

---

**LIETUVOS GEOLOGIJOS TARNYBA  
PRIE APLINKOS MINISTERIJOS**

**KETURIŲ OBJEKTŲ GEOFIZINIAI (ELEKTROTOMOGRAFIJA IR  
GEORADARAS) ŠLAITŲ DEFORMACIJŲ (NUOŠLIAUŽŲ) TYRIMAI  
PAPILĖS MIESTELYJE, PAPILĖS SEN., AKMENĖS R. SAV.**

**ATASKAITA**

**Tyrimo Nr. 51236-2024**

**VILNIUS, 2024**

**LIETUVOS GEOLOGIJOS TARNYBA**  
PRIE APLINKOS MINISTERIJOS

Registracijos Nr. 51236-2024  
Apribojimo žyma  
Inv. Nr.  
Egz. Nr. 1

TVIRTINU:

Direktoriaus pavaduotoja,  
pavadojanti direktorių  
Jolanta Čyžienė

2024 m. lapkričio mėn. 14 d.

Atsakingasis vykdytojas:  
V. Mikulėnas

Vykdytojai: J. Bitinas  
A. Jusienė  
S. Lozovskis

**KETURIŲ OBJEKTŲ GEOFIZINIAI (ELEKTROTOMOGRAFIJA IR  
GEORADARAS) ŠLAITŲ DEFORMACIJŲ (NUOŠLIAUŽŲ) TYRIMAI  
PAPILĖS MIESTELYJE, PAPILĖS SEN., AKMENĖS R. SAV.**

