

NGU Rapport 2012.012

Magnetisk og batymetrisk kartlegging ved
vegprosjektet Fv. 659 Nordøyvegen,
Møre og Romsdal.

Rapport nr.: 2012.012		ISSN	Gradering: Åpen	
Tittel: Magnetisk og batymetrisk kartlegging ved vegprosjektet Fv. 659 Nordøyvegen, Møre og Romsdal.				
Forfatter: John F. Dehls, Odleiv Olesen og Jan S. Rønning		Oppdragsgiver: Statens vegvesen Region Midt		
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Haram		
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1220 III Brattvåg		
Forekomstens navn og koordinater: Skuløya UTM ED50 362000 – 6952000, Sone 32		Sidetall: 22	Pris: 100,-	
Feltarbeid utført: Aug 2011		Rapportdato:	Prosjektnr.: 343500	Ansvarlig: <i>DybskinNordgulen</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>I forbindelse med tunnelprosjektet Fv. 659 Nordøyvegen, fastlandsforbindelse med undersjøiske tunneler og broer mellom Skjelten, Hestøya, Lepsøya (Løvsøya), Haramsøya, Flemsøya/Skuløya, Fjørtofta og Harøya, har NGU utført magnetisk og batymetrisk kartlegging. Magnetiske data ble høsten 2011 samlet inn fra fly av det kanadiske firmaet Novatem. Detaljerte batymetriske data ble samlet inn an NGU ved bruk av F/F Seisma i august 2011. NGU har tidligere utført strukturgeologisk kartlegging på Lepsøya/Skuløya i dette prosjektet.</p> <p>Tolking av magnetiske data indikerer tre forkastnings-/svakhetssoner som må krysses med de planlagte tunnelene ved Fv. 659 Nordøyvegen. En av disse ligger midtfjords mellom Skuløya og Fjørtofta, mens de to andre ligger mellom Fjørtofta og Harøya. Disse sonene tolkes til å være en del av Møre-Trøndelag forkastningssone (MTFZ). Tidligere undersøkelser langs MTFZ viser at sonene kan være over to hundre meter brede og at hastigheten stedvis er lavere enn 2500 m/s, noe som karakteriseres som meget dårlig fjell. En gjennomgang av tilgjengelig refraksjonsseismikk fra området viser at den ene sonen rett nord for Fjørtofta kan være ca. 40 meter bred, og med en hastighet på 3800 m/s. Midtfjords mellom Fjørtofta og Myklebust er det ved seismikk kartlagt 5 soner med bredde mindre enn 20 meter og med hastighet fra 3500 til 4000 m/s. Den siste påviste sonen vil trolig krysse tunnelen mellom Fjørtofta og Harøya ved Myklebust, og her er sonenes bredd mindre enn 10 meter og hastigheten varierer fra 3400 til 4000 m/s. Seismikken tilsier at de tre forkastnings-/svakhetssonene de tolkede magnetiske data viste, representerer dårlig fjell, men ikke meget dårlig fjell (Barton 2009).</p> <p>Den nye batymetrien viser at det ligger tildels mye løsmasser langs de tre tunneltraséene og viser kun stedvis strukturer i berggrunnen. På grunn av dette er det tolket få strukturer, og retningen på disse er vanskelig å bestemme. Mellom Fjørtofta og Harøya har de tolkede lineamentene strøketning VNV – ØSØ. I Nogvafjorden mellom Skuløya og Fjørtofta har strøket retning SV – NØ. Her faller uregelmessigheter i batymetrien sammen med en forkastnings-/svakhetsone tolket fra de magnetiske data. Mellom Hestøya og Haramsøya er det også tolket få lineament og disse har varierende strøketning.</p>				
Emneord: Kartlegging		Strukturgeologi		Tunnelprosjekt
Batymetri		Fv 659		Magnetometri
				Fagrapport

INNHOOLD

1. INNLEDNING.....	4
2. METODER	5
2.1 Magnetiske målinger.	5
2.2 Batymetriske målinger.....	6
3. RESULTATER	7
3.1 Magnetiske tolkninger	7
3.2 Batymetriske tolkninger	11
3.2.1 Fjørtoftfjorden	11
3.2.2 Nogvafjorden.....	11
3.2.3 Hestøya - Haramsøya	11
4. DISKUSJON.....	20
5. KONKLUSJONER	21
6. REFERANSER	22

FIGURER

Figur 1. Vegprosjektet Fv. 659 Nordøyvegen er 37 km langt og består av veger, tre undersjøiske tunneler, broer og sjøfyllinger. Svart stiplet linje er undersjøiske tunneler, grønn linje er broer og røde linjer er veger.....	5
Figur 2. To Piper Navajo fly og mannskap fra NOVATEM har utført målingene som en del av SAS-11 kartleggingen (Stad Aeromagnetic Survey 2011) innenfor Coop prosjektet (Crustal Onshore-Offshore Project). Bilder er tatt på Vigra lufthavn høsten 2011.	6
Figure 3. Flymagnetisk kart ved Nordøyane. Magnetfeltet er referert til IGRF 2012. Hvite stiplede linjer viser mulige forkastningssoner/svakhetssoner.....	8
Figure 4. Første vertikalderverte av magnetfeltet ved Nordøyane. Hvite stiplede linjer viser mulige forkastningssoner/svakhetssoner.....	9
Figure 5. Tolkningskart ved Nordøyane. Blå stiplede linjer viser tolkede forkastninger/svakhetssoner som opptrer i et typisk linsemønster som er vanlig langs store sidelengsforkastninger slik som i Møre-Trøndelag forkastningssone.....	10
Figur 6. Oversiktskart, ny og eksisterende batymetri.....	12
Figur 7. Fjørtoftfjorden, ny og eksisterende batymetri.	13
Figur 8. Fjørtoftfjorden, ny og eksisterende batymetri med tolkning.	14
Figur 9. Nogvafjorden, ny og eksisterende batymetri.....	15
Figur 10. Nogvafjorden, ny og eksisterende batymetri med tolkning.....	16
Figur 11. Hestøya området, ny og eksisterende batymetri.....	17
Figur 12. Hestøya området, ny og eksisterende batymetri med tolkning.....	18
Figur 13. Sammenstilling av magnetiske og batymetriske tolkninger.....	19

1. INNLEDNING

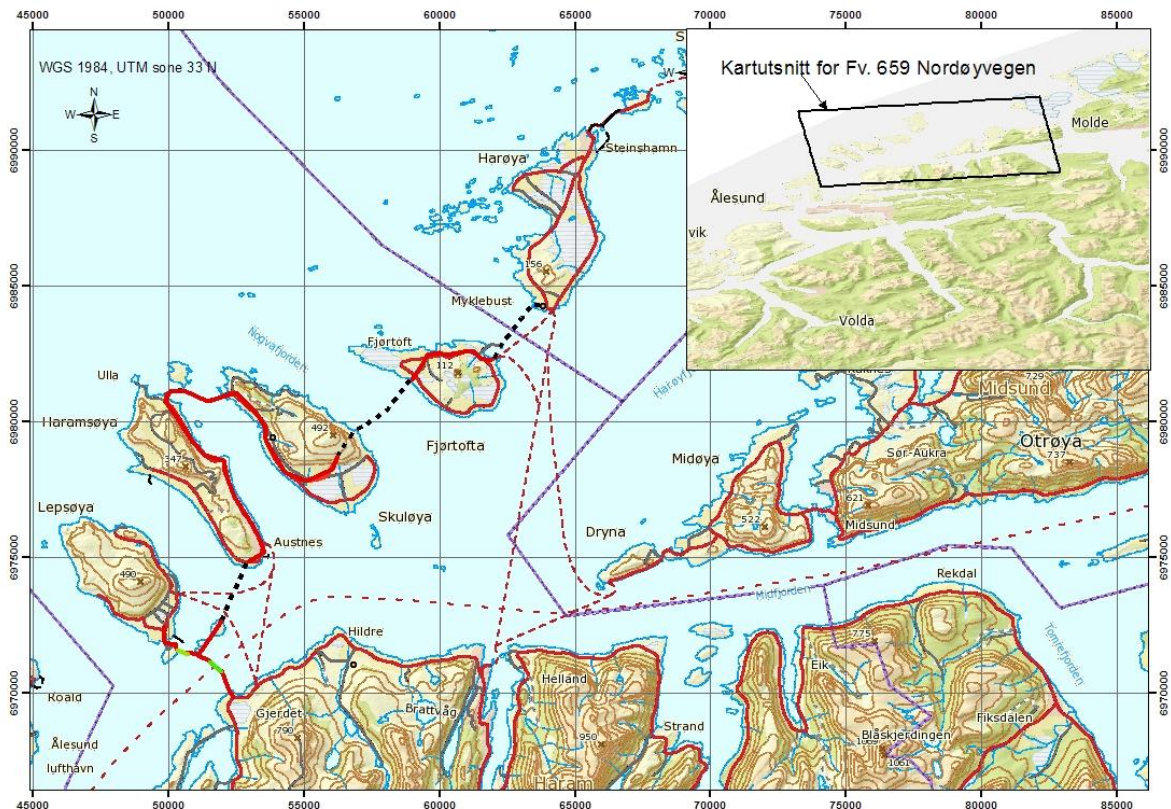
I et samarbeid med Statens vegvesen Region Midt har NGU utført magnetisk og batymetrisk kartlegging i forbindelse med et vegprosjekt ved Nordøyane i Møre og Romsdal.

