

# Plūsmo srauto ribos nustatymo galimybių apžvalga Pietryčių Baltijos jūros paplūdimiuose

Kristina Viršilaitė<sup>1</sup>, Donatas Pupienis<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Vilniaus universitetas, Chemijos ir geomokslų fakultetas, Hidrologijos ir klimatologijos katedra

<sup>2</sup> Gamtos tyrimų centras

Kristina.virsilaite@chgf.stud.vu.lt

## PLŪSMO SRAUTAS

- vienas iš svarbiausių hidrodinaminių procesų, kuris sugožus bangai ties kranto linija periodiškai užplūsta paplūdimį ir atslūgsta.

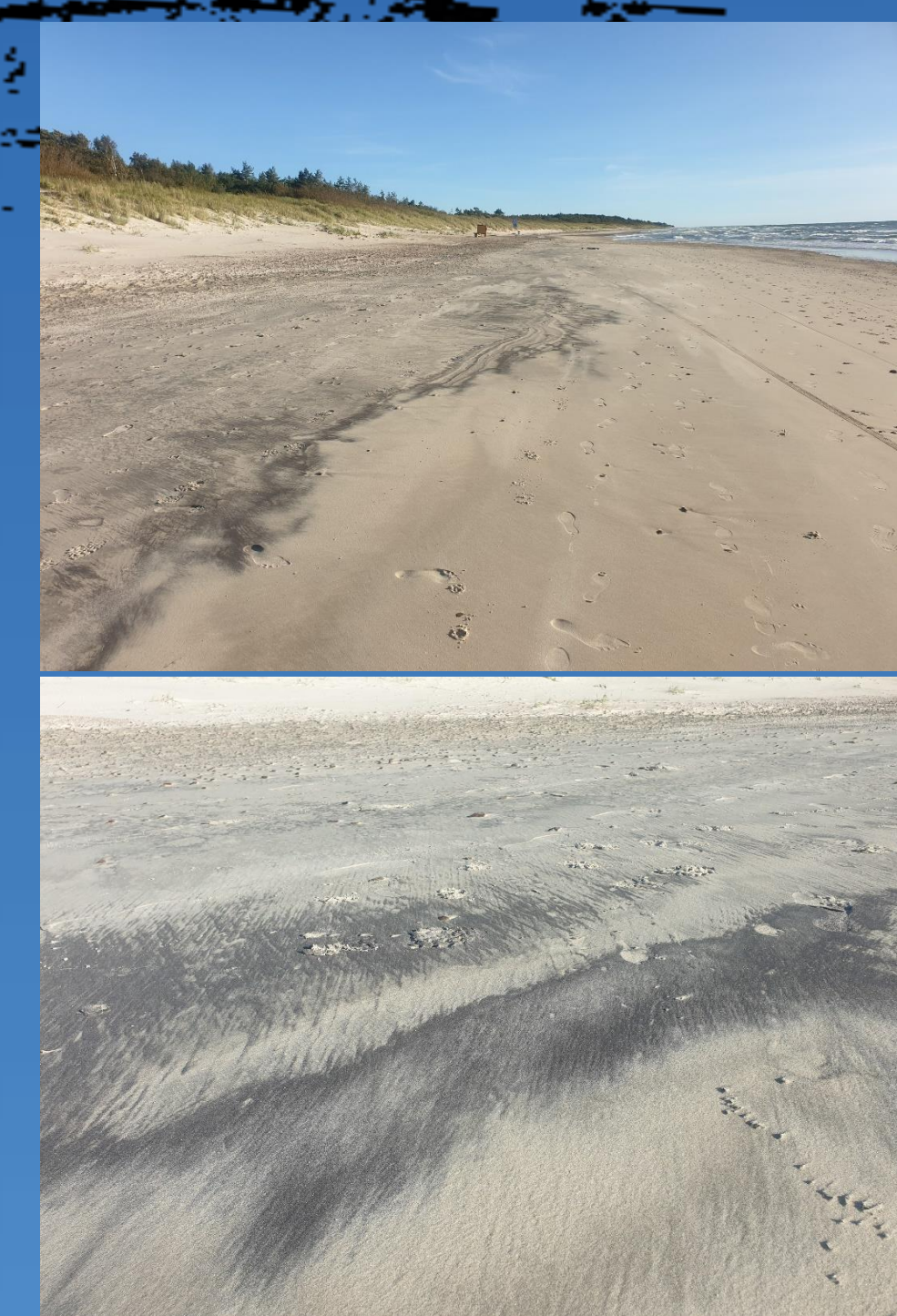


← 1 pav. Fitodetrito, dumblių samplavos bei šlapio smėlio išplitimo riba smėlėtame paplūdimyje.

