

Kortlægning af den miocæne lagserie i Ringkøbing Amt

Erik Skovbjerg Rasmussen & Peter Scharling



Kortlægning af den miocæne lagserie i Ringkøbing Amt

Erik Skovbjerg Rasmussen & Peter Scharling

Indhold

Sammenfatning	4
Stratigrafiske boringer	4
3-D kortlægning.....	5
Seismisk tolkning	5
Introduktion	6
Geologi	7
Geologisk ramme	7
Litostratigrafi	9
Boringer	10
Skovlunde (DGU 74.1146)	10
Hammerum (DGU 85.2429)	10
Korrelation af boringer.....	10
R9.....	10
R10.....	11
3-D Kortlægning	12
Introduktion	12
Geosektioner.....	12
Kortlægning.....	12
Top Palæogen	12
Top Billund	13
Top Bastrup.....	14
Odderup Formationen og Stauning sand.....	15
Seismisk tolkning	16
Videbæk – Kibæk området.....	16
Tolkning.....	17
Hammerum området	17
Tolkning.....	18
Glusted området.....	18
Konklusion	20
Referencer	21
Appendiks A	24
 G E U S	 2

Skovlund (Holstebro).....	24
Appendiks B	28
Hammerum	28
Figurliste	34

Sammenfatning

Denne rapport indeholder en geologisk model for 5 nye borer i Ringkøbing Amt. Rapporten præsenterer også det første forsøg på at lave en tre-dimensional tolkning af den miocæne lagserie. Endelig indeholder rapporten en tolkning af de seismiske data, der blev skudt i 2005 og 2006.

I 2005 og 2006 er der boret 5 stratigrafiske borer i Ringkøbing Amt. Disse borer blev udført med henblik på at teste forskellige geologiske modeller/tolkninger, samt at videreudvikle en højopløselig stratigrafisk metode til kortlægning af miocæne grundvandsmagasiner.

Stratigrafiske borer

Klosterhede boringen havde til formål at undersøge om dybe grundvandsmagasiner er til stede i denne del af amtet. Boringen skulle også bidrage med opbygningen af en biostratigrafisk ramme i den nordlige del af amtet. Endvidere var boringen et led i kortlægningen af kildeområdet for de store sandlag, der udgør vigtige grundvandsmagasiner i den centrale del af amtet og i Nordsøen, udfør Ringkøbing.

Hammerum boringen skulle vise om Billund sandet er til stede i Hammerum området, som erkendt på ældre seismiske data.

Assing Mølleby boringen skulle anbere Billund sand erkendt på seismiske data.

Torsbæk boringen havde til formål at teste om Bastrup og Billund sandet er til stede i betydelig mægtigheder som antydte i en gammel olieefterforskningsboring.

Skovlunde boringen var en almindelig vandforsyningsboring, men den blev nærmere undersøgt med henblik på at få en bedre forståelse af geologien omkring Holstebro.

Resultaterne viser at konceptet med at identificere grundvandsmagasiner ved at erkende et parallelt klinofomt refleksionsmønster på seismiske data er særdeles effektivt. De formodede store og dybtliggende grundvandsmagasiner mellem Herning og Ikast er blevet bekræftet af de borer, der er blevet lavet inden for de sidste to år. Undersøgelserne viser endvidere at der ikke eksisterer grundvandsmagasiner tilhørende Billund sand i området omkring Struer og Holstebro. Endeligt, viste boringen ved Torsbæk, øst for Tarm, at der ikke eksisterer noget stort grundvandsmagasin her. Seismiske data tæt på Torsbæk, indikerer dog at sandlag af Billund sand lokalt sagtens kan være op til 100 m tykke, men kun af begrænset udbredelse.

3-D kortlægning

I denne rapport præsenteres den første større tre-dimensionelle tolkning af den miocæne lagserie. Den begrænsede mængde af data, gør tolkningen noget usikker, men modellen giver dog en langt bedre indsigt i hvordan lagserien er opbygget og hvor man kan forvente at finde større grundvandsmagasiner. Som både borer og seismiske data antyder, findes der mægtige sandlag tilhørende Billund - og Bastrup sand, mellem Herning og Ikast. Disse sandlag fortsætter sydover mod Brande, hvor i hvert fald Bastrup sand er et velkendt grundvandsmagasin. Om Billund sand også er til stede og med gode egenskaber, må testes i forbindelse med nye borer. I den nordvestlige del af amtet, fra Struer – Holstebro (Ørnhøj), udgør Bastrup sand det bedste grundvandsmagasin. Der er antydning af et større sandlag ved Stauning, nordvest for Skjern, men dette er baseret på meget få data og skal bekræftes af yderligere seismiske data inden det testes med en boring.

Nye undersøgelser af den miocæne lagserie i Østjylland (Rasmussen et al. 2006) viser at den stratigrafiske model for den miocæne lagserie skal revideres meget i dette område. Dette er gjort i nærværende 3-D kortlægning. Resultatet heraf er at de dybe grundvandsmagasiner gradvist går i dagen mod øst og nordøst og at der her derfor vil være risiko for infiltration af overfladevand.

Seismisk tolkning

Denne del af rapporten redegør for en overordnet tolkning af de seismiske data, der er indsamlet i 2005 og 2006. Beskrivelsen er opdelt i tre områder; Videbæk – Kibæk, Hammerum - samt Glusted området. I de to førstnævnte områder er den seismiske tolkning korreleret til stratigrafiske borer. Resultaterne viser at der er tre miocæne enheder, der alle kan indholde sandlag med potentielle grundvandsmagasinsegenskaber. Disse sandenheder tilhører Billund sandet, Bastrup sandet og Odderup Formationen. I Glusted området har det ikke været muligt at binde seismikken sammen med stratigrafiske borer, og tolkningen er derfor usikker. Men det anses for ret sandsynlig at der eksisterer sandlag, med gode grundvandsmagasinsegenskaber tilhørende de to nederste miocæne enheder, Billund sandet og Bastrup sandet..

Introduktion

Nærværende rapport præsenterer det arbejde, der er foretaget medhenblik på kortlægning af grundvandsmagasiner og kortlægning af seglbjergarter i Ringkøbing Amt i 2005 og 2006. Arbejdet har omfattet et boreprogram på i alt 5 boringer (Hammerum (DGU 85.2429), Assing (DGU 94.2821 Skovlunde (DGU 74.1146), Torsbæk (DGU 103.1653).

I nærværende rapport er 2 af disse boringer beskrevet og tolket, de andre er beskrevet og tolket i Dybkjær et al. (2006). Alle disse boringer indgår dog i de korrelationspaneler, som er vist her i rapporten. Rapporten omfatter også en 3-D tolkning af den miocæne lagserie i det område som er defineret af Skjern Å's dræneringsareal og tilstødende områder. Dette dækker Ringkøbing Amt på nær den nordligste del af amtet. Tolkningen er baseret på 60 dybe boringer, hvoraf 19 er beliggende i Ringkøbing Amt. Den højopløselig-seismiske database, der eksisterede før april 2006 (vid1, 2, 3, ska1, sfe1, ham1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, glu1a,1b,1c, 2, og 3), samt ældre seismiske data skudt i forbindelse med efterforskning efter kulbrinter i den dybere undergrund, indgår også i databasen. 3-D kortlægningen er den første af sin art, så der er en forholdsvis stor usikkerhed forbundet med tolkningen. Endeligt er de seismiske data, som er skudt i 2005 og 2006 tolket og beskrevet i nærværende rapport.

Geologi

Geologisk ramme

Nordsøbassinet er blevet dannet som en konsekvens af den termale indsynkning, der efterfulgte gravdannelsen i Jura (Ziegler 1982; Vejrbæk 1992). Dette bassin strakte sig fra Norge i nord, nedover Skåne, Baltikum og Nordtyskland, hvorefter den sydlige afgrænsning forløb nedover Belgien og Nordfrankrig. Den vestlige afgrænsning er mere upræcis, men har formodentligt forløbet op langs Østengland og videre op langs Skotlands- og Shetlandsøernes østkyst. Mellem Shetland og Norge var der et smalt stræde, der virkede som en barriere så Nordsøen i perioder har været brak. Den maksimale udbredelse af havet i dette bassin forekom i Øvre Kridt, hvor kalk og limsten blev aflejret. I forbindelse med Den Alpine Foldning (Øvre Kridt og Paleocæn) blev dele af bassinet kraftig påvirket. Dette resulterede i kraftig inversionstektonik og sandsynligvis også i hævnning af Det fennoskandiske Skjold. Specielt ses en markant udbygning af kystlinien i bassinet fra nord i Eocæn, men paleocæne gravitetsafsætninger på Ringkøbing-Fyn Højderyggen (Danielsen *et al.* 1995) indikerer formodentligt at udbygningen startede allerede på dette tidspunkt. Udbygningen i den centrale del af bassinet var karakteriseret ved en typisk sokkeludbygning i et hav med 500–700 meters vandybde. Længere mod øst (det nuværende Danmark) var vandybderne væsentligt lavere, mellem 0 og ca. 100 meter (Hindsby *et al.* 1999). I Paleocæn og Eocæn tid var udbygningen koncentreret til de marginale dele af bassinet syd for det nuværende Norge (f.eks. Jordt *et al.* 1995) mens aflejringerne i Danmark var domineret af finkornede sedimentter (Heilmann-Clausen 1985). I Oligocæn nåede udbygningen ned i det danske område og der aflejredes lavmarine, sandrige sedimentter i Nordjylland og Midtjylland, især omkring Ringkøbing-Fyn Højderyggen. Deltaudbygning fra nord dominerede lokalt, men generelt blev sedimentterne aflejret i oddekomplekser med bagved liggende laguner og åbent hav mod syd og sydvest (Friis *et al.* 1998; Rasmussen 2004; Rasmussen & Dybkjær 2005). Tektoniske bevægelser i Oligocæn har sandsynligvis haft indflydelse på kildeområdet og aflejringsmønstret. Ligeledes har globale havniveauændringer i Oligocæn også sat sit præg på aflejringsmiljøet, bl.a. ved at en stor del af Nedre Oligocæn mangler (f.eks. Michelsen 1994; Heilmann-Clausen 1985). Nedre Oligocæne aflejringer er bevaret lokalt, i depressioner relateret til saltstrukturer og depressioner dannet i forbindelse med grundfjeldsrelaterede tektoniske bevægelser i Oligocæn.

I Øvre Oligocæn transgrederedes Det danske Bassin på ny (Fig. 1A, B). Den topografi, der dannedes i forbindelse med de tektoniske bevægelser, har haft afgørende betydning for aflejringsmiljøet. Ringkøbing-Fyn Højderyggen spillede en særlig rolle her idet den adskilte mere åbent marine/kystprograderende aflejringsmiljøer syd for ryggen fra parallel/afsnørede miljøer nord for ryggen (Rasmussen 2004) (Fig. 2). De strukturelle rygge var vigtige områder for dannelse af oddekomplekser, der resulterede i en serie af barrierer med bagved liggende laguner på tværs af Jylland. Sedimentkilden til disse oddekomplekser har været store floder fra nord. Sedimentterne er transporteret langs kysten indtil aflejring i oddekomplekserne. Et markant fald i havniveau resulterede i en markant udbygning i seneste Chattien (seneste Oligocæn) til Aquitanien (Tidlig Miocæn) (Fig. 1B, C)

(Rasmussen 1996) og da udbygningen skete under stadig faldende havniveau aflejredes forholdsvist rent sand og grus. Efter havniveaufaldet i Aquitanien steg havniveauet generelt op igennem Miocæn med maksimum i Seravallien (øvre Mellem Miocæn) (Fig. 1D – L) (Printice & Matthews 1988). Nye tektoniske bevægelser karakteriserede bassinet i slutningen af Burdigalien (øvre Nedre Miocæn). Dette resulterede i nye udbygninger, bl.a. aflejringer beriget med tungminerale. Da denne udbygning foregik under stigende havniveau var den ikke så markant som den i Aquitanien og pga. stigende grundvandsspejl i landområderne var mulighederne optimale for afsætning af brunkul, som det kendes fra Midtjylland (Fig. 1J). Langhien (Mellem Miocæn) repræsenterer en vigtig fase i udviklingen af Nordsø Bassinet. Midt i perioden skete der en markant transgression og ligeledes viser forkastninger i Odderup Formationen at tektonisk aktivitet foregik ved denne overgang (Koch 1989). Kildeområdet skiftede i denne periode fra overvejende nord i Nedre Miocæn til nordøst og øst i Mellem og Øvre Miocæn. Under den markante transgression i Langhien var klimaet varmt. Det varme klima i begyndelsen af Mellem Miocæn var et globalt fænomen og derfor steg det globale havniveau også markant i denne periode. Sandsynligvis var hele det danske område oversvømmet i den sidste del af Mellem Miocæn under aflejring af Hodde Formationen (Fig. 1I). Under aflejringen af Gram Formationen i Øvre Miocæn, blev det generelt koldere globalt og dermed skete der også et fald i havniveau i den sidste del af Miocæn (Fig. 1J, K). Dette blev kompenseret af en større regional indsynkning, således at området forblev fuldt marint trods det faldende globale havniveau. Nye undersøgelser viser endda at der blev aflejret op til 400 m øvre miocæne sedimenter over Midtjylland (Japsen *et al.* 2002). Gram Formationen er kendt for en rig flora og fauna, der må derfor have været en høj tilførsel af næringsstoffer fra land.

Litostratigrafi

De nyere undersøgelser af den øvre oligocæne – miocæne lagserie i Jylland har vist at den tidligere litostratigrafiske opdeling er for simpel. Den her anvendte litostratigrafiske opdeling er vist på figur 3 og 4. De enkelte litostratigrafiske enheder er beskrevet af Rasmussen (2003).

Den ældste litostratigrafiske enhed er Vejle Fjord Formationen (Larsen & Dinesen 1959). Den nederste del af Vejle Fjord Formationen, Brejning Ler, henregnes til Oligocænet, så den miocæne lagserie starter med Vejle Fjord Ler. Vejle Fjord Ler efterfølges af Vejle Fjord Sand og Hvidbjerg sand. I det centrale og vestlige Jylland er der kortlagt et større delta-kompleks, som er samtidig med Vejle Fjord Formationen. Dette benævnes Billund sand (Rasmussen et al. 2004; Rasmussen & Hansen 2004). I det sydlige Jylland aflejredes et meget sandrigt system, som er en videre udbygning af Billund deltaet, men som dog er isoleret fra Billund deltaet. Dette sandrige system hedder Ribe Formationen (Sorgenfrei 1958). Over disse enheder, der overordnet tilhører Vejle Fjord Formationen, følger Arnum Formationen (Sorgenfrei 1958), der hovedsageligt består af lerede sedimenter. Den nederste del af Arnum Formationen, som består af sandrige sedimenter, benævnes Kolding Fjord sand. Det minder meget om Vejle Fjord Formationen, men er yngre og udgør ikke en del af Vejle Fjord systemet. I de nordlige og østlige egne af Jylland kiler der sig et sandlag ind i den lerede del af Arnum Formationen. Dette lag benævnes Bastrup sand. Stauning sandet interfingerer med det marine ler i den allerøverste del af Arnum Formationen, mens Odderup Formationen overlejrer Arnum Formationen. Stauning sandet blev aflejret som stormsand i forbindelse med udbygningen af Odderup deltaet og er således tidsækvivalent med Odderup Formationen. Generelt bliver både Stauning sandet og Odderup Formationen successivt yngre mod sydvest. Herover træffes kun lerrige sedimenter i Jylland. Disse lag er kendt som Hodde Formationen og Gram Formationen (Rasmussen 1961).

Boringer

I denne rapport er boringer, der ikke er dateret biostratigrafisk, beskrevet og tolket. I 2005 og 2006 er der to boringer, der ikke er dateret. Det drejer sig om Skovlunde boringen, beliggende syd for Holstebro (DGU 74.1146) og Hammerum boringen (DGU 85.2429)(Fig. 5 og 6).

Skovlunde (DGU 74.1146)

I Skovlunde boringen er følgende miocæne lag anført (Fig. 5): Odderup Formationen fra 65 m til 80 m, Bastrup sand fra 80 m til 98 m, Nedre Arnum Formationen fra 98 m til 124, Bastrup sand fra 124 m til 136 m, Billund sand fra 158 m til 164 m og herunder Vejle Fjord Ler Led. Beskrivelse af lagene er vist i Appendiks A.

Hammerum (DGU 85.2429)

I Hammerum boringen er følgende miocæne lag anført (Fig. 6): Fæsteholt Led fra 26 m til 34 m, Odderup Formationen fra 43 m til 52 m, Øvre Arnum Formationen fra 52 m til 54 m, Bastrup sand fra 54 m til 148 m Billund sand fra 148 til 225 og herunder Vejle Fjord Ler Led. Beskrivelse af lagene er vist i Appendiks B.

Korrelation af boringer

I nærværende rapport er der konstrueret to korrelations diagrammer: R9 og R10 (Fig. 7 og 8). R9 er et nord syd gående diagram, der forbinder Gudum (DGU 53.615) i nord med Sdr. Vium (DGU 102.948) og Kvong (DGU 112.1214) i syd. Sidstnævnte boring ligger i Ribe Amt, men er taget med fordi den repræsenterer den sydligste rand af miocæne grundvandsmagasiner. R10 er et øst – vest gående diagram der forbinder Engesvang (DGU 86.2050), beliggende i den østlige del af amtet, med No (DGU 93.1062), der ligger i den vestlige del af amtet.

R9

R9 korrelationsdiagrammet er bygget op omkring boringerne: Gudum (DGU 53.615), Klosterhede (DGU 52. 53.617), Holstebro (DGU 64.1640), Skovlunde (DGU 74.1146), Vind (DGU 74.1140), Stensig (DGU 93.1062), Torsbæk (DGU 103.1653) Sdr. Vium (DGU 102.948) og Kvong (DGU 112.1214).

Den nederste del af lagserien er domineret af lerede sedimenter tilhørende Vejle Fjord Formationen. I den nordlige del, er der overhovedet ikke anført sand. Sydover er Billund sandet dog anført og er specielt grovkornet i Stensig boringen. Billund sandet i Stensig boringen tilhører distale deltalobe aflejringer og er sandsynligvis kommet fra en mere veludviklet del af Billund deltaet NØ for Stensig. Over Billund sandet følger lerede sedimenter

fra nedre Arnum. Nedre Arnum er mægtigst i den sydlige del af området. Herover følger sandede sedimenter fra Bastrup sandet, der blev aflejret i et deltakompleks, der overordnet prograderede fra nord mod syd. Den sydligste udbredelse af Bastrup sandet findes lige sydvest for Kvong. Bastrup sandet følges af lerede sedimenter tilhørende øvre Arnum Formation. I det sydlige området er der gennemboret tynde glaukony-rige lag, som markerer den maksimale udbredelse af havet i denne periode. Over øvre Arnum følger sandede sedimenter fra Stauning sandet og Odderup Formationen. I den sydligste del af profilet, ved Sdr. Vium og Stensig, er der truffet Hodde og Gram Formation over Odderup Formationen ellers overlejres de miocæne lag af kvartære lag.

R10

R10 korrelationsdiagrammet er bygget op omkring borerne: Engesvang (DGU 112.1214), Isenvad (DGU 86.2056), Hammerum (DGU 85.2429), Assing Mølleby (DGU 94.2821), Stensig (DGU 93.1062) og No (DGU 93.1062).

Den nederste del af lagserien er domineret af lerede lag fra Vejle Fjord Formationen. I den østlige del af profilet overlejres disse lag dog af mægtige sandlag tilhørende Billund sandet. Disse sandlag bliver tyndere mod vest og er underordnede i Stensig og No borerne. Ved Assing Mølleby sker der en decideret udkiling af Billund sandet. Over Billund sandet følger lerede aflejringer fra nedre Arnum Formationen. I den østlige del af profilet er disse lag tynde, men dog gennemgående. Nedre Arnum Formationen overlejres af sandede sedimenter fra Bastrup sandet. Bastrup sandet kan være mægtig i området mellem Hammerum og Engesvang. Mod vest tynder Bastrup mere eller mindre ud og er af underordnet betydning her. Over Bastrup sandet følger lerede sedimenter tilhørende øvre Arnum Formationen. Øvre Arnum Formationen overlejres af sandede sedimenter fra Stauning sandet og Odderup Formationen. Stauning sandet dominerer i den vestlige del af profilet. Øverst i profilet skærer de kvartære lag skarpt den miocæne lagserie og mellem og øvre Miocene, Formationer, Fæsteholt Led, Hodde og Gram, er kun tilstede i Stensig og Hammerum borerne.

3-D Kortlægning

Introduktion

3-D kortlægningen er foretaget med ViewLog software program. I databasen for det kortlagte område i Ringkøbing Amt indgår 19 boringer: DGU 83.1399, 83.1694, 83.1272, 74.1140, 84.2602, 84.1777, 85.360, 85.1320, 85.1347, 85.2429, 86.2050, 86.2050, 93.1062, 94.2821, 102.948, 103.150, 103.60, 104.1916 og 104.1964. Den højpåseelige seismiske database, der eksisterede før april 2006, samt ældre seismiske data skudt i forbindelse med efterforskning efter kulbrinter i den dybere undergrund, indgår også i databasen. De seismiske linier er korreleret til stratigrafiske boringer, hvor disse skærer hinanden. I korrelationen mellem boringerne og seismikken, er der søgt en simpel dybdekonvertering ved at få Basis Miocæn, Top Billund og Top Bastrup til at passe. Der kan derfor være stor usikkerhed i de øverste lag, da hastigheden her kan ændre sig markant.

3-D kortlægningen er sikker omkring stratigrafiske boringer og omkring udvalgte vandforsyningsboringer (Fig. 9). Tolkningen er også nogenlunde sikker langs seismiske linier af høj kvalitet (vist med grønt i Fig. 9). Imellem områderne med boringer og seismiske data, er der en ret stor usikkerhed og fladerne er her baseret på interpolation mellem de faste data. Da data tætheden er lav, er der derfor en ret stor usikkerhed i kortlægningen på nuværende tidspunkt, specielt i den vestlige del af amtet.

De miocæne lag er opad begrænset af de Kvartære lag. I nærværende model er kortet: Prækvartær overfladen af Binzer & Stockmarr (1994) anvendt. Nyere boringer, for eksempel Sdr. Vium boringen, der er en kernet boring, har dog vist at dette kort er meget upræcist.

Geosektioner

Den vertikale udvikling af den miocæne lagserie er vist med 3 geologiske profiler (Fig. 10, 11 og 12).

Kortlægning

Top Palæogen

I det kortlagte område findes top palæogene-fladen i en dybde fra -100 m til -350 m dybde (Fig. 13). Overordnet danner fladen en vest dykkende monoklinal, der mod øst ligger i ca. -200 m. I den vestlig del af amtet, ud mod Nordsøen, og nordvest for Videbæk, ligger fladen i mere end -350 m dybde. Selve fladen er meget irregulær specielt i de nordlige og østlige dele af det undersøgte område. I den østlige del af amtet ses tre nord – syd gående højde-

rygge, hvor fladen ligger i omkring -150 m dybde. Den vestligste ryg strækker sig fra Aulum ned mod Herning og fortsætter syd for Herning videre ned vest for Brande. Den næste ryg findes ved Ikast og endelig anes en ryg i den østligste del, øst for Bording.

Den overordnede hældning mod vest skyldes hævnningen af det Fennoskandiske Skjold og den markante indsynkning af Nordsøen i Kvartær (Japsen & Bidstrup 2000; Japsen et al. 2002). Dannelsen af antiklinaler og synklinaler er relateret til saltbevægelser i undergrunden, som specielt foregik i Kvartær tiden. Salt strukturerne er koncentreret til området nord for Ringkøbing – Herning og øst for Kibæk.

Top Billund

Top Billund ligger i en dybde fra 0 m til mere end - 300 m dybde (Fig. 14). Overordnet danner Top Billund fladen en vest dykkende monoklinal, der mod øst ligger i ca. 0 m. I den sydvestlig del af amtet, ud mod Nordsøen, ligger fladen i mere end - 300 m dybde. Selve fladen er meget irregulær specielt i de nordlige og østlige dele af det undersøgte område. I den østlige del af amtet ses tre nord – syd gående højderygge, hvor fladen ligger i omkring - 50 m dybde. Den vestligste strækker sig fra Aulum til Herning og videre ned vest for Brande. Den næste ryg findes ved Ikast og endelig anes en ryg i den østligste del, øst for Bording. Ved Aulum, syd for Herning, og ved Bording ses markante N – S gående synklinaler. Og syd for Brande løber en NV – SØ gående synklinal.

Den overordnede hældning mod sydvest skyldes dels hævnningen af det Fennoskandiske Skjold og markante indsynkning af Nordsøen i Kvartær (Japsen & Bidstrup 2000; Japsen et al. 2002) og dels at fladen repræsenterer overfladen af et deltakompleks, der byggede ud i Nordsøen i Miocæn tid. Den markante hældning på fladen omkring en linie der går fra Ringkøbing og nordøst for Skjern-Tarm, afspejler selve deltafronten og dermed den sydvestligste udbredelse af deltakomplekset. Dannelsen af antiklinaler og synklinaler er relateret til saltbevægelser i undergrunden, som specielt foregik i Kvartær tiden. Saltstrukturerne er koncentreret til området nord for Ringkøbing – Herning og øst for Kibæk. De markante synklinaler omkring Herning, ved Bording og syd for Brande skyldes erosion i forbindelse med kvartærtidens is og smeltevand.

Mægtigheden af det interval, der indeholder Billund sand varierer mellem 0 m – 100 m (Fig. 15). Den maksimale tykkelse af rent sand, som er anført i Isenvad boringen (DGU 86.2056), er 70 m. Generelt ses det, at sandlegemerne følger et NV – SØ-ligt strøg. Det arealmæssigt største område med Billund sand er i den nordøstlige del af amtet, specielt mellem Herning og Ikast. Tykke sandenheder er her gennemboret med henholdsvis 70 m og 60 m i Hammerum (DGU 85.2429) og Isenvad (DGU 86.2056) borerne. Vest for Aulum, er der også kortlagt mægtige lag af Billund sandet, men det er tvivlsomt om intervallet her, er domineret af sand. Nordvest for Ringkøbing, er der antydning af mægtige aflejringer af Billund sand. Her er det dog baseret på meget få data, men kortlægning af seismiske data i Nordsøen udfor Ringkøbing, samt boringen ved Fjand (DGU 72.635) dokumenterer tilstedeværelsen af en mægtig og sandrig lobe her (Rasmussen og Hansen 2004). Lige syd for Videbæk og Kibæk ligger et strøg med Billund sandet. I boringen ved Assing Mølleby, er der gennemboret 55 m sand. Billund enheden kiler ud mod sydvest her, således er der kun anført 15 m sand ved Stensig, nord øst for Skjern. I området ved Brande er Billund enhe-

den relativ tyk, men det er noget usikkert, hvor meget sand der er i enheden i dette område, da der kun eksisterer få data her. Det er dog sikkert at Billund sandet er mægtigt og sandrigt sydøst for Brande mellem Give og Billund. Boringen ved Billund (DGU 114.1857) anborer 50 m sand. I den sydvestlig del af amtet, kiler Billund-enheden ud. Der er dog ældre data, som antyder mægtige lag sydøst for Tarm (Rasmussen 2003), men dette er ikke blevet bekræftet af boringen ved Torsbæk (DGU 103.1653), hvor der kun blev anboret 2 m sand i Billund enheden.

I figurerne 16 og 17 er der vist forskellige aflejningsstadier af Billund sand. Her ses hvordan Billund sandet aflejredes i forbindelse med en overordnet udbygning af kysten fra NØ mod SV. Tidligere undersøgelser har vist at de mægtigste sandenheder, blev aflejret i depressioner, dannet ved jordskorpebevægelser og under faldende havniveau (Rasmussen & Hansen 2004)

Top Bastrup

Top Bastrup ligger i en dybde fra 75 m til mere end - 150 m dybde (Fig. 18). Overordnet danner Top Bastrup fladen en vest dykkende monoklinal, der mod øst ligger i ca. 75 m dybde. I den sydvestlig del af amtet, ud mod Nordsøen, ligger fladen i mere end - 150 m dybde. Selve fladen er meget irregulær specielt i den østlige del af det undersøgte område i amtet. I den østlige del af amtet ses tre nord – syd gående højderygge, hvor fladen ligger i omkring 0 m til 50 m i den østligste del af amtet. Den vestligste strækker sig fra Aulum ned mod Herning og fortsætter syd for Herning og ned vest for Brande. Den næste ryg findes ved Ikast og endelig anes en ryg i den østligste del, øst for Bording. Der erkendes en række markante, smalle N – S gående synklinaler nordøst for Skjern. Ved Ringkøbing ses et komplekst mønster af synklinaler, der løber både mod NV – SØ og mod NØ – SV. Endvidere ses ved Aulum, syd for Herning og ved Bording ses markante N – S gående synklinaler. Og syd for Brande løber en NV – SØ gående synklinal.

Den overordnede hældning mod sydvest skyldes hævnningen af Det fennoskandiske Skjold og den markante indsynkning af Nordsøen i Kvartær (Japsen & Bidstrup 2000; Japsen et al. 2002). Dannelsen af antiklinaler og synklinaler er relateret til saltbevægelser i undergrunden, som specielt foregik i Kvartær tiden. Saltstrukturene er koncentreret til området nord for Ringkøbing – Herning og øst for Kibæk. De markante synklinaler, der skærer fladen i det meste af amtet skyldes erosion i forbindelse med kvartærtidens is og smeltevand.