Vegprosjektet Fv. 659 Nordøyvegen er 37 km langt og består av vegger, undersjøiske tunneler, broer og sjøfyllinger (Figur 1). Nordøyvegen vil gi fast vegsamband til Lepsøya, Haramsøya, Skuløya/Flemsøya og Fjørtofta i Haram kommune og Harøya og Finnøya i Sandøy kommune i Møre og Romsdal. Prosjektet omfatter fire fjordkryssinger og opprusting/omlegging av nåværende hovedveger på øyene til tofelts riksvegstandard. Nordøyane er i dag trafikkert av to riksvegferjesamband og en hurtigbåt. De fire fjordkryssinger består av:

- Bru/fylling Skjelten (fastlandet) – Lausundholmen (Lepsøy) – Hestøya;
- Tunnel Hestøya – Austnes på Haramsøy
- Tunnel Nogva på Skuløy/Flemsøy – Stongnes på Fjørtoft
- Tunnel Kongsnes på Fjørtoft – Myklebust på Harøy

Total planlagt tunnellengde er 11 km.

Mulige problemer knyttet til et antatt ustabil fjellparti på Skuløya/Flemsøya og fjordkryssinger i tunnel ble diskutert på et møte på NGU 30. mars 2011. På grunnlag av disse ble det foreslått et samarbeidsprosjekt hvor flere undersøkelser inngikk. En sammenstilling av bergrunnsgeologien i området og en mindre strukturgeologisk studie knyttet til et mulig ustabil fjellparti på Skuleøya/Flemsøya er tidligere rapportert (Ganerød og Lutro 2011). I denne rapporten meddeles resultater fra magnetiske og batymetriske studier.



Figur 1. Vegprosjektet Fv. 659 Nordøyvegen er 37 km langt og består av vegger, tre undersjøiske tunneler, broer og sjøfyllinger. Svart stiplet linje er undersjøiske tunneler, grønn linje er broer og røde linjer er vegger.

2. METODER

Ved denne undersøkelsen er det utført tolking av magnetiske data målt fra fly og batymetriske data samlet inn av NGU med båt.

2.1 Magnetiske målinger

Magnetiske data er samlet inn med to Piper Navajo PA31 fly fra det kanadiske selskapet NOVATEM hjemmehørende i Mont-Saint-Hilaire, Québec. Arbeidet ble utført i oktober og november 2011 som en del av SAS-11 kartleggingen (Stad Aeromagnetic Survey 2011) innenfor COOP-prosjektet (Crustal Onshore-Offshore Project):

<http://www.ngu.no/no/Aktuelt/2011/Flymalinger-pa-Nordvestlandet/>

<http://www.ngu.no/upload/Hav%20og%20kyst/Sokkel/Brosjyrer/NorthSeaCoop.pdf>

Coop-prosjektet er finansiert av ti oljeselskap (BayernGas, ConocoPhillips, Det norske oljeselskap, Lundin, Maersk, Noreco, RWE-Dea, Statoil, Total og Wintershall), BKK, NGU og Oljedirektoratet. For å kunne frigi data for tolking ved Nordøyane, har også Statens vegvesen, Region Vest bidratt med finansiering.

Data er samlet inn med to Piper Navajo fly langs N-S gående linjer med 250 m profilavstand og 60 meter flyhøyde. Flyhastighet er ca. 225 km/t og målingene er utført med ca. 6 meter

punktavstand langs linjene. Det er benyttet tre Geometrics G-822A Cesium magnetometre som er montert i såkalte stingere på de to vingespissene og på halefinnen (Figur 2).



Figur 2. To Piper Navajo fly og mannskap fra NOVATEM har utført målingene som en del av SAS-11 kartleggingen (Stad Aeromagnetic Survey 2011) innenfor COOP-prosjektet (Crustal Onshore-Offshore Project). Bilder er tatt på Vigra lufthavn høsten 2011.

Variasjoner i det magnetiske jordfeltet er bestemt ved hjelp av et stasjonært magnetometer ved Vigra flyhavn. Navigasjon er utført ved hjelp av differensiell GPS som gir en nøyaktighet i posisjonen ned mot en meter.

2.2 Batymetriske målinger

I denne undersøkelsen ble det benyttet Geoswath, en interferometrisk sonar, til kartlegging av batymetri. Denne typen sonar gir høyoppløselige batymetri- og bunnreflektivetsdata i dybdeintervallet 0-80 m. Sonaren har to måleenheter montert på en V-plate med vinkel på 30° i forhold til vertikalen, og disse benyttes til å motta signal. En bevegelsessensor (MRU TSS DSM-05) til måling av hiv, rull og stamp er montert på V-platen. Hver overføringsenhet er utstyrt med en sender og fire sidescan/interferometriske mottagere som måler faseforskjell. Alle fire mottagerne tar opp tidsserier av signalet (ekkoet) som sendes tilbake fra havbunnen. Den relative fasen og forsinkelsen mellom de fire mottagerne benyttes til bestemmelse av vinkelen på det returnerte signalet, som sammen med tiden signalet bruker, benyttes til å bestemme avstanden til sjøbunnen.

Tettheten på innsamlingspunkter for GeoSwath-Systemet vinkelrett på fartsretningen er 1,5 cm, mens vertikal oppløsning er anslått å være $< \pm 2$ cm (GeoAcoustics 2004). Hastigheten på fartøyet under innsamling er 4 knop, og med en skuddrate på 6 skudd/s, gir dette en oppløsning i innsamlingsretningen på ca. 65 cm langs målelinjen. Linjeavstand under

innsamling varierte, men i de fleste områder er det full overlapp (dobbel datadekning), noe som gir høy datakvalitet.

Data ble samlet inn over alle de tre tunneltraséene. Kartleggingsområdet var begrenset av den tilgjengelige tiden. En dag ble brukt for hver tunneltrasé. Data ble samlet på en 1 meter rutenett. Ekstra batymetri fra tidligere undersøkelser ble lagt til. Som bakgrunnskart er det brukt lavoppløselig regionale data fra Sjøkartverket med cellestørrelse 50 X 50 meter.

3. RESULTATER

I det følgende blir resultatene fra tolkningen av magnetiske og batymetriske data presentert.

3.1 Magnetiske tolkninger

Det regionale magnetfeltet (IGRF2011) er trukket fra det observerte feltet og differansen er vist i figur 3. Vi har videre beregnet den første vertikalderverte av dette feltet (figur 4) for å framheve de overflatenære strukturene.