ATASKAITA

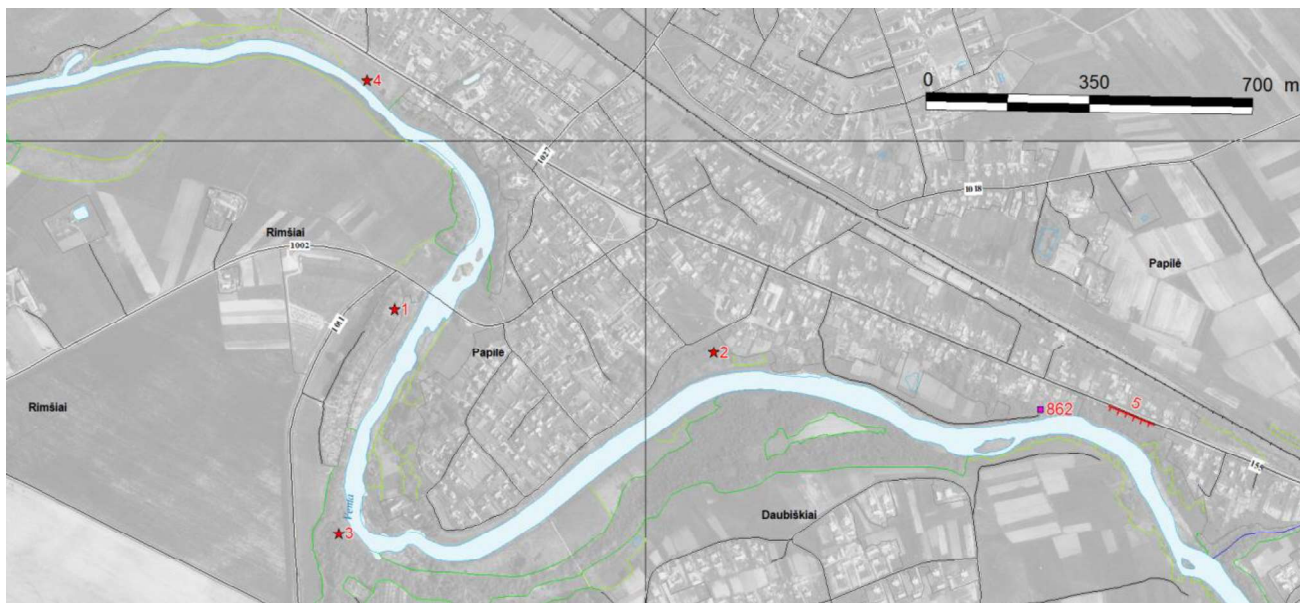
## TURINYS

<b>IVADAS</b> .....	4
<b>I. Prekvartero geologija Papilėje ir apylinkėse</b> .....	5
<b>II. Kvartero geomorfologija Papilėje ir apylinkėse</b> .....	7
<b>III. Geologiniai tyrimai objektuose</b> .....	8
1. Papilės piliakalnis su gyvenvieta (unikalus obj. kodas 1821) ir kapinėmis .....	9
2. Papilės II piliakalnis, vad. Pašalpos kalnu (unikalus obj. kodas 1822) .....	22
3. Jurakalnio atragis .....	32
4. Nuošliauža, susiformavusi Ventos upės slėnio šlaite, ties Nepriklausomybės g. Nr. 2, 4 .....	40
<b>BIBLIOGRAFINIAI ŠALTINIAI</b> .....	47

## Išvadas

Lietuvos geologijos tarnybos prie AM (toliau – Tarnybos) Inžinerinės geologijos, Giluminės ir naftos geologijos skyrių specialistai 2024 m. rugsėjo 9–13 d. pagal Akmenės rajono savivaldybės užsakymą\* atliko 2024 m. liepos 28–29 d. hidrometeorologinio reiškinių – audros su liūtimis sukeltos žalos padarinių (nuošliaužų ir kitų deformacijų šlaituose) Papilės miestelyje geofizinius (elektrotomografija ir georadaras) tyrimus ir pavojingumo vertinimą.

Šios stichijos pasekmės pasireiškė labiausiai bei kelia didžiausią pavojų valstybinės reikšmės krašto kelio Nr. 155 Kuršėnai–Mažeikiai 20-ajame kilometre (Papilės mstl. centrinėje dalyje) ir atokiau 22-ajame kilometre (Papilės mstl. prieigose iš vakarų - šiaurės vakarų), Papilės I ir II piliakalniams – kultūros paveldo objektams, Jurakalnio atragiui – valstybės saugomam gamtos paveldo objektui (1 pav.).



**1 pav.** 2024 m. stichijos pasekmių vietos (objektai) Papilėje: 1 - I piliakalnis; 2 - II piliakalnis; 3 - Jurakalnio atragis; 4 – nuošliauža Ventos upės slėnio šlaite ties kelio Nr. 155 22-uoju km; 5 – sankasos ir šlaito deformacijos kelio Nr. 155 22-ajame kilometre; 862 – 2014 m susidariusi nuošliauža virš gamtos paminklo – Papilės atodangos.

Šioje ataskaitoje pateikiama medžiaga ir rezultatai paskutiniųjų 4 objektų tyrimų, kuriuos atliko Tarnybos specialistai.