Mægtigheden af Bastrup sandet varierer mellem 0 m – 100 m i området (Fig. 19). Den mægtigste lagpakke er kortlagt vest for Skjern. Her er tolkningen udelukkende baseret på seismiske data og det er endda kun en meget lille del af seismikken, der indikerer tykke sandlag. I området er der ingen borer, som bekræfter sand på dette niveau. Det er derfor meget usikkert om tolkningen holder her. Nord for Skjern, er der i borerne Hanning (93.549) og Ndr. Vium (94.2326) anboret henholdsvis 38 m og 40 m. Disse mægtigheder kan følges videre øst over mod Kibæk, hvor der i boringen ved Assing Mølleby er gennemboret 30 m sand tilhørende Bastrup sand. I området omkring Brande findes en større lobe med Bastrup sand. Denne lobe strækker sig fra Ikast-Herning området og ned mod Brande. I borerne Hammerum (85.2429) og Brande (104.1964) er der gennemboret henholdsvis

80 m og 60 m m sand. I den nordligste del af det kortlagte område, nær Ørnvej vest for Aulum, er der anført 30 m Bastrup sand i Vind (74.1140).

I figurerne 20 og 21 er der vist forskellige aflejningsstadier af Bastrup sandet. Her ses hvordan Bastrup sandet aflejredes i forbindelse med en overordnet udbygning af kysten fra NØ mod SV. Specielt er det påvist at en større lobe findes mellem Ikast-Herning og Brande. Der er antydning af en mægtig lobe vest for Skjern, men dette må bekræftes af yderlige seismiske data, samt en boring.

Odderup Formationen og Stauning sand

Dybden til Odderup Formationen er i det undersøgte område, med få undtagelser, bestemt ved basis Kvartær fladen som kortlagt af Binzer & Stokmarr (1994) og er derfor ikke vist i nærværende rapport. Stauning sandet er koncentreret til den vestlige og sydlige del af amtet (Fig. 22). Lagmægtigheden overstiger sjældent 10 m. Syd for Videbæk, øst for Skjern og syd for Tarm findes de mægtigste lag. Tykkelsen af Odderup Formationen varierer meget i amtet (Fig. 23). Omkring Videbæk, Herning, vest for Brande og øst for Tarm findes ca 25 m Odderup Formation og øst for Brande nås tykkelser på helt op til 60 m.

Udbredelsen og tykkelsen af Odderup Formationen er stærkt styret af den erosionsflade, der ligger ved basis af de kvartære lag og kan derfor ikke bruges til en tolkning af formationens aflejningsforhold. De mægtige lag ved Brande er dog betinget af forkastningssystemer, der var aktive under afsætningen af Odderup Formationen.

Den totale mægtighed af Billund -, Bastrup - og Stauning sand samt af Odderup Formationen i amtet, er vist på figur 24.

Seismisk tolkning

I 2005 og 2006 er der blevet skudt en række seismiske linier i Ringkøbing Amt (vid1, 2, 3, ska1, sfe1, ham1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, glu1a,1b,1c, 2, og 3)(Fig. 25 og 26). Disse linier er fordelt på 3 områder, der i nærværende rapport vil blive benævnt: Videbæk – Kibæk området, der omfatter linierne vid1, 2, 3, ska1, og sfe1; Hammerum området, der omfatter linierne ham1 til 7 og endeligt Glusted området, der omfatter glu1a,1b,1c,2, og 3. Tolkningen af linierne i de tre delområder er baseret på sammenbinding med stratigrafiske borer. I Videbæk – Kibæk området er linierne sammenbundet til Assing (DGU 94.2821) og Stakroge (DGU103.1654). I Hammerum området er linierne sammenbundet med Hammerum (DGU 85.2429) og Isenvad (DGU 86.2056). I Glusted området, er der ingen borer, hvorfor tolkningen er baseret på mønstergenkendelse.

Kvaliteten af de seismiske linier er generelt meget høj. Der er en tendens til at signalet bliver svagere i den vestlige del af området Videbæk – Kibæk. Endvidere er kvaliteten ret dårlig i området omkring Pårup saltstrukturen i Glusted.

Videbæk – Kibæk området

I dette område er der erkendt 3 sekvenser i den miocæne lagserie. Sekvenserne er sekvens B, C, og D (Fig. 27 – 32).

Sekvens B: Den nedre grænse er karakteriseret ved en markant reflektor i den østlige del af området (sfe1, ska1 og sne1). Mod vest bliver denne reflektor svagere. Sekvens B er nederst karakteriseret ved en smal zone med et parallelt refleksionsmønster med varierende amplitude. Herover følger et interval med et generelt svagt hældende til transparent refleksionsmønster. På visse linier ses dog områder med parallelt hældende klinoformer (ska1 mellem skudpunkt 850 og 1700)(Fig. 26 og 31) og (sfe1 mellem skudpunkt 150 og 200)(Fig. 26 og 32). Den nedre grænse for zonen med parallelt hældende klinoformer er ofte erosiv. På den seismiske linie, sne1, er der erkendt et linseformet legeme mellem skudpunkt 100 og 1000, der minder meget om zonerne med parallelt refleksionsmønster på ska1 og sfe1, men de interne refleksioner hældes mindre. Den øverste del af sekvens B er domineret af et parallelt refleksionsmønster.

Sekvens C: Den nedre grænse er markeret ved en højamplitude reflektor, der lokalt trunkerer den underliggende lagfølge. Den nederste del af sekvens C er karakteriseret ved et parallelt refleksionsmønster i den østlige del repræsenteret ved sfe1. Ellers er den nedre del af sekvens C karakteriseret ved et parallelt til næsten transparent refleksionsmønster. I den øverste del af sekvens C erkendes flere erosive horisonter (gult på figurene).

Sekvens D: Den nedre grænse er karakteriseret ved en gennemgående, højamplitude reflektor. Herover følger et parallelt til transparent refleksionsmønster, der bliver svagere (lavere amplitude) mod vest (vid2 og vid3)(Fig. 28 og 29). Den øvre grænse af sekvens D er meget irregulær og erosiv.

Tolkning

I Videbæk – Kibæk området kan seismikken korreleres til 2 nye stratigrafiske borer: Assing Mølleby (DGU 94:2821)(Fig. 33) og Stakroge (DGU 103.1654)(Fig. 34). Sidstnævnte boring står i Ribe Amt. Den nederste del af sekvens B korrelerer til lerede sedimenter tilhørende Vejle Fjord Formationen. Begge borer er placeret, hvor der er erkendt et parallelt klinoformt refleksionsmønster (Fig. 26) og det ses at dette mønster korrelerer til sandede sedimenter fra Billund sandet. Det mere konforme til transparente refleksionsmønster, der følger det parallelt klinoforme refleksionsmønster er i begge borer repræsenteret ved lerede aflejringer. Ved grænsen til sekvens C, er der i begge borer fundet et tyndt sandlag. Over grænsen til sekvens B, er der anboret sand og grus, der tolkes som et transgressivt lag, aflejret i forbindelsen med nedre Arnum transgressionen. Den nedre del af Sekvens C er domineret af lerede aflejringer afsat i et marint miljø. Herover følger sandede sedimenter tilhørende Bastrup sandet. Dette er specielt veludviklet i den sydlige del af den seismiske linie sfe1, hvor størstedelen er aflejret i forbindelse med fremrykningen af et delta kompleks. Endvidere ses ofte kanalaflejringer i den øverste del af sekvens C, som for eksempel i boringen ved Assing Mølleby (DGU 94.2821) og øverst på den seismiske linie vid1. Den nederste del af sekvens D er igen domineret af lerede aflejringer, som her tilhører marine sedimenter fra øvre Arnum Formation. Den øverste del af sekvens D er kun anboret i Stakroge (DGU 103.1654). Her er der anboret sandede sedimenter tilhørende Odderup Formationen. Det tolkes, at der hvor sekvens D er veludviklet, består den af sandede sedimenter i den øverste del af enheden, hvilket er i overensstemmelse med den regionale geologi (Kock 1989).

Øverst afgrænses de miocæne formationer af en markant, erosiv, pleistocæn flade.

Hammerum området

I Hammerum området er der erkendt 3 sekvenser i den miocæne lagserie. Sekvenserne er sekvens B, C, og D (Fig. 35 – 41).

Sekvens B: Den nedre grænse er karakteriseret ved en markant, højamplitude reflektor i hele området. Sekvens B er nederst karakteriseret ved et parallelt refleksionsmønster med varierende amplitude. Herover følger et interval, der er domineret af et parallelt, klinoformt refleksionsmønster (Fig. 26). Dette refleksionsmønster er specielt udbredt mellem Hammerum og Ikast, samt nord for Ikast (Ham2, Ham3, Ham 6 og Ham7). Klinoformerne hælder overvejende mod syd, men der er også erkendt hældninger mod øst og vest (Fig. 26 og 37). Det tilsvarende niveau på linierne Ham1, Ham4 og Ham5, er ved et generelt svagt hældende til transparent refleksionsmønster. Den øverste del af sekvens B er domineret af et parallelt til transparent refleksionsmønster.

Sekvens C: Den nedre grænse er markeret ved en højamplitude reflektor. Den nederste del af sekvens C er karakteriseret ved et højamplitude, parallelt refleksionsmønster. Dette mønster forsvinder mod øst og kan ikke erkendes i den østlige del af Ham3 og på hele Ham1. Den følgende lagpakke er domineret af et parallelt, lavamplitude til transparent refleksionsmønster. I den øverste del af sekvens C erkendes flere erosive horisonter (gult på figurene).

Sekvens D: Den nedre grænse er karakteriseret ved en gennemgående, højamplitude reflektor. Herover følger et lavamplitude, parallelt til transparent refleksionsmønster. Den øvre grænse af sekvens D er meget irregulær og erosiv.

Tolkning

I Hammerum området kan seismikken korreleres til 2 stratigrafiske borer; Hammerum (DGU 85.2429) og Isenvad (DGU 86.2056)(Fig. 42). Det parallelle refleksionsmønster nederst i sekvens B korrelerer til lerede sedimenter tilhørende Vejle Fjord Formationen. Herover ses et skarpt skift til sandede aflejringer i begge borer (Fig. 42). Dette skift til sandede aflejringer korrelerer til basis af det parallelle, klinoforme refleksionsmønster. I begge borer ses en grovende opad succession over denne grænse og denne enhed korrelerer til det klinoforme refleksionsmønster. Det klinoforme refleksionsmønster samt en grovende opad succession tolkes til at repræsentere et deltakompleks tilhørende Billund sandet. Klinoformerne hælder generelt mod syd, selv om der på Ham3 erkendes hældninger mod både øst og vest. Dette tolkes som en overvejende prograding af deltaet mod syd, men med periodiske skift af progradingretning for enkelte deltaløber. Det parallelle refleksionsmønster, der følger over, korrelerer til grovkornet sand i begge borer. Dette sand blev aflejret i et fluvialt system, der fodrede deltaet efterhånden som dette byggede længere mod syd. Fra Addit grusgrav ved vi at det overvejende var flettede floder, der karakteriserede aflejringer fra denne del af Miocæn (Hansen 1985). Det parallelle, højamplitude refleksionsmønster, der er erkendt i den nedre del af sekvens C, specielt ved Hammerum, repræsenterer formodentligt også et flettetflodsystem, som tilhører Bastrup sandet. Ud fra de data, der er til rådighed i dette studium, ser det ud til at dette system bliver mere leret mod øst, f.eks. ved Isenvad (Fig. 42). Den øvre del af sekvens C repræsenterer sandsynligvis også forskellige typer af fluviale aflejringer. For eksempel gennemborer Hammerum boringen en finende opad succession i den øverste del af sekvens C, der kan tolkes som en pointbar. Den nederste lerede og brunkulsholdige del af sekvens D, er tjekket for dinoflagellater og indikerer en øvre Arnum/Odderup fauna (pers. komm. Karen Dybkjær). De overvejende sandede sedimenter her tolkes derfor at tilhører Odderup Formationen og brunkullet øverste i den miocæne lagserie i Hammerum boringen, bindes derfor sammen med Fæsteholt Leddet (Kock 1989).

Glusted området

Der er erkendt 2 miocæne sekvenser i Glusted området. Sekvenserne er sekvens B og C (Fig. 43 – 47).

Sekvens B: Den nedre grænse er placeret ved en højamplitude reflektor. Fladen trunkerer de underliggende lag omkring en NNW – SSE liggende antiklinal. Den nederste del af sekvensen er karakteriseret ved parallelt refleksionsmønster med varierende amplitude. Visse steder erkendes et næsten transparent refleksionsmønster. Midt i sekvensen erkendes et højamplitude refleksionsmønster, der specielt ved basis og top er afgrænset af en højamplitude reflektor. Den øverste del af sekvensen består af et transparent til svagt parallelt refleksionsmønster.

Sekvens C: Den nedre grænse er markeret ved en højamplitude reflektor, der lokalt trunkerer den underliggende lagfølge. Sekvens C er karakteriseret ved et parallelt refleksionsmønster, der bliver noget svagt i den øverste del af sekvensen.

Seismikken ved Glusted kan ikke korreleres til nogen stratigrafiske borer. Den overordnede tolkning af de seismiske enheder og flader, er baseret på mønster genkendelse fra seismikken ved Hammerum og ved at erkende top Eocæn fladen på seismikken (Fig. 47). Glusted området er karakteriseret ved en markant NNV – SSØ gående antiklinal, der er dannet ved saltbevægelse i undergrunden (Japsen & Langtofte 1991). Vi ved fra undersøgelser i Ikast området, der ligger ca. 10 km fra Glusted, at der findes særdeles meget sand i sekvens B (Fig. 8). Vi ved dog samtidig, at de sandrige enheder overvejende ligger imellem saltstrukturene. På glu2 linien ses at saltstrukturen var aktiv under aflejringen af sekvens B, hvilket erkendes ved at sekvensen bliver tyndere ind over strukturen. Sekvensen er dog ganske tyk i den østlige del af linien. Derfor er det sandsynligt, at der kan antræffes sand i sekvens B i den østlige del. Dette understøttes af at der også blev aflejret mægtige sandlag i sekvens B længere øst for Glusted området, for eksempel ved Salten og Addit (Rasmussen et al. 2006). Den øverste del af sekvens C er gennemboret i borerne DGU 86.1439 og DGU 861032. Her er der i en dybde ned til 38 m anført glimmersand og kvartssand, sandet tolkes til at tilhører Bastrup sand.

Konklusion

I 2005 og 2006 er der boret 5 stratigrafiske borer i Ringkøbing Amt. Disse borer blev udført med henblik på at teste forskellige geologiske modeller/tolkninger opstillet på baggrund af seismiske data og log korrelationer. Endvidere har det været hensigten at videreudvikle en højopløselig stratigrafisk metode til kortlægning af miocæne grundvandsmagasiner fremover.

Resultaterne viser at man ved et bestemt refleksionsmønster (parallelt kliniformt refleksionsmønster) på seismiske data kan identificere grundvandsmagasiner. De formodede store og dybtliggende grundvandsmagasiner mellem Herning og Ikast er blevet bekræftet af de borer, der er blevet lavet inden for de sidste to år. Undersøgelserne viser endvidere at der ikke eksisterer grundvandsmagasiner tilhørende Billund sand i området omkring Struer og Holstebro. Endeligt viste boringen ved Torsbæk, øst for Tarm, at der ikke eksisterer noget stort grundvandsmagasin her.

I denne rapport præsenteres den første større tre-dimensionelle tolkning af den miocæne lagserie. Den begrænsede mængde af data, gør tolkningen noget usikker, men modellen giver dog et langt bedre indsigt i, hvordan lagserien er opbygget og hvor man kan forvente at finde større grundvandsmagasiner. Som både borer og seismiske data antyder, findes der mægtige sandlag tilhørende Billund - og Bastrup sand, mellem Herning og Ikast. Disse sandlag fortsætter sydover mod Brande, hvor specielt Bastrup sand er et velkendt grundvandsmagasin. Om Billund sandet også er til stede og med gode egenskaber, må testes i forbindelse med nye borer. I den nordvestlige del af amtet, fra Struer – Holstebro (Ørnhøj), udgør Bastrup sand det bedste grundvandsmagasin. Der er antydning af et større sandlag ved Stauning, nordvest for Skjern, men dette er baseret på meget få data og skal bekræftes af yderligere seismiske data inden det testes med en boring.

Nye undersøgelser af den miocæne lagserie i Østjylland (Rasmussen et al. 2006) viser at den stratigrafiske model for den miocæne lagserie skal revideres meget i dette område. Dette er gjort i nærværende 3-D kortlægning. Resultatet heraf er at de dybe grundvandsmagasiner gradvist går i dagen mod øst og nordøst og at der her, derfor vil være mulighed for infiltration via nedsivning af overfladevand.

Den seismisk tolkning viser at de enheder der indeholder Billund sand, Bastrup sand og Odderup Formationen er tilstede i Videbæk – Kibæk - og Hammerum området. I Glusted området er kun erkendt Billund - og Bastrup sand. I Glusted området er der ingen dybere borer, så det er ikke klart om der findes Billund sand her. Bastrup sand er erkendt i borer, men kvaliteten og tykkelsen er ukendt. Området ved Glusted ligger dog imellem de sandrige miocæne aflejringer ved Silkeborg og Herning – Ikast området, så der er chancer, hvis man borer, der hvor Miocæn lagserien er mægtig.

Referencer

- Binzer, K. & Stockmarr, J. 1994: Prækvarteroverfladens højdeforhold. Danmarks Geologiske Undersøgelse, Kortseris nr 44.
- Danielsen, M., Michelsen, O. & Clausen, O.R. 1995: Oligocene sequence stratigraphy and basin development in the Danish North Sea sector based on log interpretations. EFP-92-project: Basin development of the Tertiary of the Central Trough with emphasis on possible hydrocarbon reservoirs, 26pp.
- Dybkjær, K. & Rasmussen, E.S. 2000: Palynological dating of the Oligocene - Miocene successions in the Lille Bælt area, Denmark. Bulletin of the Geological Society of Denmark 47, 87–103.
- Dybkjær, K., Piasecki, S. Rasmussen, E.S. 2006: Dinoflagellat-datering og litpstratigrafi i Assing Mølleby, Klosterhede og Torsbæk borerne, Ringkøbing Amt. Danmarks og Grønlands Geologiska Undersøgelse, Rapport 2006/58.
- Friis, H., Mikkelsen, J. & Sandersen, P. 1998: Depositional environment of the Vejle Fjord Formation of the Upper Oligocene - Lower Miocene of Denmark: a barrier island/barrier-protected depositional complex. Sedimentary Geology 117, 221–244.
- Heilmann-Clausen, C. 1995: Palæogene aflejringer over Danskekalken. In: Nielsen, O.B. (ed.): Danmarks geologi fra Kridt til idag. Aarhus Geokompender 1, 69–114.
- Hansen, J. Ø. 1985: En lithofaciesundersøgelse af nogle kvartssandsforekomster i Midtjylland. 126 pp. Unpublished Cand. Scient. thesis, Aarhus University, Denmark.
- Hindsby, K., Harrar, B., Nyegaar, P., Konradi, P., Rasmussen, E.S., Bidstrup, T., Gregersen, U. & Boaretto, E. 1999: The Ribe Formation i SW Jylland, Denmark: Holocene and Pleistocene groundwaters in a coastal Miocene sand aquifer. In: Edmunds & Milne (eds): PALAEAUX - management of coastal aquifers in Europe - Palaeowaters, natural controls and human influence. Final report for the EU project PALAEAUX (ENV4-CT95-0156) British Geological Survey, BGS Technical Report, Hydrogeology Series, WD/99/35, 1999.
- Japsen, P. & Bidstrup, T. 2000: Quantification of late Cenozoic erosion in Denmark based on sonic data and basin modelling. Bulletin of the Geological Society of Denmark 46, 79–99.
- Japsen, P. & Langtofte, C. 1991: Geologiske Kort over Danmark, 1:400.000. Danmarks Geologiske Undersøgelse, 30, 1-4.
- Japsen, P., Bidstrup, T. & Lidmar-Bergström, K. 2002: Neogene uplift and erosion of southern Scandinavia induced by the rise of the South Swedish Dome. In: Doré, A.G., Cartwright, J.A., Stoker, M.S., Turner, J.P. & White, N. (eds): Exhumation of the North Atlantic margin: Timing, Mechanisms and Implications for Petroleum Exploration. Geological Society, London, Special Publications, 196, 183–207.
- Jordt, H., Faleide, J.L., Bjørlykke, K. & Ibrahim, M.T. 1985: Cenozoic sequence stratigraphy of the central and northern North Sea Basin: tectonic development, sediment distribution and provenance areas. Marine and Petroleum Geology 12(8), 845–879.

- Koch, B.E. 1989: Geology of the Søby-Fasterholt area. Geological Survey of Denmark, Serie A 22, 177pp.
- Larsen, G., Dinesen, A., 1959. Vejle Fjord Formationen ved Brejning. Sedimenterne og foraminiferfaunaen (Oligocæn-Miocæn). Danmarks geologiske Undersøgelse 82 (II Række), 114 pp.
- Laursen, G.V. & Kristoffersen, F.N. 1999: Detailed foraminiferal biostratigraphy of Miocene formations in Denmark. *Contr. Tert. Quatern. Geol.* 36(1-4), 73–107.
- Michelsen, O. 1994: Stratigraphic correlation of the Danish onshore and offshore Tertiary successions based on sequence stratigraphy. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 41, 145–161.
- Printice, M.L., Matthews, R.K., 1988. Cenozoic ice volume history: Development of a composite oxygen isotope record. *Geology* 16, 963–966.
- Rasmussen, E.S. 1996: Sequence stratigraphic subdivision of the Oligocene and Miocene succession in South Jutland. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 43, 143–155.
- Rasmussen, E.S. 2003: Regional kortlægning af miocæne grundvandsmagasiner i Ringkøbing Amt. *GEUS* 2003/1.
- Rasmussen, E.S. 2004: Stratigraphy and depositional evolution of the uppermost Oligocene – Miocene succession in western Denmark. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 51, 89–109.
- Rasmussen, E.S., Dybkjær, K, and Piasecki, S. (2006) Neogene fluvial and marginal marine deposits of the Salten section, Denmark. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 53, 23–37.
- Rasmussen, E.S. & Hansen, J.P.V. 2004: Kortlægning af grundvandsmagasiner i Ringkøbing Amt. *GEUS* 2005/22.
- Rasmussen, E.S., Dybkjær, K. & Piasecki, S., 2004: The Billund delta: a possible new giant aquifer in central and western Jutland. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 4, 21–24.
- Rasmussen, E.S. & Dybkjær, K. 2005: Sequence stratigraphy of the Upper Oligocene – Lower Miocene of eastern Jylland, Denmark: role of structural relief and variable sediment supply in controlling sequence development. *Sedimentology* 52, 25–63.
- Rasmussen, L.B., 1961. De miocæne formationer i Danmark. *Danmarks Geologiske Undersøgelse*, IV Række 5, 45 pp.
- Sorgenfrei, T., 1958. Molluscan assemblages from the marine middle Miocene of South Jutland and their environments. *Danmarks geologiske Undersøgelse*, 79 (II Række), 503 pp.
- Vejbæk, O. V. 1992: Geodynamic modelling of the Danish Central Trough. In: Larsen, R.M. et al. (eds): *Structural and tectonic modelling and its application to petroleum geology*, 1-17. Amsterdam, Elsevier: Norwegian Petroleum Society.

Vejbæk, O. V. 1997: Dybe strukturer I danske sedimentære bassiner. Geologisk Tidsskrift, Dansk Geologisk Forening, 4, 1-31.

Ziegler, P.A. 1982: Geological atlas of Western and Central Europe, 130pp. Amsterdam: Elsevier.

Appendiks A

Skovlund (Holstebro)

- 64-65: Sand: Gråt, grovkornet sand med tynde, brune og grå lerlag. Gruset.
- 65-66: Sand: Gråt, velsorteret, grovkornet sand med tynde mørkebrune lerlag. Gruset.
- 66-67: Sand: Gråt, velsorteret, grovkornet sand med tynde mørkebrune lerlag. Gruset.
- 67-68: Sand: Gråt, velsorteret, grovkornet sand med tynde mørkebrune lerlag. Gruset.
- 68-69: Sand: Gråt, velsorteret, mellem- til grovkornet sand med tynde mørkebrune lerlag. Gruset.
- 69-70: Sand: Gråt, velsorteret, mellem- til grovkornet sand med tynde mørkebrune lerlag.
- 70-71: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand med tynde mørkegrå siltlag. Tungminerale.
- 71-72: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand med tynde mørkegrå siltlag. Tungminerale.
- 72-73: Sand: Mørkegråt, mellemkornet sand. Gruset og med bjergartsfragmenter.
- 73-74: Sand: Mørkegråt, mellemkornet sand. Gruset og med bjergartsfragmenter.
- 74-75: Sand: Gråt, grovkornet sand.
- 75-76: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med tynde, grå siltlag.
- 76-77: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.
- 77-78: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand med laminerede siltlag.
- 78-79: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Noget finkornet sand.
- 79-80: Sand: Gråt, grovkornet sand.
- 80-81: Sand: Gråt, velsorteret, finkornet sand. Tungminerale.
- 81-82: Sand: Gråt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.
- 82-83: Sand: Gråt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.
- 83-84: Sand: Gråt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.
- 84-85: Sand: Gråt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.
- 85-86: Sand: Gråt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale og lignit.
- 86-87: Sand: Gråt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.
- 87-88: Sand: Gråt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.
- 88-89: Sand: Gråt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.
- 89-90: Sand: Gråt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale og flint.
- 90-91: Sand: Gråt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Gruset og noget organisk materiale.
- 91-92: Sand: Gråt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. lignit.
- 92-93: Sand: Gråt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand med brune, lerede siltlag. Cementeret sand.
- 93-94: Sand: Gråt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand med brune, lerede siltlag. Cementeret sand.
- 94-95: med brune, lerede siltlag. Cementeret sand. Lignit.
- 95-96: Sand: Gråt finkornet sand.
- 96-97: Sand: Veksellejrende, gråt finkornet sand og brunt, leret silt. Lignit.

- 97-98: Silt: Mørkebrunt, leret silt veksellejrende med gråt, finkornet sand.
- 98-99: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
- 99-100: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Gruset.
- 100-101: Sand: Gråt, grovkornet sand med tynde, mørkebrune, lerede siltlag. Gruset, Flint?.
- 101-102: Sand: Gråt grus og mørkebrunt til grønligt, lamineret silt.
- 102-103: Silt: Lamineret, mørkebrunt til grønligt, silt og finsand. Gruset.
- 103-104: Silt: Lamineret, mørkebrunt til grønligt, silt og finsand. Gruset.
- 104-105: Silt: Lamineret, mørkebrunt til grønligt, silt og finsand. Gruset.
- 105-106: Silt: Lamineret, mørkebrunt til grønligt, silt og finsand. Gruset.
- 106-107: Silt: Lamineret, mørkebrunt til grønligt, silt og finsand.
- 107-108: Silt: Lamineret, mørkebrunt til grønligt, silt og finsand.
- 108-109: Silt: Lamineret, mørkebrunt til grønligt, silt og finsand.
- 109-110: Silt: Lamineret, mørkebrunt til grønligt, silt og finsand.
- 110-111: Silt: Lamineret, mørkebrunt til grønligt, silt og finsand.
- 111-112: Silt: Lamineret, mørkebrunt til grønligt, silt og finsand.
- 112-113: Sand: Gråt, grovkornet sand med mørkebrune, lerede siltlag. Gruset, lignit.
- 113-114: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Sandet og gruset.
- 114-115: Silt: Veksellejrende, lamineret, gråt til mørkebrunt, silt og sand.
- 115-116: Sand: Gråt til hvidt, grovkornet sand med tynde, mørkebrune, lerede siltlag. Gruset.
- 116-117: Silt: Lamineret, mørkebrunt til grønligt, leret silt. Gruset.
- 117-118: Silt: Veksellejrende, mørkebrunt og grønligt, leret silt.
- 118-119: Silt: Veksellejrende, mørkebrunt og grønligt, leret silt.
- 119-120: Silt: Veksellejrende, mørkebrunt og grønligt, leret silt.
- 120-121: Silt: Veksellejrende, mørkebrunt og grønligt, leret silt.
- 121-122: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønligt, leret silt.
- 122-123: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønligt, leret silt. Finsandsstriber.
- 123-124: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønligt, leret silt
- 124-125: Grus: Gråt grus (>2cm).
- 125-126: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 126-127: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset (>3cm).
- 127-128: Sand: Gråt til hvidt, velsorteret, finkornet sand. Gruset.
- 128-129: Sand: Gråt til hvidt, velsorteret, finkornet sand. Gruset og med tynde lerlag.
- 129-130: Sand: Gråt til hvidt, velsorteret, finkornet sand. Gruset (>3cm), Flint?.
- 130-131: Sand: Gråt til hvidt, velsorteret, finkornet sand. Gruset (>3cm), Flint?.
- 131-132: Sand: Gråt til hvidt, velsorteret, finkornet sand. Tynde, brune lerlag.
- 132-133: Silt: Veksellejrende, brune og grå, lerede siltlag og laminerede brune til grå, lerede siltlag.
- 133-134: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Gruset.
- 134-135: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Gruset.
- 135-136: Silt: Veksellejrende, brunt til gråt, leret silt og gråt, mellemkornet sand.
- 136-137: Silt: Veksellejrende, brunt til gråt, leret silt og gråt, mellemkornet sand. Cementeret sand.
- 137-138: Silt: Veksellejrende, brunt til gråt, leret silt og gråt, mellemkornet sand. Skaller.

