

Rapport nr.: 2002.058		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Skredvurderinger knyttet til mulig grenrør inn til Trondheim (fase 1b)				
Forfatter: Astrid Lyså, Heidi Olsen og Fritz Nowacki		Oppdragsgiver: Statoil		
Fylke: Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag		Kommune: Trondheim, Malvik, Stjørdal, Frosta		
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1621 I (Stjørdal), 1621 IV (Trondheim), 1622 II (Frosta), 1622 III (Leksvik)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall:	Pris:	
		Kartbilag:		
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 1.9.2002	Prosjektnr.: 296900	Ansvarlig:	
Sammendrag:				
<p>Basert på tolkning av multistrålebatymetri, seismikk og korte sedimentkjerner fra Strindfjorden/Trondheimsfjorden, er det framstilt bunntypekart og kart over rasavsetninger i ulike stratigrafiske nivåer. Kartene gir bedre grunnlag for vurdering av en eventuell gass-grenrørtrasé inn til Trondheim. Denne grenrørtraséen er tenkt fra et oppkoblingspunkt mot hovedgassrøret, som er planlagt fra Tjeldbergodden til Skogn, og til et landfallsområde i Trondheim.</p> <p>Ut fra vurderinger av sedimentfordeling, opptreden av fjell, brattkanter med gjenstående sedimenter og utbredelsen av rasavsetninger har vi foreslått en mulig grenrørtrasé. Denne har et oppkoblingspunkt til hovedgassrøret på ca. 40-50 m vanddyp vest for Tautra (nær Tautraryggen) og et landfallsområde ved Østmarkneset, der det hovedsakelig framstår fjell fra land og i skråningen ut mot fjordbunnen. Kriterier er gitt for dette forslaget med bemerkninger om eventuelle usikkerheter og forslag om videre vurderinger.</p>				

INNHold

<u>SAMMENDRAG</u>	5
<u>1. INNLEDNING</u>	6
<u>2. METODER OG DATAGRUNNLAG</u>	6
<u>2.1 Områdets løsmassegeologi og tidligere arbeid</u>	6
<u>2.2 Batymetri</u>	7
<u>2.3 Seismiske data</u>	7
<u>2.4 Sedimentkjerner/overflateprøver</u>	8
<u>2.5 Posisjonering</u>	8
<u>3. SEISMISK STRATIGRAFI</u>	8
<u>4. BUNNTYPER OG SEDIMENTFORDELING</u>	9
<u>5. RASAVSETNINGER</u>	11
<u>5.1 Rasavsetninger i perioden Allerød/Yngre Dryas (ca. 12.000- ca.10.000 år siden)</u>	12
<u>5.2 Rasavsetninger i tidlig del av holocen (ca. 10.000- ca. 5.000 år siden)</u>	12
<u>5.3 Rasavsetninger i sen del av holocen (siste ca. 5.000)</u>	13
<u>5.4 Rasavsetninger i overflaten</u>	13
<u>6. SEDIMENSKRÅNINGER</u>	14
<u>7. VURDERING AV GRENRØRTRASE</u>	14
<u>8. REFERANSER</u>	16
<u>FIGURER</u>	17

VEDLEGG

Vedlegg 1

Tabell over resente og holocene rasavsetninger

Vedlegg 2-1 til 2-21

Beskrivelse av Niemistöe-kjerner

Kartbilag (1: 25 000)

Kartbilag 2002.058-01: Trondheimsfjorden/ Strindfjorden. Batymetri, seismiske profiler og prøvepunkt.

Kartbilag 2002.058-02: Trondheimsfjorden/ Strindfjorden. Batymetri og bunntypekart.

Kartbilag 2002.058-03: Trondheimsfjorden/ Strindfjorden. Batymetri og gamle (ca. 12.000- ca. 10.000 år) rasavsetninger.

Kartbilag 2002.058-04: Trondheimsfjorden/ Strindfjorden. Batymetri og tidlig/midtre holocen rasavsetninger (ca. 10.000- ca. 5.000 år).

Kartbilag 2002.058-05: Trondheimsfjorden/ Strindfjorden. Batymetri og sen holocen rasavsetninger (siste ca. 5.000 år).

Kartbilag 2002.058-06: Trondheimsfjorden/ Strindfjorden.
Batymetri og rasavsetninger i overflata.

CD-Rom:

2002.058 (rapporttekst som Microsoft word dokument)

Vedlegg1 (tabell over rasavsetninger som Microsoft word dokument)

Vedlegg2-1 til Vedlegg 2-21 (jpg.format)

Figurer (1-24) (eps.format)

Kartbilag (jpg. og tif. Format)

SAMMENDRAG

Statoil, som partner til Naturgass Trøndelag, har bedt NGU i samarbeid med NGI, om å gi en geologisk og geoteknisk vurdering av Strindfjorden/Trondheimsfjorden for en grennrørtrasé. Grennrøret skal ha et oppkoblingspunkt til hovedgassrøret som Industrikraft Midt-Norge planlegger fra Tjeldbergodden til Skogn, og til et landfallsområde i Trondheim. Oppkoblingspunktet bør være på vandndyp grunnere enn 250 m.

Basert på tolkning av multistrålebatymetri, seismikk, korte sedimentkjerner og tidligere kunnskap om områdets løsmassegeologi både på land og i fjorden, har vi framstilt ulike typer kart som skal gi bedre grunnlag for vurdering av en eventuell grennrørtrasé. Følgende tolkningskart er laget:

- Bunntypekart som viser overflatefordeling av fjell og ulike sedimenttyper, markerte skredkanter/erosjonskanter, gjenstående brattkanter med sedimenter, setningskanter, rasmasser i overflaten og raviner.

- Fire kart som framstiller utbredelsen av rasmasser i 4 ulike stratigrafiske nivåer:

- rasavsetninger i overflaten

- rasavsetninger fra de siste ca. 5.000 år (sen holocen)

- rasavsetninger fra perioden ca. 5.000- ca. 10.000 år (tidlig holocen)

- rasavsetninger fra perioden ca. 10.000-ca. 12.000 år (Allerød-Yngre Dryas).

Alderen på disse stratigrafiske nivåene er usikre da vi ikke har dateringer, og kronologien er derfor basert på korrelasjon til Yngre Dryas iskontaktavsetning lengst øst i det undersøkte området. Samtlige rasavsetninger i de tre yngste intervallene er registrert i tabell, der nærmere beskrivelse av den enkelte avsetning er gitt.

Den største rasaktiviteten synes å ha skjedd i Allerød-Yngre Dryas og tidlig holocen, og avsetninger fra disse periodene opptrer i store deler av det undersøkte området. Utrasningene er hovedsakelig fra sedimentskråningene opp mot strandsonen på strekningen fra Trondheim og østover til Yngre Dryas iskontaktavsetning (Midtsandneset), og fra sedimentskråningen nord i bassenget (sør for Midtfjordsgrunnen og den store trauforamen vest for Frosta/Tautra). Stor rasaktivitet i denne perioden relateres til hurtig landhevning og eksponering av glasimarine sedimenter. Tidligst i perioden er trolig en del utrasninger direkte relatert til stor sedimenttilførsel i et brenært miljø (hurtig avsetning på ustabile skråninger, direkte generering av massestrømmer). I første del av holocen kan det også tenkes at jordskjelvaktivitet har utløst skred på ustabile skråninger. I sen holocen er det kartlagt mindre rasavsetninger i området. Det kan tenkes at de mest ustabile skråningene (både på land og i submarine miljø) allerede raste ut i første halvdel av holocen. Helt unge rasmasser i overflaten forekommer, og de er mest markert i området utenfor Trondheim Havn og lengst øst i det undersøkte området. Unge ras kan tenkes utløst ved menneskelige inngrep og ved punktering av kvikkleire (elve-/bekkeerosjon, raviner, grunnvannsutvasking og utrasninger). En eventuell framtidig økning i ekstreme værtilstander (nedbør, stormer) kan tenkes å bidra til å øke skredfrekvensen.

En mulig grennrørtrasé er foreslått med et oppkoblingspunkt på ca. 40-50 m vandndyp nær Tautraryggen vest for Tautra. Det beste landfallområdet synes å være Østmarkneset der fjell opptrer fra fjordbunnen og opp skråningen mot land. Dette er basert på de tilgjengelige data, og bemerkninger og kriterier for traséforslaget er gitt. Det er blant annet bemerket hva som er usikkert og som bør vurderes videre før endelig valg av grennrørtrasé.

1. INNLEDNING

Naturgass Trøndelag ønsker å få gjennomført vurderinger tilknyttet oppkobling av et grenrør (ca. 4") fra Trondheimsområdet til gassrøret som Industrikraft Midt-Norge planlegger fra Tjeldbergodden til Skogn. I den forbindelsen har Statoil, som partner til Naturgass Trøndelag, bedt NGU i samarbeid med NGI om å vurdere mulig grenrørtrasé. Gjennom prosjektmøter underveis har det framkommet at oppkobling mot hovedgassrøret bør gjøres på vanddyp grunnere enn 250 m. Dette gjør at mulig oppkoblingspunkt må ligge på Tautraryggen. Ønsket landfallområdet er Ranheim.

I tidligere faser av prosjektet har NGU i samarbeid med NGI vurdert tilgjengelige data og gitt foreløpig kvalitativ vurdering av muligheten for å legge grenrør inn til Trondheim (Lyså m. fl. 2001). Etterfulgt av den forløpige vurderingen, som ikke anbefalte Ranheim som landfallsområde, har det blitt samlet inn batymetriske multistråledata over området som er aktuell for en eventuell grenrørtrasé, og disse data er rapportert (Lundin m. fl. 2002). Utover dette har NGU samlet inn ulike typer seismiske data samt korte sedimentkjerner innenfor det aktuelle området. Tolkningen av disse data er gitt i denne rapport, hvis hensikt er å gi et bedre beslutningsgrunnlag for valg av grenrørtrasé inn til Trondheimsområdet.

Vi gir her en sammenstilling og tolkning av bunnsedimentene (bunntypekart) samt oversikt over skredavsetninger/skredaktivitet i Trondheimsfjorden/Strindfjorden de siste ca. 12.000 år (4 ulike kart som representerer skredavsetninger fra fire tidsintervaller). Videre gir vi en oversikt over fjordområder med brattkanter/ raskanter i løsmasser. Basert på våre tolkninger og sammenstillinger har vi antydnet et mulig trasèvalg fra oppkoblingspunktet og inn til Trondheim.

2. METODER OG DATAGRUNNLAG

2.1 Områdets løsmassegeologi og tidligere arbeid

Området som er undersøkt er Strindfjorden i Trondheimsfjorden, avgrenset i vest ca. 5 km vest for Østmarkneset og i øst ved utløpene av Stjørdalsfjorden og Åsenfjorden der en morenerygg adskiller disse fjordbassengene fra Strindfjordbassenget. Den nordlige avgrensingen er Midtfjordsgrunnen og Tautra. Se figur 1 og kartbilag 2002.058-1.

En utfyllende beskrivelse og oppsummering av tidligere arbeider er gitt i NGU Rapport 2001.099 (Lyså m. fl. 2001). Dette omfatter både maringeologisk kartlegging av strandnær sjøbunn (Bjerkli og Olsen 1989) og løsmassefordeling på land, der bl.a. skredaktivitet og kvikkleireområder er diskutert (Sveian og Reite 1999; Bøe m. fl. 1999). Basert på dette konkluderte Lyså m. fl. (2001) at Østmarkneset var det beste landfallsområdet for et grenrør, mens ønsket landfallsområde Ranheim ikke ble anbefalt. De videre undersøkelsene støtter denne tolkningen.

Denne undersøkelsen er konsentrert om løsmassene som ble avsatt i Strindfjorden fra slutten av siste istid og fram til i dag, med hovedvekt på de yngste sedimentene. Aldrene som benyttes i denne rapporten er oppgitt i radiokarbon år. For 12.000 år siden lå isfronten i ytre deler av Trondheimsfjorden (Reite 1995). Isen trakk seg videre raskt tilbake innover fjorden og et godt stykke innenfor Tautra, og i løpet av denne perioden (Allerød) ble det avsatt store mektigheter med glasimarine sedimenter (leire/silt) i fjorden. Havnivået var da i Trondheim ca. 170 meter (marin grense) over dagens havnivå (Reite m.fl. 1999). Den marine leira vi i

dag finner på land og som har gitt opphav til flere kvikkleireskred og leirskred, ble avsatt i denne perioden. For ca. 11.000 år siden rykket breen fram og markerte iskontaktavsetninger ble avsatt i fjorden i Yngre Dryas perioden. Disse iskontaktavsetningene framkommer som markerte rygger i Trondheimsfjorden (Tautraryggen som en nordlig forlengelse av Tautra), ved utløpet av Stjørdalsfjorden (nordlig forlengelse fra Midtsandneset) og over Åsenfjorden (se kartbilag 2002.058-1). Etter Yngre Dryas fortsatte breen(e) sin tilbaketrekking med mindre stopp/stagnasjoner, og for ca. 10.000 år siden hersket det normale marine forhold i fjorden. Perioden fra 10.000 år siden fram til nåtid kalles holocen.

2.2 Batymetri

Batymetrien, som danner grunnlag for tolkning av bunnforholdene, kartframstilling og planlegging av den seismiske datainnsamlingen, er basert på multistråledata innsamlet i november 2001 av Forsvarets Forskningsinstitutt. Prosessering og tolkning av disse data er gitt i konfidensiell NGU Rapport 2002.017 (Lundin m. fl. 2002). For innsyn i datasettet og nærmere beskrivelse av områdets batymetri, henvises det til denne rapporten. De tilgrensede områder er tidligere dekket av multistråledata og det henvises til NGU Rapport 2000.046 (Mauring m.fl. 2000) og Bøe m. fl. (1999 og 2000). Multistråledataene dekker områdene på dyp > 20 m.

Kartframstillingen i denne rapporten er basert på de nevnte multistråledata med 50 m gridintervall og 20 m konturintervall for å unngå behov for konfidensiell behandling. Detaljert batymetrisk kart og skyggerelieffkart som er presentert i Lundin m. fl. (2002) er imidlertid benyttet som grunnlag for tolkningen.

2.3 Seismiske data

All innsamling av seismiske data er foretatt med NGUs fartøy "F/F SEISMA" i perioden februar-april 2002 (NGU tokt 0201, 14 dager innsamling). Totalt 103 seismiske linjer ble samlet inn (figurene 1 og 2). En bedre oversikt over disse linjene er gitt i kartbilag 2002.058-01.

Som seismiske signalkilder ble sleevegun benyttet (filtersetting 100/600 Hz), boomer (filtersetting 600/3000 Hz) og Topas (filtersetting 2500/6000 Hz). Boomer og sleevegun er benyttet der det er relieff i batymetrien og der vi har ønsket å få penetrasjon et stykke ned i sedimentene (minimum gjennom hele den holocene lagrekken). Topas er hovedsakelig benyttet der det er lite relieff, og da for å få god oppløsning i de øvre delene av de holocene sedimentene. Topas-data med angitt filtersetting har en oppløsning ned mot 0,5 meter, mens boomer-data vil ha en noe dårligere oppløsning (ned mot 1 meter). For beregning av sedimentmektigheter har vi benyttet seismisk hastighet på 1600 m/s som et gjennomsnitt for ukonsoliderte sedimenter.

Formålet med innsamlingen av seismiske data har vært å kartlegge bunntyper (kartbilag 2002.058-2) samt gi en oversikt over (unge) rasavsetninger i fjordbassenget (kartbilagene 2002.058-3 til 6). En oversikt over rasavsetningene er også framstilt i tabellform (vedlegg 1). Videre har de seismiske data gitt informasjon om skråninger og brattkanter/raskanter i løsmasser (kartbilag 2002.058-2). De seismiske dataene har også vært benyttet til å bestemme prøvepunkt.

2.4 Sedimentkjerner/overflateprøver

I april 2002 ble 21 korte sedimentkjerner tatt med Niemiestöprøvetaker fra "F/F SEISMA". Kjernene har en lengde på maksimum 60 cm. Kjernene ble tatt langs seismiske linjer innsamlet under NGU tokt 0201 (jmf. kartbilag 2002.058-1), med ett unntak.

Formålet med innsamling av disse kortkjernene har vært å gi en dokumentasjon av sedimenttyper (kornstørrelser) og enkle geotekniske egenskaper (skjærfasthet, vanninnhold) samt vurdere sedimenttypene opp mot den seismiske tolkningen av sedimentoverflaten. Videre er noen av sedimentkjernene tatt der skredmasser er registrert i overflaten, for om mulig å komme ned under disse. Dette ser ut til å ha lyktes i fire tilfeller. Referansekjernene (halvparten av kjernene) samt uttatt prøvemateriale til eventuell datering er lagret på NGUs kjølelager der det vil bli lagret i 2 år fra innsamlet dato.

Kjernebeskrivelsene finnes som vedlegg 2-1 til 2-21.

2.5 Posisjonering

All posisjoneringen er basert på satellittnavigasjon (differensiell GPS). Den differensielle GPS har imidlertid ikke dekning i deler av Trondheimsfjorden, slik at nøyaktigheten for posisjoneringen reduseres. Posisjoneringsnøyaktigheten for det undersøkte området er bedre enn 10 meter. WGS84 og UTM sone 32 er benyttet.

3. SEISMISK STRATIGRAFI

Vi har ingen lange sedimentkjerner i undersøkelsesområdet og har derfor ikke knyttet seismiske reflektorer opp mot aldersdaterte sedimenter. Det har heller ikke vært mulig å korrelere de unge seismiske enhetene med enheter som har vært kartlagt tidligere i Trondheimsfjorden i forbindelse med undersøkelser tilknyttet hovedgassrøret (Bøe m. fl. 1999, Bøe m.fl. 2000). Utenfor Trondheim Havn er sedimentene så påvirket av skred at det ikke er mulig å følge reflektorer gjennom området. Pga. lite avsetning, mye strømkraftighet eller utrasninger i holocen er det heller ikke mulig å følge reflektorer fra dypålen i Strindfjorden og opp gjennom traufjorden som avgrenser Midtfjordsgrunnen fra iskontaktområdet vest for Tautra/Frosta.

Som kronologisk markør har vi derfor benyttet oss av selve iskontaktavsetningen/morenergyggen som opptrer ved utløpet av Stjørdalsfjorden, over Åsenfjorden og ved Tautra (Tauraryggen) (Kartbilag 2002.058-02). Denne iskontaktavsetningen er korrelert til Yngre Dryas brefframrykk. To stratigrafiske hovedenheter er adskilt i den øvre sedimentpakken i Strindfjorden:

A. Holocen

Denne enheten er avsatt de siste ca. 10.000 år og representerer marine forhold i fjorden uten påvirkning av breer. Bunn av enheten, representert ved reflektoren **bunn holocen**, kan følges fra de proksimale delene over Yngre Dryas iskontaktavsetningene til de distale delene ut i fjordbassenget. Såfremt ikke utrasninger/turbiditeter eller strømmer har forårsaket erosjon, ligger enheten ofte konkordant over underliggende enhet. Reflektoren bunn holocen har varierende utseende i bassenget, avhengig av egenskapene til sedimentene i den underliggende lagpakken og beskaffenheten til de overliggende sedimentene. Det kan derfor være vanskelig å følge reflektoren i de ulike delene av bassenget, men på grunn av god

linjedekning mener vi å ha god kontroll på denne reflektoren. Opp skråninger og spesielt raskanter/brattkanter, har det vært vanskelig og til dels ikke mulig å følge reflektoren.

Den holocene lagpakken har varierende mektighet. I de mest beskyttede deler av bassenget er tykkelsen oftest mellom 8 og 12 m (10 og 15 ms twt), men kan være opp til 20 m (25 ms twt). I de grunnere områdene vest for Frosta og Tautra, vest for Skatval og områdene langs land, er tykkelsen mindre. Dette skyldes trolig at sedimentasjonshastigheten i disse områdene er lavere, bl.a. pga sterkere strøm enn i de dypere delene av bassenget i tillegg til at de dypeste delene virker som sedimentfeller. Vi har delt den holocene lagpakken i to deler, en nedre del (tidlig holocen) og en øvre del (sen holocen). Dette for bedre å visualisere at det holocene sedimentasjonsmiljøet varierer: Eldste del av holocen er karakterisert med markert hyppigere rasaktivitet enn den yngste del (se under). Todelingen av den holocene lagpakken er skjønnsmessig gjort fra profil til profil, slik at todelingen ikke nødvendigvis er kronologisk riktig siden sedimentasjonshastigheten vil ha variert både over tid og lokalt i bassenget. Figurene 3, 4, 5, 6, 7 og 8 illustrerer denne tydelige todelingen.

B. Allerød/Yngre Dryas (Al/YD)

Enheten, som ligger under bunn holocen reflektor, representerer perioden Allerød (istilbaketrekking) og Yngre Dryas (breframrykk) og er her benevnet Al/YD. Reflektoren **bunn Al/YD** indikerer flere steder en glasial erosjonsflate, og underliggende sedimenter kan være morenemateriale, deformerte (glasialdeformerte) glasimarine sedimenter eller glasimarine sedimenter. Figur 9 viser denne glasiale erosjonsflaten både mot morenemateriale og glasimarine sedimenter. Reflektoren bunn Al/YD er vanskelig å følge i bassenget. Dette skyldes store laterale variasjoner i sedimentasjonsmiljø under istilbaketrekkingen samt at det i denne perioden har vært stor skredaktivitet i fjorden (avsnitt 6).

Mektigheten på Al/YD enheten varierer, men den er generelt tykkere enn den holocene lagpakken. De største mektighetene finnes omkring Yngre Dryas iskontaktavsetning, der det har blitt akkumulert mye sedimenter i fronten av breen. I de dypere og mest sentrale delene av bassenget, er mektigheten ofte 20-24 m (25-30 ms twt). Vi har ikke fokusert i detalj på denne enheten, da den er mindre relevant i forhold til vurdering av en grenrørtrasé sammenlignet med den holocene enhet som både miljømessig og i tid mer kan sammenlignes med dagens situasjon. Vi har likevel valgt å se på skredaktiviteten innen Al/YD enheten da den største skredaktiviteten de siste 12.000 år trolig skjedde nettopp i løpet av denne perioden (bl. a. pga. hurtig landhevning, brennere miljø, eksponering av ustabile skråninger og drenering/ravinerer fra land) (avsnitt 6).

4. BUNNTYPER OG SEDIMENTFORDELING

Overflatesedimentene i det undersøkte området er vist på bunntypekart (kartvedlegg 2002.058-02). Kartet er utarbeidet på samme måte som bunntypekart fra øvrige deler av Trondheimsfjorden (Bøe m. fl. 2000), men er modifisert noe. Til framstilling av dette kartet er det benyttet overflateprøver (kortkjernene, vedlegg 2-1 til 2-21), seismiske data og batymetriske data fra Lundin m. fl. (2002). Multistråledata er hovedsakelig benyttet til tolkning av fjell, raviner og skred/erosjonskanter.

Nedenfor er det gitt en kort informasjon om de ulike bunntypene og andre observasjoner som er inntegnet på kartet.

Fjell

Bart fjell er kartlagt fra seismikken der det ikke er mulig å se sedimentene. Fjell opptrer hovedsakelig i de bratteste skråningene eller der det er markerte topper på batymetrien. Som følge av oppløsningen på de seismiske data (boomer, sleevegun), lav energiretur og mye sidereflekser, kan det ikke utelukkes at det stedvis ligger noe sediment over fjell.

Morene

Morene er kartlagt ut fra seismisk karakter og overflaterelieff/batymetri. Kaotiske refleksjoner, med høy energiretur er typisk for disse sedimentene samt akustisk transparente sedimenter. Morenematerialet i overflaten innenfor det undersøkte området er relatert til Yngre Dryas iskontaktavsetning. Det kan derfor ikke utelukkes at deler av materialet består av glasimarin leire, som avsatt nær bremarginer ofte gir en akustisk transparent karakter, eller strømvassatte (glasifluviale) sedimenter med grovmateriale/droppmateriale som kan gi opphav til kaotiske refleksjoner. Områdene som er kartlagt som morene kan lokalt være dekket med et tynt lag marine/glasimarine eller strømvaskede sedimenter. Eksempel på morenemateriale i dypere sedimentlag er vist i figur 9.

Glasimarin silt/leire

Glasimarin silt/leire er vanligvis kartlagt i områder med parallell og høyfrekvent akustisk lagdeling/laminering i de øverste lag. I områder der sedimentene har blitt forstyrret (utglidninger, setninger, migrering av grunn gass) kan disse vise en mer transparent eller strukturløs karakter. I flere av skredkantene/brattkantene framkommer glasimarine sedimenter. Eksempel på glasimarin silt/leire i dypere sedimentlag, og i overflaten/brattkant er henholdsvis vist i figur 9 og figurene 10 og 11. De glasimarine sedimentene kan i enkelte tilfeller være dekket av et tynt lag med holocene sedimenter. To prøver er tatt i bunn som er kartlagt som glasimarine sedimenter, men det er trolig kun den ene av disse (vedlegg 2-3) som har penetrert ned i glasimarin sediment (0,4 m under overflaten). Her opptrer de glasimarine sedimentene som tydelig laminert.

Marin silt/leire (holocen)

Den holocene silt/leire viser på samme måte som den glasimarine silt leire en akustisk lagdeling, men den holocene lagpakken har ofte en mindre høyfrekvent lagdeling, samt at nedre deler ofte kan være lysere og mer transparente (figurene 8, 12, 13 og 14). Kartlegging av reflektoren bunn holocen gir også en oversikt over hvor disse sedimentene ligger i overflaten. Usikkerheten er størst i de grunne områdene der det er vanskelig å følge denne reflektoren opp skråninger. I prøvene skiller den holocene marine silt/leire (6 prøver, vedlegg 2) seg noe fra den glasimarine silt/leire (vedlegg 2-3) når det gjelder de geotekniske egenskapene ved at den holocene silt/leire har et høyere vanninnhold.

