder er der kegler af nedskylssand i dalsiden af gudenådalen, specielt i området ved Himmelbjerget (Fig. 23). TS og TG findes også i bunden af brede fladbundede og tørre sidedale til de store dale (Fig. 21).



Figur 10. TS i en Gudenå terrasse i Rye Nørskov.

Ekstramarginale søaflejringer

Efter afsmeltningen af isen fra Hovedopholdslinjen er der i lavninger i morænelandskabet dannet søer, hvor der er aflejret søsedimenter. Det er typisk finkornet siltet sand (TS) og ler (TL) (Fig. 8). Søerne har som regel afløb gennem en mindre dal til større dalsystemer.



Figur 11. Geologisk kort over området mellem Gudenåen og Hammel. Farver og annotationer svarer til dem angivet i legende til Jordartskortet (Fig. 3). Omkring Fårvang, ved Sall og mellem Røgen og Farre er der plane flader, der består af TS og TL aflejret i søer dannet i lavninger i morænefladen.

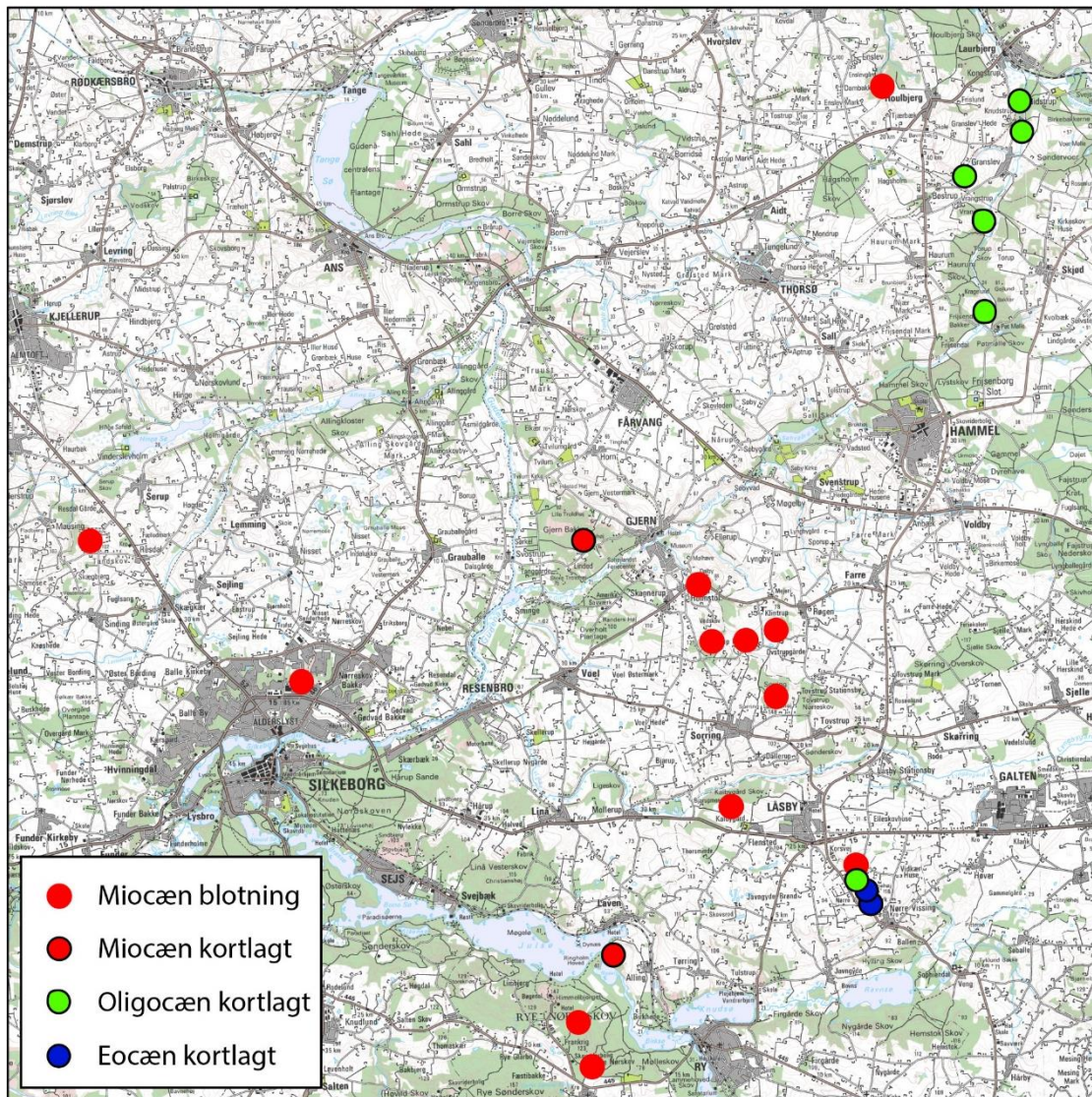
Postglaciale aflejringer

De postglaciale ferskvandsaflejringer findes i form af ferskvandstørv (FT), ferskvandsgytje (FP) og ferskvandssand (FS), og er primært aflejret langs vandløbene i ådalene. Desuden findes de i lavninger i det glacial terræn, specielt i dødisområder.

Flyvesand forekommer i form af klitter (EK) på de brede terrasseflader ved Silkeborg. Desuden er der ved Kragelund, nær ved Hovedopholdslinjen, forekomster af klitter.

Prækvartære aflejringer

I det kortlagte område består størstedelen af prækvartæret af miocæne aflejringer. I den nordøstlige del af kortlægningsområdet ved Granslev, op mod Laurbjerg, er der truffet oligocæne aflejringer. I den sydvestlige del af kortlægningsområdet er der påtruffet både miocæne, oligocæne og eocæne aflejringer tæt op ad hinanden i det glacialtektoniske kompleks ved Nørre Vissing (Fig. 12).



Figur 12. Kort over prækvartære aflejringer påtruffet under kortlægningen. På kortet er der differentieret mellem kortlagte forekomster og forekomster i blotninger. Forekomster i blotninger forekommer ikke nødvendigvis i overfladen.

Miocæne aflejringer

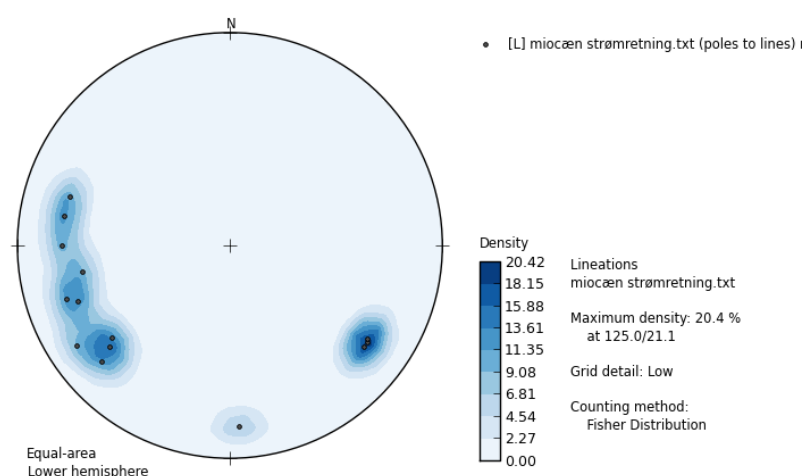
De miocæne aflejringer i kortlægningsområdet er påtruffet overfladenært under kortlægningen og de er set i blotninger. Blotningerne varierer fra små sandtag og blotninger langs grusveje i skove til blotninger i større grusgrave. En oversigt over blotningernes beliggenhed er vist i Fig. 12. Blotningerne er kort omtalt i kapitlet med lokalitetsbeskrivelser. Bortset fra området ved Nørre Vissing er ingen af de observerede miocæne aflejringer glacialtektonisk forstyrret.

I Silkeborg består de miocæne aflejringer af marine aflejringer fra Vejle Fjord Formationen og Addit Mb (Jakobsen *et al.* 2016). De miocæne aflejringer der er påtruffet er kvartssand, glimmersand (som regel finkornet), glimmersilt og fed glimmerholdigt ler. Leret er påtruffet i Rye Nørskov sammen med kvartssand og glimmersilt.

Forsæt-orientering er målt på 6 lokaliteter og vist i Tabel 2. Orienteringen af forsættene og dermed strømningsretningen er hovedsagelig SØ, SV og lidt mod V (Fig. 13), hvilket overordnet kunne tolkes som en generel transportretning fra NØ imod SV, hvilket er i god overensstemmelse med modellen for transportretning og udbygning af de miocæne aflejringer fra nord og nordøst imod syd og sydøst (Rasmussen *et al.* 2010).

Tabel 2. Orientering af forsæt i miocæne aflejringer.

Lokalitet	Orientering	Strømningsretning	Lokalitet	Orientering	Strømningsretning
	135°/24° SV	125°	Rye Nørskov	147°/15° SV	237°
	137°/22° SV	127°		138°/20° SV	228°
	134°/23° SV	124°		190°/22° V	280°
	17°/22° V	287°	Ll. Lyngdal	10°/30° V	260°
	87°/16° S	177°		140°/27° SV	230°
Houlbjerg	180°/22° V	270°	Hundskov	160°/25° V	250°
	162°/20° SV	252°	Sorring Skov	133°/30° SV	223°



Figur 13. Stereoplot af strømrætninger målt i miocæne aflejringer i det kortlagte område.

Oligocæne aflejringer

Oligocæne aflejringer er kortlagt i et strøg nord for Hammel langs Granslev Å. Det oligocæne ler er grønt og meget fedt. I en af markerne nord for Granslev var der pløjet konkretioner op til overfladen (Fig. 14).



Figur 14. Konkretion i overfladen i en stubmark, ned mod Granslev Å, lidt nord for Granslev. På spyddet er der fed grønlig Oligocæn ler.

Ved Nørre Vissing er der kortlagt Oligocæn Brejning Ler, der er glacialtektonisk disloceret (se afsnit om glacialtektonik side 8). En håndboring er lavet for bedre at kunne identificere aflejringen (Fig. 15).



Figur 15. Håndboring i forvitret Brejning Ler ved Nørre Vissing (foto: Henrik Granat).