- 138-139: Silt: Veksellejrende, brunt til gråt, leret silt og gråt, mellemkornet sand. Skaller.
- 139-140: Silt: Veksellejrende, brunt til gråt, leret silt og gråt, mellemkornet sand. Skaller.
- 140-141: Silt: Veksellejrende, brunt til gråt, leret silt og gråt, mellemkornet sand.
- 141-142: Sand: Gråt, finkornet sand. Rødlige kvarts korn, Gruset, mange skaller.
- 142-143: Sand: Gråt, finkornet sand, med tynde lerlag. Skaller.
- 143-144: Sand: Gråt, finkornet sand, med tynde lerlag. Mange skaller.
- 144-145: Sand: Veksellejrende, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Mange Skaller.
- 145-146: Silt: Veksellejrende, brunt til gråt, leret silt og grønliggråt, mellemkornet sand. Skaller.
- 146-147: Silt: Veksellejrende, brunt til gråt, leret silt og grønliggråt, mellemkornet sand. Skaller.
- 147-148: Silt: Veksellejrende, brunt til gråt, leret silt og grønliggråt, mellemkornet sand. Mange skaller.
- 148-149: Silt: Veksellejrende, brunt til gråt, leret silt og grønliggråt, mellemkornet sand. Skaller.
- 149-150: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønligtgråt, leret silt.
- 150-151: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønligtgråt, leret silt.
- 151-152: Silt: Mørkebrunt, leret silt med få tynde, grønliggrå lerede siltlag.
- 152-153: Silt: Mørkebrunt, leret silt med få tynde, grønliggrå lerede siltlag.
- 153-154: Silt: Mørkebrunt, leret silt med få tynde, grønliggrå lerede siltlag.
- 154-155: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
- 155-156: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
- 156-157: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
- 157-158: Sand: Gråt, grovkornet sand med mørkebrunt, lerede siltlag.
- 158-159: Sand: Gråt, velsorteret sand. Tungminerale.
- 159-160: Sand: Gråt, velsorteret sand. Tungminerale.
- 160-161: Sand: Gråt, velsorteret sand. Tungminerale.
- 161-162: Sand: Gråt, velsorteret sand. Tungminerale. Skaller.
- 162-163: Sand: Gråt, velsorteret sand. Tungminerale. Skaller.
- 163-164: Silt: Veksellejrende, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Mange skaller.
- 164-165: Silt: Veksellejrende, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 165-166: Silt: Veksellejrende, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 166-167: Silt: Veksellejrende, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 167-168: Silt: Mørkebrunt, leret silt med finkornet sand. Skaller.
- 168-169: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 169-170: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 170-171: Sand: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
- 171-172: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 172-173: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 173-174: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
- 174-175: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 175-176: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.

- 176-177: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 177-178 Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 178-179: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 179-180: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 180-181: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 181-182: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt. Skaller.
- 182-183: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt. Skaller.
- 183-184: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
- 184-185: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Gruset, Skaller.
- 185-186: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Gruset, Skaller.
- 186-187: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
- 187-188: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Gruset, Skaller.
- 188-189: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Finkornet sand og Skaller.
- 189-190: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Finkornet sand og Skaller.
- 190-191: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Finkornet sand og Skaller.
- 191-192: Silt: Mørkebrunt, leret silt og lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Finkornet sand.
- 192-193: Silt: Mørkebrunt, leret silt og lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
- 193-194: Silt: Mørkebrunt, leret silt og lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Cementeret sand, skaller.
- 194-195: Silt: Fin-lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt og finkornet sand. Skaller, cementeret sand.

Appendiks B

Hammerum

- 0–1: Ler: Gulligbrunt til gråt ler og sand. Gruset, Flint og muld.
- 1–2: Ler: Gulligbrunt til gråt ler og sand. Gruset, Flint (< 1.5 cm).
- 2–3: Ler: Mørkegråt ler og sand. Flint (<2 cm).
- 3–4: Ler: Mørkegråt ler og sand. Flint (<3 cm).
- 4–5: Ler: Gråt, sandet ler og grus.
- 5–6: Ler: Gråt, sandet ler og grus.
- 6–7: Ler: Gråt, sandet ler og grus.
- 7–8: Ler: Gråt, sandet ler og grus.
- 8–9: Ler: Gråt, sandet ler og grus.
- 9–10: Ler: Gråt, sandet ler og grus. Klast (< 4 cm)
- 10–11: Ler: mørkegråt ler og grus.
- 11–12: Ler: mørkegråt ler og grus.
- 12–13: Ler: mørkegråt ler og grus.
- 13–14: Ler: mørkegråt ler og grus.
- 14–15: Ler: mørkegråt ler og grus. Klast (< 2 cm).
- 15–16: Ler: mørkegråt ler og grus.
- 16–17: Ler: mørkegråt ler og grus.
- 17–18: Ler: mørkegråt ler og grus. Klast (< 2 cm).
- 18–19: Sand: Gråt, grovkornet sand. Sten (< 10 cm).
- 19–20: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset, mørkt flint.
- 20–21: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset, mørkt flint.
- 21–22: Sand: Hvidgråt, Mellemkornet sand. Lignit.
- 22–23: Sand: Hvidgråt, Mellemkornet sand. Gruset.
- 23–24: Sand: Hvidgråt, Mellemkornet sand.
- 24–25: Sand: Hvidgråt, Mellemkornet sand.
- 25–26: Ler: Brunt, sandet ler og grus.
- 26–27: Ler: Brunt, sandet ler og grus. Lignit.
- 27–28: Ler: Rødbrunt, sandet ler og grus. Lignit.
- 28–29: Ler: Rødbrunt, sandet ler og grus. Lignit.
- 29–30: Ler: Rødbrunt, sandet ler og grus. Lignit.
- 30–31: Lignit: Lignit.
- 31–32: Ler: Rødbrunt og lyst, rødbrunt ler og lignit.
- 32–33: Ler: Rødbrunt og lyst, rødbrunt ler og grovkornet sand. Lidt lignit.
- 33–34: Sand: Gråt, grovkornet sand. Enkelte lag af brunt ler.
- 34–35: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset, Flint.
- 35–36: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset og få brune, lerede siltlag.
- 36–37: Sand: Gråbrunt, grovkornet sand. Gruset og med enkelte lag af brunt ler.
- 37–38: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 38–39: Silt: Rødbrunt, leret silt og sand. Gruset.
- 39–40: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med tynde, lerlag.

- 40–41: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med tynde, lerlag.
- 41–42: Sand: Gråbrunt, mellemkornet sand. Gruset, lignit?
- 42–43: Sand: Gråbrunt, mellemkornet sand. Gruset, lignit.
- 43–44: Sand: Gråbrunt, mellemkornet sand. Gruset.
- 44–45: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tynde, brune lerlag.
- 45–46: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tynde, brune lerlag.
- 46–47: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tynde, grå lerlag.
- 47–48: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tynde, grå lerlag.
- 48–49: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tynde, grå lerlag.
- 49–50: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tynde, grå lerlag.
- 50–51: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand.
- 51–52: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Tynde hårde lag.
- 52–53: Silt: Mørkebrunt, leret silt veksellejrende med gråbrunt, lamineret, leret silt.
- 53–54: Sand: Gråt, grovkornet sand og gråbrunt, lamineret leret silt.
- 54–55: Sand: Gråbrunt, grovkornet sand. Gruset.
- 55–56: Sand: Gråbrunt, grovkornet sand. Gruset.
- 56–57: Sand: Gråbrunt, grovkornet sand. Gruset og med tynde, rødbrune, leret siltlag.
- 57–58: Silt: Lamineret, sort og brunt, leret silt. Meget glimmer.
- 58–59: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand og tynde, brune lererde siltlag.
- 59–60: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand.
- 60–61: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand.
- 61–62: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand. Tynde, brune, lerede siltlag.
- 62–63: Sand: Gråt, grovkornet sand og tynde, mørkebrune, lerede siltlag.
- 63–64: Sand: Gråt, grovkornet sand og tynde, mørkebrune, lerede siltlag.
- 64–65: Silt: Rødbrunt, leret silt. Lidt mellem- til grovkornet sand. Lignit.
- 65–66: Lignit. Lignit og mellemkornet sand.
- 66–67: Lignit. Lignit og mellemkornet sand.
- 67–68: Silt: Rødbrunt, leret silt. Lignit.
- 68–69: Silt: Rødbrunt, leret silt. Lignit.
- 69–70: Silt: Rødbrunt, leret silt.
- 70–71: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Lidt lignit.
- 71–72: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand veksellejrende med brunt, leret silt.
- 72–73: Sand: Gråt, mellemkornet sand.
- 73–74: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Rød kvarts.
- 74–75: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Flint?
- 75–76: Sand: Gråt, velsorteret mellemkornet sand.
- 76–77: Sand: Gråt, mellemkornet sand veksellejrende med gråt leret silt.
- 77–78: Sand: Gråt, mellemkornet sand veksellejrende med gråt leret silt.
- 78–79: Sand: Gråt, mellemkornet sand veksellejrende med gråt leret silt.
- 79–80: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand veksellejrende med gråt leret silt.
- 80–81: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand veksellejrende med gråt leret silt.
- 81–82: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand veksellejrende med gråt leret silt.
- 82–83: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand.
- 83–84: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand.
- 84–85: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand veksellejrende med gråt leret silt.
- 85–86: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Bjergartsfragment.
- 86–87: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand veksellejrende med gråt leret silt.

- 87–88: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Lignit.
- 88–89: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Lignit.
- 89–90: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Lignit.
- 90–91: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Lignit.
- 91–92: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Lignit.
- 92–93: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset, lignit.
- 93–94: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset, lignit.
- 94–95: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset, klaster op til 2 cm.
- 95–96: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset, klaster op til 2 cm.
- 96–97: Sand: Gråt, grovkornet sand. Få brune lerlag.
- 97–98: Silt: Rødbrun og brunt, lamineret, leret silt.
- 98–99: Silt: Rødbrun og brunt, lamineret, leret silt.
- 99–100: Sand: Gråt, grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
- 100–101: Sand: Brunliggråt, Mellem- til grovkornet sand. Gruset.
- 101–102: Sand: Brunliggråt, mellemkornet sand. Tynde, mørkebrune, lerede siltlag.
- 102–103: Sand: Brunliggråt, mellemkornet sand.
- 103–104: Sand: Brunliggråt, mellemkornet sand. Lignit.
- 104–105: Sand: Brunliggråt, mellemkornet sand.
- 105–106: Sand: Brunliggråt, mellemkornet sand. Gruset.
- 106–107: Sand: Brunliggråt, mellemkornet sand.
- 107–108: Sand: Brunliggråt, mellemkornet sand. Tynde, gråbrune, lerede siltlag.
- 108–109: Sand: Brunliggråt, mellemkornet sand. Tynde, gråbrune, lerede siltlag.
- 109–110: Sand: Brunliggråt, mellemkornet sand. Tynde, gråbrune, lerede siltlag.
- 110–111: Silt: Gråbrunt og gråt, lamineret, leret silt og finkornet sand. Noget mellemkornet sand.
- 111–112: Silt: Gråbrunt og gråt, lamineret, leret silt og finkornet sand.
- 112–113: Silt: Gråbrunt og gråt, lamineret, leret silt og finkornet sand. Gruset.
- 113–114: Sand: Gråbrunt, mellemkornet sand. Gruset og med tynde, lerede siltlag.
- 114–115: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 115–116: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset. Noget mellemkornet sand.
- 116–117: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 117–118: Grus: Gråt, grus og grovkornet sand.
- 118–119: Sand: Gråt, velsorteret, grovkornet sand. Gruset.
- 119–120: Sand: Gråt, velsorteret, grovkornet sand. Gruset.
- 120–121: Sand: Gråt, velsorteret, grovkornet sand.
- 121–122: Sand: Gråt, velsorteret, grovkornet sand.
- 122–123: Sand: Gråt, velsorteret, grovkornet sand. Gruset.
- 123–124: Sand: Gråt, velsorteret, grovkornet sand. Gruset.
- 124–125: Grus: Gråt grus og grovkornet sand, samt mørkebrunt, leret silt.
- 125–126: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Noget mellem- til grovkornet sand. Lignit.
- 126–127: Silt: Mørkebrunt, leret silt og grovkornet sand.
- 127–128: Silt: Mørkebrunt, leret silt og grovkornet sand.
- 128–129: Sand: Gråt, grovkornet sand og mørkebruntleret silt.
- 129–130: Sand: Gråt, grovkornet sand og mørkebruntleret silt.
- 130–131: Sand: Gråt, grovkornet sand og mørkebruntleret silt.
- 131–132: Sand: Gråt, grovkornet sand og mørkebruntleret silt.
- 132–133: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Noget grovkornet sand.

- 133–134: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Noget grovkornet sand og grus.
- 134–135: Silt: Mørkebrunt, leret silt, svagt lamineret. Noget grovkornet sand.
- 135–136: Sand: Gråt, grovkornet sand og mørkebrunt ler.
- 136–137: Sand: Gråt, grovkornet sand og tynde, mørkebrune, lerede siltlag.
- 137–138: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 138–139: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 139–140: Sand: Gråbrunt, fin- til mellemkornet sand og mørkebrunt ler.
- 140–141: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og mørkebrunt ler.
- 141–142: Sand: Gråt, velsorteret mellemkornet sand.
- 142–143: Silt: Mørkebrunt leret silt og grovkornet sand. Gruset.
- 143–144: Sand: Gråt, grovkornet sand og grus, samt tynde, mørkebrune lerede siltlag.
- 144–145: Sand: Gråt, grovkornet sand og grus. Noget mørkebrunt leret silt.
- 145–146: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand.
- 146–147: Sand: Gråt, mellemkornet sand og tynde, mørkebrune lerede siltlag.
- 147–148: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand.
- 148–149: Sand: Gråt, mellemkornet sand.
- 149–150: Sand: Gråt, mellemkornet sand.
- 150–151: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.
- 151–152: Sand: Gråbrunt, velsorteret mellemkornet sand.
- 152–153: Sand: Gråbrunt, velsorteret mellemkornet sand.
- 153–154: Sand: Gråbrunt, velsorteret mellemkornet sand.
- 154–155: Sand: Gråbrunt, velsorteret mellemkornet sand.
- 155–156: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.
- 156–157: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.
- 157–158: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.
- 158–159: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand.
- 159–160: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand.
- 160–161: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.
- 161–162: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand.
- 162–163: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset, noget mørkebrunt leret silt.
- 163–164: Sand: Gråt, grovkornet sand.
- 164–165: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand med tynde, mørkebrune, lerede siltlag.
- 165–166: Sand: Gråt, grovkornet sand.
- 166–167: Sand: Gråt, finkornet sand.
- 167–168: Sand: Gråt, finkornet sand. Gruset og med tynde, lerede siltlag.
- 168–169: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt leret silt. Gruset.
- 169–170: Silt: Brunt, leret silt og grovkornet sand.
- 170–171: Silt: Brunt, leret silt. noget grovkornet sand.
- 171–172: Silt: Brunt, leret silt. noget grovkornet sand.
- 172–173: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med mørkebrune, lerede siltlag.
- 173–174: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med mørkebrune, lerede siltlag.
- 174–175: Grus: Gråt grus og grovkornet sand. Noget mørkebrunt leret silt. Klast op til 1.5 cm.
- 175–176: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Brunt, leret silt.
- 176–177: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Brunt, leret silt.
- 177–178: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Brunt, leret silt.
- 178–179: Grus: Gråt grus og mellemkornet sand. Brunt, leret silt.

- 179–180: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Tynde lysebrune, lerlag.
- 180–181: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Brunt, lerede silt.
- 181–182: Sand: Gråt, mellemkornet sand.
- 182–183: Sand: Gråt, mellemkornet sand.
- 183–184: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Brunt, lerede silt.
- 184–185: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Lidt brunt, lerede silt.
- 185–186: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Brunt, lerede silt.
- 186–187: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Brunt, lerede silt.
- 187–188: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Brunt, lerede silt.
- 188–189: Silt: Brunt, leret silt og noget mellemkornet sand.
- 189–190: Sand: Gråt, mellemkornet sand og brunt, leret silt.
- 190–191: Sand: Gråt, mellemkornet sand og brunt, leret silt.
- 191–192: Sand: Gråt, mellemkornet sand og lamineret brunt, leret silt.
- 192–193: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand og brunt, leret silt. Gruset.
- 193–194: Ler: Brunt ler og gråt mellemkornet sand.
- 194–195: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og brunt ler. Meget glimmer.
- 195–196: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og brunt, lamineret ler. Meget glimmer.
- 196–197: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og brunt, lamineret ler. Meget glimmer.
- 197–198: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og brunt, lamineret ler. Meget glimmer.
- 198–199: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og brunt, lamineret ler. Meget glimmer. Gruset.
- 199–200: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og brunt, lamineret ler. Meget glimmer. Gruset.
- 200–201: Silt: Brunt, leret silt og fin- til mellemkornet sand. Gruset.
- 201–202: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og brunt, lamineret ler. Meget glimmer.
- 202–203: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og brunt, lamineret ler. Meget glimmer. Gruset.
- 203–204: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og brunt, lamineret ler. Meget glimmer.
- 204–205: Sand: Gråt, mellemkornet sand og brunt, lamineret ler. Meget glimmer.
- 205–206: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Meget glimmer.
- 206–207: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Meget glimmer.
- 207–208: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand og tynde brune, lerede siltlag. Meget glimmer.
- 208–209: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand og tynde brune, lerede siltlag. Meget glimmer.
- 209–210: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand og tynde brune, laminerede, lerede siltlag. Meget glimmer.
- 210–211: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand og tynde brune, lerede siltlag.
- 211–212: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand og tynde brune, lerede siltlag. Gruset.
- 212–213: Silt: Mørkebrunt, leret silt og fin- til mellemkornet sand.
- 213–214: Sand: Gråt, Mellemkornet sand. Gruset, Mørkebrunt, leret silt.
- 214–215: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og tynde mørkebrune, lerede siltlag.
- 215–216: Silt: mørkebrunt, leret silt og mellemkornet sand.
- 216–217: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og tynde brune, lerede siltlag. Gruset.
- 217–218: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og tynde, brune, laminerede, lerede siltlag.

- 218–219: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og tynde brune, lerede siltlag.
- 219–220: Sand: Gråt, velsorteret, fin/mellemkornet sand.
- 220–221: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og tynde brune, lerede siltlag. Gruset.
- 221–222: Sand: Gråt, grovkornet sand og tynde brune, lerede siltlag.
- 222–223: Silt: Hårdt, mørkebrunt, leret silt. Noget hvidgrønt finkornet sand. Gruset.
- 223–224: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
- 224–225: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
- 225–226: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
- 226–227: Silt: Mørkebrunt og gråbrunt, lamineret, leret silt. Lidt finkornet sand.
- 227–228: Silt: Mørkebrunt og gråbrunt, lamineret, leret silt. Skaller.
- 228–229: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

Figurliste

- Fig. 1: Palæogeografisk rekonstruktion af det nordøstlige Nordsø Bassin i Miocæn.
- Fig. 2: Strukturelle elementer i Det dansk – norske Bassin (Vejbæk 1997).
- Fig. 3: Miocæn litostratigrafi.
- Fig. 4: Nord – syd gående korrelationsprofil fra Midtjylland til Sønderjylland.
- Fig. 5: Litologisk log fra Skovlunde boringen.
- Fig. 6: Litologisk log fra Hammerum boringen.
- Fig. 7: Korrelationspanelet R9.
- Fig. 8: Korrelationspanelet R10.
- Fig. 9: Kort med angivelse af boringer, seismiske data samt lokaliseringen af profillinier.
- Fig. 10: Profillinie 1: nord – syd gående profil fra den vestlige del af Ringkøbing Amt.
- Fig. 11: Profillinie 2: nord – syd gående profil fra den centrale del af Ringkøbing Amt.
- Fig. 12: Profillinie 3: øst – vest gående profil fra den centrale del af Ringkøbing Amt.
- Fig.13: Dybdestrukturkort over Top Palæogen.
- Fig. 14: Dybdestrukturkort over Top Billund sand.
- Fig. 15: Total tykkelseskort over Billund sand.
- Fig. 16: Tykkelseskort over -1Billund.
- Fig. 17: Tykkelseskort over 1Billund.
- Fig. 18: Dybdestrukturkort over Top Bastrup sand.
- Fig. 19: Total tykkelseskort over Bastrup sand.
- Fig. 20: Tykkelseskort over -1Bastrup.
- Fig. 21: Tykkelseskort over 2 Bastrup.
- Fig. 22: Total tykkelseskort over Stauning sand.
- Fig. 23: Total tykkelseskort over Odderup Formationen.
- Fig. 24: Total tykkelseskort over Miocæn sand.
- Fig. 25: Kort over seismiske linier tolket i denne rapport.
- Fig. 26: Områder hvor der er erkendt et parallelt kliniformt refleksionsmønster. Dette refleksionsmønster kan normalt sammenbindes med sandlag.

- Fig. 27: Seismisklinie vid1. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 28: Seismisklinie vid2. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 29: Seismisklinie vid3. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 30: Seismisklinie sne1. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 31: Seismisklinie ska1. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 32: Seismisklinie sfe1. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 33: Seismisklinie ska1 med boringen ved Assing Mølleby. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 34: Seismisklinie sfe1 med boringen ved Stakroge. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 35: Seismisklinie ham1. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 36: Seismisklinie ham2. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 37: Seismisklinie ham3. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 38: Seismisklinie ham4. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 39: Seismisklinie ham5. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 40: Seismisklinie ham6. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 41: Seismisklinie ham7. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 42: Seismisklinie ham3 med borerne Hammerum og Isenvad. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 43: Seismisklinie glu1a. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 44: Seismisklinie glu1b. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 45: Seismisklinie glu1c. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 46: Seismisklinie glu2. For lokalisering se figur 25.
- Fig. 47: Seismisklinie glu3. For lokalisering se figur 25.

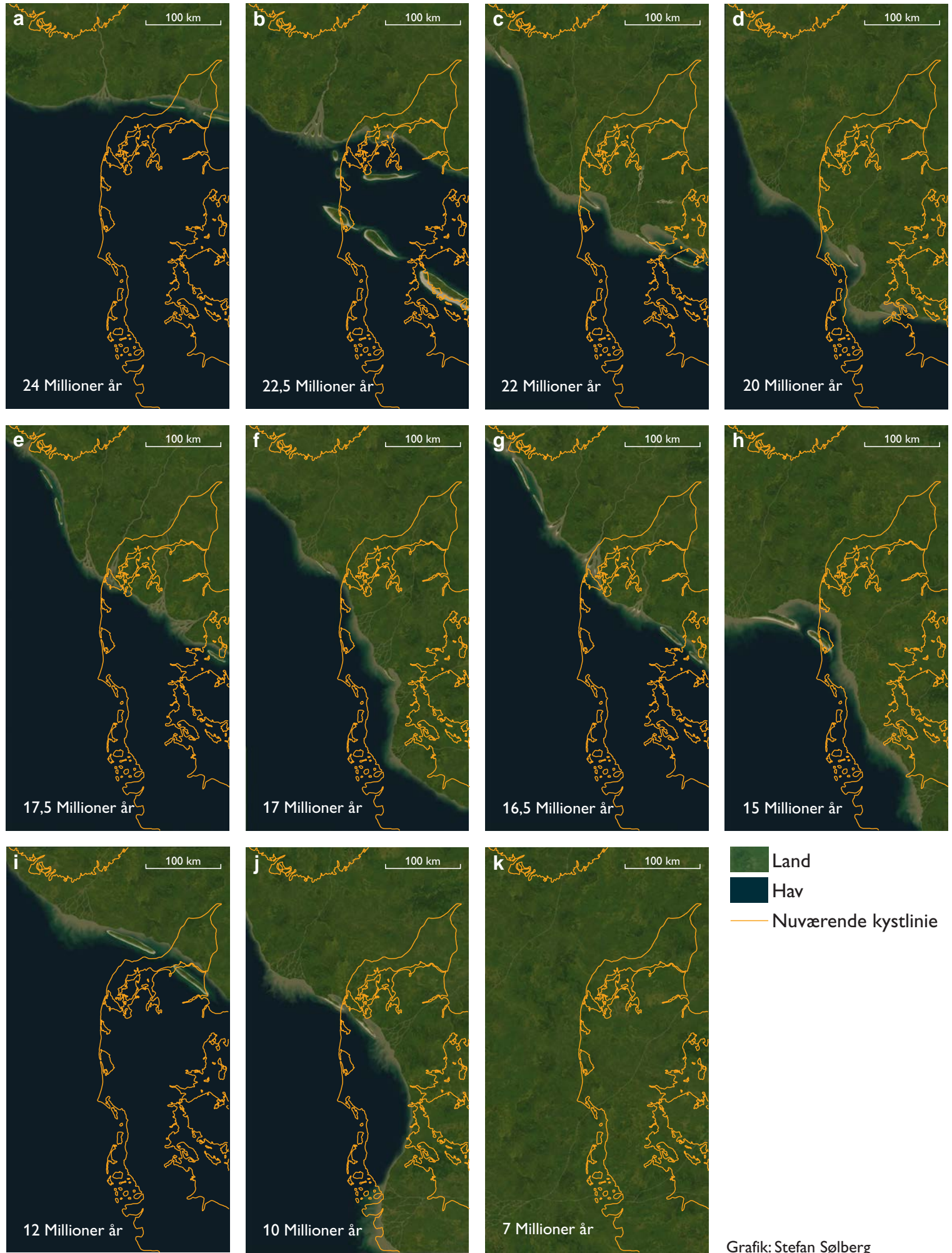


Fig. 1: Palæogeografisk rekonstruktion af det nordøstlige Nordsø Bassin i Miocæn.

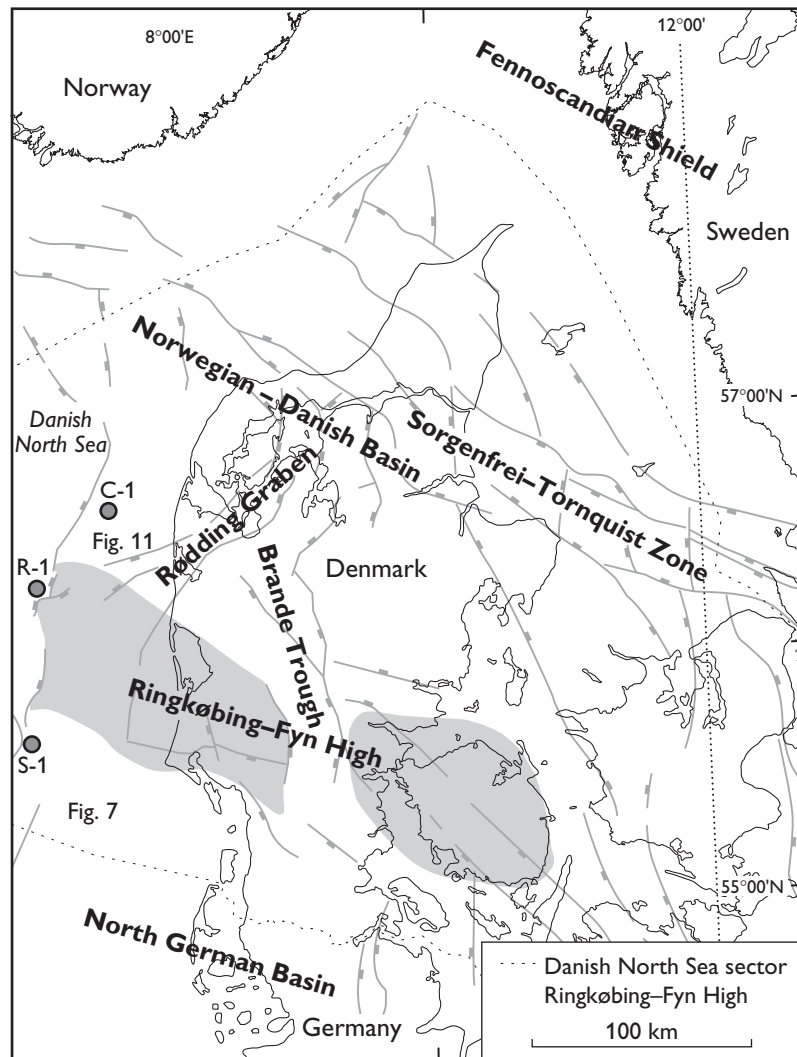


Fig. 2: Strukturelle elementer i Det dansk – norske Bassin (Vejbæk 1997).

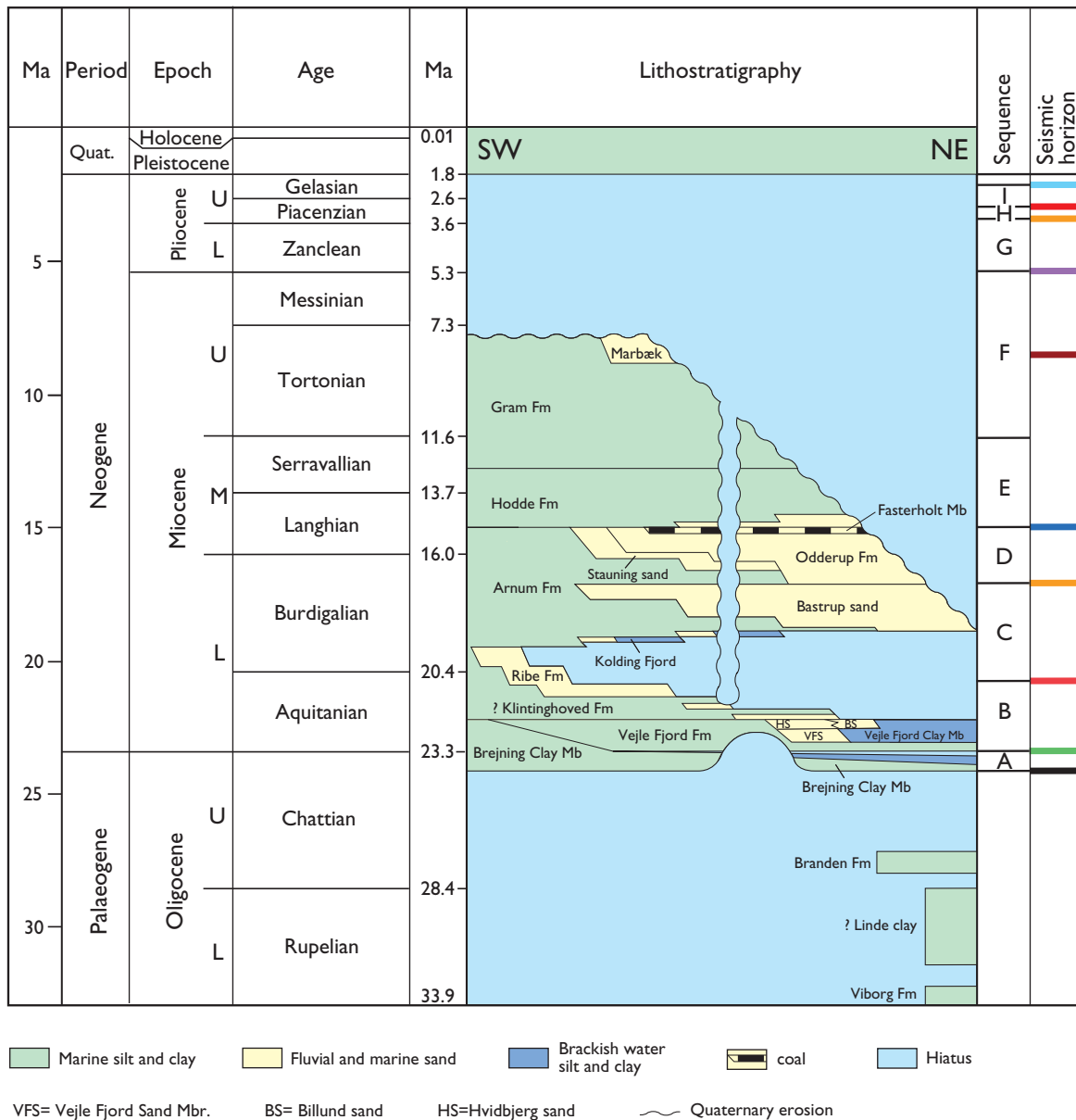


Fig. 3: Miocæn litostratigrafi.