Tolkningsmetoden for de aeromagnetiske data er beskrevet av Henkel (1991) og Olesen & Sandstad (1993). Vi har tolket mulige svakhetssoner i form av magnetiske dislokasjoner. De er karakterisert med:

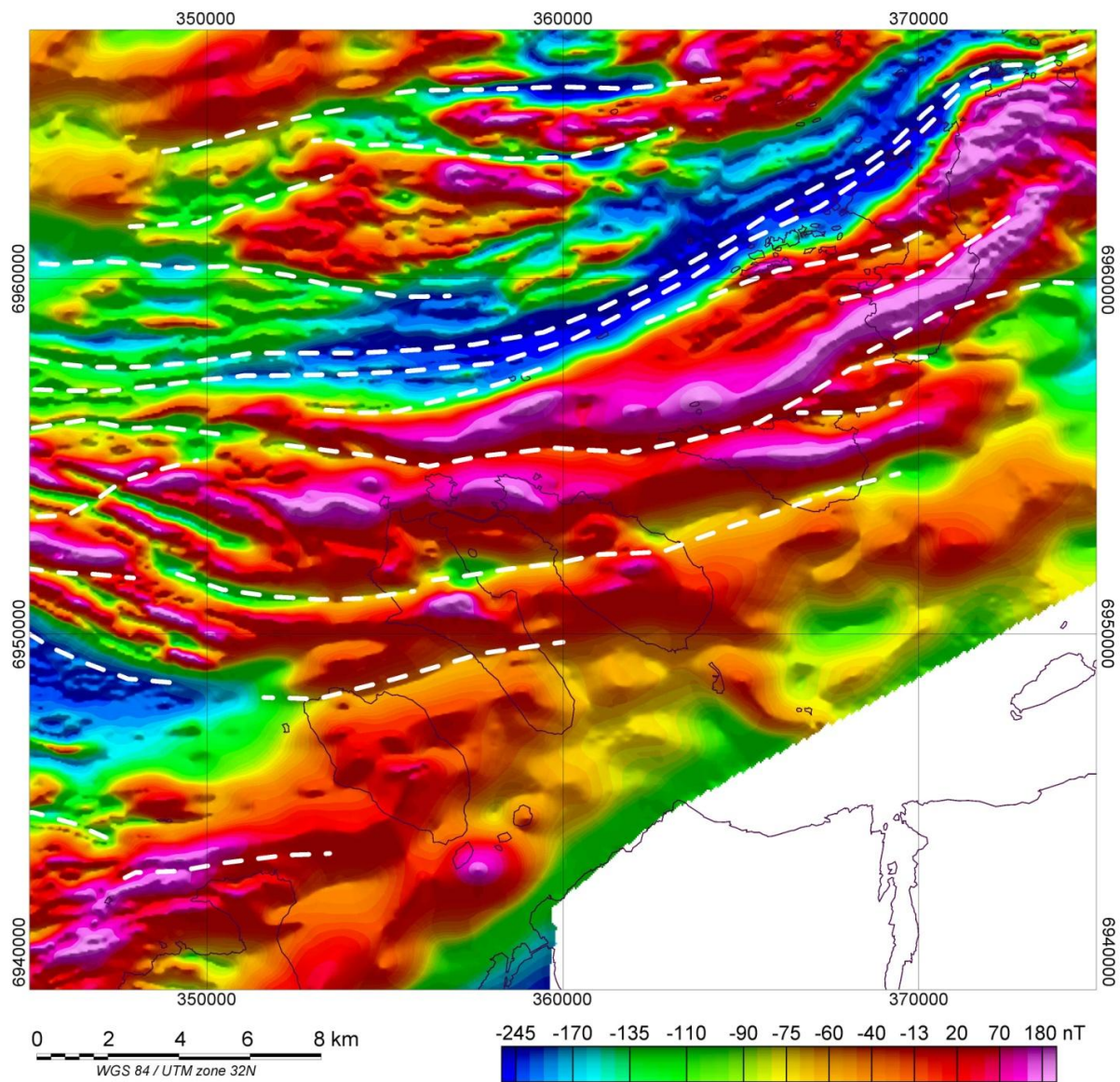
- 1) Lineære avbrudd i anomalimønstre,
- 2) Forskyvning av referansestrukturer
- 3) Lineære gradienter
- 4) Lineære diskordante magnetiske minima.

De tre første karakteristika representerer i de fleste tilfeller forkastningssoner, mens det fjerde oftest representerer knusningssoner hvor magnetitt er oksydert til mineraler med lavere magnetisering (Henkel & Guzmán 1977).

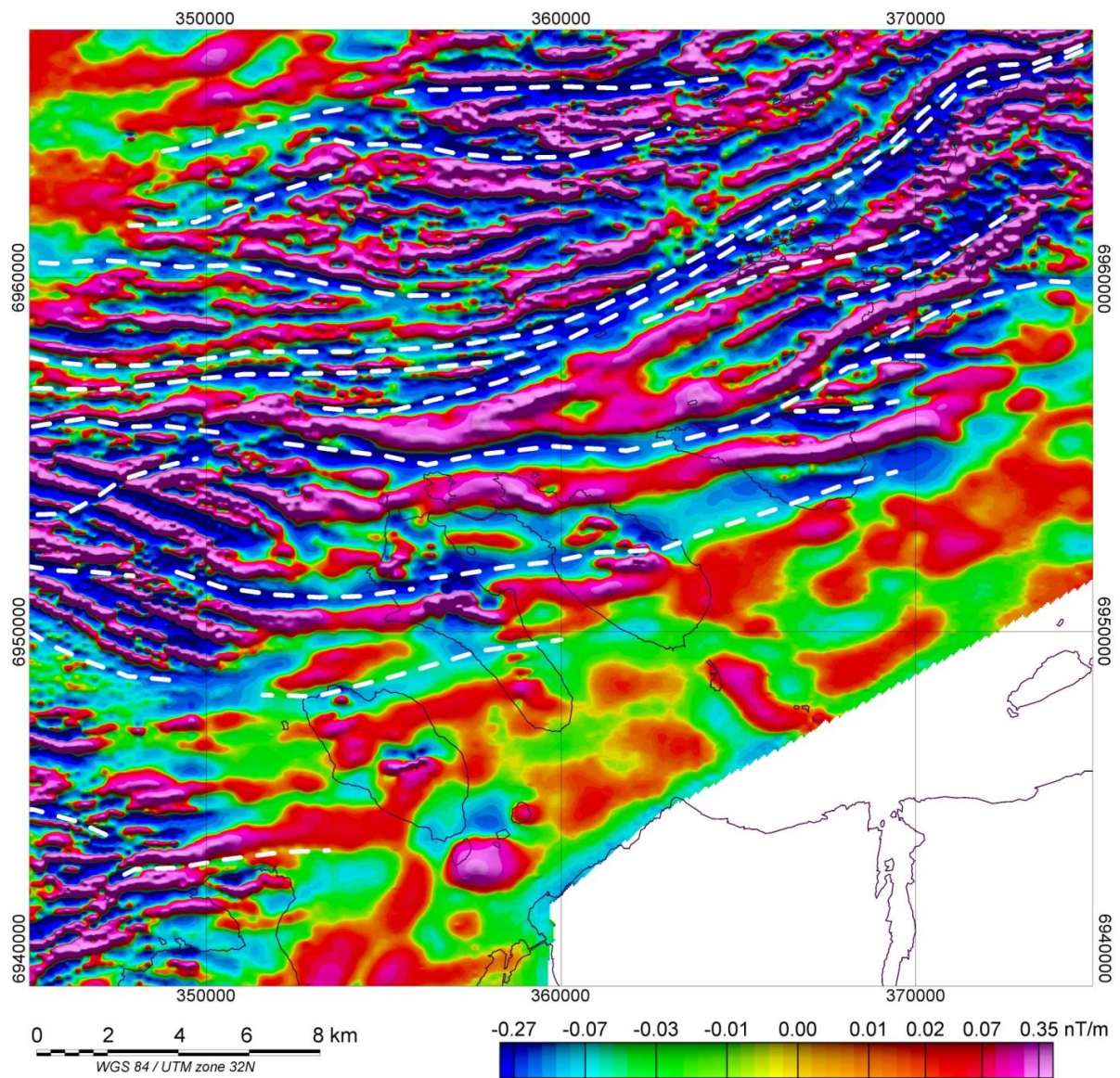
Svakhetssonene som sannsynligvis utgjør en del av Møre-Trøndelag forkastningssone, skjærer bergartene i Nordøyane-området med en lav vinkel. De er av den grunn vanskelig å tolke fra det magnetiske bildet i figur 5 og kan ha en usikkerhet i plasseringen på ca. 200 m. De tolkede svakhetssonene danner et typisk linsemønster som også opptrer i mer regional skala langs Møre-Trøndelagforkastningen (se Nasuti et al. 2012 og referanser i denne publikasjonen). Dette mønsteret er vanlig langs store sidelengsforkastninger og er for eksempel beskrevet av Sylvester (1988).

De magnetiske tolkingene indikerer to mulige regionale strukturer som kan skape problemer ved tunneldriving under Fjørtoftfjorden. En markert struktur går midt over Skuløya/Flemsøya, og må nødvendigvis krysses av tunnelen under Nogvafjorden. Det er ikke tolket noen regional struktur som må krysses av tunnelen mellom Hestøya og Haramsøya.