Eocæne aflejringer

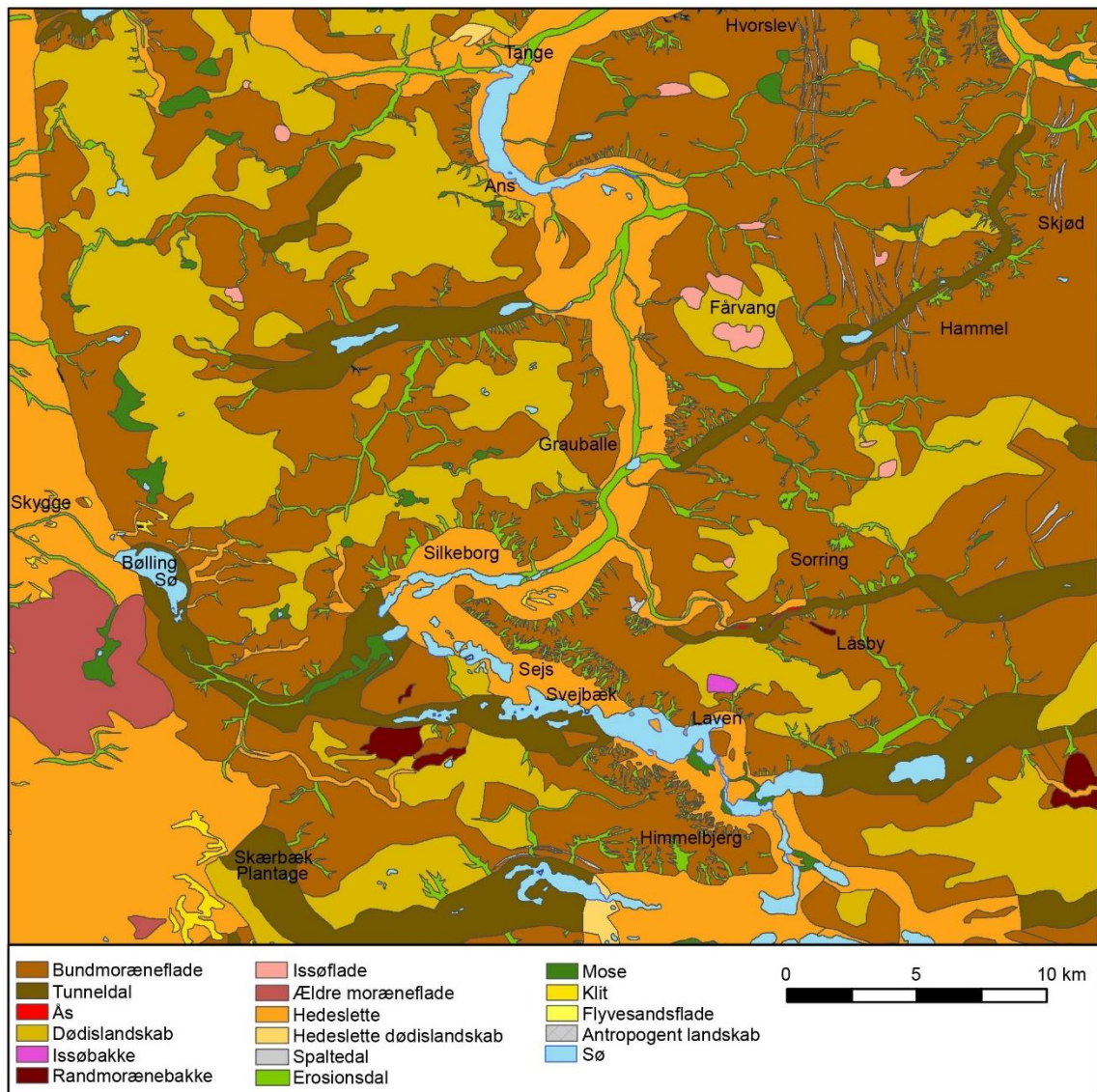
Ved Nørre Vissing er der kortlagt Eocæn Søvind Mergel, der er glacialtektonisk disloceret (se afsnit om glacialtektonik side 8). En håndboring er lavet for bedre at kunne identificere aflejringeren (Fig. 16).



Figur 16. Håndboring i forvitret Søvind Mergel (foto: Henrik Granat).

Morfologi og landskabsdannelse

Landskabsformerne i de kortlagte områder er dannet i Senweichsel og Holocæn. Landskabstyperne og deres fordeling ses på Fig. 17. I Senweichsel er de dannet i forbindelse med Hovedfremstødet og afsmeltningen af isen, og i forbindelse med det Østjyske Isfremstød. Herunder er de vigtigste og mest fremtrædende landskabstyper i området beskrevet.



Figur 17. Udsnit af det Geomorfologiske kort over Danmark 1:200.000.

Moræneflade

Morænefladerne udgør størstedelen af områdets areal. Det er en landskabstype som udgør en flad til svagt bølgende flade (Fig. 18).

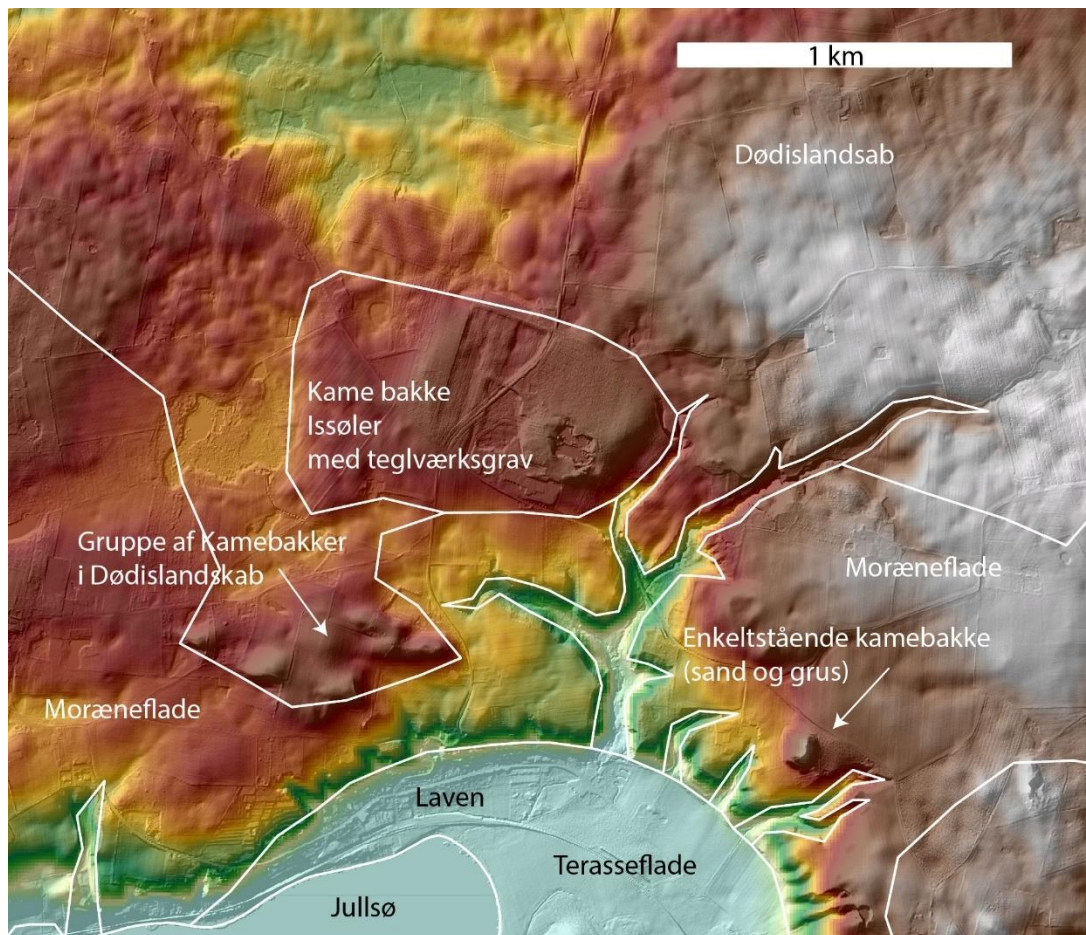


Figur 18. Moræneflade Ved Houlbjerg i den nordøstlige del af det kortlagte område.

Dødislandskab

Dødislandskaber findes i større områder mellem Låsby og Laven, nord for Silkeborg i Grauballeområdet, et område vest for Sorring, og et område nordøst for Sorring op mod Hammel (Fig. 17).

Dødislandskabet mellem Laven og Låsby er med til at markere det såkaldte C4 afsmeltningsstadie under tilbagesmeltingen af Hovedfremstødet, hvor Gudenådalens initieres (Larsen & Kronborg 1994). På Fig. 19 er vist et udsnit af den sydlige afgrænsning af dødisområdet. I dette område er der en større issøbakke/kamebakke der består af smeltevandssler, hvor der tidligere har været gravet teglværksler.



Figur 19. Morfologisk kort over området nord for Laven. Dødisområdet markerer C4 linjen der er et afsmeltningsstadiet (Larsen & Kronborg 1994).

Kame bakker

En kame bakke er en plateauagtig bakke, opbygget af lag af ler eller sand og grus. Bakken er aflejret i en sø i et isbegrænset bassin. De kan være enkeltelementer i et dødislandskab eller forekomme som enkeltstående bakker på en moræneflade (Fig. 19).

Tunneldale

Nogle af de mest markante landskabselementer i de kortlagte områder er tunneldalene. De har generelt et NØ-SV eller ØNØ-VSV forløb (Fig. 17). Nær Hovedopholdslinjen drejer tunneldalene op mod NV, både ved Bølling Sø og ved Skærbæk plantage. Den retningsændring kan også ses længere sydpå.