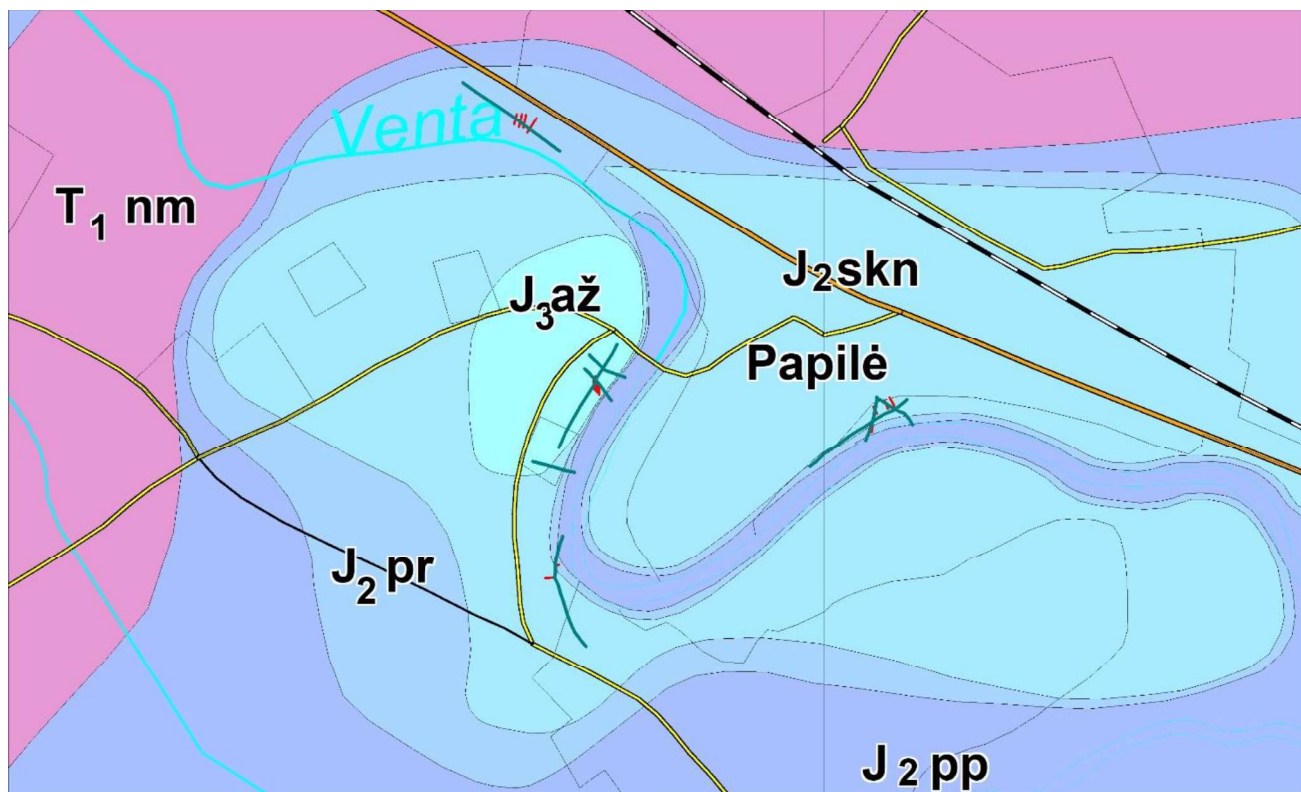
\* tarpinstitucinio pasitarimo (2024 m. rugpjūčio 13 d.) audros sukeltos žalos Akmenės rajono savivaldybėje padarinių šalinimui aptarti protokolą (LIETUVOS RESPUBLIKOS VYRIAUSYBĖS KANCELIARIJA; 2024-08-19, Nr. NV-2 194)



## I. Prekvartero geologija Papilėje ir apylinkėse

Ankstyvojo triaso periode, Indžio amžiuje sauso, karšto dykuminio klimato sąlygomis dumbančioje nenuotakioje lygumoje negilame, nuolat išdžiūstančiame baseine klostėsi aleuritinės – pelitinės nuosėdos, iš kurių susiformavo molio ir molingo mergelio uolienos. Minėtos uolienos sudaro pjūvio apatinį sluoksnį. Po to sekusios ilgos stratigrafinės pertraukos metu nuosėdos nesiklostė, uolienų paviršius buvo denuduojamas, tapo nelygus. Juros periode, kelovėjo amžiaus pradžioje Papilės laikotarpyje, triaso uolienų paviršiaus įdaubose susiformavusiuose kontinentiniuose baseinuose klostėsi smėlio nuosėdos, vietomis su molio ir aleurito tarpstuoksniais. Viduriniame kelovėjuje Papartinės laikotarpiu prasidėjo jūros transgresija, priekrantės sąlygomis klostėsi smėlingos – karbonatingos nuosėdos iš kurių susidarė smiltainio, klinties ir smėlio uolienų sluoksniai. Papilės teritorijoje vėliau sekusiais vėlyvojo kelovėjo, oksfordžio laikotarpiais negilaus šelfo sąlygomis molingos karbonatingos nuosėdos, kurios, po to sekusios ilgos stratigrafinės pertraukos, per kurią vyko denudaciniai procesai, o taip pat dėl ledynų egzistacijos ir erozijos procesų buvo vietomis nuardytos. Tai pat buvo nuardyti ir ankstesnių ledynų sukloti sluoksniai. Papilės apylinkėse išlikę tik paskutinio apledėjimo dariniai.

