

**IDENTIFIKUOTO JŪROS DUGNE LINIJINIO OBJEKTO TRAJEKTORIJOS  
NUSTATYMAS**

**Tyrimo ataskaita**

2024-10-24

**Užsakovas**

Lietuvos Respublikos energetikos ministerija,  
Gedimino pr. 38, Vilnius, el.p. [info@enmin.lt](mailto:info@enmin.lt),  
tel. (8 5) 203 4696

**Tiekėjas**

VšĮ Pajūrio tyrimų ir planavimo institutas,  
V. Berbomo 10, Klaipėda, el.p. [info@corpi.lt](mailto:info@corpi.lt),  
tel. +370 390 818

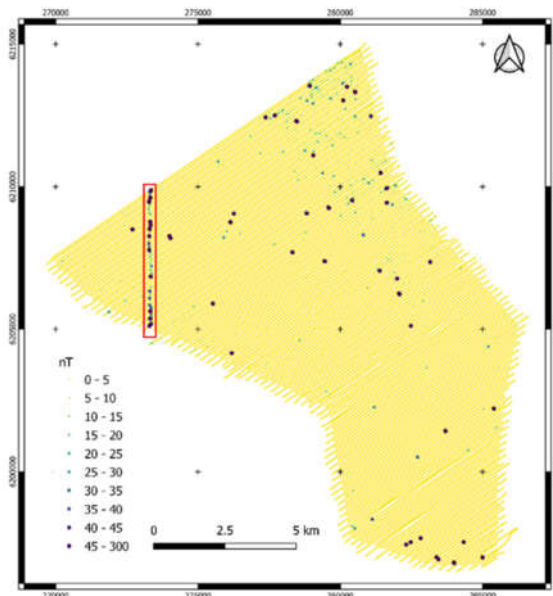
**Turinys**

I.	Metodika ir įranga .....	3
I.1.	Tyrimų užduotis .....	3
I.2.	Tyrimų laivas .....	3
I.3.	Tyrimo metodai:.....	4
I. 3.1.	Daugiaspindulinis echolotavimas (MBES) .....	4
I. 3.2.	Šoninio skenavimo sonaras (SSS).....	4
I. 3.3.	Magnetometrija (MAG).....	5
I.4.	Tyrimų atlikimo eiga:.....	6
II.	Rezultatai .....	8
III.	Išvados .....	15
IV.	Pateikiama skaitmeninė informacija.....	16
V.	Summary.....	17

## I. Metodika ir įranga

### I.1. Tyrimų užduotis

Atliekant geofizinius jūros dugno tyrimus Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2020 m. birželio 22 d. nutarimu Nr. 697 „Dėl Lietuvos Respublikos teritorinės jūros ir (ar) Lietuvos Respublikos išskirtinės ekonominės zonos Baltijos jūroje dalių, kuriose tikslinga organizuoti konkursą (konkursus) atsinaujinančius energijos išteklius naudojančių elektrinių plėtrai ir eksploatacijai, ir šių elektrinių didžiausios leistinos generuoti galios ir mažiausios įrengtosios galios nustatymo“ numatytoje teritorijoje nustatyta 4.7 km ilgio charakteringa linijinė P-Š krypties magnetinė anomalija vakarinėje teritorijos dalyje (1 pav.). Šio tyrimo tikslas – patikslinti šios linijinės anomalijos (nustatytos ankstesnių tyrimų metu) galimą tąsą gretimose teritorijose (2 pav.), jos padėtį (trajektoriją) ir (jei įmanoma) identifikuoti anomaliją sukeliančio nenustatyto linijinio objekto kilmę.



1 pav. Tikrinama anomalija



2 pav. Preliminari naujų tyrimų zona

### I.2. Tyrimų laivas

#### MINTIS

- Laivo tipas: Katamaranas
- Registracijos (IMO) numeris: 9713636
- Vėliava: LT
- Pastatymo metai: 2014
- Ilgis: 39,25 m.
- Plotis: 12 m.
- Grimzlė: 3,6 m.
- Tonažas: 499 tonos
- Dinaminis pozicionavimas: DP1
- Laivo GPS: Septentrio RTK DGPS AsteRx-U MARINE Fg



## I.3. Tyrimo metodai:

## I.3.1. Daugiaspindulinis echolotavimas (MBES)

Daugiaspindulinis echolotas ir judesių sensorius buvo sumontuotas ant vientiso rėmo, kuris patalpintas laivo Mintis specialiaame 0,5x0,5 m šulinyje. Darbo metu daugiaspindulinis echolotas pastatomas į darbinę poziciją, taip, kad sonaro sensoriai būtų išlindę iš laivo korpuso. Naudodama laivo pozicionavimo sistemą ir RTK pataisas, gaunama tiksli kiekvieno matavimo atspindžio koordinatė, o iškreipimai gaunami dėl laivo judesių, kompensuojami per stacionaraus girokompaso ir judesių sensoriaus aktyvavimą. Gylių neatitikimas dėl skirtingo garso sklidimo greičio vandenyje (atsirandančio dėl kintančios temperatūros ir druskingumo) eliminuojamas pritaikant garso greičio profilio matavimų rezultatus.

<b>Įranga</b>	<b>Parametrai ir charakteristikos</b>
Daugiaspindulinis echolotas Teledyne Reson Seabat 7125 SV2;	Darbinis dažnis: 400 kHz; Spindulių skaičius – 512; Gylio rezoliucija – 6 mm;
Stacionarus girokompasas ir judesių sensorius Ixblue Octans 3000 Rovins;	Krypties tikslumas: 0.1° kertančios platumos skiriamoji geba: 0.01°, tikslaus suregulavimo laikas: < 5 min; Bangavimo tikslumas: 5 cm arba 5% (priklausomai nuo to, kas didesnis); Šoninio / išilginio supimo dinaminis tikslumas: 0.01°, skiriamoji geba: 0.001°
Garso greičio vandenyje nustatymo sensorius Reson SVP70	Skiriamoji geba: 0,1 m/s; Tikslumas: ± 0,15 m/s Diapazonas: 1350–1600 m/s
Duomenų surinkimas ir apdorojimas QPS QINSy V9.5/Qimera V2.4.9 programine įranga	Gylių matavimo duomenims apdoroti taikytos standartinės procedūros: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pozicionavimo korekcija;</li> <li>• Pokyčių dėl garso sklidimo vandenyje korekcijos įvertinimas;</li> <li>• Automatinis ir jei reikia rankinis pašalinių triukšmų eliminavimas;</li> <li>• Pasirinktinio žingsnio duomenų gardelės eksportas.</li> </ul>

## I.3.2. Šoninio skenavimo sonaras (SSS)

Atliekant dugno paviršiaus tyrimą šoninio skenavimo prietaisu (*angl. side scan sonar*) be paties sonaro yra naudojama povandeninio pozicionavimo sistema ir hidrografinė gervė sonaro vilkimui ir duomenų perdavimui į laivą. Integruota sistema užtikrina, kad per laivo bortą specialiu kabeliu velkamo prietaiso padėtis yra tiksliai fiksuojama pritaikant laivo pozicionavimo sistemą ir atitinkamos padėties korektūros gaunamos iš povandeninio pozicionavimo sistemos (*angl. USBL*).