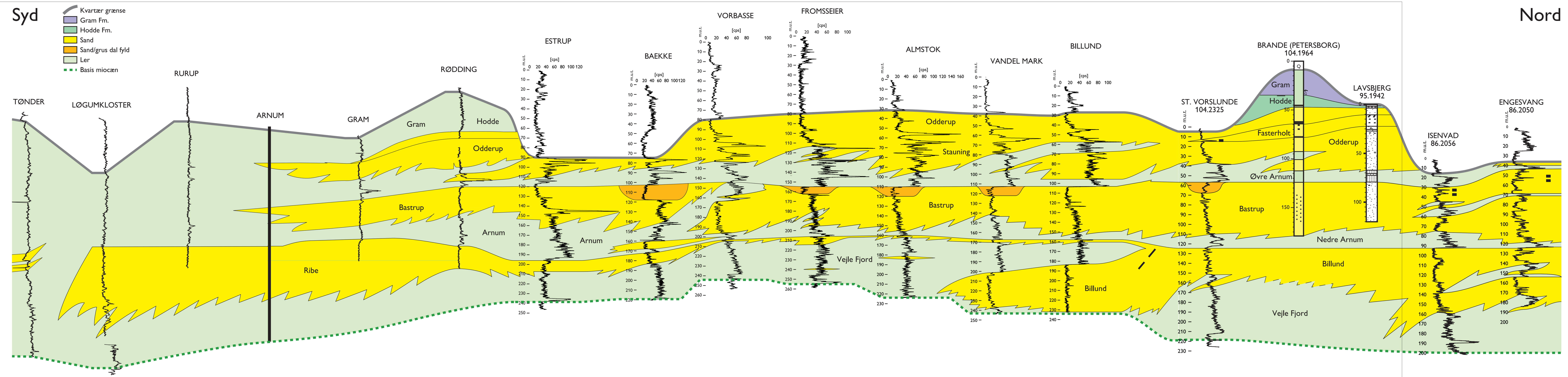


Fig. 4: Nord – syd gående korrelationsprofil fra Midtjylland til Sønderjylland.

Skovlunde
74.1146

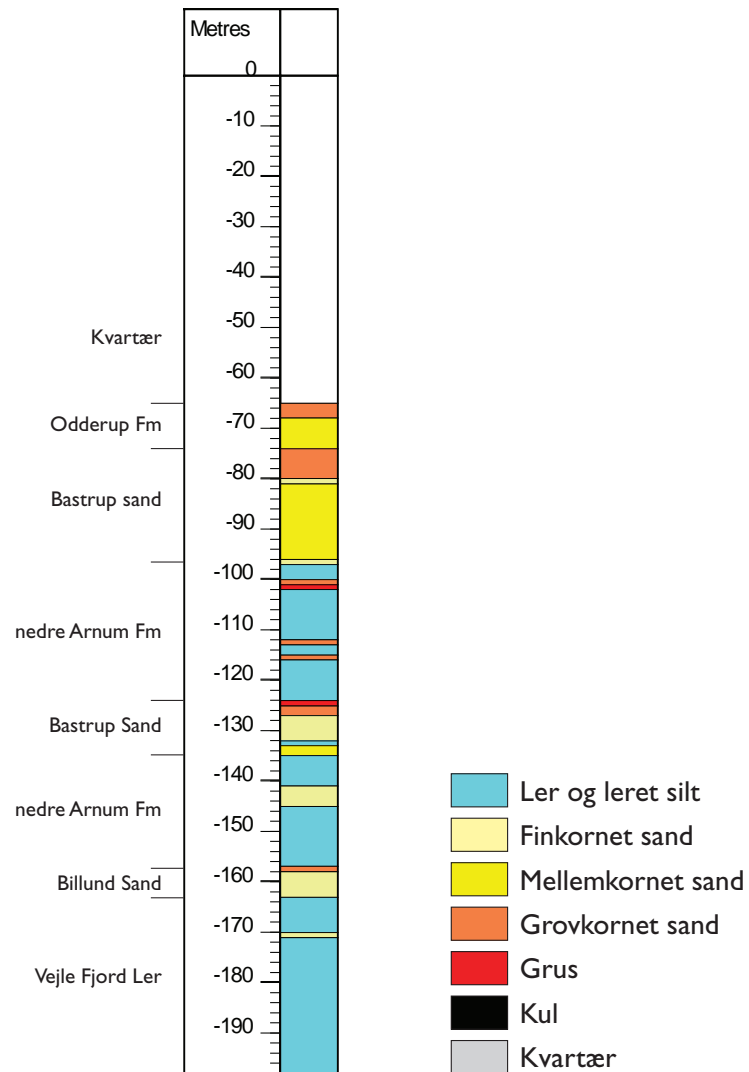


Fig. 5: Litologisk log fra Skovlunde boringen.

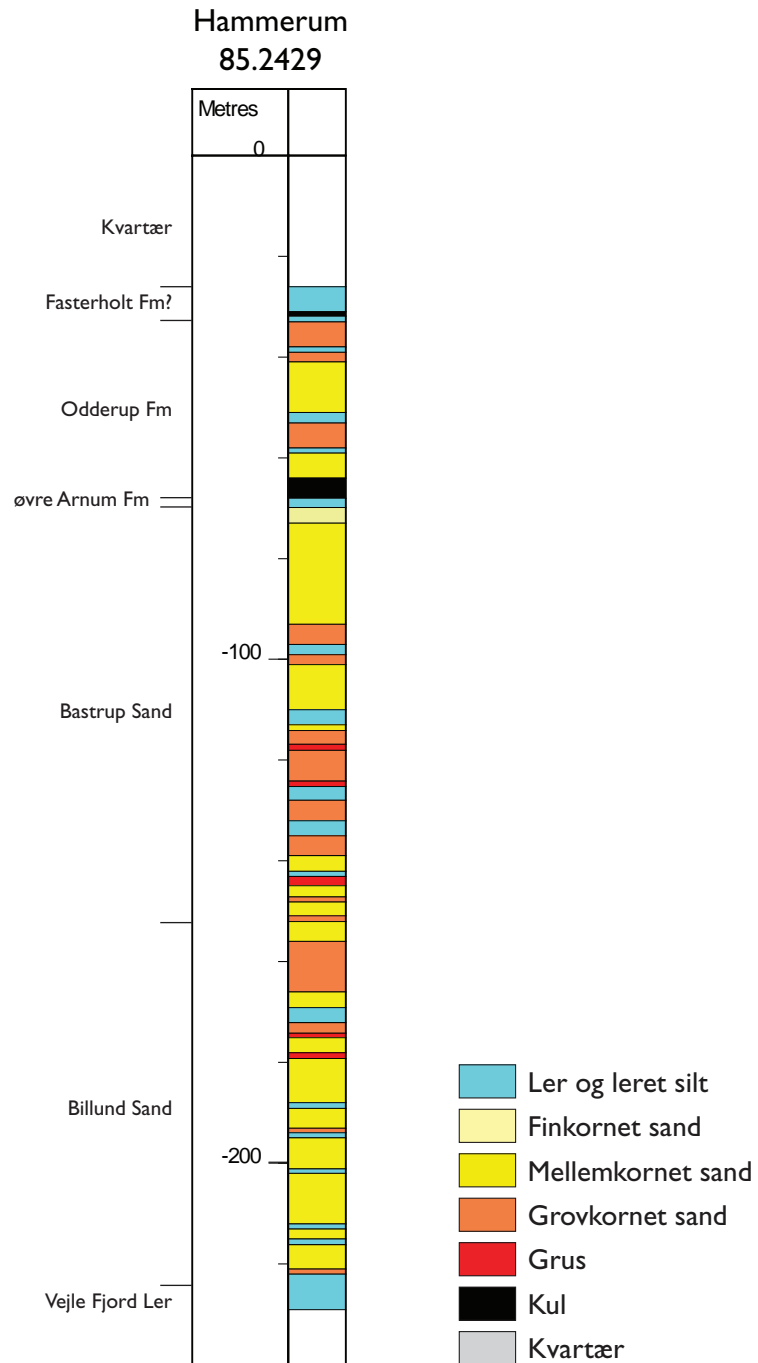


Fig. 6: Litologisk log fra Hammerum boringen.

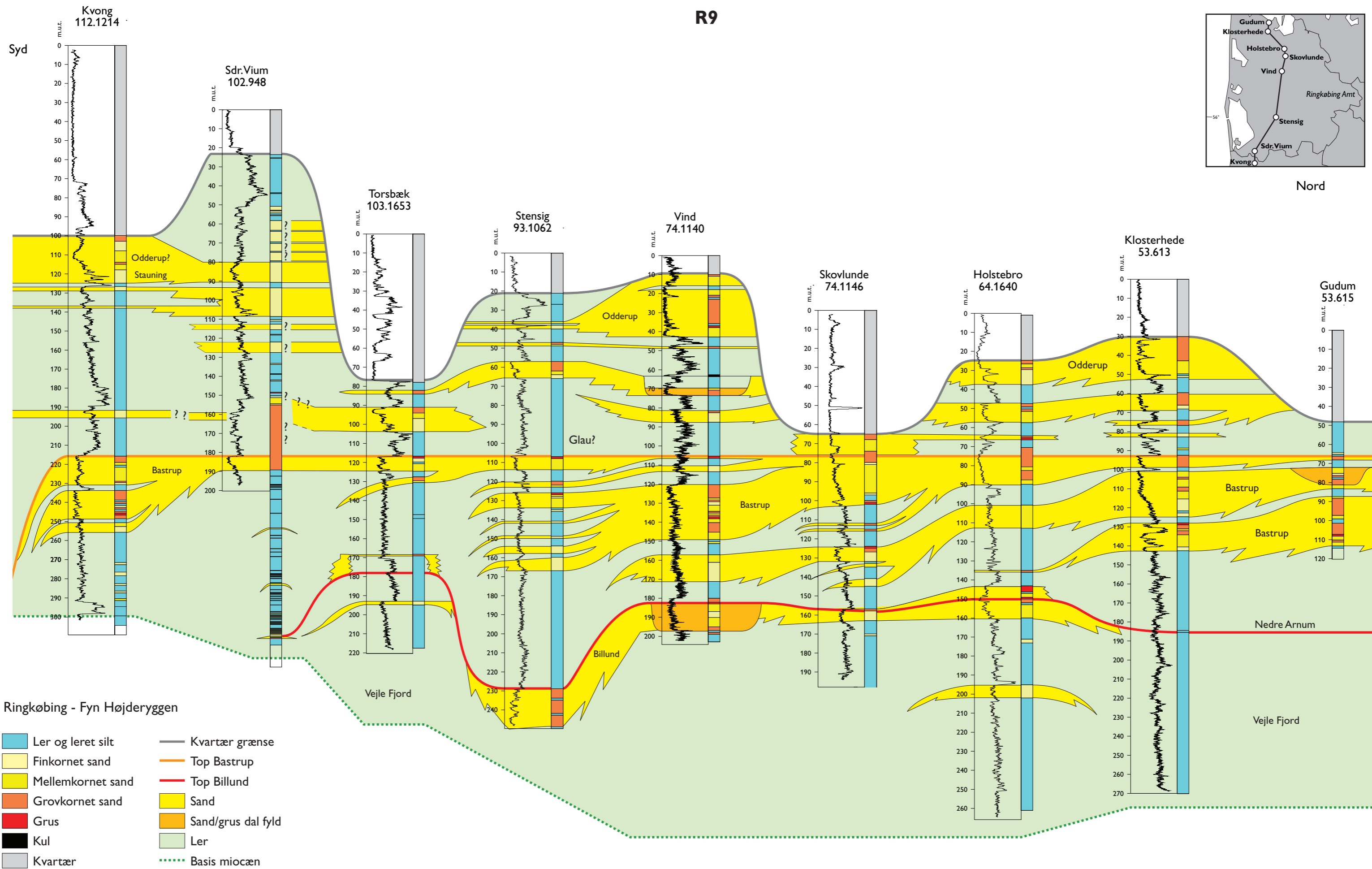


Fig. 7: Korrelationspanelet R9.

Vest

Øst

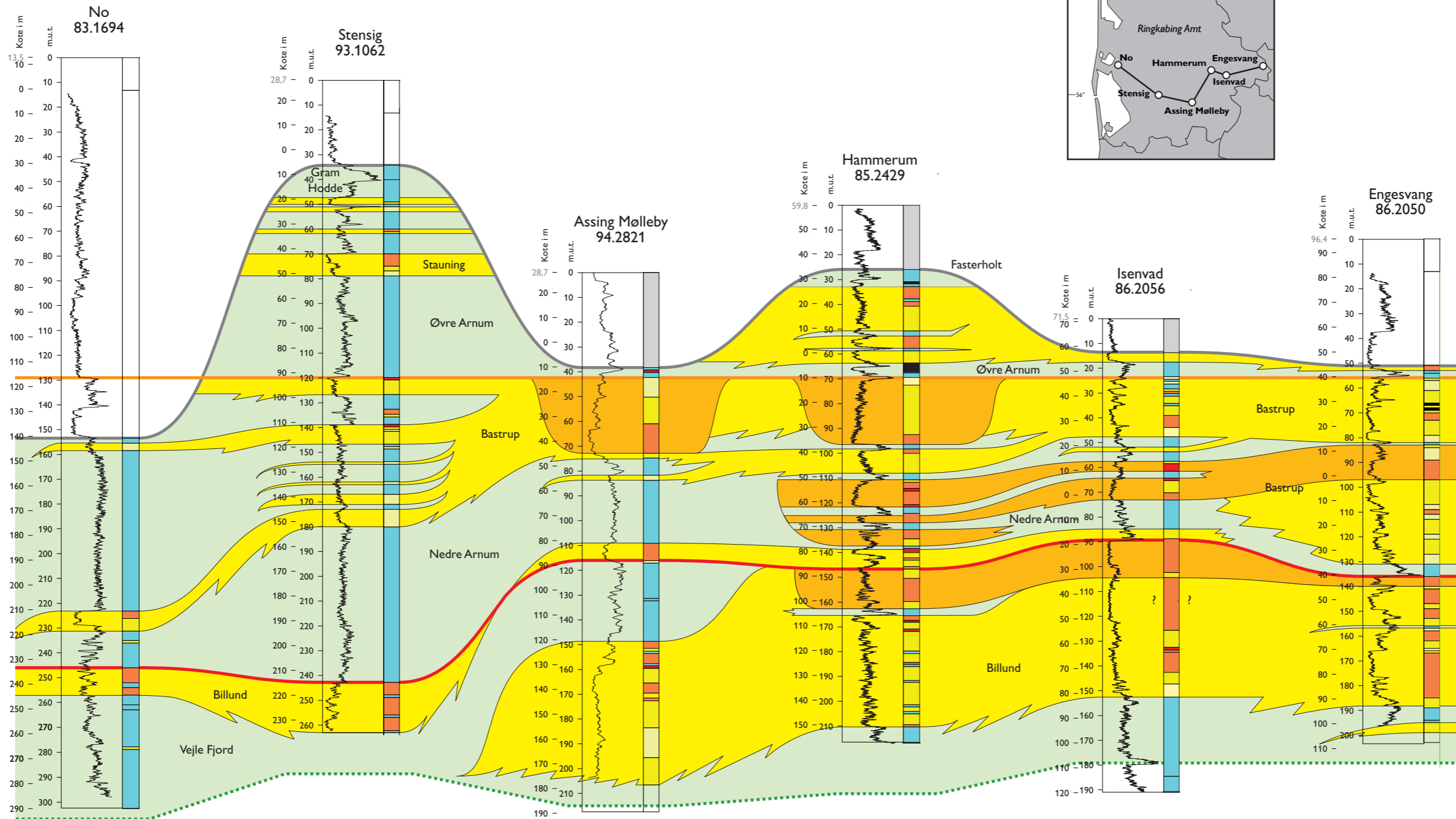


Fig. 8: Korrelationspanelet R10.

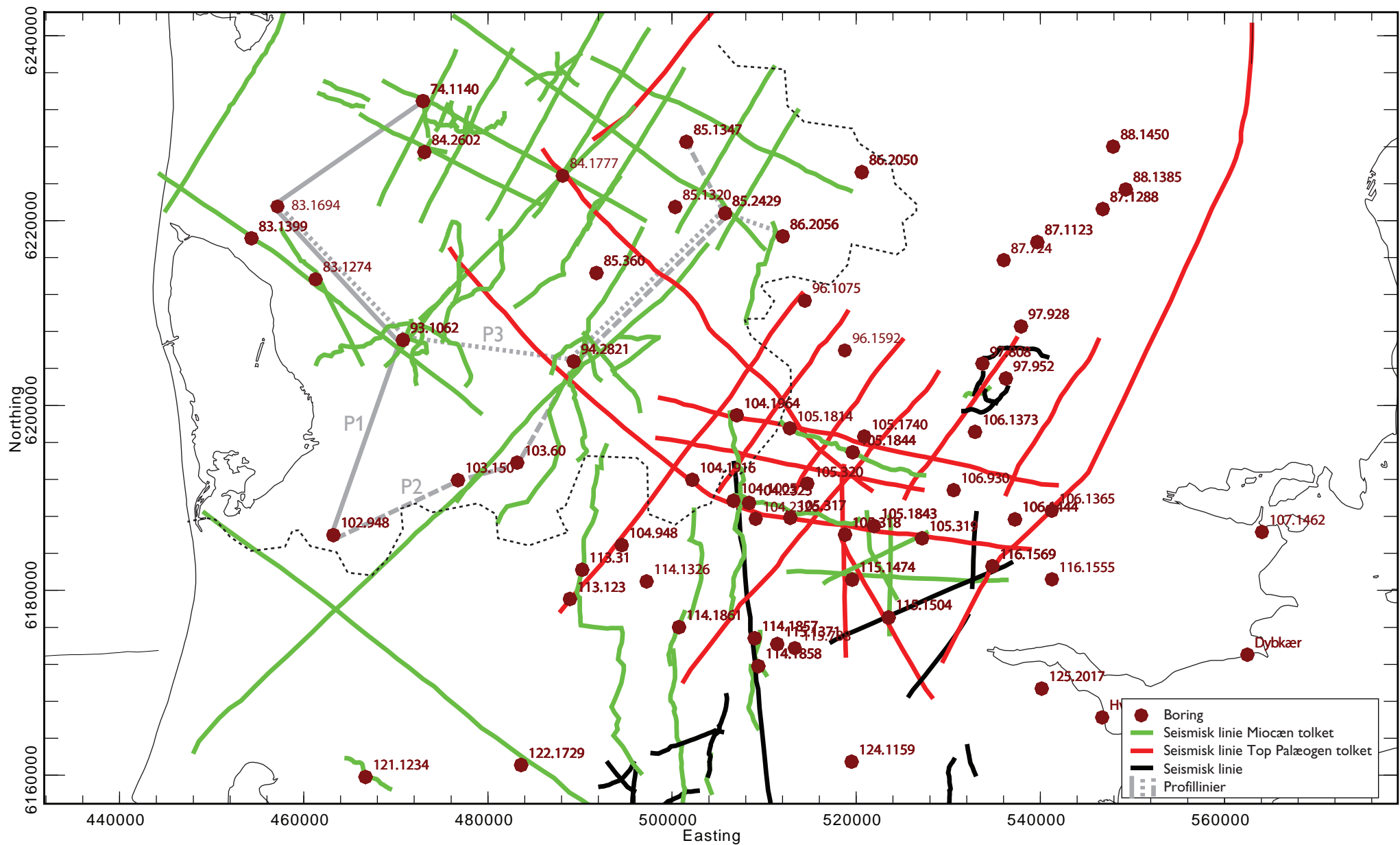


Fig. 9: Kort med angivelse af borer, seismiske data samt lokaliseringen af profilinier.

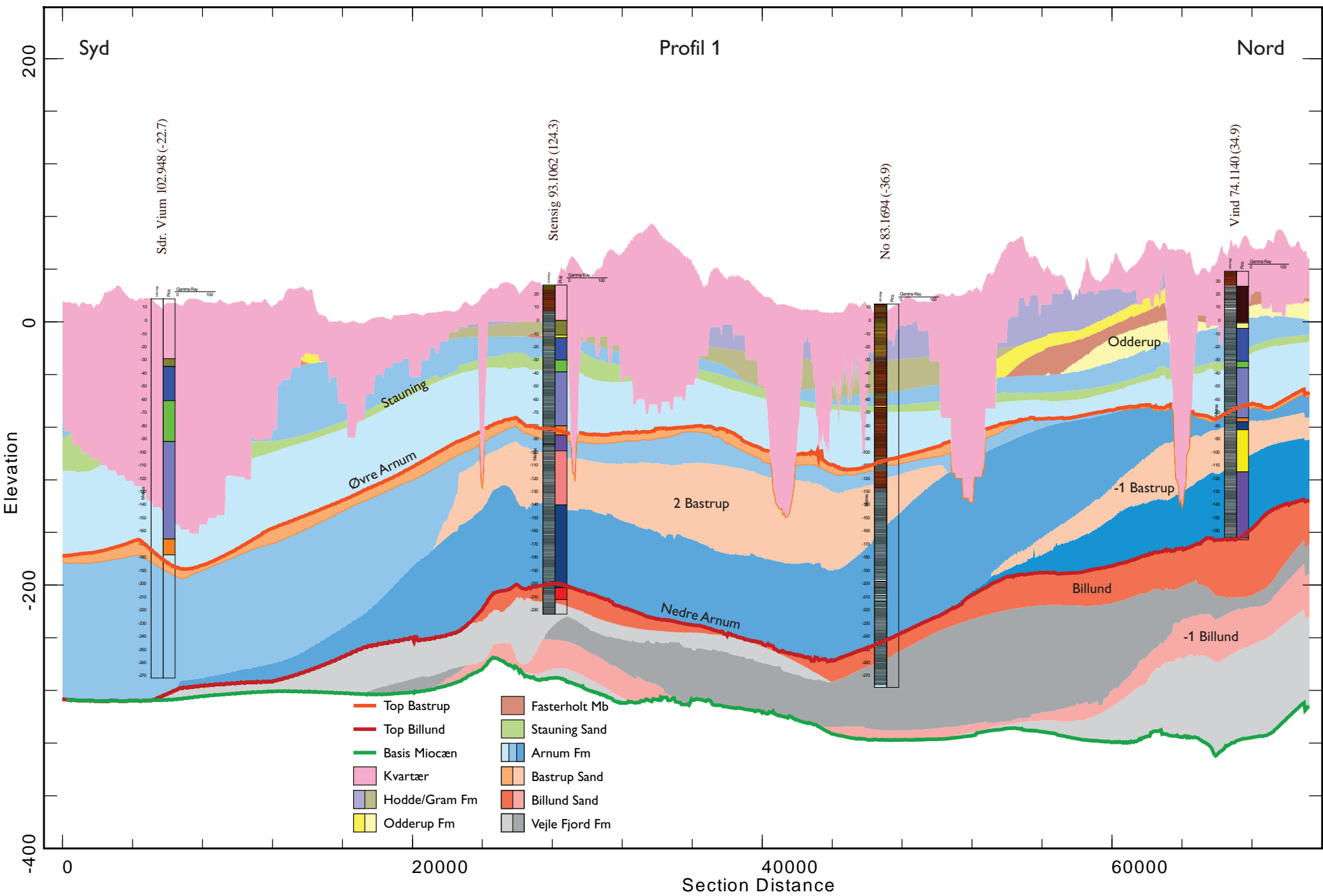


Fig. 10: Profillinie 1: nord – syd gående profil fra den vestlige del af Ringkøbing Amt.

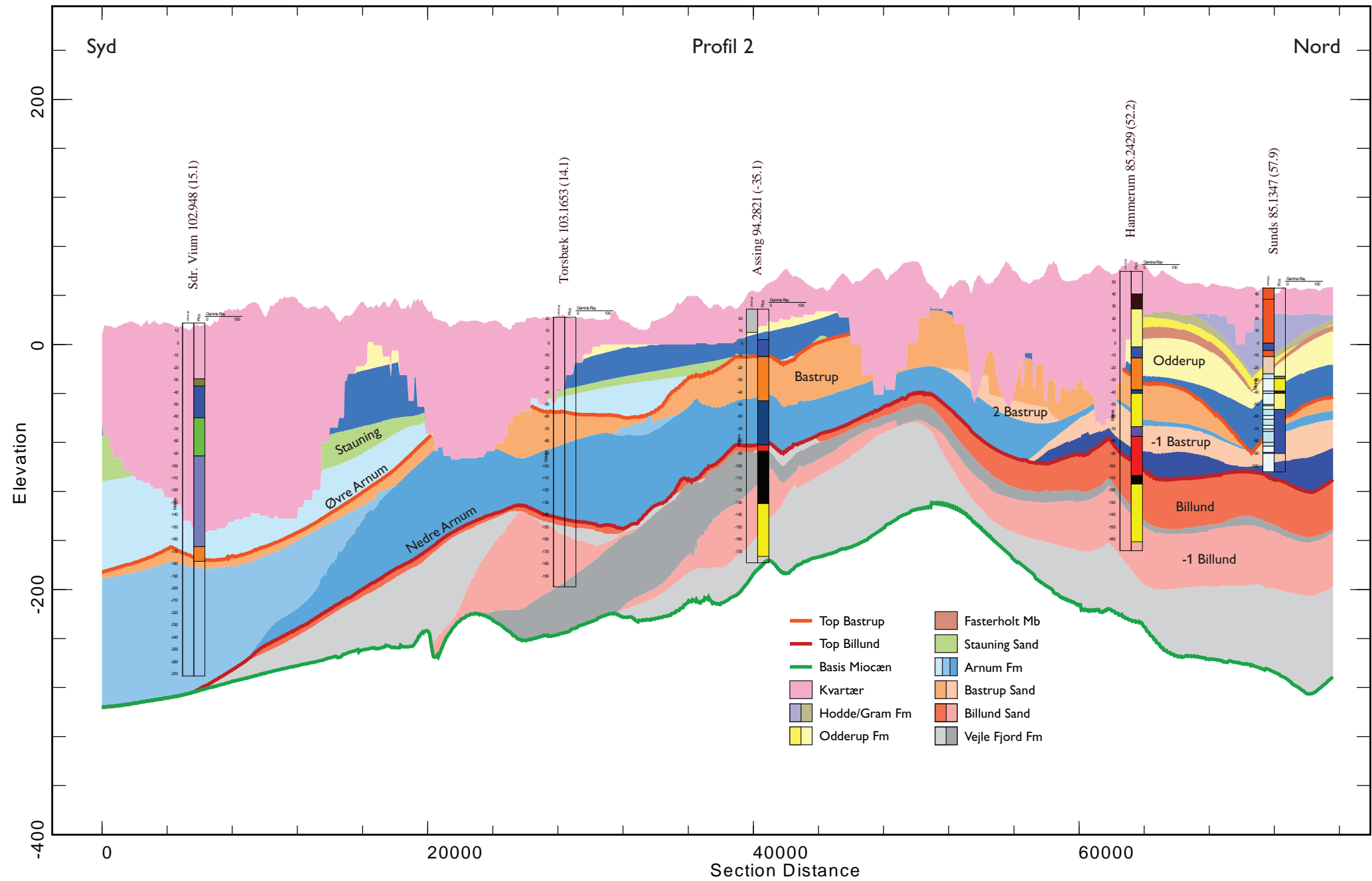


Fig. 11: Profillinie 2: nord – syd gående profil fra den centrale del af Ringkøbing Amt.