Marin silt (holocen), inneholder noe sand og lite leire

Den marine silten er kartlagt i områder med mye strøm, som har redusert leirinnholdet. Dette er bekreftet ved to prøver (vedlegg 2-13 og 2-14). Noe sand, grusklaster (meget fin fraksjon) og små skjellfargemter observeres også i sedimentet. Den akustiske karakter viser kraftig refleksjon i overflaten med en mer strukturløs karakter under. Disse områdene er i distalskråningen av Yngre Dryas iskontaktavsetning vest for Frosta/Tautra og i høydeområdet ved traufomet i dette området. Eksempel er vist i figur 15.

Skredmateriale i overflaten

Skredmateriale i overflaten er kartlagt ut fra seismiske data og skyggerelieffkart (fra Lundin m. fl. 2002). En nærmere omtale av disse er presentert i avsnitt 6.

Skredkanter/brattkanter

Kartlegging av skredkanter/brattkanter i løsmasser er basert på tolkning av seismiske data og skyggerelieffkart (fra Lundin m.fl. 2002). Høyden på kantene og eventuelt hvorvidt de er unge/gamle er ikke vurdert. I tilfeller der det står sedimenter igjen i slike skredkanter/brattkanter eller andre bratte skråninger er dette avmerket på kartet som **"observerte partier der det står igjen sedimenter i skredkanter/brattkanter"**. Eksempel på slike brattkanter/raskanter og/eller gjenstående sedimenter er vist i figurene 3, 4, 10 og 11.

Raviner

Raviner er tolket fra seismikk og skyggerelieffkart (fra Lundin m. fl. 2002). Eksempel på et seismisk profil som krysser to raviner er vist i figur 11.

Setningskanter

Setningskanter er kartlagt fra seismiske data og skyggerelieffkart (fra Lundin m.fl. 2002). Disse har som regel lav høyde. Hvorvidt de er unge/gamle er ikke vurdert. Eksempel er vist i figurene 5 og 13.

Enkelte steder er det observert grunn gass som migrerer til overflaten og flere steder er det indikasjoner på grunn gass i underliggende glasimarine sedimenter (eksempel figur 16). Pockmarks er observert i overflaten, hovedsakelig i de indre deler av Strindfjorden (utenfor Haugsberget). Det understrekes imidlertid at forslag om mulig grenrørtrasé (avsnitt 8) ikke ligger innenfor områder der det er indikasjoner på grunn gass.

5. RASAVSETNINGER

Kartlegging av rasmasser er hovedsakelig basert på seismiske data. Når det gjelder rasmasser i overflaten, har skyggerelieffkart og detaljert batymetrikart fra Lundin m.fl. (2002) til en viss grad vært benyttet, og da til avgrensning av rasområdet. Topasdataene er benyttet hovedsakelig til kartlegging av rasmasser i overflaten og i de øvre delene av den holocene lagpakken. Boomerdata er benyttet til kartlegging i hele lagpakken. Dette impliserer at den beste oppløsning og dekning er fra de øverste sedimentlag.

Rasavsetningene i den holocene lagpakken og i overflaten er alle nummererte, og en oversikt over samtlige er gitt i vedlegg 1. Her framkommer opplysninger som stratigrafisk posisjon, opptreden (linje og skuddpunkt), mektigheter (min. og maks), dyp under sedimentoverflaten, karakter på overflate og undergrense, hvor raset er initiert fra/transportretning etc. Rasnummer framkommer også på de seismiske figureksempelene og i kartvedleggene fra disse stratigrafiske nivåene.

Identifisering av ras i de seismiske data er gjort ut fra enhetenes geometri, akustisk karakter og overflatemorfologi. Rasenhetene har ofte en beliggenhet i nedre deler av eller ved foten av skråninger (erosjonskanter/brattkanter, sedimentskråninger), ved utløp av raviner eller tilknyttet dreneringsløp fra land. De eldste rasene kan være relatert til utrasninger på distalskråningen av Yngre Dryas iskontaktavsetning.

Prøvemateriale fra rasmasser i overflaten finnes fra 11 lokaliteter (vedlegg 2). Rasmateriale er markert mer kompakt og har et generelt lavere vanninnhold enn den holocene marine silt/leire. I flere tilfeller inneholder rasavsetningene også små grusklaster, sand,

skjellfragmenter og klaster av leire. De kartlagte rasavsetningene inkluderer proksimale turbidittavsetninger, men overgangen til distale turbidittavsetninger er vanskelig å definere.

5.1 Rasavsetninger i perioden Allerød/Yngre Dryas (ca. 12.000- ca.10.000 år siden)

Rasavsetninger fra dette tidsintervallet forekommer i store deler av det undersøkte området (kartbilag 2002.058-03). Pga. redusert seismisk oppløsning nedover i stratigrafien, antas det at utbredelsen av kartlagte rasavsetninger er et minimum. Det meste er konsentrert langs fjordens dypål og ved foten av sedimentskråninger. Rasavsetningene er initiert fra sedimentskråninger, fra distalskråningen av Yngre Dryas iskontaktavsetning, både utfor Stjørdalsfjorden og vest for Frosta, og deltaet til Nidelva. Vest for Tondheim er disse rasmassene innblandet i yngre rasmasser, og det har vært vanskelig å skille dem fra hverandre. Den store utbredelsen av rasmasser i denne perioden relateres til

-Et brenært sedimentasjonsmiljø, der generering av massestrømmer kan knyttes direkte til bremarginen.

-Høy sedimentasjonshastighet, også i bratt terreng, som gir opphav til ustabile skråninger

-Hurtig landhevning (Reite m. fl. 1999) som eksponerer glasimarin leire på land med økende raviner og elveerosjon. Nidelva med utløp i Trondheim Havn er den eneste store elven som leverer sediment til området. Av mindre elver kan nevnes Vikelva med utløp i Ranheimsbukta og Storelva med utløp i Saksvikbukta. Sistnevnte skjærer i dag gjennom Yngre Dryas randmorene.

Eksempler på rasavsetninger fra denne perioden er vist i figurene 3, 9, 10 og 12.

5.2 Rasavsetninger i tidlig del av holocen (ca. 10.000- ca. 5.000 år siden)

Rasavsetninger avsatt i første del av holocen forekommer mot Strindfjordens dypål utenfor hele strandsonen øst for Trondheim, og da mest på strekningen Østmarkneset til Hundhamaren (kartbilag 2002.058-04). Vest for Tondheim er disse rasmassene innblandet i rasmasser ulik alder (jmf. kommentar under avsnitt 6.1). Rasavsetninger fra denne perioden opptrer også ved foten av sørskråningen til den store trauforamen vest for Frosta. Størstedelen av disse rasavsetningene har stedvis erosiv undergrense. Se tabell i vedlegg 1 (ras nr. 24-41) for en nærmere beskrivelse av de enkelte rasavsetninger. Utbredelsen av rasmassene i denne perioden relateres til:

-Svært hurtig landhevning fram til for ca. 8500 år siden, da landhevningssraten ble lavere (Reite m. fl. 1999). Dette gjør at det skjer en ytterligere eksponering av glasimarin leire på land med fortsatt økende raviner og elveerosjon. Mange ustabile sedimentskråninger kan i denne perioden ha vært utsatt for utrasninger.

-Utrasninger på ustabile sedimentskråninger som følge av økt jordskjelvaktivitet. Det har blitt observert at økende jordskjelvaktivitet har skjedd flere steder av Norge som følge av bevegelse i jordskorppe i forbindelse med avsmeltningen (og trykkletting) av de store ismassene (Olesen m. fl. 2000).

Eksempler på rasavsetninger fra denne perioden er vist i figurene 3 (ras nr. 31), 4 (ras nr. 31), 5 (ras nr. 31), 7 (ras nr. 28), 9 (ras nr. 26, 27 og 28), 10 (ras nr. 31), 12 (ras nr. 37), 14 (ras nr. 24) og 17 (ras nr. 24 og 25).

5.3 Rasavsetninger i sen del av holocen (siste ca. 5.000)

Rasmateriale avsatt i den øvre halvdel av den holocene lagpakken har markert mindre utbredelse enn i de underliggende sedimentene (kartbilag 2002-058-05). Totalt 11 separate rasavsetninger er kartlagt (vedlegg 1, ras nr. 13-23).

De mest markerte (største) rasavsetningene fra denne perioden forekommer som vifteformer foran sedimentskråningen utenfor Haugsberget/Vikhamar, utenfor Østmarknes/(Rotvoll) og utenfor ravine ved Trondheim Havn. Erosive undergrenser er stedvis observert for de fleste av disse store rasavsetningene. Se tabell i vedlegg 1 (ras nr. 13-23) for en nærmere beskrivelse av de enkelte rasavsetninger. Utbredelsen av rasmassene i denne perioden relateres til:

-Fortsatt eksponering av glasimarin leire på land med ravinering og elveerosjon i disse. Det kan tenkes at de mest ustabile skråningene (både på land og i submarine miljø) allerede raste ut i første halvdel av holocen.

-Den glasimarine leiren utsettes for stadig mer utvasking, og kvikkleireskred vil forekomme. Punktering av kvikkleiren skjer ved elve-/bekkeerosjon, grunnvannsutvasking og utrasninger.

Eksempler på rasavsetninger fra denne perioden er vist i figurene 3 (ras nr. 16), 6 (ras. nr. 13), 14 (ras nr. 14 og 15), 17 (ras nr. 13) og 18 (ras nr. 17 og 18).

5.4 Rasavsetninger i overflaten

Rasavsetninger i overflaten og som er antatt å ha en ung (resent) alder er framstilt i kartbilag 2002.058-06. Totalt 12 separate rasavsetninger er kartlagt (vedlegg 1, ras nr. 1-12). Flere av disse rasavsetningene er svært tynne (under 1,6 m (2 ms twt)) og registreres kun på topasdata. Flere steder er også rasmasser indikert i overflaten ved en lokalt utbredt uryddig overflate. Dette gjør at den tilsynelatende økende skredaktiviteten i resent tid, ikke trenger være reell, men kan være et utslag at de akustiske metodenes begrensning. Rasmasser i overflata er hovedsakelig kartlagt ved utløpet av Nidelva (utenfor Trondheim Havn) og på strekningen Saksvik-Haugberget. Uryddig overflate som indikerer ung erosjon av masse og avsetning forekommer på moreneskråningen vest for Frosta og ned nordskråningen av den store trauforamen.

Eksempler på rasmasser i overflaten er vist i figurene 7 (ras. nr. 2), 13 (ras nr. 6), 14 (ras nr. 2), 15 (ras nr. 11), 19 (ras. nr. 1), 20 (ras nr. 2), 21 (ras nr. 6, dårlig kvalitet på linja), 22 (ras nr. 12), og 23 (ras nr. 11).

Erosiv undergrense er kun observert stedvis i forbindelse med ras nr 6 (utenfor Trondheim Havn). Se tabell i vedlegg 1 (ras nr. 1-12) for en nærmere beskrivelse av de enkelte rasavsetninger. Utbredelsen av rasmassene i denne perioden relateres til:

-Menneskelig aktivitet som initierer utrasninger

-Landhevningen fortsetter, men i betydelig slakere tempo. For framtiden kan det tenkes at ekstreme vær-situasjoner (økt nedbør og stormer) kan øke risikoen for utrasninger. Punktering av kvikkleireforekomster på land (i strandsonen eller tilknyttet dreneringskanaler som ender ut i fjorden) vil fortsatt være en fare (se avsnitt 6.3).

6. SEDIMENTSKRÅNINGER

Flere steder i det undersøkte området opptrer skredkanter i løsmasser eller det ligger sedimenter i bratte skråninger. Disse områdene er avmerket på kartbilag 2002.058-02. Kantene har varierende høyde og helningen varierer mellom 7-8 grader og opp mot 20 grader. I mange av tilfellene er seismiske reflektorer kuttet mot brattskråningene, og mangel på overliggende sedimenter kan indikere at utrasningene er ganske unge og/eller at det på disse skråningene ikke avsettes sedimenter i dag. Noen steder ligger det et tynt sedimentlag som draperer skråningene, noe som indikerer at utrasningene er eldre og at det i dag skjer en netto akkumulasjon eller ikke-avsetning på disse.

Eksempler på brattskråninger der det gjenstår sedimenter er vist i figurene 3, 4, 10 og 11.

Områdene der det forekommer mest slike brattskråninger er på strekningen øst for Østmarkneset til Vikhammer, langs hele strekningen sør for Midtfjordsgrunnen, sørskråningen av den store trauformen og vest for Frosta/Tautra.

7. VURDERING AV GRENRØRTRASÉ

En mulig grenrørtrasé, med oppkoblingspunkt nær Tautraryggen (vest for Tautra på vanddyp 40-50 m) og landfallsområde ved Østmarkneset er tegnet inn i figur 24 og kartbilag 2002.05.02. Ranheim, som var ønsket landfallsområde, er lite gunstig ut fra at det i dette området forekommer store sedimentmektigheter, registererte kvikkleireforekomster på land samt at det er registerert skredkanter og skredgroper langs strandsonen både undersjøisk og på land (jmf. Lyså m. fl. 2001). De videre undersøkelsene har bekreftet at Ranheim er lite gunstig. Mye raviner og brattkanter med sedimenter karakteriserer hele det undersjøiske området utenfor Ranheim. Under de gitte forutsetninger, med oppkoblingspunkt på vanddyp grunnere enn 250 m og landfall nær Trondheim, synes Østmarkneset, basert på de data som vi har hatt tilgang på, som det beste alternativ til rørtrasé. Følgende bemerkninger og kriteringer for valg av denne trasé kan gis:

-i) Landfallsområdet i bassengbunnen og opp skråningen mot land må være fjell eller stabil sedimentskråning. Det bør ikke forekomme større sedimentmengder som kan rase ut i denne skråningen. Det best egnede stedet vil derfor være Østmarkneset der bart fjell er kartlagt opp skråningen i en nesten 1 km bred sone (kartbilag 2002.050-02). Mot land ligger det noe sedimenter. Et tynt sedimentlag ligger over fjell ca. 150 m øst for dette (figur 8), mens lengre øst står sedimenter igjen i brattkant (figur 3).

-ii) Ingen områder med potensiell mulighet for rasavsetninger må opptre noen steder langs traséen. Traséen bør ikke legges der det er rasmasser i overflaten da dette kan indikere at området i dag kan være utsatt. Ut fra på de kartlagte rasmassene i overflaten (kartbilag 2002.050-02 og 2002.058-06), er den tenkte traséen lagt utenom disse. Ras nr. 6 (kartbilag 2002.058-06, vedlegg 1), som er initiert fra Trondheim Havn, har en østlig utbredelse ca. 250 m fra den tenkte trasé, men det vil være mulig å legge traséen noe lengre østover. Utover dette er det registrert rasmasser i overflaten/uryddig overflate på den slake skråningen vest for Tautra/Frosta (ras nr. 11, kartbilag 2002.058-06, vedlegg 2 og figurene 15 og 23), ca. 500 m nedenfor den tenkte traséen. Hvorvidt det er mulighet for utrasninger lengre opp skråningen bør derfor vurderes.

-iii) Rasavsetninger fra øvre holocen bør ikke krysses av traséen av samme grunn som gitt under punkt ii). Dette stratigrafiske nivået antas å representere de siste ca. 5000 år, men da vi ikke har noen dateringer, **er alderen høyst usikker**. Prøvetaking og dateringer anbefales. Rasavsetninger fra dette intervallet er kartlagt utenfor Østmarkneset, utenfor Trondheim og rett nord for dette (nordsiden av dypålen). Ras nr. 16 (kartbilag 2002.058-05, vedlegg 1 og figur 3) kiler ut vestover ved den tenkte traséen, men det er sannsynlig at distale turbidittavsetninger forekommer videre vestover. Stedvis er det registrert erosiv undergrense assosiert med denne rasavsetningen. En nøyaktig plassering mellom de helt unge rasavsetningene utenfor Trondheim havn i vest og de noe eldre rasavsetningene rett utenfor Østmarkneset i øst bør vurderes nærmere.

-iv) Traséen krysser områder der det er kartlagt ca. 5.000-10.000 år gamle rasavsetninger. Flere av disse har stedvis erosive undergrenser. Også her er **alderen usikker**, og prøvetaking og dateringer anbefales.

-v) I området sør for Midtjordsgrunnen, der traséen følger/passéerer midtålen, kan det være aktuelt å grave ned ledningen som tiltak mot erosjon fra tunge skredstrømmer (jmf. punkt ii) og iii)). En bedre prøvetaking og datering av rasmassene samt vurdering av erosjonsdybde anbefales. Gitt at aldersantagelsene er riktige, gir tolkningene grunnlag for å anta at sannsynligheten for slike hendelser er tilstrekkelig liten slik at nedgraving ikke vil være nødvendig.

-vi) For å legge et grenrør opp mot tilkoblingspunktet ved Tautra, må traséen gå opp sedimentsskråningen sør for den store trauforamen. Basert på vårt datagrunnlag, har vi valgt en trasémulighet som går opp skråningen der denne er slakest og der det ikke er registrert brattkanter/erosjonskanter. Setninger i sedimentet forekommer (figur 25). Det er også registrert flere erosjonskanter og bratte sedimentsskråninger i dette området (kartbilag 2002.050-02). Høydeforskjellen i skråningen er ca. 60-70 meter, som gir en gjennomsnittlig helning av sjøbunnen på ca. 5-6 grader. Det finnes partier der helningen er opp mot 10-15 grader. Dette området peker seg ut som det mest aktuelle for eventuelle geotekniske undersøkelser. Normalkonsolidert leire (neddykket) er stabil ved skråningshelninger opp mot 10-15 grader med mindre det er poreovertrykk i grunnen eller at området utsettes for betydelig belastninger fra jordskjelv og lignende.

-vii) I sjøkart nr. 130 (Trondheimsfjorden) er det i de sentrale deler av bassenget avmerket et område som "dumfelt for jernslag". Den korteste ruten for traséen vil ligge innenfor dette feltet. Alternativ trasé utenfor dette feltet vil være mulig.

-viii) Samtlige erosjonskanter og bratte sedimentsskråninger som kan tenkes å berøre granrørtraséen, bør vurderes for mulige utrasninger og eventuelle konsekvenser (utstrekninger, erosjonsdybder og pålagring/deformasjon). Dette kan sees i sammenheng med punkt v).

8. REFERANSER

Bjerkli, K. og Olsen, H.A. Maringeologisk kartlegging i området Trondheim-Hommelvik, Sør-Trøndelag. NGU Rapport 89.047.

Bøe, R., Thorsnes, T., Longva, O., Mauring, E., Ottesen, D. og Sveian, H. 1999. Marine skredprosesser i Trondheimsleia og Trondheimsfjorden – fase 1. NGU Rapport 00.079. (Fortrolig)

Bøe, R., Rise, L., Mauring, E., Thorsnes, T. 2000. Sedimenter og sedimentasjonsmiljø i Trondheimsleia og Trondheimsfjorden – oppsummering av undersøkelser (fase 2) i forbindelse med gassrørledningstrasé Tjeldbergodden – Skogn. NGU Rapport 2000.045. (Fortrolig)

Lundin, E. R., Lyså, A. og Olsen, H.A. 2002. Batymetri – Trondheimsfjorden/Strindfjorden. Delrapport (Skredvurderinger knyttet til mulig grenrør inn til Trondheim). NGU Rapport 2002.017. (Fortrolig)

Lyså, A., Lundin, E. og Nowacki, F. 2001. Forstudie – Skredvurdering knyttet til mulig grenrør inn til Trondheim. NGU Rapport 2001.099. (Begrenset distribusjon)

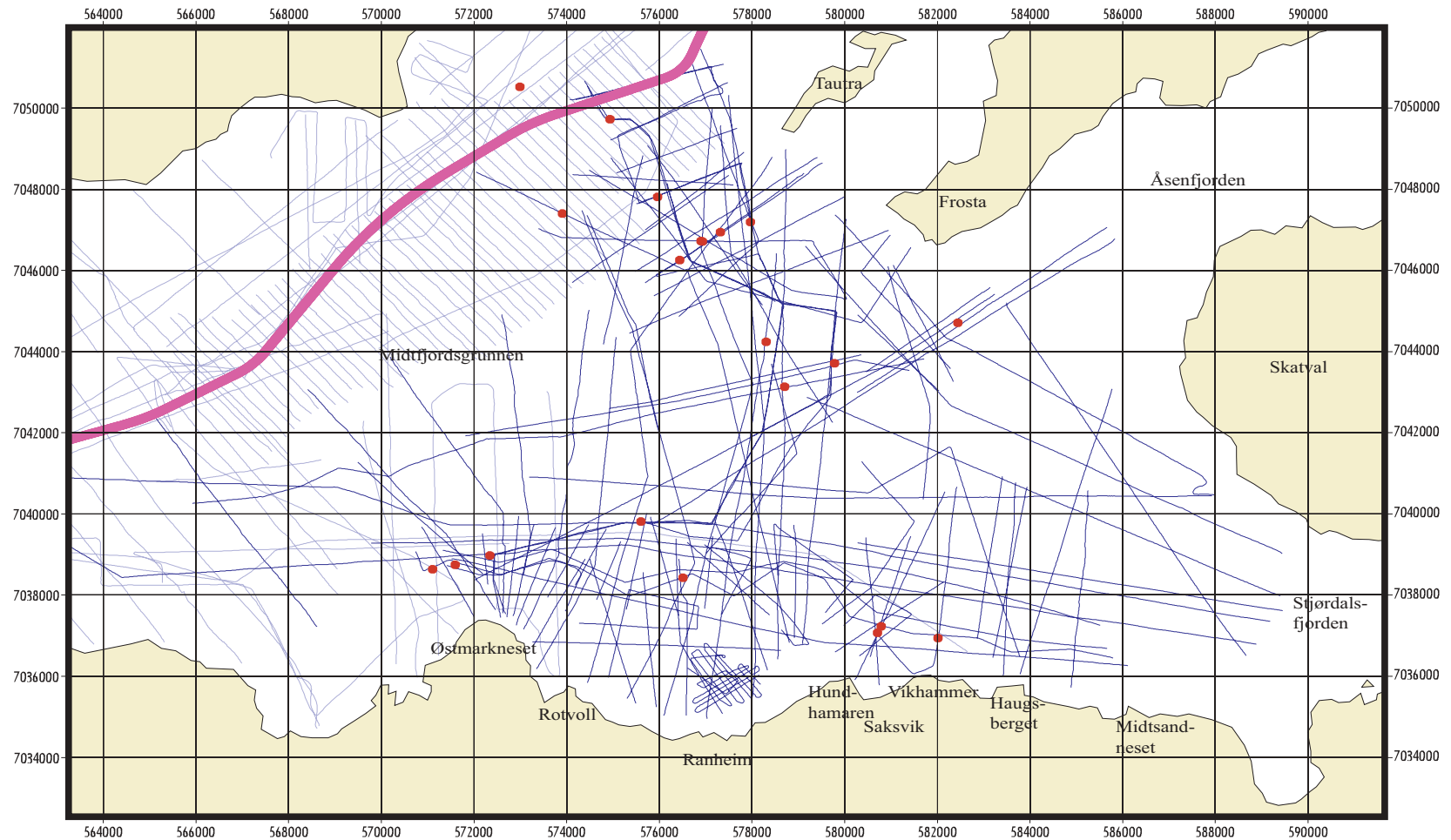
Mauring, E., Bøe, R., Rise, L., Thorsnes, T. 2000. Detaljerte dybdekart og skyggerelieffkart i Trondheimsleia og Trondheimsfjorden langs en mulig gassrørledningstrasé mellom Tjeldbergodden og Skogn. NGU Rapport 2000.046. (Konfidensiell)

Olesen, O., Blikra, L.H., Dehls, J. og Olsen, L. 2000. Norge i bevegelse. NGU Årsrapport, s. 10-11.

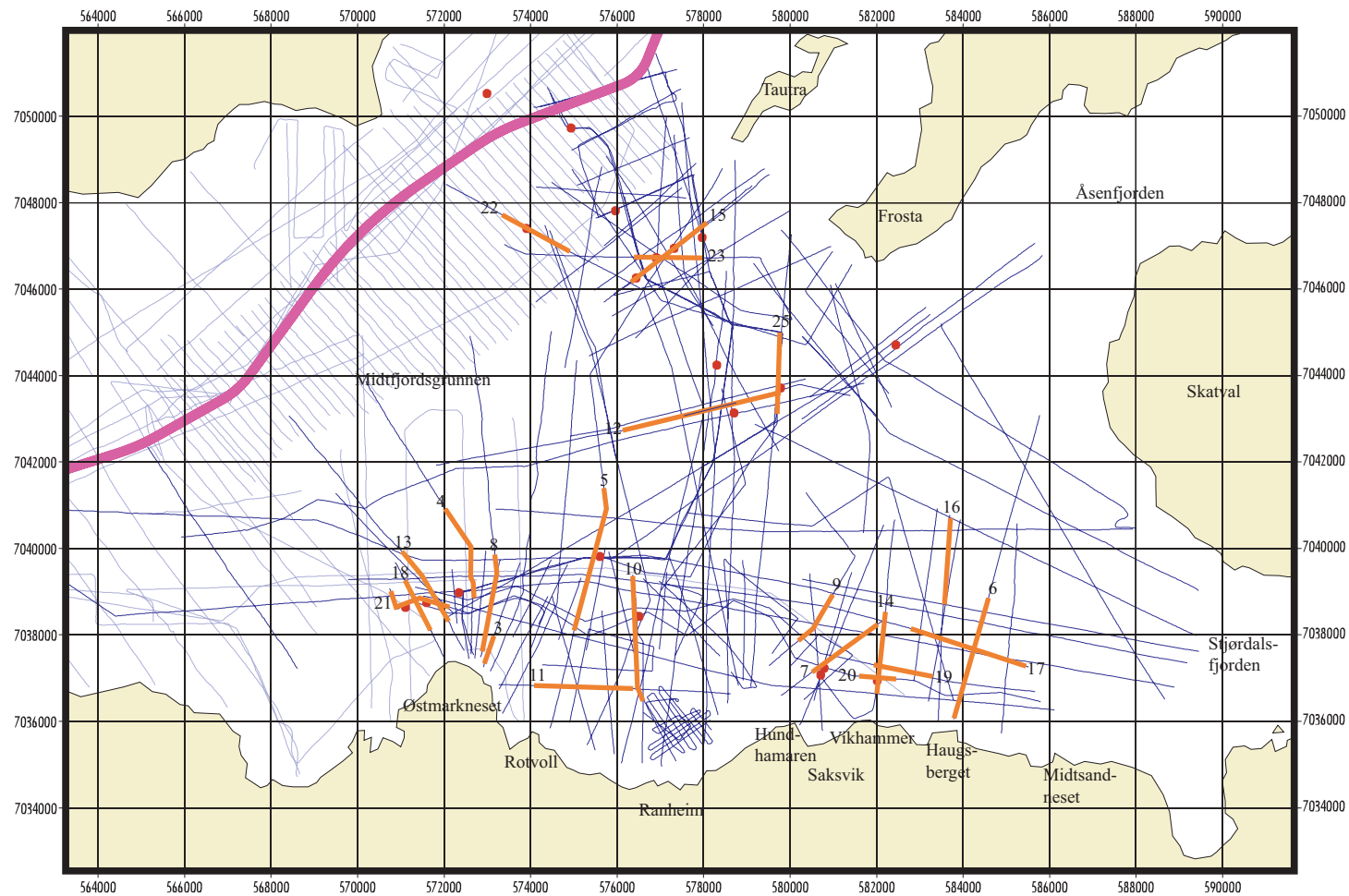
Reite, A.J. 1995. Deglaciation of the Trondheimsfjord area, central Norway. Norges Geologiske Undersøkelse Bulletin 426, 1-30.