<b>Įranga</b>	<b>Parametrai ir charakteristikos</b>
Šoninio skenavimo sonaras L-3 Klein 3900	Dvigubas dažnis: žemas – 400 kHz ir aukštas 900 kHz;
Povandeninio pozicionavimo sistema (USBL) Sonardyne Ranger Mini	Naudojamas akustinis dažnis: 19-34 kHz; Objektų pozicijos atnaujinimo dažnis: 3 Hz; Akustiniai švyturėliai: 2 vnt;

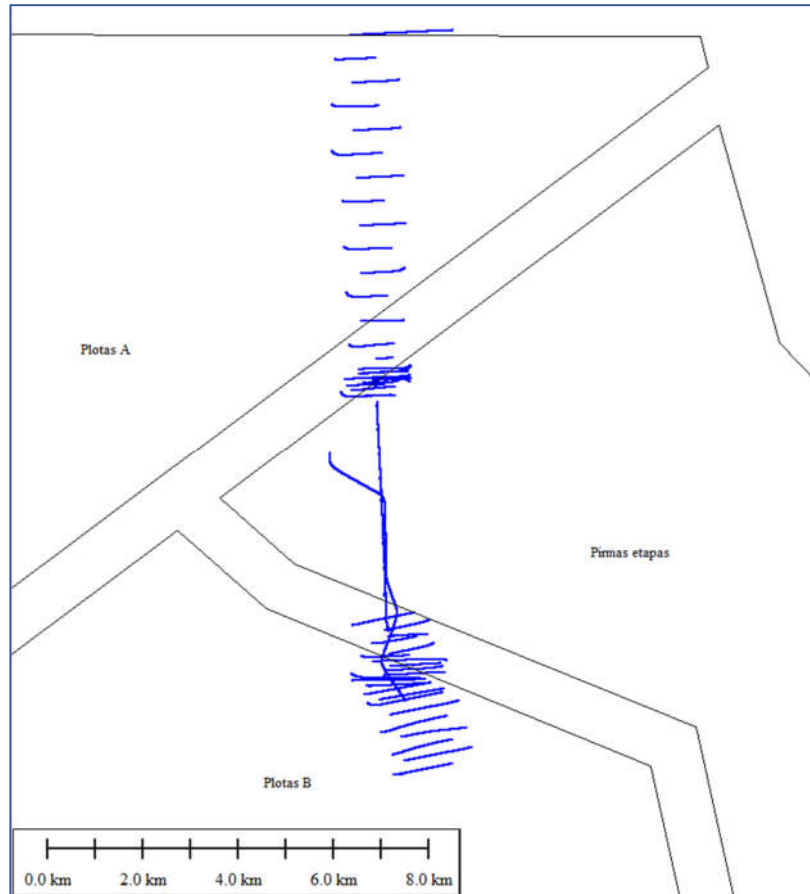
	Sistemos matuojamo nuotolio tikslumas: 1,3 % nuo tiesioginio atstumo;
Hidrografinė gervė emma DT3025-EHLWR (emma technologies GmbH) sonaro vilkimui ir duomenų perdavimui	Maitinimas: 400V/ 50 Hz; Būgno talpa: sumontuotas 500 m Ø10,4mm koaksialinis kabelis, Trūkimo stipris: 58kN Darbinė apkrova: 12 kN
Duomenų apdorojimas: objektų identifikavimas atliktas originalia Klein SonarPro programine įranga	Apdorojant šoninio skenavimo duomenis atliktos standartinės vaizdinių apdorojimo procedūros: <ul style="list-style-type: none"> <li>• signalo stiprinimas,</li> <li>• atlikta duomenų geometrinė korekcija;</li> <li>• reguliuojant signalo stiprumą - išlyginamas vaizdas;</li> <li>• pašalinta „akloji“ zona.</li> </ul>

## I. 3.3. Magnetometrija (MAG)

<b>Įranga</b>	<b>Parametrai ir charakteristikos</b>
Geometrics cezio magnetometras G-882	Magnetometro jautrumas: <0,004 nT/Hz rms Absoliutus tikslumas <2 nT; Diapazonas: 20 000–100 000 nT;
Duomenų apdorojimas	Magnetometrijos duomenims apdoroti taikytos standartinės procedūros: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pozicijos korekcija - koordinatės išvalytos nuo staigių šuolių; susidariusiems tarpams užpildyti, naudota koordinačių tiesinė interpoliacija pagal laiką;</li> <li>• Atliktos geomagnetinės korekcijos naudojant arčiausiai tyrimų objekto esančios observatorijos (HLP(Hel) Lenkija <a href="http://www.wdc.bgs.ac.uk/obsinfo/hlp.html">http://www.wdc.bgs.ac.uk/obsinfo/hlp.html</a>) duomenis; t.y. perskaiciuotos IGRF13 Žemės magnetinio modelio vertės ir išminusuotos iš bendro pamatuoto magnetinio lauko;</li> <li>• Nustatytas likutinis magnetinis laukas;</li> </ul>

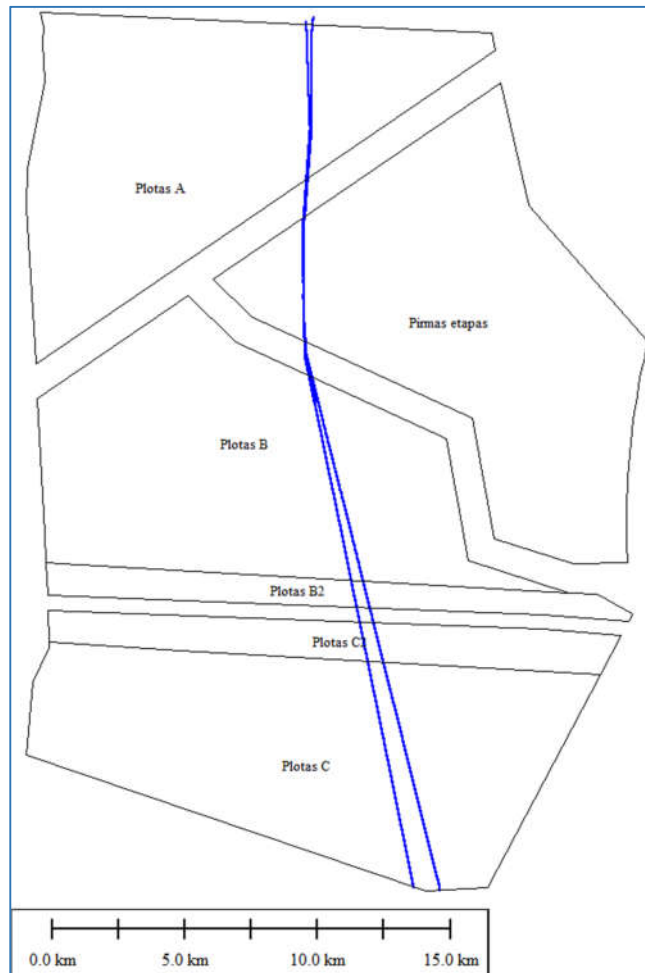
## I.4. Tyrimų atlikimo eiga:

**I-as etapas** – MAG profiliai statmenai užsibrėžtam koridoriui, plaukimo profilius planuojant 100-500 m atstumu statmenai numatomi anomalijų sekos kryptiniai, siekiant nustatyti galimų anomalijų tąsą gretimose teritorijose. Profilių ilgis ir erdvinė padėtis keičiami/adaptuojami, reaguojant į gautus duomenis apie nustatytos magnetinės anomalijų sekos padėtį ir kryptį. Magnetometrai velkami 4-5 m atstumu virš dugno, taip kaip nurodyta techninėse tyrimo sąlygose.

Atlikto MAG tyrimo statistika.

Iš viso išžvalgyti 44 – i profiliai statmenai preliminariam koridoriui, bendras ilgis: 47,87 km. Be to, atlikti ir du kontroliniai/žvalgybiniai (bendras ilgis 10,71 km) MAG profiliai išilgai jau žinomos anomalijos – siekiant susieti ankstesnius ir naujus magnetinių anomalijų tyrimus

**II-as etapas - detali MBES ir SSS nuotrauka išilgai galimai nustatytos ir prognozuojamos anomalijų sekos trajektorijai gretimose teritorijose.**



#### Atlikto MBES+SSS tyrimo statistika.

Kadangi patikimos magnetinės anomalijos buvo nustatytos tik nedidelėje tyrimų ploto dalyje (iš kart į šiaurę nuo anksčiau nustatytos linijinės anomalijos šiaurinio galo ir į pietryčius nuo pietinio anksčiau nustatytos linijinės anomalijos galo), detalūs MBES ir SSS tyrimai buvo atlikti tik nedidelėje atkarpoje, kurios bendras ilgis: 2,72 km;

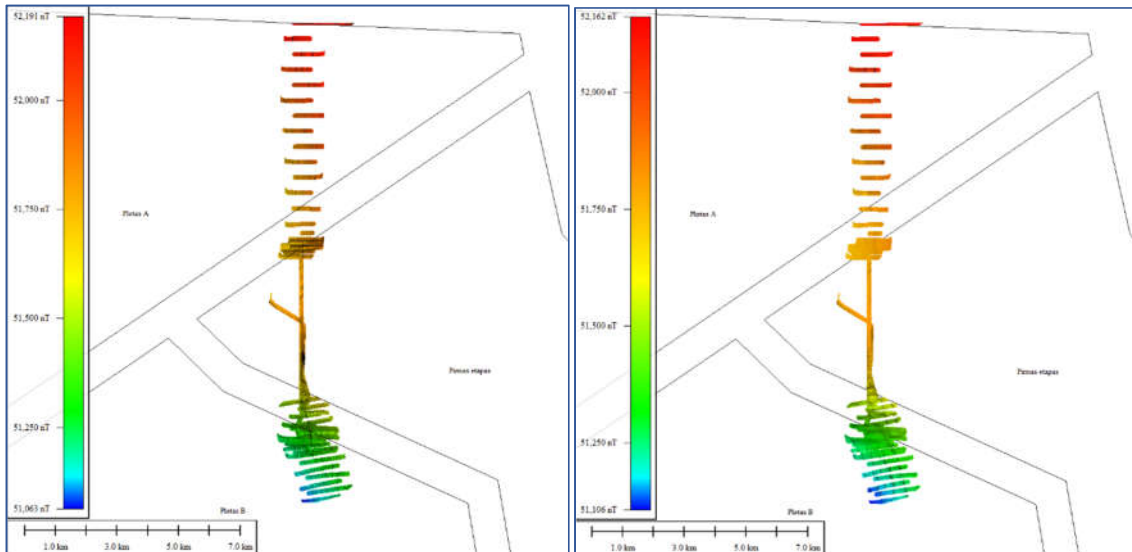
Papildomi/žvalgybiniai MBES ir SSS tyrimai buvo atlikti išilgai numatomo koridoriaus, bendras papildomų tyrimo linijų ilgis: 53,82 km;

Be to, atlikti MBES bei SSS profiliai išilgai jau žinomos linijinės anomalijos - siekiant susieti naujus ir anksčiau atliktus tyrimus. Papildomos MBES ir SSS tyrimų juostos ilgis: 4,7 km.

Atsižvelgiant į tai, kad anomalijų seka nesutapo su preliminaria (TU nurodyta) tyrimų koridoriaus trajektorija, tyrimo profilių kryptis buvo adaptuojama, siekiant nustatyti anomalijas išilgai galimai pasikeitusios anomalijos tąsos krypties, bet nekeičiant techninių naudojamų įrangos parametrų.