Papilės I -as piliakalnis, kuris dabar randasi kapinių teritorijoje, kaip ryškiai iškilusi reljefo forma susidarė Nemuno apledėjimo Grūdės stadijos laikotarpiu. Ant prekvarterinių, t. y. jūros sistemos uolienų, pakilimo slinkdamas ledynas užvilko gana storą moreninį gūbrį. Tirpdamas tas pats ledynas, savo tirpsmo vandenimis stipriai erodavo gūbrį nuo viršaus ir iš abiejų pusių. Moreninis gūbrio šonuose atsiklojo stori fluvio-glacialiniai žvyro ir smėlio sluoksniai. Po to, Nemuno apledėjimo Baltijos stadijos metu, ant išlikusio gūbrio, kurio stuomenyje buvo morena, o iš šonų suneštos fluvio-glacialinės nuogulos, buvo užvilktas jau mažesnio storio moreninis sluoksnis. Ledynui tirpstant, piliakalnis patyrė ledyno tirpsmo vandens poveikį, bet jau mažesnio masto, kurio pasekoje vietomis ant piliakalnio atsiklojo smėlingos su žvirgždo priemaiša nuogulos. Taigi piliakalnis turi moreninį stuomenį, kuri iš šonų juosia fluvio-glacialiniai dariniai. Taigi jo sandara dvejopa – glacialinio moreninio gūbrio (erozinio palikuonio) ir fluvio-glacialinių darinių kombinacija.



# LEGENDA

## MEZozoJAUS ERATEMA

### JUROS SISTEMA

#### VIDURINIS - VIRŠUTINIS SKYRIAI

*Kelovėjo - oksfordžio aukštai*

<div>J<sub>2</sub>skn-J<sub>3</sub>až</div>	<i>Skinijos -</i>	<i>Molis juodas, žerutingas, karbonatingas,</i>
	<i>Ažuolijos</i>	<i>molis smėlingas, žerutingas, karbonatingas,</i>
	<i>svitos</i>	<i>smėlio, klinties, siderito tarpsluoksniai</i>

#### VIDURINIS SKYRIUS

*Kelovėjo aukštas*

<div>J<sub>2</sub> pp-pr</div>	<i>Papilės - Papartinės</i>
	<i>svitos</i>

*Viršuje - smiltainis, klintis, smėlis, siderito konkcijos*  
*(Papartinės svita)*

