

JUNI 2021
SUND & BÆLT HOLDING A/S

KATTEGATFORBINDELSE - KYST-KYST ANLÆGSTEKNISKE FORUNDERSØGELSER

GEOFYSISKE UNDERSØGELSER OG GEOLOGISK MODEL

FAGNOTAT



ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

JUNI 2021
SUND & BÆLT HOLDING A/S

KATTEGATFORBINDELSE - KYST-KYST

ANLÆGSTEKNISKE FORUNDERSØGELSER

GEOFYSISKE UNDERSØGELSER OG GEOLOGISK MODEL

FAGNOTAT

PROJEKTNR.

A134385

DOKUMENTNR.

A134385-F-REP-003

VERSION

2.0

UDGIVELSESDATO

Juni 2021

BESKRIVELSE

Baggrundsrapport

UDARBEJDET

ASMI, MALA,
SWN

KONTROLLERET

JHE

GODKENDT

PTR

INDHOLD

1	Indledning og formål	7
1.1	Undersøgelsesområde	8
1.2	Relaterede dokumenter	9
2	Udbudsproces	10
2.1	Undersøgelseskrav	10
2.2	Myndighedstilladelser	10
2.3	Tilbudsevaluering og tildeling	11
2.4	Opstart af undersøgelser	11
3	Tilsyn med leverandør	12
4	Kvalitetssikring	17
5	Geologisk tolkning af dybe multikanals-seismiske data	18
5.1	Gas	19
5.2	U11 – Recent sand	20
5.3	U12 – Postglaciale marine aflejringer	21
5.4	U13 – Postglaciale fluviale/lacustrine/brakvands-aflejringer	22
5.5	U14 – Postglaciale laminerede lacustrine aflejringer	23
5.6	U22 – Senglaciale/glaciale smeltevandsaflejringer	24
5.7	U32 - Glacial moræne og glacialtektoniske komplekser	25
5.8	U81 – Glacialtektonisk deformerede prækvartære aflejringer	26
5.9	U91 – Svagt ondulerende prækvartære aflejringer	27
5.10	U92 – Udeformerede prækvartære aflejringer	28

5.11	U93 – Bryozokalk	30
6	Sammenlægning af dyb og overfladernær geologisk model i GS3D	32
6.1	U11 PG subrecente/recente aflejringer	34
6.2	U12 (+U10) PG marine aflejringer	36
6.3	U13 PG brakvandsaflejringer	37
6.4	U14 PG søaflejringer	38
6.5	U21 Yngre SG Baltisk Issø	39
6.6	U22 Ældre SG afsmeltningaflejringer	40
6.7	U31 GL slap moræne/flydemoræne	41
6.8	U32 (+U30) GL konsolideret moræne	42
6.9	Udifferentieret Prækvartær (B&S)	43
6.10	U81 stærkt deformeret Prækvartær ler	45
6.11	U91 let deformeret Prækvartær ler eller mergel	46
6.12	U92 udeformeret Prækvartær mergel eller kalk	47
6.13	U93 Kalk (inkl. Top Kalk fra GEUS)	48
7	Referencer	49

1 Indledning og formål

I forbindelse med de anlægstekniske forundersøgelser er der foretaget geofysiske undersøgelser i de korridorer, der på tidspunktet for gennemførelsen af undersøgelserne blev overvejet. Alle korridorer var på tidspunktet i spil som potentielle løsninger for en kyst til kyst forbindelse mellem Sjælland og Jylland.

Den primære årsag for de geofysiske undersøgelser er at tilvejebringe viden om de dybere liggende sedimenters udbredelse, som kan have indflydelse på de funderingsmæssige forhold. Desuden blev der ligeledes gennemført geofysiske undersøgelser mellem Jylland og Samsø med formål at kortlægge og karakterisere de post-glaciale marine aflejringer, som led i og input til de miljømæssige beregninger og analyser.

De geofysiske undersøgelser er gennemført med to seismiske undersøgelsesteknikker for henholdsvis den dybere og den overfladenære kortlægning: multikanal-seismik (multichannel Ultra High Resolution Seismic, mUHRS) og enkeltkanal-seismik (Sub Bottom Profiler, SBP). Begge undersøgelser er suppleret med multi stråle ekkolod, (Multibeam Echo Sounder, MBES) til kortlægning af havdybden.

De to seismiske kampagner er gennemført af Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS). COWI har forberedt de tekniske kravspecifikationer for undersøgelserne, assisteret Sund og Bælt med tilladelser, udbud og tilsyn under gennemførelsen af undersøgelserne. De seismiske kampagner er gennemført i perioden august/september 2020.

COWI har gennemført tolkning af multikanal-seismisk data (mUHRS) og resultaterne af denne tolkning er inkluderet i denne baggrundsrapport, se afsnit 5. GEUS har udført tolkning af enkeltkanal-seismisk data (SBP) og denne er afleveret i /1/.

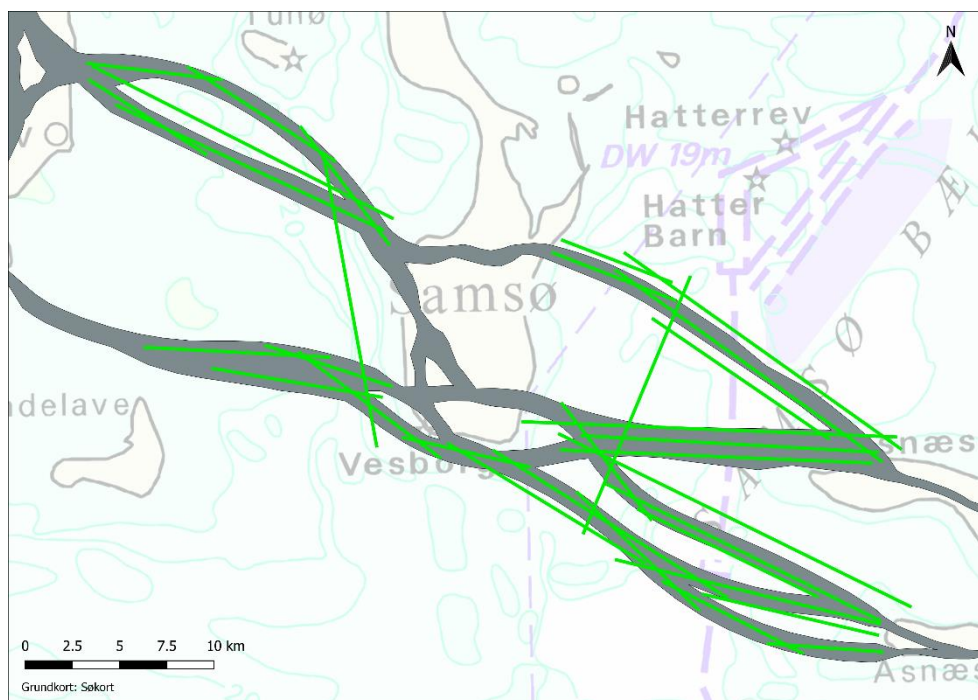
Undersøgelserne har tilvejebragt ny og mere detaljeret viden om området mellem Sjælland og Jylland og de resulterende geologiske modeller giver et mere oplyst geologisk grundlag for den videre planlægning. Undersøgelserne danner også grundlag for, at evt. opfølgende geotekniske undersøgelser kan placeres,

hvor de giver mest værdi og viden og reducerer usikkerheden i bestemmelsen af de geologiske lags udbredelse.

Denne geofysiske rapport danner baggrund for hovedrapporten.

1.1 Undersøgelsesområde

Kortlægningen med dyb multikanals-seismik (mUHRs) fremgår af Figur 1-1.

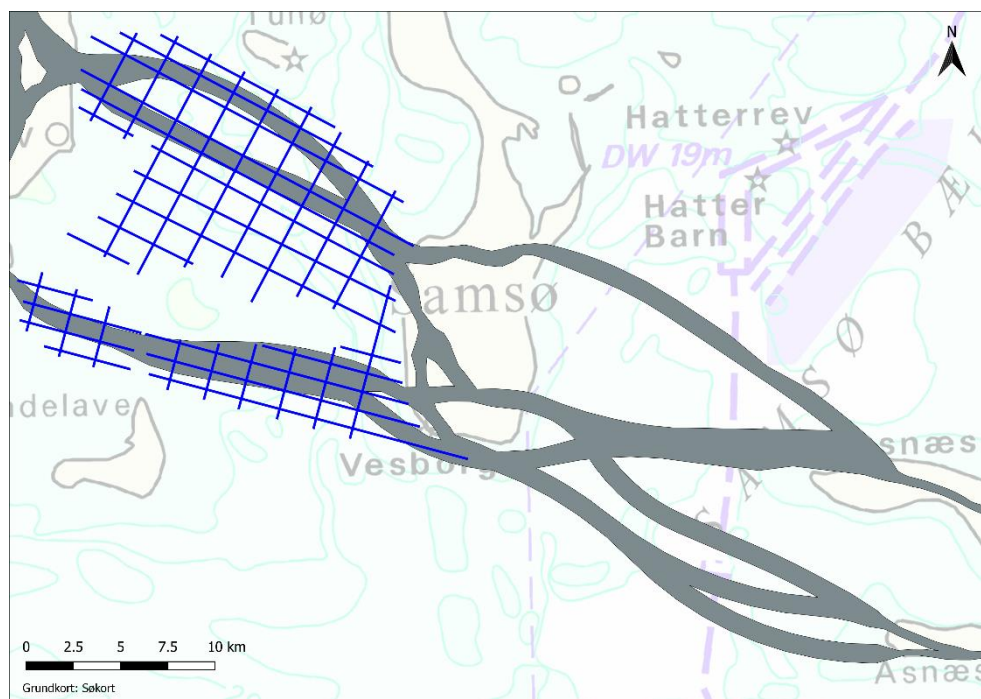


Figur 1-1 Sejllinjer (lysegrønne linjer) for multikanal-seismisk undersøgelse mellem Jylland og Sjælland, sammenholdt med KKØ- og KKV-korridorer.

Sejllinjerne er fastlagt på baggrund af undersøgte korridorer fra de indledende linjeføringscreeninger, så de i videst muligt omfang dækker flest af de indledende linjeføringsforslag, KKØ-1-4 samt KKV-1-3. Der er desuden taget højde for lave vanddybder, hvor det ikke er praktisk og sikkerhedsmæssigt at indsamle data, samt beskyttede havområder (Natura2000).

Det skal dog bemærkes, at der parallelt og efterfølgende med gennemførelsen af de geofysiske undersøgelser blev introduceret nye mulige korridorer, som derfor ikke er dækket med sejllinjer, bl.a. korridor KKØ-2.5 ved Røsnæs Syd, samt korridorer KKV-2.3, KKV-3.3, KKV-3.4 og KKV-3.5, der udgår fra Kolby Kås.

Enkeltkanals-seismikken (SBP) dækker et større område mellem Samsø og Jylland, se Figur 1-2.



Figur 1-2 Sejllinjer (blå linjer) for enkeltkanal-seismisk undersøgelse mellem Samsø og Jylland sammenholdt med KKØ- og KKV-korridorer.

1.2 Relaterede dokumenter

En række dokumenter er enten direkte refereret i denne rapport eller danner baggrund for denne rapport. Disse dokumenter er ikke vedlagt denne rapport.

- > Udbudsdokumenter
 - > Bilag 3.1_Teknisk_Kravsspecifikation_Geofysisk_Undersøgelse_Kattegatforbindelsen_Dyb_Kortlægning
 - > Bilag_3.1_Teknisk_Kravsspecifikation_Geofysisk_Undersøgelse_Kattegatforbindelsen_Overfladenær_Kortlægning
- > Tilbud og tilbudsevaluering
 - > GEUS tilbud dyb kortlægning kattegatforbindelsen1
 - > Kattegat - Geofysik, dyb - Evaluering, rev A
 - > GEUS tilbud overfladenær kortlægning Kattegatlink1
 - > Kattegat - Geofysik, overfladenær - Evaluering, rev A
- > Tilladelser, mødereferater, datarelaterede kvalitetssikringsdokumenter mm.
 - > Søopmålingstilladelse fra Geodatastyrelsen
 - > Undersøgelsestilladelse fra Energistyrelsen
 - > Mødereferat 'A134385_MoM_Kattegat Geofysiske undersøgelser Technical KOM 20200805'
 - > Kvalitetssikringsdokument 'QC_Kattegatforbindelsen -GEUS Rev1_reply2'

2 Udbudsproces

Udbudsmaterialet blev delt op i to individuelle undersøgelser: dyb seismik og overfladenær seismik. Hver undersøgelse blev udbudt i separate konkurrencer, hvor leverandørerne havde mulighed for at byde og vinde en eller begge pakker.

2.1 Undersøgelseskrav

De tekniske undersøgelseskrav blev nøje udvalgt for at skabe de bedste betingelser for den videre tolkning af data.

Følgende undersøgelser blev inkluderet i udbudsmaterialet:

- > Multibeam Echo Sounder (MBES)
- > multi channel Ultra High Resolution Seismic (mUHRs)
- > Sub Bottom Profiler (SBP)

Detaljerne om undersøgelseskravene er beskrevet i det tekniske udbudsmateriale for hhv. den dybe kortlægning og den overfladenære kortlægning:

- > Bilag 3.1_Teknisk_Kravsspecifikation_Geofysisk_Undersøgelse_Kattegatforbindelsen_Dyb_Kortlægning
- > Bilag 3.1_Teknisk_Kravsspecifikation_Geofysisk_Undersøgelse_Kattegatforbindelsen_Overfladenær_Kortlægning

2.2 Myndighedstilladelser

I forbindelse med udbudsprocessen blev der indhentet følgende myndighedstilladelser:

- > Søopmålingstilladelse fra Geodatastyrelsen, findes i dokumentet '*Betinget tilladelse nr. 300-0253*'
- > Undersøgelsestilladelse fra Energistyrelsen, findes i dokumentet '*Tilladelse til geofysiske undersøgelser i Kattegat i farvandet omkring Samsø og Sjællands Odde*'

Ansøgningen til søopmålingstilladelsen blev i første omgang indsendt uden information om anvendt fartøj for at optimere tidsplanen. Dermed kunne eventuelle generelle rettelser blive inkorporeret før valg af leverandør. Efter tildelingen af opgaven blev ansøgningen opdateret med relevant information om fartøj, hvorefter en tilladelse kunne gives.

Sund og Bælt var ansvarlig for indhentning af undersøgelsestilladelse fra Energistyrelsen og tilladelsen blev givet i begyndelsen af august.

Før opstart af arbejde til havs indsendes ofte en *Efterretninger til Søfarende* (EfS). Efter kommunikation med Søfartstyrelsen blev det besluttet at en EfS ikke ville blive indsendt, da fartøjerne kunne bevæge sig frit og dermed ikke påvirke skibstrafikken i området. Skriftlig meddelelse om dette blev modtaget fra Søfartstyrelsen 4 august 2020 på mail.

2.3 Tilbudsevaluering og tildeling

For både den dybe og overfladenære kortlægning blev der udvalgt fire egnede leverandører til at modtage udbudsmaterialet: Clinton Marine Survey, GEUS, PK Engineering og Rambøll. Rambøll valgte ikke at byde på opgaverne og PK Engineering afgav ikke konditionsmæssigt tilbud.

Der blev modtaget to tilbud for den overfladenære kortlægning fra hhv.:

- > Clinton Marine Survey og
- > GEUS

For den dybe kortlægning blev der modtaget ét tilbud fra GEUS.

De indkomne tilbud blev vurderet ud fra følgende kriterier:

- > Pris (vægtet 50%)
- > Kvalitet (vægtet 50%)

Tilbudsevalueringerne er dokumenteret i dokumenterne:

- > *Kattegat - Geofysik, dyb - Evaluering, rev A og*
- > *Kattegat - Geofysik, overfladenær - Evaluering, rev A*

På baggrund af evalueringerne blev GEUS valgt som leverandør for både den overfladenære- og den dybe kortlægning.

2.4 Opstart af undersøgelser

Kontrakt mellem GEUS og Sund og Bælt blev indgået i juli 2020, hvorefter et teknisk opstartsmøde blev afholdt 5. august 2020. Til opstartsmødet deltog både GEUS, og dennes underleverandør (Århus Universitet) samt repræsentanter fra Sund og Bælt og COWI. Referat for opstartsmødet findes i dokumentet '*A134385_MoM_Kattegat Geofysiske undersøgelser Technical KOM 20200805*'.

I perioden op til mobiliseringen blev der løbende fuldt op på ændringer og tiltag, som blev aftalt under opstartsmødet.

2.4.1 Mobilisering

Mobilisering af den dybe kortlægning startede 15. august 2020 med intern mobilisering af GEUS.

Client representative (COWI) tiltrådte mobiliseringen fra 18. august 2020 og tilså test og kalibrering af udstyr samt indsamling af de første data. Client representative fratrådte mobiliseringen 30. august 2020, hvorefter mobiliseringen kunne godkendes og kortlægningen starte.

Mobiliseringen for den overfladenære kortlægning startede 24. august 2020. Der blev ikke ført tilsyn ombord på skibet for de overfladenære undersøgelser.

3 Tilsyn med leverandør

Følgende tabel indeholder de vigtigste observationer gjort af Client repræsentative (COWI) undervejs i mobiliseringen.

Dato	Aktivitet	Bemærkninger
18/8 2020	Mobilisering	Client repræsentative ankommer kl. 15 Modtaget sikkerhedsinstruktion fra besætningen. Indledende drøftelser om sikkerhed under dataindsamlingen: Aftalt at der bæres redningsvest ved alt arbejde på dæk under sejlads. Dog undtaget færdsel mellem dogbox og indgangen til skibet når vejret er godt. Broen afgør hvornår der kræves redningsvest i alle tilfælde. Der blev udført test af sparkeren i forskellige dybder i havnebassinet. Da sparkeren hang i en kran i landsiden blev skibet svinget ud fra kajen for at gøre plads. Under denne manøvre sprang en af fortøjningstrosserne under trækket fra skibet. Uheldet medførte ikke yderligere person eller materielle skader. Det er efterfølgende drøftet at det er vigtigt at tale alle operationer igennem inden arbejdet går i gang så alle ved hvilke opgaver de skal udføre, hvordan det gøres sikkert og hvordan de skal forholde sig hvis der sker noget uforudset.
19/8 2020	Mobilisering	Dagen er gået med diverse forberedelser. EIVA har været forbi og har hjulpet med opsætningen af MBES mv. Streameren er nu komplet inkl. optageudstyr og de indledende test tyder på at systemet virker. Der kommer en advarsel på systemet der skyldes at der arbejdes med en blanding af forskellige firmware versioner af A/D moduler. Aarhus Universitet har fået mundtlig besked fra leverandøren at det ikke påvirker resultaterne, men vil bede om at få det på skrift. Power Supply til sparkeren er ombord, men endnu ikke endeligt på plads. Der vil blive fremskaffet løftegrej til at flytte den på plads så tunge løft kan undgås. Client Representative har påpeget en luge i dækket der stod åben tæt på hvor der blev arbejdet med forberedelser af seismikudstyr.