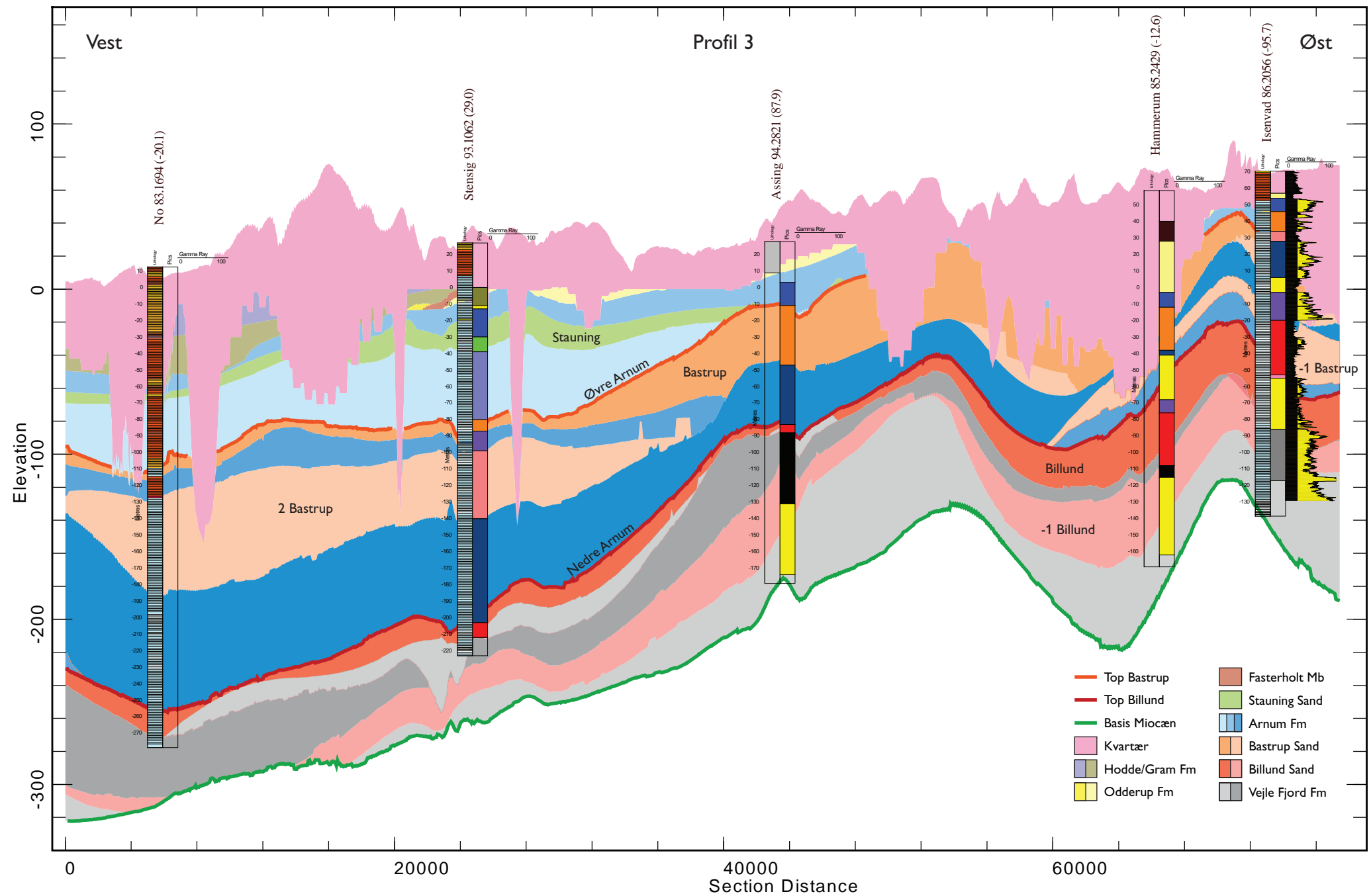


Fig. 12: Profilinie 3: øst – vest gående profil fra den centrale del af Ringkøbing Amt.

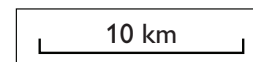
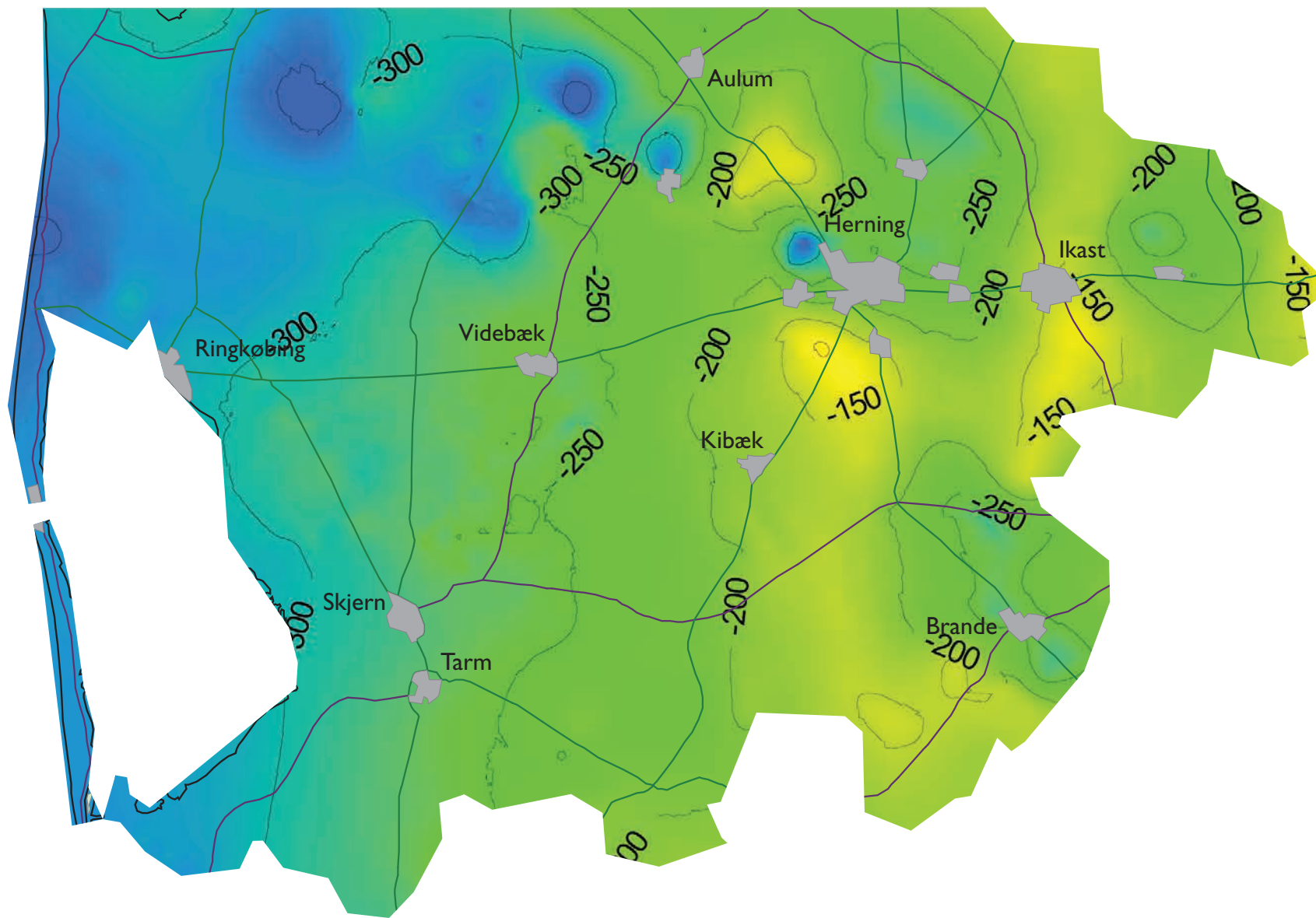


Fig.13: Dybdestrukturkort over Top Palæogen.

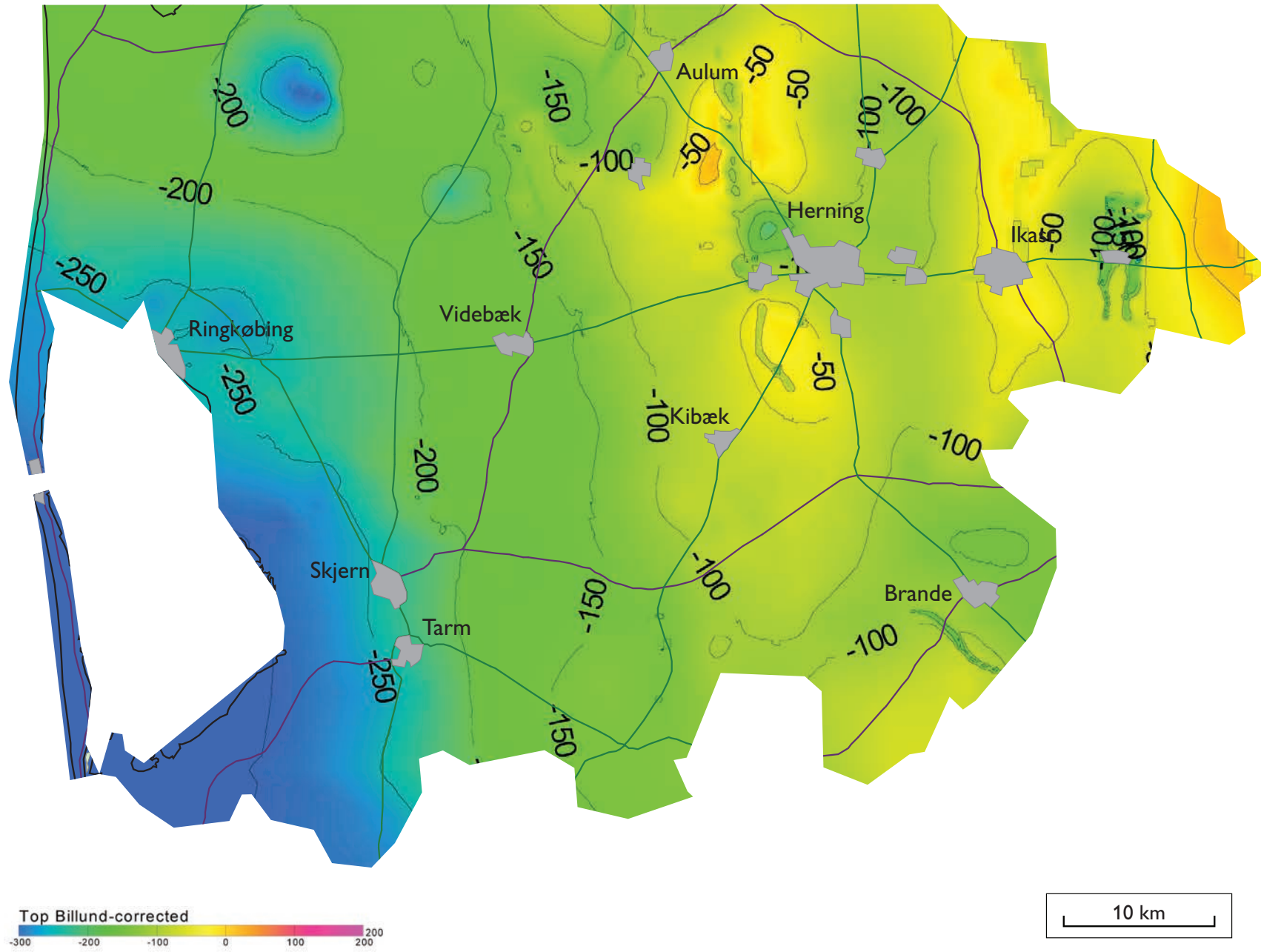


Fig. 14: Dybdestrukturkort over Top Billund sand.

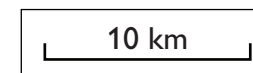
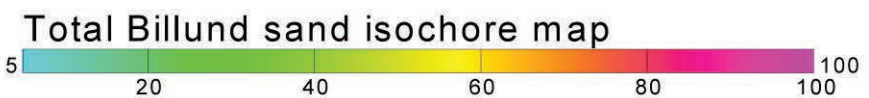
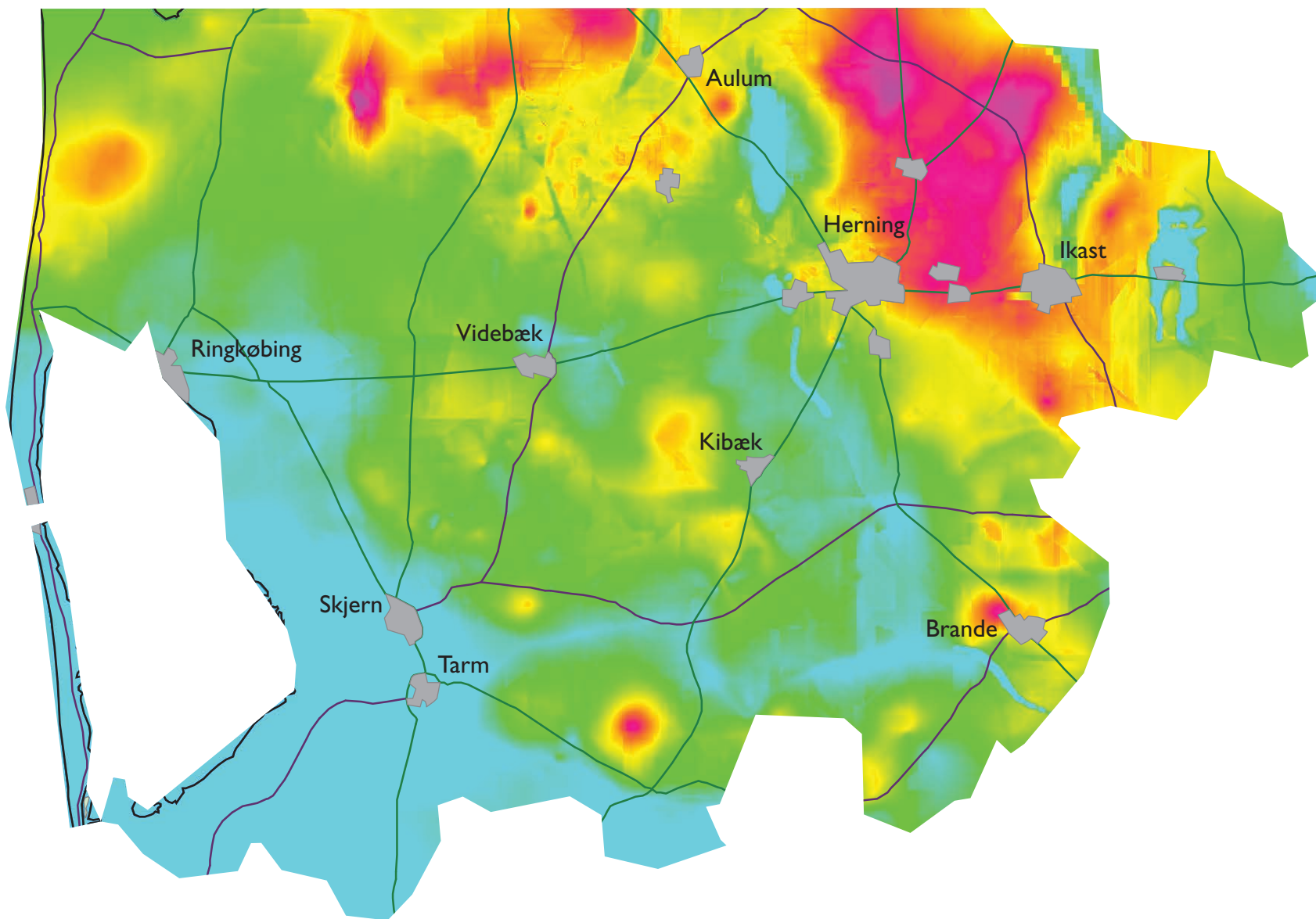


Fig. 15: Total tykkelseskort over Billund sand.

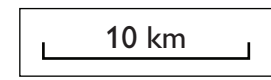
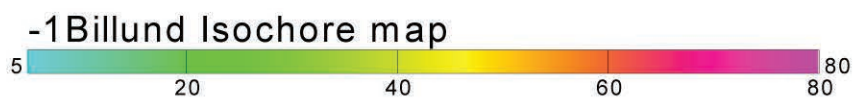
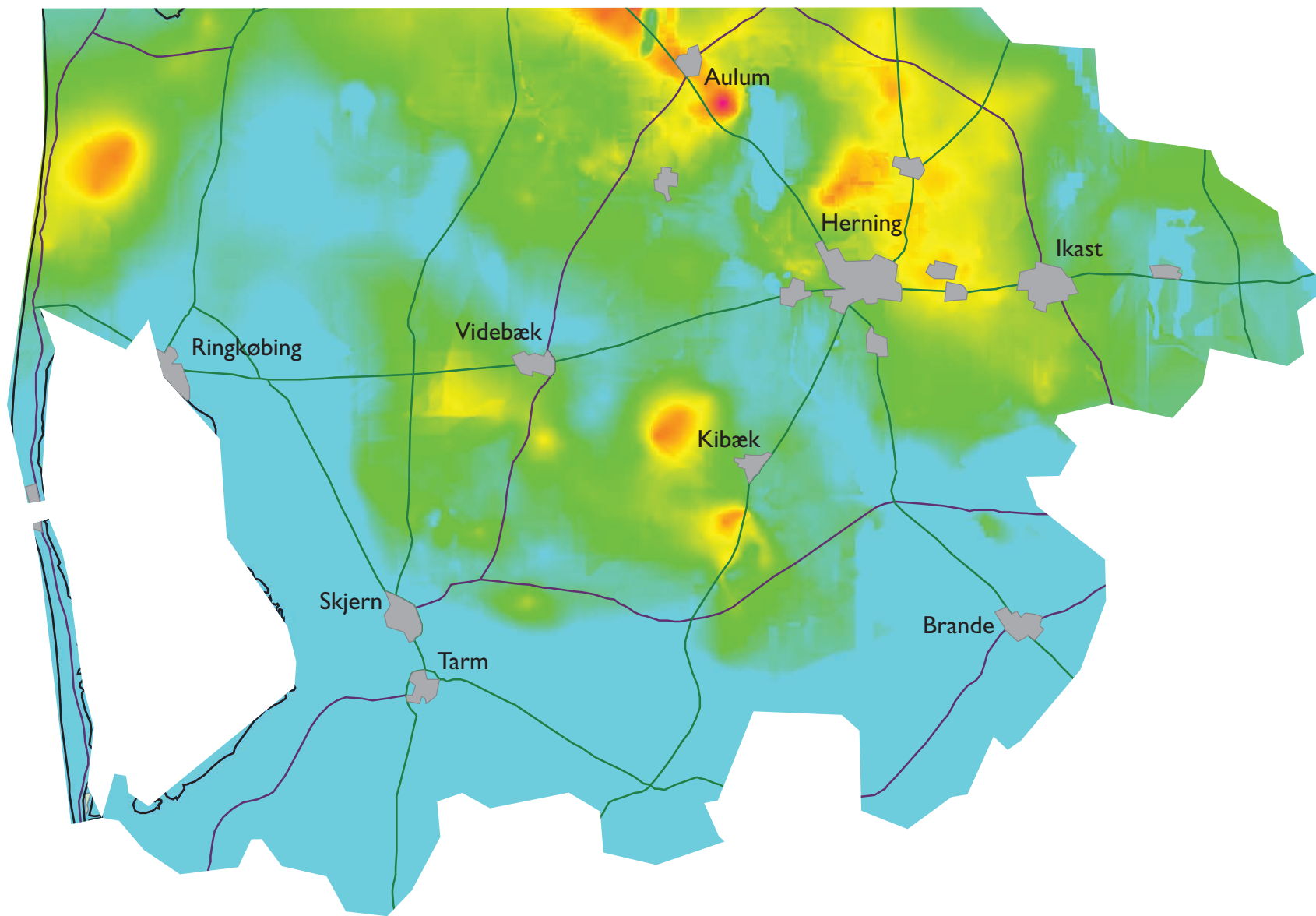


Fig. 16: Tykkelseskort over -1Billund.

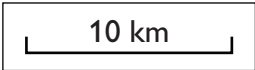
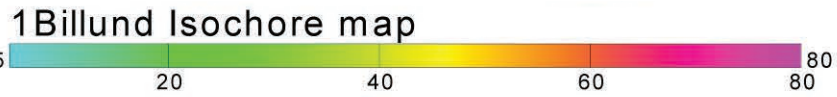
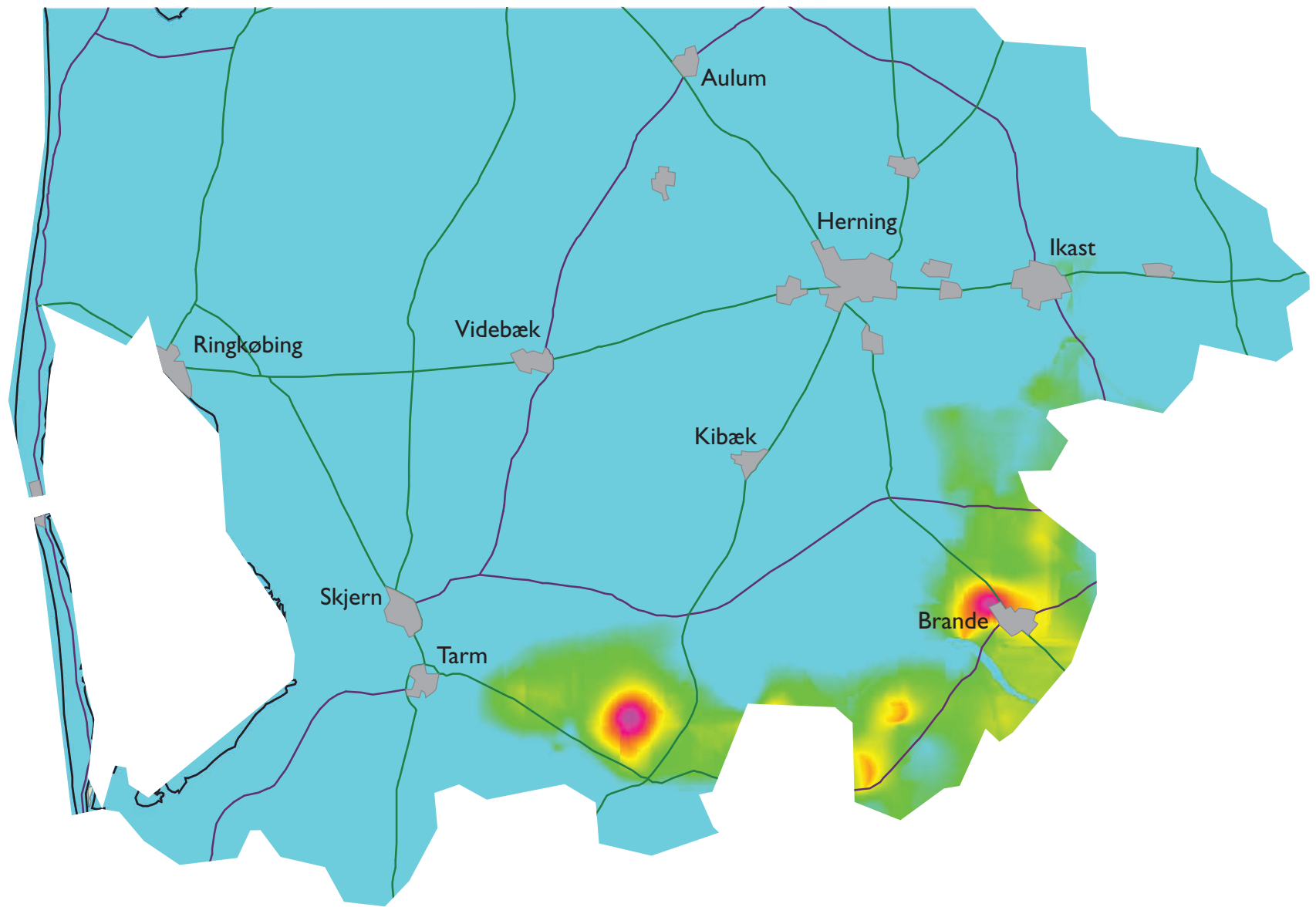


Fig. 17: Tykkelseskort over 1Billund.

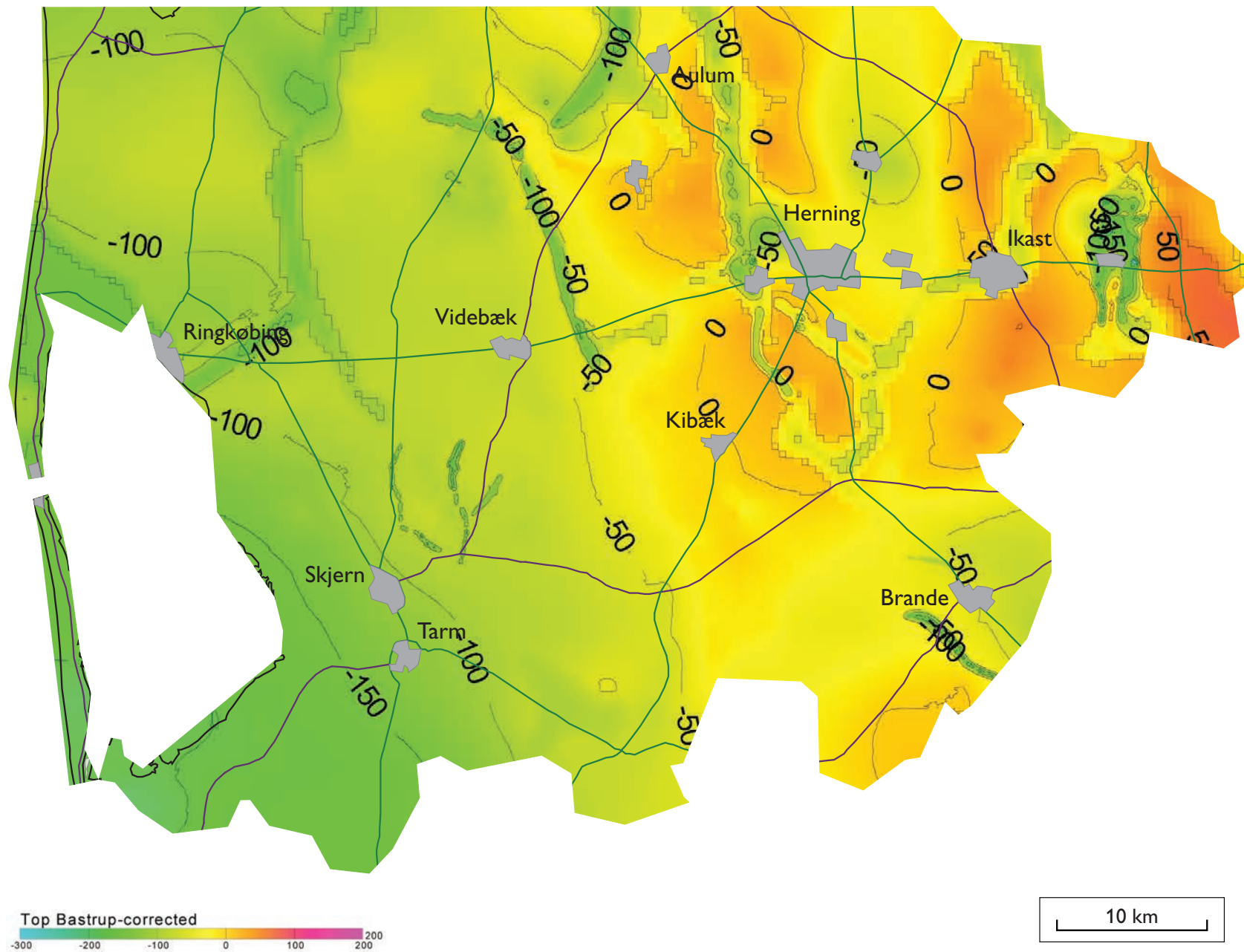


Fig. 18: Dybdestrukturkort over Top Bastrup sand.

