

Neringa Mačiulevičiūtė-Turlienė¹, Artūras Baurėnas¹, Algimantas Česnulevičius¹, Regina Morkūnaitė², Linas Bevainis¹

¹Vilniaus universitetas, M. K. Čiurlionio g. 21/27, Vilnius; ²Gamtos tyrimų centras, Akademijos g. 2, Vilnius

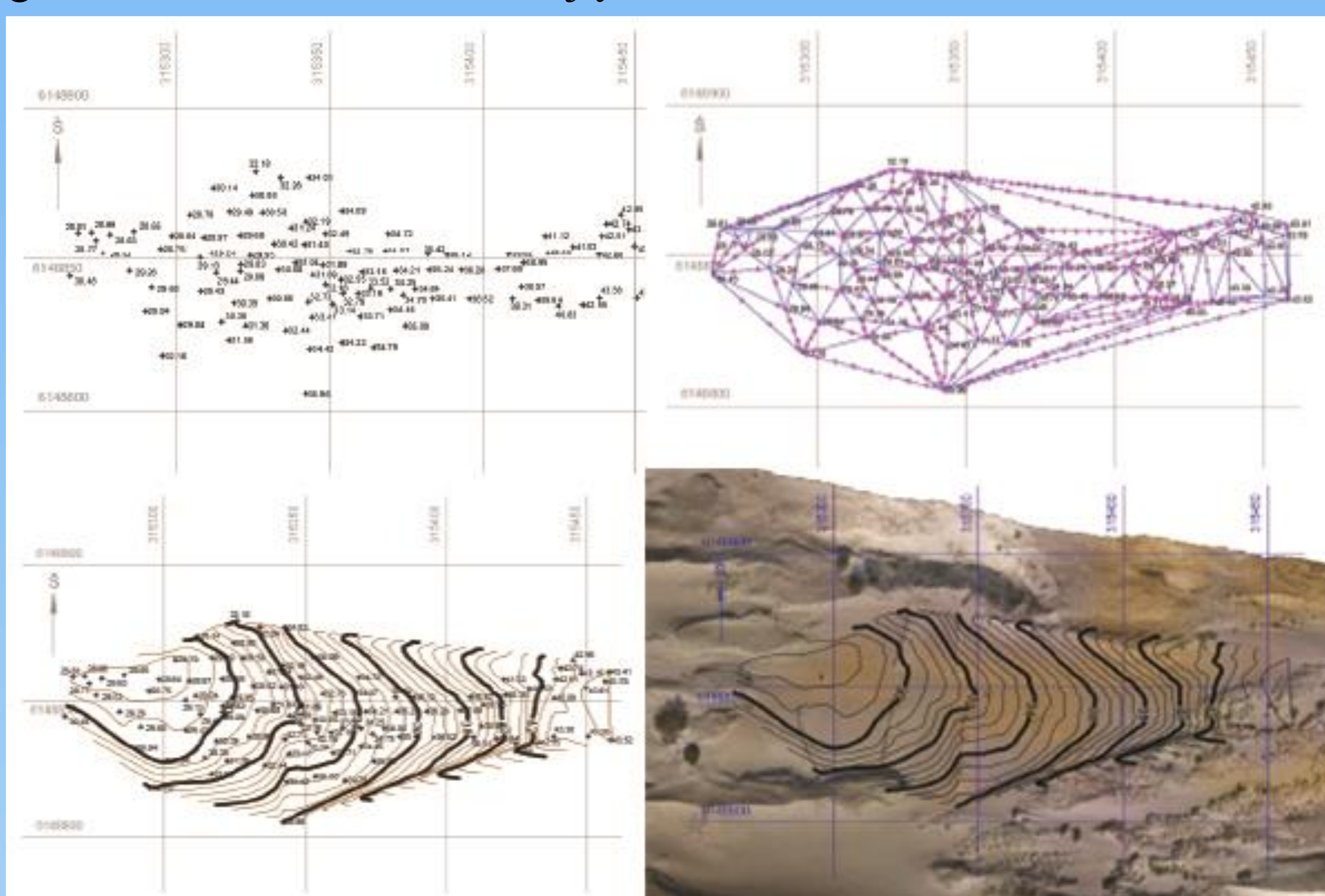
neringa.maciuleviciute@gf.vu.lt

ĮVADAS

Siekiant įvertinti meteorologinių ir antropogeninių reiškinų poveikį nestabiliam paviršiui, daugelį metų atliekami išsamūs kopų tyrimai. Kopų paviršiui stabilizuoti imamas įvairių priemonių. Vienas iš jų yra smėlio gaudyklių įrengimas, kurių tikslas sumažinti smėlio išpustymą. Atliekamų tyrimų tikslas sukurti metodiką, kuri padėtų įvertinti smėlio gaudyklių efektyvumą. Antžeminiai kopų matavimai destabilizuoja kopų paviršius ir negali būti dažnai atliekami. Šiuo metu matavimai atliekami 2-3 kartus per metus, tačiau optimaliausias būtų matavimų kas 2-3 mėnesius variantas. Norint atlikti detalų smėlio gaudyklių efektyvumo monitoringą ir išsiaiškinti apsaugos priemonių įtaką, matavimai vykdomi pagal specialiai sukurtą metodiką. Tikėtina, kad ją taikant, paviršiaus pokyčiai bus įvertinti pakankamu tikslumu, kartu minimaliai destabilizuojant kopų paviršius.