		Det er efterfølgende blevet indskærpet for besætningen om at holde den lukket når den ikke er i brug. Det er blevet påpeget at hændelsen, med den sprængte trosse, 18/8 falder ind under utilsigtede hændelser som skal indrapporteres til kunden.
20/8 2020	Opstarts- møde Mobilisering	Opstartsmøde Power Supply til sparkeren er flyttet til sin endelige position i agterenden af skibet. Der er ryddet op i dogbox og på dækket så kabler og udstyr er fastgjort og af vejen. GEUS har arbejdet hårdt på at få de sidste problemer løst med elektronikken, men der udstår stadig enkelte problemer. Problemet med streamer firmwaren ser ud til at være løst.
21/8 2020	Mobilisering	Toolbox ang. søsætning af sparkeren med kran fra for-dækket. Det blev sikret at alle var klar over de enkelte trin i operationen, hvordan opgaverne var fordelt og hvor den enkelte skulle befinde sig på dækket. Det blev understreget at hjelm og redningsvest er påkrævet for alle der deltager i søsætningen på dækket. I forbindelse med første søsætning af sparkeren fredag eftermiddag er en af GEUS-medarbejdere kommet til skade med sin hånd. Som rapporteret til Client Representative umiddelbart efter hændelsen var forløbet som følgende: Inden selve søsætning blev påbegyndt, blev det konstateret at den bom som sparker og streamer skal fastgøres til var kommet for tæt på vandoverfladen. Det viste sig umuligt at hæve den med håndkraft og derfor blev et spil der ellers ikke var planlagt brugt anvendt til at løfte bommen. Den tilskadekomne var ved at fjerne noget uvedkommende reb der var fastgjort til den anden side af spillet da det satte i gang. Der blev ikke holdt toolbox talk for at planlægge den ændrede procedure. Skaderne er begrænsede efter kontrol på skadestue. Det er efterfølgende drøftet at det er vigtigt at stoppe op og tage en fornyet toolbox når uforudsete situationer opstår.

22/8 2020	Mobilisering	GEUS har revideret deres procedurer for søsætning og optagning af sparker, og disse operationer har efterfølgende forløbet uden større problemer. Client representative har påtalt at survey personel af og til kommer for tæt på og i farlige positioner. Det er efterfølgende diskuteret hvordan dette kan undgås i fremtiden. Det har ikke været muligt at arbejde meningsfuldt med balancering af streameren pga. for megen søgang. Der er indsamlet data langs testlinjen med forskellige energiniveauer. Målingerne tyder på at streameren flyder mod overfladen på midten. Ghost notch var ikke særligt entydig – sikkert pga. af en meget urolig havoverflade. Det er muligt at kilden lå dybere end streameren og derfor kom til at bestemme afskæringsfrekvensen. Der er ikke konstateret målbar støj fra de påmonterede divers. Det er drøftet hvordan det bedst sikres at softstartprocedurerne overholdes. Det er aftalt at de relevante flowdiagrammer hænges op i dogbox. Det samme gælder i øvrigt alle indstillinger i software når de er endeligt fastlagt.
23/8 2020	Mobilisering	Problemer med NaviPac der ikke kan skyde hurtigt nok på afstand. Leverandøren er inddraget i at løse det. Der arbejdes stadigt med balanceringen af streameren. Der var et mindre uheld med bommen til streamer og sparker. En wire rev sig løs og bommen svingede ind mod skibet. Ingen person eller materielle skader. Det forløb uden større dramatik og blev håndteret professionelt.
24/8 2020	Mobilisering	Der arbejdes fortsat med balancering af streameren.
25/8 2020	Mobilisering	Der arbejdes fortsat med balancering af streameren. Brandalarm på Anette Christina tirsdag aften. Det viste sig at være en varmekøler og en overophedet kogeplade.
26/8 2020	Mobilisering	Der arbejdes fortsat med balancering af streameren.
27/8 2020	Mobilisering	Der arbejdes fortsat med balancering af streameren.

28/8 2020	Mobilisering	Der arbejdes fortsat med balancering af streameren.
29/8 2020	Survey	Mobiliseringen accepteres som godkendt idet de udestående problemer ikke vurderes at kunne forbedres. Det drejer sig om støj fra skibet og ustabil streamer balancering. Problemet med skudafstand i NaviPac er løst af leverandøren.
30/8 2020	Survey	Client representative forlader skibet i Kalundborg havn.

Ved mobiliseringens afslutning forlader Client representative skibet. De tekniske krav foreskrev, at der skulle være en supervision under hele undersøgelsen, men forud for mobiliseringen blev det aftalt, at grundet begrænset plads på skibet, at Client representative ville afmønstre skibet efter end mobilisering således, at der er plads til hele det videnskabelige personel.

Som skrevet ovenfor er mobiliseringen formelt set godkendt den 29. august 2020. En række kompromiser blev dog indgået i det flere tekniske krav og parametre ikke kunne opnås af leverandøren. Projektet var under tidspres for at få afviklet undersøgelserne og gøre brug af resultaterne. Det blev vurderet, at det endelige resultat ville være tilstrækkelig til den fase projektet er i på nuværende.

Der var flere kritiske parametre som ikke blev opnået til fulde men de to mest kritiske var:

- > Støj fra skibet
Det stod meget hurtigt klar at niveauet og frekvenserne af den akustiske støj, som skibet udsendte i forbindelse med dets fremdrift og manøvre, lang oversteg det lovede og det acceptable. Effekten blev meget støjede data. GEUS vurderede, at støjen kunne reduceres i forbindelse med den efterfølgende processering af data. Dette vidste sig ikke muligt i tilstrækkelig grad
- > Streamer balancering
GEUS brugte lang tid på at balancere streameren til den rigtige og konstante dybde som det var krævet af i de tekniske dokumenter. Dette blev aldrig opnået til fulde. Dette havde en stor indflydelse på kvaliteten og opløseligheden af de indsamlede data.

Under den efterfølgende processering af de indsamlede data foretog COWI supervision med processen og fremdriften. GEUS og deres underleverandør til dette, Aarhus Universitet. Grundet tekniske udfordringer med den indsamlede kvalitet og data indhold kunne det fulde liste af tekniske krav til det endelige data sæt ikke opfyldes. Blandt andet spillede støjen fra skibet en stor rolle i dette og ligeledes var den ufuldendte balancering mm. indvirkende på at flere vigtige processeringssekvenser ikke kunne gennemføres tilfredsstillende, herunder:

- > source og receiver static corrections,

- > multiple undertrykkelse,
- > genskabelse af det fulde frekvensspektrum og
- > krævede indtrængningsdybde

Under processeringen blev en række kompromiser og aftaler indgået således, at det bedst mulige datasæt blev produceret.

4 Kvalitetssikring

Ved modtagelse fra leverandøren GEUS, blev alt rådata og processeret data kvalitetskontrolleret af COWIs erfarne geofysikere.

Kontrollen af rådata blev, grundet den store mængde filer, udført ved stikprøvekontrol af vilkårlige filer inde for hver datapakke af:

- > Multibeam Echo Sounder (MBES)
- > multi channel Ultra High Resolution Seismic (mUHRS)
- > Sub Bottom Profiler (SBP)

Alt processeret bathymetrisk data blev gennemset for generelle fejl og mangler.

For de processerede seismiske data blev der også udført stikprøvekontrol grundet store antal filer. Derefter kunne data frigives til videre geologisk tolkning.

Kvalitetskontrollen er dokumenteret i dokumentet '*QC_Kattegatforbindelsen - GEUS Rev1_reply2*'.

Dataleverancen var igennem flere revisioner før den kunne godkendes endeligt grundet fejl og mangler fra leverandøren.

Den endelige leverance opnåede et acceptabelt niveau.

5 Geologisk tolkning af dybe multikanals-seismiske data

De indsamlede dybe multikanals-seismiske (mUHRs) data er blevet tolket i IHS Kingdom Suite med henblik på at kunne indgå i en geologisk model for området. Den geologiske tolkning fokuserer primært på geologiske formationer med forventet størst betydning for bro/tunnel-forbindelsen for anlægstekniske udførelse, såsom potentielt plastisk ler i glacialt deformerede lag fra Prækvartær. Tolkningen indeholder følgende geologiske enheder (Numrene referer til en fælles stratigrafi anvendt ved tolkning af mUHRs-data (COWI) og SBP-data (GEUS), se /1/):

- > U11 – Recent sand
- > U12 – Postglaciale marine aflejringer
- > U13 – Postglaciale fluviale/lacustrine/brakvands-aflejringer
- > U14 – Postglaciale laminerende lacustrine aflejringer
- > U22 – Senglaciale/glaciale smeltevandsaflejringer
- > U32 – Glacial moræne og glaciotektiske komplekser
- > U81 – Glaciale tektonisk deformerede prækvartære aflejringer (forventelige Eocæne og Oligocæne) ler, muligvis plastisk
- > U91 – Svagt ondulerende prækvartære aflejringer (muligvis svagt deformet) formentligt ler
- > U92 – Udeformerede prækvartære aflejringer (forventelige Paleocæne) hård ler, mergel eller kalk
- > U93 – Muligvis Bryozokalk (Danien).

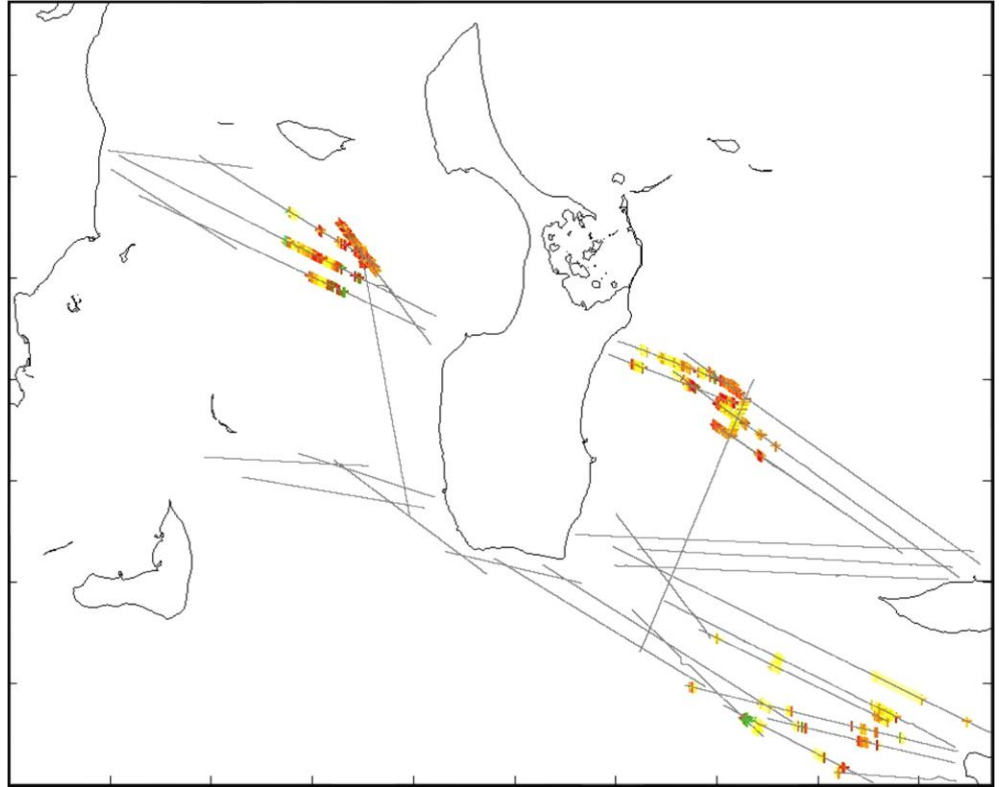
Udover de ovennævnte enheder er tilstedeværelsen af gas også tolket, idet gasen i de fleste tilfælde dræner signalet så meget, at det umuliggør tolkning af underliggende enheder i disse områder.

Enhederne er defineret af top-reflektoren i den seismiske tolkning.

På grund af datasættets begrænsede evne til at opløse de kvartære lag under den første havbundsmultipel er tolkningen for de kvartære lags vedkommende begrænset til lagene til og med toppen af øverste moræne. Indtrængningsdybden under øverste moræne er i det hele taget meget begrænset. Stærke reflektorer fra prækvartære aflejringer kan dog i mange tilfælde følges ind til stor dybde. Da de prækvartære aflejrings placering vurderes at have stor betydning for projektet, har det været prioriteret at gennemføre en så komplet tolkning af disse lag som datakvaliteten tillader.

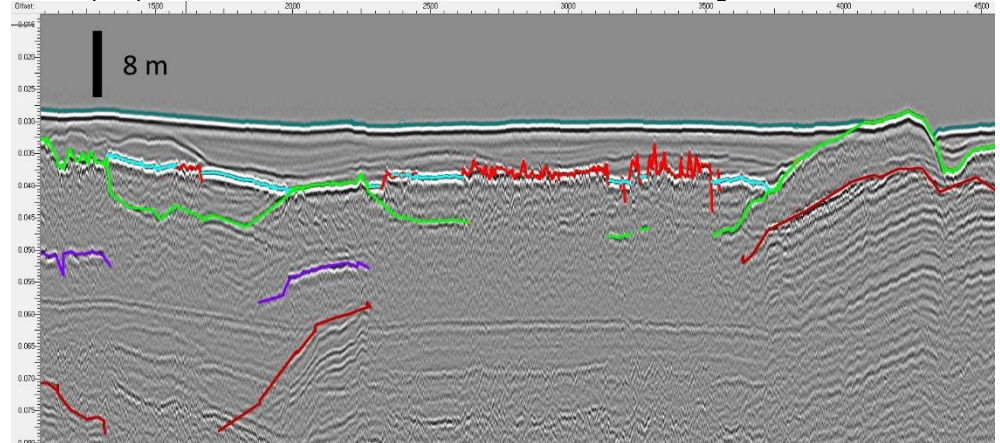
5.1 Gas

Udbredelsen af gas, som i de fleste tilfælde umuliggør tolkning af de underliggende enheder se i Figur 5-1.



Figur 5-1 Udbredelse af gas.

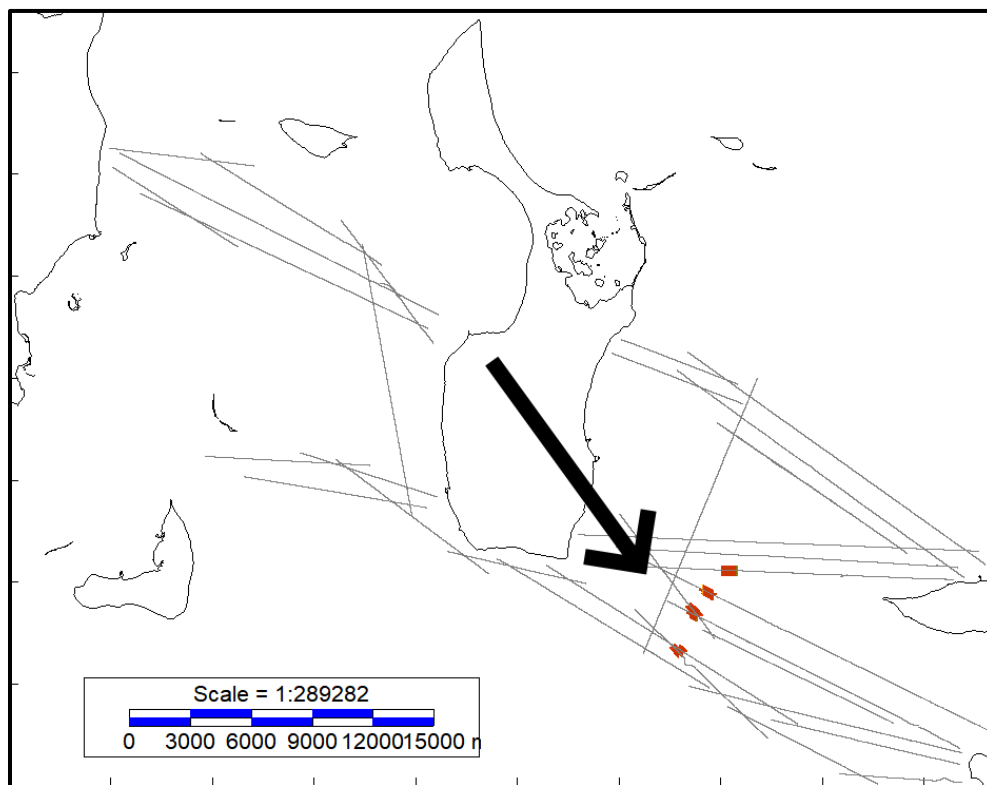
Eksempel på enhedens udseende i seismikken kan ses i Figur 5-4.



Figur 5-2 Gas i seismisk profil. Gas er defineret af den rød-farvede tolkningslinje ved top-reflektoren. Bunden ses typisk ikke i disse data.

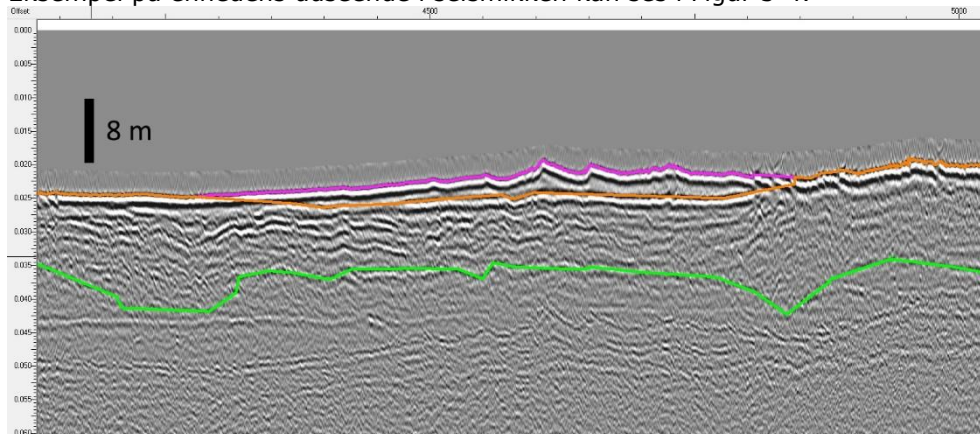
5.2 U11 – Recent sand

U11 er en enhed med lille udbredelse i det undersøgte område. Laget repræsenterer recente sandaflejringer som forventes at være mobile på havbunden. Enheden består af et afgrænset område med synlige sand waves eller mega-ribber. Enhedens tykkelse er op til 4 m.



Figur 5-3 Udbredelse af U11.