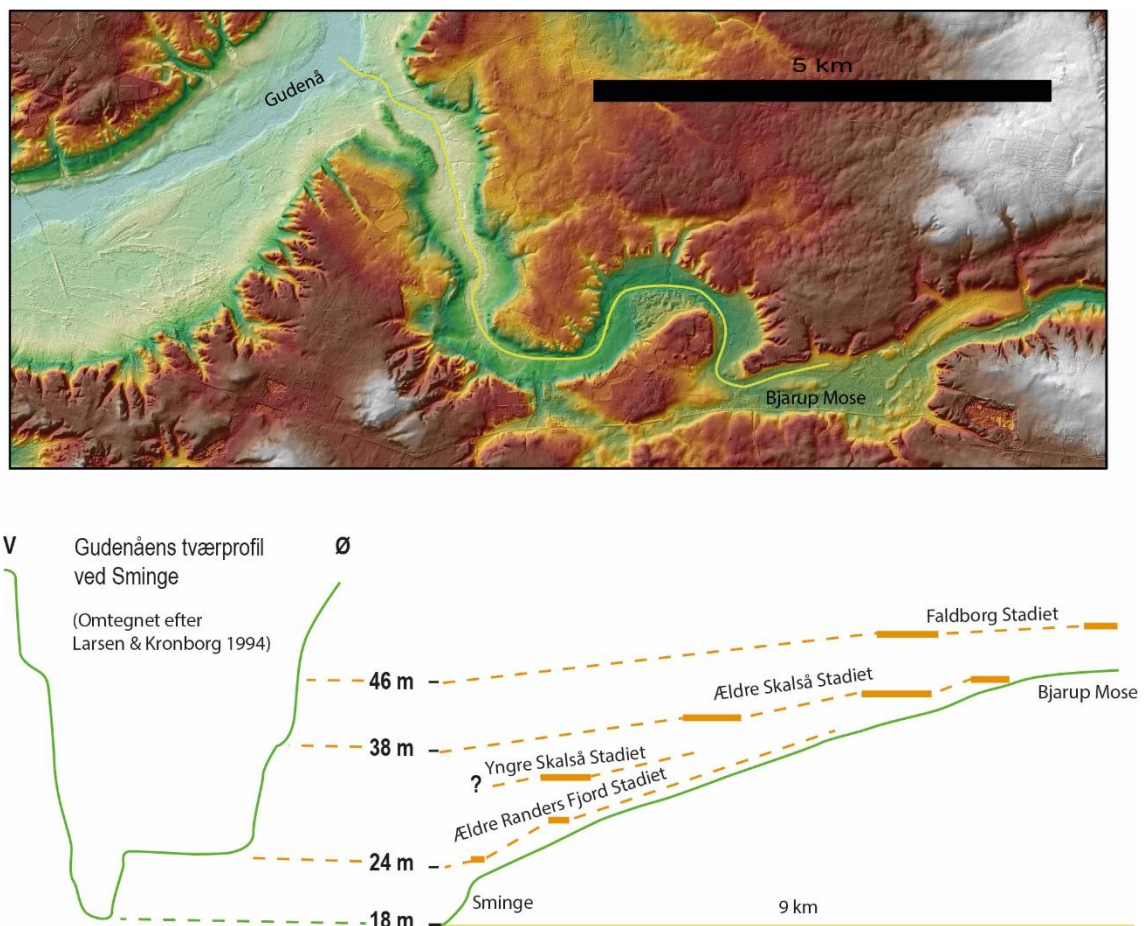
I overgangen mellem Tunneldale og Gudenådal kan det være svært at skelne hvad der er hvad, især i områder syd for Silkeborg, ved Jullsø og Knudsø.

Gudenådal

Gudenådal har et slynget, men overordnet nord-syd gående forløb. Under afsmeltningen af isen fra Hovedfremstødet løb smeltet vandet langs C4 stadiet i nordlig retning op til Limfjordsområdet (Larsen & Kronborg 1994). Under tilbagesmeltningen af isen fra hovedopholdslinjen er der to stadier af dalerosion, der kan aflæses i koterne på terrasseflader dannet i dalens sider – Faldborg Stadiet og Skalså Stadiet.

Under Det Østjyske isfremstød løber smeltet vandet igen i Gudenådal, og herfra kan der erkendes to stadier - ældre Randers Fjord og Yngre Randers Fjord stadierne.

I Linådal, der er en sidedal til Gudenådal, kan man også erkende de samme stadier (Fig. 20). Bjarup Mose udgør grænsen mellem en Tunneldal der løber retlinet mod øst og en ekstramarginal ådal, med terrasser, der slynger sig mod vest. I mosen er der to grusede åse. Bjarup Mose markerer således beliggenheden af isranden i C4 stadiet.

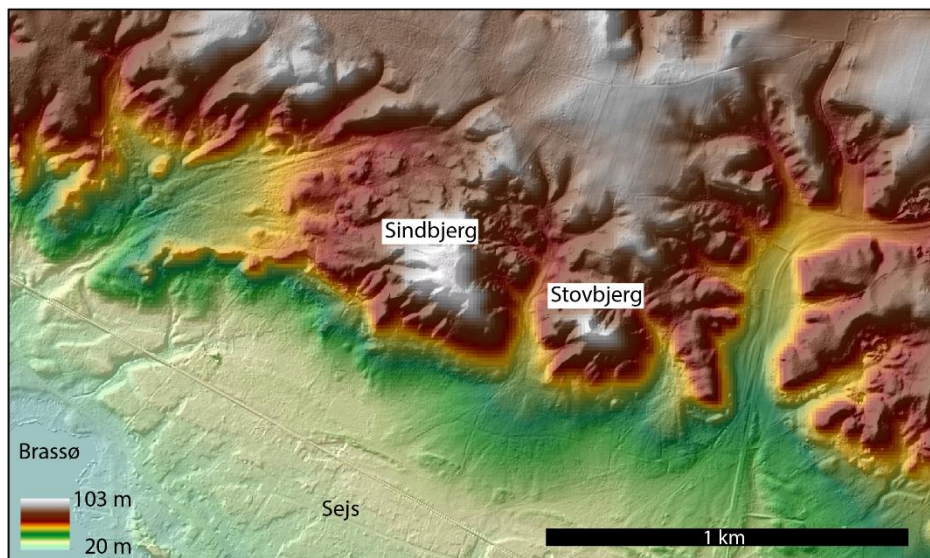


Figur 20. Linådalens længeprofil sat sammen med tværnsnit af gudenådal, med terrasser svarende til Gudenådalens erosionsstadier. Terrasse-nivauer i Linådal, som er indbyrdes korreleret, og korreleret med Gudenåens stadier er vist med orange (omtegnet efter Jakobsen *et al.* 1996).

Raviner og sidedale

Ravinedalene er skarpe erosionskløfter, der skærer sig ind i de stejle ådals-skrænter (Fig. 21 og 23). De er dannet successivt med dannelsen af ådalene, og har stedvis bidraget med materiale til terrasserne i dalene (TS og TG). Der ses ofte grovere materiale (TG) ud for de store raviner. Raviner er som regel udviklet, hvor der er sandede aflejringer i dalsiderne. De præger landskabet langs Gudenådal, især syd for Julsø ved Himmelbjerget, fra Svejlbæk ind til Silkeborg, i Silkeborg og i Gjærn Bakker.

Ravinerne kan også udvikle sig til større sidedale, der typisk er fladbundede, vandløbsløse og med TS aflejret i dalbunden (Fig. 21)



Figur 21. Højdemodel over området med de falske bakker Sindbjerg og Stovbjerg ved Sejs. I området er der både relativt korte skarptskårne ravinedale, og sidedale der går længere ind i den høje del af landskabet. Sidedalen øst for Stovbjerg er en vandløbsløs fladbundet dal med TS i dalbunden. Sejs ligger på en terrasseflade i Gudenådal.

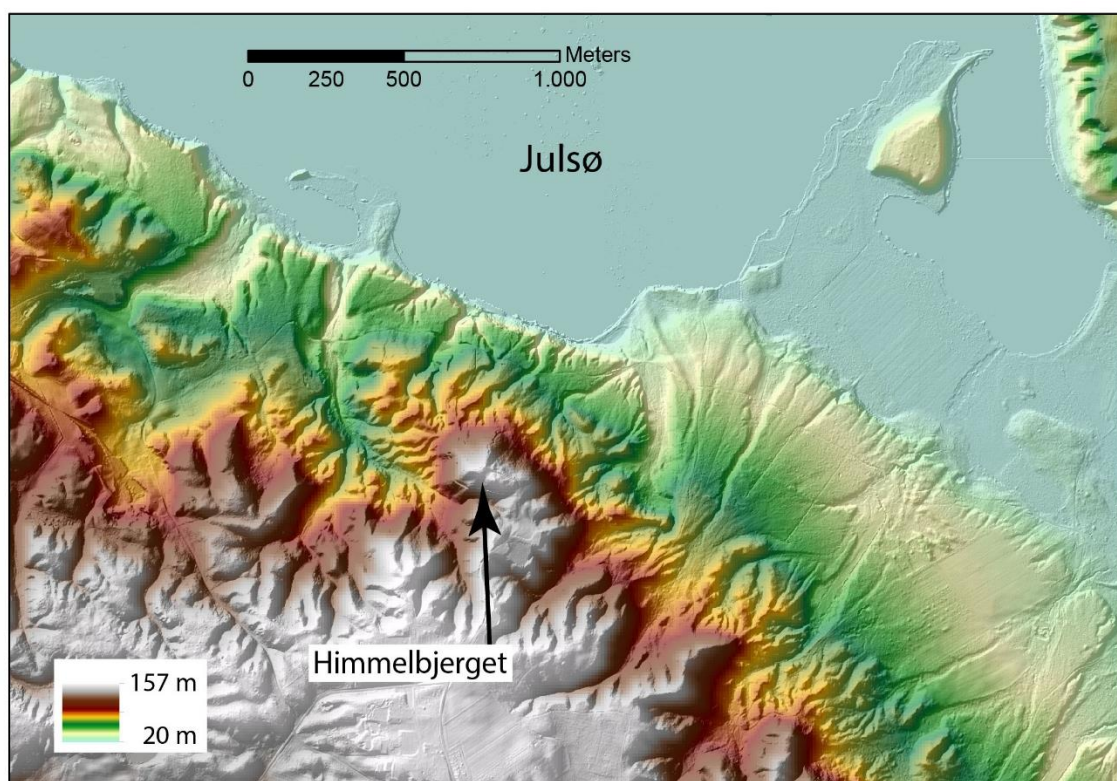
Falske bakker

Falske bakker er dannet i dalsider der er præget af raviner, hvor ravinerne har skåret sig så intenst ind i dalsiden, at der står isolerede bakker tilbage. Bakkerne er således ikke dannet ved deposition, men erosion (Milthers 1948).

Falske bakker findes især ved Sejs-Svejlbæk området (Fig. 21 og 22), området ved Himmelbjerget (Fig. 23) og Gjærn Bakker.