Reite, A.J., Sveian, H. og Erichsen, E. 1999. Trondheim fra istid til nåtid – landskapshistorie og løsmasser. Gråsteinen 5. Norges Geologiske Undersøkelse.

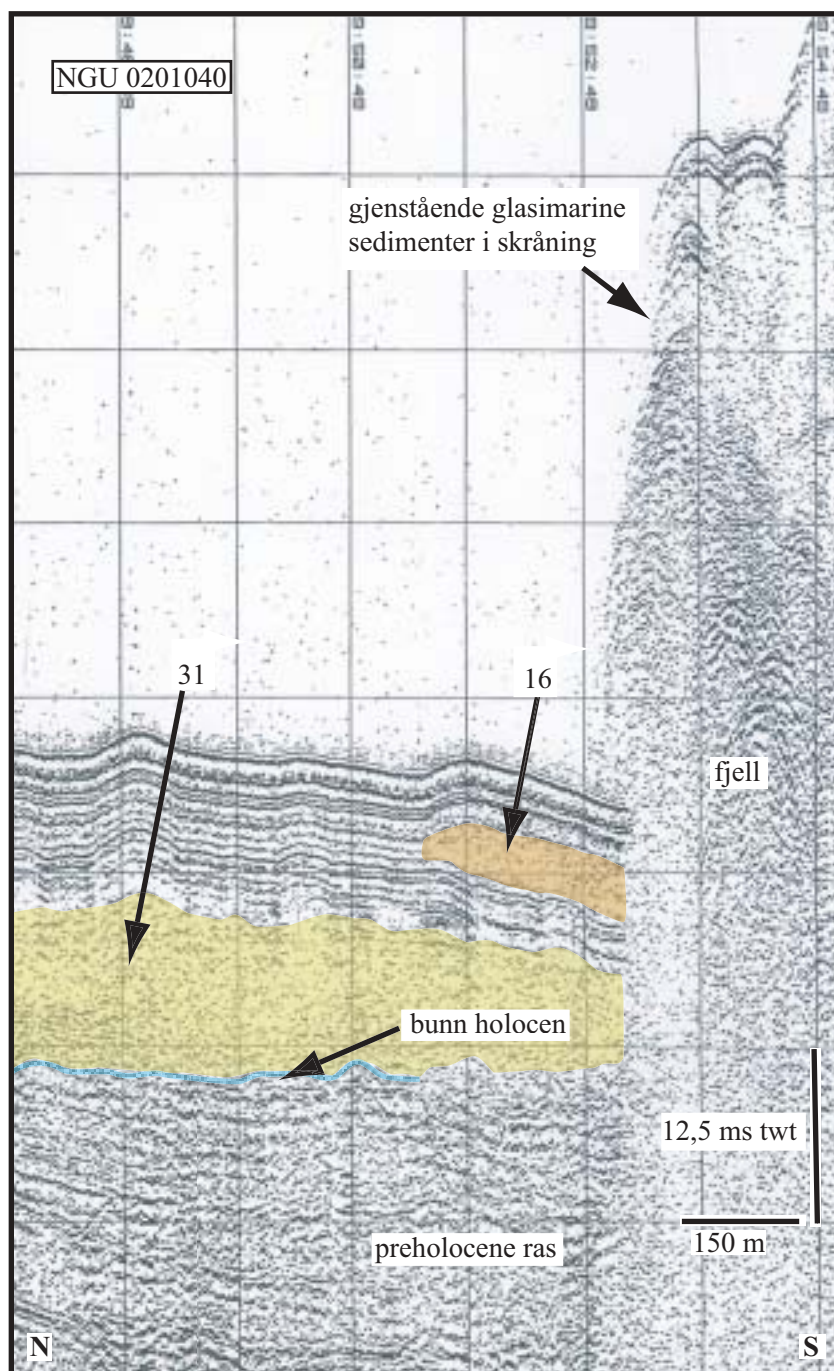
Sveian, H. og Reite, A.J. 1999. Marine skredprosesser i Trøndelag – Delrapport: Potensielt utsatte områder på land langs strandsonen. NGU Rapport 99.116. (Fortrolig).



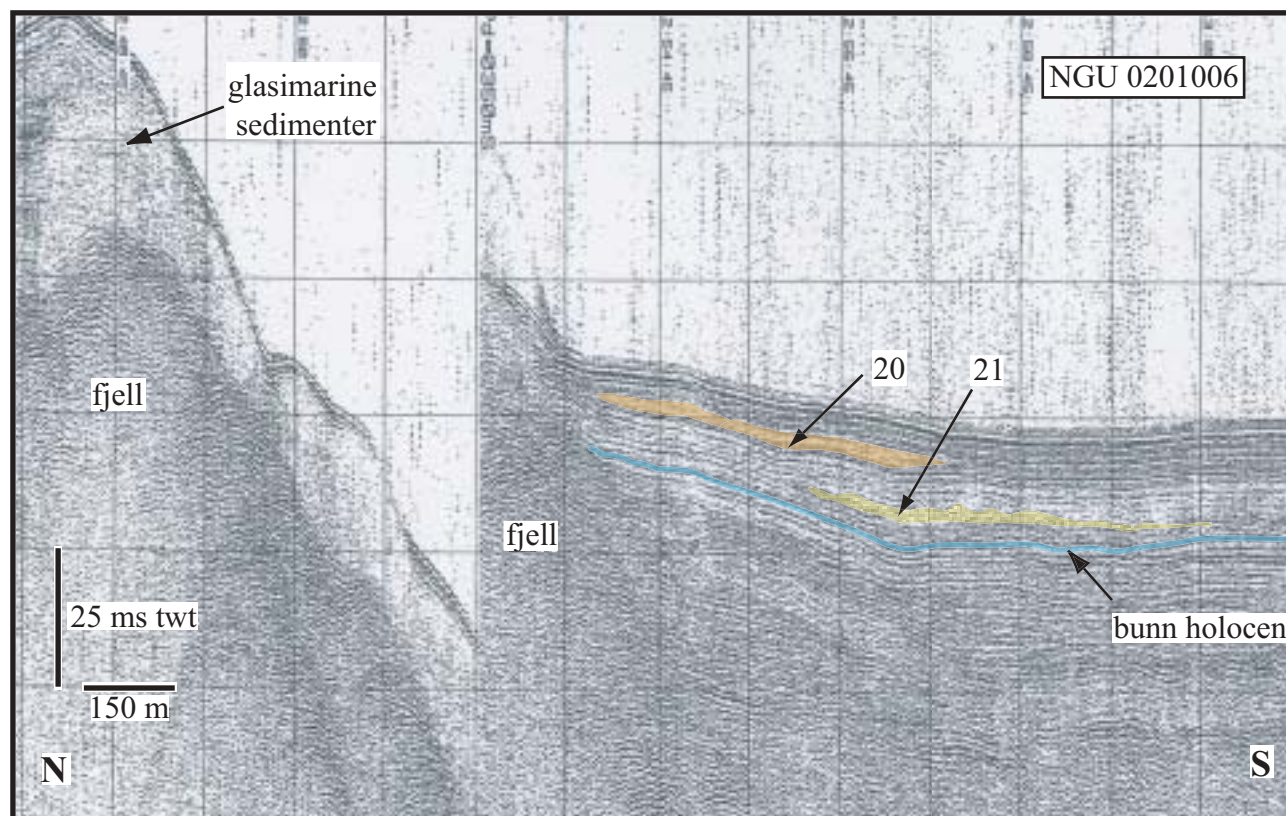
Figur 1.
Kart over Strindfjorden/Trondheimsfjorden som viser linjedekning og prøvepunkter, NGU tokt 0201. Trase for hovedgassledning er inntegnet. Tidligere innsamlede data er vist med stiplede linjer.



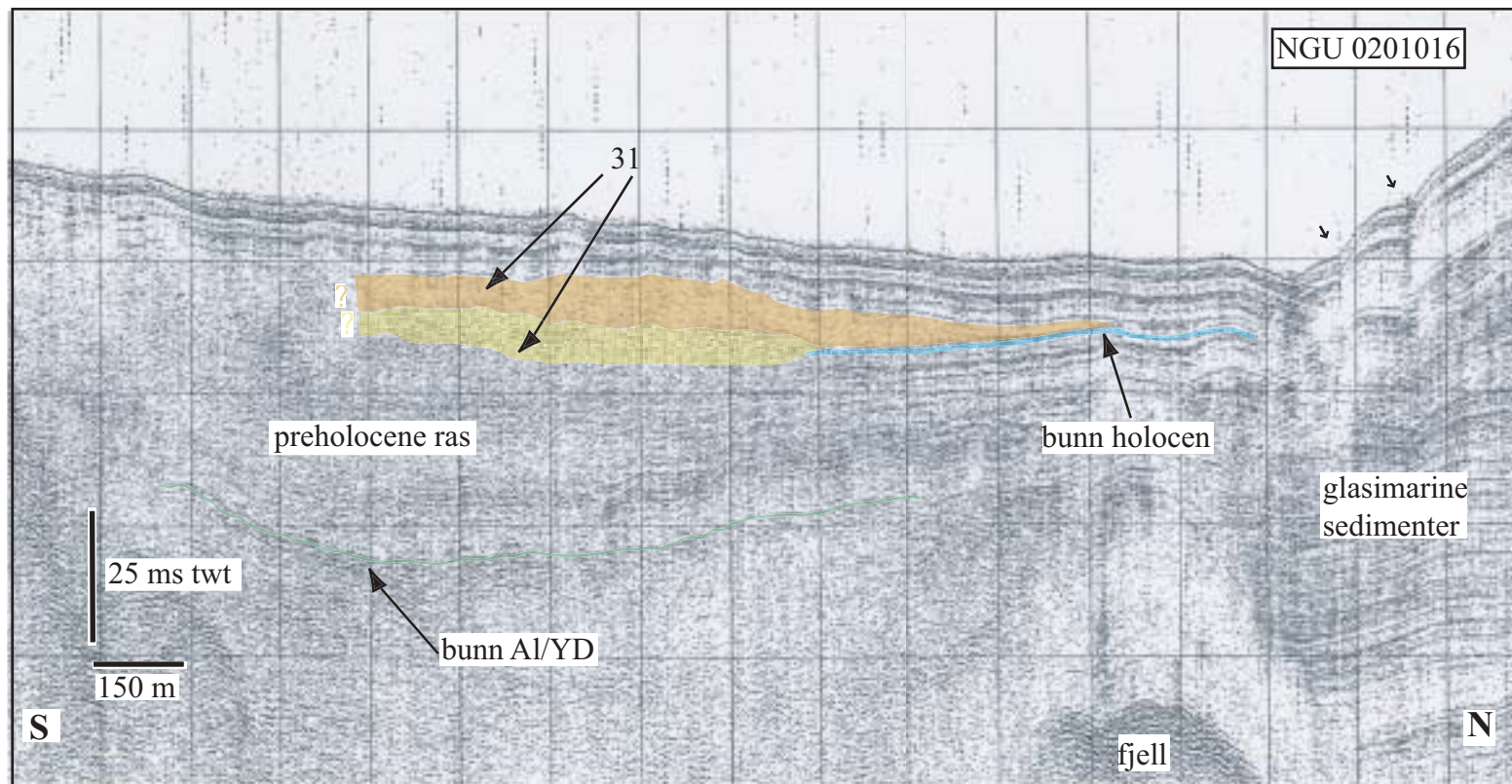
Figur 2.
 Kart over Strindfjorden/Trondheimsfjorden som viser linjedekning og prøvepunkter, NGU tokt 0201. Trasé for hovedgassledning er inntegnet. Utsnitt fra ulike seismiske profiler er markert med tilhørende



Figur 3. Utsnitt av seismisk profil 0201040 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet ligger ca. 450 meter øst for den foreslåtte landfallstrasé. Holocene rasavsetninger er indikert med nummer. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.2-5.3 og vedlegg 1.

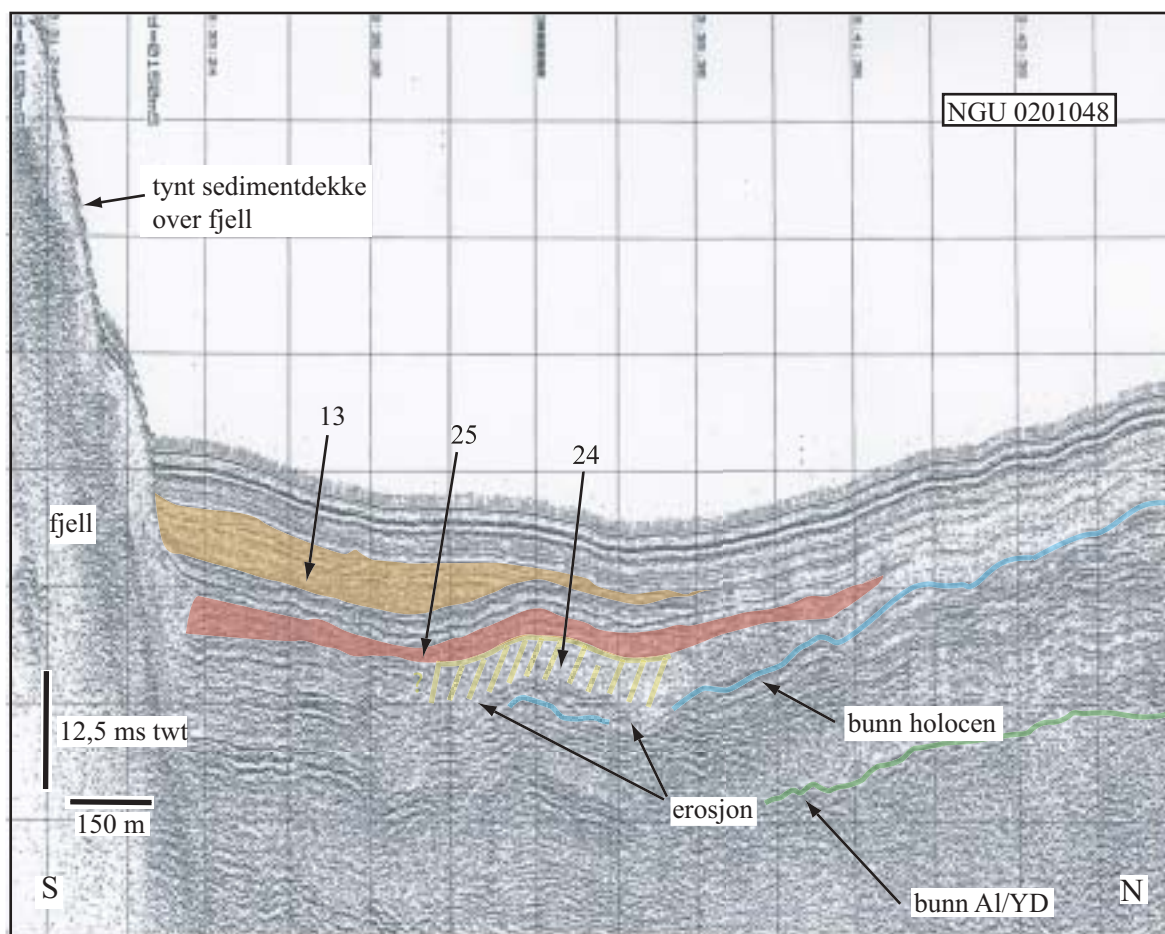


Figur 4.
 Utsnitt av seismisk profil 0201006 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser brattkant med sedimenter nord for Østmarkneset samt holocene rasavsetninger indikert med nummer. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.2-5.3 og vedlegg 1.



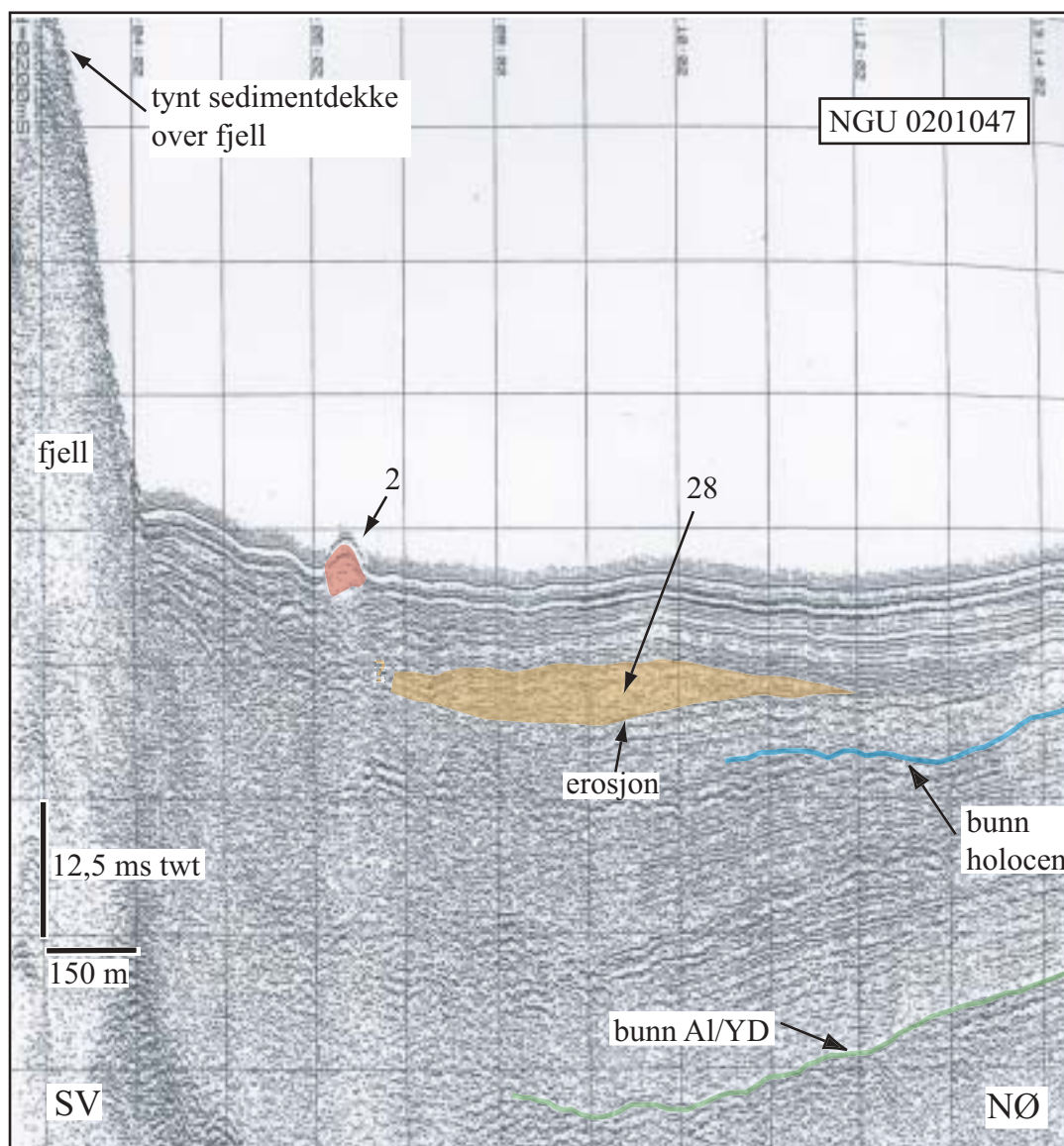
Figur 5.

Utsnitt av seismisk profil 0201016 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser rasavsetninger fra holocen indikert med nummer. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.2 og vedlegg 1. Legg merke til at to separate skredhendelser kan skilles ut innen raskompleks 31 og at undergrensen er erosiv i de mest proksimale deler. Setninger i sedimentene på nordskrånningen er merket med små piler. AI/YD = Allerød/Yngre Dryas.

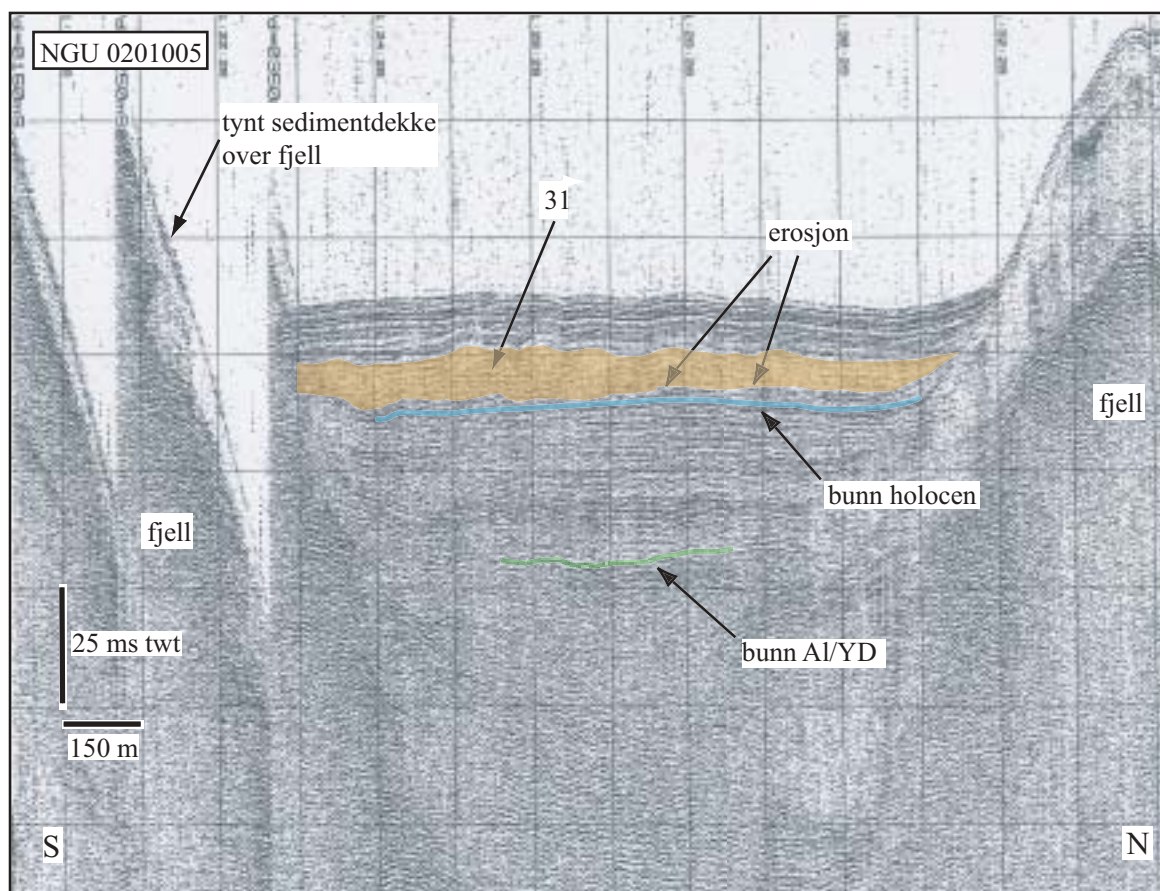


Figur 6.