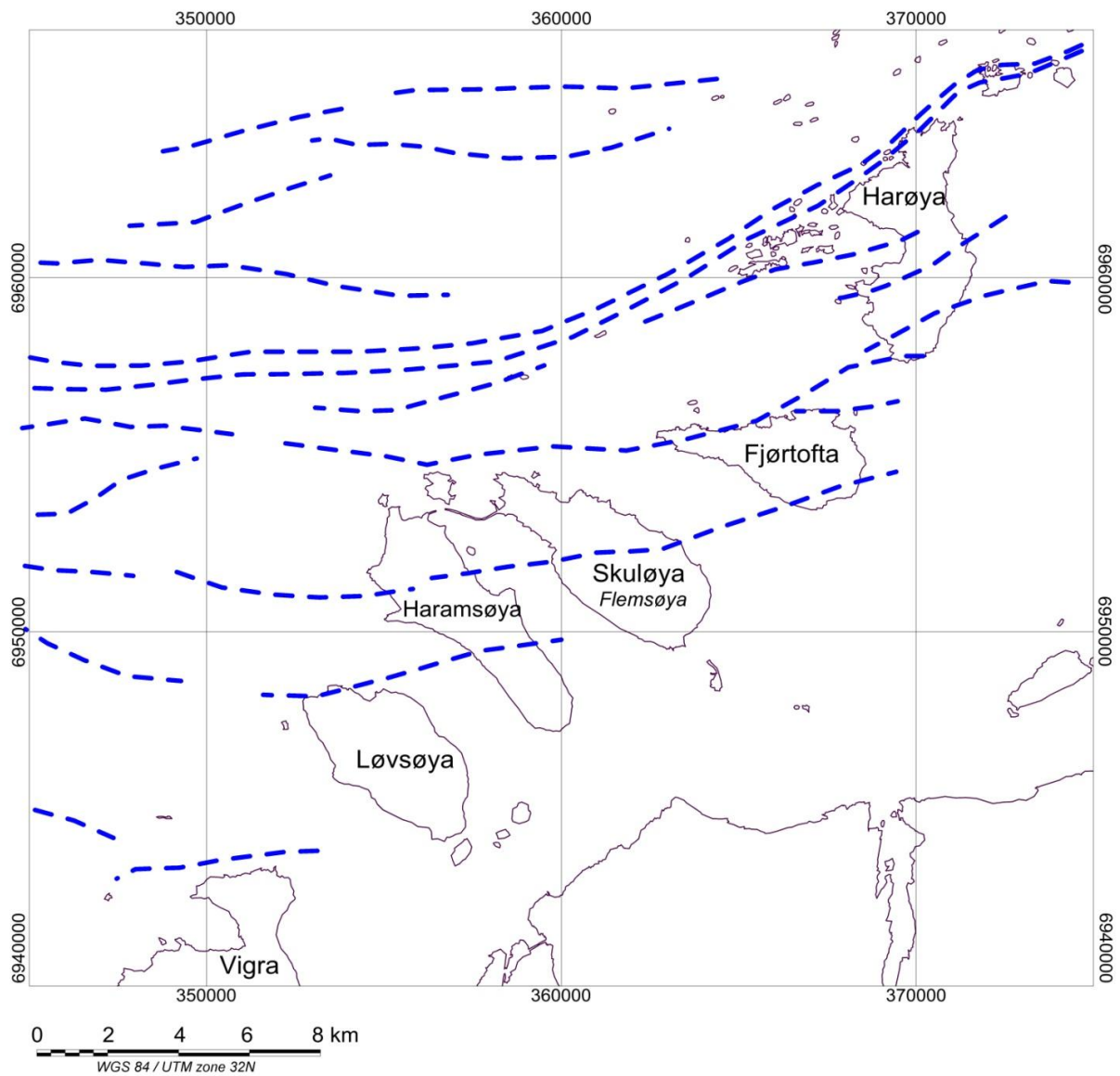
Langs alle de tre tunneltraséene er det tidligere utført refraksjonsseismikk, både på land og i sjøen (se diskusjon). En geologisk undersøkelse av disse strukturene der de er blottet på land bør vurderes.



Figur 3. Flymagnetisk kart ved Nordøyane. Magnetfeltet er referert til IGRF 2012. Hvite stiplede linjer viser mulige forkastningssoner/svakhetssoner.



Figur 4. Første vertikaldेरiverte av magnetfeltet ved Nordøyane. Hvite stiplede linjer viser mulige forkastningssoner/svakhetssoner.



Figur 5. Tolkingskart ved Nordøyane. Blå stiplede linjer viser tolkede forkastninger/svakhetssoner som opptrer i et typisk linsemønster som er vanlig langs store sidelengsforkastninger slik som i Møre-Trøndelag forkastningssone.

3.2 Batymetriske tolkninger

En sammenstilling av alle tilgjengelige batymetriske data (fra Sjøkarverket og nye data innsamlet i dette prosjektet) er vist i figur 6. Mer detaljerte plott er vist i figur 7 til 12, og beskrevet i følgende avsnitt.

3.2.1 Fjørtoftfjorden

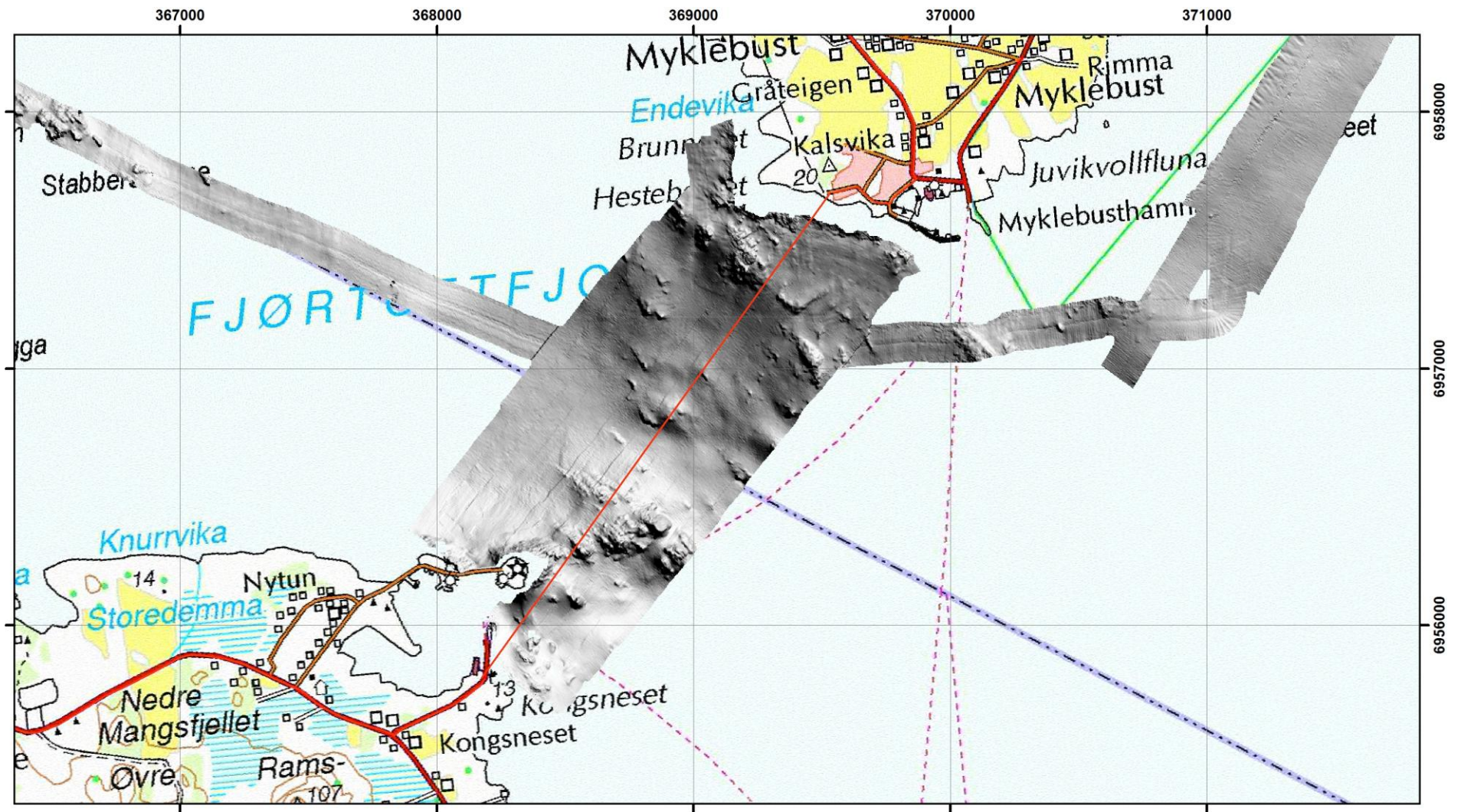
Den nye batymetrien samlet inn i Fjørtoftfjorden er vist i figur 7. Figur 8 viser også tolkede strukturer. Det kan her se ut til at sjøbunnen for det meste er fylt opp med sedimenter som gjør at berggrunnstopografien kun stedvis er blottet. Dette skjerner trolig flere strukturer, og gjør det vanskelig å tolke retningen på strukturene. De strukturene som er tolket, er orientert VNV – ØSØ. Batymetriske data fra Statens kartverk med cellestørrelse 50 x 50 m bidrar ikke til detaljerte tolkninger. Til det er cellestørrelsen for stor.