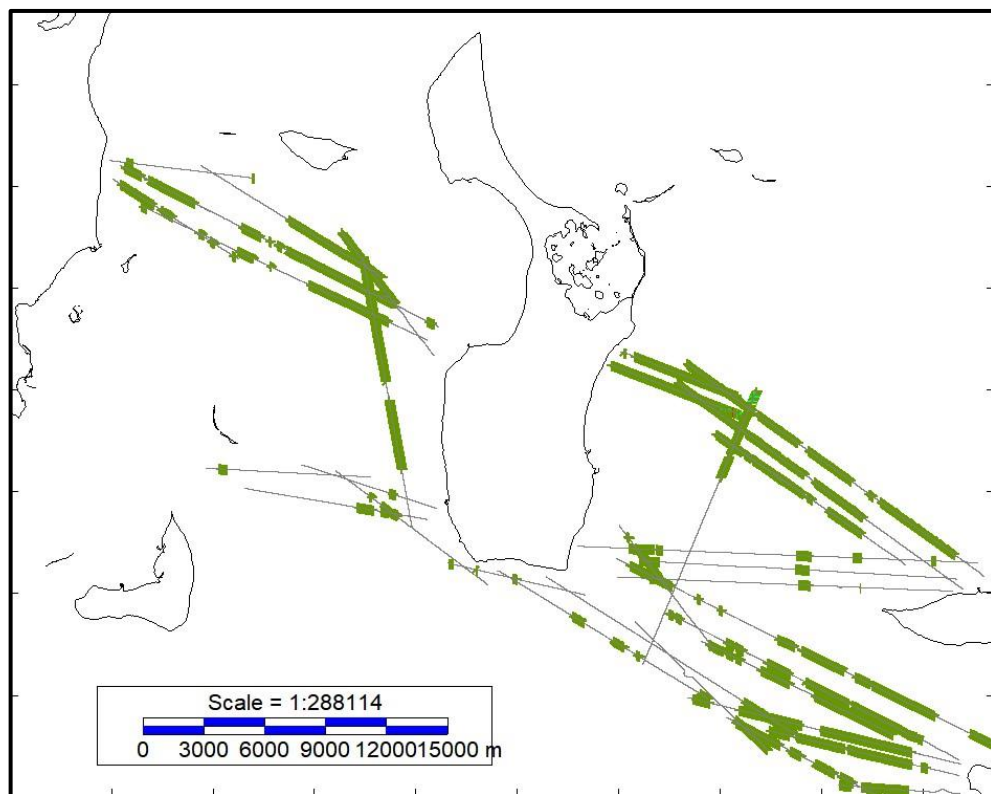
Eksempel på enhedens udseende i seismikken kan ses i Figur 5-4.



Figur 5-4 U11 i seismisk profil. U11 er defineret at den magenta-farvede tolkningslinje ved top-reflektoren. Bunden af U11 har her en orange tolkningslinje.

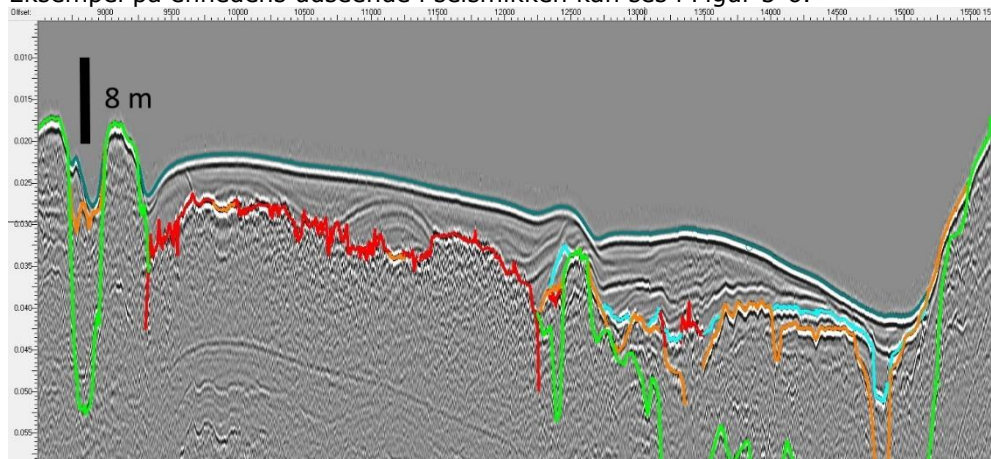
5.3 U12 – Postglaciale marine aflejringer

U12 består alt efter lokalitet af marint sand, silt, ler eller gytje beliggende ved lige under havbunden. Enheden har relativt stor udbredelse om end i de fleste tilfælde med lille tykkelse dog op til 10 m enkelte steder. U12 er kendetegnet en glat overflade og ved svagt defineret laminering – plan til let bølgede.



Figur 5-5 Udbredelse af U12.

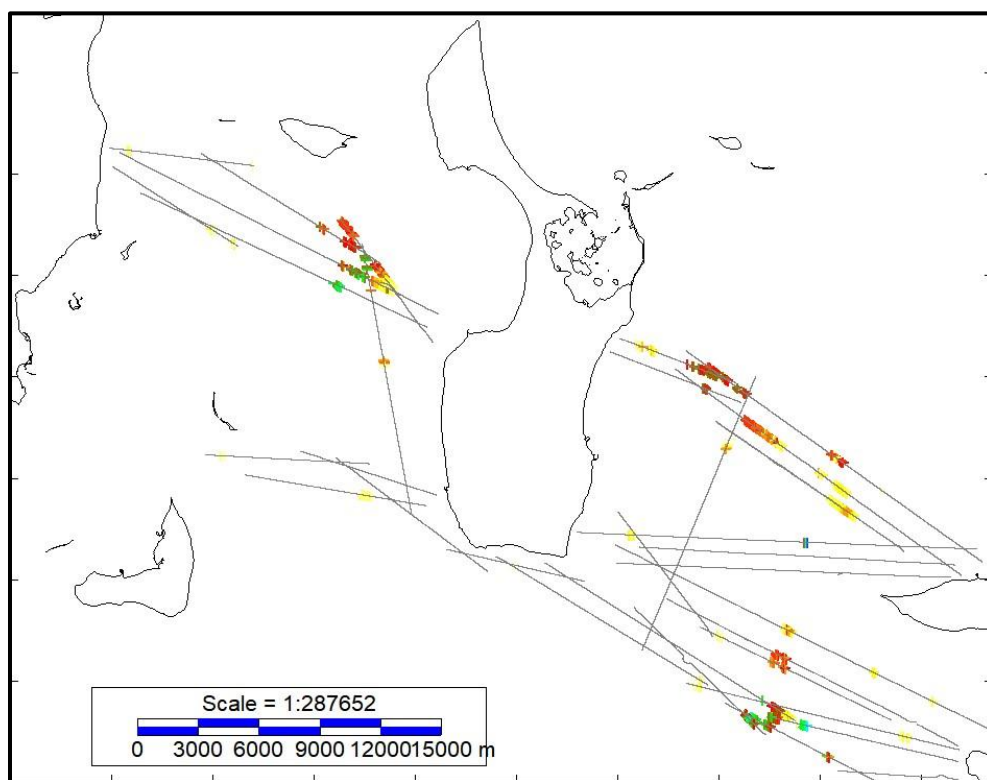
Eksempel på enhedens udseende i seismikken kan ses i Figur 5-6.



Figur 5-6 U12 i seismisk profil. U12 er defineret at den mørkcyan-farvede tolkningslinje ved top-reflektoren. Bunden af U12 har her dels rød, orange, grøn og lyseblå tolkningslinjer.

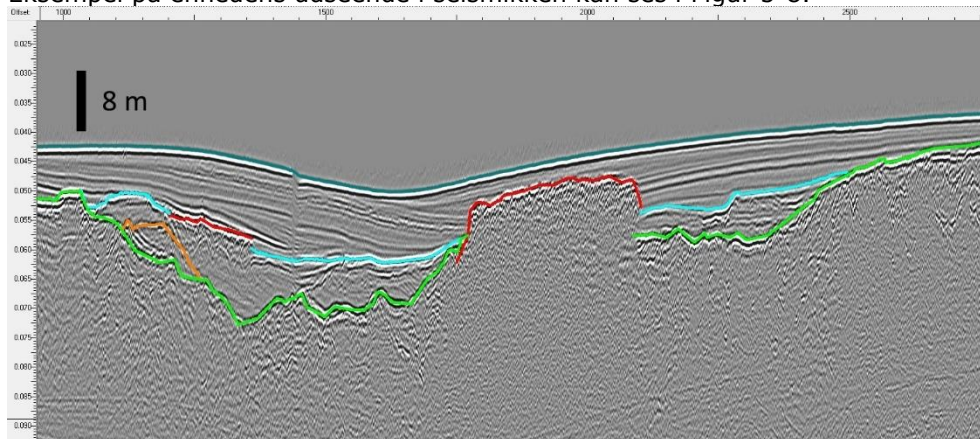
5.4 U13 – Postglaciale fluviale/lacustrine/brakvands-aflejringer

U13 består tidlige holocæne aflejringer fra før den marine transgression. Enheden kan typisk finde i dybder fra 5-15 m under havbunden og er sammensat af aflejringer med planlaminering, skrålejring, mere kaotiske struktur og kanaludfyldninger. Enheden har generelt en erosiv øvre grænse og findes ofte som erosionsrester (terrasser) i dalstrøg/kanaler. U13 findes med tykkelser på op til 10 m men må forventes kunne findes med endnu større tykkelser i områder, hvor gas slører signalet i bunden af dalstrøg.



Figur 5-7 Udbredelse af U13.

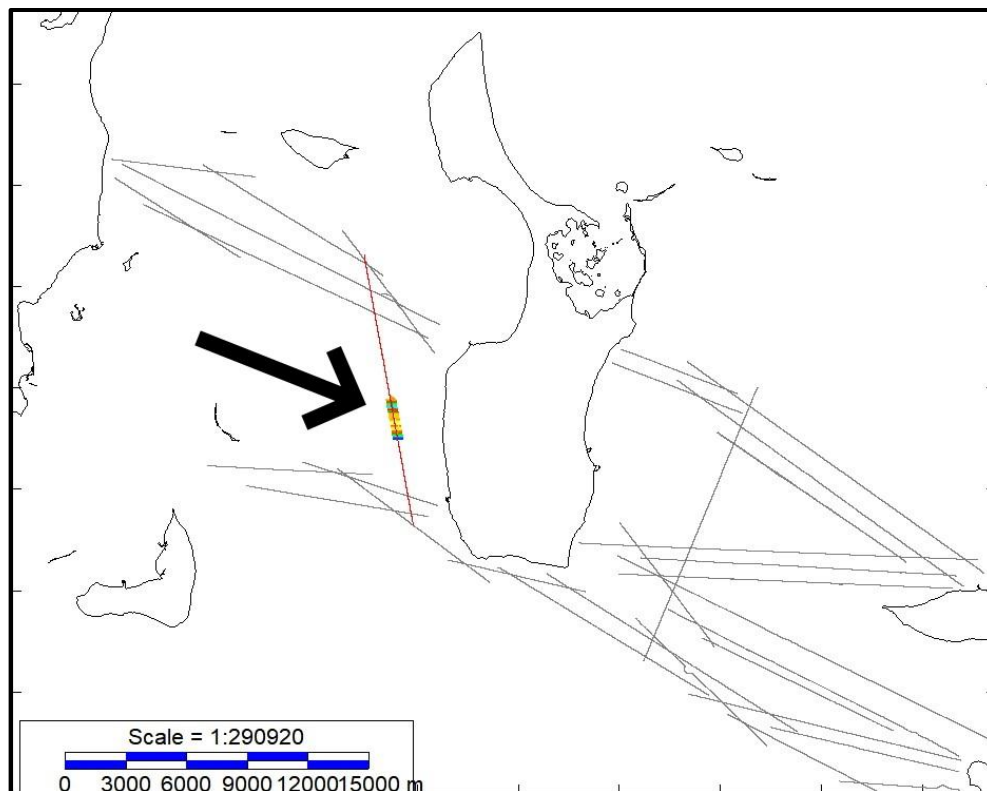
Eksempel på enhedens udseende i seismikken kan ses i Figur 5-8.



Figur 5-8 U13 i seismisk profil. U13 er defineret af den lyseblå tolkningslinje ved top-reflektoren. Bunden af U13 har her dels orange, grøn og røde tolkningslinjer.

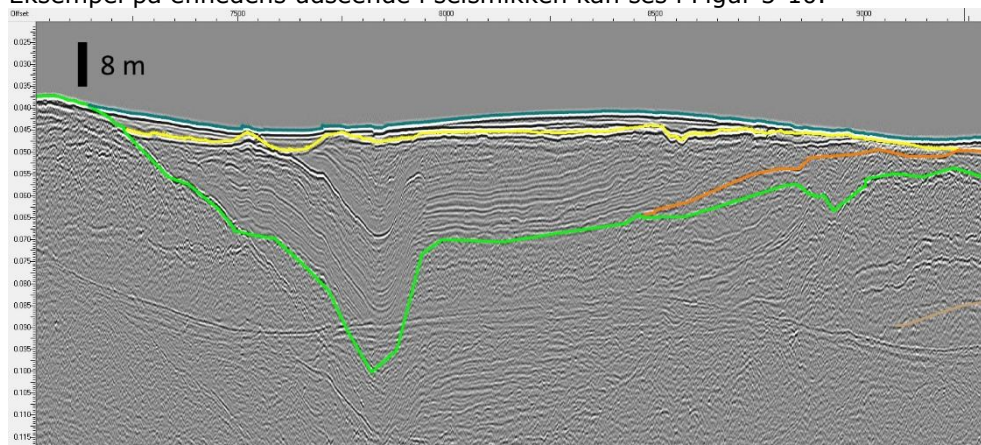
5.5 U14 – Postglaciale laminererede lacustrine aflejringer

U14 består af fint laminererede søaflejringer. Den fine laminering indikerer, at det er finkornede aflejringer. Aflejringerne er kun observeret et enkelt sted på en linje i undersøgelsesområdet (Figur 5-9). Tykkelsen af aflejringerne er op til 40 m.



Figur 5-9 Udbredelse af U14.

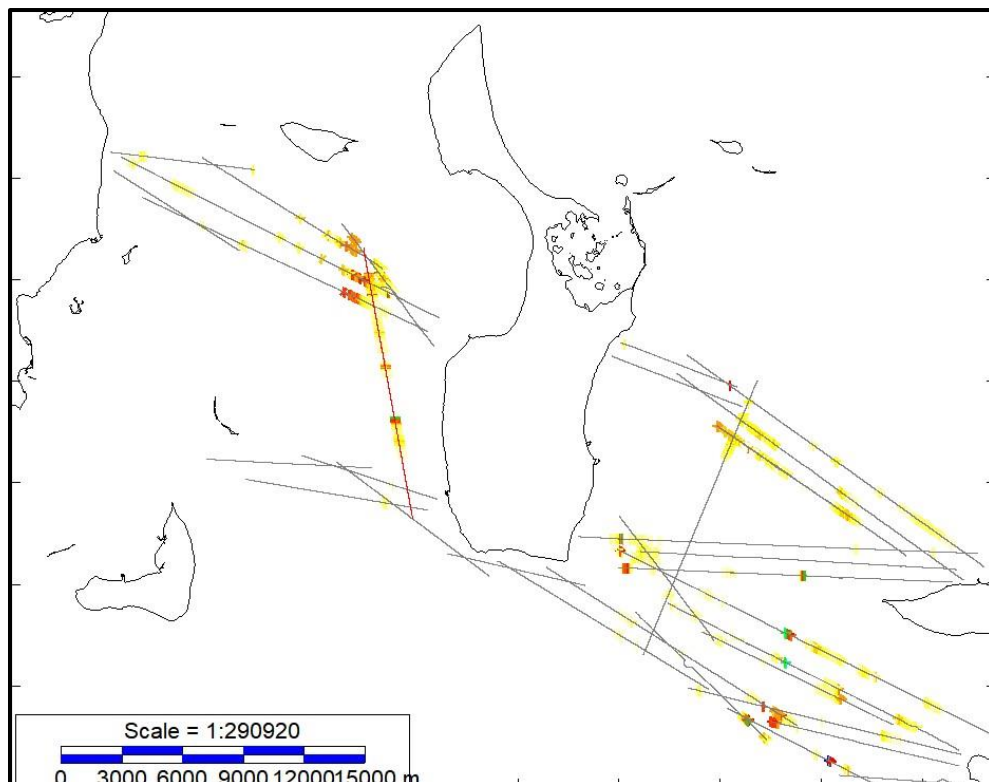
Eksempel på enhedens udseende i seismikken kan ses i Figur 5-10.



Figur 5-10 U14 i seismisk profil. U14 er defineret af den gule tolkningslinje ved top-reflektoren. Bunden af U14 er her dels orange og grønne tolkningslinjer.

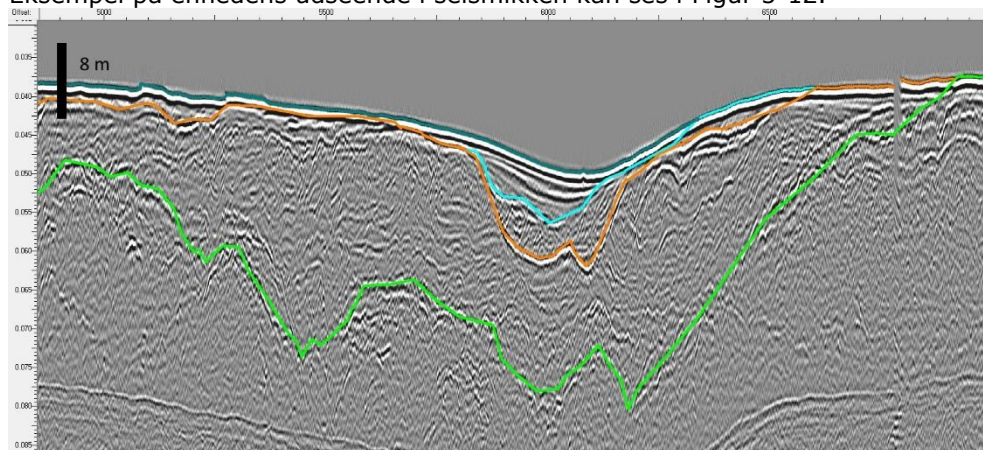
5.6 U22 – Senglaciale/glaciale smeltevandsaflejringer

U22 består af smeltevandsaflejringer fra senglacial og glacial tid. Smeltevandsaflejringerne forventes primært at bestå af sand men finere aflejringer vil også være til stede i nogle områder. I seismikken varierer udseendet af aflejringerne mellem forstyrrede reflektorer, svagt laminerede, skråtstillede og kaotiske. Enheden er udbredt over store dele af undersøgelsesområdet (Figur 5-11) og har tykkelser på op til 35 m.



Figur 5-11 Udbredelse af U22.