Smėlėtuose paplūdimiuose ekstremalias patvankas, audros mąstą bei intensyvumą galima atsekti pagal aukščiausią plūsmo ribą t.y. plūsmo srauto paliktą siūlę, kurią suformuoja plūsmo srautas periodiškai užplūstantis ir atslūgstantis paplūdimį sugožus bangai. Srauto suformuotą siūlę galima išsiskirti pagal sunkiųjų mineralų ir fitodetrito samplavas ar drėgno smėlio išplitimo riba (1, 2 pav.). Tyrime aptariami plūsmo ribos nustatymo įvairūs *in situ* bei nuotoliniai metodai.

## KODĖL SUNKIEJI MINERALAI?

Sunkiųjų mineralai akumuliuojasi plūsmo srauto zonoje ir pernašos metu gali suformuoti šlichus aukštutinėje paplūdimio dalyje, kur randamos didžiausios sunkiųjų mineralų koncentracijos. Tokį pasiskirstymą lemia plūsmo srautas audrų metu bei vėjo erozija, pasireiškianti lengvesnių mineralų (kvarco, feldšpato) išpūstumu. Esą atvejų, kai didžiausios sunkiųjų mineralų koncentracijos fiksuojamos, ne prieškopėje, o ant paplūdimio volo ar ties dinamine kranto linija. Pirmasis atvejis gali būti aiškinamas tuo, kad dėl nuolatinio viršvandeninio šlaitelio skalavimo susidaro sąlygos ilgalaikiai smėlio diferencijacijai. Audrų metu, kai maksimali plūsmo srauto riba nesiekia prieškopės, sunkiųjų mineralų sąnašynai randami ir vidurinėje paplūdimio dalyje (2 pav.) (Linčius, 1991).



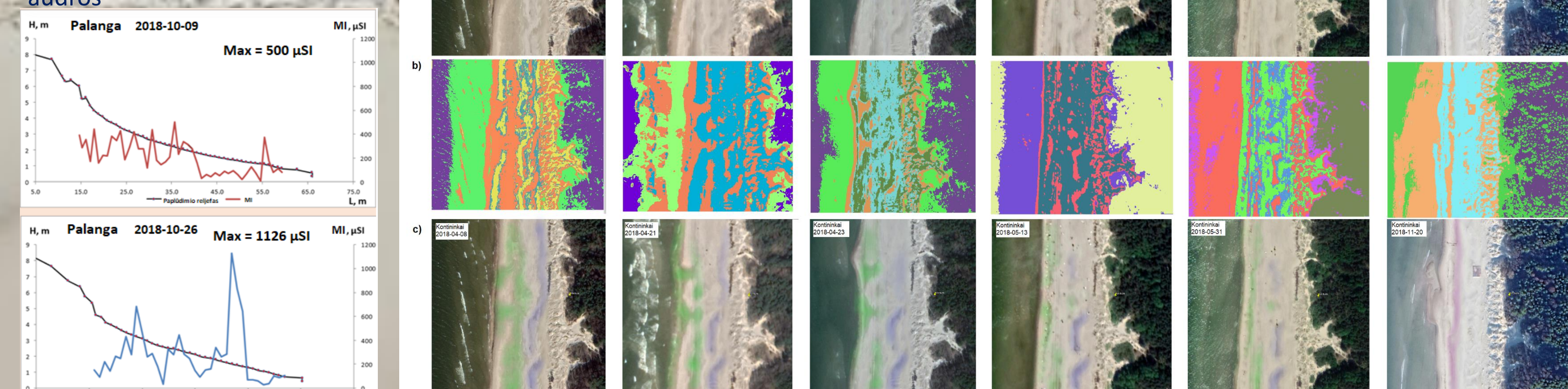
↑ 2 pav. Sunkiųjų mineralų sąnašynai paplūdimyje ties Nemirseta (2020 m. rugsėjis).