3.2.2 Nongvafjorden

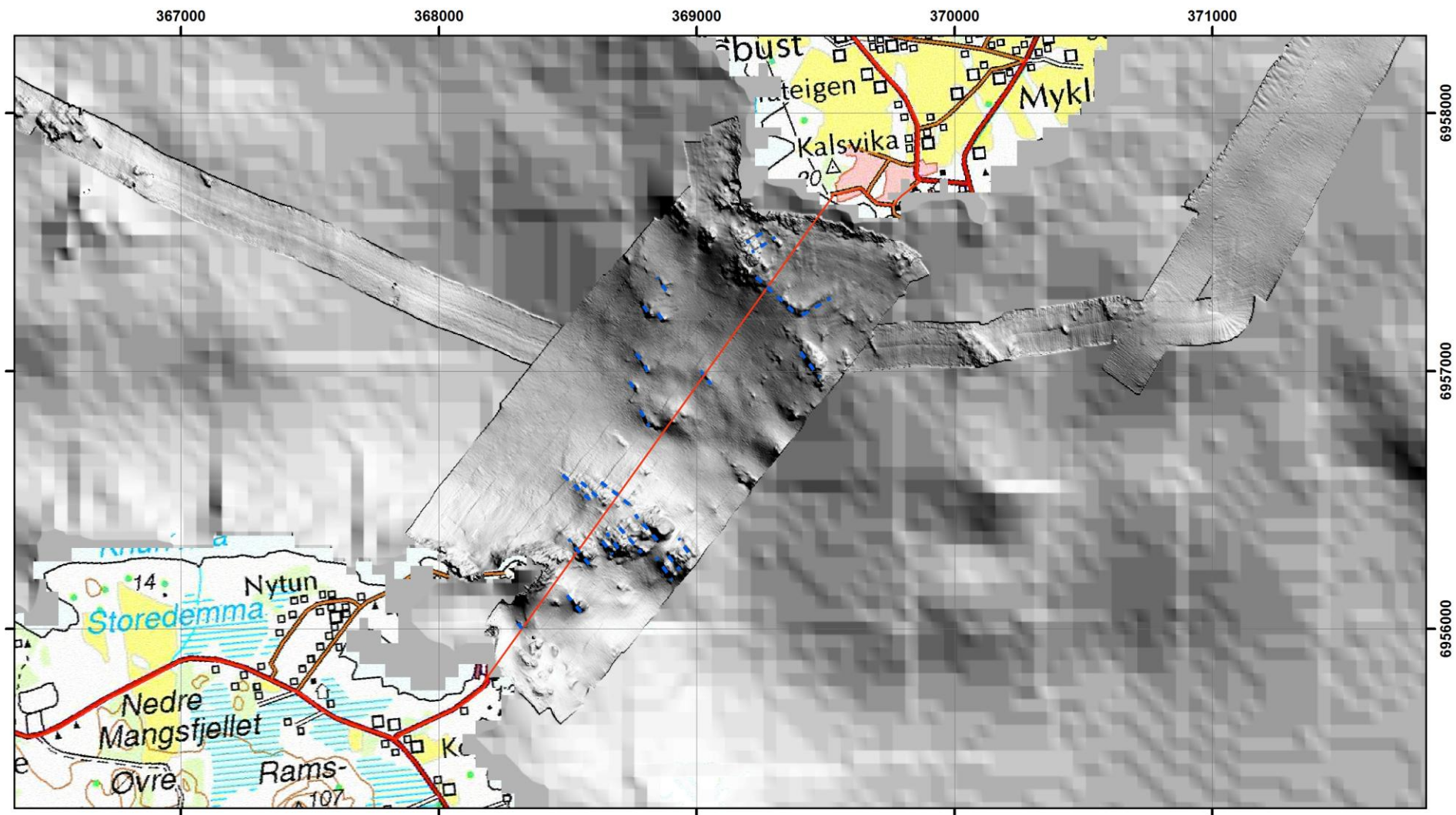
Den nye batymetrien samlet inn i Nongvafjorden er vist i figur 9. Figur 10 viser også tolkede strukturer. Her er sjøbunnen fylt opp med mer sedimenter enn i Fjørtoftfjorden, og strukturer i berggrunnen er knapt synlig. De strukturene som er tolket, er orientert SV – NØ. Batymetriske data fra Statens kartverk bidrar heller ikke her til detaljerte tolkninger.

3.2.3 Hestøya - Haramsøya

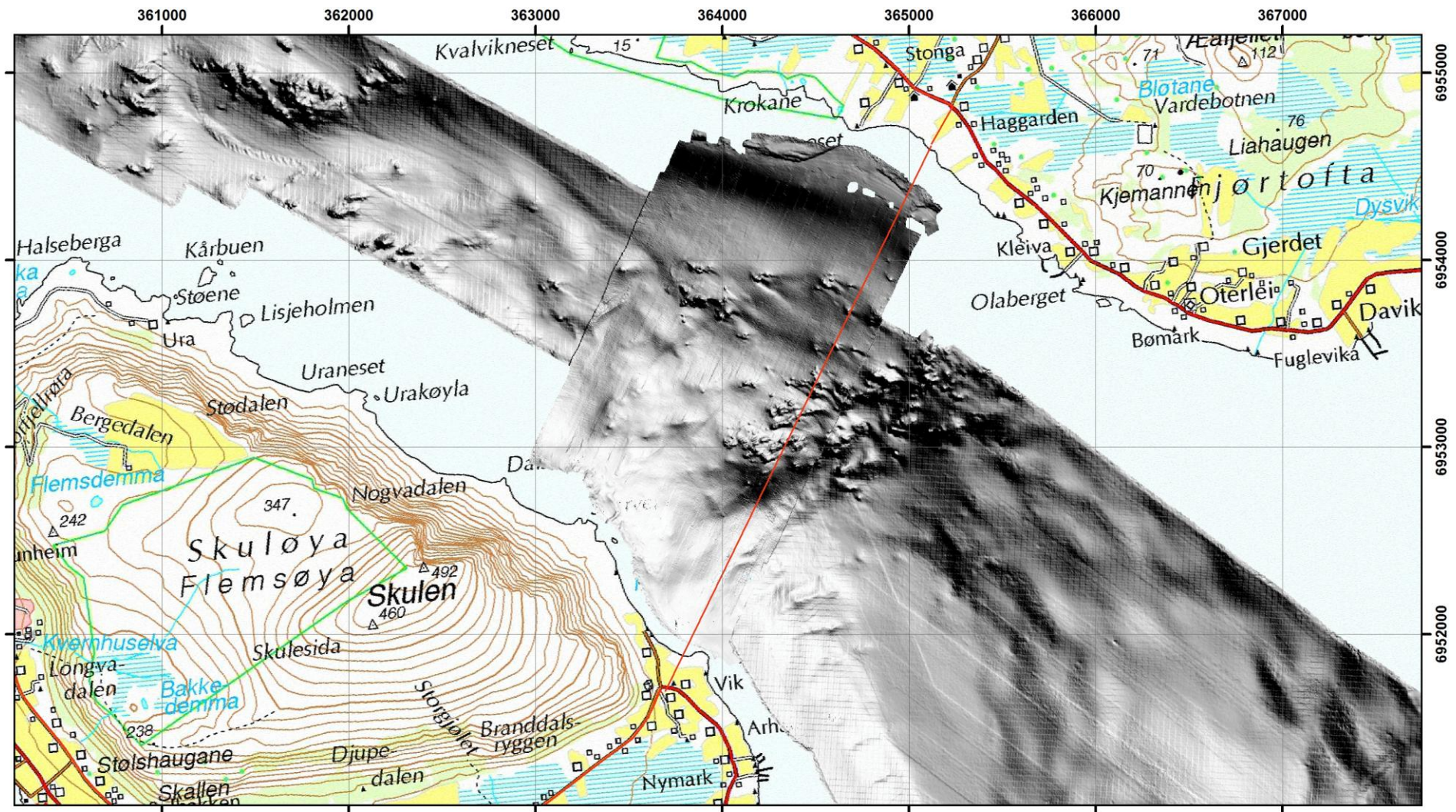
Den nye batymetrien samlet inn mellom Hestøya og Haramsøya er vist i figur 11. Figur 12 viser også tolkede strukturer. Også her er sjøbunnen fylt opp med sedimenter som gjør at berggrunnstopografien kun stedvis er blottet. De strukturene som er tolket, har noe varierende strøk. I dette området (øst for Hestøya) finnes noe eldre batymetriske som til en viss grad bidrar til relevante tolkninger (se figur 12).