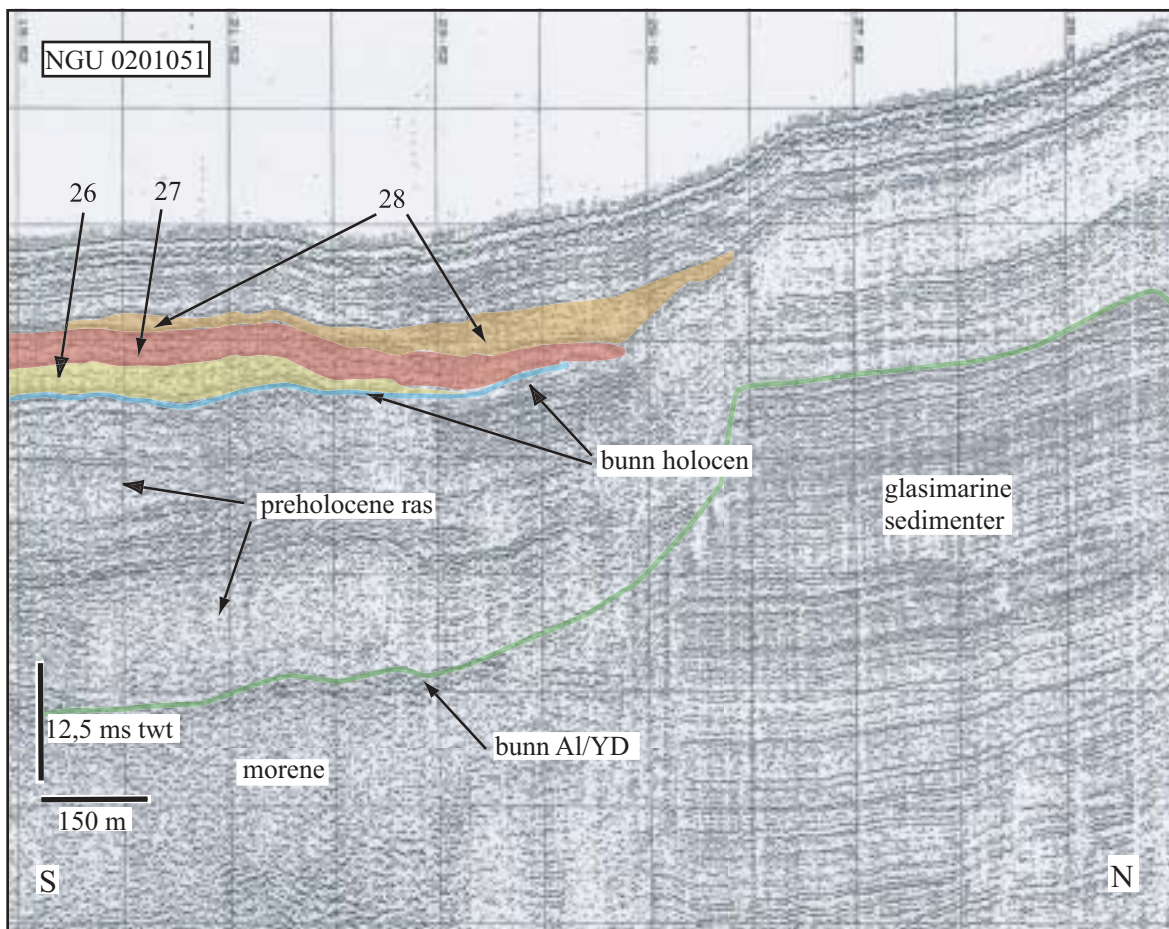
Utsnitt av seismisk profil 0201048 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser flere nivå med rasavsetninger i nedre del av holocen. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.2 og vedlegg 1. AI/YD = Allerød/Yngre Dryas.



Figur 7.
 Utsnitt av seismisk profil 0201047 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering).
 Utsnittet viser rasmasser i overflaten (2) og i holocen (28). Rasnummer som

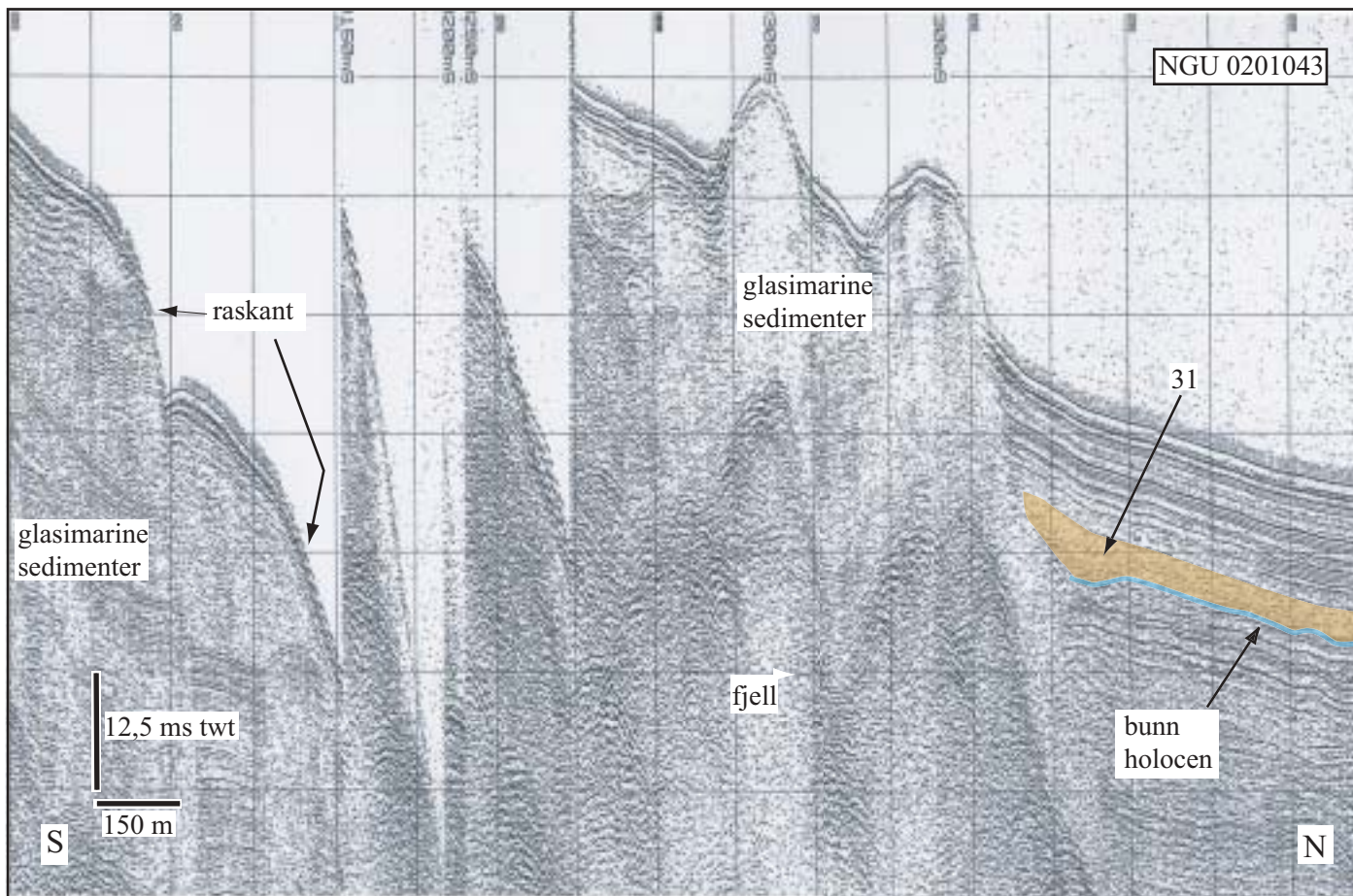


Figur 8. Utsnitt av seismisk profil 0201005 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet er ca. 300 meter fra foreslått landfallstrasé utenfor Østmarkneset. Raskompleks 31 med erosiv undergrense er indikert. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.2 og vedlegg 1. AI/YD = Allerød/Yngre Dryas.

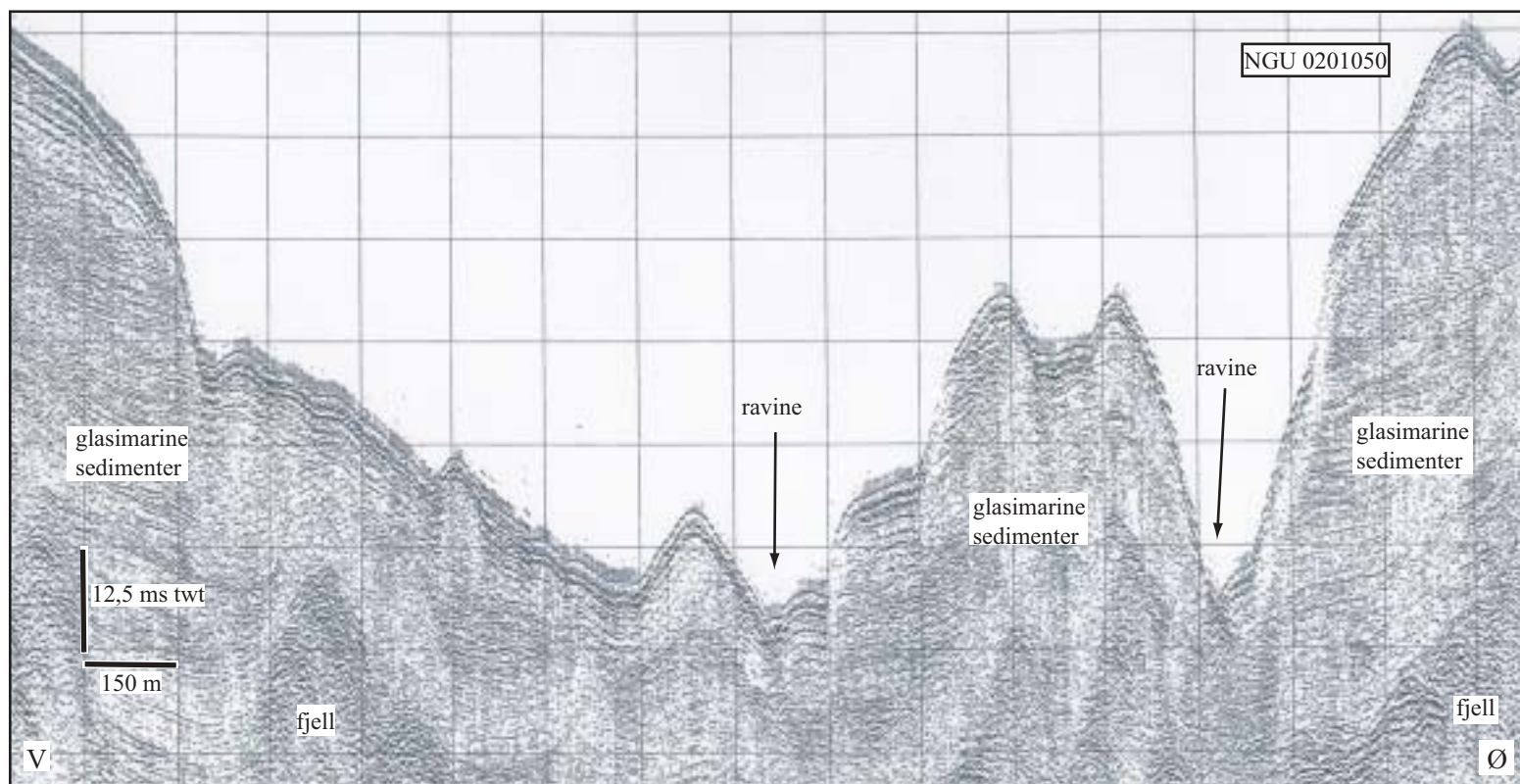


Figur 9.

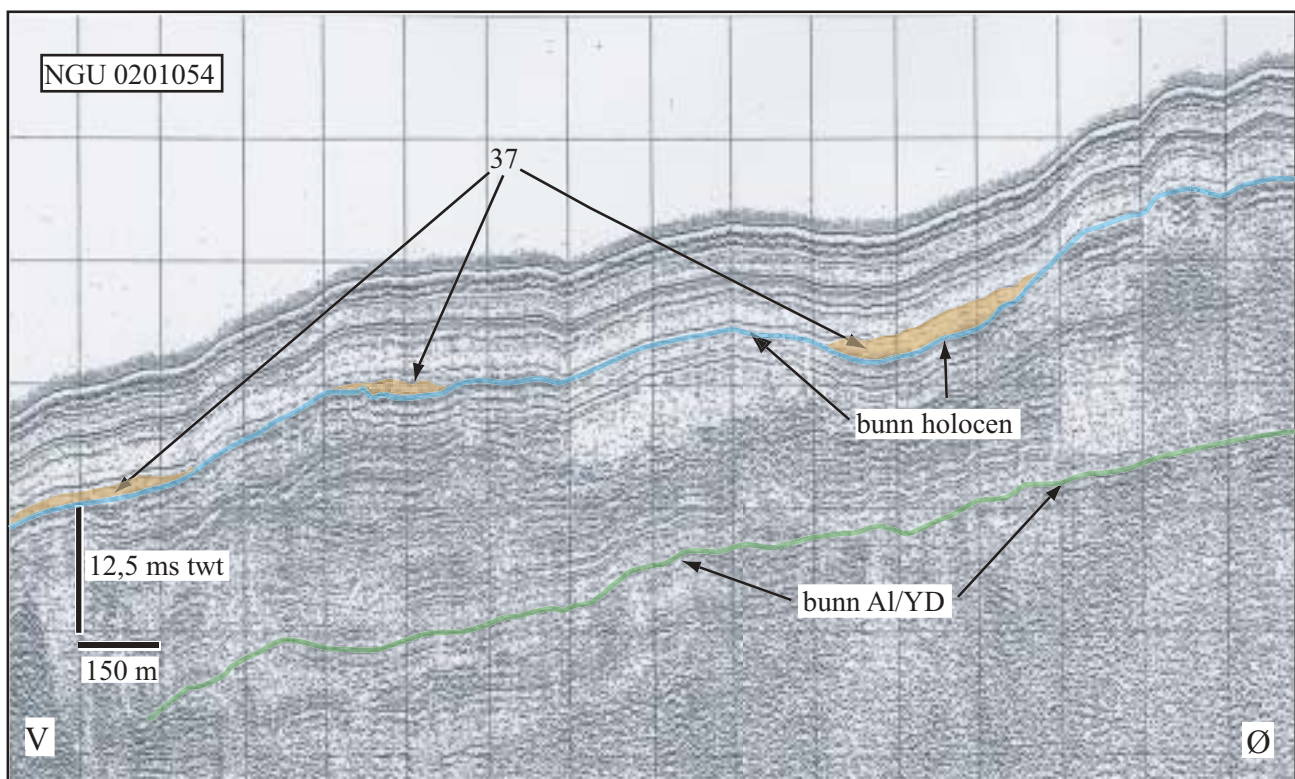
Utsnitt av seismisk profil 0201051 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser flere nivå med holocene rasavsetninger. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.2-5.3 og vedlegg 1. Legg merke til tydelig glacial erosjonsflate. AI/YD = Allerød/Yngre Dryas.



Figur 10. Utsnitt av seismisk profil 0201043 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser brattkanter i glasimarine sedimenter utenfor Ranheim. Raskkompleks nr. 31 er indikert. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.2 og vedlegg 1. Legg merke til erosiv undergrense i de mest proksimale deler.

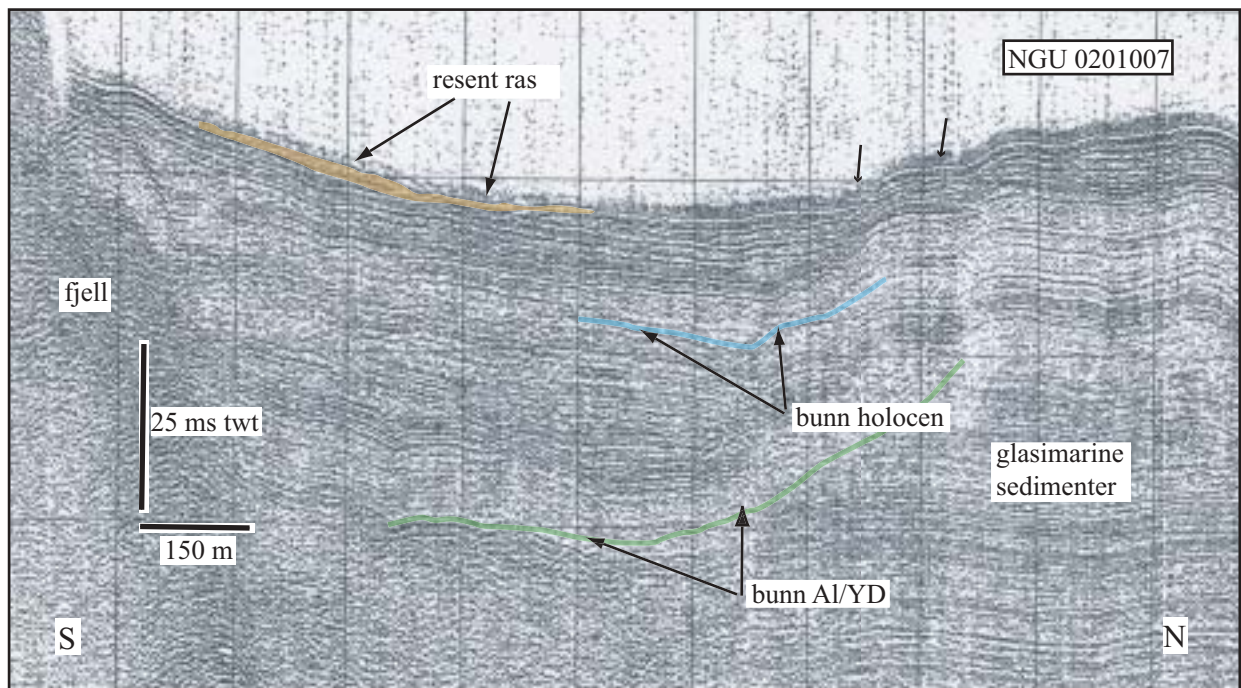


Figur 11.
Utsnitt av seismisk profil 0201050 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser brattkanter og raviner i glasimarine sedimenter utenfor Ranheim.

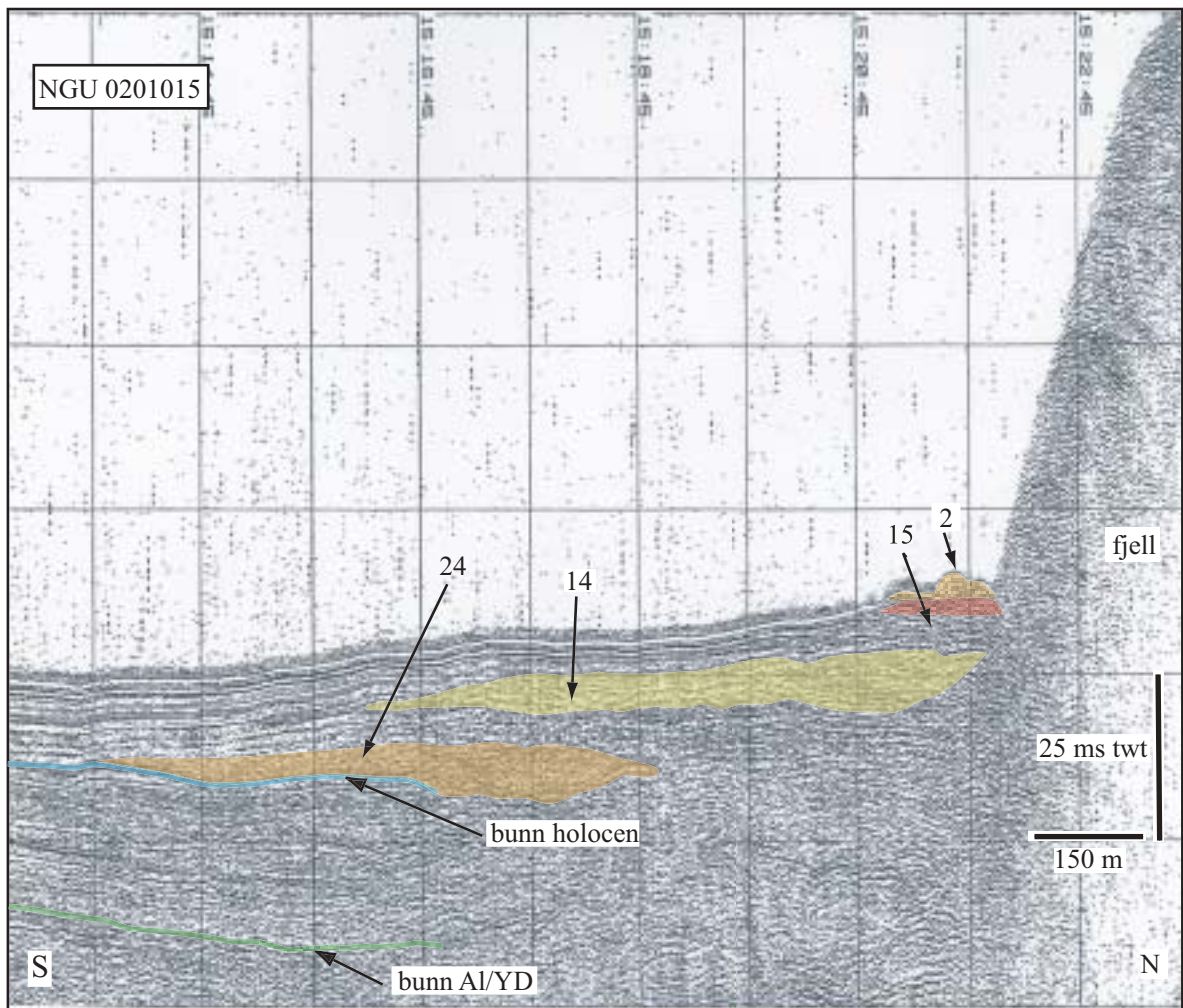


Figur 12.

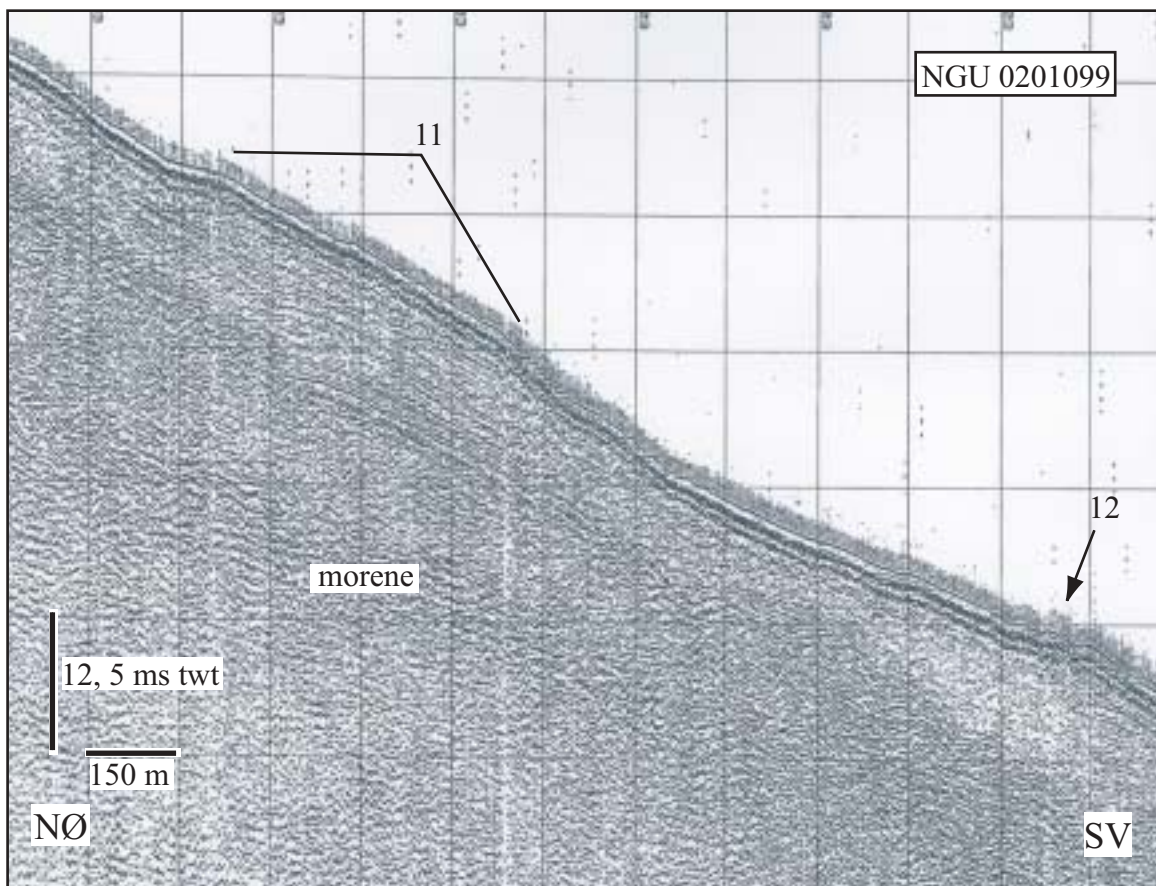
Utsnitt av seismisk profil 0201054 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet er fra foten av sedimentskråningen sør for den store trauformen. I nedre deler av den holocene lagpakken finnes tynne rasavsetning (ras nr. 37). Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.2 og vedlegg 1. AI/YD = Allerød/Yngre Dryas



Figur 13. Utsnitt av seismisk profil 0201007 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser rasmasser i overflaten (6), ca. 400 meter vest for foreslått landfallsområde ved Østmarkneset. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.4 og vedlegg 1. AI/YD = Allerød/Yngre Dryas.

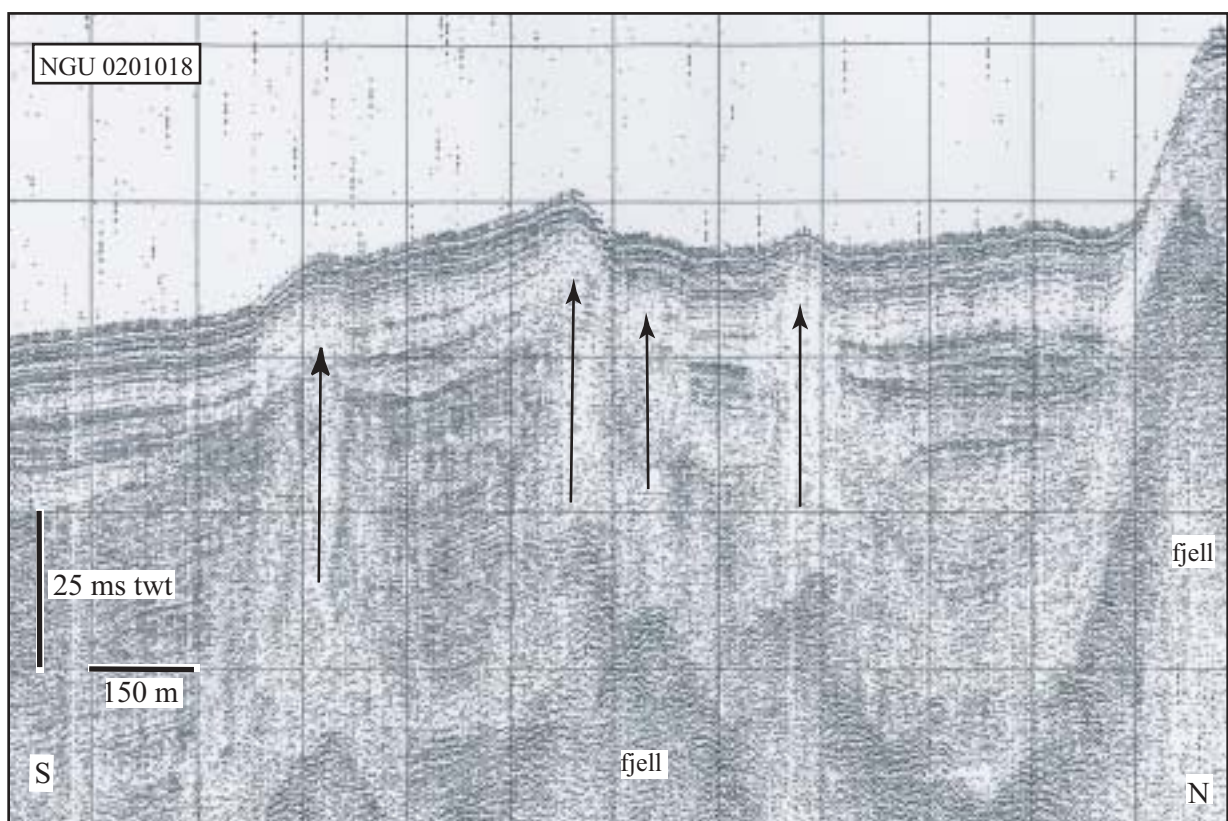


Figur 14.
 Utsnitt av seismisk profil 0201015 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser rasmasser i overflaten (2) og i holocen (14, 15, 24) utenfor Vikhamar. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.2-5.4 og vedlegg 1. Al/YD = Allerød/Yngre Dryas.