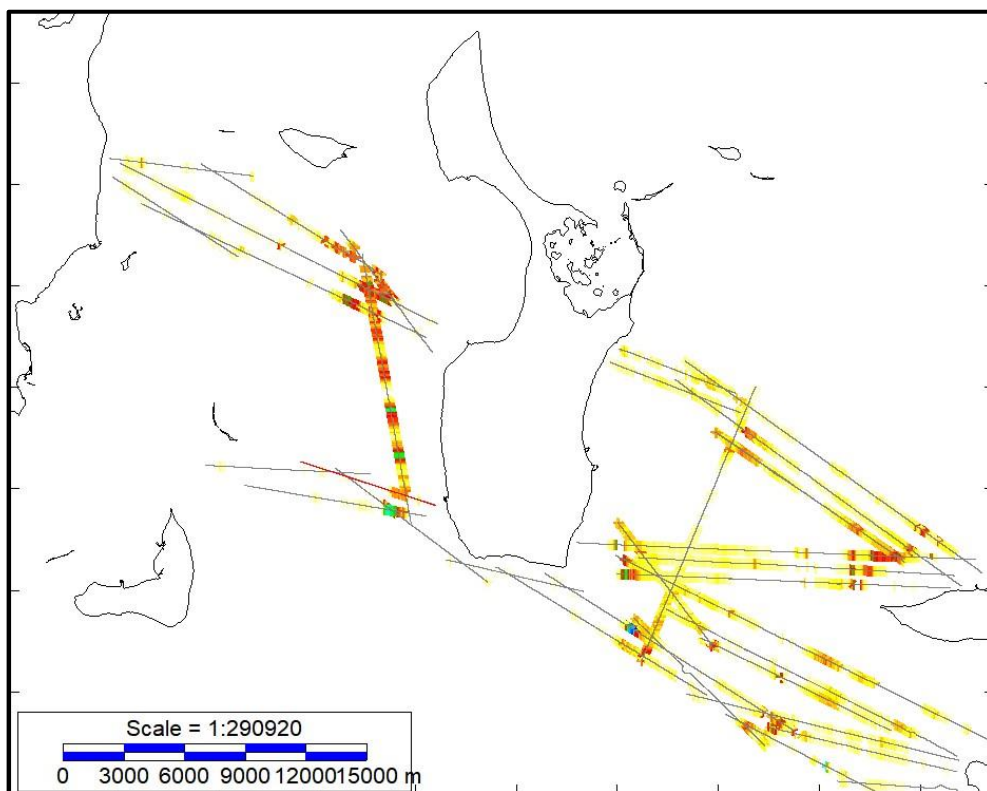
Eksempel på enhedens udseende i seismikken kan ses i Figur 5-12.



Figur 5-12 U22 i seismisk profil. U22 er defineret af den orange tolkningslinje ved top-reflektoren. Bunden af U22 er her en grøn tolkningslinje.

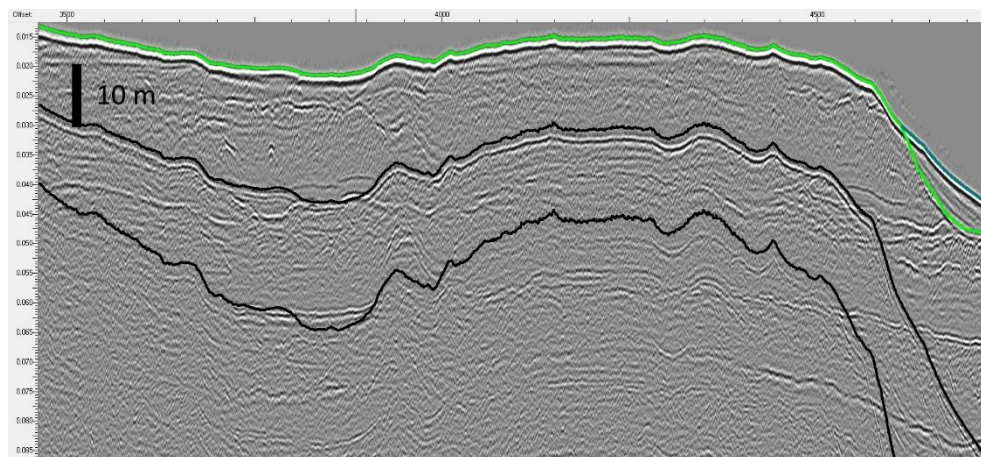
5.7 U32 - Glacial moræne og glacialtektoniske komplekser

U32 repræsenterer den øverste moræne og/eller glacialtektoniske komplekser. Kun toppen af enheden er tolket. Tykkelsen af de enkelte moræneenheder kan variere i tykkelse fra få meter til over 25 m. Men da det ikke har kunnet lade sig gøre at gennemføre en brugbar tolkning af bunden af enheden repræsenterer enheden i princippet hele det øvrige Kvartær ned til toppen af de prækvartære enheder. Enheden er tolket i stort set hele undersøgelsesområdet (Figur 5-13). Morænen har oftest et homogent udtryk i seismikken med en stærk topreflektor og med enkelte stærke ofte kaotiske reflektorer. Andre steder kan morænen have flere interne reflektorer og fremstå mere kaotisk. De glacialtektoniske komplekser indeholder ofte skråtstillede reflektorer, som er mere kaotiske end typiske skrånlejringsplaner.



Figur 5-13 Udbredelse af U32.

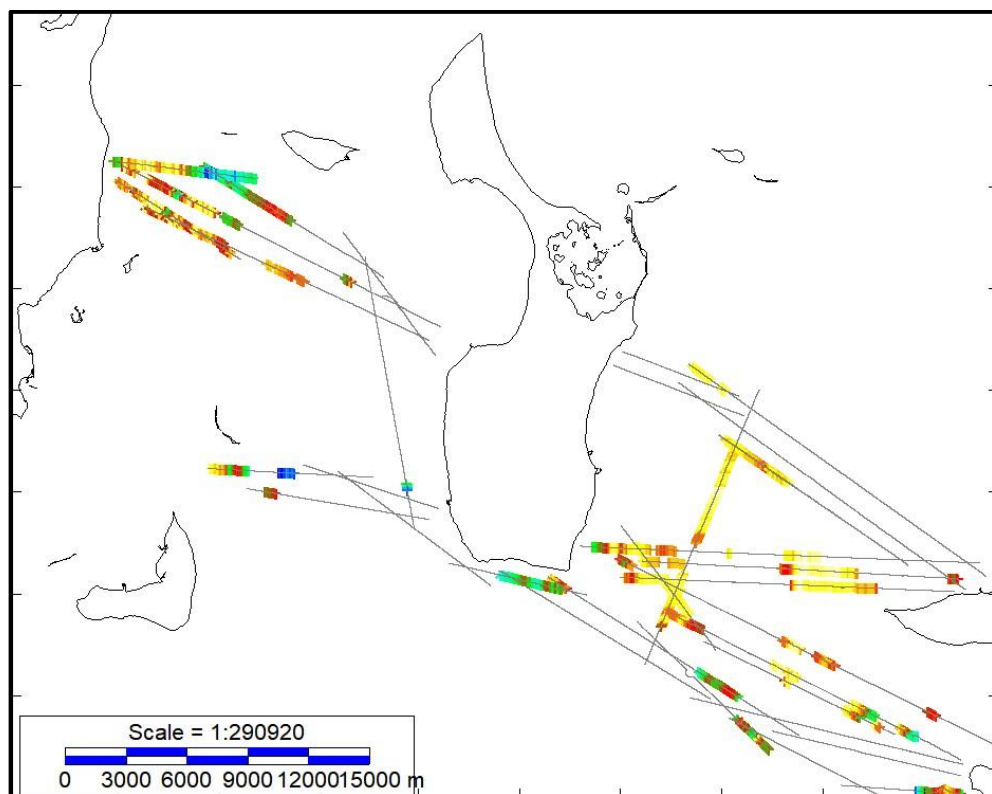
Eksempel på enhedens udseende i seismikken kan ses i Figur 5-14.



Figur 5-14 U32 i seismisk profil. U32 er defineret at den grønne tolkningslinje ved top-reflektoren. De sorte linjer er første og anden havbundsmultipel.

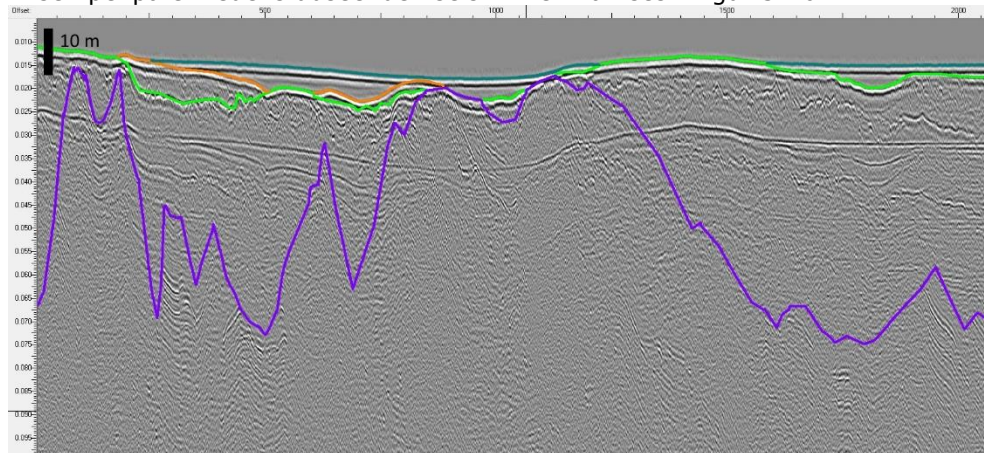
5.8 U81 – Glacialtektonisk deformerede prækvartære aflejringer

Den øverst af de synlige prækvartære enheder bærer tydelige præg af glacialtektonisk deformation. Her er lagene flere steder skubbet sammen nogle høje formationer. Vest fro Samsø ses laget tæt på havbunden i områderne tæt på den jyske kyst. Øst for Samsø er laget mest terrænnært under Storebæltsrenden. Den deformerede enhed består formentligt af plastisk ler fra Eocæn (Lillebælt Ler, Røsnæs Ler, Søvind Mergel) og/eller ikke-plastisk ler fra Oligocæn (Viborg Ler, Branden Ler). Det er sandsynligt at enheden indeholder flere forskellige af disse lag. De deformerede prækvartære aflejringer er tolket med udbredelse i store dele af det undersøgte område (Figur 5-15).



Figur 5-15 Udbredelse af U81.

Eksempel på enhedens udseende i seismikken kan ses i Figur 5-16.

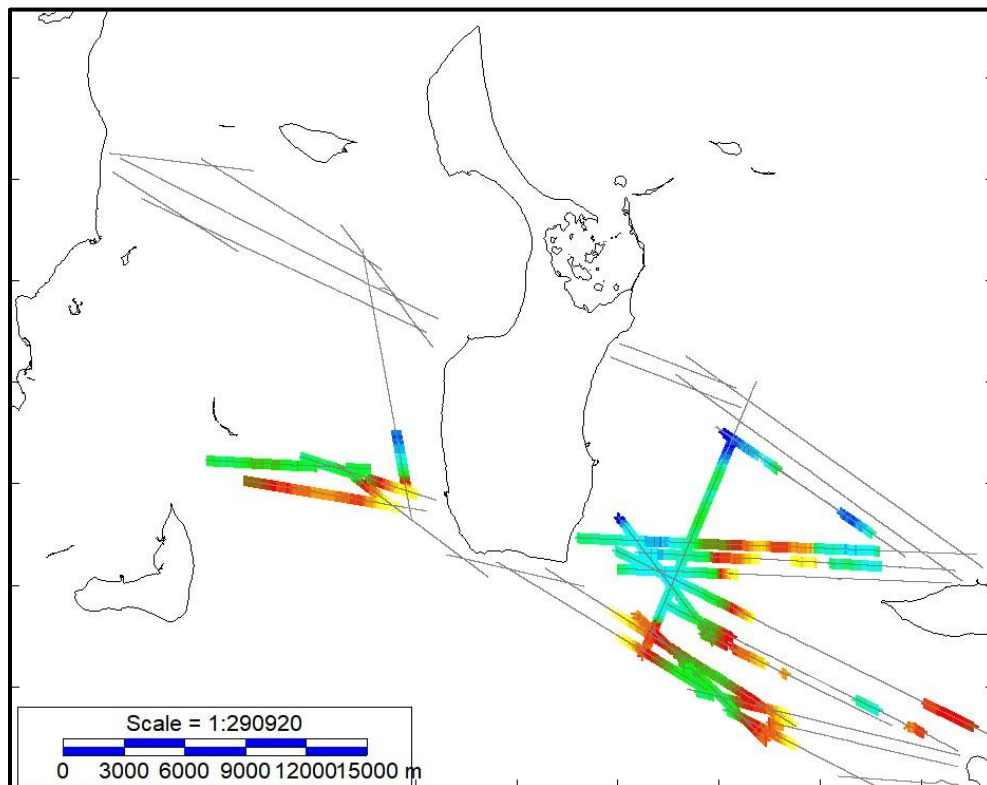


Figur 5-16 U81 i seismisk profil. U81 er defineret at den lilla tolkningslinje ved top-reflektoren.

5.9 U91 – Svagt ondulerende prækvartære aflejringer

Et prækvartært lag med svagt ondulerende laminering tolket med stor udbredelse i den sydlige og østlige del af undersøgelsesområdet. På grund af den langstrakte laminering tolkes laget at være aflejret under åbent marine forhold. Tolkningen af hvilken geologiske formation denne enhed tilhøre er svær, da der ikke umiddelbart er nogen boringer, der kan korreleres til dette lag. Laget

vurderes at have sammenhæng med det underliggende lag, som korreleres til Kerteminde Mergel, og kan derfor muligvis korreleres til den overliggende formation med mindre kalk-indhold, Æbelø Formationen. Alternativt udgør U91 blot en del af Kerteminde Mergel.



Figur 5-17 Udbredelse af U91.

Eksempel på enhedens udseende i seismikken kan ses i Figur 5-18.

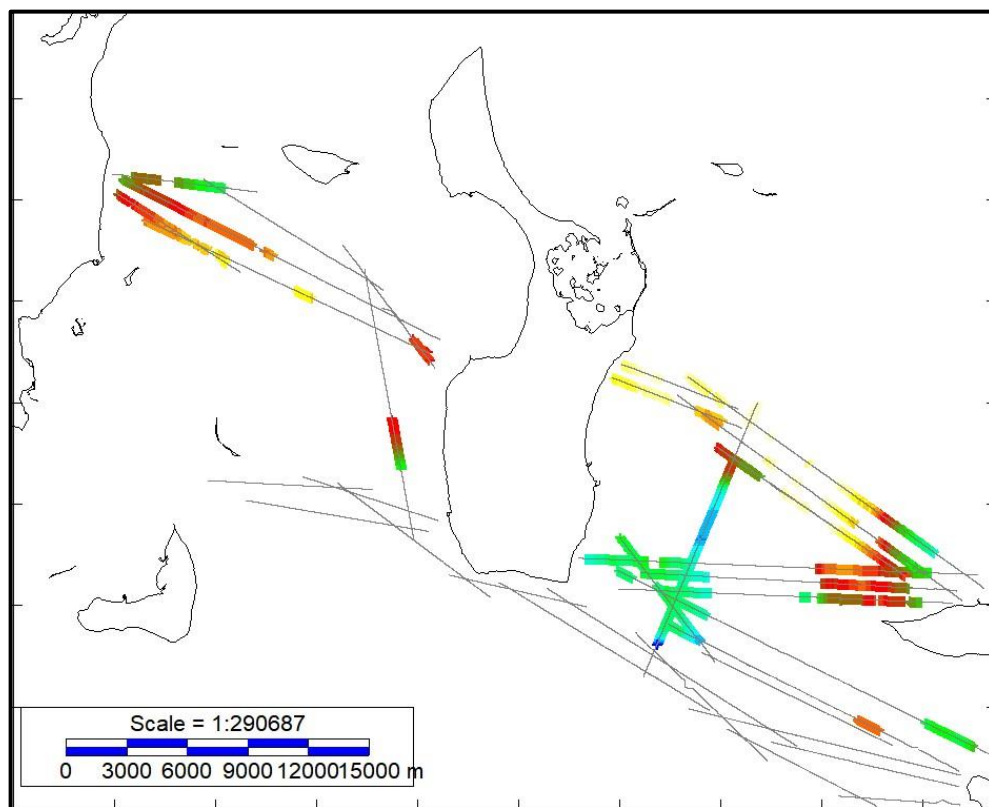


Figur 5-18 U91 i seismisk profil. U91 er defineret at den lysebrune tolkningslinje ved top-reflektoren. Bunden af U91 er en mørkerød tolkningslinje.

5.10 U92 – Udeformerede prækvartære aflejringer

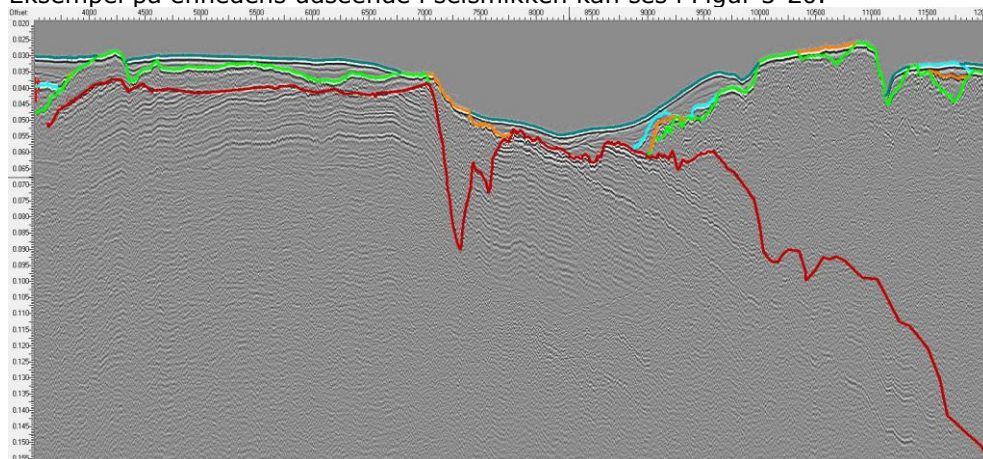
Et prækvartært lag med tydelig og udeformeret laminering ses i store dele af det undersøgte område. Dybde af enheden varierer mellem helt overfladenær med

outcrops på havbunden i KKØ 1.1 og dybde over 200 m andre steder. Selv de områder hvor enheden er helt overfladenær er den tilsyneladende helt upåvirket af glacial deformation, hvilket indikerer at enheden har stor styrke og hårdhed. U92 kan korreleres med Kerteminde Mergel fra Paleocæn i nærliggende boring på Samsø, hvilke stemmer godt overens med den forventede styrke af laget. Enheden findes primært in den nordlige del af det undersøgte område (Figur 5-19). Da laget kun kan korreleres med ganske få boringer placeret på land, kan det ikke udelukkes at laget også kan bestå af andre hårde bjergarter aflejret under åbne marine forhold såsom kalk – en anden mulig tolkning kunne derfor være Kalksandskalk fra Sen Danien.



Figur 5-19 Udbredelse af U92.