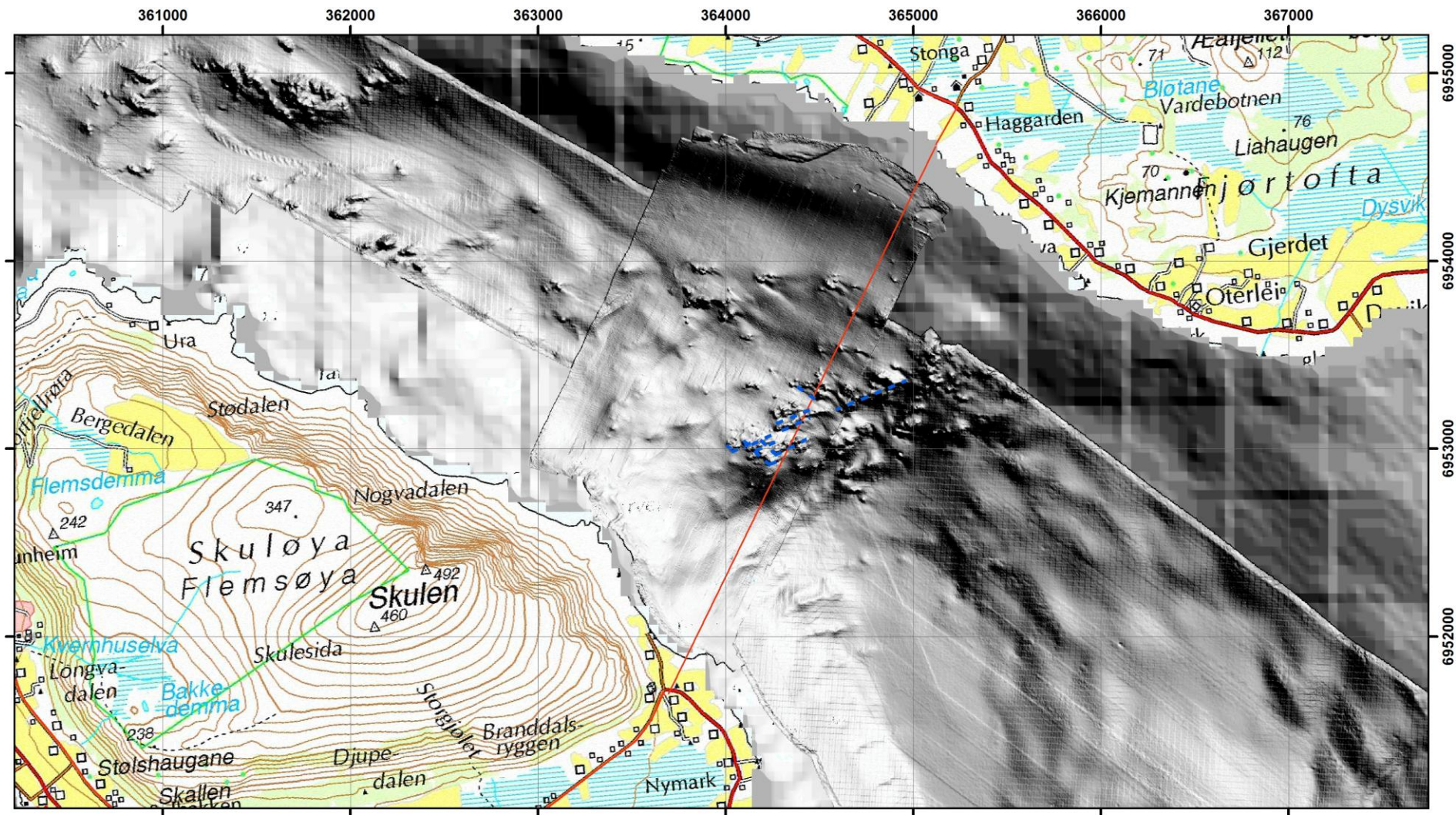
Figur 7. Fjortoftfjorden, ny og eksisterende batymetri.



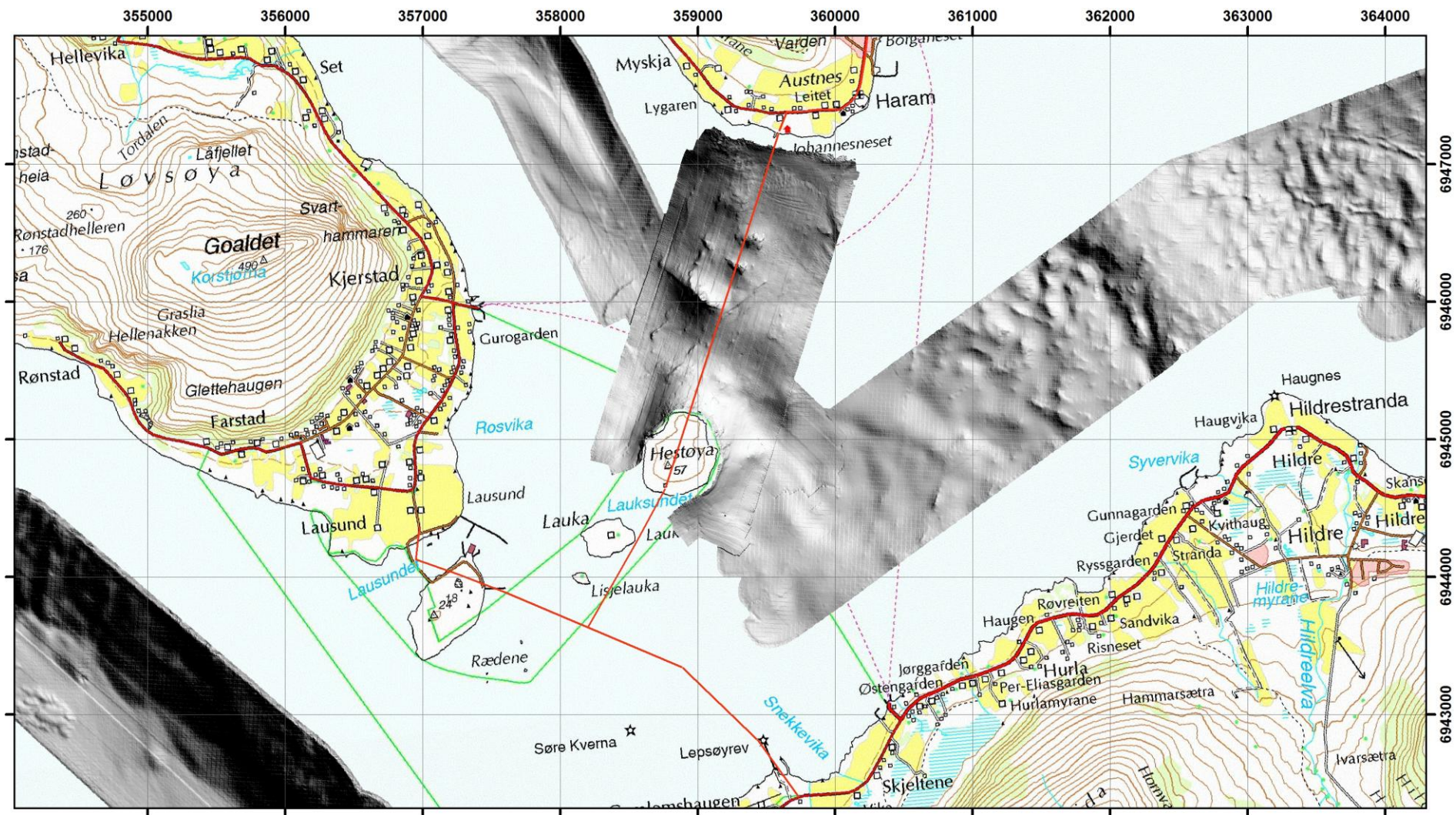
Figur 8. Fjørtoftfjorden, ny og eksisterende batymetri med tolkning.