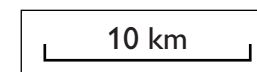
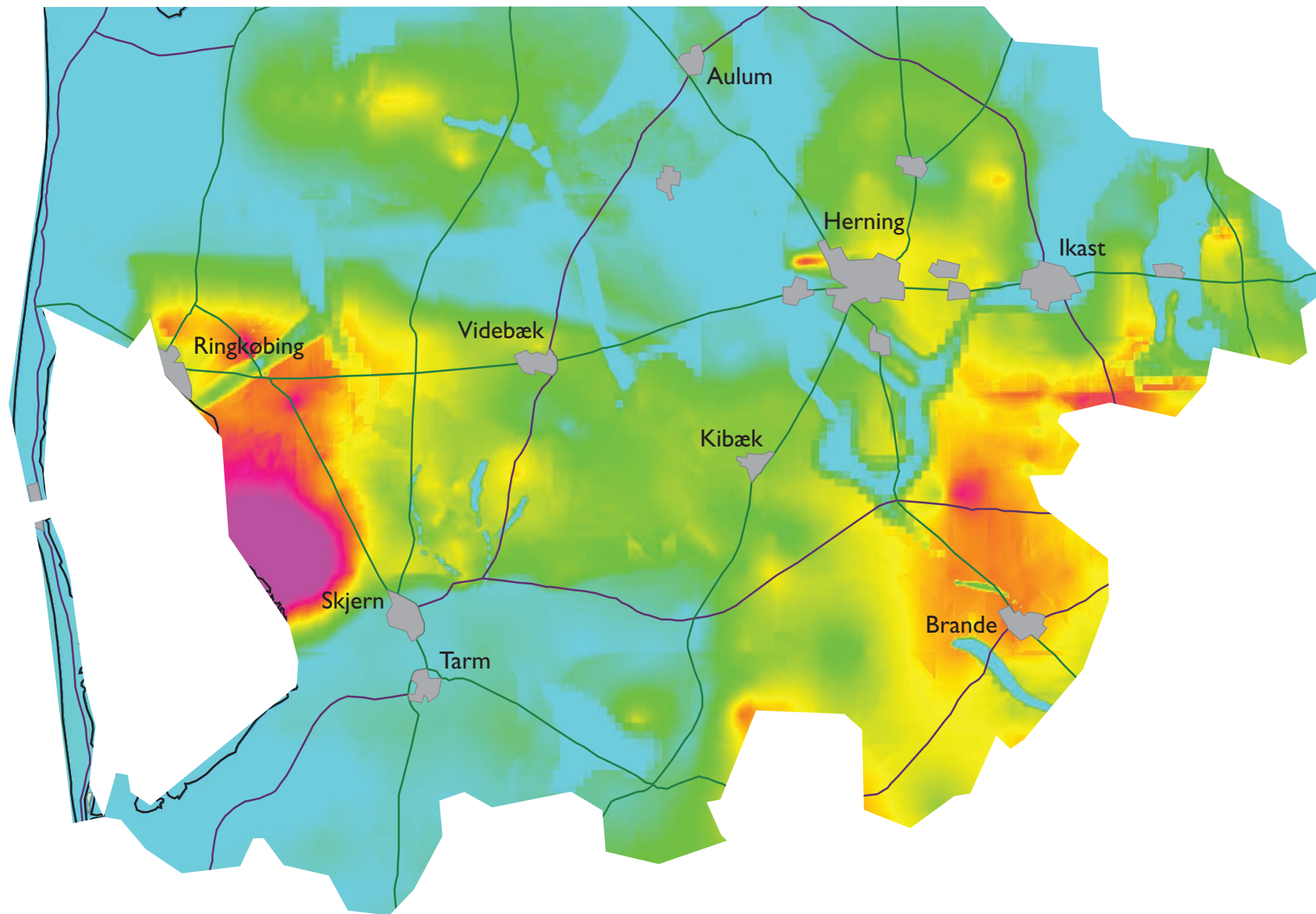
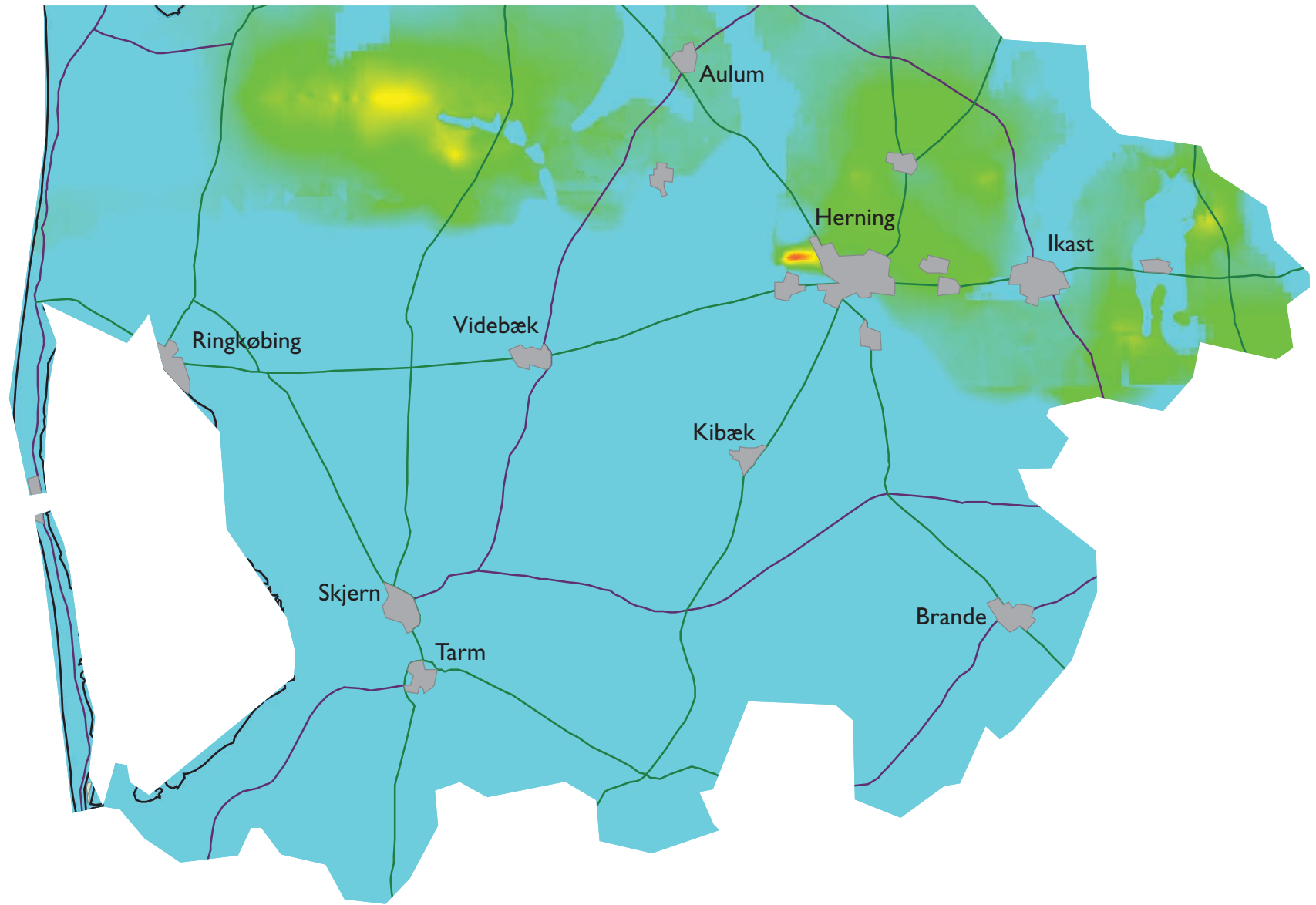


Fig. 19: Total tykkelseskort over Bastrup sand.



-1Bastrup Isochore map

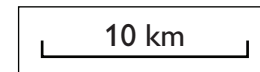
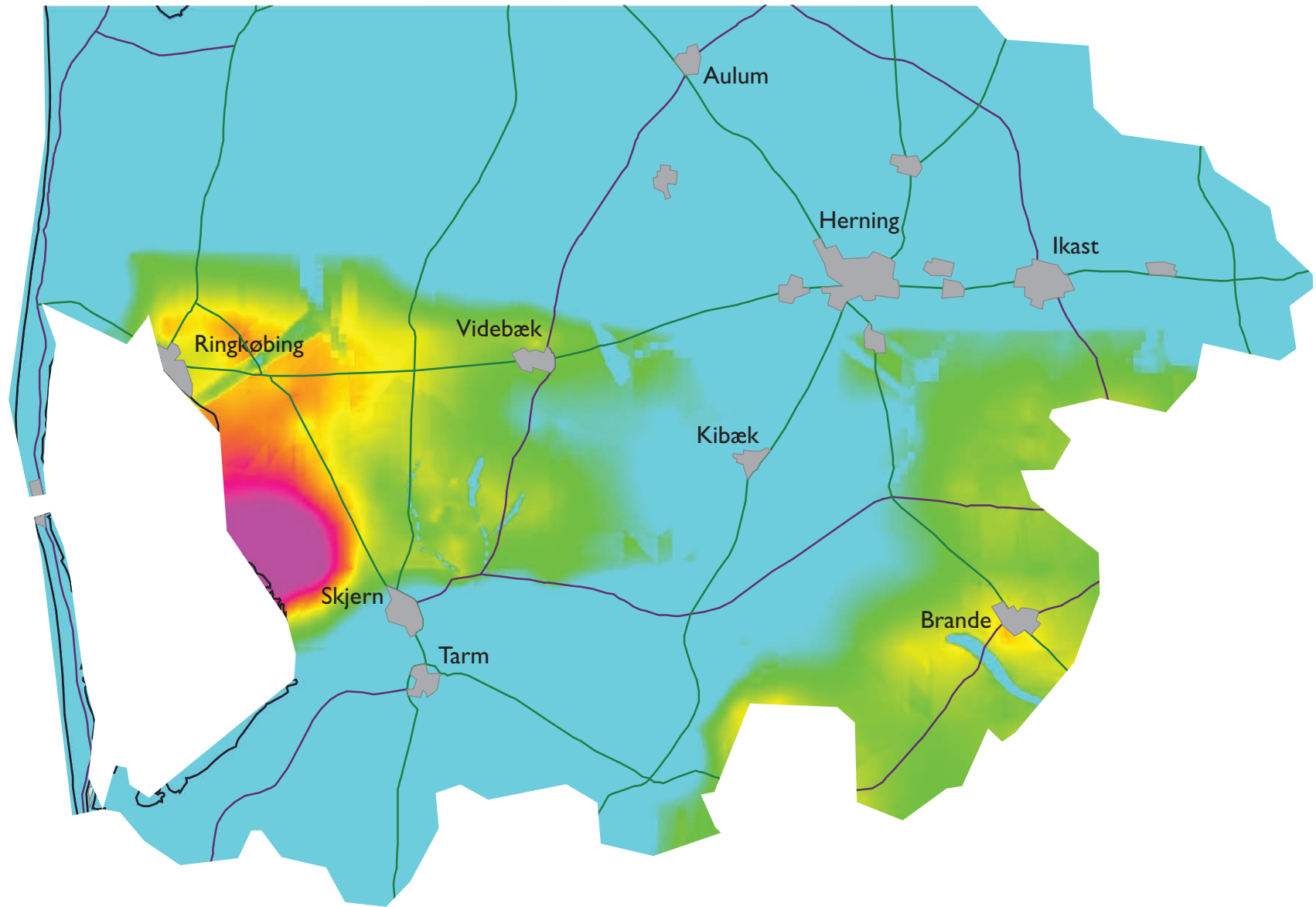


Fig. 20: Tykkelseskort over -1Bastrup.



2Bastrup Isochore map

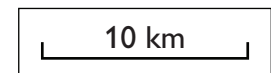
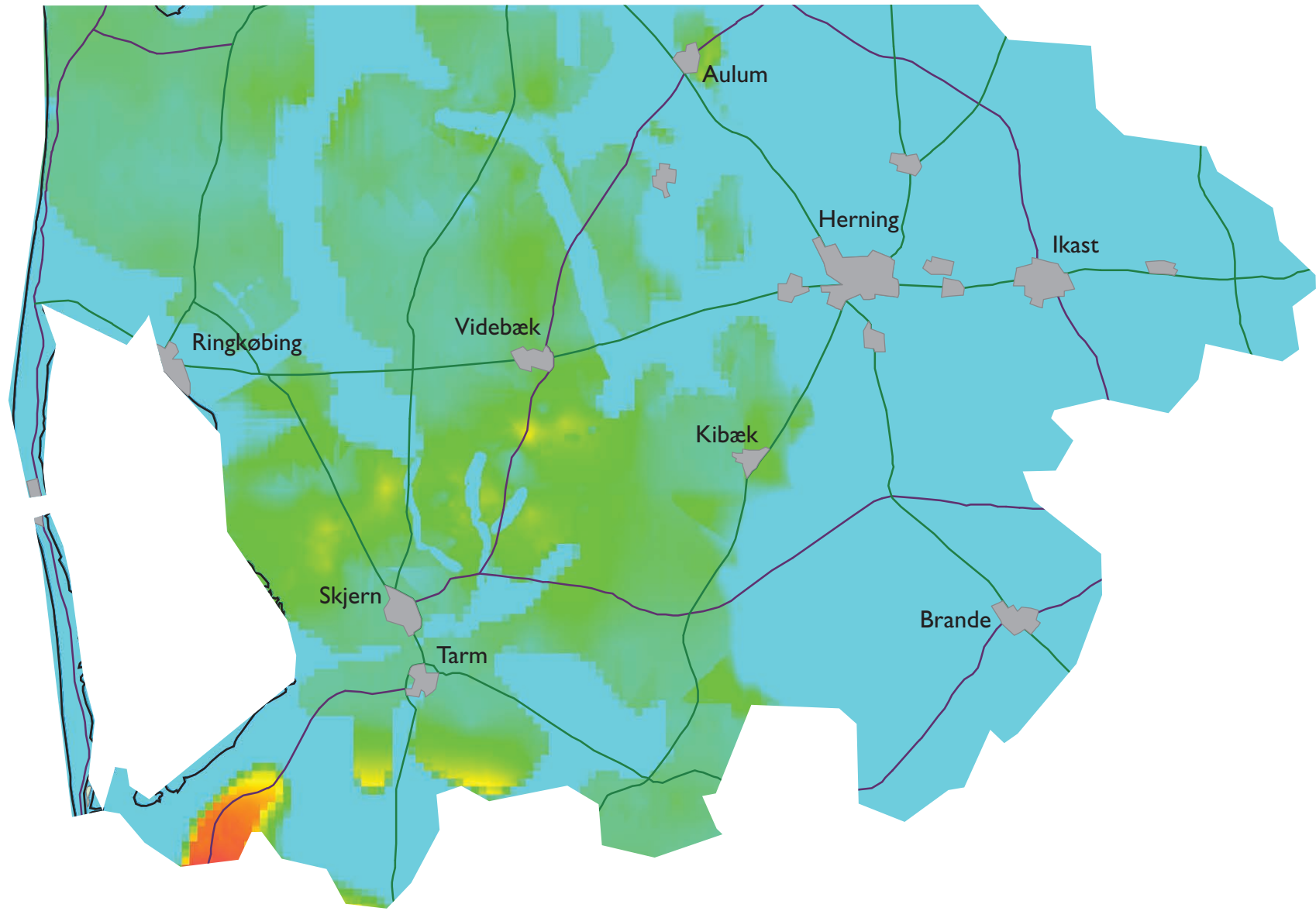


Fig. 21: Tykkelseskort over 2 Bastrup.

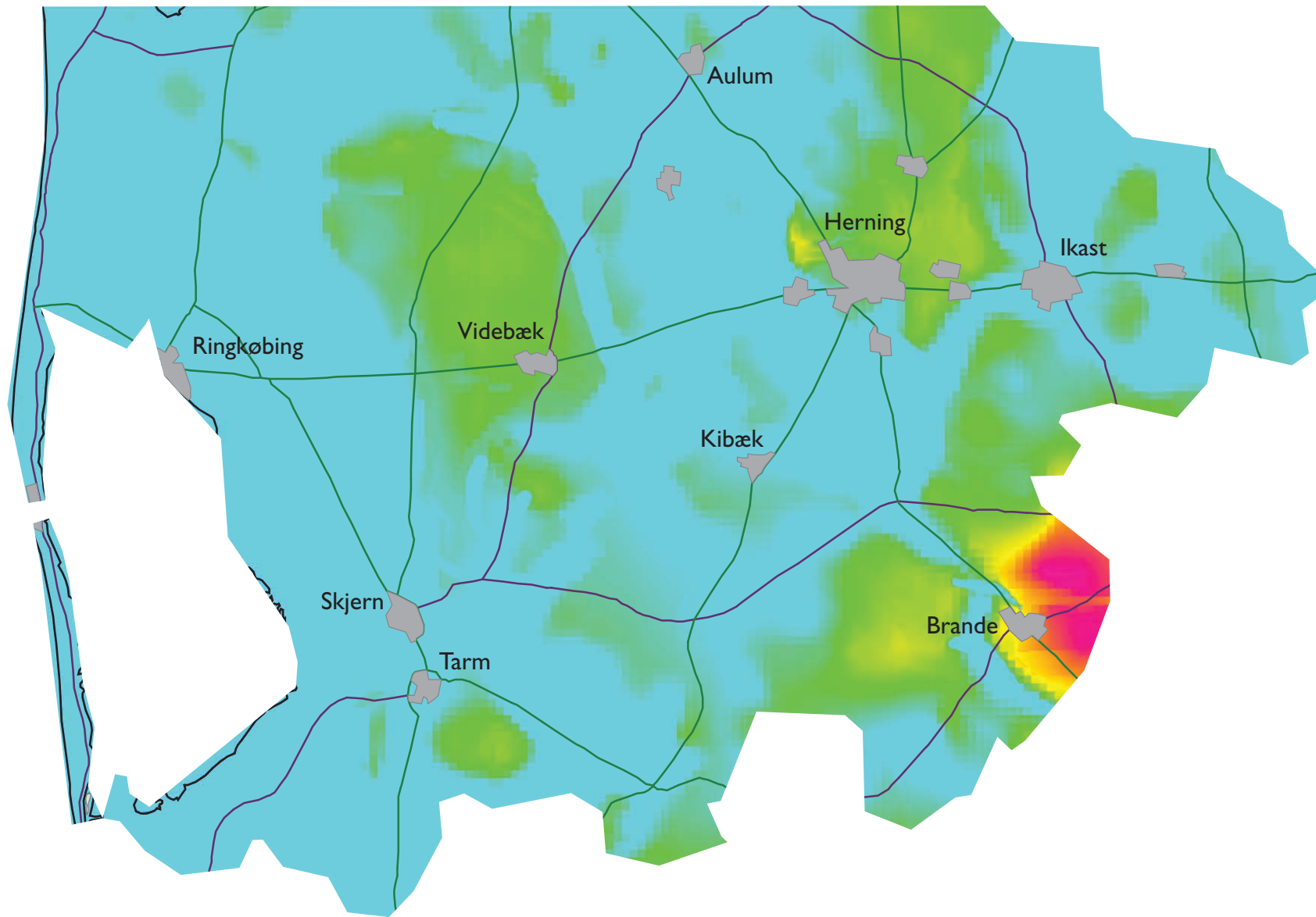


Staining Isochore map

0 10 20 30 40 50

10 km

Fig. 22: Total tykkelseskort over Staining sand.



Odderup Fm Isochore map

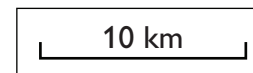


Fig. 23: Total tykkelseskort over Odderup Formationen.

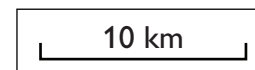
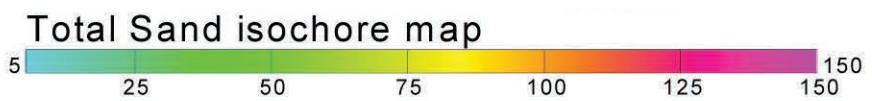
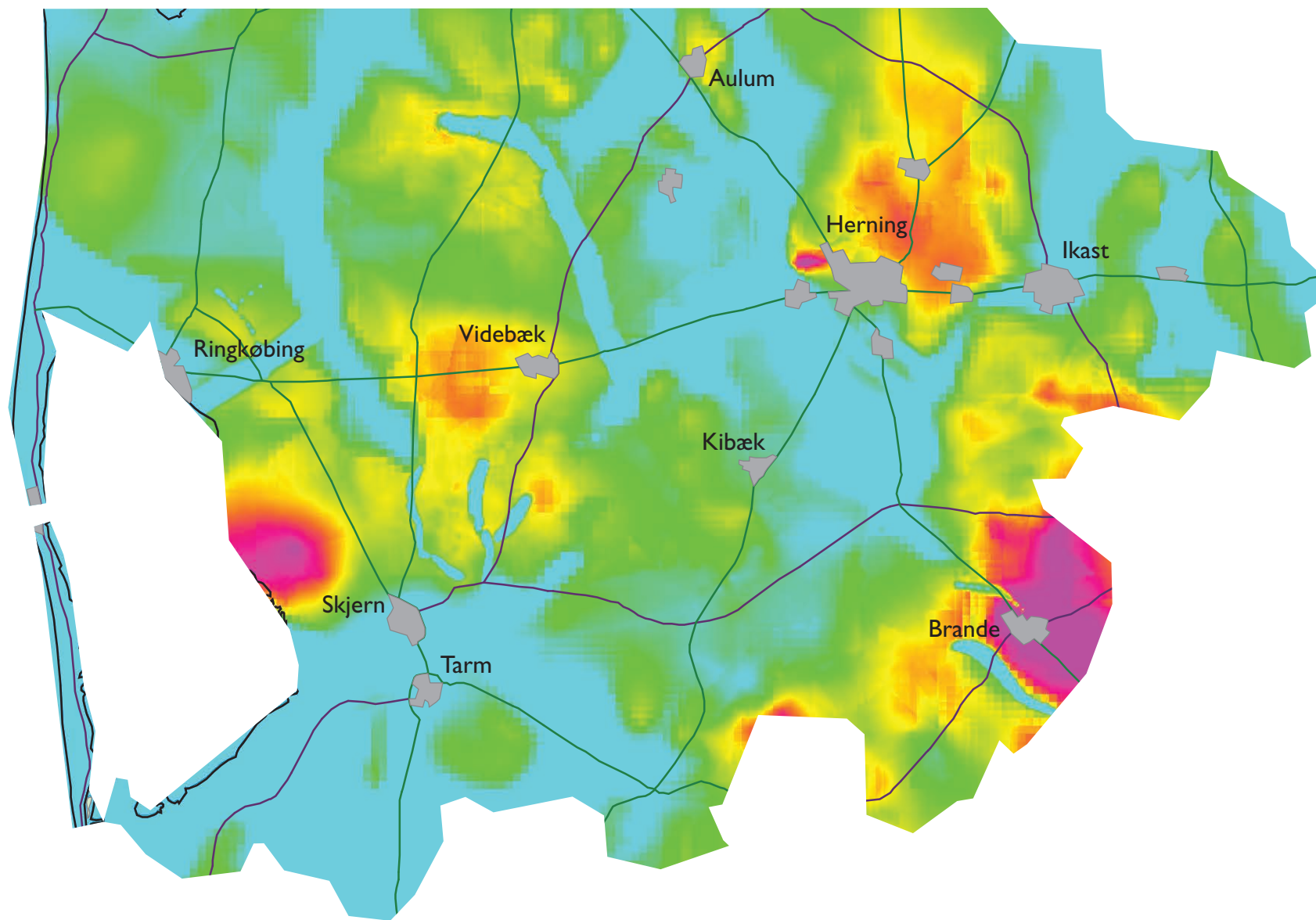


Fig. 24: Total tykkelseskort over Miocæn sand.

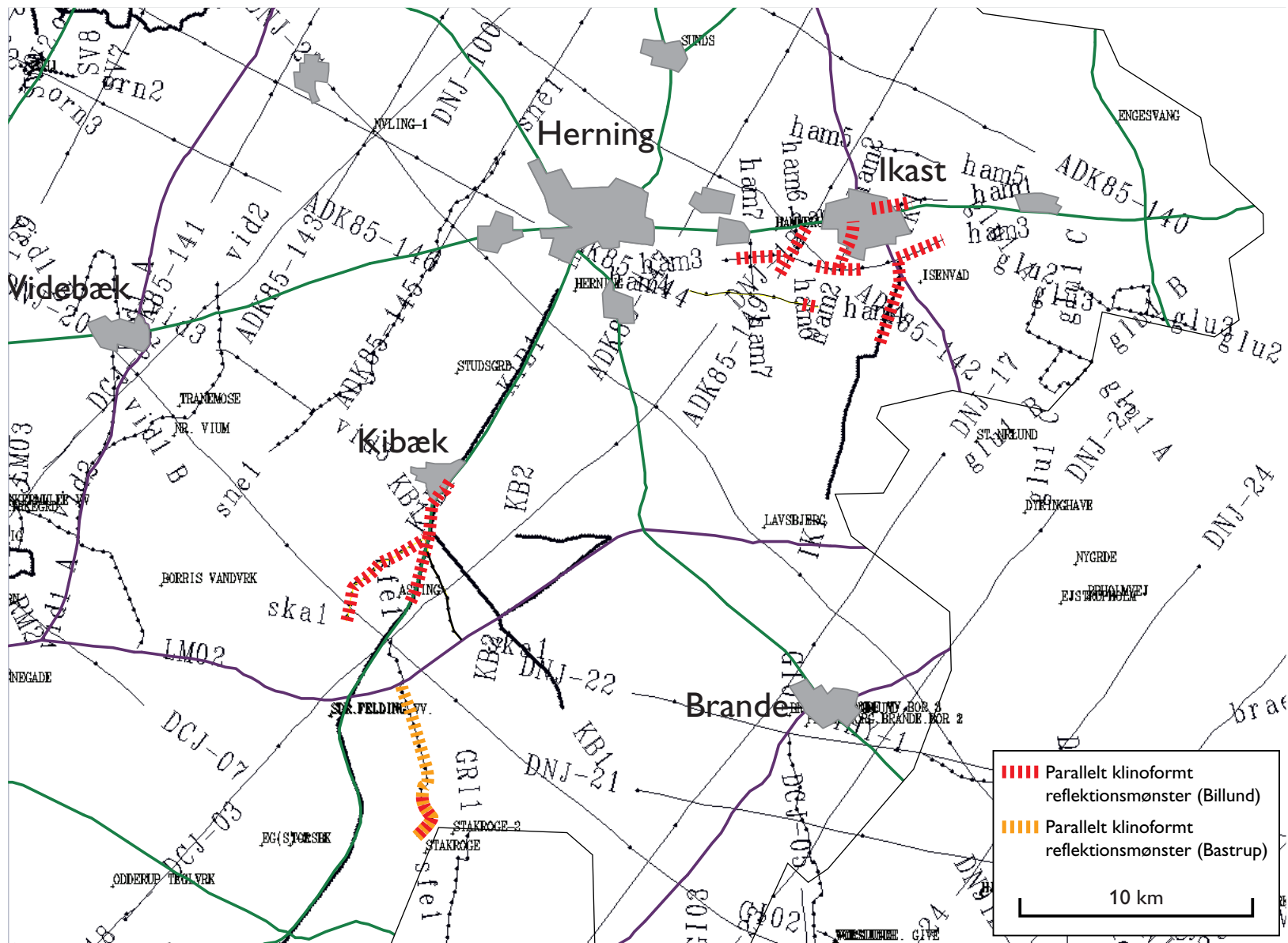


Fig. 26: Områder hvor der er erkendt et parallelt klinoformt refleksionsmønster. Dette refleksionsmønster kan normalt sammenbindes med sandlag.

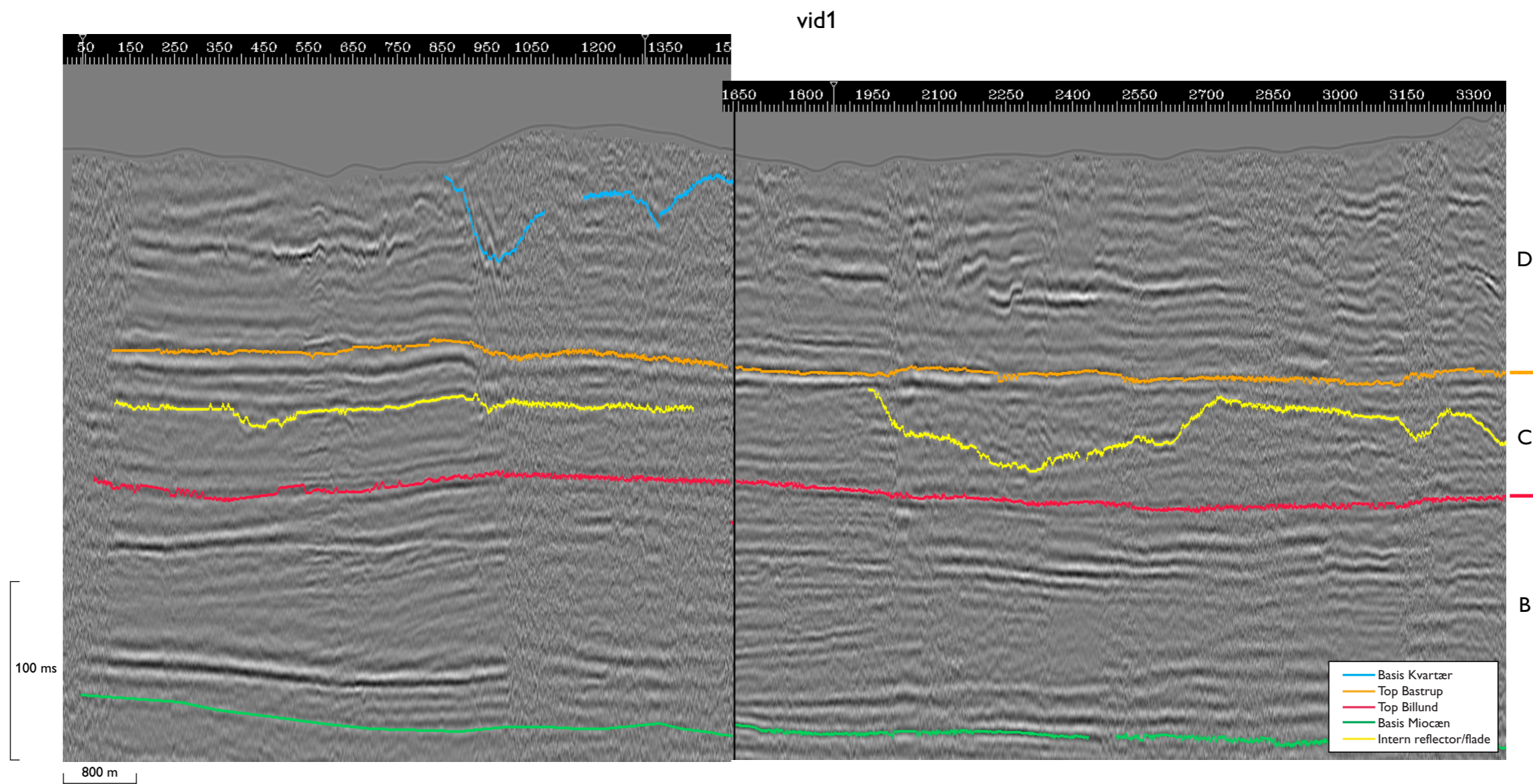


Fig. 27: Seismisklinie vid1. For lokalisering se figur 25.

vid2

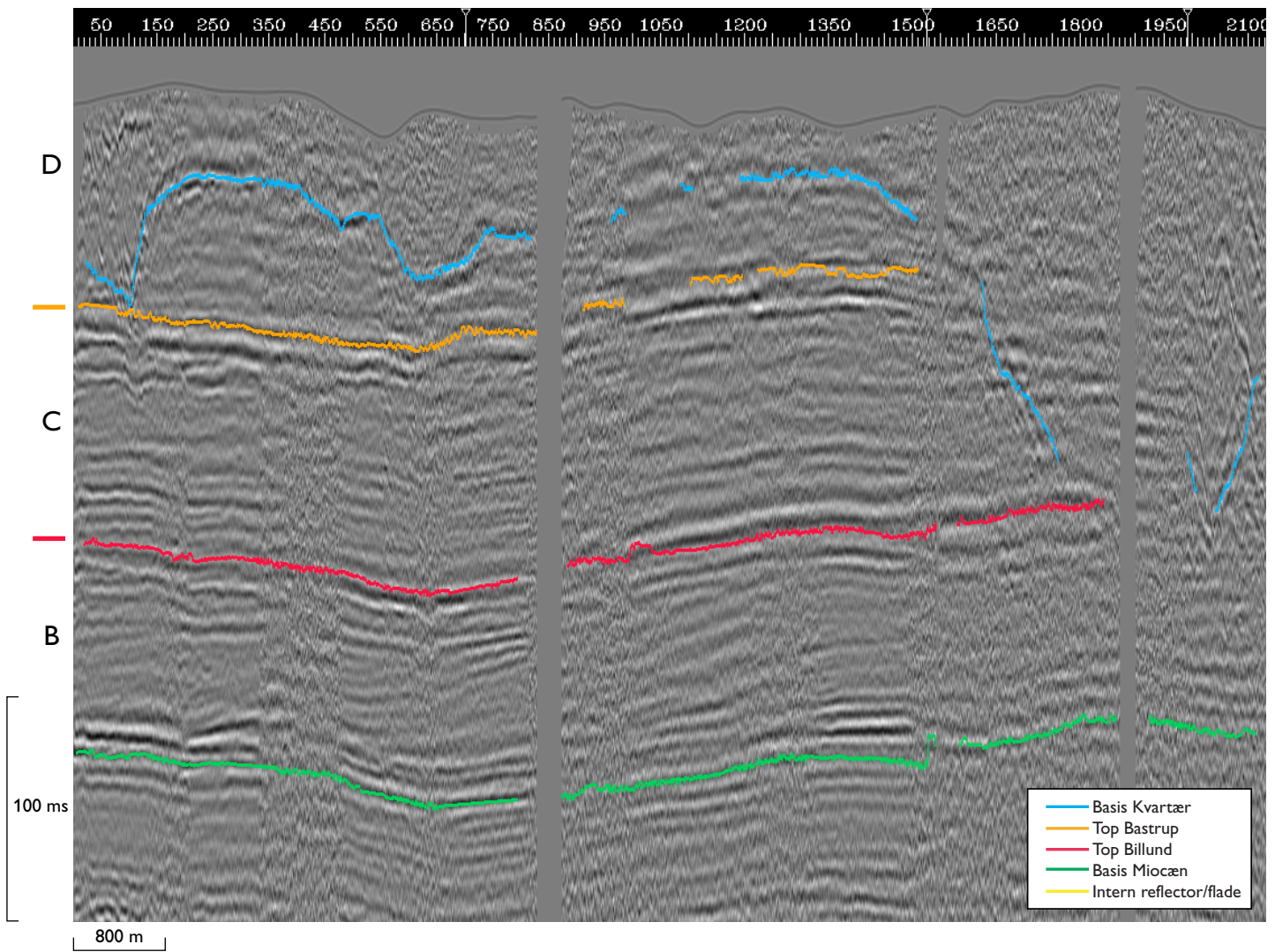


Fig. 28: Seismisklinie vid2. For lokalisering se figur 25.