## II. Rezultatai

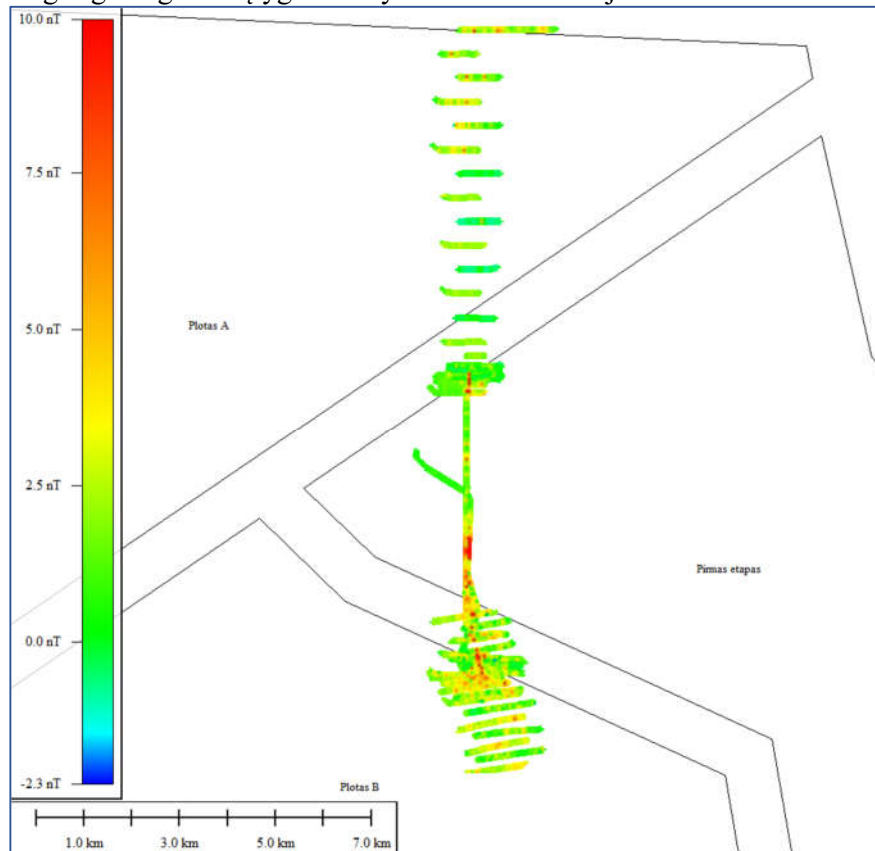
Magnetinių anomalijų tyrimai buvo atliekami tiek statmenai numanomai, tiek ir išilgai žinomos linijinės anomalijos (nustatytos ankstesnių tyrimų 2 pav. pažymėto „Pirmojo etapo“ ploto ribose). Bendras magnetinis laukas kinta nuo 51 100 iki 52 160 nT ir atspindi bendrą geomagnetinį lauką (4 pav.) tyrimų rajone.



3 pav. Išmatuotas magnetinis laukas

4 pav. Bendras magnetinis laukas

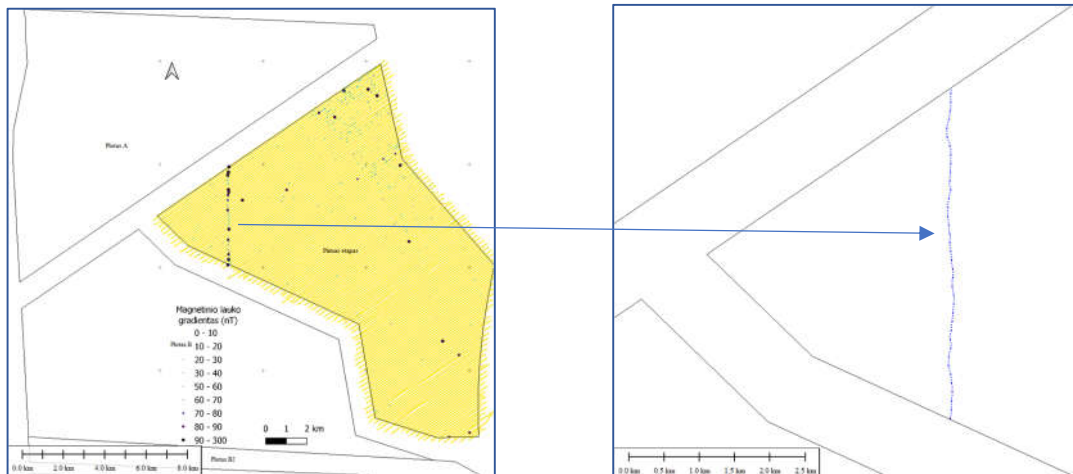
Atlikus geomagnetines korekcijas gautas likutinis magnetinis laukas (5 pav.) atspindintis rajonui būdingas geologines sąlygas ir išryškinantis anomalijas.



5 pav. Likutinis magnetinis laukas



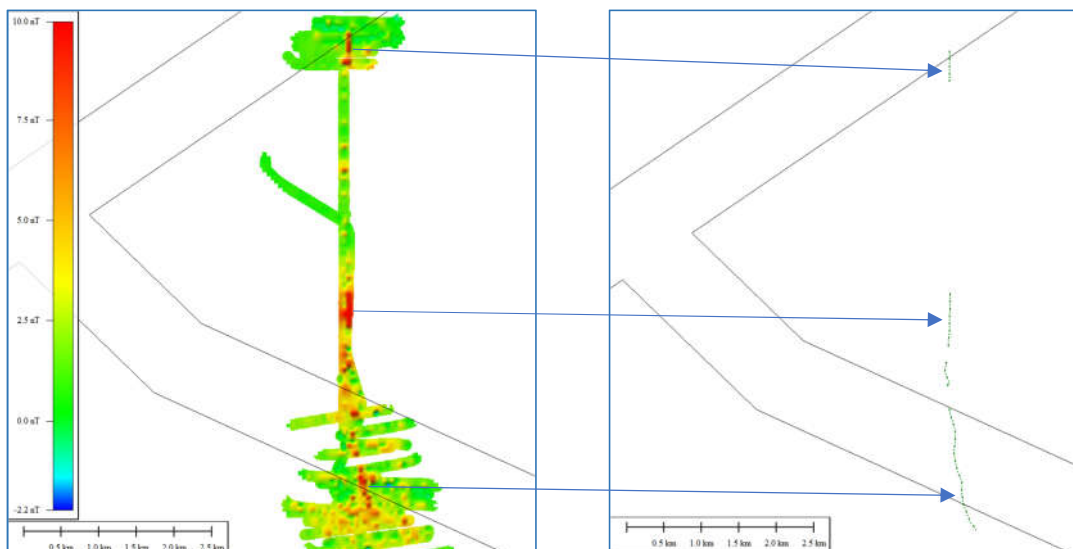
Magnetinio tyrimo metu buvo siekiama „patikrinti“ ir nustatyti tolesnę fiksuotos (6 pav.) linijinės magnetinės anomalijos tąsą gretimose teritorijose.



6 pav. Tiriama MAG anomalija

Atlikti nauji tyrimai (statmenai numatomi ir išilgai nustatytos anomalijos linijai) patvirtino ankstesnių tyrimų metu nustatytos anomalijos fragmentus, bei atskleidė jos tolimesnę seką šiaurinėje ir pietinėje dalyje (7 pav.). Akivaizdu, kad toliau į šiaurę linijinė anomalija beveik nesidriekia, t.y. jos nebestebime nutolus nuo 2 pav. pažymėto „Pirmojo etapo“ ploto ribos į šiaurę. Paskutinė ryškesnė anomalija užfiksuota ~ 82 metrų atstumu nuo 2 pav. pažymėto „Pirmojo etapo“ ploto ribos.