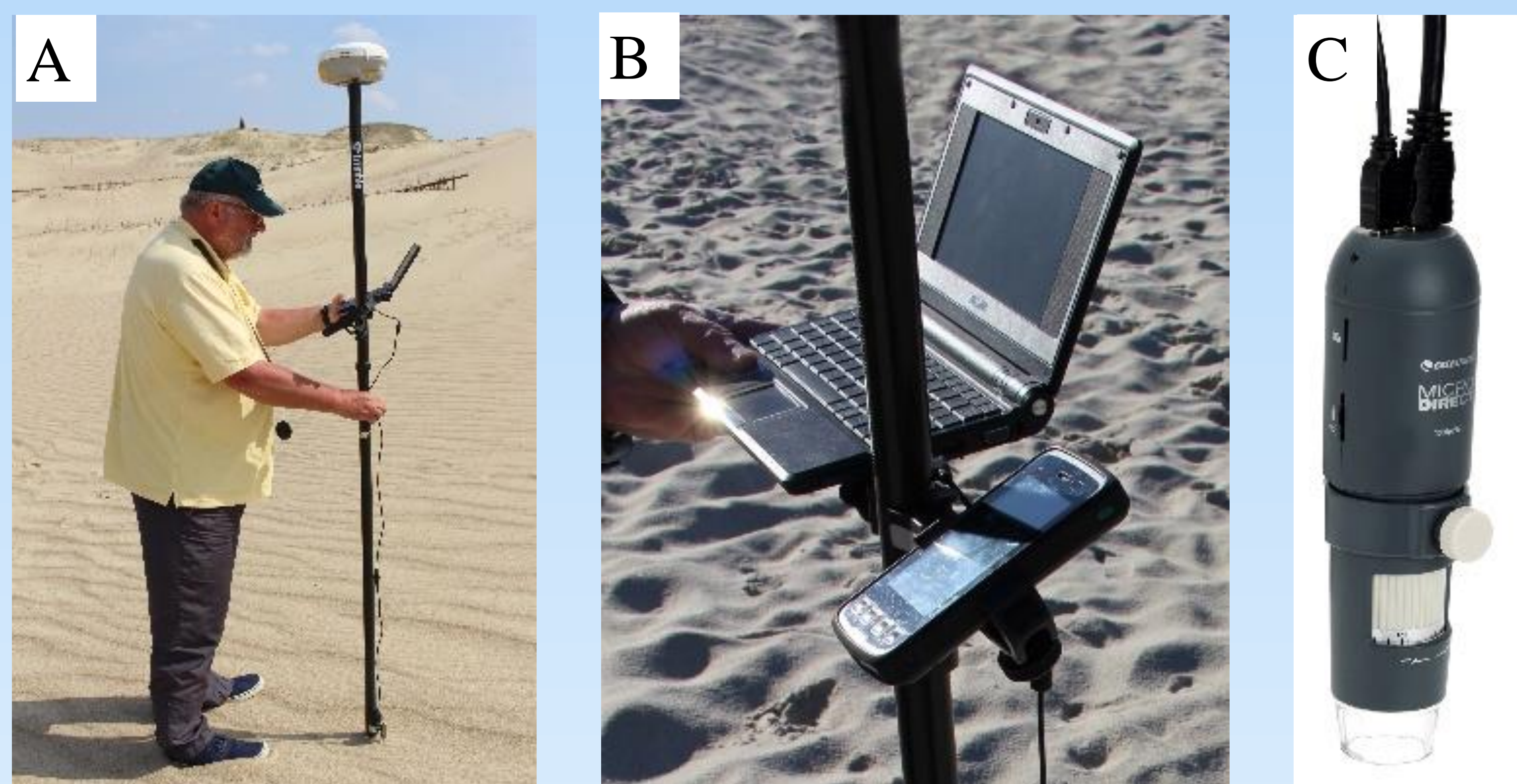
METODAI

Tyrimui taikyta metodika apima tris fazes: paviršiaus topografinė nuotrauka → aerofotogrametriniai matavimai → smėlio granulimetriniai tyrimai (1 pav.). Topografinių ir aerofotogrametriniai matavimų metu įvertinti pustomi plotai ir jų pokyčiai, o topografinių matavimų metu kartu atlikta mikroskopinė granulimetrinė smėlio frakcijų analizė.



1 pav. Matavimo taškai ir topografinė nuotrauka

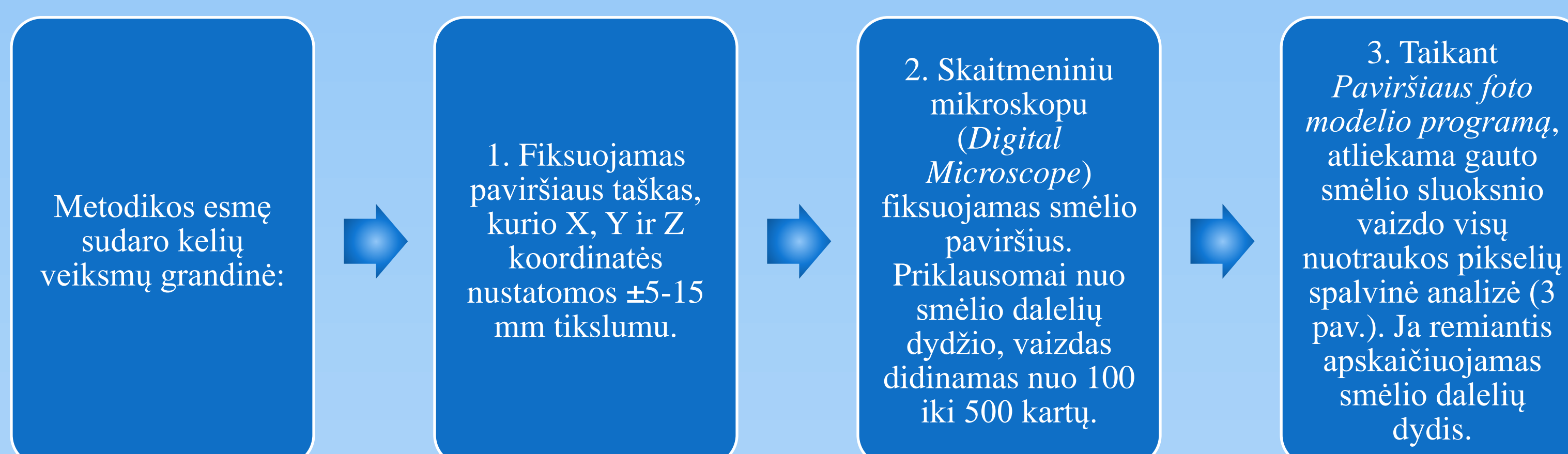
Topografinių matavimų metu (naudojant GPS prietaisą *Trimble-R4*) kartu vykdytas smėlio paviršiaus fotografavimas skaitmeniniu mikroskopu, leidžiančiu padidinti vaizdą iki 200 kartų. Prie GPS *Trimble-R4* prijungtas USB mikroskopas ir nešiojamas kompiuteris (2 pav.). Matavimo metu fiksuota taško padėties koordinatės (X,Y,Z) ir smėlio frakcijos. Papildomai, nukasus smėlio sluoksnį, fiksuotos smėlio frakcijos 10 cm gylyje. Gilesnio sluoksnio smėlio frakcijų granulimetrinė struktūra leidžia spręsti apie galimą smėlio sluoksnio išpustymą. Granulimetrinė fiksiacija atlikta prie smėlio gaudyklių ir atvirame kopų plote.