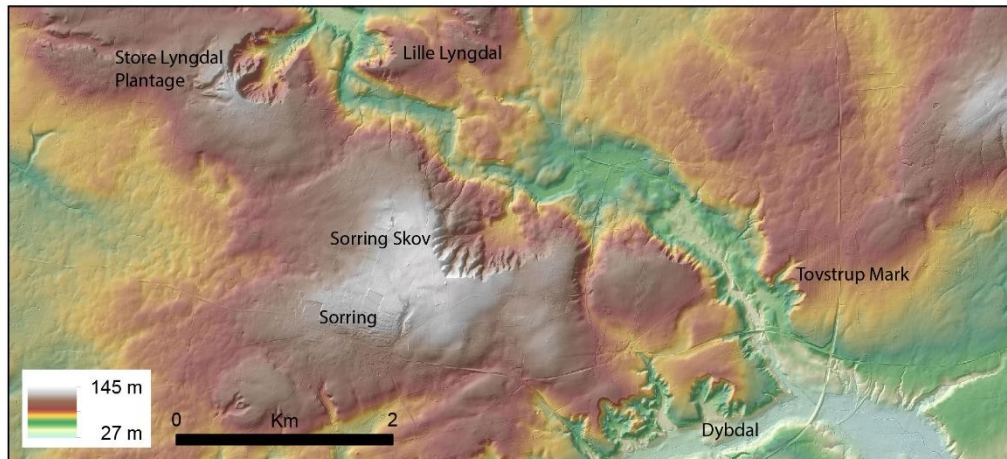
Figur 22. Den falske bakke Sindbjerg set fra Stovbjerg.



Figur 23. Højdemodel over området ved Himmelbjerget. Øst for Himmelbjerget er TS fladerne opbygget som alluvialkegler af omløjet sand og grus fra raverne.

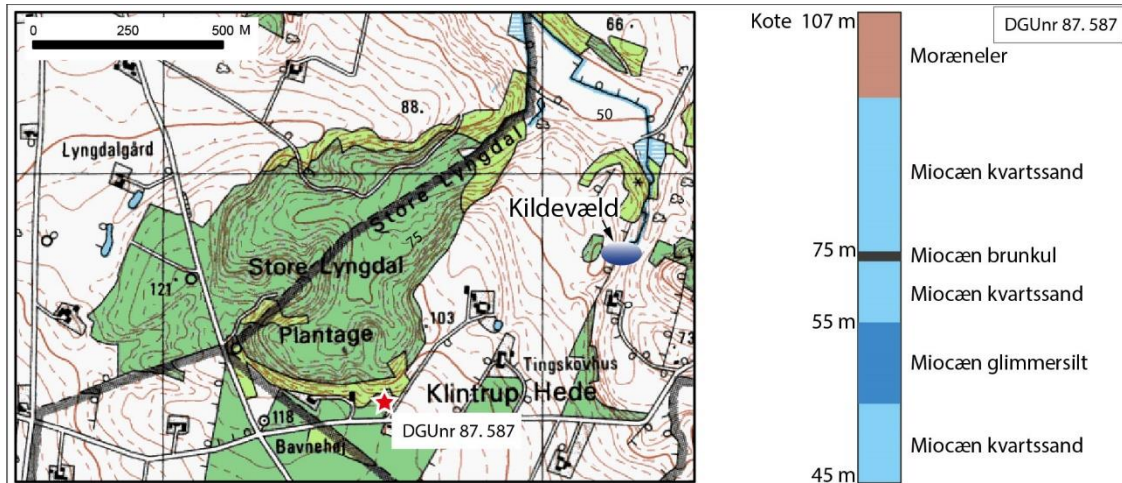
Kildedale

Kildedale findes i området nord, nordøst og øst for Sorring, hvor der ligger 5 kildedale ud mod en større nordvest-sydøst gående dal (Fig. 24). Dalene er eroderet ind i afrundede bakker, der består af miocæne aflejringer.



Figur 24. Højdemodel for området ved Sorring. Her ses beliggenhed og udformning af 5 kildedale.

Dalene er dannet ved at et vandstandsende lag forårsager kildevæld i siderne af en dal, der gør de relativt løse miocæne sandaflejringer ustabile. De eroderes væk, og der sker med tiden en baglæns erosion væk fra dalen, hvorved der opstår en cirkus-dal lignende dalform.



Figur 25. Kort over Store Lyngdal, der ligger i Store Lyngdal Plantage. Lige syd for Store Lyngdal er boring DGUnr. 87.587 placeret. Borningslog er vist til højre. Øst for Store Lyngdal er beliggenhed af et kildevæld markeret (se foto Fig. 26). Kildevældet ligger ca. i kote 60 m.

Ved Store Lyngdal viser boring 87.587 at bakken består af et morænelers-dække på ca. 5 m, der overlejrer miocæne aflejringer (Fig. 25). I dalens flanker er der hele vejen rundt observeret miocæne sedimenter, primært kvartssand (se lokalitet Store Lyngdal i lokalitetsbeskrivelser), der kan korreleres til kvartssandet i boringen. I kote 55 m starter et lag med miocænt glimmersand i boringen, hvilket svarer til bunden af Store Lyngdal. I ca. samme niveau er der i en mindre dal lige øst for Store Lyngdal et kildevæld (Fig. 26). Ved kildevældet

er der kortlagt glimmerler og finkornet glimmersand, og i bunden af Lille Lyngdal er der også kortlagt finkornet glimmersand.

Det vandstandsende siltlag i kote 55 m har også forårsaget en forsumpning af dalbunden i Store Lyngdal, hvor der er dannet tørvelag (Fig. 27).



Figur 26. Kildevæld i lille dal øst for Store Lyngdal, mellem Store og Lille Lyngdal (Fig. 25).

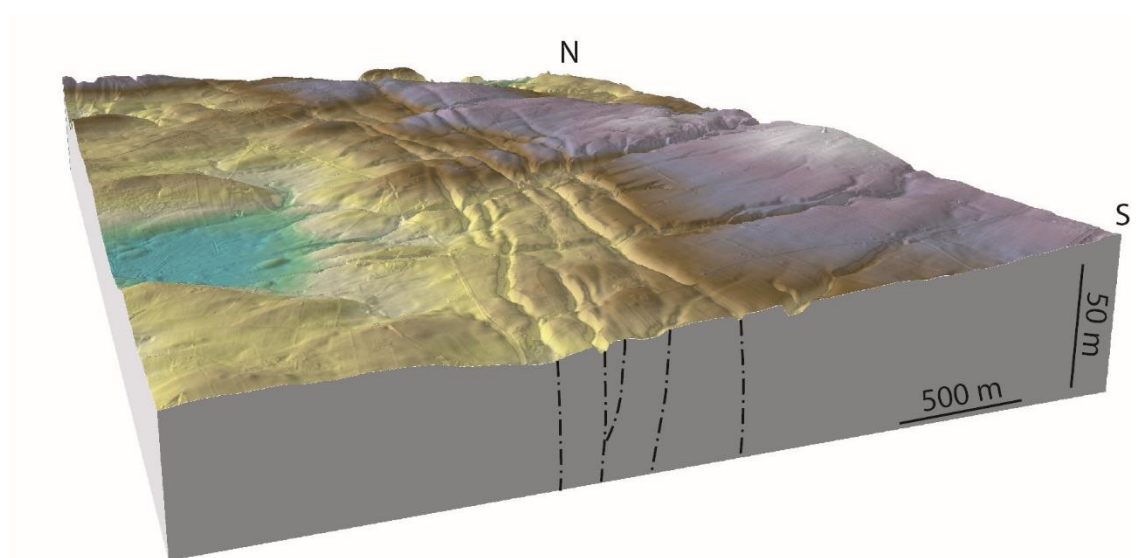
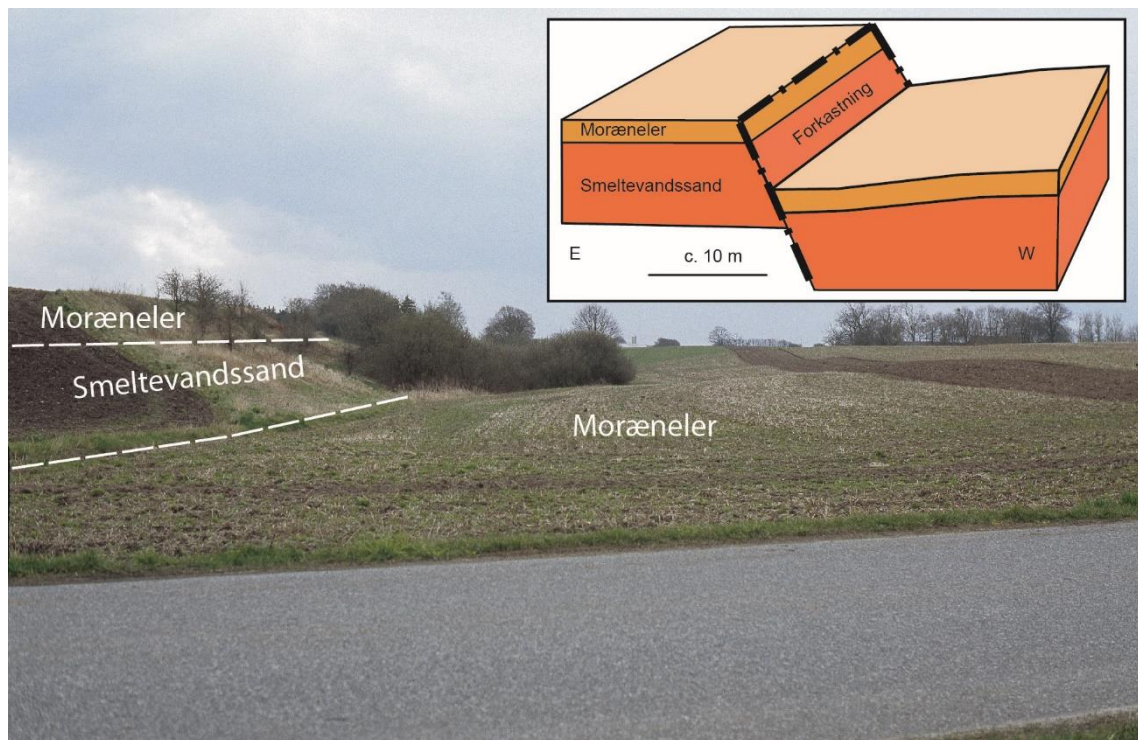


Figur 27. Tørvemose med birkeskov i bunden af Store Lyngdal.

Spalteredale

Mellem Ulstrup og Hammel, og i et område ved Skjød optræder en række aflange, smalle og parallelt orienterede dale, der er tolket som spalteredale (Milthers 1916, 1948 og Jakobsen *et al.* 2009). Under de nordligste dale, er der på et seismisk profil konstateret at dalene ligger præcist over et forkastningssystem (Jakobsen *et al.* 2009). Nogle af dale er asymmetriske og man kunne under en tidligere kortlægning konstatere at en moræneflade var blevet nedforkastet, og det underliggende smeltevandssand, var blottet i et forkastningsplan. Det ses i Fig. 28 sammen med en model for dalsystemernes relation til dybtliggende forkastninger.