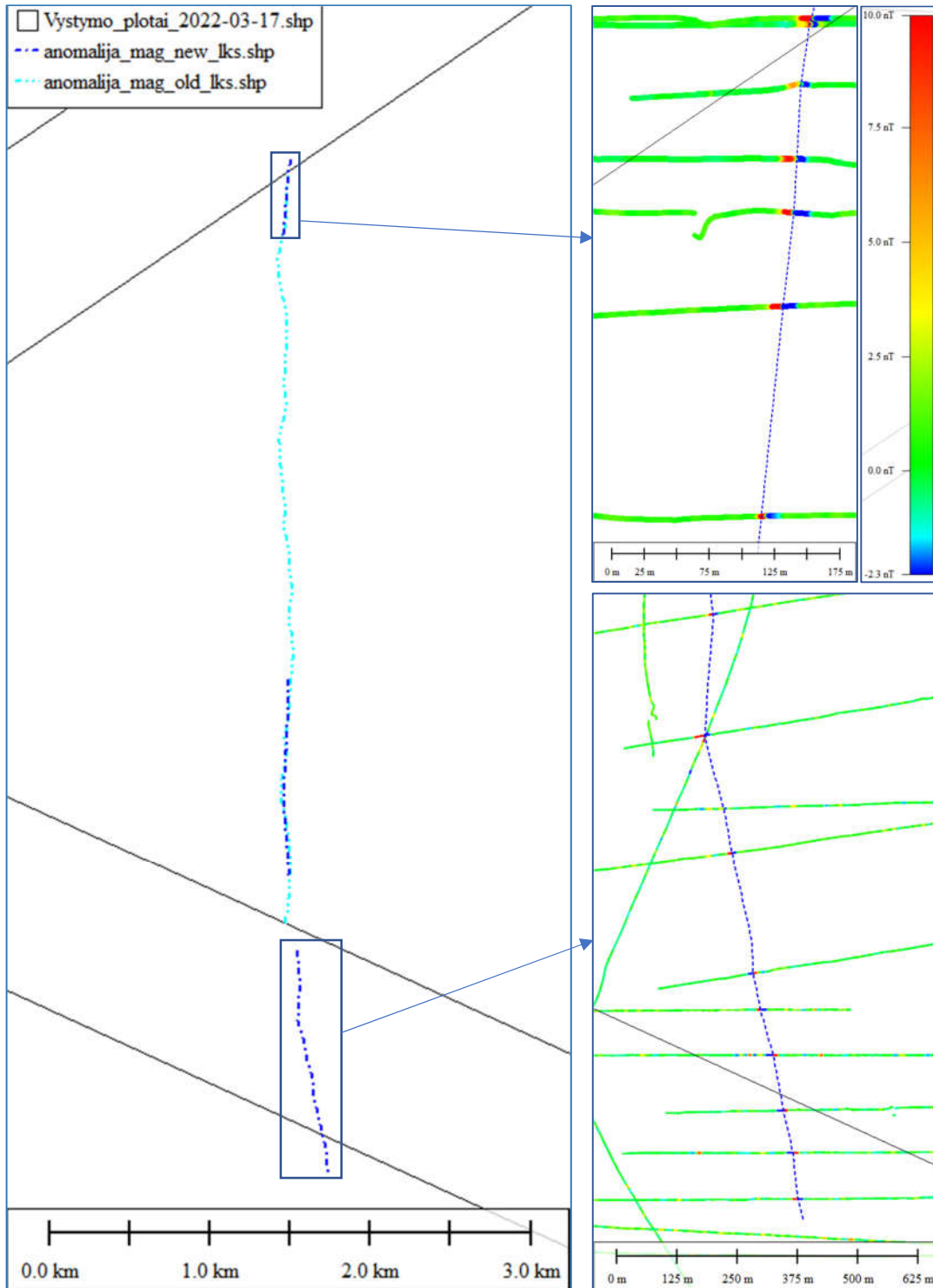
Pietinėje dalyje, linijinė MAG anomalija keičia kryptį ir iš vyravusios šiaurės - pietų krypties, driekiasi pietryčių kryptimi. Naujai identifikuota anomalijos dalis stebima dar apie 1,7 km į pietryčius. Toliau, ryškių MAG anomalijų nebestebime (8 pav.).



7 pav. Naujai fiksuotos MAG anomalijos

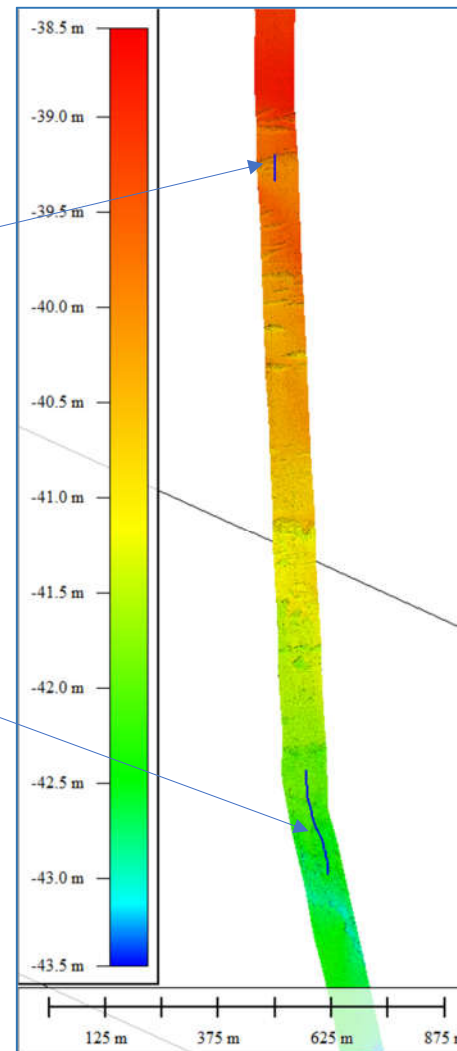
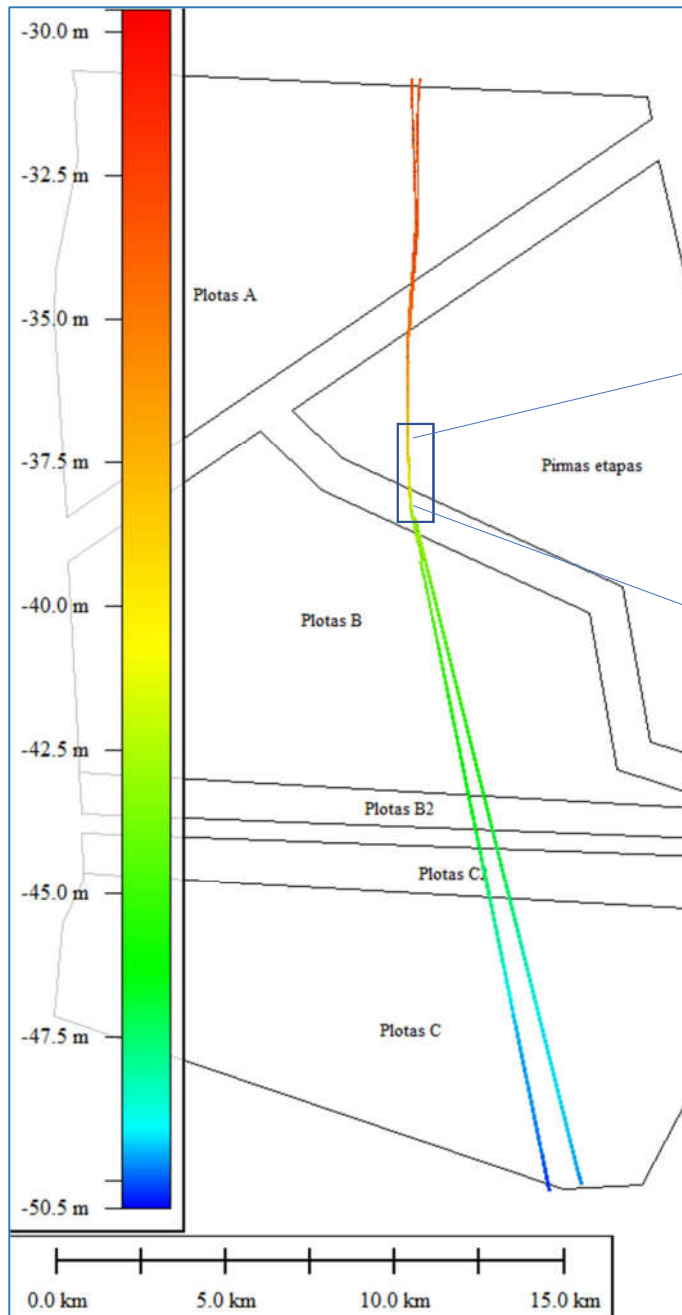
Šoninės apžvalgos sonarogramose ir daugiaspindulinio echolotavimo duomenyse matomos tik dvi vietos kuriose nustatyti galimos linijinės struktūros fragmentai (10 ir 11 pav.). Objekto pozicija nustatyta skirtingais metodais skiriasi, tačiau – paklaidos ribose yra patvirtinta visais