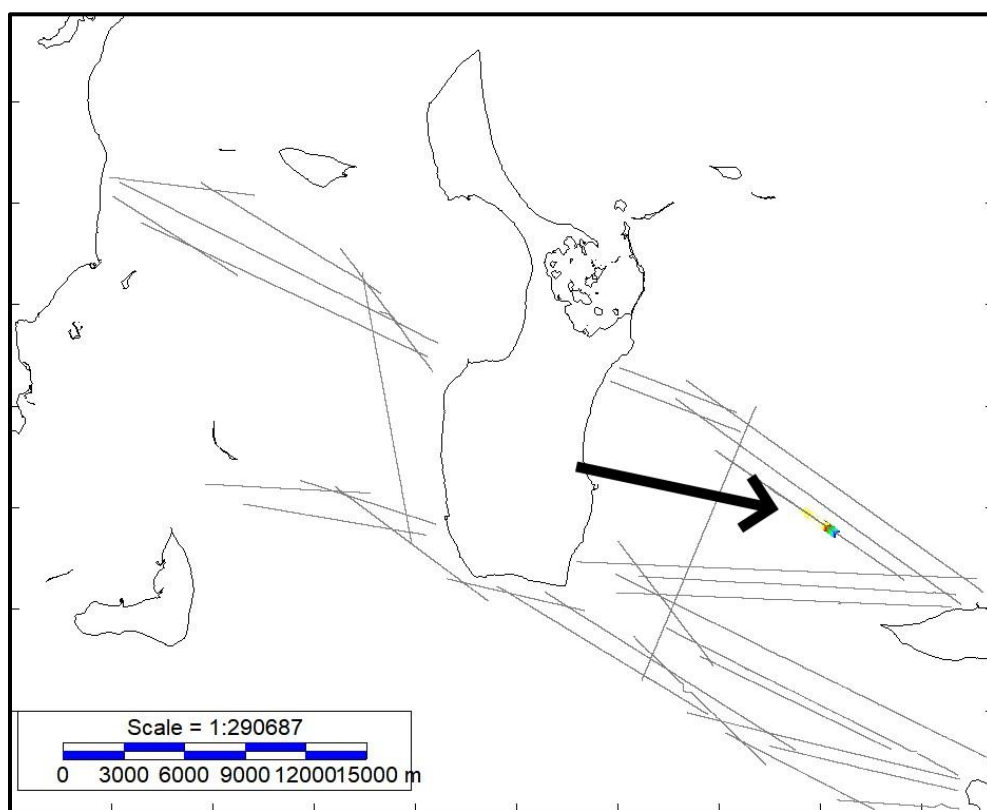
Eksempel på enhedens udseende i seismikken kan ses i Figur 5-20.



Figur 5-20 U92 i seismisk profil. U92 er defineret at den mørkerøde tolkningslinje ved top-reflektoren.

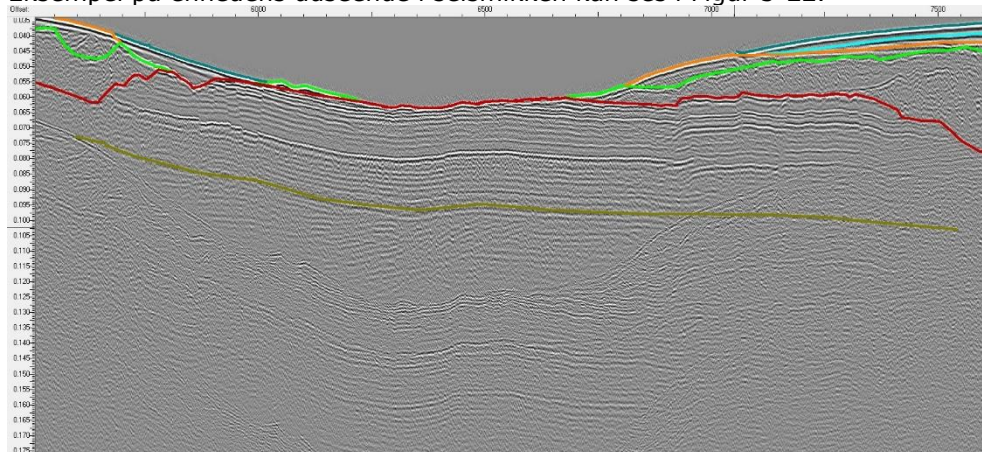
5.11 U93 – Bryozokalk

På en enkelt lokalitet på en enkelt seismiske linje er der tolket enhed med en intern struktur som godt kunne ligne bankeopbygning i stil med, hvad der kendes fra Bryozokalken fra Danien (Tidlig Paleocæn). Tolkningen usikker er ikke understøttet af nogle borer. Langet findes ca. 40 m under havbunden. Laget er kun set i en enkelt seismisk linje i KKØ 1.1 (Figur 5-21).



Figur 5-21 Udbredelse af U93.

Eksempel på enhedens udseende i seismikken kan ses i Figur 5-22.



Figur 5-22 U93 i seismisk profil. U93 er defineret af den mørke-gul-grønne tolkningslinje ved top-reflektoren.

6 Sammenlægning af dyb og overfladenær geologisk model i GS3D

To separate geologiske tolkninger baseret på henholdsvis overfladenære (SBP) og dybe (mUHRS) seismiske data er blevet lagt sammen til en samlet geologisk model. Den overfladenære tolkning blev udført af GEUS /1/ og den dybe blev udført af COWI (se afsnit 5). Af hensyn til den videre anvendelse af tolkningerne er det blevet besluttet at de to modeller skal samles til en model i programmet Geoscene3D (GS3D).

GEUS' overfladenære model er baseret primært på SBP data men mUHRS data har ligeledes været taget i brug her – dog med mindre detaljeringsgrad i tolkningen på grund af den lavere opløselighed af disse data. COWI's dybere model er alene baseret på mUHRS data og fokuserer på hele dybden og med særligt fokus på de glacial og prækvartære aflejringer.

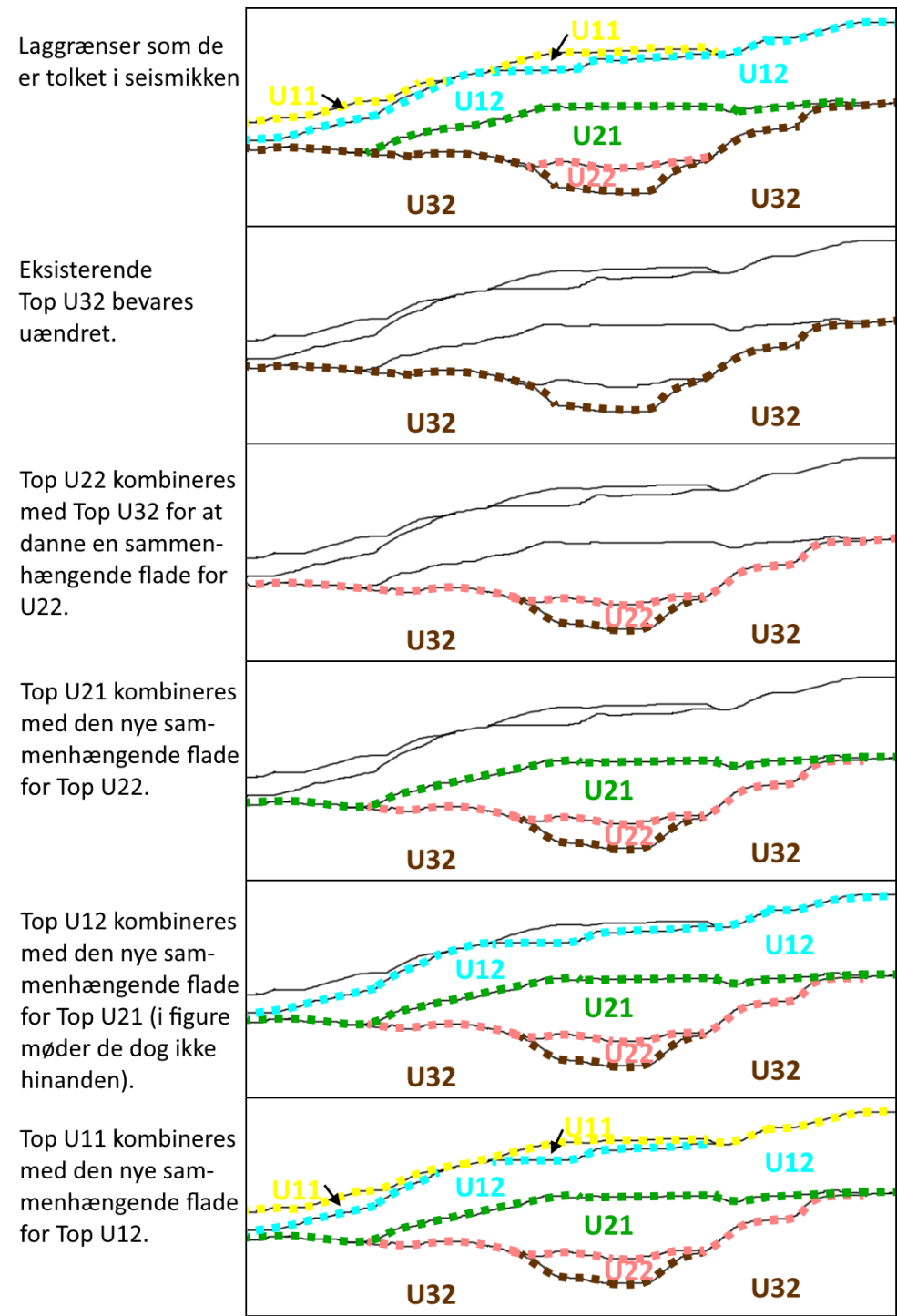
Da GEUS' overfladenære model dækker de yngre lag til og med den glaciære overflade og samtidig er der tolket i begge datasæt er denne model prioritet over den dybe model for lagene mellem havbunden og den konsoliderede moræne. De dybereliggende lag kommer fra den dybe model.

Den samlede model består af følgende lag:

- > U11 PG subrecente/recente aflejringer
- > U12 (+U10) PG marine aflejringer
- > U13 PG brakvandsaflejringer
- > U14 PG søaflejringer
- > U21 Yngre SG Baltisk Issø
- > U22 Ældre SG afsmeltningaflejringer
- > U31 GL slap moræne/flydemoræne
- > U32 (+U30) GL konsolideret moræne
- > Udifferencieret Prækvartær (B&S)
- > U81 stærkt deformeret Prækvartær ler
- > U91 let deformeret Prækvartær ler eller mergel
- > U92 udeformeret Prækvartær mergel eller kalk
- > U93 Kalk (inkl. Top Kalk fra GEUS)

Alle lagene er i modelarbejdet defineret ved deres topflade.

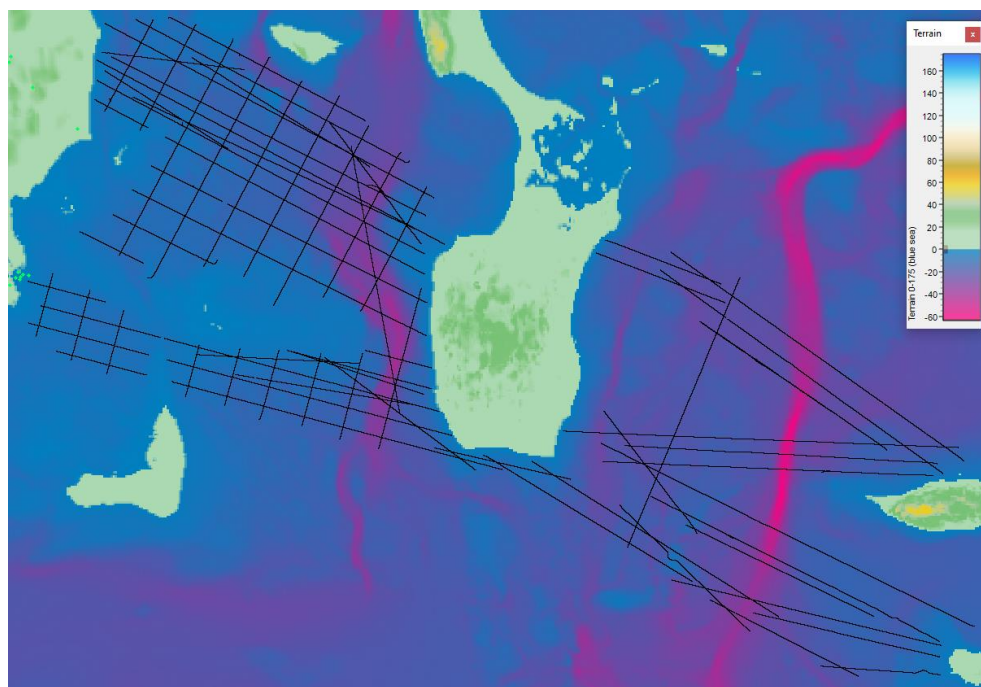
Da visning og indbyrdes justering af lagene i Geoscene 3D fungerer bedst når lagene er gennemgående i modelområdet, er lagene enten kombineret for at opnå en bestemt udstrækning (se illustration i Figur 6-1) eller der er indsat default værdier, hvor lagene skal justeres væk.



Figur 6-1 Illustration af processen med at skabe sammenhængende lagflader for hvert lag vist for et udvalg af de berørte lag. De kombinerede flader er sammenfaldende når et pågældende lag ikke findes (dvs. lagtykkelse er 0).

Top-lagfladerne for U11, U12, U13, U14, U21, U22, U31, U32 er blevet kombineret efter fremgangsmåden i Figur 6-1 for at der opnås udstrækning i et udvalgt modelområde – Figur 6-3, Figur 6-5, Figur 6-7, Figur 6-9, Figur 6-11, Figur 6-13, Figur 6-15 og Figur 6-17. For lagene Top U81, Top U91, Top U92 er der indsat en default kote på -550 m i områder hvor det pågældende lag ikke er tolket. De -550 m er valgt for at være dybere end det gennemgående modellagfladen for Top U93, for at netop Top U93 kan justere lagfladerne væk. Lagfladerne for Top U81, Top U91, Top U92 før endelig justering er vist i Figur 6-21, Figur 6-23 og Figur 6-25.

Der er anvendt et kombineret grid for terræn-topografi og bathymetri til at danne top i modellen, se Figur 6-2.



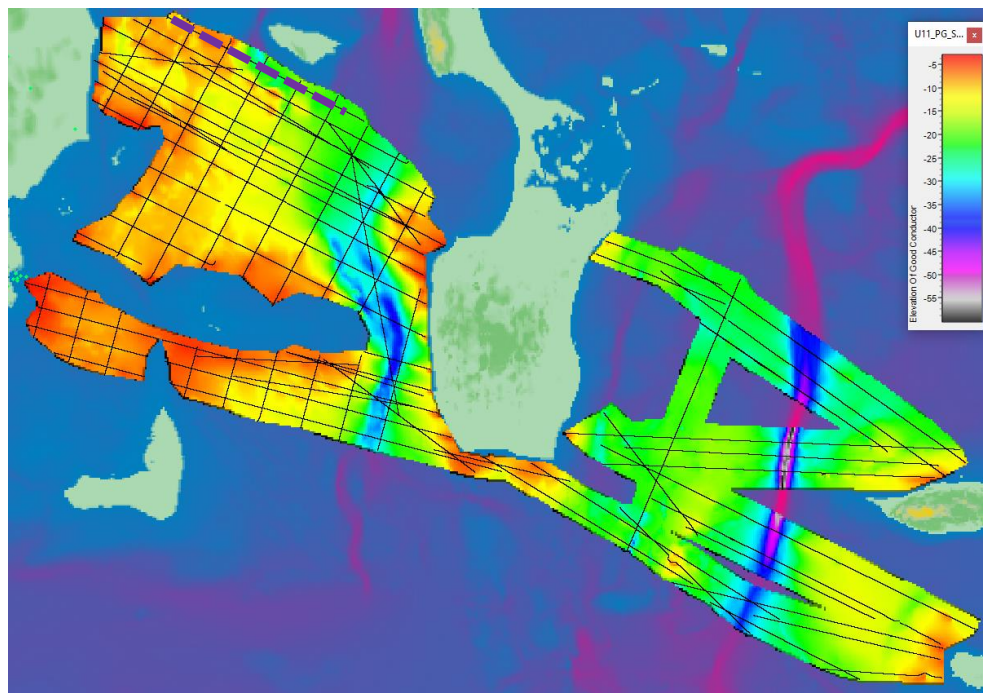
Figur 6-2 Toppen af modellen udgøres af et kombineret terræn- og bathymetri-grid. Her vist sammen med sejllinjer for de to surveys.

Til anvendelse videre i det geotekniske arbejde anvendes en reduceret version af denne model, som slår de fire postglaciale lag sammen til et lag og ligeledes de to senglaciale sammen til et lag.

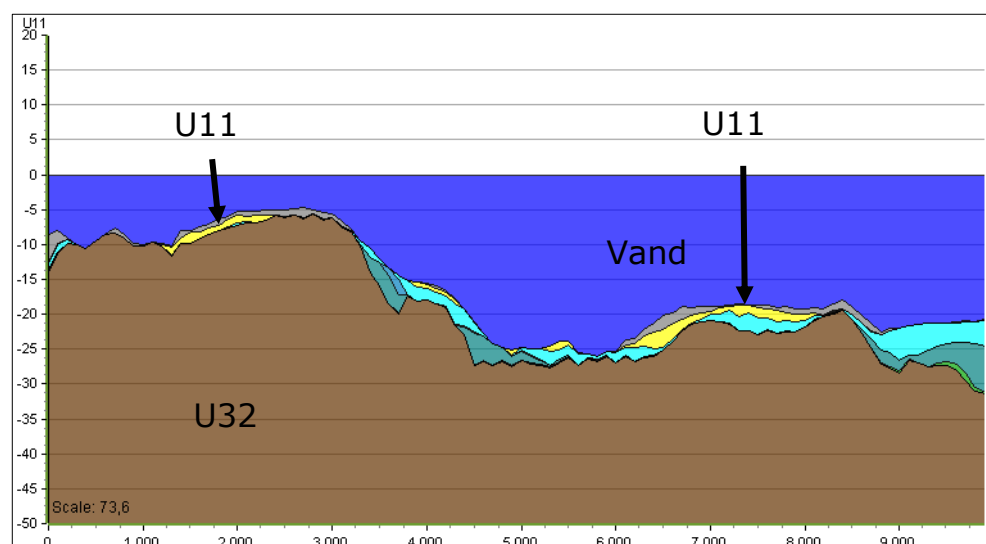
6.1 U11 PG subrecente/recente aflejringer

U11 er kun tolket i SBP data vest for Samsø, selvom laget også vil kunne findes øst for Samsø. Her er U11 ikke tolket da laget ikke kan opløses tilstrækkeligt i mUHR data. U11 er det yngste og øverste postglaciale lag i modellen. U11 er tolket som spredte sedimentforekomster, som ikke kan henføres til de andre enheder. U11 omfatter bl.a. aflejringer i lavninger (eksempelvis dynd) og dynamiske bundformer, som sandsynligvis består af sand. For yderligere oplysninger om modellaget se /1/. Af Figur 6-3 fremgår illustration af modellagfladen for Top

U11. For modellagene U11, U12, U13, U14, U21, U22, U31, U32 ses variationerne kun svagt når figurene sammenlignes. Det skyldes at lagtykkelserne er meget små i forhold til havbundens overordnede højdeforhold, som tydeligt præger de øvre modellag. Et profileksempel gennem modellen kan ses i Figur 6-4.