Bevægelserne i forkastningsplanerne kan skyldes dybe tektoniske bevægelser, eller de kan være blevet reaktiveret under landhævingen efter isens afsmeltning. Da forkastningerne har været aktive efter aflejringer af den sidste isoverskridelse for ca. 20.000 til 22.000 år siden, er det ikke utænkeligt, at det er landhævingen, der har forårsaget dannelsen af dalene, ved at reaktivere underliggende forkastninger.



Figur 28. Øverst: Foto af en asymmetrisk spaltedal. I den stejle dalflanke findes smeltevandssand under moræneler. I den svagt hældende flanke er der moræneler helt ned til dalbunden. Den stejle flanke er tolket som et forkastningsplan som vist i blokdiagrammet (fra Jakobsen *et al.* 2009). Nederst: Model for spaltedalenes relation til de underliggende forkastninger (fra Jakobsen *et al.* 2009).

Hedeslette

Der er kortlagt et mindre område af Hedesletten lige uden for Hovedopholdslinjen vest for Bølling Sø, på Moselund Keglen med både TS og TG. I en grusgrav ved skygge kan man se, at det er en grovende opad sekvens, med meget grove materialer i toppen (Fig. 9).

Mose

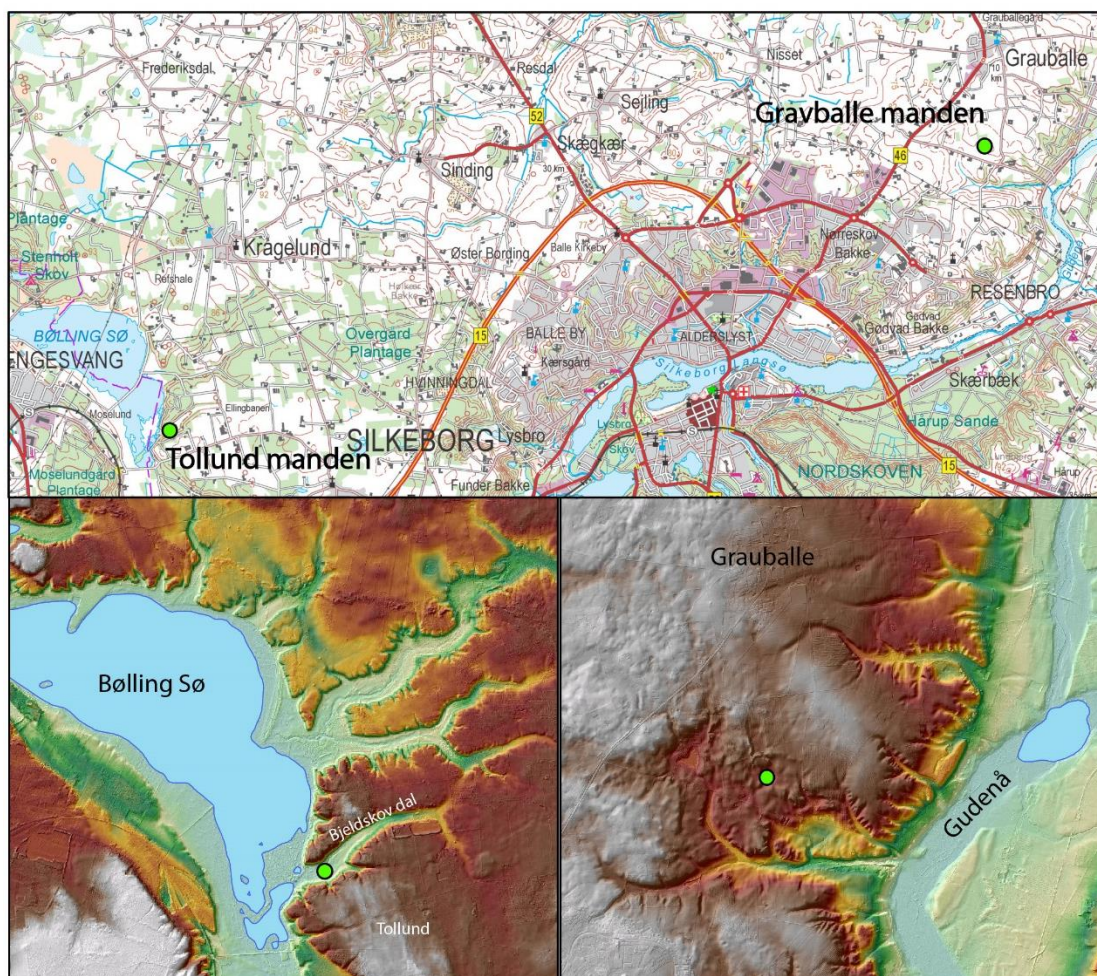
Mose som landskabsform er dannet af tørveaflejringer, der er dannet i en afgrænset lavning, eller et område med højtstående grundvand.

Vandskelsmoser er beliggende i vandskellet mellem to afvandingssystemer. Grundvandsstanden er her så høj og afvandingen så langsom, at der har kunnet dannes sø eller mose. Længere nede ad åerne drænes vandet mere effektivt af vandløbet, så tørvedannelsen er begrænset til tæt omkring åen, med undtagelse af mindre bassiner langs vandløbet. Bølling Sø er et eksempel på en sø beliggende i et vandskel. Bjarup Mose er et andet eksempel, hvor Linå løber mod vest og Lyngbygård Å løber mod øst.

Grauballemanden og Tollundmanden

I området ved Grauballe stødte man i 1952, da over halvdelen af Nebelgård Mose var afgravet, på Grauballemanden. Nebelgård Mose er et typisk dødishul dannet i et dødisterræn, her med en diameter på 130 m og en max. dybde på 8 m. Tørven er nu bortgravet og stedet fremtræder som sø omkranset af træer og buske (Fig. 29).

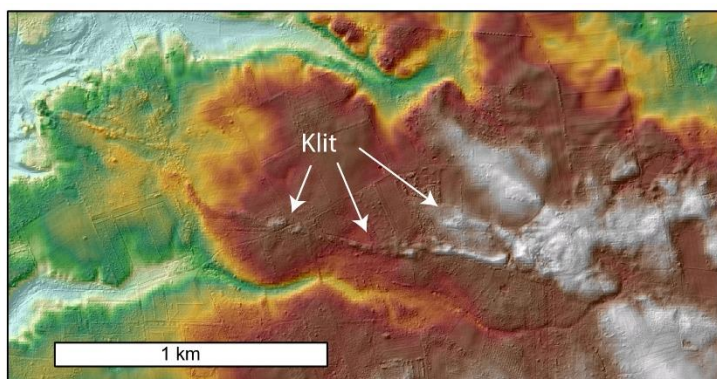
Tollundmanden er fundet i tørveaflejringer, der strækker sig fra Bølling sø og ind i den fladbundede Bjeldskov Dal med TS-aflejringer i bunden (Fig. 29).



Figur 29. Kort over fundstederne for Tollundmanden og Grauballemanden der er markeret med grønne prikker. Øverst: oversigtskort. Nederst til venstre Fundstedet for Tollundmanden i Bjeldskov Dal ved Bølling Sø. Nederst til højre: Fundstedet for Grauballemanden i dødis-terræn lige syd for Grauballe.

Klit og flyvesandsflade

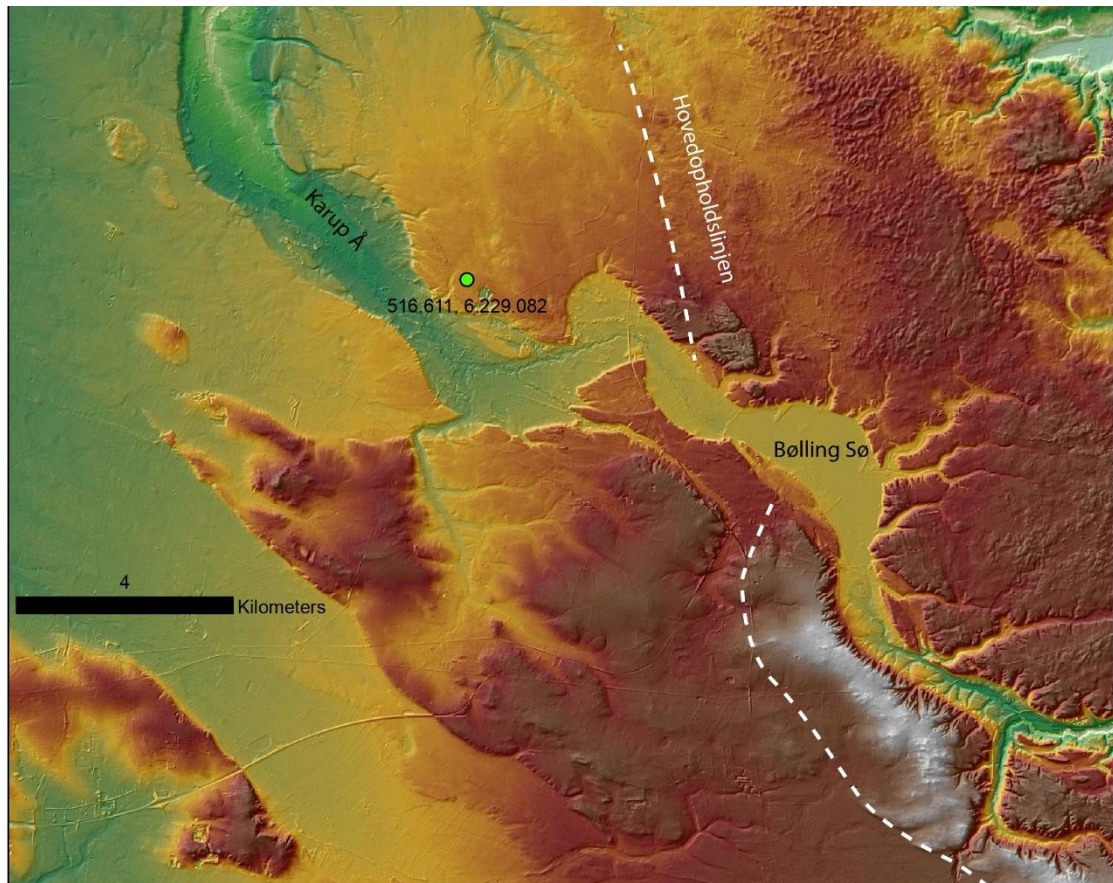
Der er kortlagt klitter i områder tæt på Hovedopholdslinjen, og på Gudenådalens terrasser ved Silkeborg.