metodais. Tiksliausiai objekto pozicija nustatyta MBES duomenų pagrindu sudarytoje dugno reljefo schemoje.



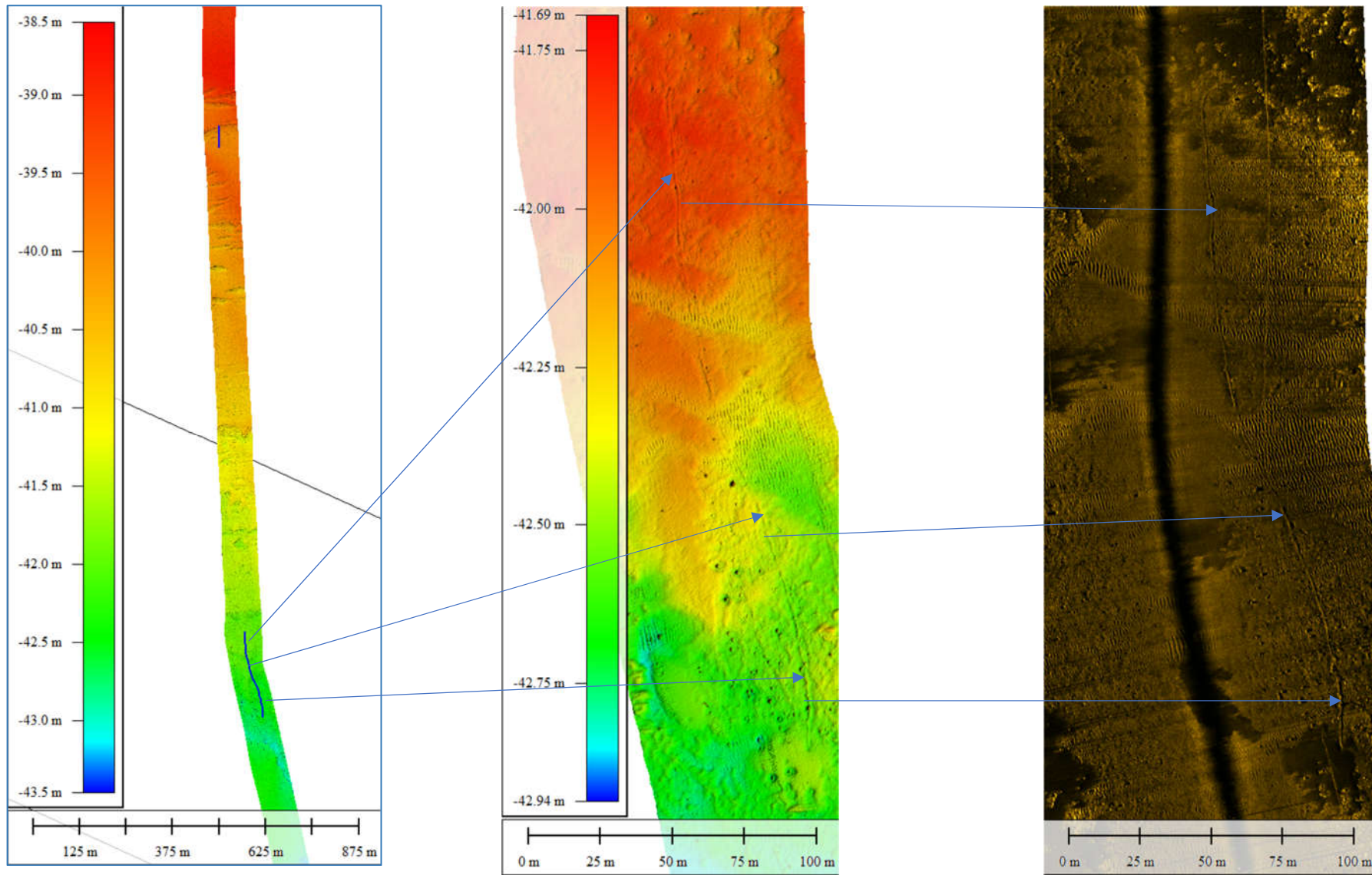
8 pav. MAG tyrimų palyginimas

IDENTIFIKUOTO JŪROS DUGNE LINIJINIO OBJEKTO TRAJEKTORIJOS NUSTATYMAS



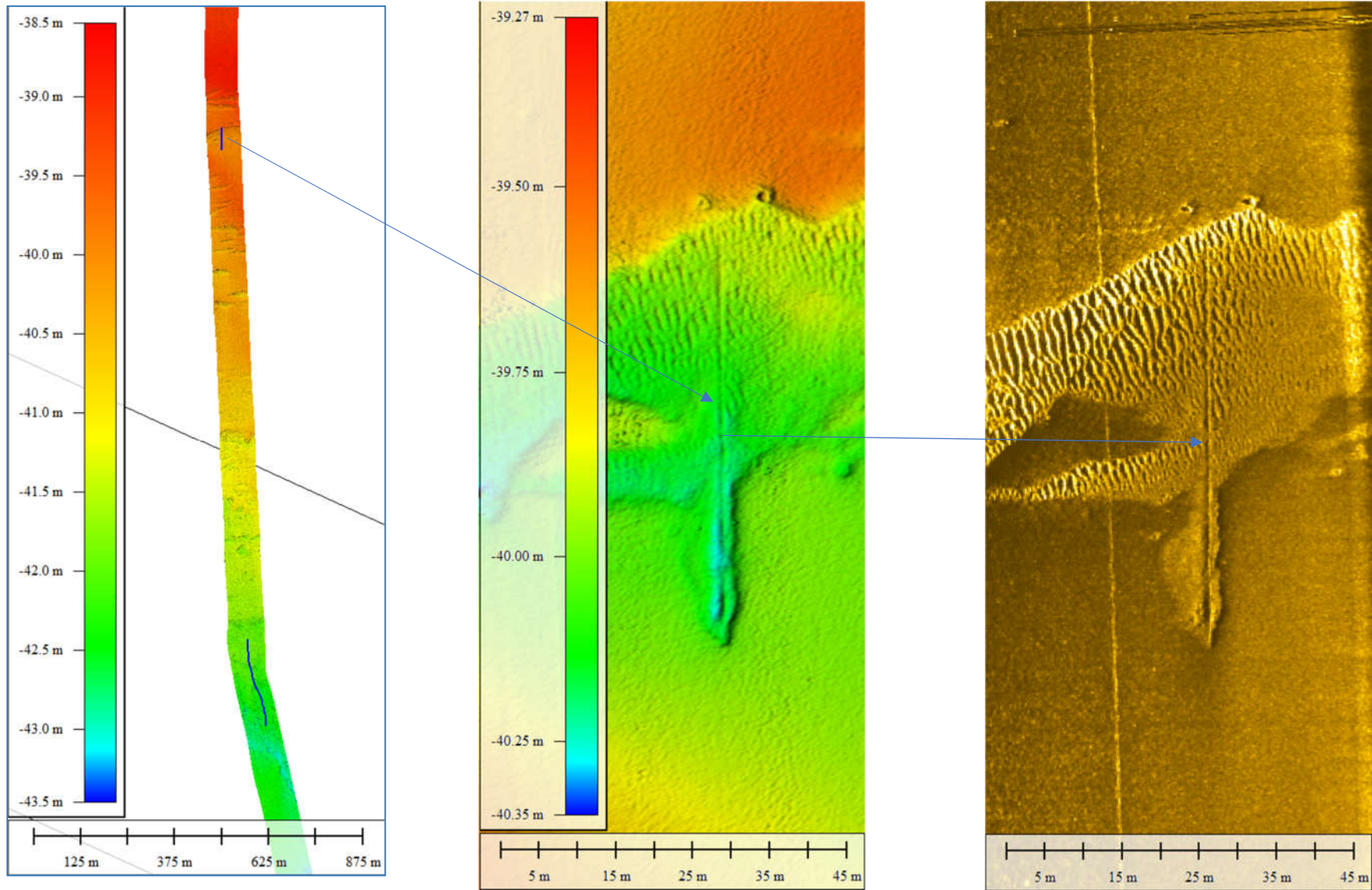