## REZULTATAI

*In situ* taikyta sunkiųjų mineralų koncentracijos kaitos analizė parodė, kad:

- didžiausios magnetinio imlumo reikšmės išmatuotos paplūdimiuose, kuriuose vyrauja eroziniai procesai ir vyrauja santykinai lengvų smėlio dalelių išplovimas (maksimali išmatuota reikšmė – 36287,0  $\mu$ SI Karklėje, 2018-10-26), tuo tarpu akumuliaciniuose paplūdimiuose nustatytos žemiausios magnetinio imlumo reikšmės (minimali išmatuota reikšmė -1,2  $\mu$ SI Smiltynės, Preilos (2018-10-08) ir Nidos (2018-10-26) profiliuose).
- Maksimalios reikšmės dažniausiai išmatuojamos prieškopėse ar klifo papėdėse bei vidurinėje paplūdimio dalyje. Atskirais atvejais po audrų maksimalios reikšmės nustatytos ties dinamine kranto linija, kur nurimus audrai bangavimo rimimo fazėje galėjo kauptis sunkieji mineralai (4 pav.).

↓ 4 pav. magnetinio imlumo bei paplūdimio topografijos pokyčiai prieš ir po 2018 spalio 22-25 dienomis siautėjusios audros



↑ 5 pav. Paplūdimio struktūrų (plūsmo srauto ribų bei sąnašynų) kaita 7 mėnesių laikotarpiu. a) – palydovinis paplūdimio vaizdas, b) rastrinė analizė taikant Reclassify įrankį, c) taikant rastrinės analizės rezultatus, paplūdimio zonos suskirstomos į: mėlyna - žiemos audrų metu sukeltą patvankų ribas, žalia - cikliška kelių mėnesių bėgyje užliejamų paplūdimio dalių ribas, rožinė - bei dėl sezono kaitos pasikeitusių hidrodinaminių sąlygų suformuotas naujas patvankos ribas žyminčias struktūras.

## METODAI

- *In situ* sunkiųjų mineralų koncentracijos matavimai atlikti 2018-10-08 ir 2018-10-26 dienomis Baltijos jūros kranto 11-oje skersinių paplūdimio profilių nuo Būtingės iki Nidos (3 pav.). Siekiant nustatyti plūsmo srauto ribas buvo matuotas paplūdimio paviršinių sąnašų magnetinis imlumas (MI) Bartington MS3 sistema su MS2K skenavimo jutikliu.
- Įvertinti nuotolinių metodų galimybes atlikta rastrinė vaizdų apdorojimo analizė bei atliktas plūsmo srauto ribos išskyrimas taikant *in situ* bei nuotolinių metodų verifikaciją (atlikta magnetinio imlumo bei bepiločio orlaivio vaizdo verifikacija bei magnetinio imlumo bei telefono fotoaparatu fiksuoto profilio verifikacija).

← 3. pav. Tiriamasis regionas → 1. lentelė. Rastrinei analizei naudotų vaizdų duomenys.

Prietaisas	Skiriamoji geba, m	Rastrų erdvinis padengimas	Rastrinių duomenų šaltinis
Maxar Technologies palydovas WorldView-3	0,31 m	Kontininkų profilis	2018-04-03 – 2018-11-20
Bepilotis orlaivis (dronas)	0,1 m	Nemirsetos profilis	2019-07-23
Išmaniojo telefono vaizdo kamera	~1,4·10 <sup>-4</sup> m	Būtingės profilis	2020-03-05

## IŠVADOS

Plūsmo srauto ribos nustatymui taikyta *in situ* magnetinio imlumo matavimo tyrimų metodika, pasiteisino sąlyginai.