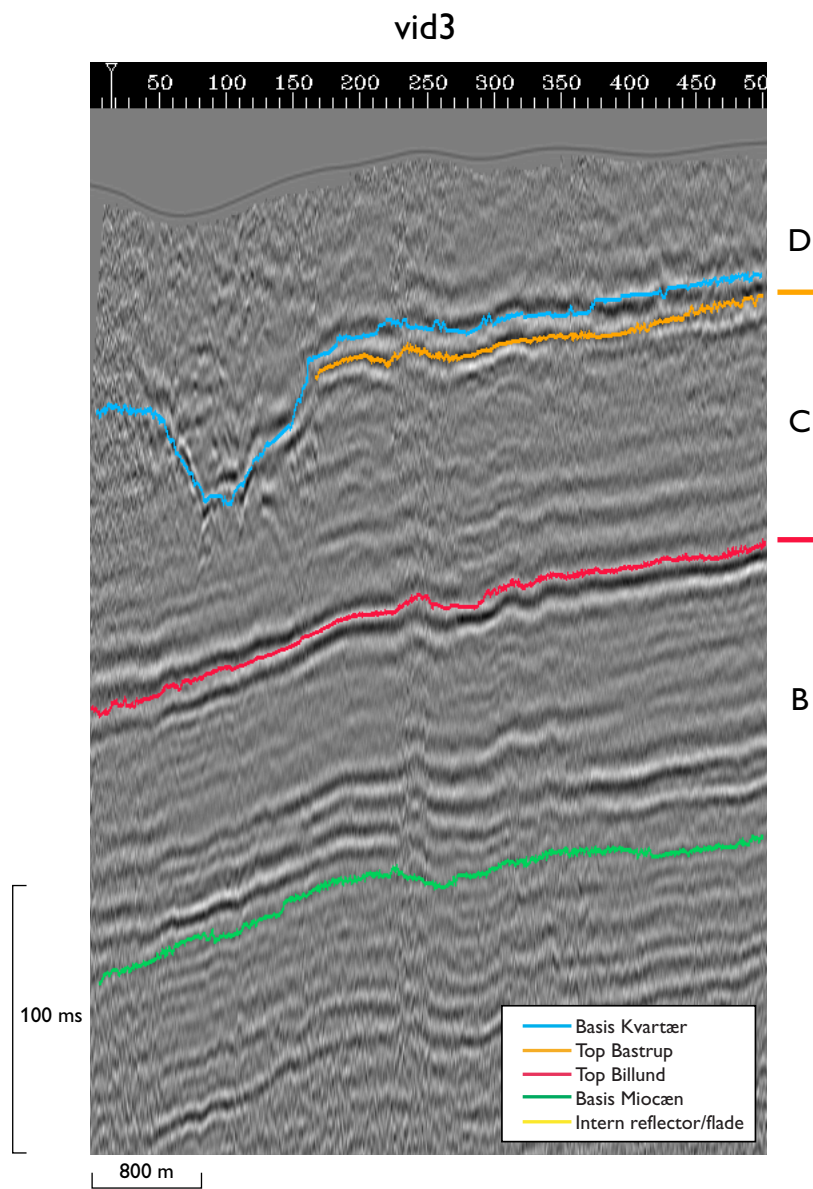


Fig. 29: Seismisklinie vid3. For lokalisering se figur 25.

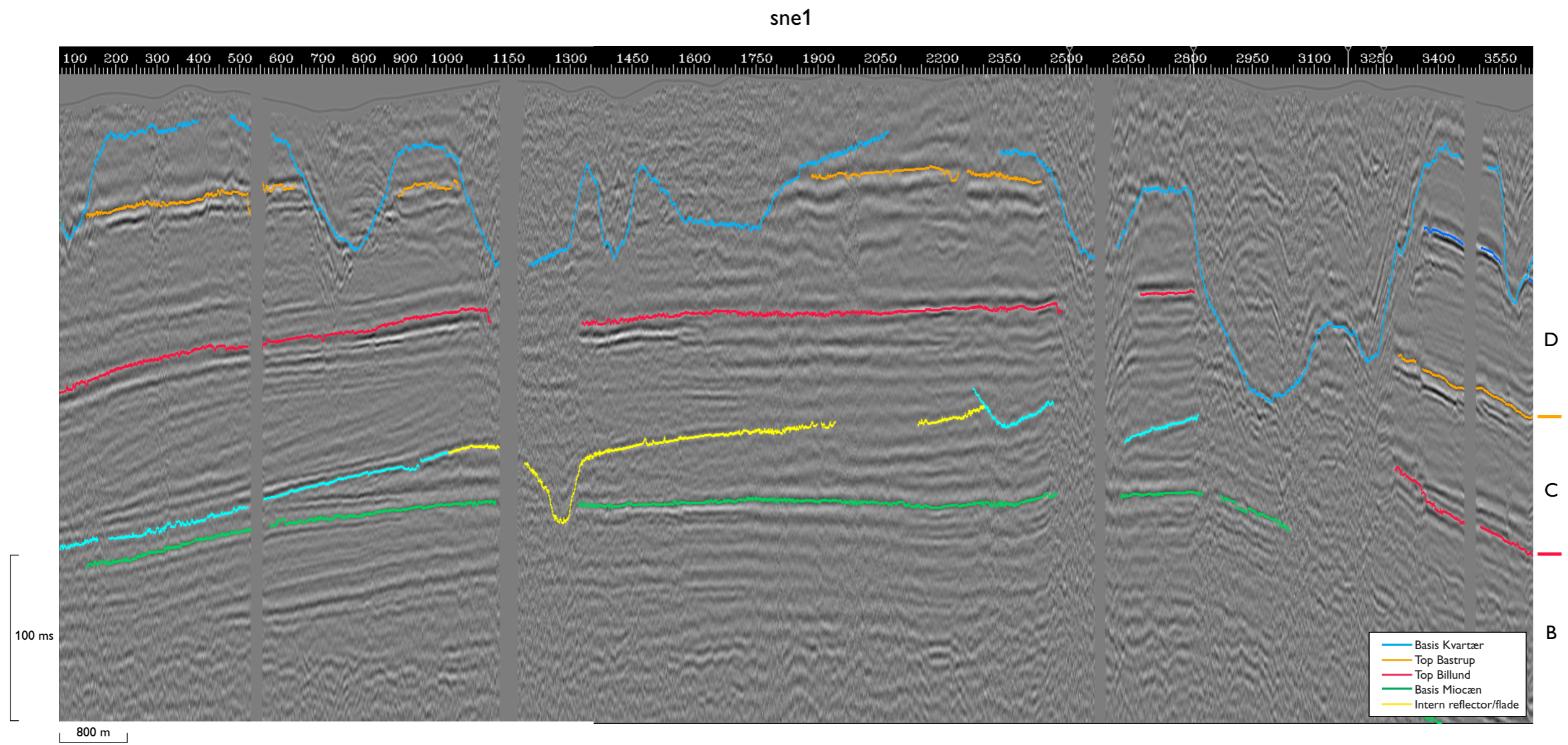


Fig. 30: Seismisklinie sne1. For lokalisering se figur 25.

ska1

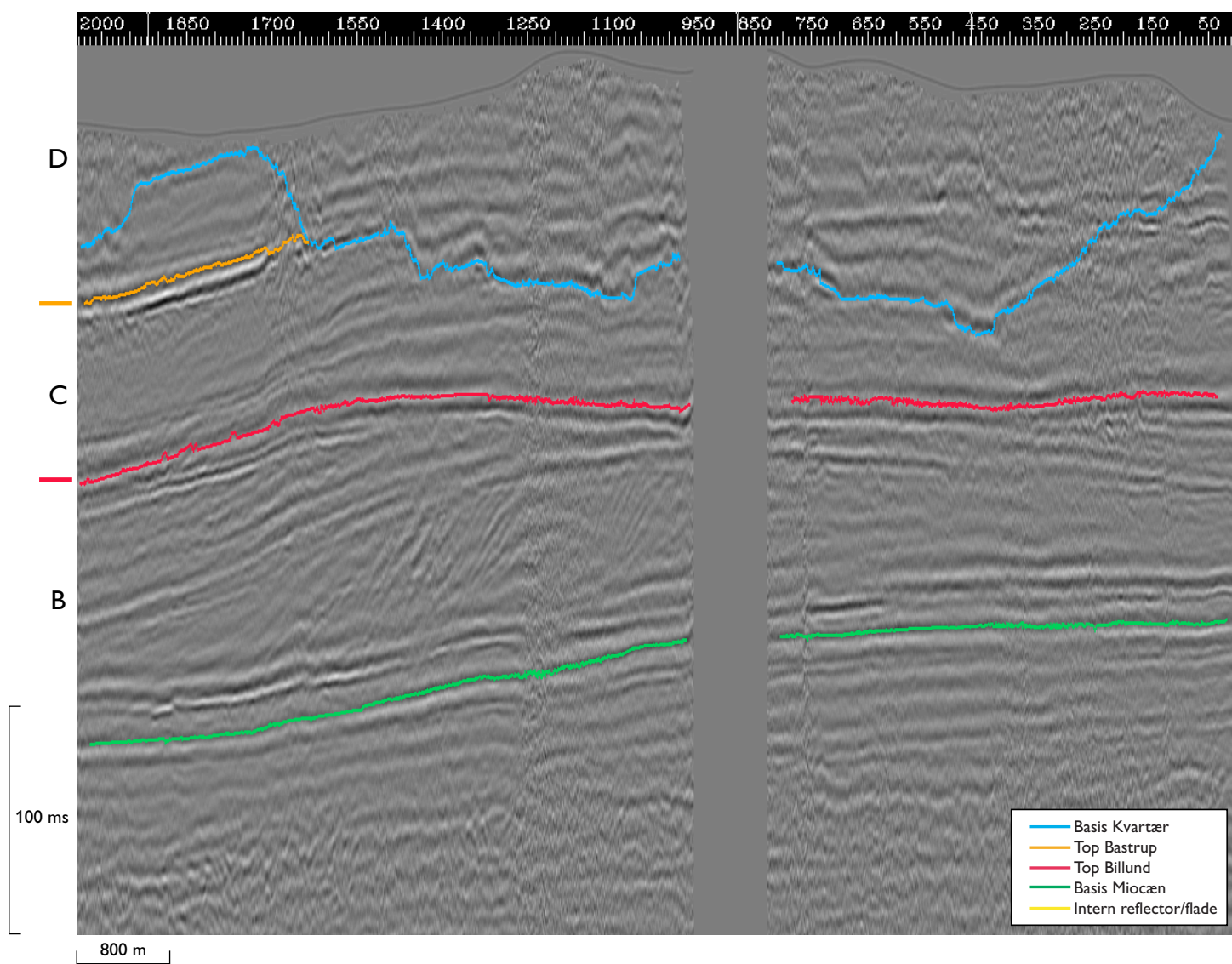


Fig. 31: Seismisklinie ska1. For lokalisering se figur 25.

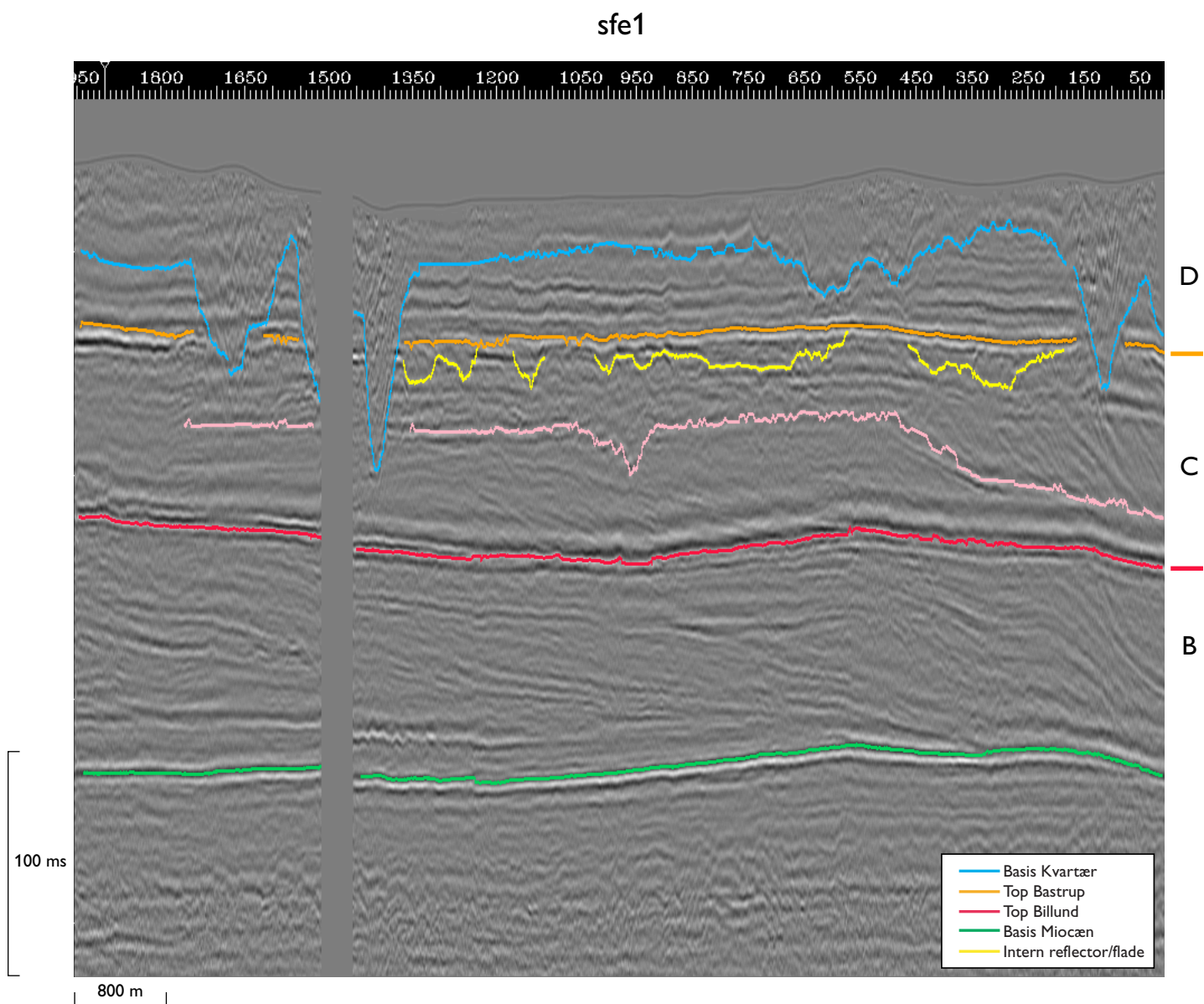


Fig. 32: Seismisklinie sfe1. For lokalisering se figur 25.

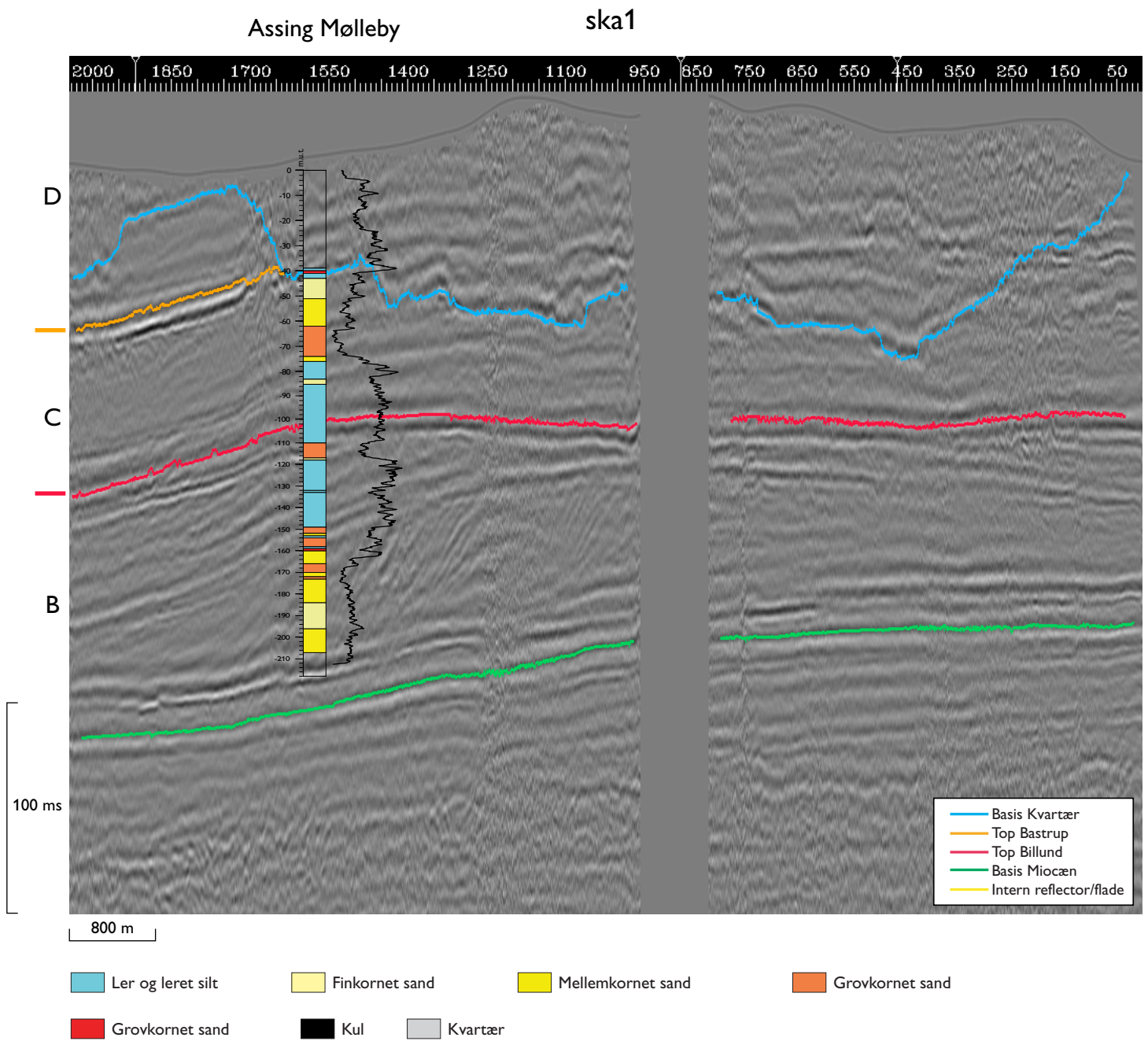


Fig. 33: Seismisklinie ska1 med boringen ved Assing Mølleby. For lokalisering se figur 25.

sfe1

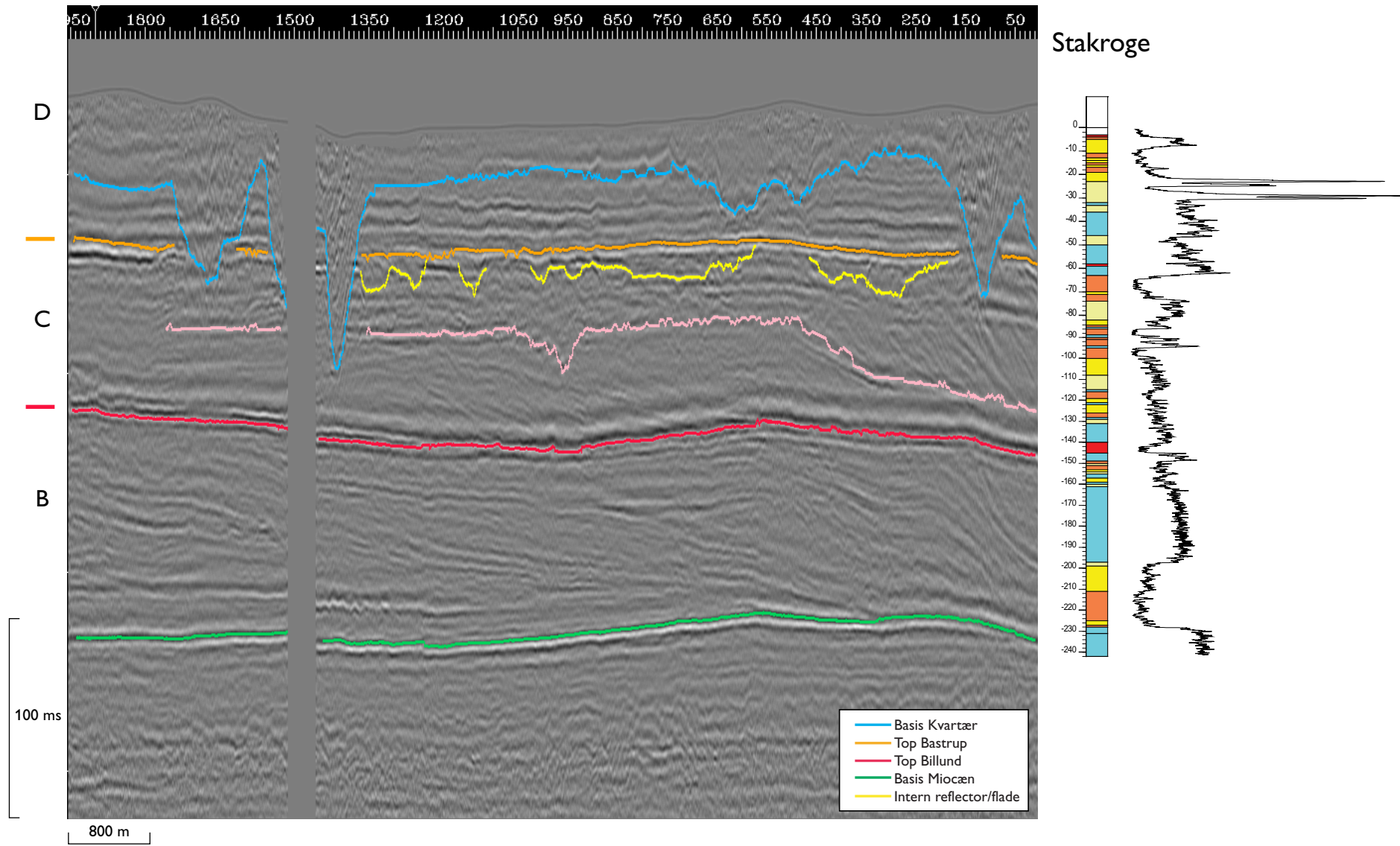


Fig. 34: Seismisklinie sfe1 med boringen ved Stakroge. For lokalisering se figur 25.

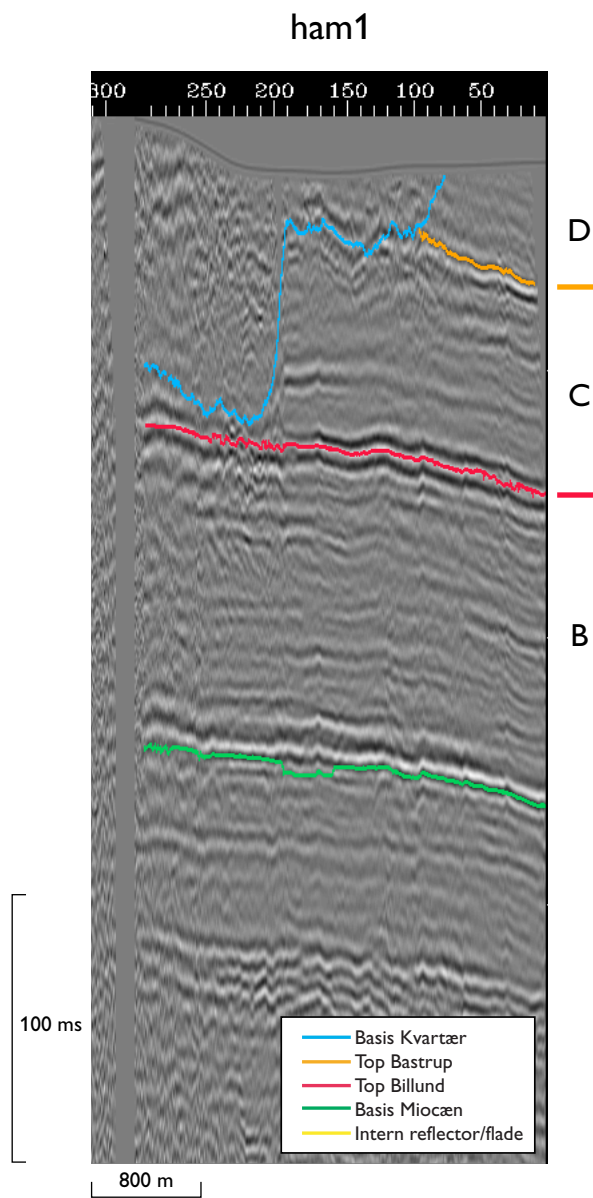


Fig. 35: Seismisklinie ham1.
For lokalisering se figur 25.