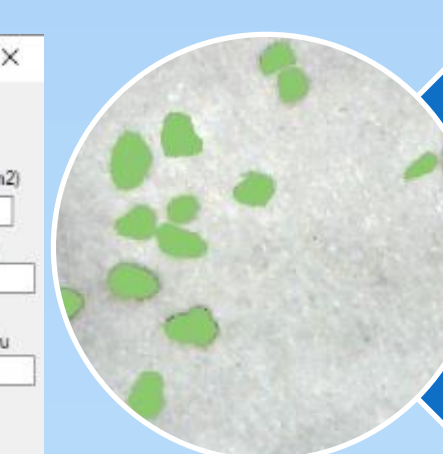
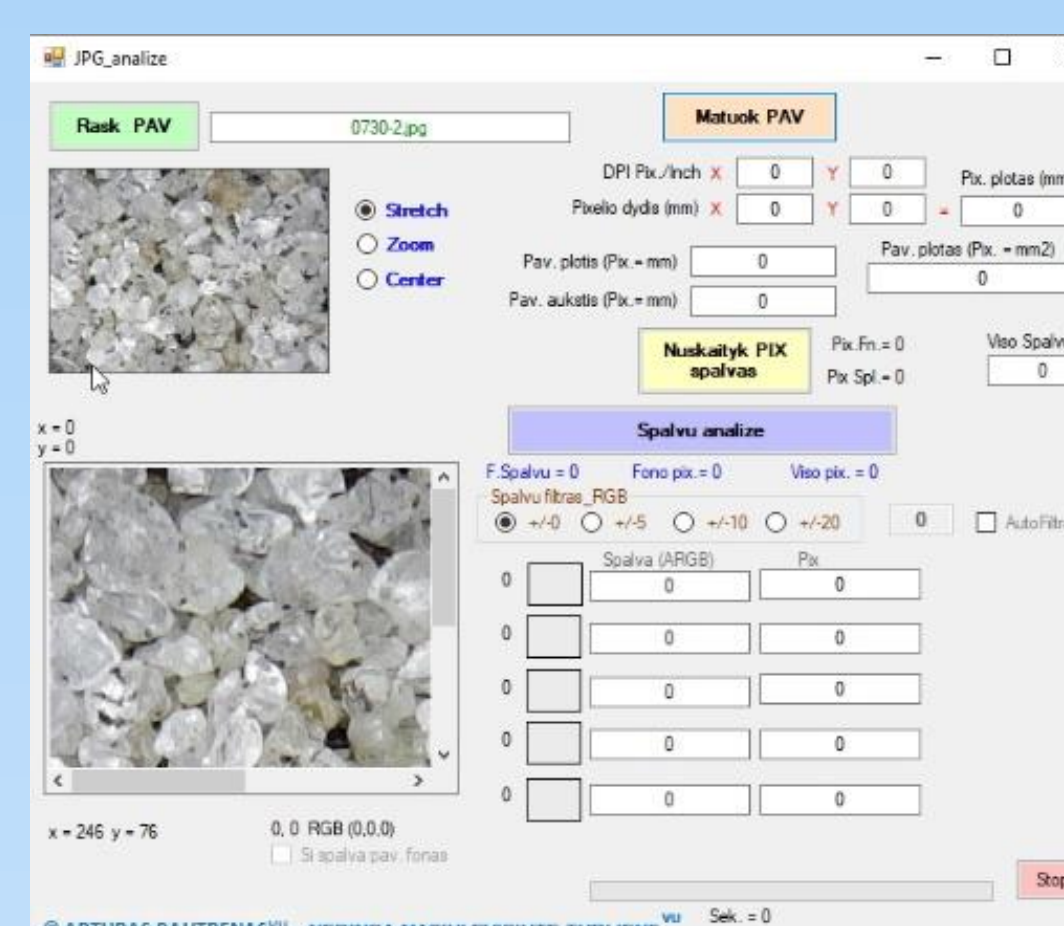
2 pav. GPS *Trimble-R4* (A) su papildomu nešiojamu kompiuteriu (B) ir mikroskopu (C) bei gautos smėlio granulimetrinių frakcijų nuotraukos (D).