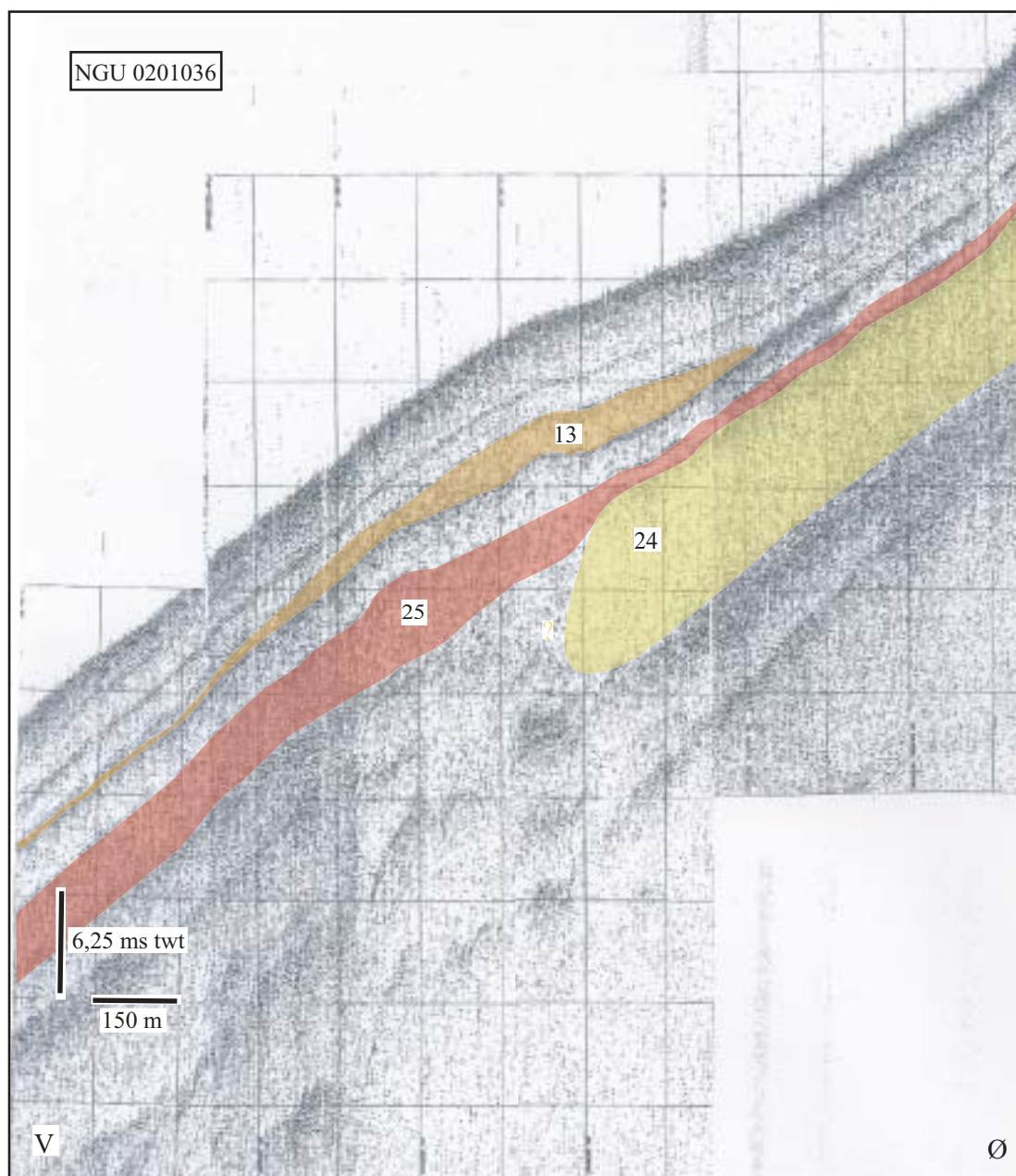


Figur 15.

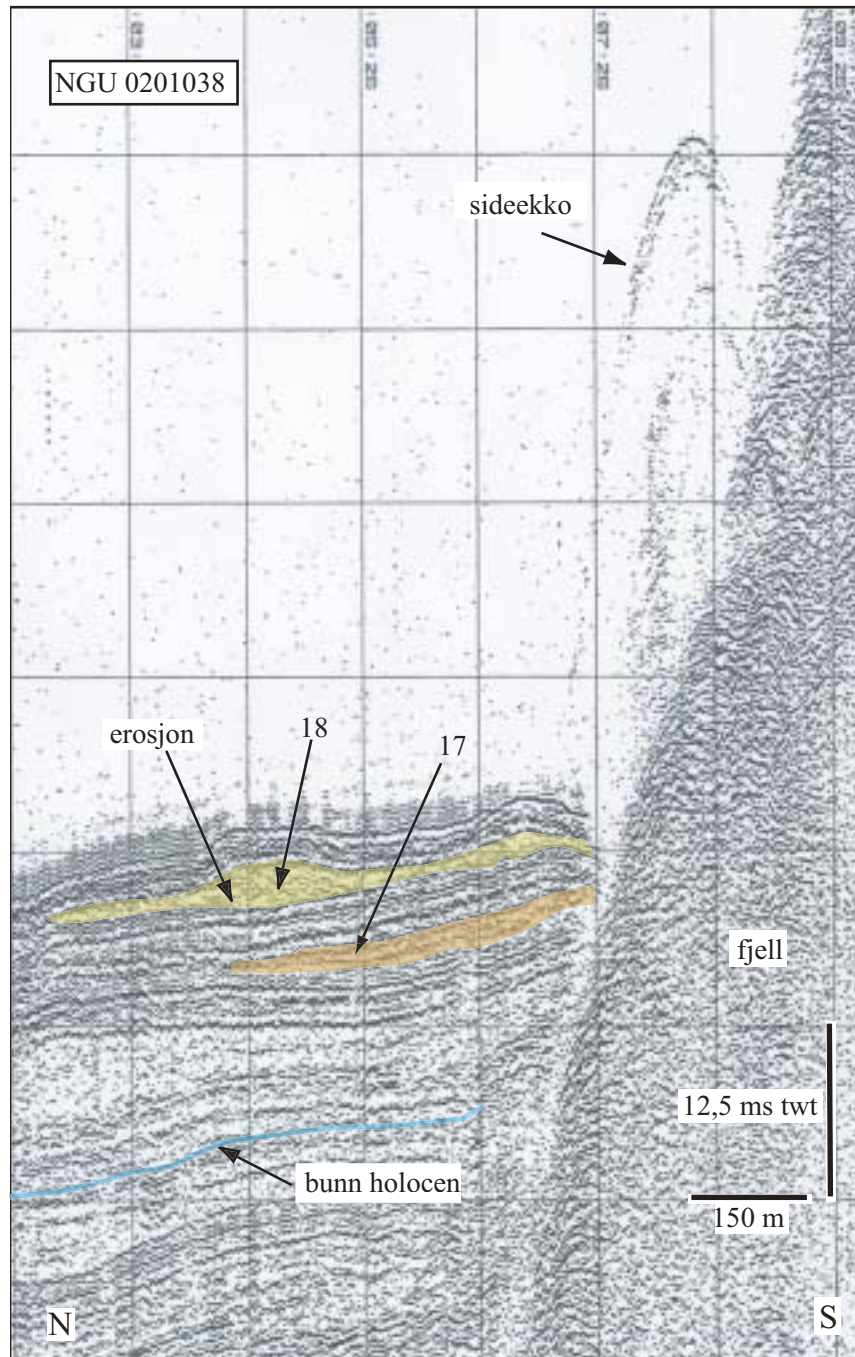
Utsnitt av seismisk profil 0201099 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser tynne rasavsetninger i overflaten (nr. 11 og 12, jmf. vedlegg 1) på moreneskråningen vest for Tautra/Frosta. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.4 og vedlegg 1.



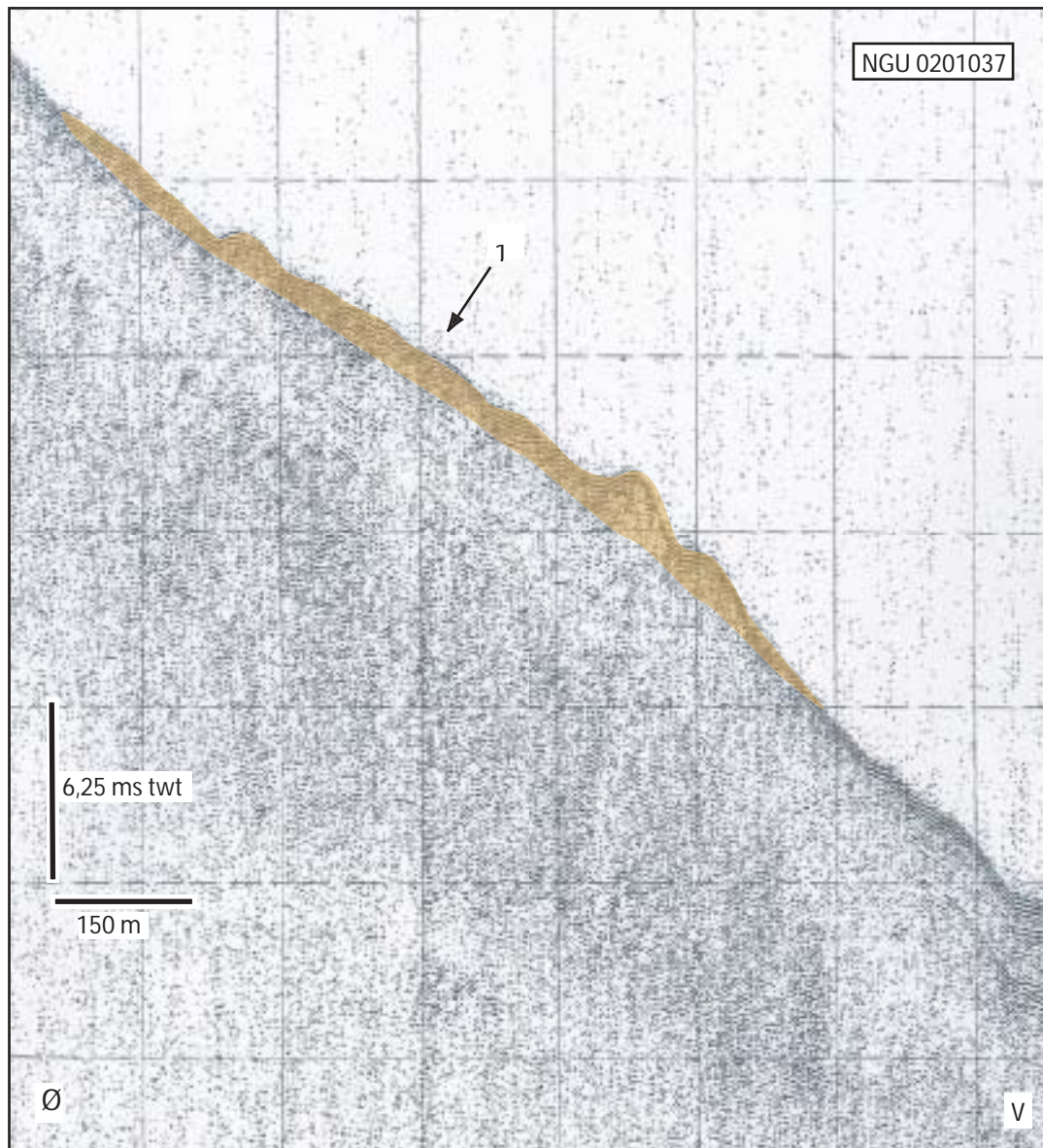
Figur 16.
Utsnitt av seismisk profil 0201018 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser opptreden av grunn gass (piler) i glasimarine sedimenter utenfor Haugsberget



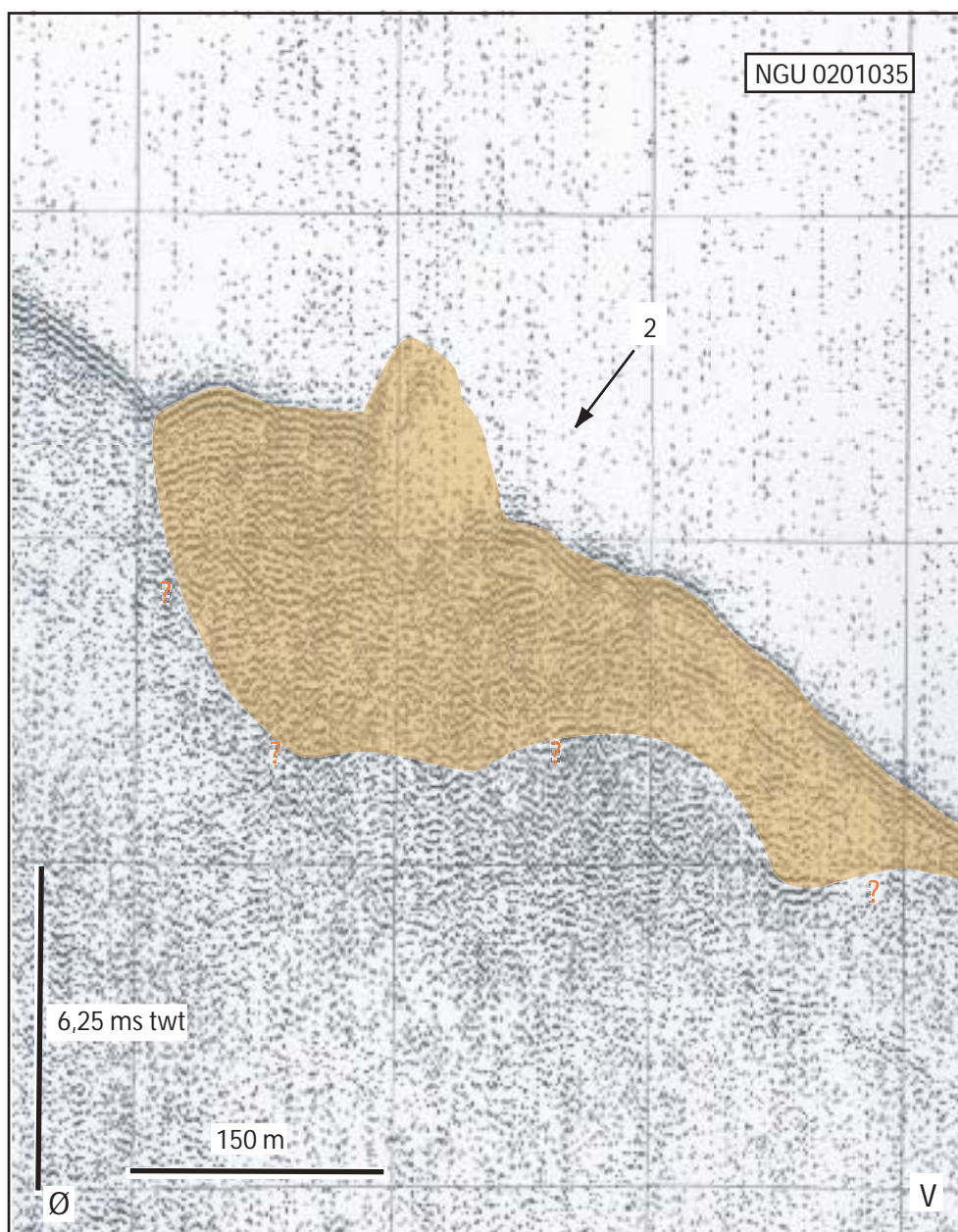
Figur 17.
Utsnitt av seismisk profil 0201036 (topas) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser rasavsetninger i holocen. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.2-5.3 og vedlegg 1.



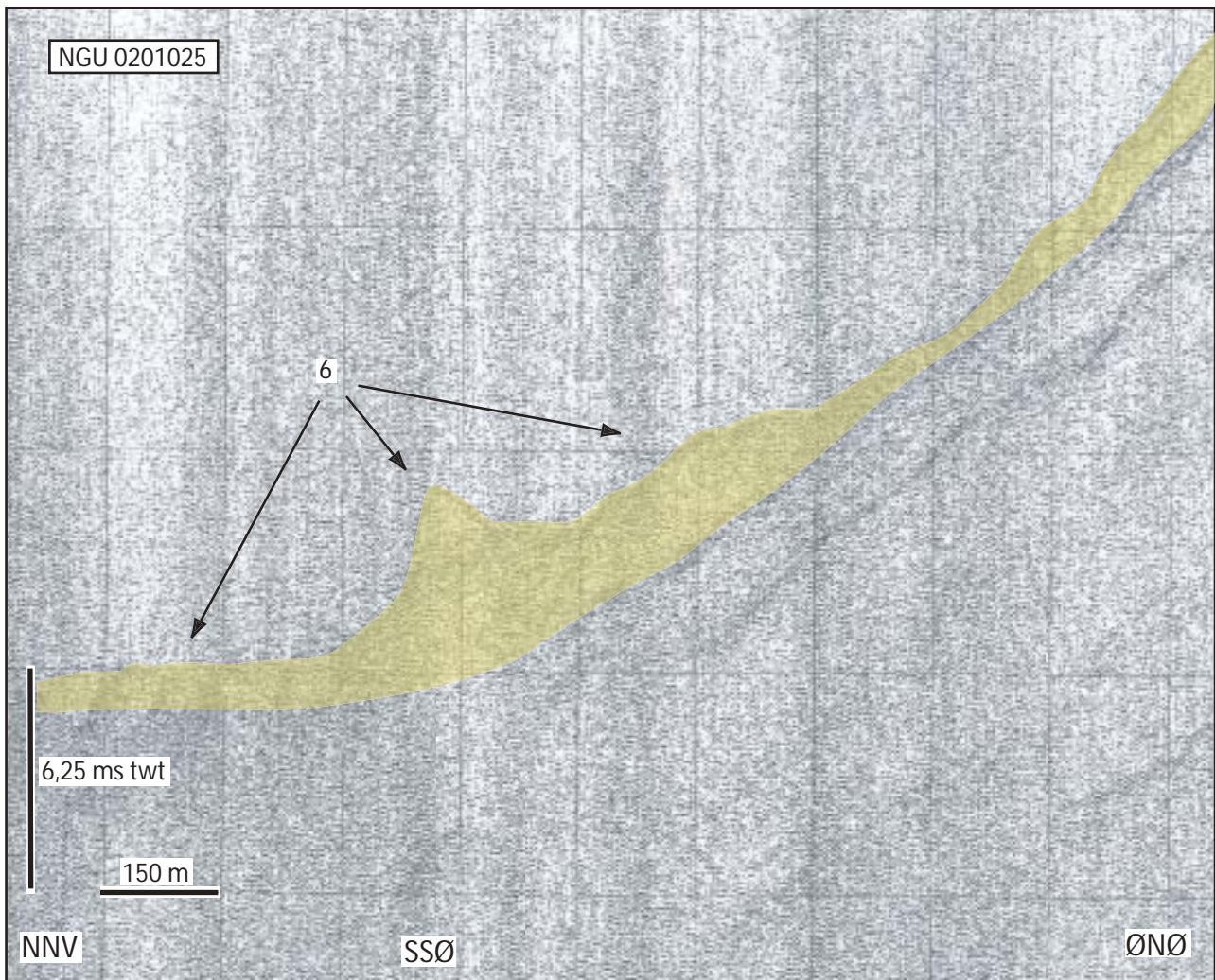
Figur 18.
 Utsnitt av seismisk profil 0201038 (boomer) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser oppkomsten av holocene rasavsetninger (17 og 18) ca. 800 meter vest for den foreslåtte landfallstrasé. Legg merke til erosiv undergrense av ras 18. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.2-5.3 og vedlegg 1.



Figur 19.
Utsnitt av seismisk profil 0201037 (topas) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser tynne rasavsetninger i overflata. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.4 og vedlegg 1.

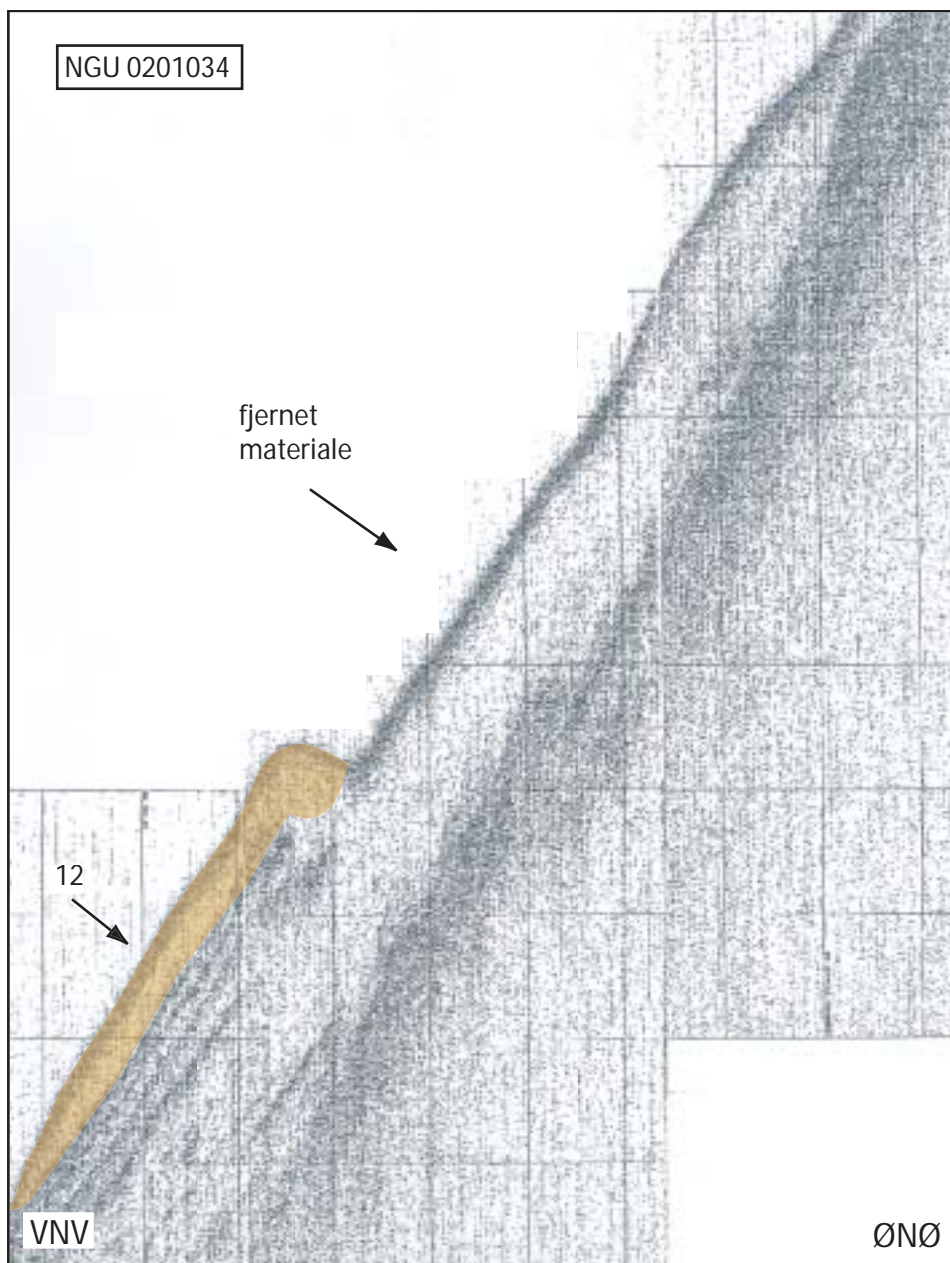


Figur 20.
Utsnitt av seismisk profil 0201035 (topas) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser rasmasser i overflata. Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.4 og vedlegg 1.