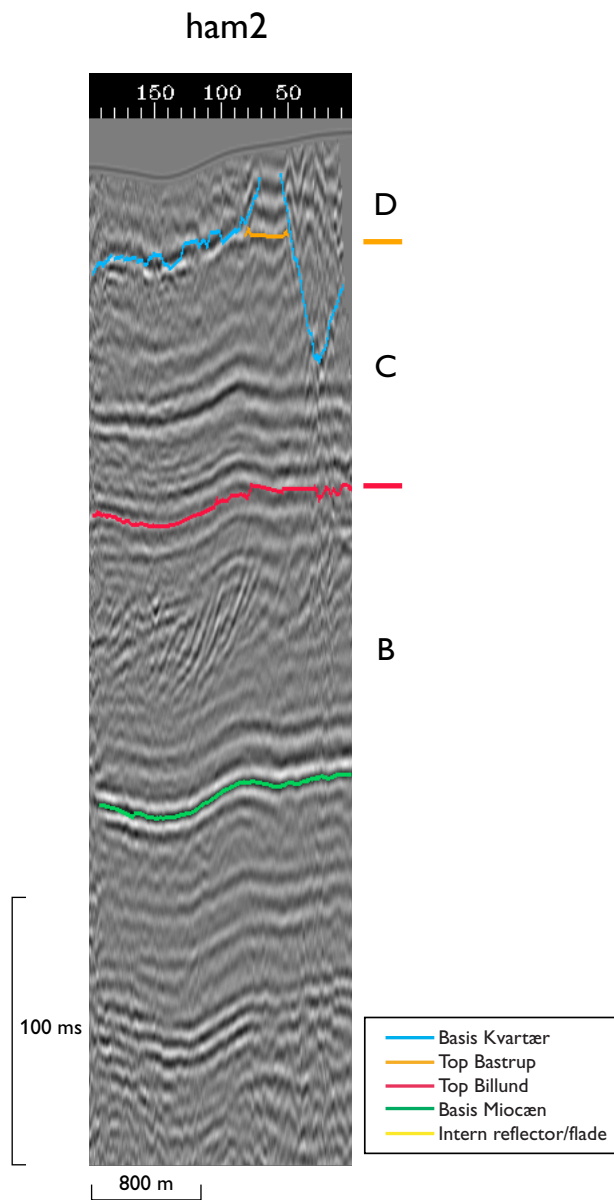


Fig. 36: Seismisklinie ham2.
 For lokalisering se figur 25.

ham3

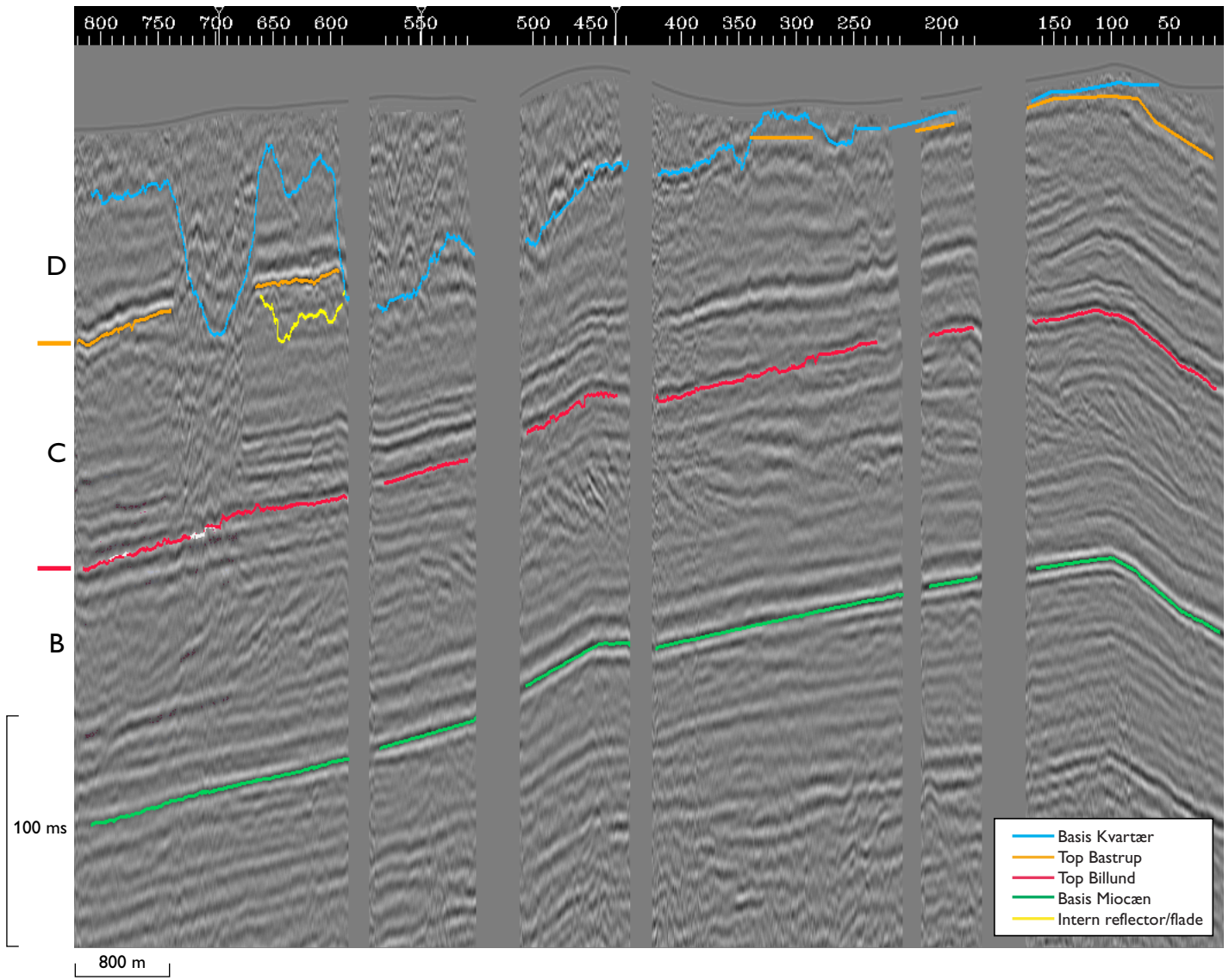


Fig. 37: Seismisklinie ham3. For lokalisering se figur 25.

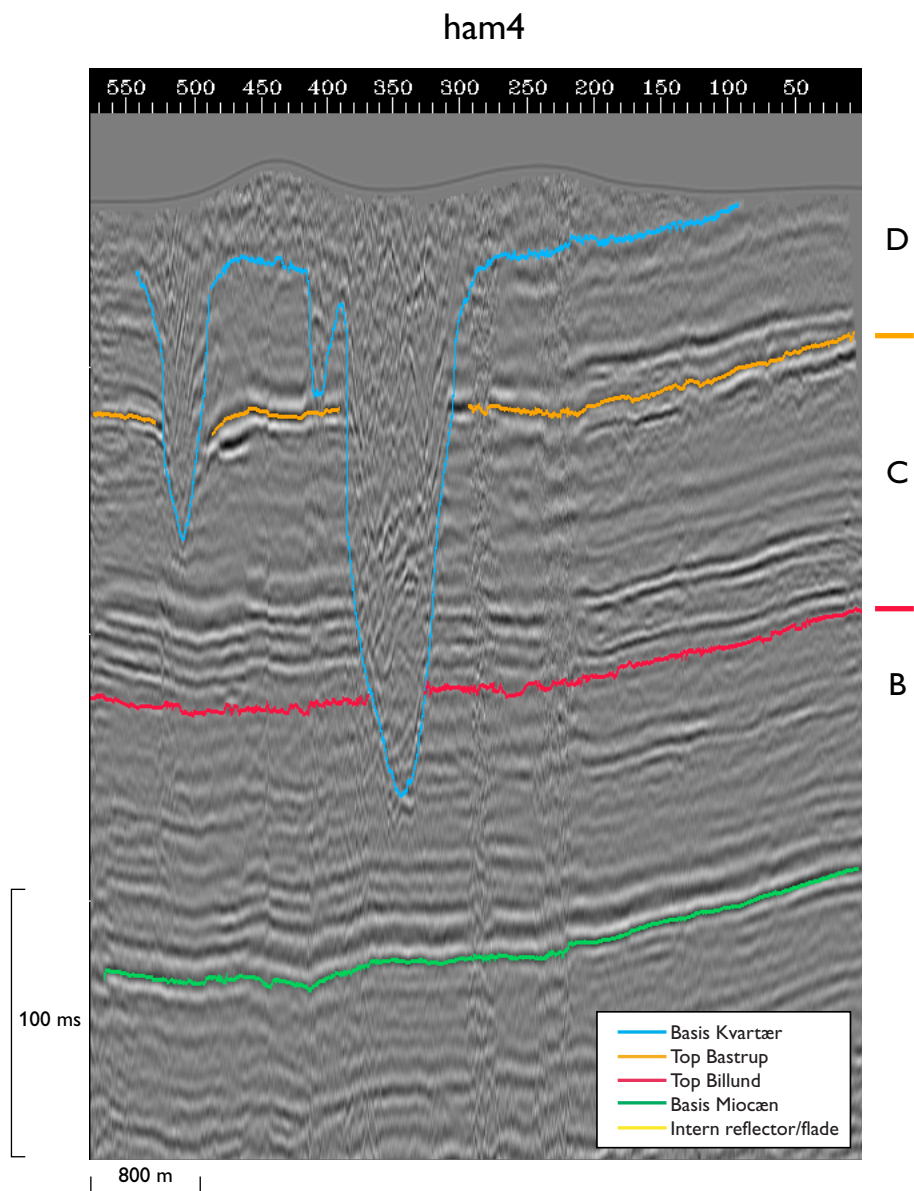


Fig. 38: Seismisklinie ham4. For lokalisering se figur 25.

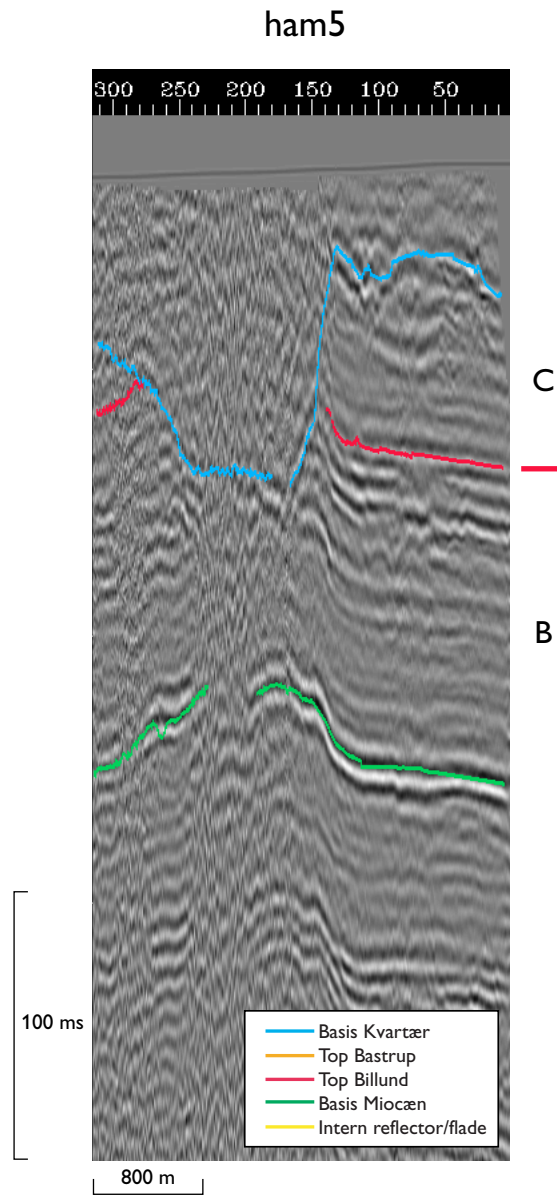


Fig. 39: Seismisklinie ham5.
For lokalisering se figur 25.

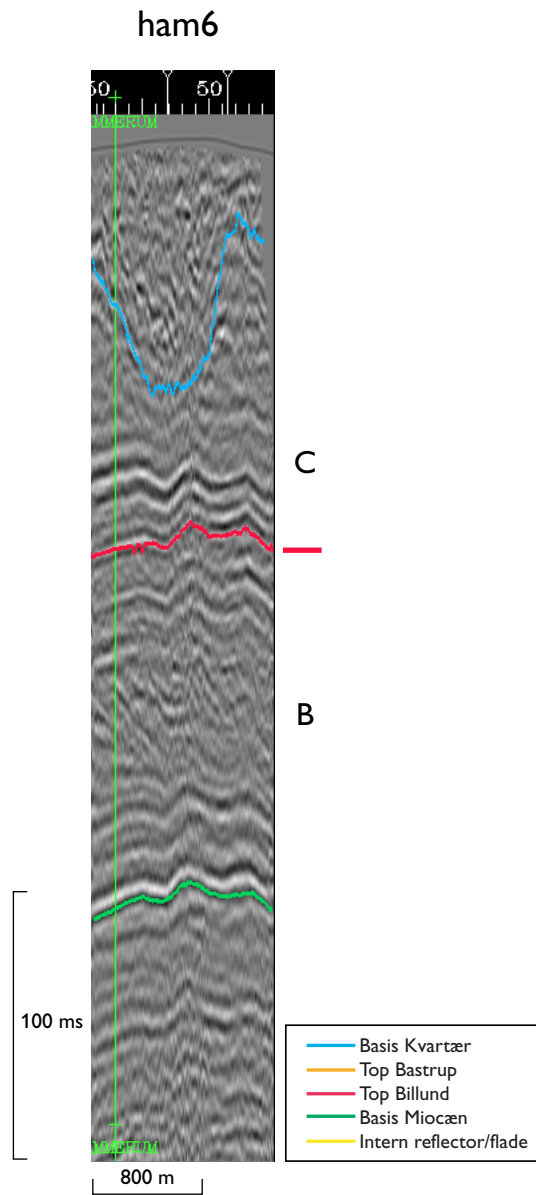


Fig. 40: Seismisklinie ham6.
 For lokalisering se figur 25.

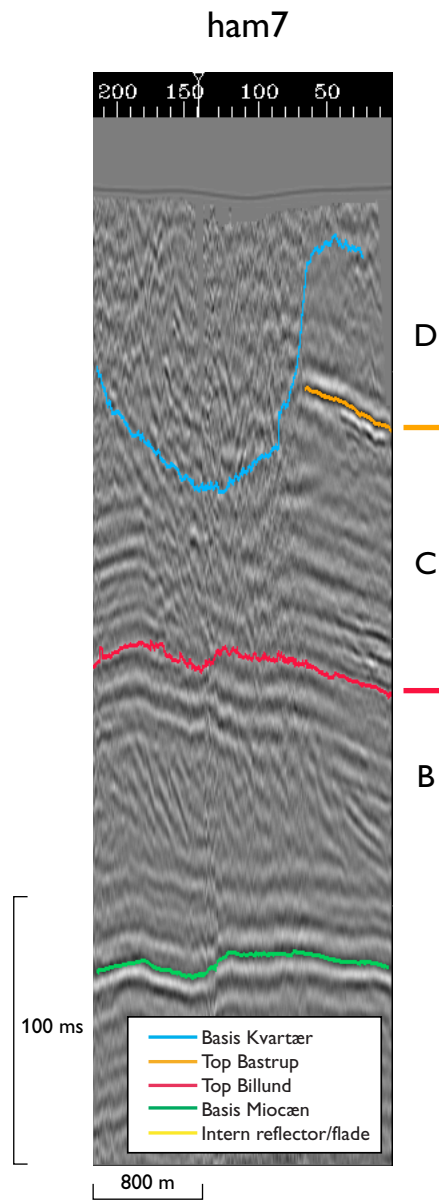


Fig. 41: Seismisklinie ham7.
For lokalisering se figur 25.

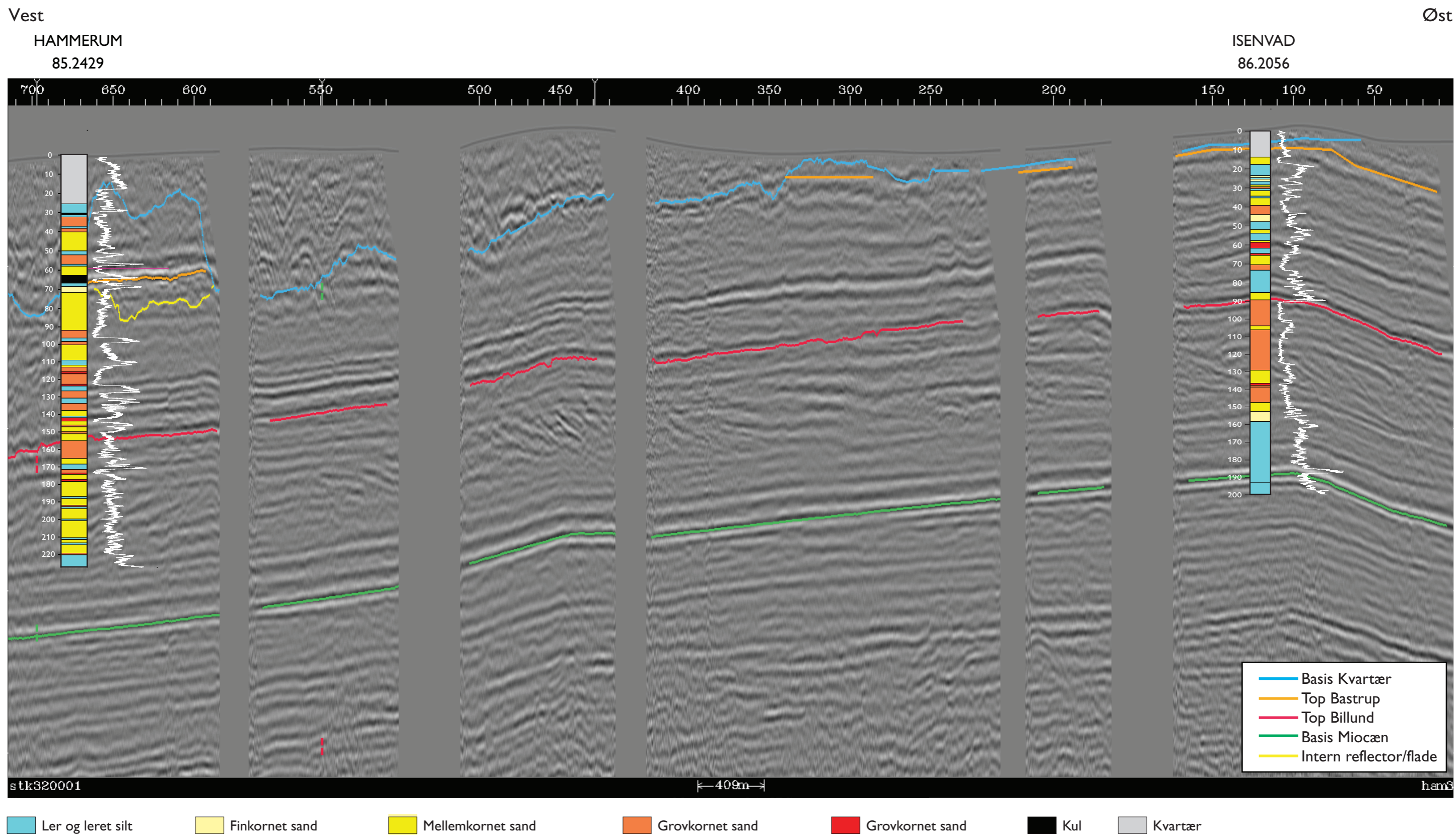


Fig. 42: Seismisklinie ham3 med borerne Hammerum og Isevad. For lokalisering se figur 25.

glu1a

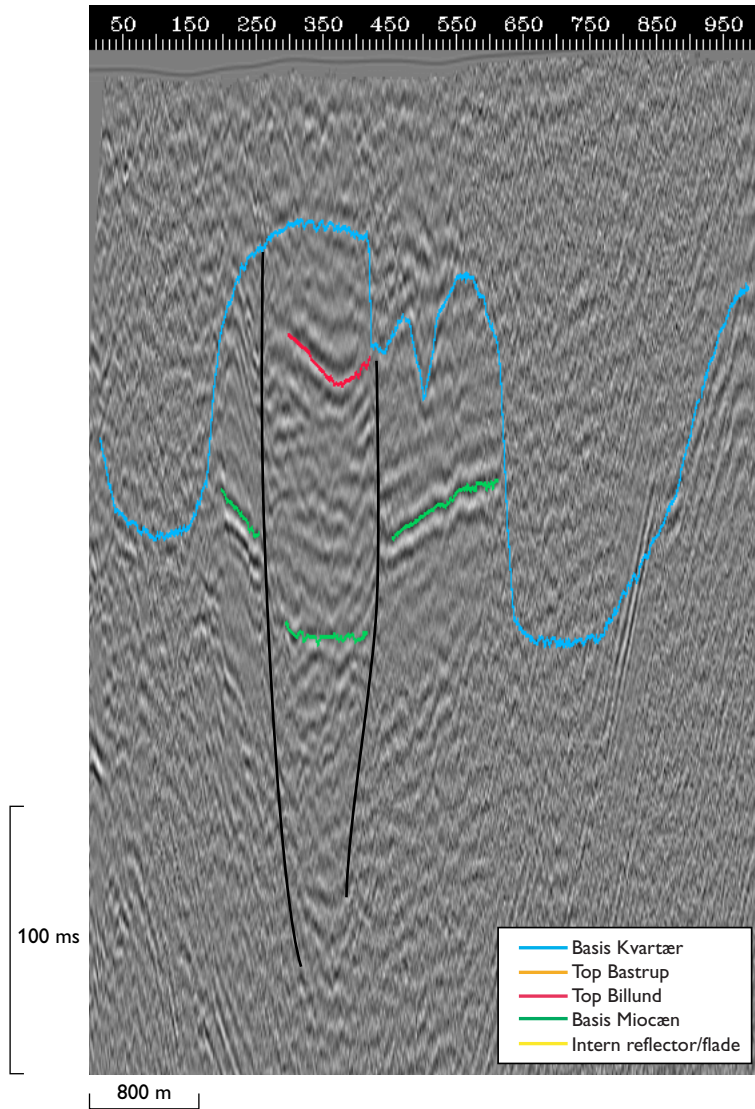


Fig. 43: Seismisklinie glu1a. For lokalisering se figur 25.

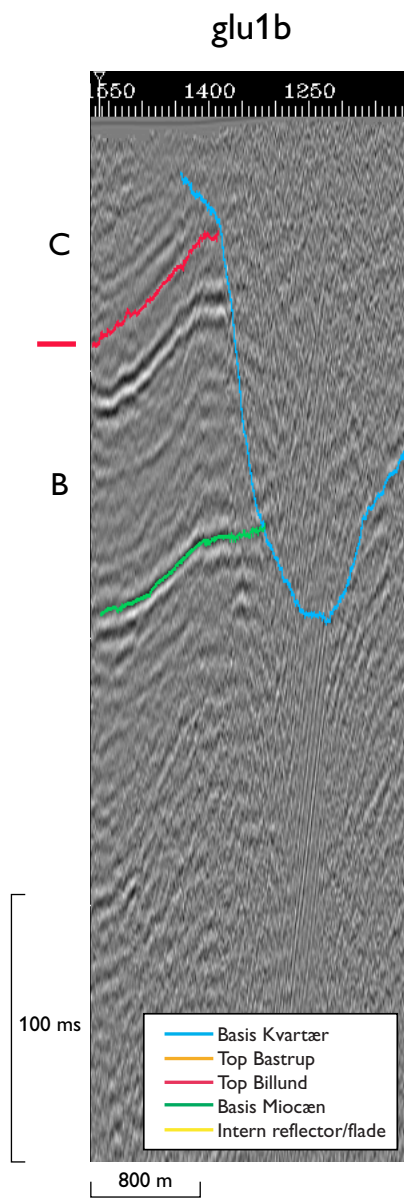


Fig. 44: Seismisklinie glu1b.
 For lokalisering se figur 25.

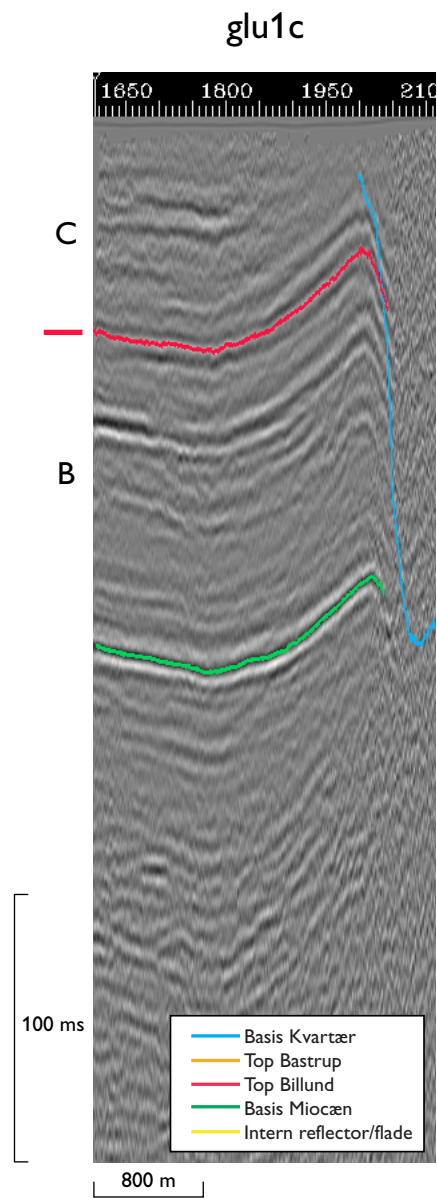


Fig. 45: Seismisklinie glu1c.
 For lokalisering se figur 25.

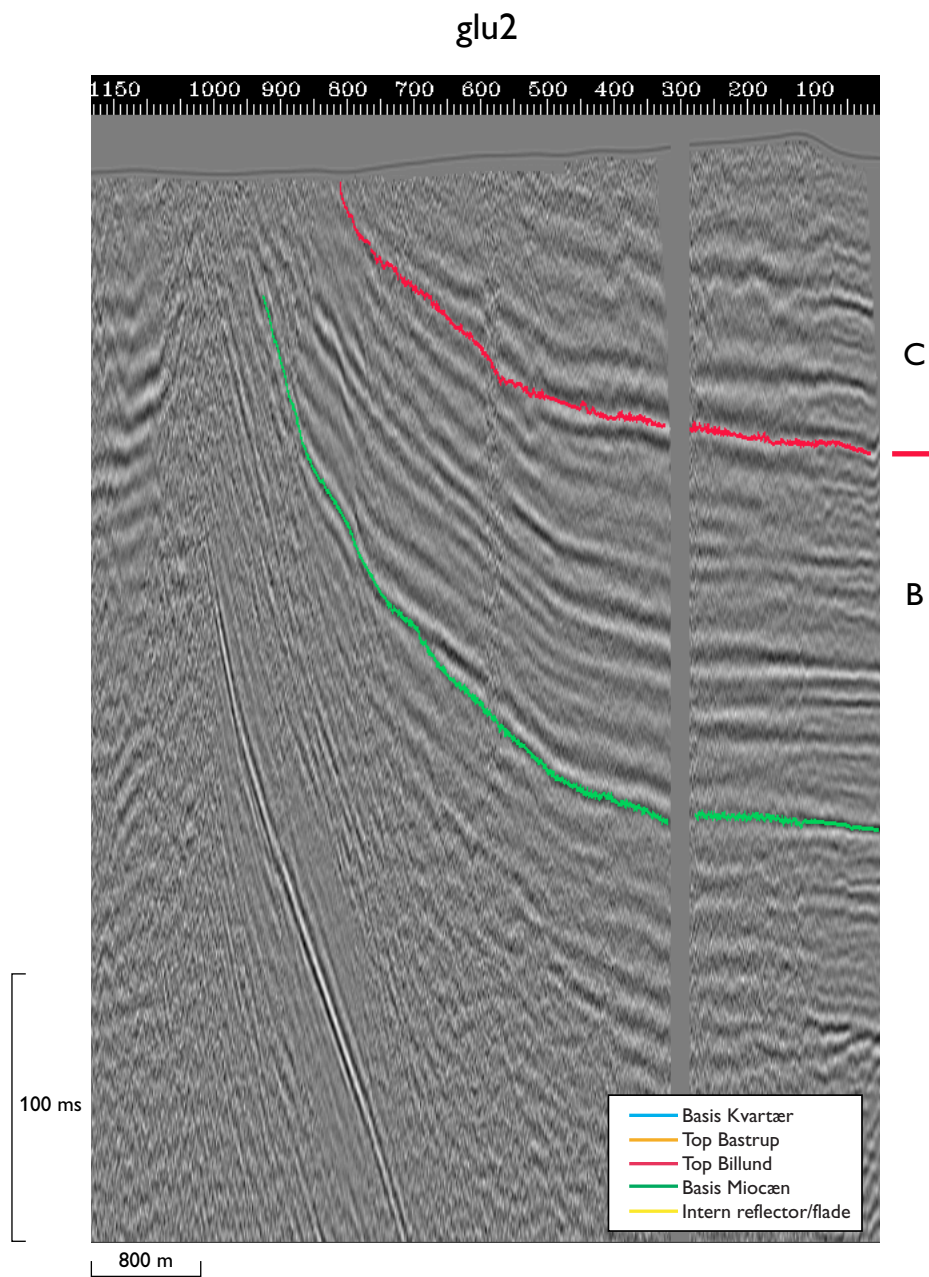


Fig. 46: Seismisklinie glu2. For lokalisering se figur 25.

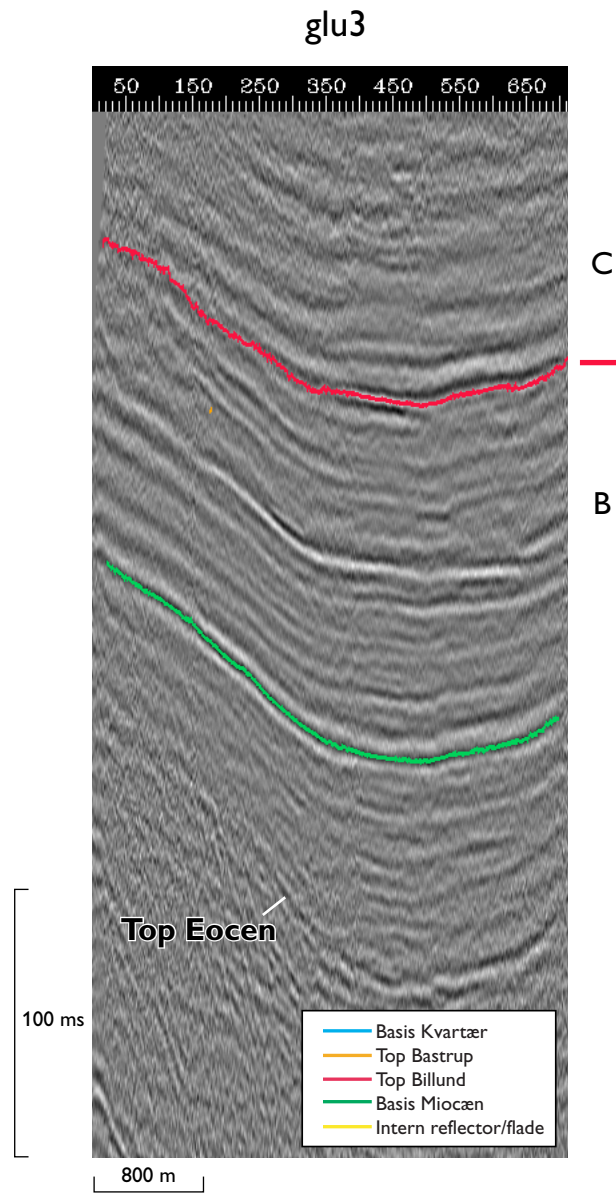


Fig. 47: Seismisklinie glu3.
 For lokalisering se figur 25.