Figur 30. Udsnit af højdemodel SØ for Kragelund. En asymmetrisk parabel klit tegner sig tydeligt som en smal ryg, hvor det ene ben er meget langt i forhold til det andet. Klitten ligger på en moræne-sandsflade.

Datering af Hedesletteaflejringer

I grusgraven ved Skygge lidt vest for Bølling Sø, blev der udtaget tre prøver, til OSL datering (Fig. 31). Formålet var at forsøge at datere tidspunktet for Hovedopholdslinjens beliggenhed ved Skygge på Moselund keglen.



Figur 31. Den grønne prik markerer beliggenheden af grusgraven, hvor prøverne blev indsamlet, på den proximale del af Karup Hedeslette. Tallene er UTM zone 32 koordinater.

Prøvetagning

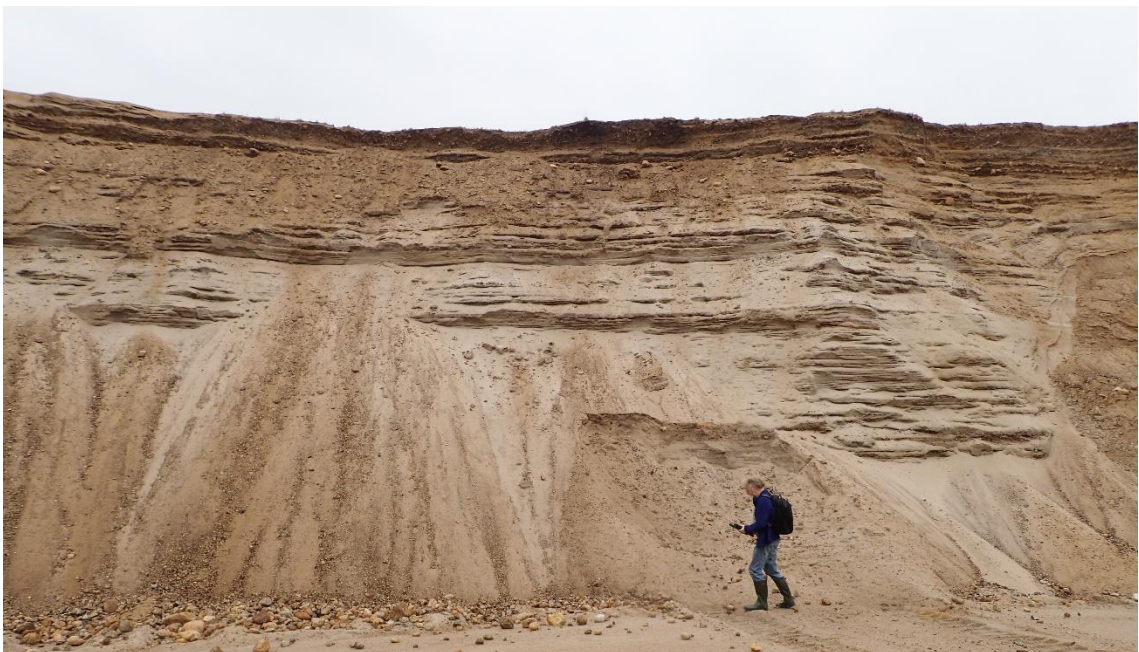
Prøverne er indsamlet i 5 cm PVC rør, ca. 30 cm lange. I enderne blev de lukket med Gaffa-tape (Fig. 32).

Prøver er taget i 2, 4 og 6 m under terræn (Fig. 33).

Prøverne er sendt til LABER OSL i Waterville, USA til analyse.



Figur 32. Prøvetagning til OSL-datering ca. 2 m under terræn. Prøverne er taget ved at der er banket et ca. 30 cm PVC-rør ind i sedimentet.



Figur 33. Væggen i grusgraven, hvor prøverne er taget, ca. 2, 4 og 6 m under terræn.

Resultat

Dateringsresultatet er langt fra det forventede og med meget spredte aldre. Den forventede alder ville være mellem 20.000 og 24.000 år, og alle målte aldre er væsentligt højere (Tabel 3). Desuden er der ikke en kontinuert aldersudvikling op gennem profilet.

Materialet er derfor antageligt ikke blevet tilstrækkeligt belyst under aflejringen, så alderen er et resultat af delvis belysning, og er derfor for høj.

Tabel 3. Dateringsresultater

Sample ID	Lab ID	Depth (m)	Grain size (μm)	U(ppm)	Th(ppm)	K (%)	Water content (%)	Dose rate (Gy/ka)	De (Gy)	OSL age (ka)	Minimal OSL AGE/Ka
SK 10-09-19-1	LS 2066	6	90-125μm	0.47±0.2	0.82±0.3	0.87±0.04	15±15	0.994±0.083	48.65±6.47	48.650±7.171	38.593±5.157
SK 10-09-19-2	LS 2067	4	150-180μm	0.39±0.2	0.65±0.3	0.33±0.04	15±15	0.521±0.053	42.92±10.86	82.4±21.063	66.408±14.114
SK 10-09-19-3	LS 2068	2	150-180μm	0.91±0.3	0.97±0.3	0.56±0.04	15±15	0.87±0.077	52.29±7.50	60.081±9.683	35.711±6.878

Laboratorie rapport

Den originale rapport fra LABER OSL er gengivet herunder og er på engelsk:

Sample preparation

For each sample pure quartz was extracted for De measurements. In the darkroom, the sample was treated firstly with 10% HCl and 30% H₂O₂ to remove organic materials and carbonates. After wet sieving, the fractions of 90-125 μm or 150-180 μm are relatively abundant. Flotation in sodium polytungstate is used to remove heavy minerals. The grains were treated with HF acid (40%) for about 90 min, followed by 10% HCl acid to remove fluoride precipitates. The purity of the quartz was checked with IR stimulation with negligible IRSL (SK 10-09-19-1 was HF treated once, and the other 2 samples were treated 3 time to get the pure quartz).

Measurement techniques

Quartz OSL measurements were performed using an automated Risø TL/OSL-20 reader. Stimulation was carried out by a blue LED ($\lambda = 470 \pm 20$ nm) stimulation source for 40 s at 130 °C. Irradiation was carried out using a ⁹⁰Sr/⁹⁰Y beta source built into the reader. The OSL signal was detected by a 9235QA photomultiplier tube through a U-340 filter. OSL signals from the first 0.64 s stimulation were integrated for growth curve construction after background subtraction.

Equivalent dose (De) measurement and age calculation

For De determination, SAR protocol was adopted, and the preheat temperature is chosen to be 240 °C for 10 s and 160°C. The final De is the average of Des of at least 20 aliquots, and the error of the final De is the standard error of the De distribution.

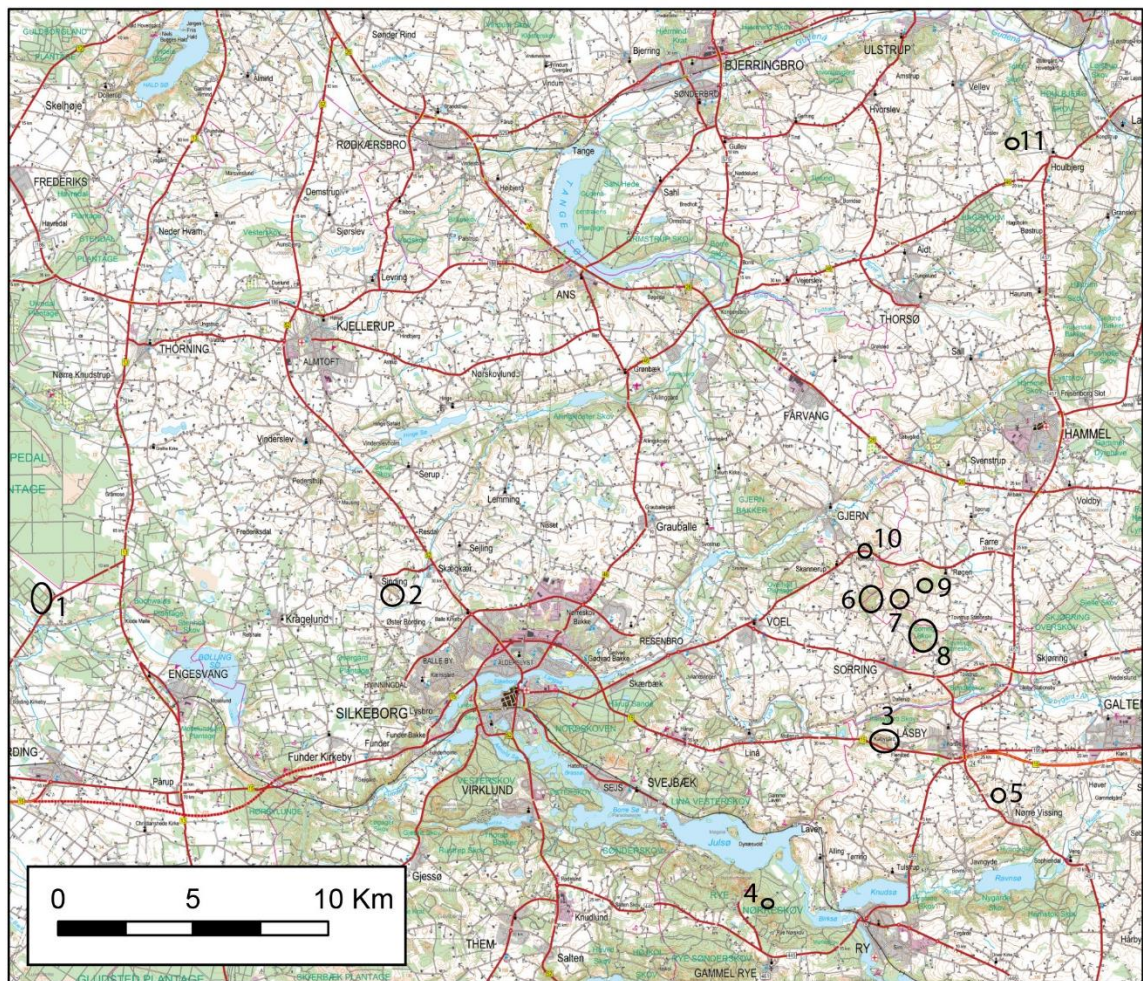
The Quartz OSL was fast component dominated. Recycling ratios were between 0.90-1.1. Recuperation is negligible.