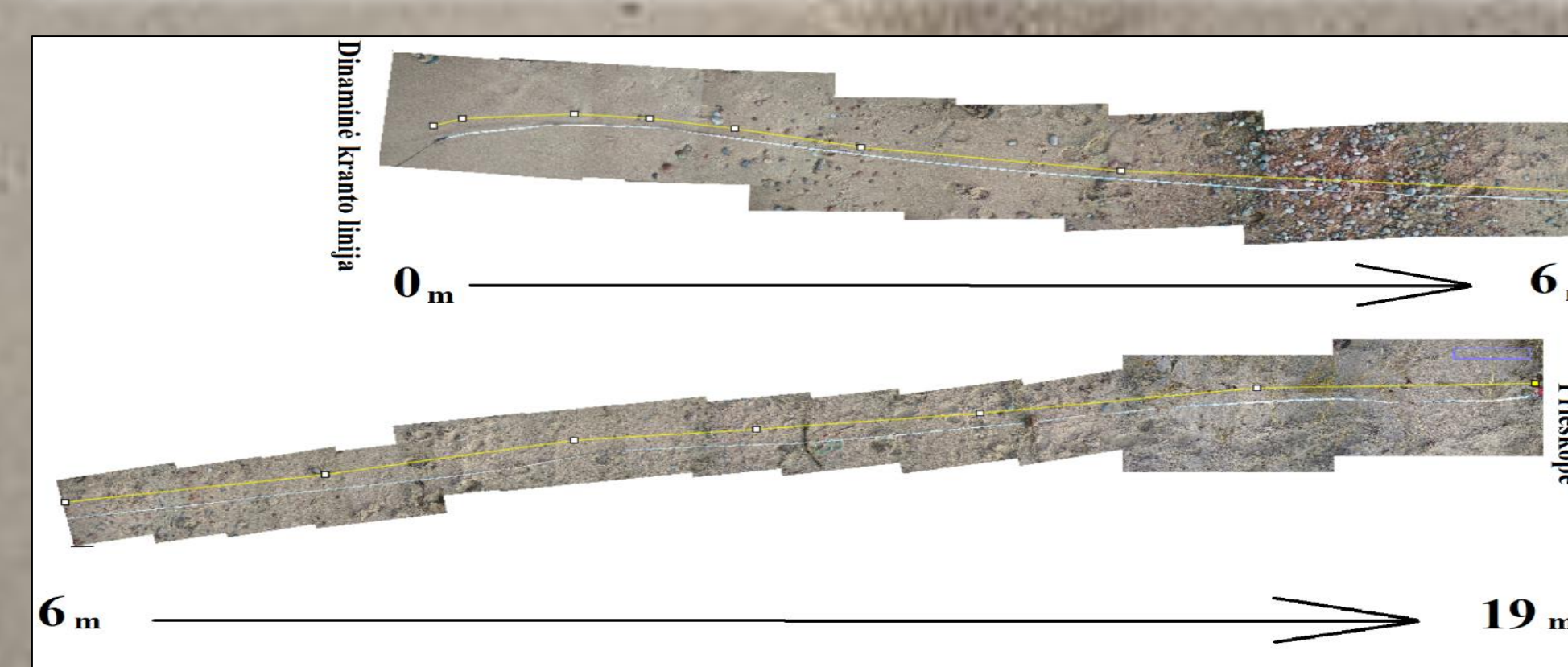
- Didžiausios magnetinio imlumo reikšmės išmatuotos paplūdimių sąnašose sutapo su aukščiausią plūsmo srauto riba (tamsias sunkiųjų mineralų nuosėdas buvo galima įvertinti ir vizualiai).
- Rastrinė analizė taikant ArcMap Reclassify įrankį padeda išryškinti plūsmo srauto zoną, kuri dažnai gali būti stebima ir vizualiai, pvz. 2019 m. kovą atliktoje bepiločio orlaivio fotografijoje Smiltynėje ryškiai matoma aukščiausią plūsmo srauto ribą žyminti šlapio smėlio išplitimo teritorija bei fitodetrito samplava.
- Plūsmo srauto ribos kaitos laike ir erdvėje analizė parodė, jog žiemos audrų suformuotos struktūros gali išlikti iki pat vasaros sezono, o mažesnių patvankų metu plūsmo srautas užlieja tas pačias teritorijas dėl reljefo įtakos. Plūsmo srauto ribos išlieka matomos iki kitų vėjo ir bangų sąlygotų patvankų (ramybės laikotarpis gali trukti kelis mėnesius) arba yra užpustomos vėjo.

IV. *In situ* bei bepiločio orlaivio fotografijos pikselių reikšmių bei *in situ* ir telefono fotoaparatu fiksuoto Būtingės paplūdimio profilio taikytos verifikacijos pasiteisino sąlyginai.

Detalesnei analizei reikalingi nuolatiniai stebėjimai bei *in situ* monitoringas, tai patvirtina ir kitų mokslininkų atlikti tyrimai (Paprotny et al., 2014).