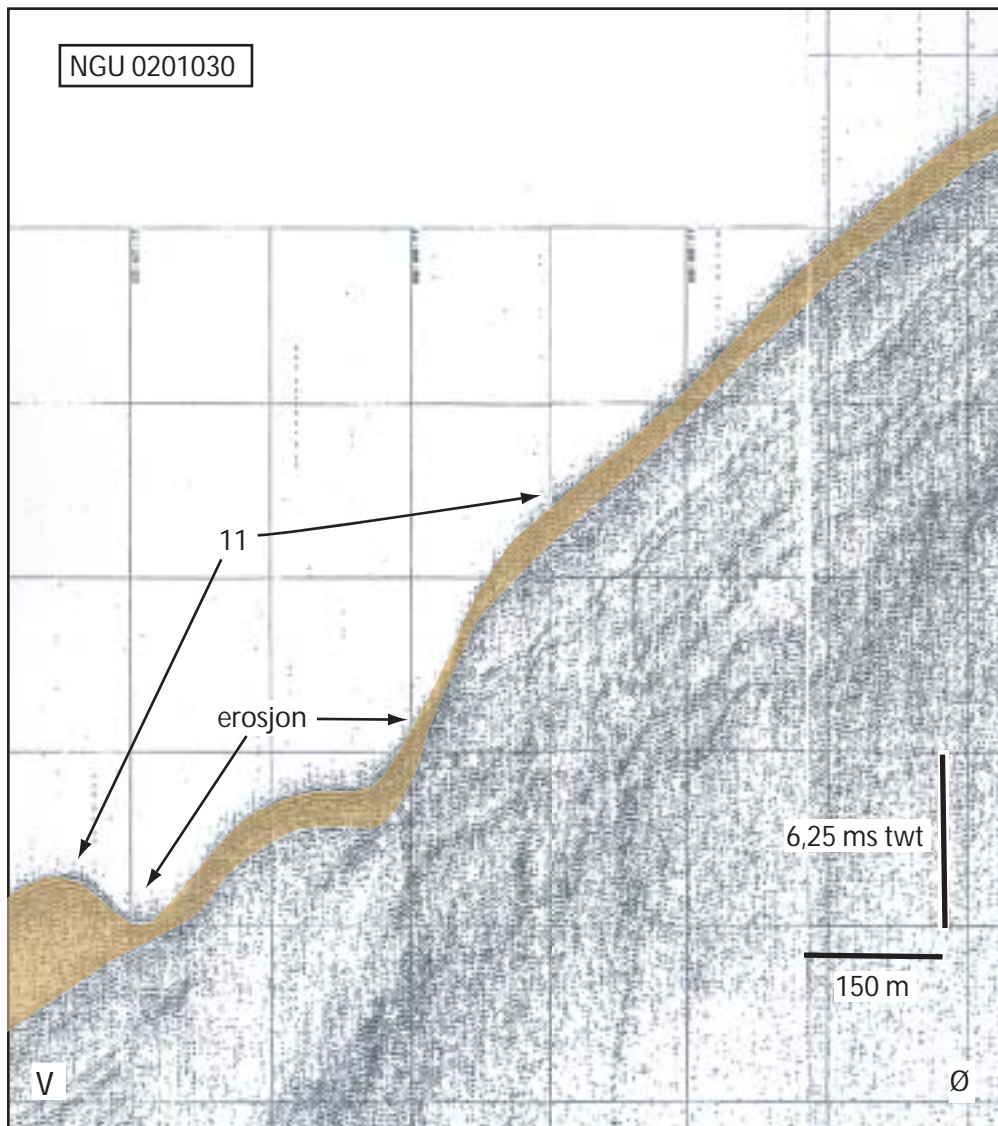


Figur 21 .

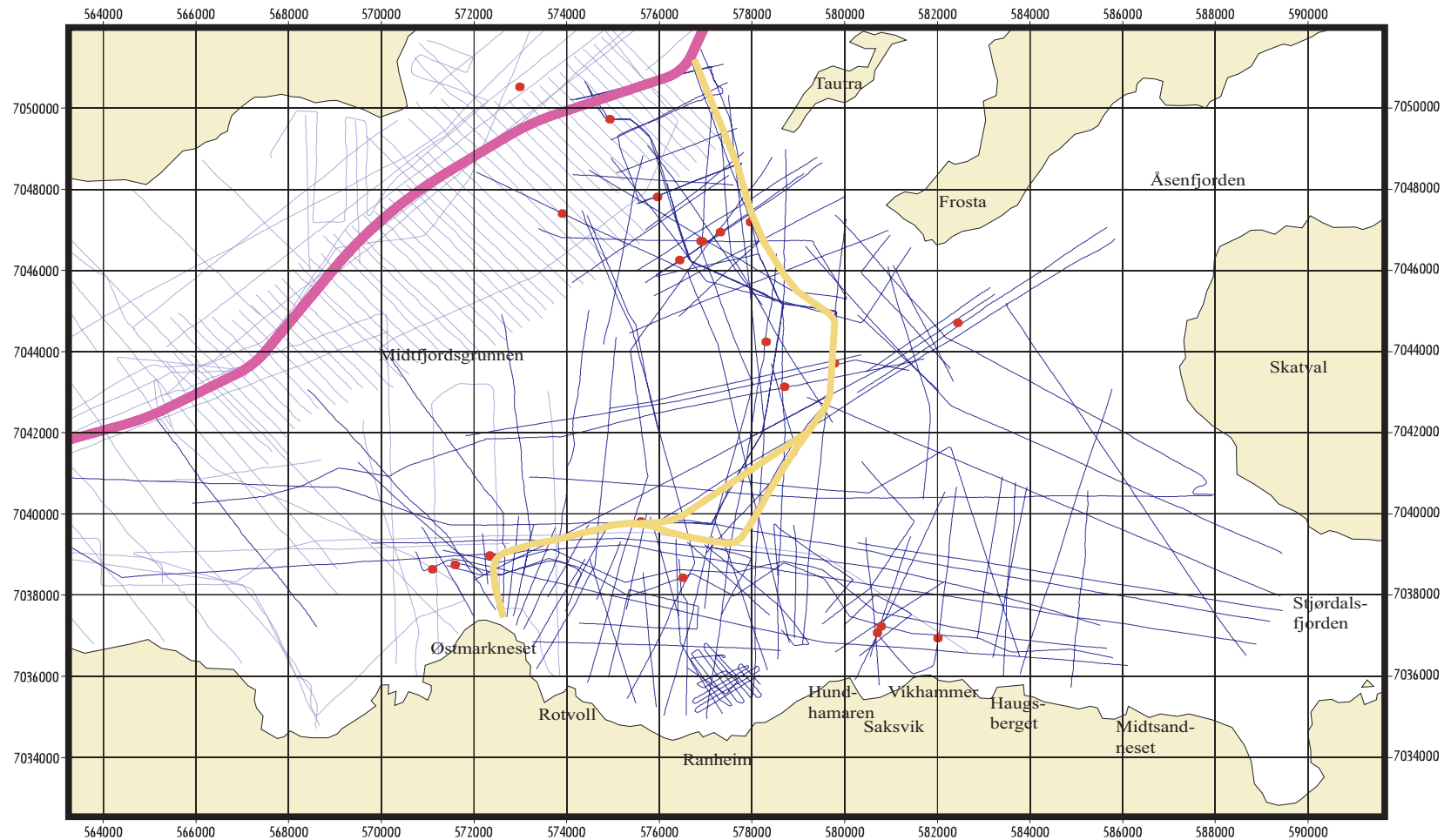
Utsnitt av seismisk profil 0201025 (topas) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser rasmasser i overflaten (6). Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.4 og vedlegg 1. Nederst på skråningen kan det synes som om sedimenter er skjøvet sammen.



Figur 22.
Utsnitt av seismisk profil 0201034 (topas) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser rasavsetninger i overflaten (12). Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.4 og vedlegg 1. Legg merke til område der sedimenter har blitt fjernet fra overflaten, trolig i forbindelse med raset.

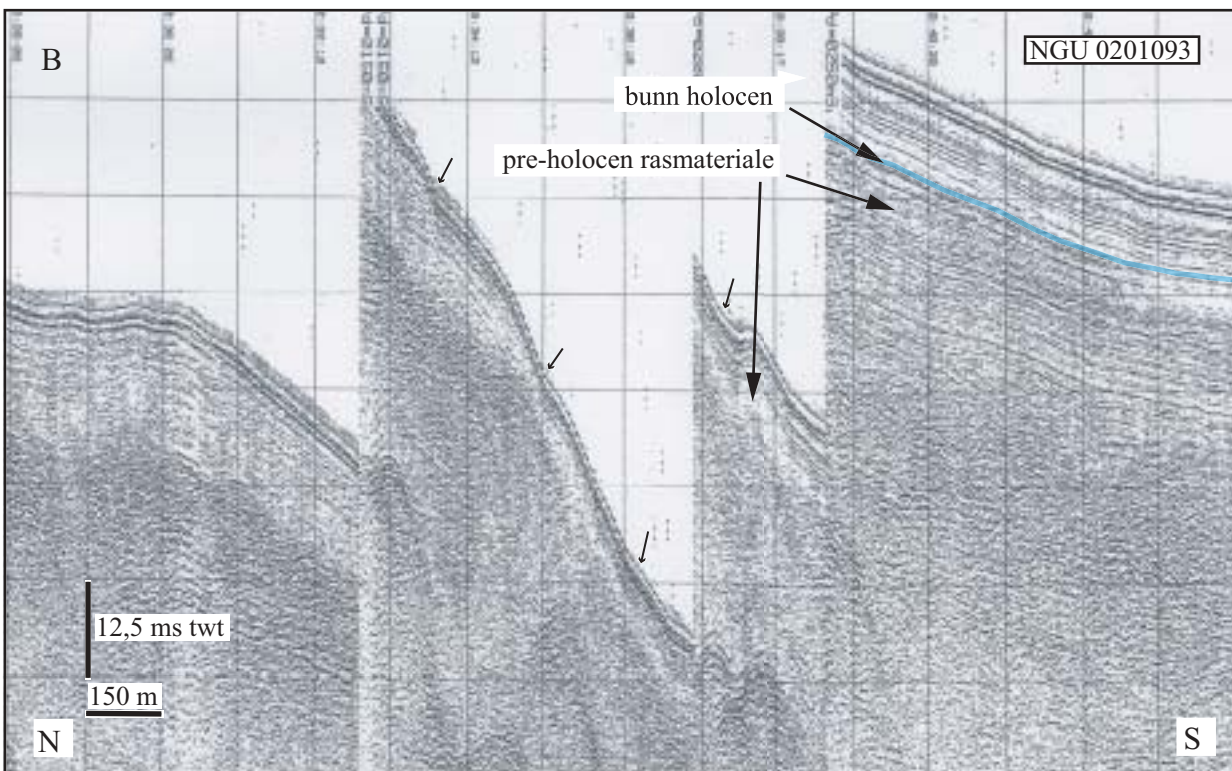
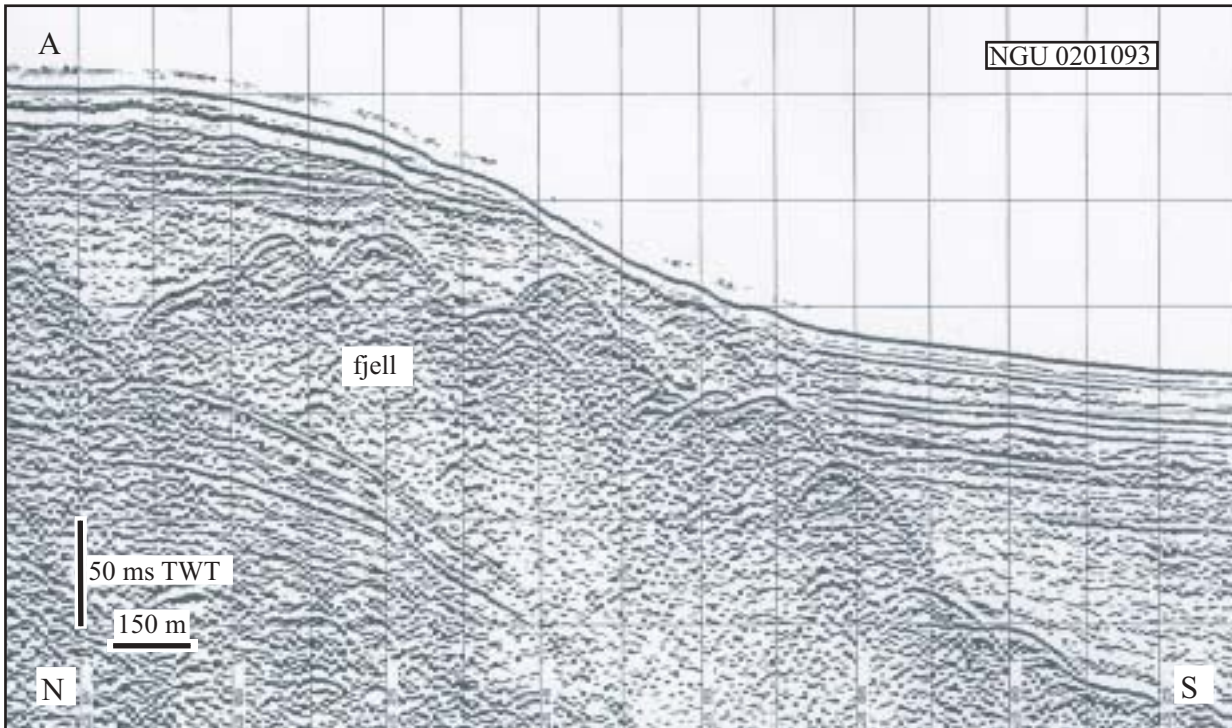


Figur 23.
 Utsnitt av seismisk profil 0201030 (topas) (jmf. figur 2 for lokalisering). Utsnittet viser rasavsetninger i overflaten (11). Rasnummer som framkommer er beskrevet i avsnitt 5.4 og vedlegg 1. Legg merke til hvordan sedimenter har blitt erodert fra overflaten trolig i forbindelse med utrasningen.



Figur 24.

Kart over Strindfjorden/Trondheimsfjorden som viser linjedekning og prøvepunkter, NGU tokt 0201. Foreslått trasé for grenrør og trasé for hovedgassledning er inntegnet. En mer nøyaktig inntegning av foreslått grenrørtrasé er gjort i kartbilag 2002.058-02. Tidligere innsamlede data er vist med stiplede linjer.



Figur 25.
 Utsnitt av seismisk profil 0201093 (jmf. figur 2 for lokalisering) (A = Luftkanon, B= Boomer).
 Utsnittene viser skråningen opp trauformen der grenrørtraséen er foreslått lagt. Legg merke til
 setninger i sedimentet (små piler) opp skråningen.

Ras nr.	Stratigrafisk posisjon	Opptreden: linjenr. (start - stopp skuddpunkt)	Min. tykkelse (m)	Max. tykkelse (m)	Dyp under havbunnen (m)	Kommentarer
1	Resent	0201083 (1-8)	0,8	1,6	0-0,8	Rasavsetningene ligger i en bred sone utenfor bukta nordøst for Haugsberget og synes å ha en nordlig utbredelse/transportretning. Ingen tydelig tegn på erosjon under.
		0201084 (19-22,5)	0,8	1,6	0-0,8	
		0201085 (3-12)	0,8	1,6	0-0,8	
		0201024 (18,5-20,5)	0,8	1,6	0-0,8	
		0201035 (15-22)	0,8	1,6-2,4	0-0,8	
		0201036 (79-83)	0,8	0,8-1,6	0-0,8	
		0201037 (15,5-20,5)	0,8	1,6-2,4	0-0,8	
2	Resent	0201014 (11-12)	1,6	6	0-0,8	Opptrer ved foten av skråningen utenfor Saksvik. Uregelmessig og haugformet overflate. Undergrensen viser ingen synlig erosjon. Lengre opp skråningen finnes resent ras nr. 3. Går sammen med ras nr. 3 fra posisjonspunkt ca. 30 på linje 0201037
		0201015 (22-24)	0,8	4	0-0,8	
		0201047 (9,2-9,6)	0,8	4	0-0,8	
		0201035 (23-26,5)	0,8	8	0-0,8	
		0201037 (27,5-33)	0,8	4	0-0,8	
		0201082 (7-9,5 og 13-14,5)	0,8	2,4-3,2	>0,8?	
		0201081 (10-13,5)				
3	Resent	0201014 (7-8,5)	0,8	2	0-0,8	Opptrer oppfor ras. nr. 2 på sediment-skråningen utenfor Saksvik og går sammen med ras 2 i ytre deler. Uregelmessig overflate. Undergrensen viser ingen synlig erosjon.
		0201024 (37-39)	0,8	?	0-0,8	
		0201081 (ca. 14-18)	0,8	1,6	0-0,8	
		0201082 (1-4,5)	0,8	0,8-1,6	0-0,8	
4	Resent	0201011 (58,5-59,5)	<0,8	0,8	0	Noe rasmateriale i overflaten som opptrer ganske diffust nedenfor en bratt sediment-skråning. Ingen erosjon kan sees tilknyttet undergrensen.
5	Resent	9907003 (20,5-22,5)	<0,8	?	0	Avsetningen framtrer utenfor Trondheim havneområde. Overflaten er veldig ujevn. Undergrensen kan ikke defineres klart.

6	Resent	0201001 (111-117?)	0,8	1,6	0	Opp treden like vest for Østmarkneset, ved foten av fjell. Initiert fra Trondheim Havn området. Overflaten er uregelmessig og veldig ujevn. Undergrensen er erosiv enkelte steder.
		0201007 (7,5-11)	0,8	1,2	0	
		9907047 (27,5-30)	0,8	1,6?	0	
		9907003 (16-18,5)	0,8	2?	0	
		9907047 (34-36,5: 49-55)	0,8	?	0	
		0201025 (1-12)	<0,8	3,2-4	0	
		0201035 (97,5-100)	<0,8	3,2-4	0	
		0201033 (1-9)	2,4	3,2-4	0	
0201037 (88-93)	<0,8	4-4,8	0			
7	Resent	0201052 (15.5-19)	<0,8	0,8	0	Opptrer på slak skråning fra Åsenfjorden. En slak utrasningskant som framtrer like oppfor på skråningen samt avgrensingen mot N gjør at utrasningen må være initiert på denne skråningen. Ujevn overflater. Ingen tydelig erosjon kan sees tilknyttet undergrensen.
		0201026 (78-80,5)	<0,8	0,8	0	
		0201027 (7,5-9)	<0,8	0,8-1,6	0	
8	Resent	0201078 (1+ - 4+)	0,8	1,6	0-0,8	Ser ut til at det har sklidd ut en "skalk" uten at sedimentene har blitt videre forstyrret.
9	Resent	0201017 (42-45,5)	<0,8	0,8	0	Svært uregelmessig overflate. Ingen tydelig avsetning kan sees. Opptrer i nedre del av sedimentskråningen sør for det store trauet. Ingen erosjon kan sees tilknyttet undergrensen.
10	Resent	0201029 (42-45,5)	<0,8	0,8	0	De antatte rasavsetningene ligger i en relativt bratt skråning nedenfor en brattkant/erosjonskant.
11	Resent	0201099 (25-26,5)	0,8	1,6	0	Opptrer på slak skråning vest for Frosta. Uregelmessig overflate. Undergrensen viser ingen synlig erosjon.
		0201031 (ca. 14-33)	0,8	2,4	0-0,8	
		0201030 (20-30 og 63-72)	0,8	4?	0-0,8	

12	Resent	0201059 (7?-11?)	<0,8	0,8	0	Uregelmessig overflate. Undergrensen er vanskelig å definere. Opptrer ved foten av skråningen sørvest for Frosta/Tautra. Initiert fra denne skråningen. På profil 0201034 fremkommer rasavsetningene som "skalker" og oppdominger nedetter skråningen.
		0201058 (29,5-30)	0,8	1,6	0	
		0201034 (10-30)	<0,8	4,8	0	
		0201030 (10-13), lite synlig	<0,8	?	0	
13	Holocen, bunn av øvre halvdel	0201001 (29,5-40)	0,8	4	4	Kiler ut mot vest og øst i profil 0201001 og har max. tykkelse utenfor Haugsberget. I profil 0201048 framkommer beliggenheten som en utkilende enhet fra foten av fjell ved Haugsberget. Enheten har en vifteform i kartbilde. Undergrensen virker konform. Overflaten er nokså jevn, men enkelte partier noe undulerende. Kiler ut mot nord i nord-sør gående linjer. Synes å ha mest ujevn overflate i sørlige deler.
		0201018 (4?-14?)	0,8	4,8	2,4	
		0201048 (4,4-11)	0,8	4	4	
		0201036 (79-88)	<0,8	2,4	4-5,6	
		0201037 (9-17+)	0,8	>6,4	4,8-5,6	
		0201083 (2-8)	<0,8	4,8?	5,6	
		0201084 (16-26)	<0,8	4?	5,6-6,4	
0201085 (1-10)	<0,8	4,8?	5,6-6,4			
14	Holocen, nederst i øvre halvdel	0201015 (17,5-24?)	0,8	6	4	Opptrer ved foten av fjell utenfor Vikhammer og kiler ut nordover i bassenget. Undergrensen er stedvis erosiv. Noe ujevn overflate. Ligger over ras nr. 27
		0201037 (21-28)	0,8	6	3,2	
		0201035				
15	Holocen, helt i toppen. Ligger under resent ras nr. 2	0201015 (22-24)	0,8	3,2	1,6	Opptrer ved foten av fjell utenfor Vikhammer. Enheten kiler ut nordover i bassenget og går trolig over i distale turbidittavsetninger. Overflaten er ujevn og undergrensen virker erosiv i de helt proksimale deler.
16	Holocen, øvre del	0201040 (5,5-6,5)	1,6	3,2	4	Opptrer ved foten av fjell øst for Østmarkneset og går trolig over i distale turbidittavsetninger nordover i bassenget der enheten kiler ut. Ligger over ras 31. Noe ujevn overflate. Undergrensen er erosiv enkelte steder.
		0201039 (6,5-10)	1,6	3,2	3,6	
		0201006 (41,5-44)	0,8	1,6	2,4	
		9907002 (35,1-36)	<0,8	0,8	2,4	

17	Holocen, nederst i øvre halvdel	0201038 (6-9)	0,8	2	4	Ligger under ras nr. 18. Opptrer som en kileform ved foten av fjell vest for Østmark-neset. Undergrensen er ujevn, men virker ikke erosiv. Overflaten er uregelmessig.
18	Holocen, øvre del	0201001 (115-118,5)	0,8	4	2	Enheten opptrer som en vifteform vest for Østmarkneset og er trolig initiert fra Trondheim Havn området. Vifteapeks ligger ved utløpet av en renne på vestsiden av Østmarkneset. Enheten har ujevn tykkelse, men kiler ut nordover, vestover og østover i bassenget. Undergrensen er stedvis erosiv og overflaten er undulerende.
		0201038 (5-9)	0,8	2,4	2	
		9907002 (2-3,1)	<0,8	1,6	2,4	
19	Holocen, øvre del	0201002 (68-70)	0,8	2,4	4	Kileformet enhet som kiler ut vest og øst i bassenget. Opptrer i samme nivå som ras nr. 20 og 21. Undergrensen er konkordant og overflaten nokså jevn. Initiert fra sørsiden av Midtfjordsgrunnen.
20	Holocen, øvre del	0201006 (32,5-26,5)	1,6	2	2	Opptrer som vifteform ved foten av skråning nord i bassenget. Enheten kiler ut og går trolig over i distale turbidittavsetninger sørover i bassenget. Undergrensen er konkordant og overflaten noe ujevn enkelte steder. Opptrer i samme nivå som ras nr.19 og 21.
		0201002 (63-65)	0,8	3,2	4	
		9907002 (31-32,1)	<0,8	1,6	2,4	
21	Holocen, øvre del	0201002 (52-53)	0,8	1,6	4,8	Enheten kiler ut vest og øst i bassenget. Opptrer i samme nivå som ras nr. 19 og 20. Undergrensen er konkordant og overflaten nokså jevn. Initiert fra sørsiden av Midtfjordsgrunnen.
22	Holocen, øvre del	0201002 (44,2-44,8)	0,8	1,2	1,6	Kileformet enhet som kiler ut vest og øst i bassenget. Opptrer i nivå over ras nr. 19, 20 og 21. Undergrensen er konkordant og overflaten nokså jevn. Initiert fra sørsiden av Midtfjordsgrunnen.