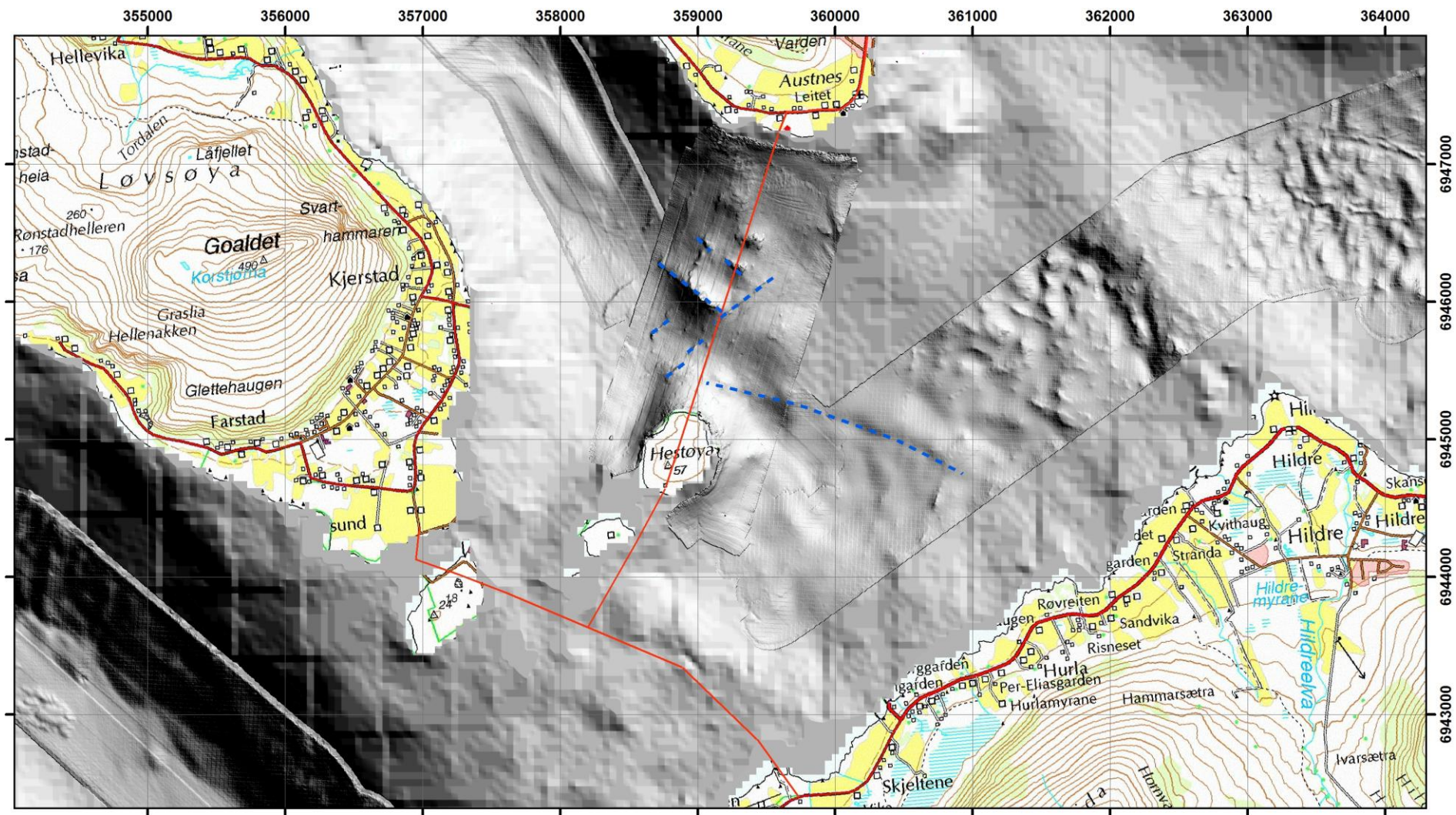
Figur 9. Nogvafjorden, ny og eksisterende batymetri.



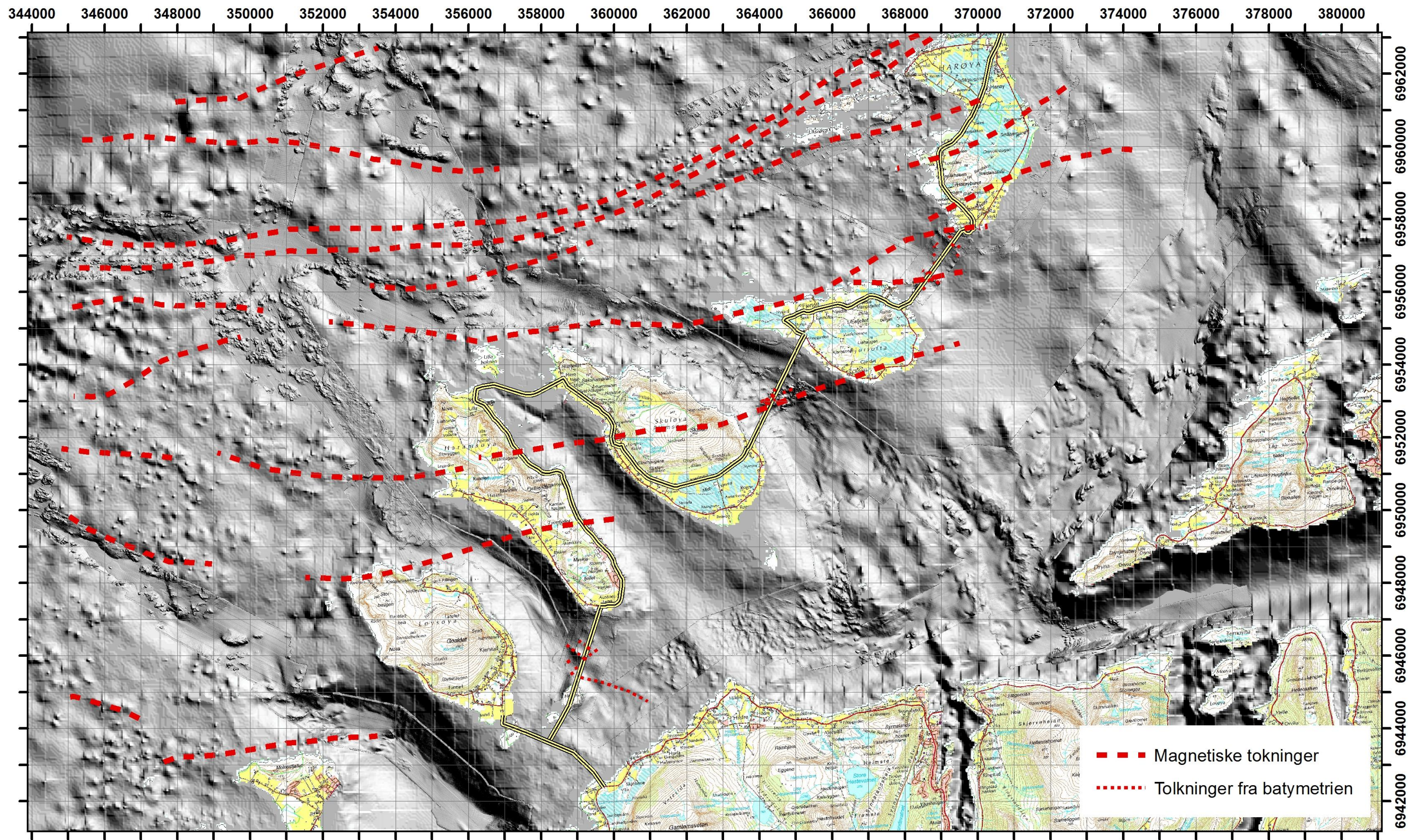
Figur 10. Nogvafjorden, ny og eksisterende batymetri med tolkning.



Figur 11. Hestøya området, ny og eksisterende batymetri.



Figur 12. Hestøya området, ny og eksisterende batymetri med tolkning.



Figur 13. Sammenstilling av magnetiske og batymetrisk tolkninger

4. DISKUSJON

4.1 Generell diskusjon

En sammenstilling av resultatene fra de magnetiske og batymetriske studiene er vist i figur 13. De strukturene som er tolket fra de magnetiske data målt fra fly, representerer etter all sannsynlighet store regionale strukturer knyttet til Møre-Trøndelag Forkastningssone (MTFZ). Geofysiske målinger på Eidsøra (Nasuti et al. 2010) og i Langfjorden (Geomap 2009) lengre øst i Møre og Romsdal, viser at det kan være svært store svakhetssoner som resultat av disse forkastningene. Ved Eidsøra er det påvist en svakhetsone med bredde 100 meter og seismisk hastighet på 2500 m/s. Ca. 200 meter øst for denne finnes en ny sone med bredde 80 meter og seismisk hastighet 3700 m/s. Begge disse er bekreftet med resistivitetsmålinger, og den første av disse viser resistivitetsverdier lavere enn 500 ohmm noe som kan indikere en leirsoner (Rønning et al. 2009). Ved Langfjorden er det påvist lavhastighetssoner med total bredde i størrelsen 180 meter ved tre profiler og bredde på 300 meter i ett tilfelle. Hastigheten i denne sonen varierer fra 2400 m/s til 2900 m/s (Geomap 2009). I følge Barton (2007) tilsvarer dette veldig dårlig fjell.