REZULTATAI

Tyrimas apėmė kompleksinį topografinės nuotraukos ir aerofotovaizdų palyginamąjį tikslumo bei nuogulų granulimetrijos vertinimą. Tirtam plotui sudaryta tiksli antžeminė topografinė nuotrauka, naudojant bepilotį orlaivį *INSPIRE 1*, sukurti aerovaizdai ir koordinuotuose taškuose fiksuota smėlio frakcijų granulimetrija (paviršinė). Atliktas automatizuotas reljefo modelio kūrimas, kuris apėmė matuotų taškų porų atranką, interpoliaciją tarp taškų porų ir tikslių horizontalių padėties vietų nustatymą. Taškų porų atranka vykdyta remiantis Delaunay trianguliacijos metodika (Česnulevičius et al., 2019 a; Česnulevičius et al., 2019 b). Granulimetrinė smėlio frakcijų struktūra fiksuota 24 taškuose šalia įrengtų smėlio gaudyklių. Mikroskopu nufotografuota virš 300 skaitmeninių nuotraukų, taikant įvairius vaizdo didinimo koeficientus. Tokia fiksiacija leido lauko sąlygomis įvertinti tiriamo smėlio sluoksnio frakcijų struktūrą: smėlio dalelių dydį ir jų santykinį kiekį tiriamoje imtyje. Tam sukurta originali paviršiaus granulimetrijos vertinimo metodika – *Paviršiaus foto modelis* (programos autoriai N. Mačiulevičiūtė-Turlienė ir doc. Artūras Baurėnas).



Sukurta *Paviršiaus foto modelio* programa leidžia fotovaizdo analizę atlikti dviem būdais:



Analizuojant fiksuotas atskirų smėlio grūdelių spalvas



Analizuojant viso fotovaizdo foną

Abiem atvejais, naujai sugeneruotame vaizde, geresnei smėlio grūdelių diferenciacijai, skirtingos grūdelių spalvos keičiamos į vieną laisvai pasirinktą kontrastingą spalvą.

Kadangi nei smėlio grūdelių nei fotovaizdo fono spalvos nėra vienodos, todėl abiem atvejais programoje autoriai integravo specialų algoritmą, leidžiantį apskaičiuoti ir automatiškai suvienodinti pasirinktas spalvas. Naujai sukurtoose fotovaizduose palikus arba atmetus išskirtas spalvas galima apskaičiuoti likusių objektų (smėlio grūdelių) kiekį, kiekvienos dalelės dydį ir jų bendrą plotą, t. y. įvertinti granulimetrinę sudėtį.

IŠVADOS

1. Aeronuotraukų ir antžeminių geodezinių matavimų rezultatų palyginimas parodė, kad kontrolinių taškų koordinatės, nustatyto GPS *Trimble* prietaisu ir apskaičiuotos iš aeronuotraukos ortofoto modelio skiriasi ne daugiau kaip $\pm 4-6$ cm. Todėl galima teigti, kad ateityje topografinės nuotraukos matuojamų taškų skaičių galima sumažinti 2-3 kartus.

2. Įvertinus mikroskopu darytas smėlio dalelių nuotraukas, galima teigti, kad ši metodika yra tinkama smėlio granulimetrijos tyrimams. Frakcijų pasiskirstymo smėlio stovymėje palyginimas parodė, kad gauti rezultatai mažai skiriasi nuo rezultatų, gautų atlikus klasikinį smėlio sijojimą.