The beta and gamma contributions to the dose rate were calculated from concentrations of U, Th, K, measured by Neutron activation analysis (NAA), with the error of 10%. The cosmic ray dose rate was estimated for each sample as a function of depth, altitude and geomagnetic latitude. The water content was estimated as 10%, with the error of 50% (ranging 5-15%) to cover the uncertainty of moisture history. The elemental concentrations were then converted into annual dose rate, taking into account of the water content effect. **The final OSL age is then: De/Dose-rate.** (The minimal age is the average of the 6 youngest discs among >20 discs, for your reference only and usually scientists don't report this in the final ages).

Lokalitetsbeskrivelser

Oversigtskort

Under kortlægningen er der påtruffet blotninger af forskellig karakter. Dels råstofgrave, men også en del mindre blotninger, der kan være sandtag eller små blotninger langs skovveje. Beliggenheden af lokaliteterne er vist på Figur 34.



Figur 34. Oversigtskort med beliggenhed af beskrevne lokaliteter.

Skygge 1

Type: Sand- og grusgrav (TS-TG).

Beliggenhed: På den proximale del af Karup Hedeslette ved Skygge, syd for Kompedal plantage, ca. 6 km NV for Engesvang. UTM zone 32: 516770; 6228546.

Grusgraven ligger på Karup Hedeslette tæt på udmundingen af en tunneldal ved Bølling Sø. I graven er der blottet sand og grus, der er grovende opad (Fig. 35). Nogle steder i graven består det øverste lag af meget groft materiale, grus og sten (Fig. 9).

I grusgraven er der taget prøver til OSL datering.



Figur 35. Skygge grusgrav. Vekslende sand- og gruslag, der bliver grovere opad.

Sinding 2

Type: Sand- og grusgrav. Kvartært sand og grus.

Beliggenhed: Ca. 0,7 km sydøst for Sinding. UTM zone 32: 529670; 6228760.

Besøgt forår 2019.

Der var ikke mange gode blotninger, og i store dele af graven var man i gang med at deponere overskudsjord. Der er dog profiler, hvor der er set moræneler i toppen, med smeltevandssand og -grus derunder (Fig. 36).



Figur 36. Sinding grusgrav. Forrest i billedet ses ML over DS.

Karlbygård Grusgrav (Låsby) 3

Type: Sand- og grusgrav. Kvartært sand og grus og miocænt kvartssand, kul og ler/silt.
Beliggenhed: Ca. 2,5 km vest for Låsby. UTM zone 32: 547946; 6223475.

Den øverste enhed i grusgraven er en morænelersbænk, der overlejrer en enhed af kvartært sand og grus. Herunder er der miocænt kvartssand, sortbrunt siltet ler og et kullag (Fig. 37). Kontakten mellem kvartære aflejringer og Miocæn er nogle steder markeret ved en erosionsflade, og et gruslag i det kvartære smeltevandssand (Fig. 38).



Figur 37. Karlbygård grusgrav, lidt vest for Låsby. I den nederste del af graven er miocæne aflejringer blottet. Nederst lyst kvartssand, hvor der øverst i sandet er et sort kullag. Herover gråt silt og ler, der igen overlejres af kvartssand.



Figur 38. Kontakt mellem smeltevandssand og kvartssand, markeret ved gruslag nederst i smeltevandssandet.

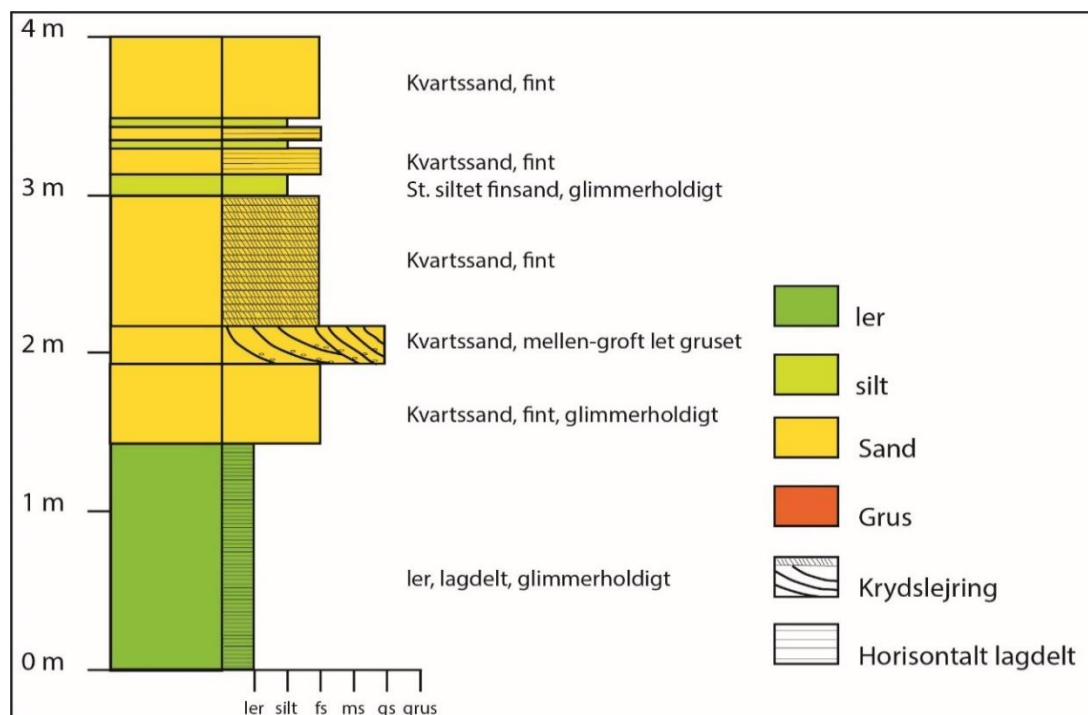
Rye Nørreskov 4

Type: Miocæne aflejringer blottet langs skovveje.

Beliggenhed: Rye Nørreskov, ca. 1,1 km sydøst for Himmelbjerget. UTM zone 32: 543535; 6217206.

I Rye Nørreskov er der blotninger af miocæne aflejringer langs skovvejene. Der er også set en enkelt blotning med TS. Tre blotninger ligger tæt på hinanden, og er samlet i denne beskrivelse.

De to blotninger er sammensat i en log i Fig. 39. Her er der nederst lagdelt ler (Fig. 40), og herover er der kvartssand og glimmersand (Fig. 41).



Figur 39. Sammensat log af miocæne aflejringer i to profiler med ca. 20 m afstand.



Figur 40. Lagdelt glimmerholdigt ler i blotning ved skovvej i Rye Nørreskov.



Figur 41. Kvantssand og glimmersand i blotning ved skovvej i Rye Nørreskov.

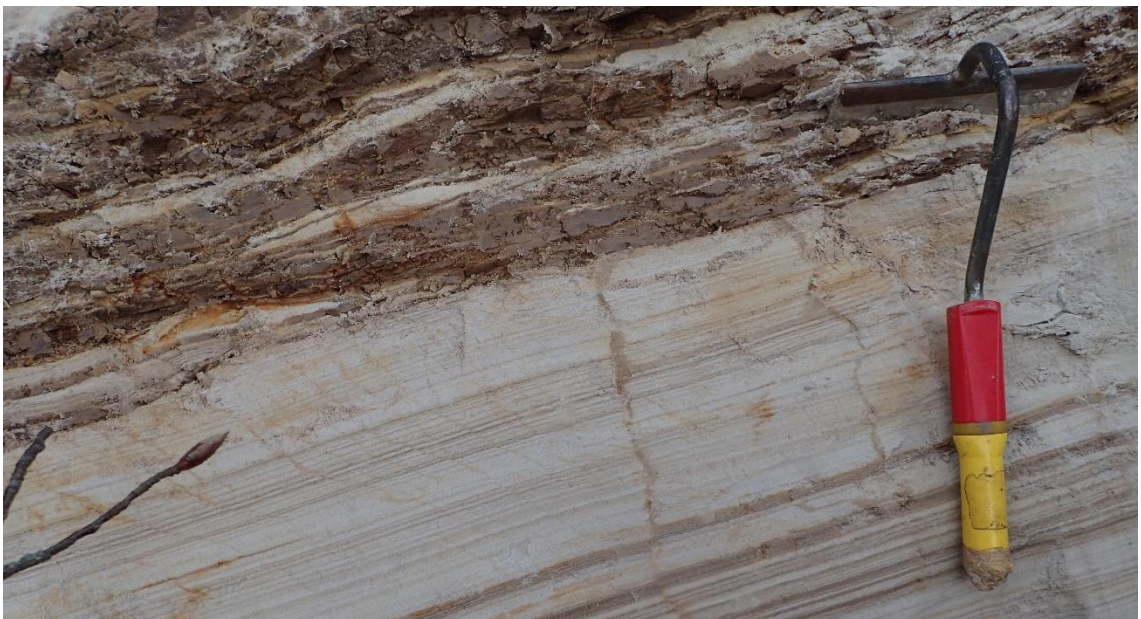
Nørre Vissing 5

Type: Lille sandtag i dalside ude på en mark med miocænt glimmersand og mindre lerlag.
Beliggenhed: Ca. 750 m nordvest for Nørre Vissing. UTM zone 32: 552270; 6221057.

I siden af dalen mellem Nørre Vissing og Låsby, er der et lille sandtag (Fig. 42) med glimmerholdigt kvartssand, med mindre lerlag (Fig. 43), Lagene er glacialtektonisk deformerede og hælder i nordøstlig retning: $142^{\circ}/33^{\circ}$ NØ og $143^{\circ}/30^{\circ}$ NØ. Lokaltiteten er også beskrevet i afsnittet om glacialtektonik.



Figur 42. Sandtag i dalside mellem Nørre Vissing og Låsby.



Figur 43. Horisontalt lagdelt glimmerholdigt miocænt sand og brune lerlag, der hælder mod nordøst.

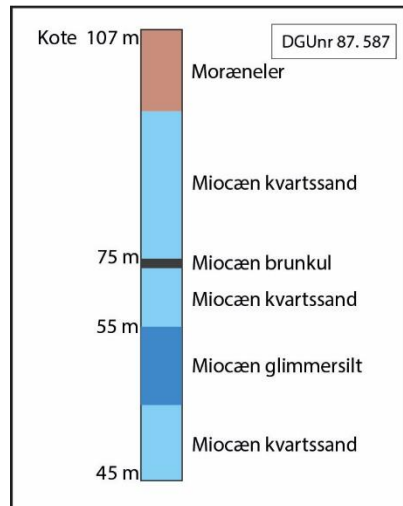
Store Lyngdal Plantage. Kildedal, miocæn, kvartær 6

Type: Profiler af miocænt kvartssand ved skovveje.