9 pav. Galimai kabelio pėdsakai dugne pagal daugiaspindulinio echolotavimo ir šoninės apžvalgos sonaro duomenis

IDENTIFIKUOTO JŪROS DUGNE LINIJINIO OBJEKTO TRAJEKTORIJOS NUSTATYMAS



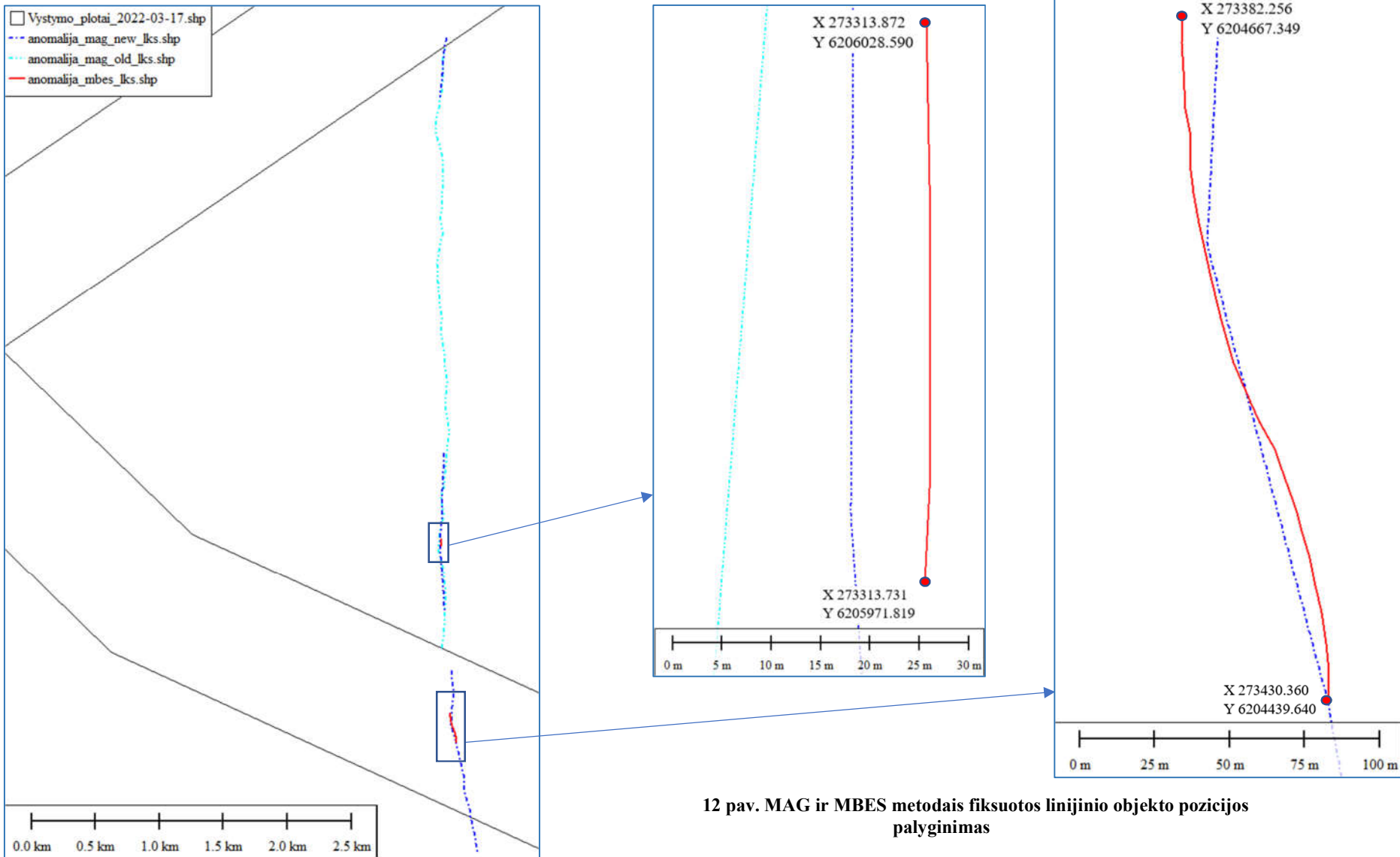
10 pav. Linijinis objektas jūros dugne pagal daugiaspindulinio echolotavimo ir šoninės apžvalgos sonaro duomenis