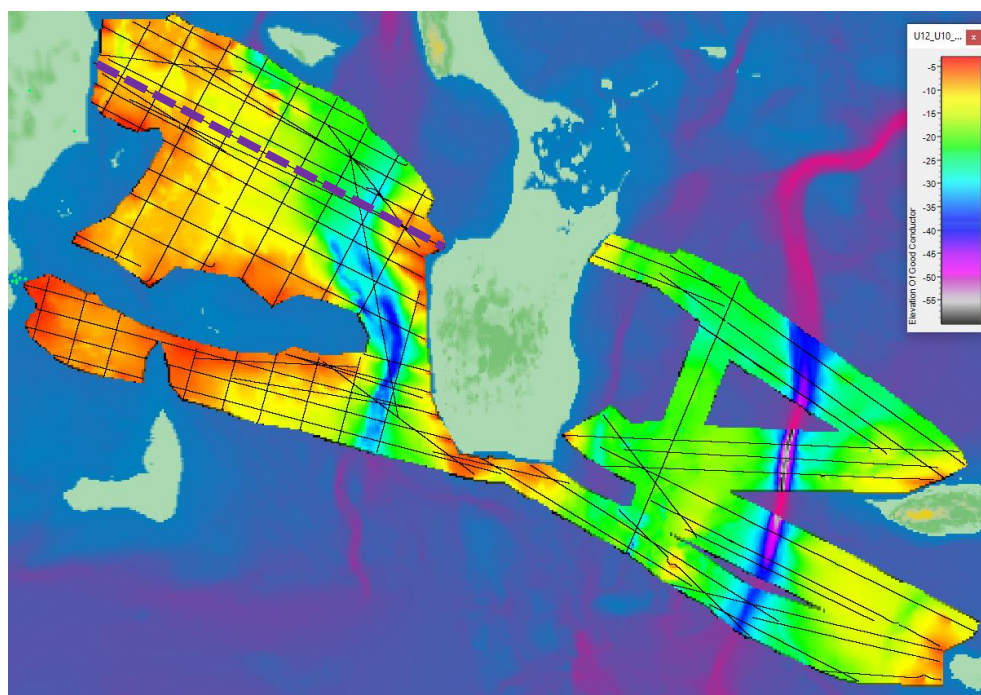
Figur 6-3 Model fladen Top U11. I baggrunden kombineret terræn og bathymetri. Lilla stiplet linje indikerer placering af profilet vist i Figur 6-4.



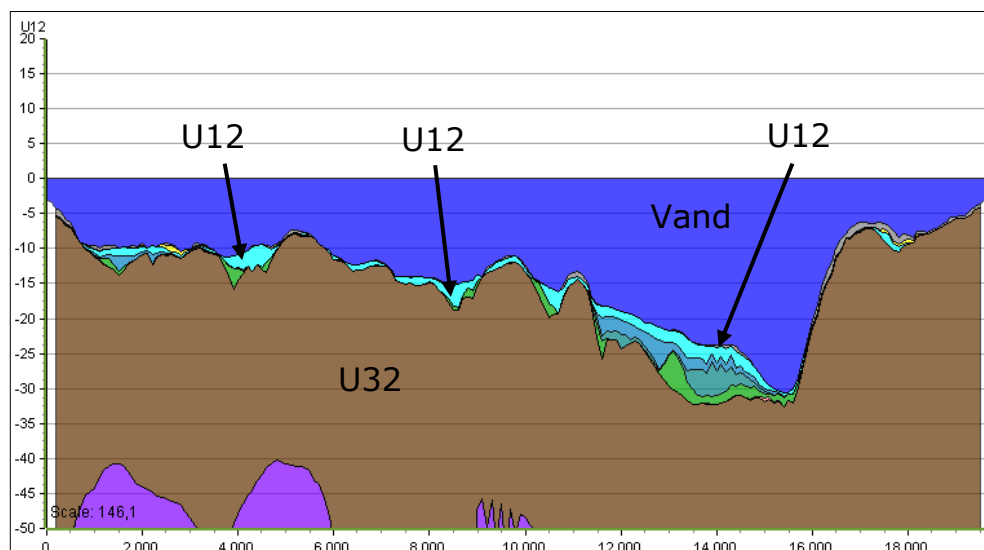
Figur 6-4 Det gule lag viser U11 tæt ved havbunden. Det mellemliggende grå lag er ikke et reelt lag, men illustrerer modellens vertikale usikkerhed ved havbunden.

6.2 U12 (+U10) PG marine aflejringer

Modellaget U12 er sammensat af to lag fra den overfladenære model: U12 som er en postglacial marin enhed og U10 som også er postglacial men uden et sikkert aflejringsmiljø. Beskrivelser indikerer at det seismiske udtryk er sammenligneligt for de to lag. U12 viser et lag med lagdeling, interne erosionsflader og ondulerende reflektorer. U10 kan være mere kaotisk. Tilsammen udgør de det postglaciale lag med størst udbredelse i undersøgelsesområdet. U12 og U10 vurderes både at omfatte marint dynd/gytje og marint sand. For yderligere oplysninger om modellaget se /1/. Af Figur 6-5 fremgår illustration af modellagfladen for Top U12. Et profileksempel gennem modellen kan ses i Figur 6-6.



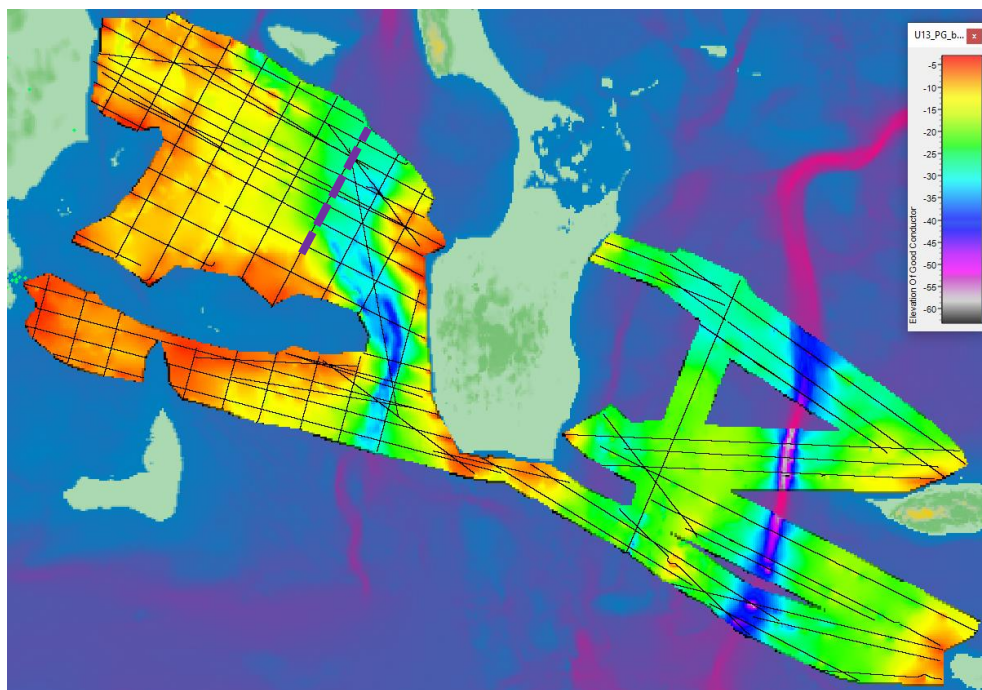
Figur 6-5 Model fladen Top U12. I baggrunden kombineret terræn og bathymetri. Lilla stiplede linje indikerer placering af profilet vist i Figur 6-6.



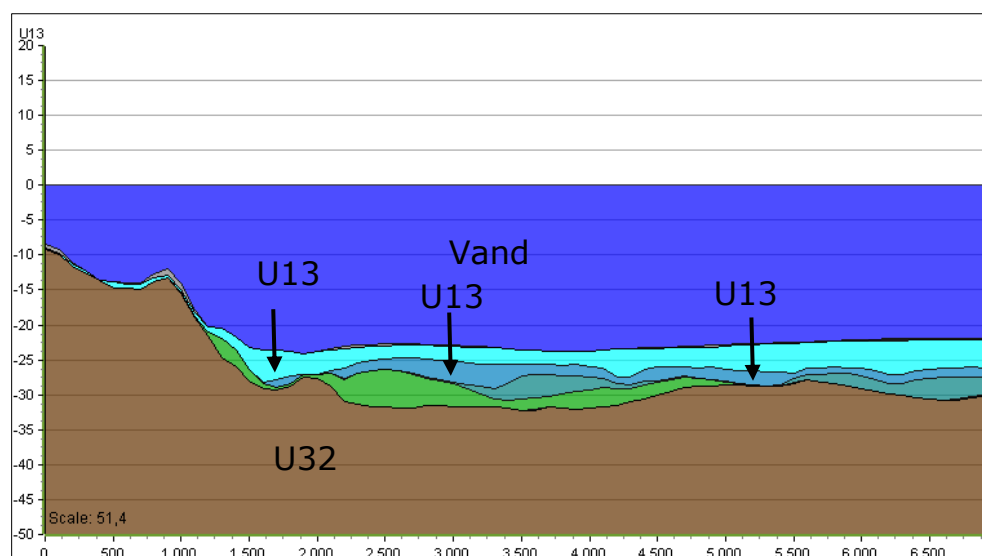
Figur 6-6 Det cyan-farvede lag viser U12 tæt ved havbunden. Det grå lag er ikke et reelt lag, men illustrerer modellens vertikale usikkerhed ved havbunden.

6.3 U13 PG brakvandsaflejringer

U13 er primært tolket i to områder – det ene i den sydlige del af Storebæltsrenden og i et område vest for Samsø ud for Sælvig. U13 omfatter postglaciale brakvandsaflejringer, som på seismikken genkendes ved at være en lagdelt og stedvis kaotisk enhed beliggende under de marine sedimenter. U13 vurderes som udgangspunkt primært at bestå af finkornet sediment – dynd. For yderligere oplysninger om modellaget se /1/. Af Figur 6-7 fremgår illustration af modellagfladen for Top U13. Et profileksempel gennem modellen kan ses i Figur 6-8.



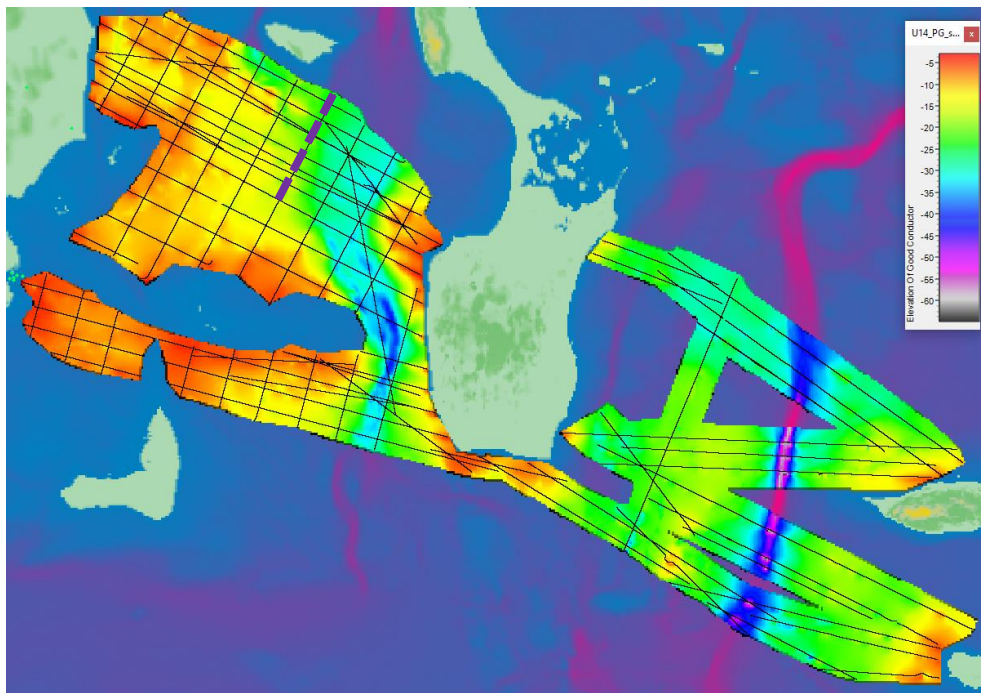
Figur 6-7 Model fladen Top U13. I baggrunden kombineret terræn og bathymetri. Lilla stiplede linje indikerer placering af profilet vist i Figur 6-8.



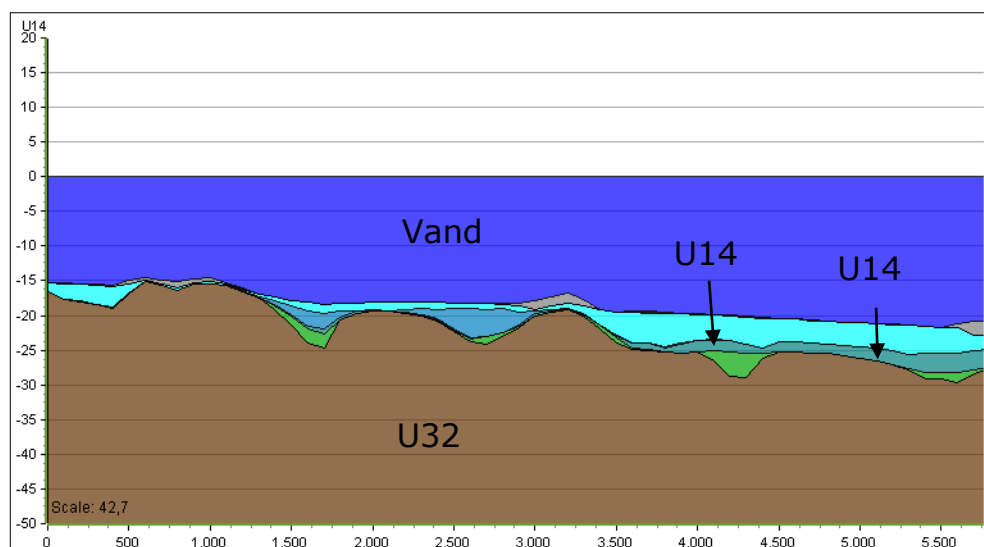
Figur 6-8 Det gråblå lag viser U13. Det grå lag er ikke et reelt lag, men illustrerer modellens vertikale usikkerhed ved havbunden.

6.4 U14 PG søaflejringer

U14 er kun tolket i SBP data vest for Samsø i afgrænsede områder og primært mod nord. U14 består af søaflejringer som udgør den ældste postglaciale enhed. U14 er en lamineret enhed og vurderes som udgangspunkt primært at bestå af finkornet sediment – dynd. For yderligere oplysninger om modellaget se /1/. Af Figur 6-9 fremgår illustration af modellagfladen for Top U14. Et profileksempel gennem modellen kan ses i Figur 6-10.



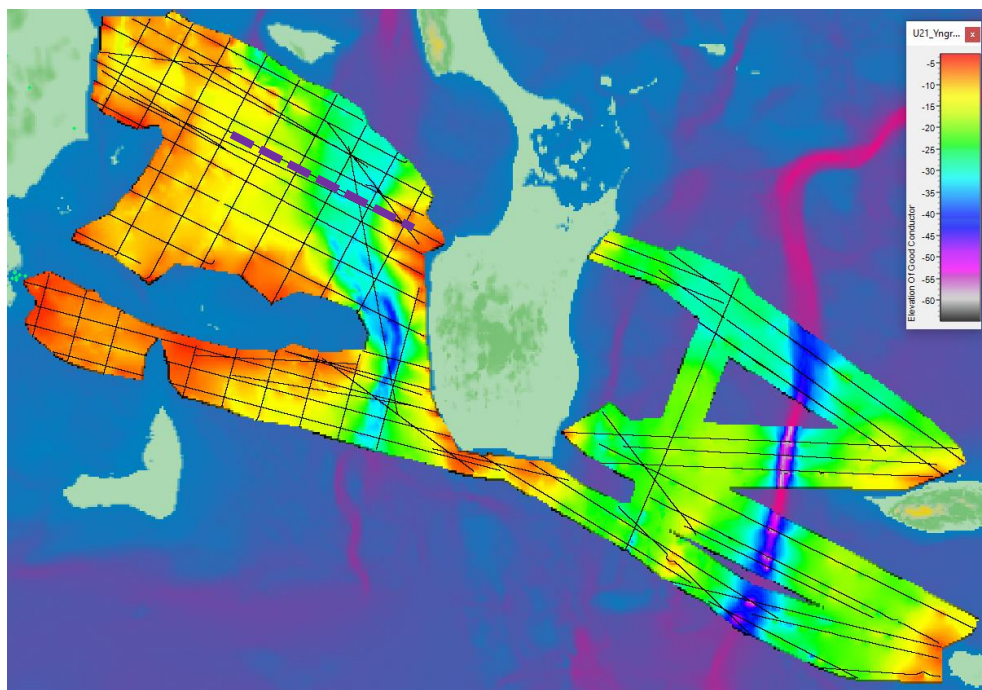
Figur 6-9 Modelfladen Top U14. I baggrunden kombineret terræn og bathymetri. Lilla stiplede linje indikerer placering af profilet vist i Figur 6-10.



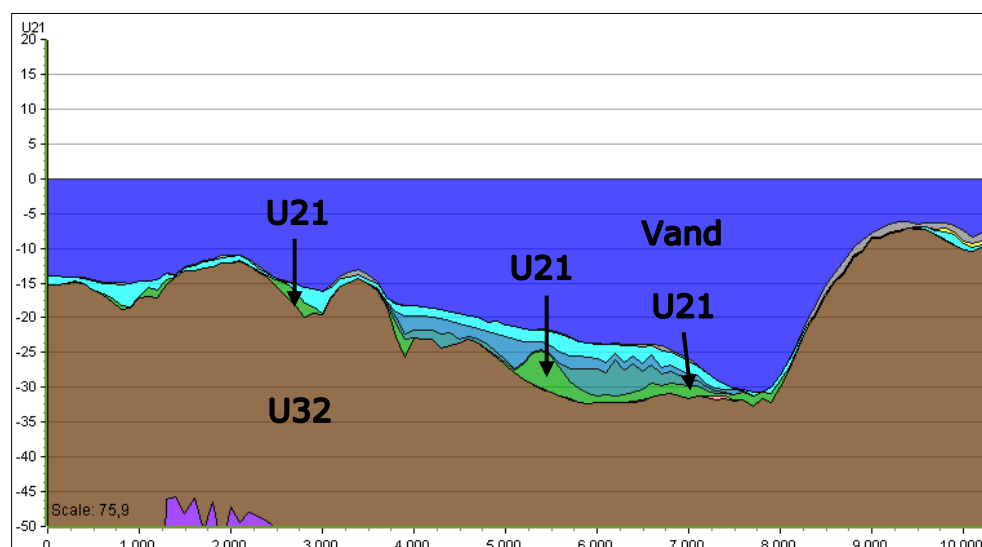
Figur 6-10 Det grågrønne lag viser U14. Det grå lag er ikke et reelt lag, men illustrerer modellens vertikale usikkerhed ved havbunden.

6.5 U21 Yngre SG Baltisk Issø

U21 er en senglacial issøaflejring, der kædes sammen med den Baltiske Issø, der har strakt sig ud i det sydlige Kattegat-område. U21 er en lamineret enhed der draperer den glaciære overflade. Aflejringen forventes at bestå af overvejende leret sediment. For yderligere oplysninger om modellaget se /1/. Af Figur 6-11 fremgår illustration af modellagfladen for Top U21. Et profileksempel gennem modellen kan ses i Figur 6-12.