Beliggenhed: Ca. 2,5 km nord for Sorring. UTM zone 32: 547244; 6228655.

Besøgt forår 2016 og forår 2019.

Plantagen dækker en af kildedalene nord for Sorring (se også afsnit om kildedale). I dalsiderne er der mange mindre blotninger af miocæne aflejringer af kvartssand. Den miocæne lagfølge er repræsenteret i boring 87.587 (Fig. 44).



Figur 44. Den miocæne lagfølge i Store Lyngdal Plantage.

Det længste profil ses langs en grusvej i den vestlige del af skoven, hvor der er blottet kvartssand, med storskala krydslejring (Fig. 45). I sandet er der udviklet en podsol, hvor jordbundsudviklingen er styret af krydslejringerne.



Figur 45. Profilet ved skovvej i Store Lyngdal Plantage. Foto: 5/04-2019. UTM zone 32: 547189; 6228405. I sandet er der en veludviklet podsol, hvor jordbundsudviklingen er styret af de sedimentære strukturer. Kote ca. 80 m, aflæst på 10 m Lidar højdemodel.

De øverste 40 cm er strukturløst sand, antagelig nedskred (TS). Herunder Storskala skrålejring i miocænt kvartssand (Fig. 46).

Orientering af forsættene er $135^{\circ}/24^{\circ}$ SV, $137^{\circ}/22^{\circ}$ SV og $134^{\circ}/23^{\circ}$ SV. Ca. 100 m mod syd er der i en mindre blotning målt orientering af forsæt på $17^{\circ}/22^{\circ}$ V.



Figur 46. De øverste 40 cm er strukturløst sand, antagelig nedskred (TS). Herunder storskala skrålejring i miocænt kvartssand. Foto: 29/04-2016.

I den nordlige del af skoven er der flere mindre profiler i kvartssand.

I den østlige del af skoven er der et vejprofil, der viser moræneler, der overlejrer miocænt finkornet kvartssand (Fig. 47). Umiddelbart under kontakten er der mindre overskydninger i kvartssandet, der har orienteringen $145^{\circ}/17^{\circ}$ NØ, hvilket indikerer en bevægelsesretning af isen der har aflejret moræneleret fra NØ imod SV.



Figur 47. Profil i østsiden af St. Lyngdal Plantage. Moræneler over Kvantssand. UTM zone 32: 547592; 6228354. I kvartssandet er der en overskydning umiddelbart under morænele-ret; 145°/17° NØ.

Lille Lyngdal 7

Type: Mindre profiler af kvartssand langs skovveje. I bunden af kildedalen er der karteret glimmersilt (Fig. 48).

Beliggenhed: 1 km øst for Store Lyngdal. Adgang fra vejen mellem Klintrup Hede og Klintrup. Privat skov.



Figur 48. Blotning ved skovvej i Lille Lyngdal. UTM zone 32 548408; 6228567.

Sorring Skov 8

Type Blotninger af miocænt kvartssand langs skovveje i Kildedal.

Beliggenhed: Ca. 1.3 km nordøst for Sorring. UTM zone 32: 549241; 6226930.

Sorring Skov er anlagt i en kildedal, med stejle sider. I skovene er der mindre blotninger af kvartssand langs skovveje. Forsæt i kvartssandet hælder mod sydvest. $133^{\circ}/30^{\circ}$ SV (Fig. 49). I bunden af kildedalen er der tørv.



Figur 49. Blotning af krydslejret miocænt kvartssand, ved skovvej i Sorring Skov.

Hundskov 9

Type: Nedlagt sandgrav i skov. Miocænt kvartssand

Beliggenhed: Hundskov, ca. 1 km sydøst for Røgen. UTM zone 32: 549352; 6228902.

I skoven er der en nedlagt grusgrav, hvor man stadig kan se at der er gravet i miocænt kvartssand (Fig. 50). I sandet er der forsæt, der hælder mod sydvest.



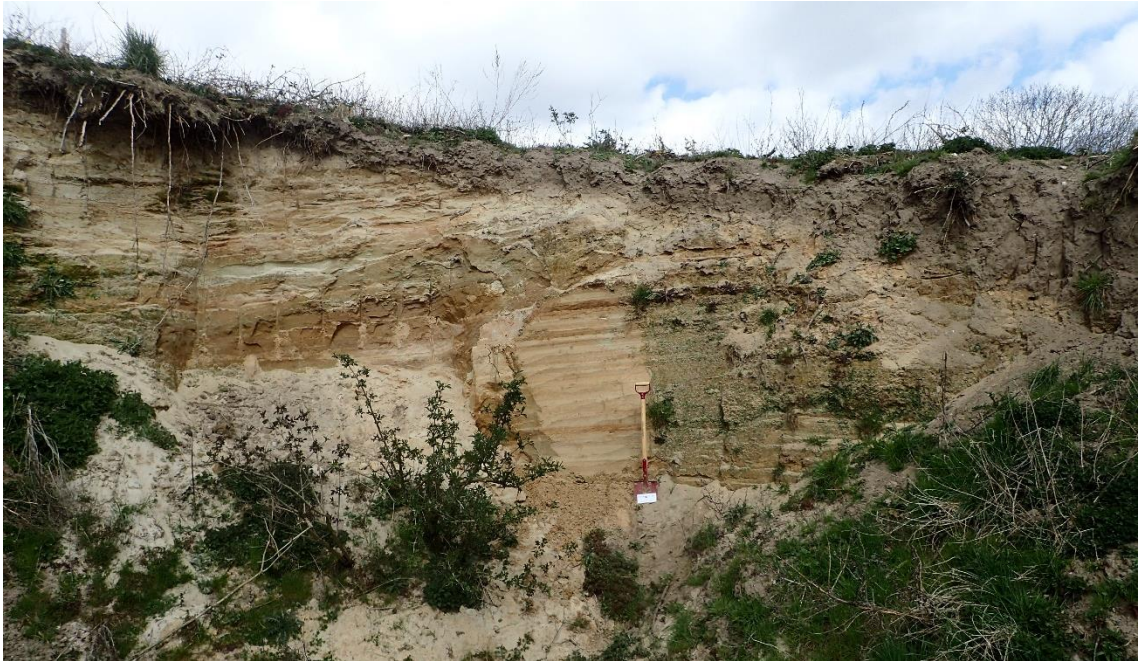
Figur 50. Kvantssand i nedlagt sandgrav i Hundskov.

Holmstol 10

Type: Lille profil med fin- til mellemkornet miocænt glimmersand (Fig. 51).

Belliggenhed: Lige øst for Holmstol ca. 1,5 km SØ for Gjærn. UTM zone 32: 547083; 6230364.

Sedimentet er fin til mellemkornet glimmersand. Lagene er 5 til 10 cm tykke og er dels horisontalt lagdelt og med krydslejring (Fig. 52).



Figur 51. Sandtag ved Holmstol med miocæne sandaflejringer.



Figur 52. Nærbillede af sedimentstrukturer ved Holmstol.

Houlbjerg 11

Type: Lille blotning i skov af miocænt kvartssand.

Beliggenhed: 1,5 km vest for Houlbjerg. UTM zone 32: 552615; 6245380.

Lokaliteten er en lille blotning i skoven, der bliver holdt fri af kronvildt og grævling (Fig. 53). Ifølge prækvartærkortet (Varv kortet, Håkansson & Pedersen 1992) skulle der være oligocænt ler. Der er blottet krydslejret glimmerholdigt kvartssand. Der er målt to forsæt-orienteringer på $180^{\circ}/32^{\circ}$ V og $162^{\circ}/20^{\circ}$ SV.



Figur 53. Krydslejret miocænt glimmerholdigt kvartssand i skov nær Houlbjerg.

Referencer

Glob P.V. 1965: Mosefolket, København 1965, ISBN 87-00-20201-0.

Harder, P. 1908: En Østjysk Israndslinie, og dens indflydelse på vandløbene. Danmarks Geologiske Undersøgelse. II række, nr 19. 259 p.

Houmark-Nielsen, M. 1987: Pleistocene stratigraphy and history of the central part of Denmark. Bulletin of the Geological Society of Denmark. 36. 189 p.

Houmark- Nielsen, M. 2008: Testing OSL failures against a regional Weichselian glaciation chronology from southern Scandinavia. *Boreas* **37**, 660-677.

Håkansson E. & Pedersen S.A.S. 1992: Geologisk kort over den Danske Undergrund. Varv. Jakobsen P.R., Pedersen S.A.S. & Petersen K.S. 1996: Geologi og landskab ved Silkeborg. Landskabsgeologisk beskrivelse af den nordlige omegn af Silkeborg. Udarbejdet for Vejdirektoratet. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Rapport 1996/118. 33 p.

Jakobsen P.R. & Pedersen S.A.S. 2009: Fracture valleys in central Jylland – a neotectonic feature. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 17, pp. 33–36. Available at: www.geus.dk/publications/bull.

Jakobsen P.R., Rasmussen E.S., Dybkær K. Kidmose J. 2016: Miocene deposits at Silkeborg, Jylland, and their influence on hydrology. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin, 35, pp. 9-12. Available at: www.geus.dk/publications/bull.

Kim H., Høyer A-S, Jakobsen R., Thorling L, Aamand J., Maurya P.K., Christiansen A.V. & Hansen B. 2019: 3D characterization of the subsurface redox architecture in complex geological settings. *Science of the Total Environment*, 693, 133583.

Kronborg, C., Bender, H., Bjerre, R., Friberg, R., Jacobsen, H.O., Kristiansen, L., Rasmussen, P., Sørensen, P.R. & Larsen, G. 1990: Glacial stratigraphy of East and Central Jutland. *Boreas*, Vol. 19, pp. 273-287.

Larsen, G., Jørgensen, F.H. & Priisholm, S., 1977: The stratigraphy, structure and origin of glacial deposits in the Randers area, eastern Jutland. Danmarks Geologiske Undersøgelse, II række nr. 111. 36 p.

Larsen G & Kronborg C 1994: Geologisk set: Det Mellemste Jylland. En beskrivelse af områder af national geologisk interesse. Geografforlaget. 272 p.

Milthers V. 1948: Det danske Istidslandskabs Terrænformer og deres Opståen. Danmarks Geologiske Undersøgelse. III række nr. 28. 240 p.

Rasmussen, E.S., Dybkjær, K. & Piasecki, S. 2010: Lithostratigraphy of the Upper Oligocene – Miocene succession of Denmark. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 22, 92 p.