23	Holocen, midt i øvre halvdel	9907002 (24,7-25,5)	<0,8	2	2,4	Opptrer ved foten av fjell sør for Midtfjordsgrunnen.
24	Bunn av holocen	0201001 (24?-43)	0,8	6	16	Utrasninger på distalskråningen av moreneryggen (over Stjørdalsfjorden). Enheten kiler ut vestover langs dypålen i bassenget. Overflaten er litt noe ujevn enkelte steder. Undergrensen er flere steder erosiv. Kan være eldre enn holocen .
		0201015 (16-21,5)	0,8	6	4	
		0201018 (11?-13)	0,8	4,8	13,6	
		0201048 (7,7?-12,5)	2	4	10	
		0201036 (86?-95)	1,6	10	8-11,2	
		0201084 (ca. 17?)	<0,8	0,8	10,4-11,2	
		0201037 (3-8), usikker	1,6	4	10,4-11,2	
0201035 (1,5-9)	1,6	4	10			
25	Midt i nedre del av holocen	0201048 (4,5-14)	0,8	2	8	Utrasninger på distalskråningen av moreneryggen (over Stjørdalsfjorden). Enheten kiler ut vestover langs dypålen i bassenget. Overflaten er noe ujevn enkelte steder. Undergrensen virker konkordant. Går trolig sammen med ras nr. 24 vestover. Usikker avgrensning av rasmassene vestover.
		0201001 (25?-32?)	0,8	2	8	
		0201036 (73-93)	0,8	3,2	8-9,6	
		0201037 (1-12, trolig videre lengre vest)	1,6	4-4,8	12-16	
		0201035 (vanskelig å skille enhetene)				
		0201083 (5?-9,5), kiler ut i N og S?	0,8	4-4,8	11,2	
		0201084 (15,5-20)	0,8	4-4,8	8-9,6	
0201085 (8-12)	0,8	4-4,8	9,6-11,2			
26	Holocen, nedre del	0201046 (6,5-12?)	1,6	3,2	10	Ligger under ras 27. Enheten er tykkest utenfor Saksvikbukta og tynnes nordover i bassenget. Overflaten er noe ujevn og undergrensen er erosiv enkelte steder.
		0201051 (4-11)	0,8	2,4	12	
27	Nedre del (ikke bunn) av holocen	0201051 (4,5-13)	0,8	2,4	7,2	Utkilende enhet fra Saksvikbukta og nordover i bassenget. Undergrensen er stedvis erosiv. Overflaten er svakt ujevn. Enheten sees vanskelig på tverrlinjene som går parallelt med dypålen. Ligger under ras nr. 28. Enkelte steder er det vanskelig å skille disse fra hverandre da de går sammen.
		0201046 (6-12,5)	0,8	2,4	8,8	
		0201014 (11?-15,5)	0,8	3,2	6	
		0201035 (24-31,5)	0,8	4,8	6,4	
		0201037 (22,5-45+)	0,8	4,8	8	
		0201081 (5,5-13)	0,8	4,8	9,6-11,2	
0201082 (-6,5 -16,5)						

28	Holocen, like under øvre halvdel	0201001 (46-57)	0,8	3,2	6,4	Rasavsetningen opptrer som en vifteformet avsetning initiert fra Saksvikbukta. Enheten kiler ut vest, øst og nordover i bassenget. Undergrensen er stedvis erosiv, spesielt i de proksimale delene, men er mer konkordant i de distale delene av avsetningen. Overflaten er ujevn enkelte steder.
		0201014 (10?-19)	0,8	4	6	
		0201046 (5,5?-11)	1,2	2,4	7,2	
		0201047 (8?-16)	0,8	7,2	7,2	
		0201051 (7,5-14)	0,8	4	7,2	
		0201036 (64-73)	0,8	3,2	15,2	
29	Holocen, nedre del	0201045 (15,5-17,5)	1,6	4	9,6	Opptrer ved foten av skråning av høydedrag midt i fjorden. Overflaten er ujevn, og under-grensen stedvis erosiv. Enheten har ujevn mektighet på tvers av bassenget. Går over i distale turbidittavsetninger sør i bassenget.
		0201023 (54-61,5)	0,8	2	10	
		0201036 (34-62)	0,8	2,4	11,2	
		0201035 (55-65)	0,8	3,2	11,2	
30	Holocen, nedre del	0201044 (9-13)	1,6	3,6	12	Opptrer ved foten av fjell utenfor Ranheim/Være. Kiler ut nordover og går trolig over i distale turbiditt-avsetninger. Undergrensen er stedvis erosiv og overflaten noe ujevn. I lengdeprofil parallelt med dypålen av Strindfjorden framtrer ikke dette som tydelige rasavsetninger.
		0201001 (67,5-70,5)	?	10	16	
		0201013 (74-80)	0,8	8-12	6	
		0201034 (72-82)	0,8	3,2	12	
		0201035 (48-55)	0,8	3,6	11,2	
		0201037 (32-60)				

31	Holocen, nedre halvdel	0201001 (79,5-108,5?)	0,8	6,4-8	8	Kompleks enhet som trolig består av rasavsetninger fra mer enn en hendelse. Opptreden fra utenfor Ranheimsbukta til utenfor Østmark-neset der enheten går over i distale turbidittavsetninger. Avsetningen er mest uregelmessig i overflaten lengst østover mot Rotvoll-Ranheimsbukta. Erosiv undergrense forekommer flere steder. Enkelte steder er grensen vanskelig å definere da underliggende enhet er ras-avsetning (eldre enn holocen). Størstedelen av enheten er trolig initiert fra Ranheimsbukta/ Rotvoll der enheten opptrer med maksimal mektighet og har en transport-retning nordover (kiler ut nordover) og med dreining vestover langs dypålen av Strind-fjorden. Utenfor Rotvoll kan to separate skredenheter skilles ut innen disse ras-avsetningene. Den noe ujevne mektigheten i øst-vest retning langs dypålen, kan tyde på at utrasninger fra sedimentskråninger langs hele strekningen Ranheimsbukta til like øst for Østmarkneset har foregått innen denne perioden da enheten ble avsatt.
		0201042 (3,5?-5,2)	0,8	2	4	
		0201016 (15-27,5)	0,8	16?	6	
		0201009 (18,5-27,5?)	4?	16-20	6	
		0201004 (33?-40,5)	1,6	12	6	
		0201040 (1-7,5)	6	10	8	
		0201039 (6,5-15)	4	8	8	
		0201006 (34,5-43,5)	0,8	5,6	10,4	
		0201005 (8-16,5)	1,6	8	8	
		0201043 (23,5-29)	1,6	3,2	12	
		0201002 (63,5-83,5)	0,8	6,4	10	
		9907002 (56,5-59: 32?-35,2)	0,8	4	4	
		0201035 (66-76)	0,8	>6,4	9,6	
0201037 (59-70)	0,8	>6,4	9,6			
32	Holocen, nedre del	9907003 (8,5-10,5)	2	4	2	Rasavsetningen ligger i nedre del av skrånning sør for Midtfjordsgrunnen (mot Trondheim Havnområdet). Overflaten er noe ujevn. Undergrensen er erosiv og representerer trolig en utglidning.

33	Holocen, nedre del	0201064 (19-21,5)	0,8	4	4,8	Opptrer ved foten av distalskråningen av moreneryggen over Stjørdalsfjorden. Enheten kiler ut og har nokså jevn overflate. Undergrensen er erosiv enkelte steder.
34	Holocen, nedre del	0201021 (65-71)	0,8	4	8,8	Opptrer ved foten av rasskråning. Kiler ut og går over i distale turbidittavsetninger vestover i bassenget. Undergrensen kan være erosiv i de mest proksimale delene, der også overflaten er noe ujevn.
35	Holocen, nedre del	0201063 (15,5-19,5)	0,8	2,4	6,8	Ligger ved foten av fjell/rasskråning og kiler ut mot nord-nordvest. Undergrensen er konkordant og overflaten ujevn.
36	Holocen, nedre del	0201020 (60-63,5?)	0,8	4	3,6	Opptrer ved foten av skråning sør for Frosta. Kiler ut sørøst-sør i bassenget. Enheten har en stedvis erosiv undergrense. Overflate er noe ujevn.
		0201055 (4,5-8,5)	0,8	2,4	8	
37	Holocen, nedre del	0201013 (45,5-52)	<0,8	1,2	8,8	Framkommer foran rasskråning sør for "trauet" og består trolig av en kompleks sammensetning av flere rasavsetninger initiert fra denne skrånningen. Enheten har en ujevn tykkelse og kiler ut sørover i bassenget og nordover mot skrånningen. Undergrensen er stedvis erosiv og overflaten ujevn. Sedimentoverflaten gjenspeiler den ujevne overflaten av disse rasmassene.
		0201054 (27,5-30,5: 32-34,5: 38-40,5: 44,5-46,5)	<0,8	2	8,8	
		0201034 (49-55+)	0,8	2,4	9,6	
		0201028 (6-26)	0,8	2,4	9,6	
		0201031 (40-53)	0,8	2,4	9,6	
		0201032 (10-40)	0,8	3,6	9,6	
38	Holocen, nedre-midtre del	0201060 (27-30)	0,8	4	2	Kileformet enhet som opptrer ved foten av fjell på vestsiden av "trauet" Undergrensen er konkordant og overflaten noe ujevn.
39	Holocen, nedre del	0201010 (10,5?-14)	0,8	5	5	Utkilende rasavsetning som opptrer ved foten av brattkant/sedimentskråning (fra Midtfjordsgrunnen mot "trauet"). Undergrensen virker konkordant og overflaten er stedvis noe haugeete.

40	Holocen, nedre-midtre del	0201091 (115-117)	0,8	6	1,6	Opptrer ved foten av moreneskråning vest for Tautra. Overflaten er haugformet og uregelmessig. Undergrensen er vanskelig å definere.
		0201092 (3,7?-6,5)	1,6	6	1,6	
41	Holocen, nedre-midtre del?	0201002 (5-9,5)	0,8	4	6	Konkordant undergrense og noe ujevn overflate. Opptrer ved foten av rasskråning sørvest for Midtfjordsgrunnen.

Prøvetype: <i>Niemisfjõe</i>	Prøvediameter: <i>63 mm</i>	Vannedyb: <i>211 m</i>	Dato fall: <i>24.4.02</i>	Dato prøvetaking: <i>8.5.02</i>	Vedlegg nr.: <i>2-1</i>
Prøvested: <i>Trondheimsfjorden</i>			Bredde:	Langde: <i>39 cm</i>	Littert av: <i>AL/HO</i>

Prøvebeskrivelse	Logo	Vanninnhold %				Romvekt ρ_{sk} kg/m^3	Skjærfasthet s_u kN/m^2			Sensitivitet	Kornfordel. Andre analyser
		30	50	70	90		5	10	15		
<i>Øverste 8-10 cm er bløt</i> <i>Siltig leire, homogen</i>	~										
	~										
	~										
	~										
	~										
	~										
	~										
	~										
	~										
	~										
0.4											
0.5											
0.6											
0.7											
0.8											
0.9											

Anmerkninger:
L 0201032 (p. 19)
Main silt/leire (holocen)

W_p — W — W_L
 |-----○-----|
 W_p - Utrullingsgrense %
 W - Naturlig vanninnhold %
 W_L - Flytegrense %


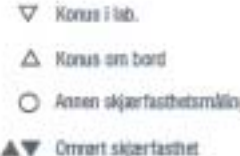
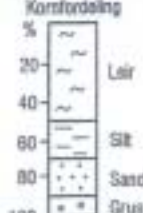
▽ Korn i lab.
 ▲ Korn om bord
 ○ Annen skjærfasthetsmåling
 ▲▽ Omvært skjærfasthet

Kornfordeling

20	~	Leire
40	~	Silt
60	~	Sand
80	~	Grus
100	~	Grus

Prøvetype: <i>niernistoe</i>	Prøvediameter: <i>63 mm</i>	Vannedyb: <i>150 m</i>	Dato tatt: <i>24.4.02</i>	Dato prøvetaking: <i>8.5.02</i>	Vedlegg nr.: <i>2-3</i>
Prøvested: <i>Trondheimsfjorden</i>			Bredde:	Lengde: <i>60 cm</i>	Utført av: <i>AL/HO</i>

Prøvebeskrivelse	Logg	Vanninnhold %				Plom- vekt kN/m ³	Skjærfasthet s_u kN/m ²			Sensitivitet	Kornfordel. Andre analyser
		30	50	70	90		5	10	15		
0.1 <i>(leirig) silt, gauste bløt i toppen, leirklaster i nedre del</i>											
0.2											
0.3 <i>(leirig) silt med klaster og partier av den laminerte og mer kompakte underliggende leire (brüddstykker)</i>			42			20.4	1.1	4.8			
0.4											
0.5 <i>leirig silt, laminert (skråstilt), lamina er siltig, både skarpe og gradvise grenser</i>			33			21.5	1.8	6.5			
0.6											
0.7											
0.8											
0.9											


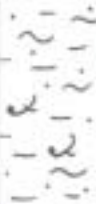

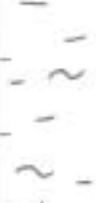






Anmerkninger: <i>L0201003 (p. 62)</i> <i>Glanimain</i> <i>Silt/leire (skråning)</i>				
	Wp - Utrullingsgrense % W - Naturlig vanninnhold % W _L - Flytegrense %	▽ Kone i lab. △ Kone om bord ○ Annen skjærfasthetsmåling ▲▽ Omvært skjærfasthet		


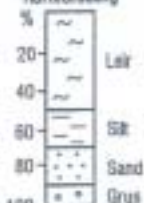
Prøvetype: <i>Niemistöe</i>	Prøvediameter: <i>63 mm</i>	Vannedyp: <i>112 m</i>	Dato tatt: <i>24.4.02</i>	Dato prøvetaking: <i>8.5.02</i>	Vedlegg nr.: <i>2-4</i>
Prøvested: <i>Trondheimsfjorden</i>			Bredde:	Lengde: <i>37 cm</i>	Uttart av: <i>AL/HO</i>

Prøvebeskrivelse	Logg	Vanninnhold %				Romsvekt kN/m ³	Skjærfasthet s_u kN/m ²			Sensitivitet	Komfordel. Andre analyser
		30	50	70	90		5	10	15		
0.1 <i>leirig silt, homogen</i>	<i>~ - - - - -</i>					21.1	2.7	7.4			
0.2	<i>~ - - - - -</i>										
0.3 <i>(leirig) silt, homogen, mer siltig og kompakt enn overliggende sediment</i>	<i>~ - - - - -</i>					22.3		8.1		18.6	
0.4											
0.5											
0.6											
0.7											
0.8											
0.9											

Anmerkninger: <i>L0201030 (p. 24)</i> <i>Ras i overflaten</i>	$W_p \quad W \quad W_L$ 	▽ Korus i lab. ▲ Korus om bord ○ Annet skjærfasthetsmåling ▲▽ Omsett skjærfasthet	Komfordeling %
	W_p - Utvillingsgrense % W - Naturlig vanninnhold % W_L - Flytegrense %		

Prøvetype: <i>hiemistoe</i>	Prøvediameter: <i>63mm</i>	Vanndyb: <i>353m</i>	Dato tatt: <i>26.4.02</i>	Dato prøvetaking: <i>8.5.02</i>	Vedlegg nr.: <i>2-6</i>
Prøvested: <i>Trondheimsfjorden</i>		Bredde:	Langde: <i>55cm</i>	Uttart av: <i>AL/HO</i>	

Prøvebeskrivelse	Logg	Vanninnhold %				Romvekt ρ_{dN/m^3}	Skjærfasthet s_u kN/m^2			Sensitivitet	Kornfordel. Andre analyser
		30	50	70	90		5	10	15		
<i>(leilig) silt, blot, homogen</i>											
<i>0.1 (leilig) silt, soner med meget fin til fin sand, inneholder noen slietfragmenter</i>			<i>46</i>			<i>20.0</i>	<i>1.8</i>	<i>2.9</i>	<i>∇</i>		
<i>0.2</i>											
<i>0.3 leilig silt, homogen, blir mer kompakt nedover, inneholder et lite sliet</i>			<i>54</i>			<i>20.0</i>	<i>1.3</i>	<i>3.3</i>	<i>∇</i>		
<i>0.4</i>											
<i>0.5</i>			<i>41</i>			<i>21.0</i>	<i>3.7</i>	<i>5.5</i>	<i>∇</i>		
<i>0.6</i>											
<i>0.7</i>											
<i>0.8</i>											
<i>0.9</i>											

Anmerkninger: <i>L 0201025 (p. 6)</i> <i>Rasi overflaten</i>	W_p — W — W_L 	∇ Korus i lab. \triangle Korus om bord \circ Annen skjærfasthetsmåling \blacktriangledown Omvært skjærfasthet \curvearrowright slietfragment	Kornfordeling 
	W_p - Utlutningsgrense % W - Naturlig vanninnhold % W_L - Flytegrense % <i>✓ sliet</i>	$\%$ 20 Leir 40 Silt 60 Sand 80 Grus 100	

Prøvetype: <i>niemistøe</i>	Prøvediameter: <i>63mm</i>	Vanndybde: <i>325m</i>	Dato tatt: <i>26.4.02</i>	Dato prøvedagning: <i>10.5.02</i>	Vedlegg nr.: <i>2-7</i>
Prøvested: <i>Trondheimsfjorden</i>			Breddde:	Lengde: <i>60cm</i>	Utført av: <i>AL/HO</i>

Prøvebeskrivelse	Logg	Vanninnhold %				Romvold KNM^{-3}	Skjærlasthet $s_u \text{ KNM}^{-2}$			Sensitivitet	Kornfordel. Andre analyser	
		30	50	70	90		5	10	15			
} øverste ca. 6cm er bløt	~ -											
		0.1	leierig silt, homogen									
		0.2				86	15.7	1.1	2.9			
0.3	~ -											
0.4 siltig leire, homogen, nokså kompakt/fast inneholder en liten trepinne	~ -											
		0.5			67	17.0	2.4	5.5				
		0.6										
0.7												
0.8												
0.9												

Anmerkings: <i>L 0201001 (p. 109)</i> <i>Main silt/leire (holoen)</i>	W_p — W — W_L Wp - Utrullingsgrense % W - Naturlig vanninnhold % W _L - Flytegrense %	▽ Korus i lab. △ Korus om bord ○ Annet skjærlastbetrøding ▲▼ Omrørt skjærlasthet <i>trepinne</i>	Kornfordeling % 20 40 60 80 100 Leir Silt Sand Grus
---	--	--	---

Prøvetype: <i>Niemistöe</i>	Prøvediameter: <i>63mm</i>	Vanndyb: <i>243m</i>	Dato tatt: <i>26.4.02</i>	Dato prøvetaking: <i>10.5.02</i>	Vedlegg nr.: <i>2-8</i>
Prøvested: <i>Trondheimsfjorden</i>			Bredde:	Lengde: <i>60cm</i>	Utørt av: <i>AL/HO</i>

Prøvebeskrivelse	Logg	Vanninnhold %				Rørvekt kN/m^3	Skjærfasthet s_u kN/m^2			Sensitivitet	Kornfordel. Andre analyser	
		30	50	70	90		5	10	15			
} øverste ca. 2 er blot settig leire, homogen	~~~~~ ~~~~~ ~~~~~ ~~~~~ ~~~~~ ~~~~~											
				70		17.2	1.0	1.8				
						71	18.0	2.0	4.2			
X												

Anmerkinger:
L0201035 (p.66)
Glarvann

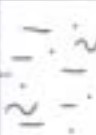

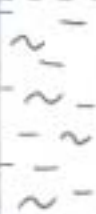
W_p — W — W_L
 W_p - Utrullingsgrense %
 W - Naturlig vanninnhold %
 W_L - Flytegrense %

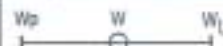





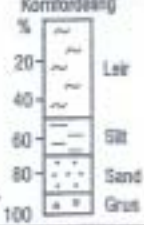
▽ Korn i lab.
 △ Korn om bord
 ○ Annen skjærfasthetsmåling
 ▲▽ Omvendt skjærfasthet

Kornfordeling

0-20%	~	Leir
20-40%	~	Leir
40-60%	—	Silt
60-80%	·	Sand
80-100%	■	Grus

Prøvetype: <i>niemistøe</i>	Prøvediameter: <i>63 mm</i>	Vanndybde: <i>345 m</i>	Dato tatt: <i>26.4.02</i>	Dato prøvetaking: <i>8.5.02</i>	Vedlegg nr.: <i>2-10</i>
Prøvested: <i>Trondheimsfjorden</i>			Bredde:	Lengde: <i>29 cm</i>	Uttert av: <i>AL/HO</i>

Prøvebeskrivelse	Lagg	Vanninnhold %				Rottvekt kN/m ³	Skjærfasthet s_u kN/m ²			Sensitivitet	Kontrollert Andre analyser
		30	50	70	90		5	10	15		
<i>silt som inneholder noe meget fin sand og leire, bløt</i>											
<i>0.1 sand med fingrøs og små skjellfragmenter</i>											
<i>0.2 leirig silt</i>			<i>59</i>			<i>18.9</i>	<i>1.8</i>	<i>2.7</i>	<i>7</i>		
<i>0.3</i>											
<i>0.4</i>											
<i>0.5</i>											
<i>0.6</i>											
<i>0.7</i>											
<i>0.8</i>											
<i>0.9</i>											

Anmerkninger: <i>L0201025 (p. 9,5)</i> <i>Ras i overflaten</i>	W_p W W_L 	 Kone i lab.  Kone om bord  Annen skjærfasthetsmåling  Omrørt skjærfasthet  <i>skjellfragmenter</i>	Kornfordeling 
	W_p - Utlutningsgrense % W - Naturlig vanninnhold % W_L - Flytegrense %	20 % Leir 40 % Silt 60 % Sand 80 % Grus 100 %	

Prøvetype: <i>Niemistøe</i>	Prøvediameter: <i>63 mm</i>	Vannedyb: <i>82 m</i>	Dato tatt: <i>29.4.02</i>	Dato prøveprøve: <i>7.5.02</i>	Vedlegg nr.: <i>2-14</i>
Prøvested: <i>Trondheimsfjorden</i>		Bredde:	Langde: <i>43 cm</i>	Littert av: <i>AL/HO</i>	

Prøvebeskrivelse	Logg	Vanninnhold %				Pom- vekt kN/m ³	Skjærlasthet s_v kN/m ²			Sensi- tivitet	Kornfordel. Andre analyser
		30	50	70	90		5	10	15		
<i>silt med meget fin sand, bløt</i>											
0.1 <i>silt med noe meget fin sand, enkelte små grusklaster og</i>											
0.2 <i>skjellfragmenter</i>											
↑ <i>ujevne undergrense</i>											
0.3 <i>leirig silt</i>											
0.4											
0.5											
0.6											
0.7											
0.8											
0.9											

Anmerkninger:

L0201094 (p.19)
Marin silt
(holocen)

W_p W W_L

┌───┬───┬───┐

W_p - Utvælingsgrense %

W - Naturlig vanninnhold %

W_L - Flytegrense %

▽ Kone i lab.

△ Kone om bord

○ Annen skjærlasthetsmåling

▲▽ Omrørt skjærlasthet

L skjellfragmenter

Kornfordeling



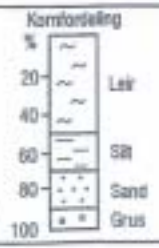
Prøvetype: <i>Niemistøe</i>	Prøvediameter: <i>63mm</i>	Vannøyp: <i>97m</i>	Dato tatt: <i>29.4.02</i>	Dato prøvetaking: <i>7.5.02</i>	Vedlegg nr.: <i>2-15</i>
Prøvested: <i>Trondheimsfjorden</i>		Bredde:	Lengde: <i>47cm</i>	Utørt av: <i>AL/HO</i>	

Prøvebeskrivelse	Logg	Vanninnhold %				Romvekt $\rho_{\text{sk}}/\text{kg/m}^3$	Sjærfesthet s_u kN/m^2			Sensitivitet	Kornfordel. Andre analyser	
		30	50	70	90		5	10	15			
<i>(sandig, leirig) silt, inneholder flere små sjællfragmenter og noen få smågrusklyster, homogen</i>						<i>19.8</i>						
			<i>51</i>				<i>2.9</i>	<i>9.0</i>				
<i>siltig leir, homogen</i>						<i>19.0</i>						
			<i>57</i>				<i>1.5</i>	<i>9.0</i>				

Merkingar:
L0201099 (p.18)
Ras i overflaten



- ∇ Korus i lab.
- \triangle Korus om bord
- \circ Annes sjærfesthetsmåling
- \blacktriangledown Omært sjærfesthet
- l* sjællfragmenter



Prøvetype: Njemibloc	Prøvediameter: 63mm	Vanndyp: 140m	Dato tatt: 29.4.02	Dato prøvetaking: 8.5.02	Vedlegg nr.: 2-18
Prøvested: Trondheimsfjorden			Bredde:	Lengde: 52 cm	Utbert av: AL/HO

Prøvebeskrivelse	Logg	Vanninnhold %				Rom- vekt kN/m ³	Sjærfesthet s_u kN/m ²			Sensi- tivitet	Kornfordel. Andre analyser
		30	50	70	90		5	10	15		
} øverste ca. 4cm er bløt	~										
	~										
	~										
0.1	~										
siltig leire, homogen, blir gradvis mer kompakt nedover	~										
	~										
	~										
0.2	~					18.2	1.6	2.7			
0.3	~										
siltig leire, betydelig mer kompakt enn overliggende leire	~										
	~										
	~										
0.4	~										
0.5	~										
0.6											
0.7											
0.8											
0.9											

Merkingar:
L0201052 (p. 17.5)
Ras i overflaten

W_p — W — W_L
 W_p - Utvellinggrense %
 W - Naturlig vanninnhold %
 W_L - Flytegrense %

▽ Korus i lab.
 △ Korus om bord
 ○ Ansen skjærfesthetsmåling
 ▲▼ Omrent skjærfesthet

Kornfordeling

20	Leir
40	Silt
60	Sand
80	Grus
100	

Prøvetype: <i>Niemistö</i>	Prøvediameter: <i>63mm</i>	Vannedyp: <i>188m</i>	Dato tatt: <i>29.4.02</i>	Dato prøvetaking: <i>8.5.02</i>	Vedlegg nr.: <i>2-21</i>
Prøvested: <i>Trondheimsfjorden</i>			Bredde:	Lengde: <i>60cm</i>	Løstert ar: <i>AL/HO</i>

Prøvebeskrivelse	Løgg	Vanninnhold %				Romvekt $\rho_{\text{sk}}/\text{m}^3$	Skjærfasthet s_v/m^2			Sensitivitet	Kornfordel. Andre analyser	
		30	50	70	90		5	10	15			
<p><i>siltig leire, homogen, blir gradvis bløtere oppover</i></p>												
		0.1										
		0.2			<i>69</i>		<i>18.7</i>	<i>1.5</i>	<i>3.3</i>			
		0.3										
		0.4										
		0.5			<i>57</i>		<i>19.1</i>	<i>2.4</i>	<i>6.5</i>			
		0.6	X									
		0.7	X									
		0.8	X									
		0.9	X									