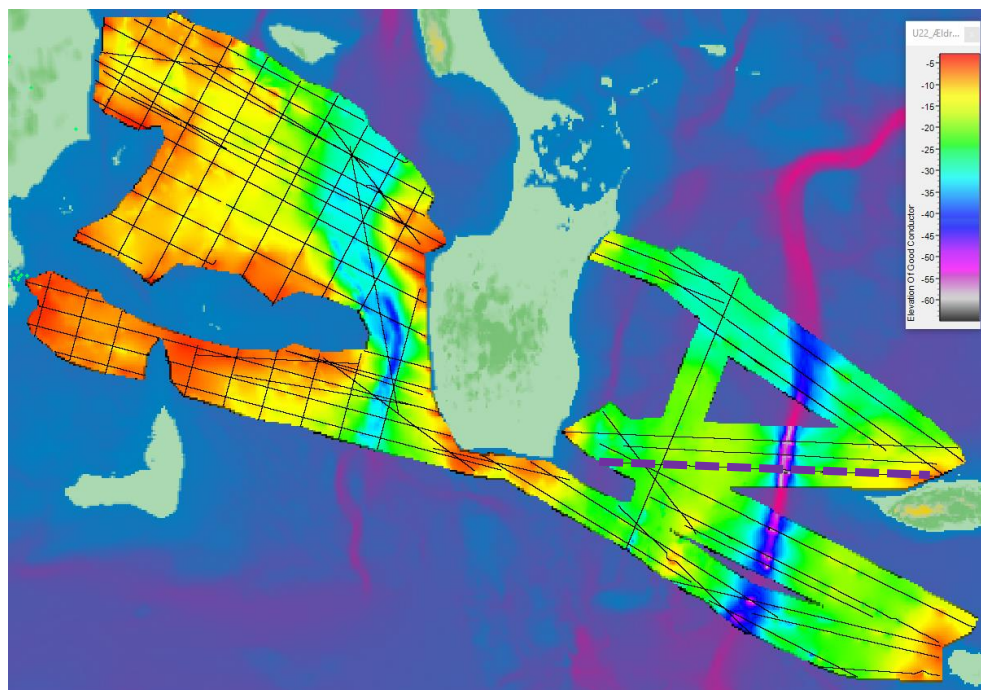
Figur 6-11 Model fladen Top U21. I baggrunden kombineret terræn og bathymetri. Lilla stilet linje indikerer placering af profilet vist i Figur 6-12.



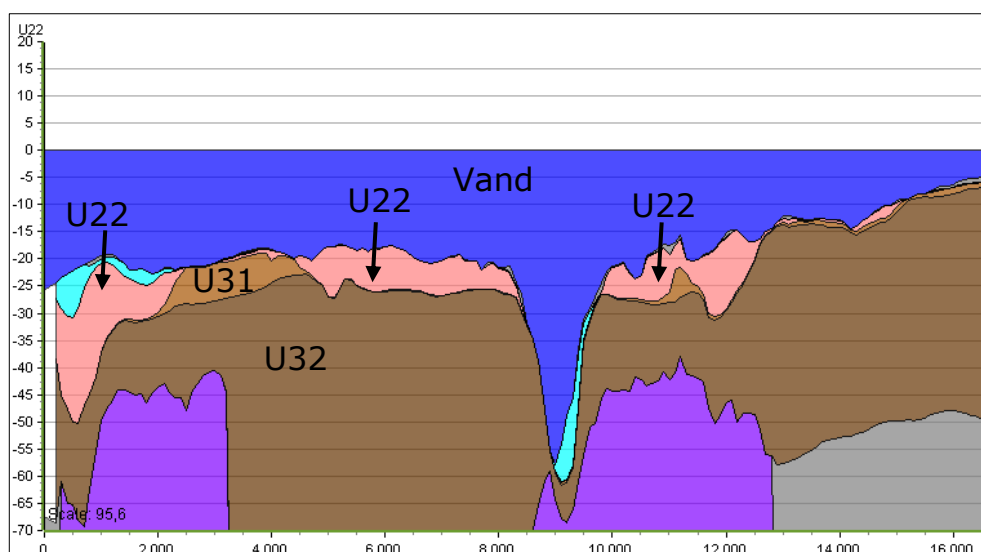
Figur 6-12 Det grønne lag viser U21. Det grå lag er ikke et reelt lag, men illustrerer modellens vertikale usikkerhed ved havbunden.

6.6 U22 Ældre SG afsmeltningaflejringer

U22 består senglaciale smeltevandsaflejringer. Enheden er kun synlig i mUHR-data og er tolket til at have relativt stor udbredelse. I seismikken er enheden fortrinsvis lagdelt men stedvis kaotisk. U22 kan være svær at skelne fra U31 i seismikken. U22 er typisk sandet. For yderligere oplysninger om modellaget se /1/. Af Figur 6-13 fremgår illustration af modellagfladen for Top U22. Et profileksemplar gennem modellen kan ses i Figur 6-14.



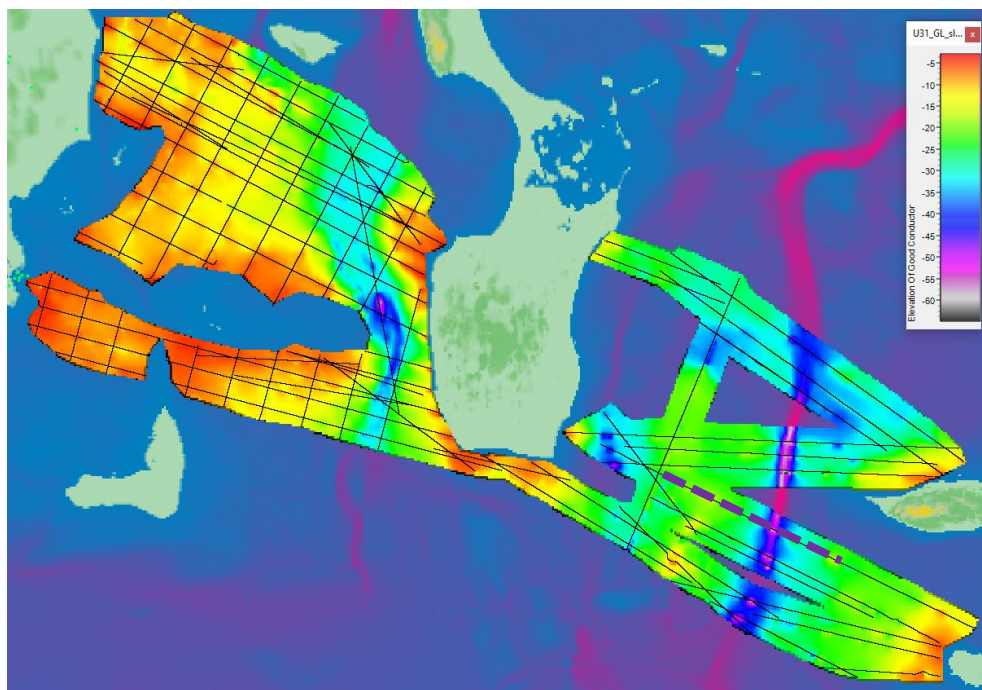
Figur 6-13 Model fladen Top U22. I baggrunden kombineret terræn og bathymetri. Lilla stiplede linje indikerer placering af profilet vist i Figur 6-14.



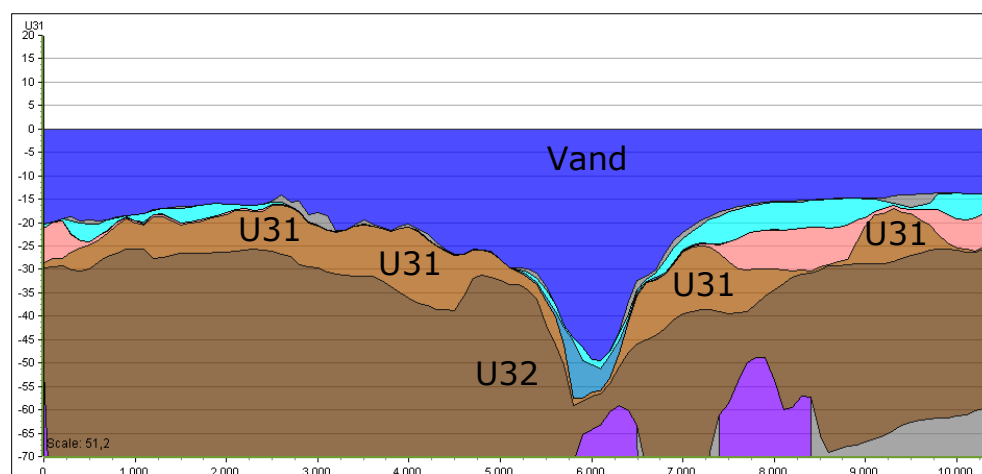
Figur 6-14 Det lyserøde lag viser U22.

6.7 U31 GL slap moræne/flydemoræne

Den slappe moræne er aflejret som en flydemoræne. Enheden er kun synlig i mUHRs-data. Dens udbredelse er begrænset til den sydlige del af området øst for Samsø. I seismikken varierer laget mellem lagdelt og kaotisk. U31 forventes at bestå af moræne og vil i kornstørrelses fordeling være svært at skelne den underliggende konsoliderede moræne i U3. For yderligere oplysninger om modellen se /1/. Af Figur 6-15 fremgår illustration af modellagfladen for Top U31. Et profileksempel gennem modellen kan ses i Figur 6-16.



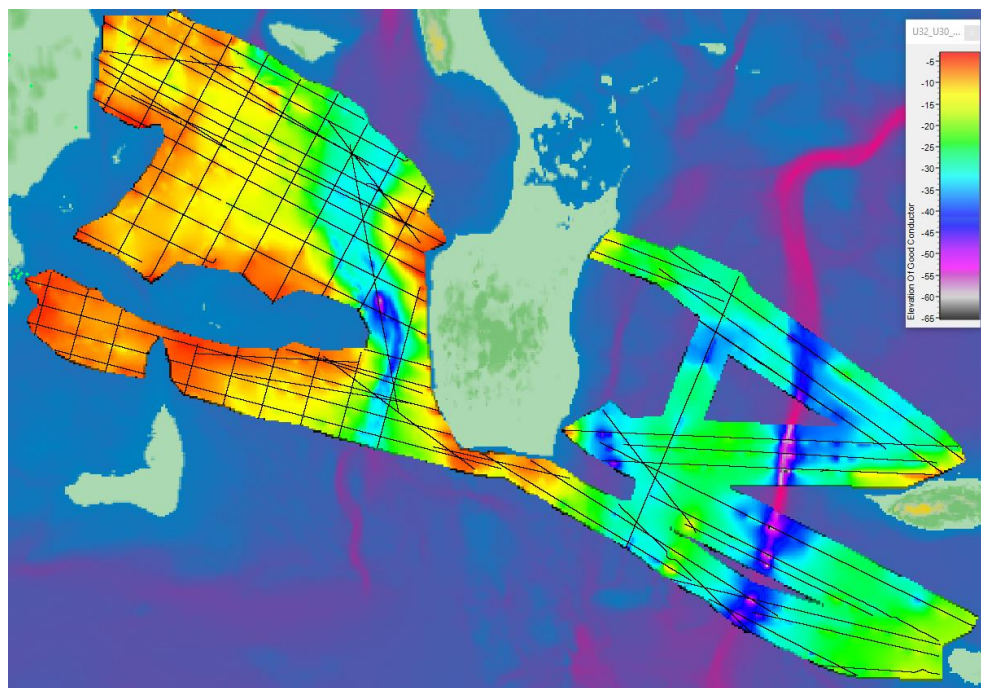
Figur 6-15 Model fladen Top U31. I baggrunden kombineret terræn og bathymetri. Lilla stiplet linje indikerer placering af profilet vist i Figur 6-16.



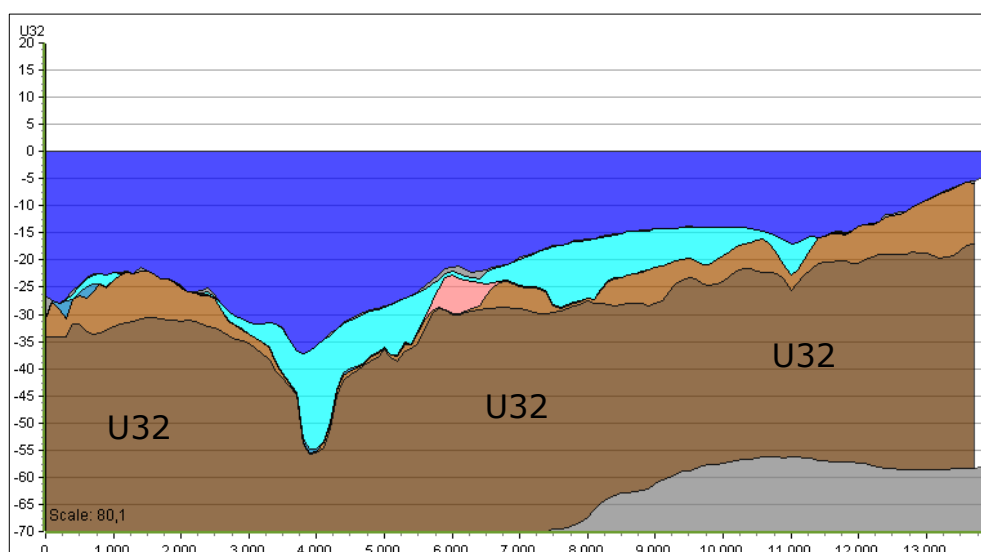
Figur 6-16 Det lysebrune lag viser U31.

6.8 U32 (+U30) GL konsolideret moræne

Modellaget U32 er sammensat af to lag fra den overfladenære model: U32 som er glacial konsolideret moræne tolket i mUHRs data og U30 tolket i SBP data, som også er moræne, men uden skelnen mellem slap og konsolideret. Dog vurderes U30 primært at udgøres af konsolideret moræne og derfor bedst korrelateres med U32 frem for U31. Den dybere del af de glaciale lag er ikke yderligere opdelt og ligger derfor under modellaget U32. Det skal forventes at laget er mere sammensat end modellen umiddelbart indikerer, men moræneler vurderes at udgøre en stor del af laget. For yderligere oplysninger om modellaget se /1/. Af Figur 6-17 fremgår illustration af modellagfladen for Top U32. Et profileksempl gennem modellen kan ses i Figur 6-18.



Figur 6-17 Model fladen Top U32. I baggrunden kombineret terræn og bathymetri. Lilla stiplet linje indikerer placering af profilet vist i Figur 6-18.

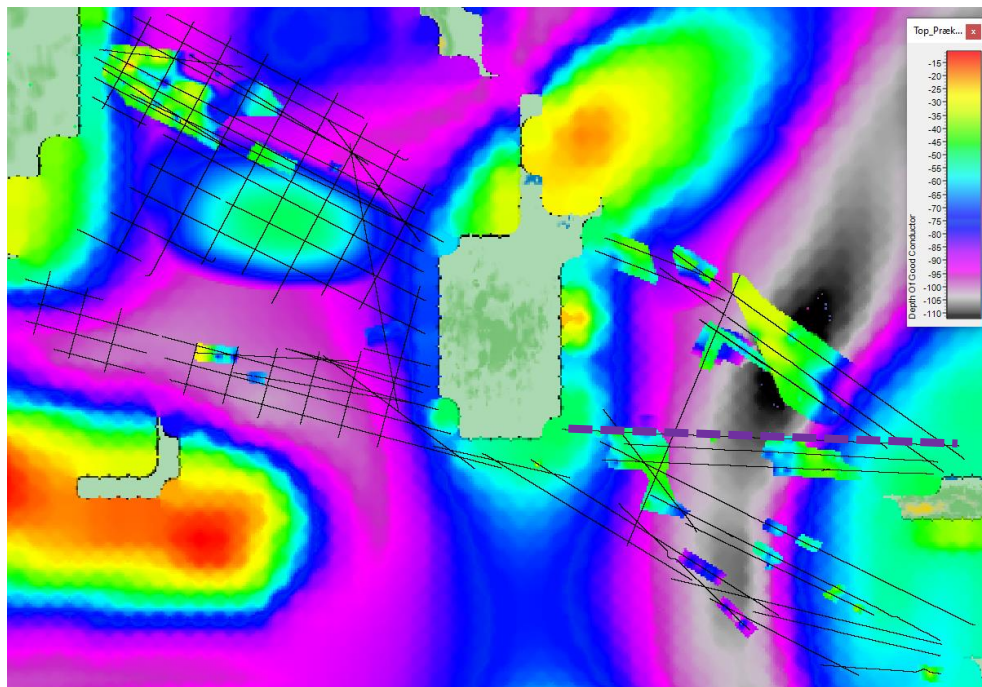


Figur 6-18 Det mørkebrune lag viser U32.

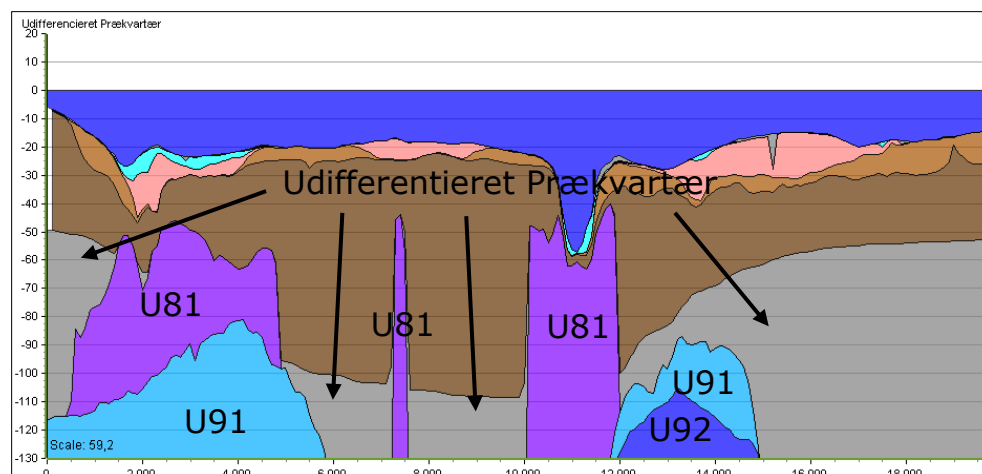
6.9 Udifferentieret Prækvarter (B&S)

Den prækvartære overflade fra Binzer&Stockmarr /2/ er anvendt til at indikere overgangen fra Kvartær til Prækvarter til anvendelse i områder, hvor denne laggrænse ikke kan tolkes i data. Binzer&Stockmarr's flade markerer den øvre laggrænse for modellaget "Udifferentieret Prækvarter". Geoscene 3D programets justeringsrutine for modellagene er sat op således at de underliggende modellag kan bortjustere "Udifferentieret Prækvarter" så frem de ligger kote-mæssigt højere (Se eksempel herpå i Figur 6-20, hvor U81 fortrænger "Udifferentieret Prækvarter"). Laget justeres væk når de tolkede prækvartære lag

(U81, U91, U92, U93) er tolket mere overfladenært i et område. Grid punkter fra landområder er desuden fjernet for dette lag. Af Figur 6-19 fremgår Prækvarteroverfladen, som i felter er justeret op af de underliggende prækvartære lag. Et profileksempel gennem modellen kan ses i Figur 6-20.