IDENTIFIKUOTO JŪROS DUGNE LINIJINIO OBJEKTO TRAJEKTORIJOS NUSTATYMAS



11 pav. Linijinis objektas jūros dugne pagal daugiaspindulinio echolotavimo ir šoninės apžvalgos sonaro duomenis

IDENTIFIKUOTO JŪROS DUGNE LINIJINIO OBJEKTO TRAJEKTORIJOS NUSTATYMAS



12 pav. MAG ir MBES metodais fiksuotos linijinio objekto pozicijos palyginimas

### III. Išvados

1. Kompleksinio tyrimo metu, buvo patvirtinta/patikslinta ankstesnių tyrimų metu nustatytos linijinės magnetinės anomalijos pozicija;
2. Naujų magnetinių tyrimų metu nustatyta, kad linijinė anomalija neturi patikimos sąsajos nei į šiaurę, nei į pietus nuo nustatytos pirminės anomalijos. Patikimai anomalija fiksuota tik ~ 82 metrus į šiaurę nuo 2 pav. pažymėto „Pirmojo etapo“ ploto šiaurinės ribos ir ~ 1,7 km į pietvakarius nuo pietinės 2 pav. pažymėto „Pirmojo etapo“ ploto ribos;
3. Bendras nustatytas (senų ir naujų tyrimų duomenimis) MAG anomalijos ilgis ~ 6,4 km;
4. Dugno paviršiuje MAG anomalija galima stebėti tik dvejose vietose (pėdsakai gerai matomi tiek šoninės apžvalgos sonarogramoje, tiek ir daugiaspindulinio echolotavimo metu sudarytoje dugno schemoje);
5. Nustatytos dvi vietos, kuriose galima apžiūrėti linijinį objektą kitais metodais (narais arba povandeniniu robotu/ROV):  
Objekto fragmentų dugne koordinatės (LKS'94 sistemoje):

1 atkarpa	1: X 273382.256 Y 6204667.349 2: X 273313.872 Y 6206028.590	Gylis: 39,9-40,1 m
2 atkarpa	1: X 273430.360 Y 6204439.640 2: X 273313.731 Y 6205971.819	Gylis: 41,9-42,5 m

6. Remiantis turimais duomenimis, daroma išvada, kad linijinė anomalija tolesnės sąsajos neturi, tai yra – tai gali būti nukirsto kabelio ar trosio dalis. Siekiant nustatyti objekto kilmę reikalingi papildomi tyrimai povandeniniu robotu (ROV) arba atlikus narų apžiūrą.
7. Jeigu papildomų tyrimų atlikti nenumatoma, atliekant darbus jūros dugne, rekomenduojama išlaikyti bent po 50 m atstumą į abi puses nuo nustatyto linijinio objekto, kad būtų užtikrintas geo-inžinerinių ar kitų darbų saugumas.

#### IV. Pateikiama skaitmeninė informacija

##### 1. /MBES

- Jūros dugno batimetrinis žemėlapis (MBES) nustatytos MAG anomalijos vietoje: tekstinis ASCII XYZ formatas, reikšmės pateikiamos 0,25 m x 0,25 m gardelės tinkleliu;

##### 2. /SSS

- Šoninio skenavimo rezultatai: GeoTiff formatu;
- Šoninio skenavimo sonaro apdoroti duomenys: \*.xtf formatu;

##### 3. /MAG

- Apdoroti magnetometrijos duomenys (MAG): padėtis, bendras laukas (nT), likutinis laukas (nT) ir gylis (m); duomenys pateikiami tekstiniu ASCII TXT, \*.grd ir \*.tif formatu

##### 4. /GIS

- Linijinė anomalija nustatyta ankstesnių MAG tyrimų metu: \*.shp formatu;
- Linijinė anomalija nustatyta naujų MAG tyrimų metu: \*.shp formatu;
- Linijinė anomalija fiksuota MBES tyrimų metu: \*.shp formatu;
- MAG, MBES ir SSS tyrimų profiliai: \*.dxf formatu.

##### 5. /report

- Tyrimų ataskaita: \*.docx ir \*.pdf formatu



## V. Summary

The study was commissioned by the Lithuanian Ministry of Energy and conducted by the Coastal Research and Planning Institute. The research involved two stages:

- The first stage focused on identifying the extent and location of the linear magnetic anomaly, which is thought to be associated with the object;
- The second stage involved detailed MBES and SSS surveys along the potential trajectory of the anomaly to visually identify the object.

The document also provides details about the methodology, equipment used, and data analysis techniques employed during the study. Additionally, it includes a description of the data formats and files generated as a result of the research.

### I. Methodology and Equipment:

- The report details the study's objectives: to assess the continuation of a previously identified linear magnetic anomaly, determine its position, and, if possible, identify the object causing the anomaly.
- The research utilized a research vessel equipped with multibeam echosounder, side-scan sonar, and magnetometer.
- The report describes the technical specifications of the equipment and the methodology used for data collection.

### II. Results:

- The magnetic anomaly was further investigated, but its extension beyond the original area was limited.
- Detailed surveys using MBES and SSS were conducted along the anomaly's potential trajectory, leading to the identification of two areas where the linear object could be visible.

### III. Conclusions:

- The study confirmed the presence of the linear magnetic anomaly but didn't definitively identify the object causing it.
- The report suggests the possibility that the anomaly might represent a cut cable or cable, highlighting the need for further investigations using a remote-operated vehicle (ROV) or divers.
- If no further investigations to take place – it is recommended to maintain a distance of at least 50 m on both sides of identified linear object in order to ensure safety of works.

### IV. Provided Digital Information:

- The report outlines the format and availability of various data products generated during the research. These include bathymetric maps, side-scan sonar data, magnetometry data, and shapefiles representing the anomaly's position and survey lines.

The document provides a comprehensive overview of the research methodology, findings, and digital data generated during the investigation. It serves as a valuable resource for researchers and stakeholders interested in understanding the details of the study and its implications.