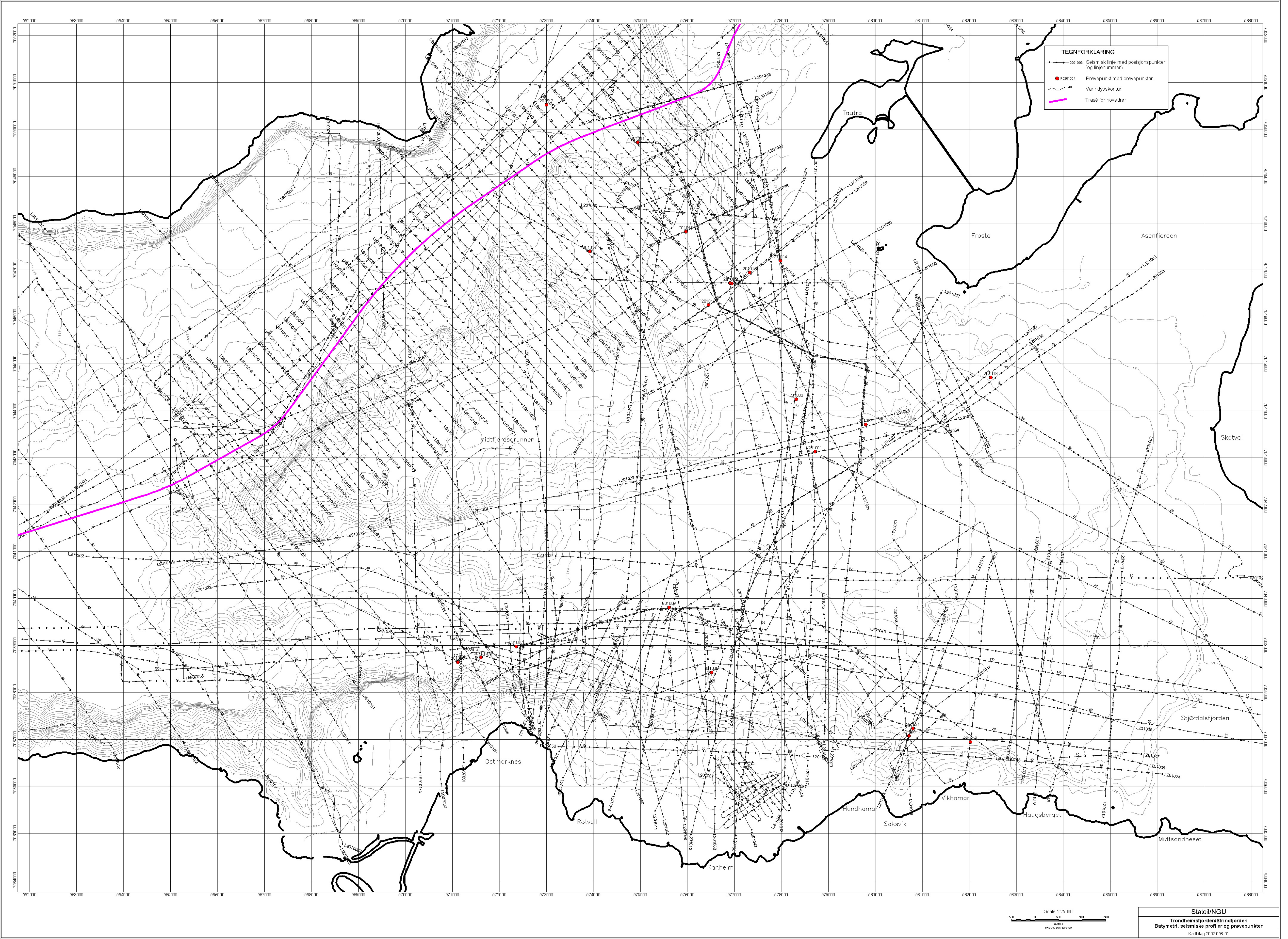
Merkinger:
L 0201081 (p. 14)
Ras i overflaten

W_p — W — W_L
 W_p - Utrullingsgrense %
 W - Naturlig vanninnhold %
 W_L - Flytegrense %

▽ Keros i lab.
 △ Keros om bord
 ○ Annet skjærfasthetsmåling
 ▲▽ Omrørt skjærfasthet

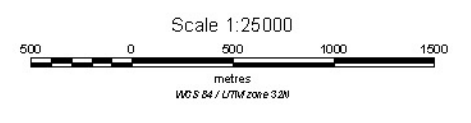
Kornfordeling

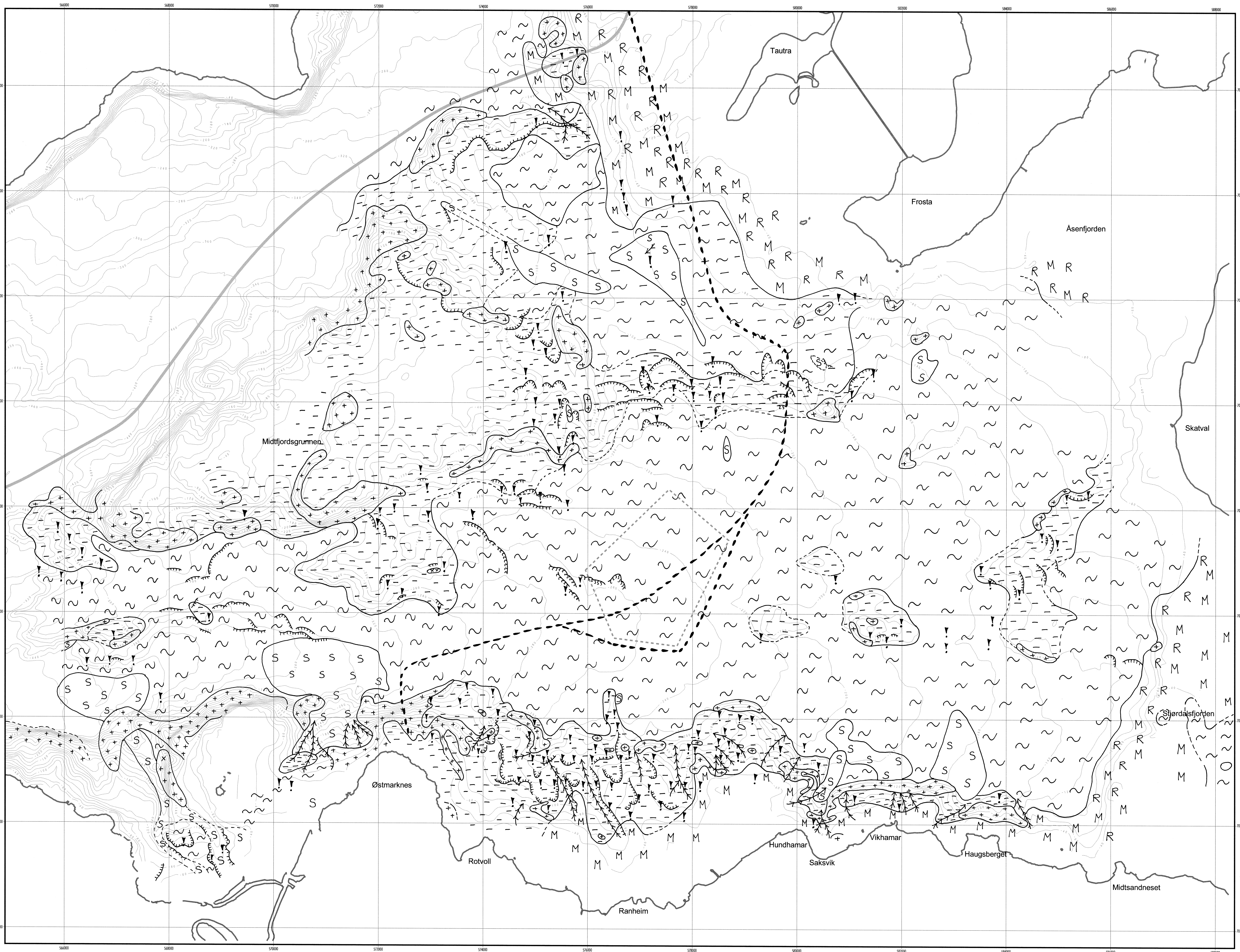
0-20%	Leir
20-40%	Silt
40-60%	Sand
60-80%	Gru
80-100%	Gru



TEGNFORKLARING

- Seismisk linje med posisjonspunkter (og linjenummer)
- Prøvepunkt med prøvepunktnr.
- Vanndypskontur
- Trasé for hovedrør





Målestokk: 1:25.000
 WGS84/UTM zone 32N
 Dybdekonturene er basert på 50 meters punkttetthet

TEGNFORKLARING

- Dybdekontur (20 m konturintervall)
- Område merket som dumpelit for jernslag i sjøkart
- Markert skredkant/brattkant som skyldes skred eller strømerosjon
- Markert kant som skyldes setninger i overflata/underliggende sediment
- Markert ravining
- Observerte partier der det gjenstår sedimenter i skredkanter/brattkanter
- Skredmateriale i overflaten
- Morenemateriale, stedvis overdekket av holocen leire/silt/sand
- Randsone (Yngre Dryas iskontaktsoner)
- Fjell
- Marin leire/silt (holocen)
- Marin silt (holocen), inneholder noe sand og lite leire (områder med mye strøm)
- Glasimarin leire/silt, stedvis overdekket av holocen leire/silt/sand
- Mulig trasé for grenser
- Trasé for hovedgassar

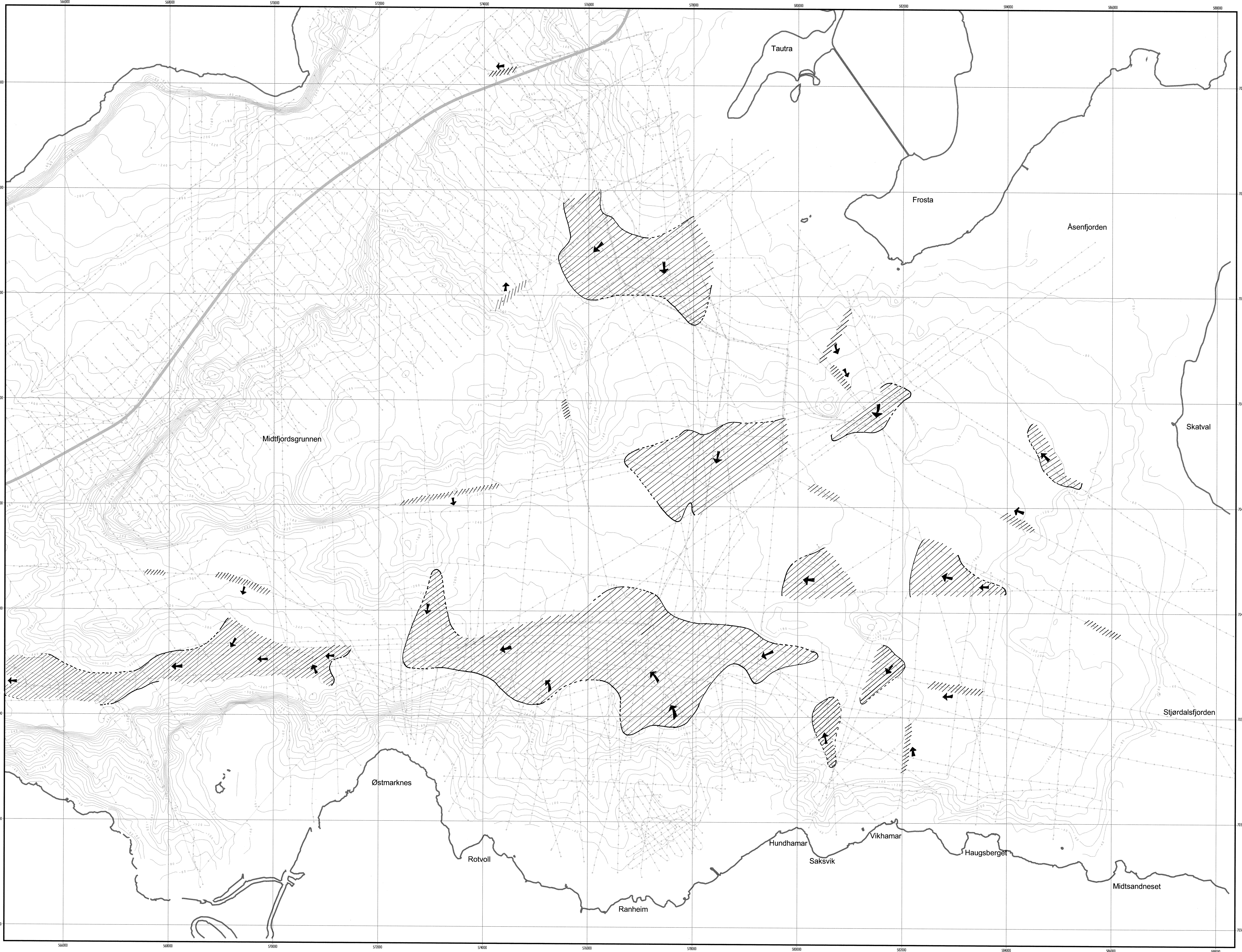
Målestokk: 1:25000

Statoil/NGU

Trondheimsfjorden/Strindfjorden
 Batymetri og bunntypekart

Kartbilag 2002.058-02

Målestokk: 1:25.000
 WGS84/UTM zone32N
 Dybdekonturene er basert på 50 meters punktthet



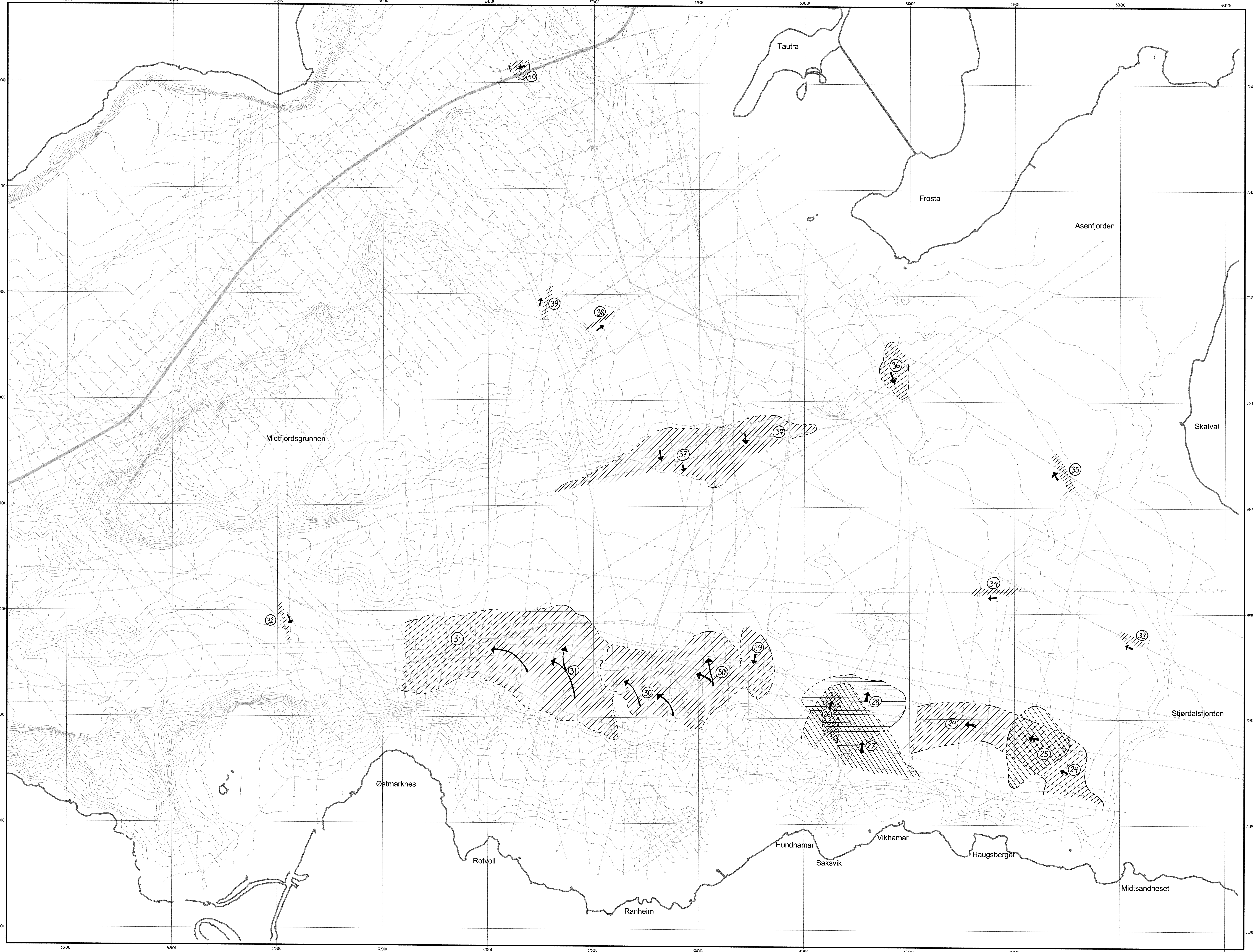
TEGNFORKLARING

- Vanddypskontur, 20 m konstantintervall
- Seismisk linje med posisjonspunkt
- Uberedelse av rasavsetninger med rasnummer angitt
- Antatt uberedelsesgrense
- Relativt sikker uberedelsesgrense
- Usikker uberedelse
- I tilfeller der flere ras ligger over hverandre er følgende aldersrelasjon gitt:
- Eldst
- Yngre
- Yngst
- Antatt transportretning
- Rasavsetning Ener Bæ m.fl. (2000)
- Trase for hovednar

Målestokk: 1:25.000

Statoil/NGU
 Trondheimsfjorden/Srindfjorden
 Batymetri og eldre rasavsetninger (ca.12.000-ca.10.000 år)

Kartbilag 2002.058-03

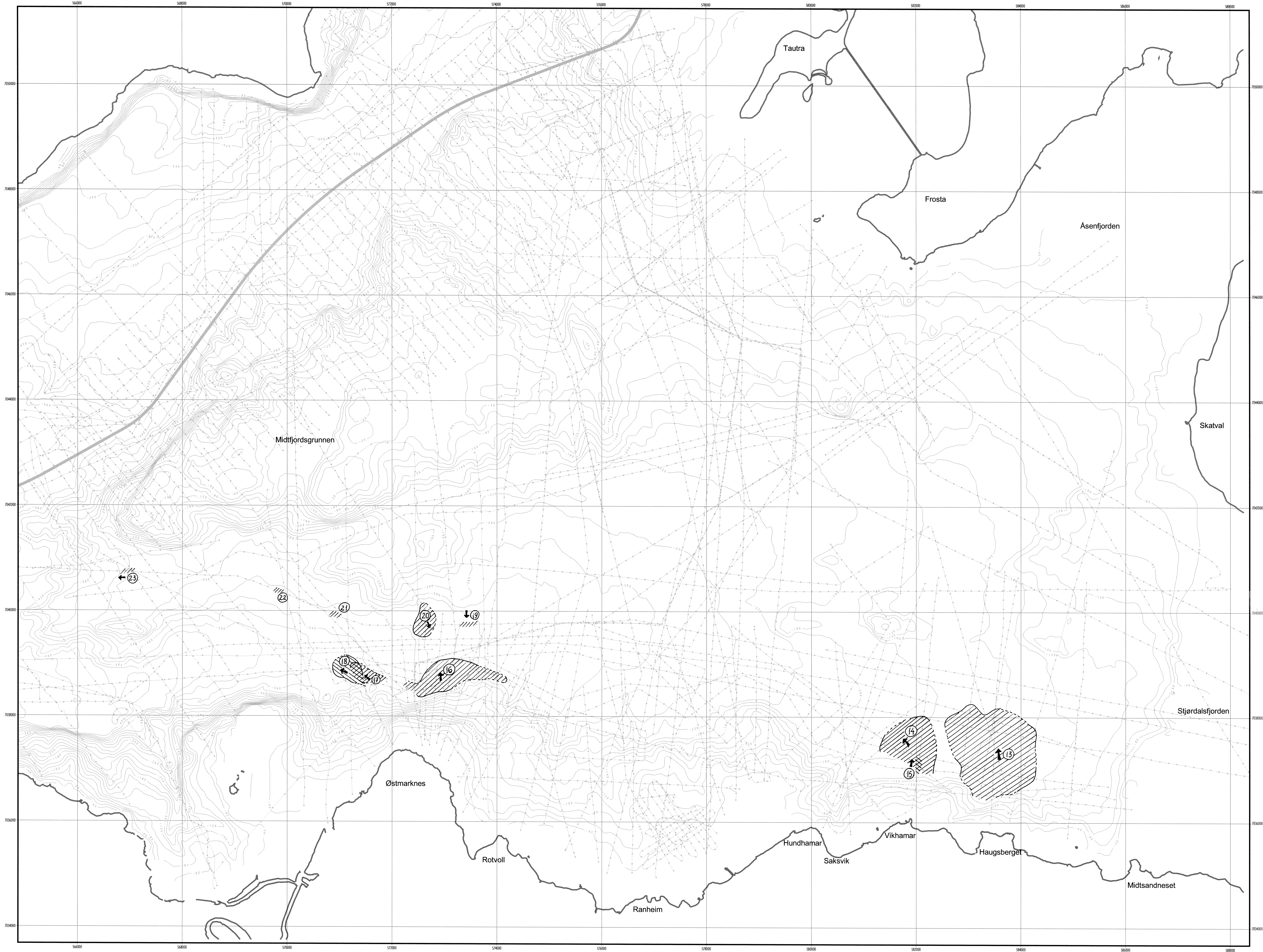


TEGNFORKLARING

- Vandypskontur, 20 m konturintervall
- Seismisk linje med posisjonspunkt
- Utbedelse av rasavsetninger med rasnummer angitt
- Antatt utbedelsesgrense
- Relativt sikker utbedelsesgrense
- Usikker utbedelse
- I tillegg der flere ras ligger over hverandre er følgende aldersrelasjon gitt:
- Eldst
- Yngre
- Yngst
- Antatt transportretning
- Rasavsetning
Eneri Bøe m.fl. (2000)
- Trae for hovedrøe

Målestokk: 1:25.000

StatOil/NGU
 Trondheimsfjorden/Strindfjorden
 Batymetri og tidlig/midtre holocen rasavsetninger (ca.10.000-ca.5.000 år)
 Kartbilag 2002.058-04



Målestokk: 1:25.000
 #GCS84/UTM zone32N
 Dybdekonturene er basert på 50 meters punktetthet

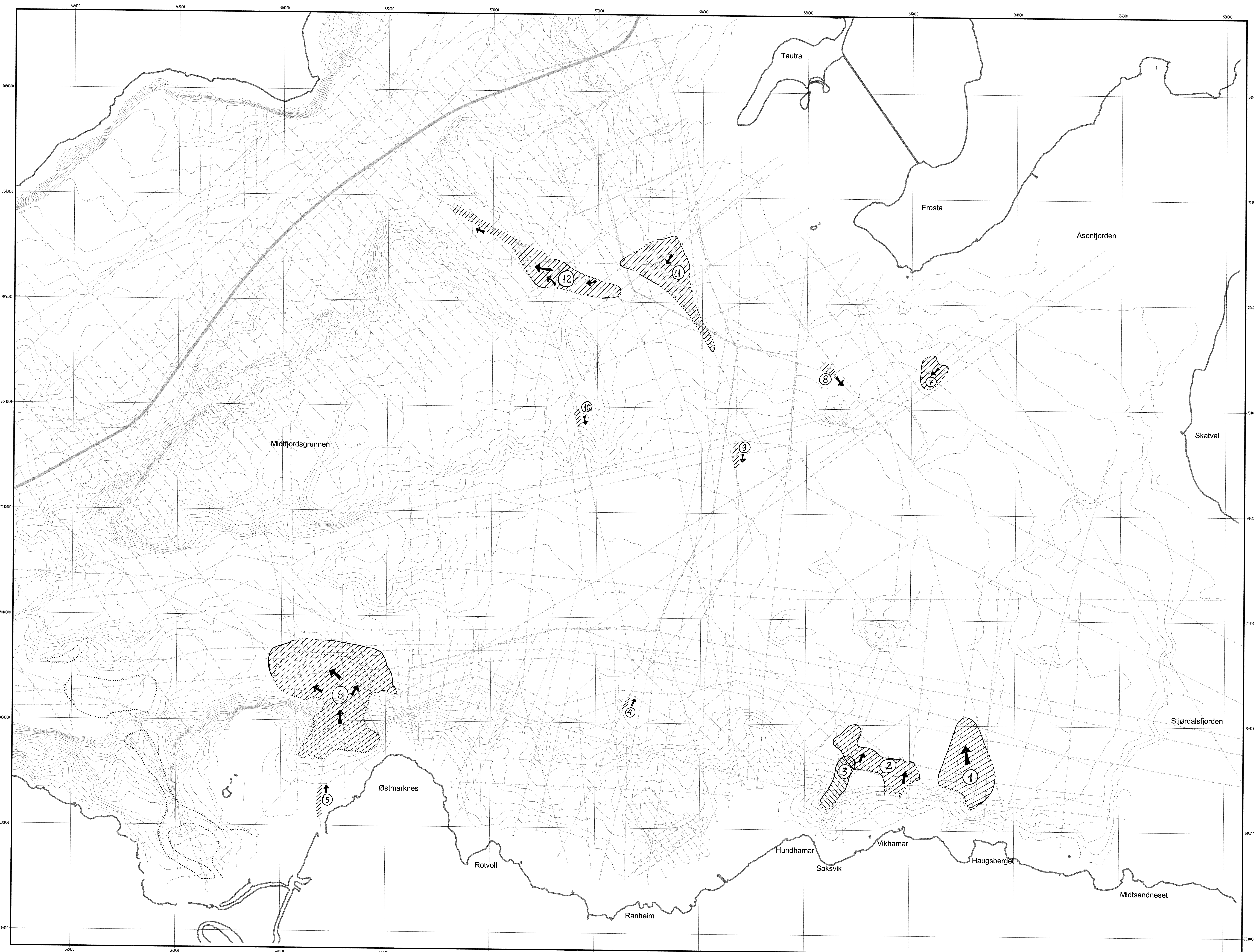
TEGNFORKLARING

- Vandedpskontur, 20 m konturintervall
- Seismisk linje med posisjonspunkt
- Utbedelse av rassavetninger med rasnummer angitt
- Antatt utbedelsesgrense
- Relativt sikker utbedelsesgrense
- Usikker utbedelse
- I tilfeller der flere ras ligger over hverandre er følgende aldersrelasjon gitt:
- Eldst
- Yngre
- Yngst
- Antatt transportretning
- Rassavetning Etter Bøe m.fl. (2000)
- Trase for bovedror

Målestokk: 1:25.000

Statoil/NGU
 Trondheimsfjorden/Strindfjorden
 Batymetri og sen holocen rassavetninger (siste ca. 5.000 år)

Kartbilag 2002.058-05



Målestokk: 1:25.000
 WGS84/UTM zone32N
 Dybdekonturene er basert på 50 meters punktthet

TEGNFORKLARING

- Vanndypskontur, 20 m konturintervall
- Seismisk linje med posisjonspunkt

Utbedelse av rasavsetninger med rannummer angitt

- Antatt utbedelsesgrense
- Relativt sikker utbedelsesgrense
- Usikker utbedelse

I tillegg der flere ras ligger over hverandre er følgende aldersrelasjon gitt:

- Eldst
- Yngre
- Yngst

- Antatt transportretning
- Rasavsetning
- Eter Bøe m.fl. (2000)
- Trase for hoveddr

Målestokk: 1:25.000

StatOil/NGU
 Trondheimsfjorden/Strindfjorden
 Batymetri og rasavsetninger i overflata
 Karbilag 2002.058-06