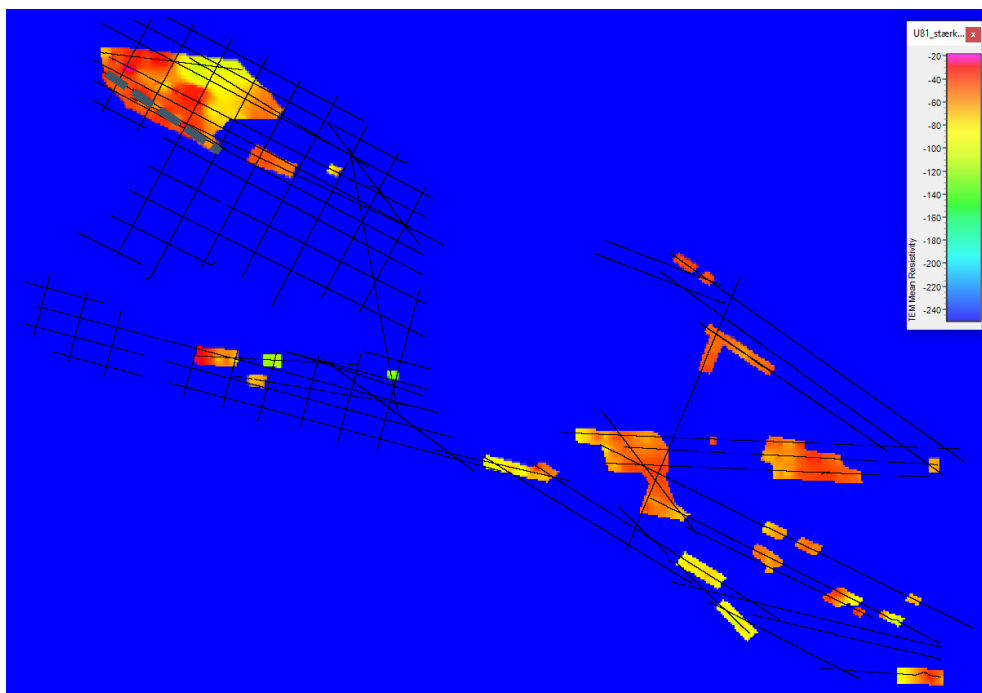
Figur 6-19 Modelfladen for Top Prækvarter (B&S). De kantede skarpe farvespring indikerer, hvor de dybere modellag justerer Prækvarteroverfladen op. Ved landområderne ses det at der er hul i griddet og terrænfladen vises her. Lilla stiplede linje indikerer placering af profilet vist i Figur 6-20.



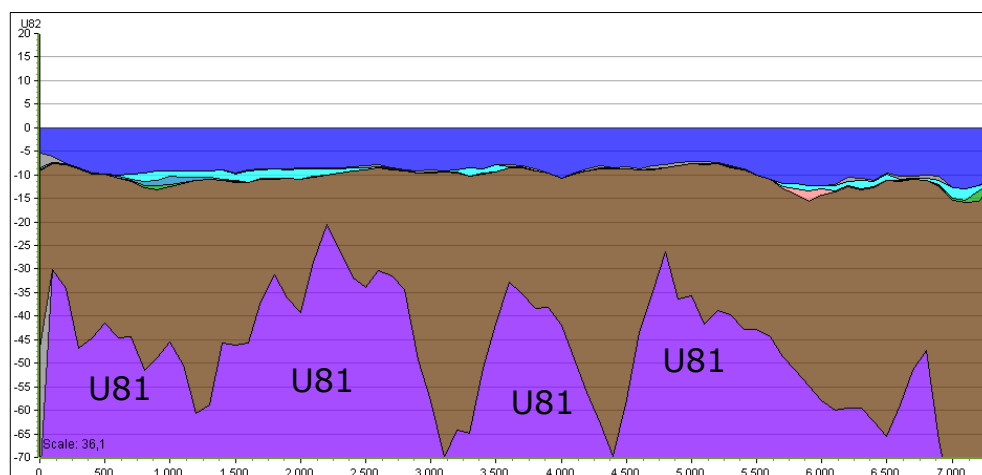
Figur 6-20 Det grå lag indikerer modellaget Udifferencieret Prækvarter, som i flere områder er blevet fortrængt af de underliggende modellag, her hovedsagligt U81.

6.10 U81 stærkt deformeret Prækvartær ler

For beskrivelse af modellaget U81 se afsnit 5.8. Lagfladen for Top U81 før endelig justering er vist i Figur 6-21. Det er med vilje, det ikke er den endeligt justerede flade, der vises her, da dette lag er blevet justeret op af Top U91, Top U92 og Top U93. Den justerede Top U81 flade er derfor sammensat og det kan være svært at gennemskue, hvor bidragene fra Top U81 præcist kan ses. Et profleksempel gennem modellen kan ses i Figur 6-22.



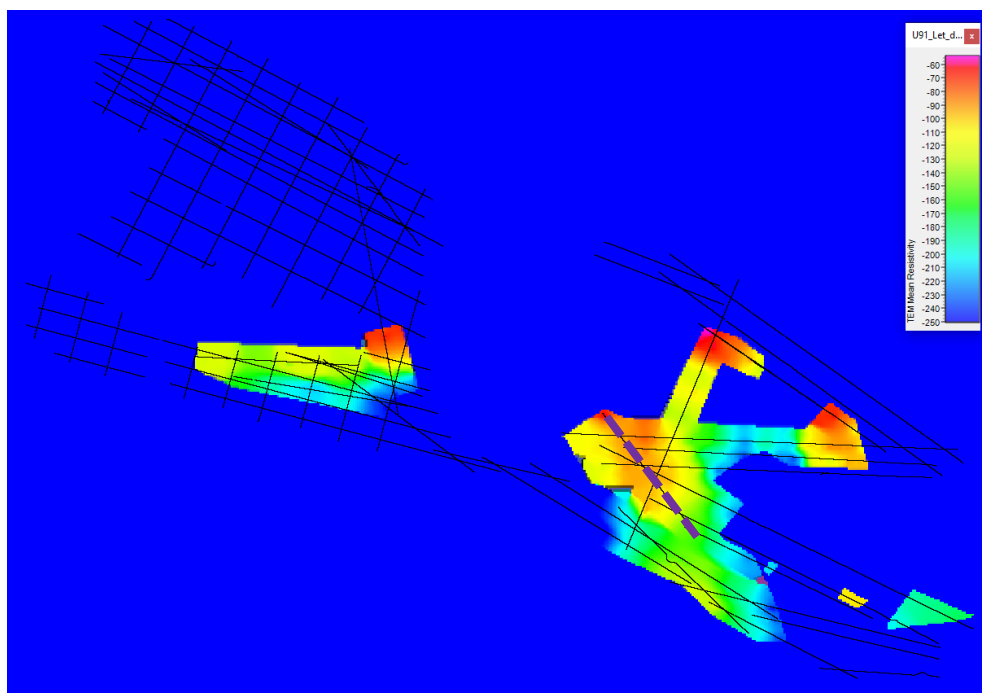
Figur 6-21 Model fladen Top U81 - her i den ikke justerede version. Med polygoner er tolkningerne beskåret det område de forventes at kunne repræsentere. I de blå områder er der anvendt en fast kote på -550 m, som justeres op af U91, U92 og U93 i den justerede flade. Lilla stiplede linje indikerer placering af profilet vist i Figur 6-22.



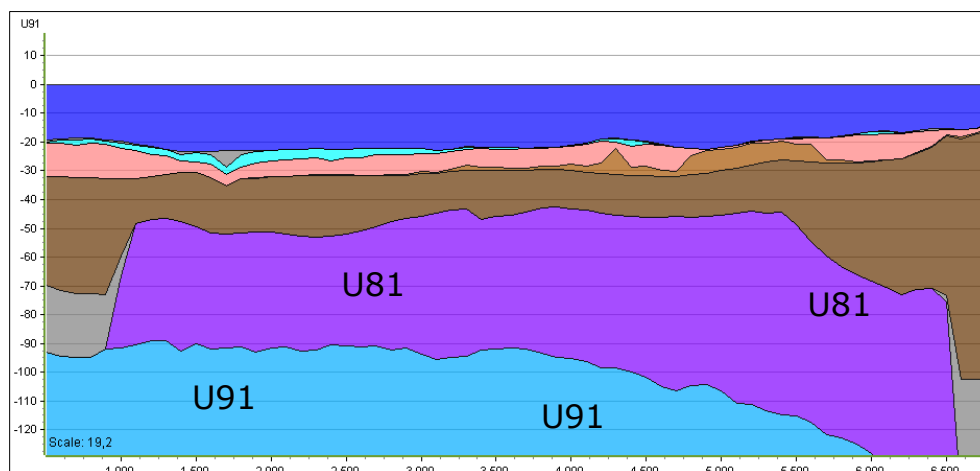
Figur 6-22 Det lilla lag repræsenterer U81 i modellen.

6.11 U91 let deformeret Prækvarter ler eller mergel

For beskrivelse af modellaget U91 se afsnit 5.9. Lagfladen for Top U91 før endelig justering er vist i Figur 6-23. Ligesom for Top U81 er det med vilje, det ikke er den endeligt justerede flade, der vises, da dette lag er sammensat af Top U91, Top U92 og Top U93 og det kan være svært at adskille bidragene fra de enkelte lag. Et profileksempel gennem modellen kan ses i Figur 6-24.



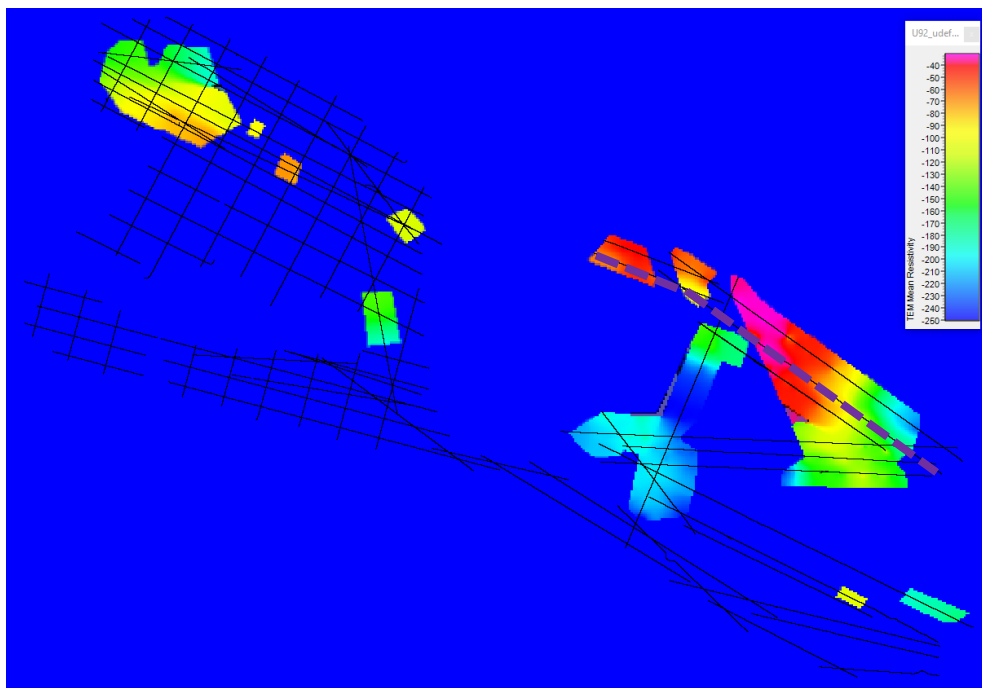
Figur 6-23 Model fladen Top U91 - her i den ikke justerede version. Med polygoner er tolkningerne beskåret det område de forventes at kunne repræsentere. I de blå områder er der anvendt en fast kote på -550 m, som justeres op af U92 og U93 i den justerede flade. Lilla stiplede linje indikerer placering af profilet vist i Figur 6-24.



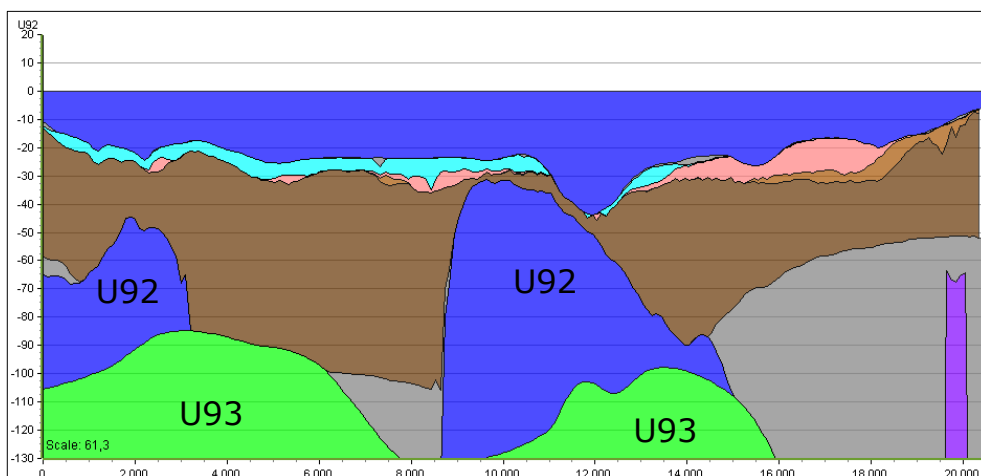
Figur 6-24 Det lyseblå lag repræsenterer U91 i modellen.

6.12 U92 udeformeret Prækvartær mergel eller kalk

For beskrivelse af modellen U92 se afsnit 5.10. Lagfladen for Top U92 før endelig justering er vist i Figur 6-25. Ligesom for Top U81 og Top U91 er det med vilje, det ikke er den endeligt justerede flade for Top U92, der vises her, da dette lag er sammensat med Top U93 og det kan være svært at adskille bidragene fra de enkelte lag. Et profileksempel gennem modellen kan ses i Figur 6-26.



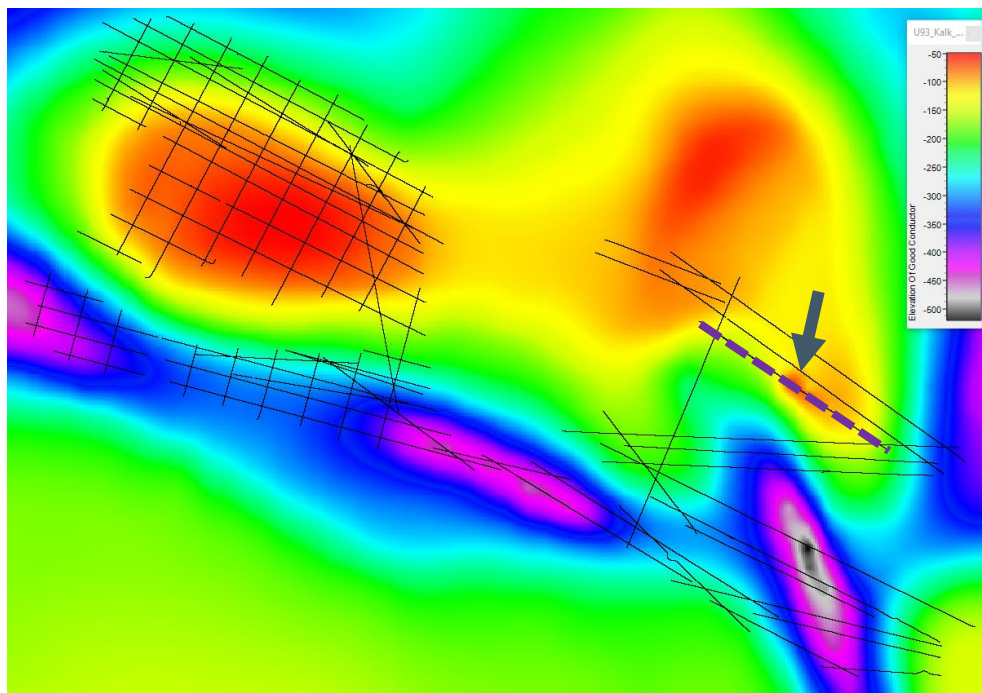
Figur 6-25 Model fladen Top U92 - her i den ikke justerede version. Med polygoner er tolkningerne beskåret det område de forventes at kunne repræsentere. I de blå områder er der anvendt en fast kote på -550 m, som justeres op af U93 i den justerede flade. Lilla stiplede linje indikerer placering af profilet vist i Figur 6-26.



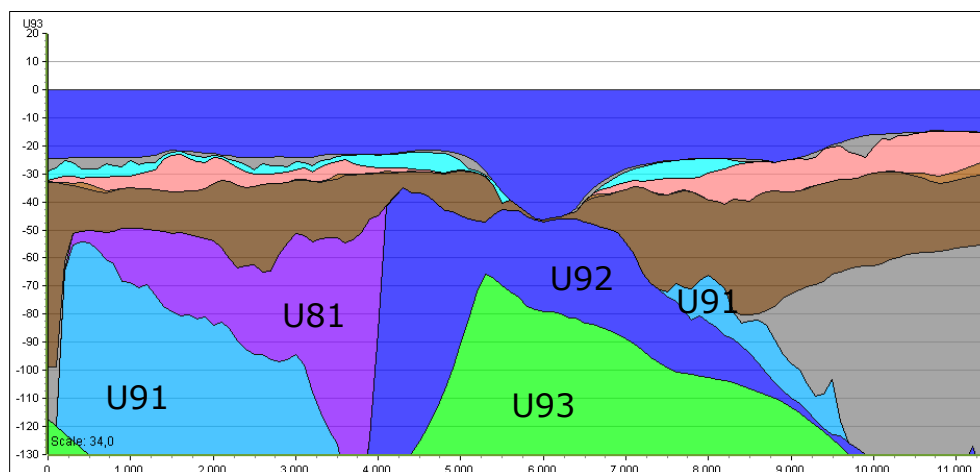
Figur 6-26 Det blå lag repræsenterer U92 i modellen.

6.13 U93 Kalk (inkl. Top Kalk fra GEUS)

U93 er sammensat af tolkningen af nogle bankestrukturer identificeret i et meget begrænset i det nordlige område øst for Samsø samt GEUS' Top Kalk flade /3/. Bankestrukturerne tolkes at være bryozokalken fra Danien. For mere information af de tolkede bryozobanker se afsnit 5.11. Lagfladen for Top U93 er vist i Figur 6-27. Et profileksempel gennem modellen kan ses i Figur 6-28.



Figur 6-27 Lagfladen for top Kalk er primært baseret på Top Kalk fra GEUS. Kun i et begrænset område er fladen justeret op af tolkede bryozobanker fra Danien - se pilen. Lilla stiplede linje indikerer placering af profilet vist i Figur 6-28.



Figur 6-28 Det lysegrønne lag repræsenterer U93 i modellen.

7 Referencer

- /1/ KATTEGATFORBINDELSE - KYST-KYST ANLÆGSTEKNISKE FORUNDERSØGELSER. Overfladenær geologisk delmodel (GEUS). GEUS, oktober 2020.
- /2/ Binzer, K. & Stockmarr, J. 1994: Geological map of Denmark, 1:500 000. Pre_Quaternary surface topography of Denmark, Danmarks Geologiske Undersøgelse Kortserie 44.
- /3/ Vejbæk, O. et al. 2007: Chalk depth structure maps, Central to Eastern North Sea, Denmark. GEUS Bulletin 13, 9-12.