De magnetiske målingene er utført med en linjeavstand som tilsvarer en kartlegging i skala 1: 50.000. På grunn av dette må en påregne en viss usikkerhet i posisjoneringen av de kartlagte sonene.

4.2 Samtalking med refraksjonsseismikk

NGU har fått tilgang på resultatene fra de seismiske undersøkelsene som er gjennomført i prosjektets regi på land og i fjordarmene mellom Nordøyene (SVV Region Midt, Erlend Opstad). Heldigvis er dimensjonene på svakhetssonene her mer moderate enn hva vi finner langs Møre-Trøndelag Forkastningssone lengre mot øst.

Som vist i figur 13 er det ikke tolket noen større forkastning/svakhetsone langs den sydligste tunneltraséen mellom Hestøya og Haramsøya. Det er imidlertid kartlagt flere tynnere svakhetssoner hvor hastigheten varierer fra 2900 m/s til opp mot 4000 m/s. De antatt verste sonene finner vi mellom fastlandet og Hestøya, og her finnes soner med bredde fra ca. 90 meter til opp mot 260 meter og hvor hastigheten varierer fra 3000 til 4000 m/s. Her skal det imidlertid bygges molo og bru.

Mellom Skuløya og Fjørtofta er det midtfjords tolket en forkastnings-/svakhetsone fra magnetiske data (se figur 13). Batymetriske data viser også uregelmessigheter som kan knyttes til en eller flere svakhetssoner. Seismikken i fjorden mellom disse to øyene viser en lang rekke svakhetssoner med hastigheter fra 2800 til 4000 m/s. Bredden av disse sonene er mindre enn 20 meter. Midtfjords, hvor den magnetiske tolkingen viser forkastnings-

/svakhetszone, er det kartlagt 5 svakhetszoner der breddene er fra ca. 10 til 18 meter. Hastigheten i disse er i hovedsak fra 3500 m/s til 4000 m/s. En burde ikke forvente vesentlige problemer med å krysse disse. Det er imidlertid i det samme området påvist tynnere soner (bredde mindre enn 5 meter) hvor hastigheten er fra 2700 til 3300 m/s.

Mellom Fjørtofta og Harøya er det fra de magnetiske data tolket to forkastnings-/svakhetszoner (se figur 13). Den ene av disse synes å gå i sjøen rett nord for Fjørtofta, mens den andre kan komme inn over land ved Myklebust på Harøya. Som tidligere nevnt er det en viss usikkerhet i lokaliseringen. Rett nord for Fjørtofta viser seismikken en ca. 40 meter bred sone med hastighet 3800 m/s som kan representere det magnetiske lineamentet. Det er også her påvist flere svakhetszoner med seismikken over hele sundet, men bredden er sjelden over 15 meter og hastigheten varierer fra 3100 m/s til 4000 m/s. På land og i sjøen ved Myklebust, hvor det ser ut som det andre lineamentet vil krysse tunnelen, er det kun påvist tynne soner (bredde 5 – 10 meter) og hvor hastigheten variere fra 3400 til 3900 m/s.

Ut fra samtolkningen med seismikken ser det ut til at de tre forkastnings-/svakhetszonene som kommer fram av tolkingen av de magnetiske data, representerer dårlig fjell, men ikke meget dårlig fjell (Barton 2009).

5. KONKLUSJONER

Tolking av magnetiske data indikerer tre forkastnings-/svakhetszoner som må krysses med de planlagte tunnelene ved Fv. 659 Nordøyvegen. En av disse ligger midtfjords mellom Skuløya og Fjørtofta, mens de to andre ligger mellom Fjørtofta og Harøya. Disse sonene tolkes til å være en del av Møre-Trøndelag forkastningssone (MTFZ). Tidligere undersøkelser langs MTFZ viser at sonene kan være over to hundre meter brede og at hastigheten stedvis er lavere enn 2500 m/s, noe som karakteriseres som meget dårlig fjell. En gjennomgang av tilgjengelig refraksjonsseismikk fra området viser at den ene sonen rett nord for Fjørtofta kan være ca. 40 meter bred, og med en hastighet på 3800 m/s. Midtfjords mellom Skuleøya og Myklebust er det ved seismikken kartlagt fem soner med bredde mindre enn 20 meter og med hastighet fra 3500 til 4000 m/s. Den siste påviste sonen vil trolig krysse tunnelen mellom Fjørtofta og Harøya ved Myklebust, og her er sonenes bredde mindre enn 10 meter og hastigheten varierer fra 3400 til 4000 m/s. Ut fra samtolkningen med seismikken ser det ut til at de tre forkastnings-/svakhetszonene tolkingen av de magnetiske data viste, representerer dårlig fjell, men ikke meget dårlig fjell (Barton 2009).

Den nye batymetrien langs de tre tunneltraséene domineres av til dels mye løsmasser og viser kun stedvis strukturer i fjellet. På grunn av dette er det tolket få strukturer, og retningen på disse er usikker. Mellom Fjørtofta og Harøya har de tolkede lineamentene strøkretning VNV – ØSØ. I Nogvafjorden mellom Skuløya og Fjørtofta har strøket retning SV – NØ. Her faller uregelmessigheter i batymetrien sammen med en forkastnings-/svakhetszone tolket fra de magnetiske data. Mellom Hestøya og Haramsøya er det også tolket få lineamenter og disse har varierende strøkretning.

6. REFERANSER

- Barton, N. 2007: Rock quality, seismic velocity, attenuation and anisotropy. Taylor & Francis Group. London, 2007 (Figure 5.36).
- Ganerød, G.V. og Lutro, O. 2011: Berggrunnsgeologisk og strukturgeologisk kartlegging i forbindelse med prosjektet Fv. 659 Nordøyvegen, Møre og Romsdal. NGU Rapport 2011.049, 11 sider.
- GeoAcoustics 2004: GS+ - Operation Manual, 9-GS+ -6100/B. GeoAcoustics Limited, England, 237 pp.
- Geomap 2009: Langfjorden. Grunnundersøkelser for utredning av undersjøisk fjordkrysning I området Sølvsnes – Åfarnes og Veøy – Sekken. Akustisk profilering, refraksjons-seismikk og Seismisk tomografi. Geomap Rapport 282014.01
- Henkel, H. 1991: Magnetic crustal structures in Northern Fennoscandia. In: Wasilewski, P. & Hood, P. (red.) Magnetic anomalies – land and sea. *Tectonophysics* 192, 57-79.
- Henkel, H. & Guzmán, M. 1977: Magnetic features of fracture zones. *Geoexploration* 15, 173-181.
- Nasuti, A., Chawshin, K., Dalsegg, E., Tønnesen, J.F., Ebbing, J. and Gellein, J. 2010: Electrical resistivity and refraction seismics over a segment of the Møre-Trøndelag Fault Complex. NGU Report 2009.037 (37pp).
- Nasuti, A., Pascal, C. & Ebbing, J. 2012: Onshore–offshore potential field analysis of the Møre–Trøndelag Fault Complex and adjacent structures of Mid Norway. *Tectonophysics* 518, 17-28
- Olesen, O. & Sandstad, J.S. 1993: Interpretation of the Proterozoic Kautokeino Greenstone Belt, Finnmark, Norway from combined geophysical and geological data. *Nor. geol. unders. Bull.* 425, 41-62.
- Rønning, J.S., Dalsegg, E., Elvebakk, H., Ganerød, G.V. & Heincke, B.H. 2009: Characterization of fracture zones in bedrock using 2D resistivity. Proceedings from 5th Seminar on Strait Crossings, Trondheim, June 21 – 24 2009, p. 439 - 444 (SINTEF/NTNU).
- Sylvester, A.G. 1988: Strike-slip faults. *Geol. Soc. Am. Bull.* 100, 1666-1702.

Etterord.

Takk til Odvar Longva for gode kommentarer til teksten spesielt når det gjelder stedsnavn, og til Jomar Gellein for å ha visualisert tilsendte seismikkdata.