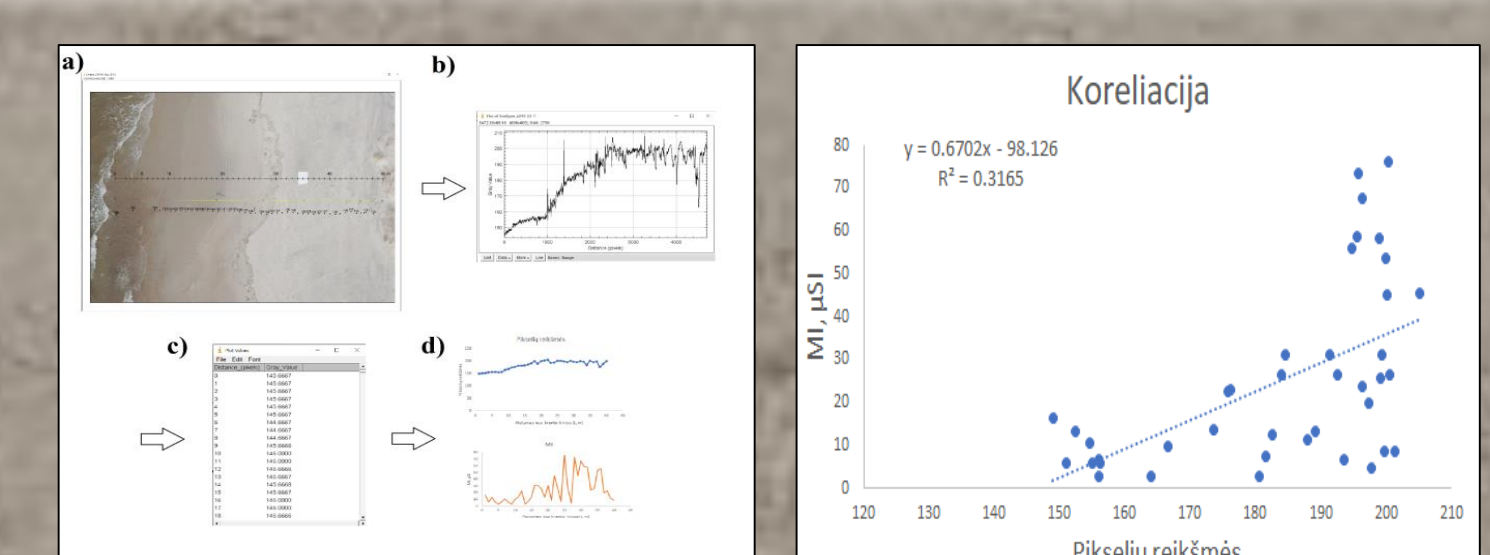
• Plūsmo srauto ribos kaitos laike ir erdvėje analizė parodė, jog žiemos audrų suformuotos struktūros gali išlikti iki pat vasaros sezono (5 pav.), o mažesnių patvankų metu plūsmo srautas užlieja tas pačias teritorijas dėl reljefo įtakos. Plūsmo srauto ribos išlieka matomos iki kitų vėjo ir bangų sąlygotų patvankų (ramybės laikotarpis gali trukti kelis mėnesius) arba yra užpustomos vėjo.

• *In situ* bei bepiločio orlaivio fotografijos pikselių reikšmių taikyta verifikacija pasiteisino sąlyginai: vyrauja silpni koreliacijos ryšiai tarp *in situ* išmatuotų MI reikšmių bei bepiločio orlaivio fotografijos pikselių reikšmių ( $R=0.56$ ,  $R^2=0.32$ ). Aukščiausios magnetinio imlumo reikšmės fiksuotos 25 m. atstumu nuo kranto linijos, aukščiausios pikselių reikšmės – ties 22 metru. Nei MI, nei pikselių reikšmės nesutapo su fotografijoje matoma plūsmo srauto siūle, kuri fiksuojama maždaug 20 m. atstumu nuo kranto. To priežastis galimai didelis laiko tarpas tarp *in situ* matavimų ir palydovinės fotografijos atlikimo (17 dienų) (6 pav.).



↑ 7 pav. Telefono aparatu fiksuoto Būtingės skersinio profilio vaizdas paplūdimyje, apjungtas naudojant ArcGIS ArcMap programinę įrangą.

• Magnetinio imlumo bei telefono fotoaparatu fiksuoto Būtingės profilio verifikacija pasiteisino sąlyginai. Iš naudotų dviejų pikselių reikšmių apskaičiavimo metodų, pastebėta, jog segmentuotu metodu apskaičiuotos reikšmės geriau koreliuoja su MI reikšmėmis ( $r=0.49$ ) negu ištisiniu metodu ( $r=0.21$ ) (7 pav.).



↑ 6 pav. KAIRE: Rastrinės bepiločio orlaivio (drono) vaizdo analizės eiga taikant ImageJ vaizdų apdorojimo programinę įrangą. DEŠINĖ: Silpni koreliaciniai ryšiai tarp ryšių tarp pikselių reikšmių ir MI matavimo duomenų ( $r=0.57$ ).