*Apačioje - smėlis, molio ir aleurito tarpsluokniai*  
*(Papilės svita)*

### TRIASO SISTEMA

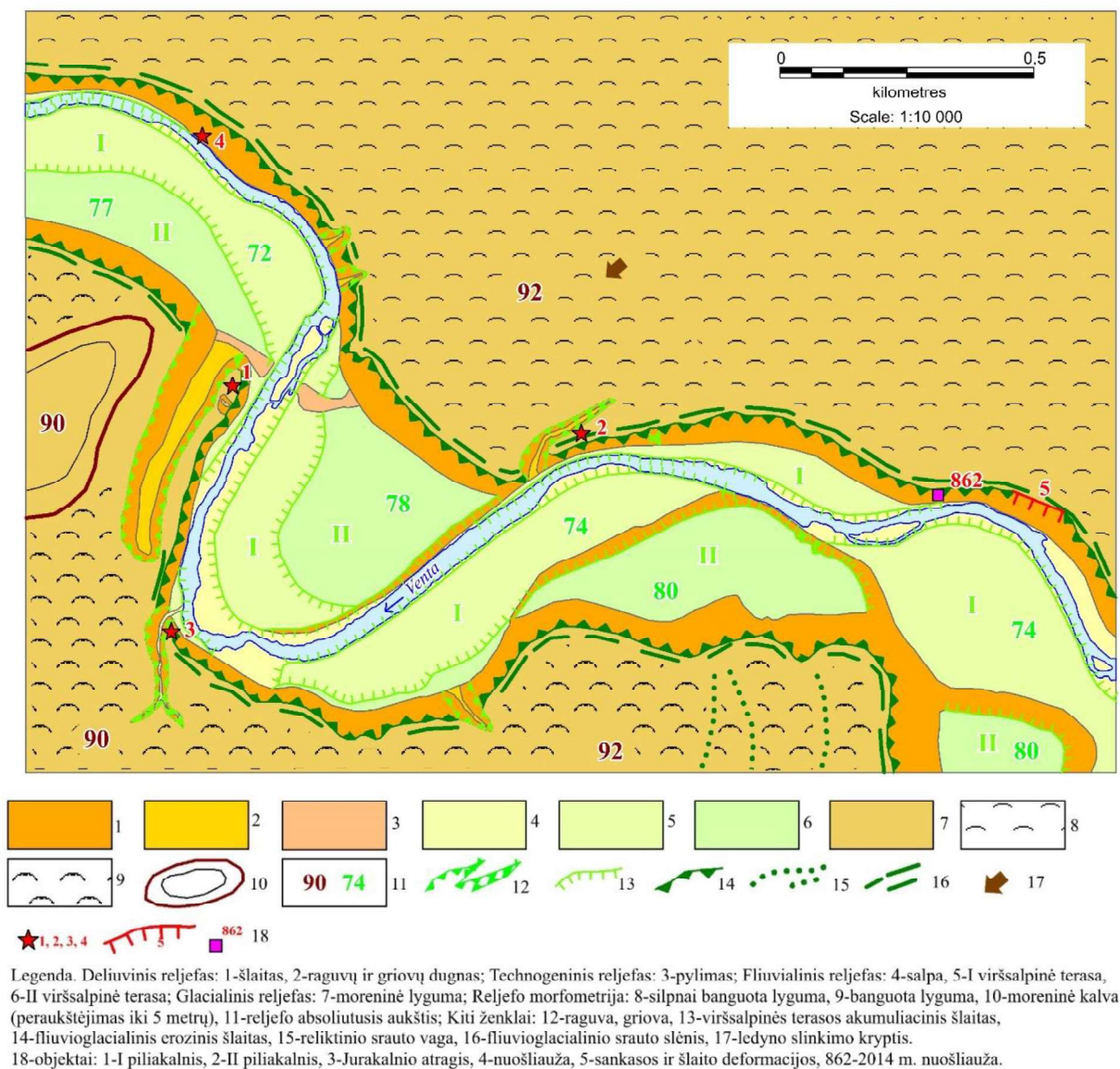
#### APATINIS SKYRIUS

*Indžio aukštas*

<div>T<sub>1</sub> nm</div>	<i>Nemuno</i>	<i>Raudonpalvis molis ir</i>
	<i>svita</i>	<i>molingas mergelis</i>

**2 pav.** Prekvartero žemėlapis M 1:50000 fragmentas ir legenda (pagal J. Bitiną)

## II. Kvartero geomorfologija Papilėje ir apylinkėse



3pav. Papilės apylinkių geomorfologinė schema (pagal A. Jusienę, 2024).

**Papilės miestelio ir apylinkių geomorfologija.** Papilės miestelis įsikūręs moreninėje lygumoje ir ją kertančio Ventos upės slėnio viršsalpinėse terasose. Moreninė lyguma, sudaryta iš moreninio priemolio ir priesmėlio, suformuota paskutiniojo – Vėlyvojo Nemuno – apledėjimo metu, vienos iš tirpstančio ledyno – Ventos vidurupio – ledyninės plaštakos, kuri šioje vietoje buvo įslinkusi iš šiaurės rytų. Dešinėje Ventos slėnio pusėje plyti moreninė lyguma silpnai banguotu paviršiumi (t. y., kai pakilimų peraukštėjimas yra 1-2 m). Kairėje slėnio pusėje aptinkama moreninė lyguma banguotu paviršiumi (t. y., kai pakilimų peraukštėjimas yra 2-3 m) su pavienėmis moreninėmis lėkštomis kalvomis, kurių aukštis yra 3-5 m (3 pav.). Ledyno paliktą moreninę lygumą ilgą laiką skalavo nuo šiauriau tirpstančio ledyno plūstantys ledo tirpsmo vandenys, kurie išskobė platų (300-650 m pločio) fluvioglacialinį slėnį, kuriuo vėliau, poledynmečiu, pasinaudojo dabartinė Ventos upė. Ji, nuolat gilindama savo vagą ir dugne klodama smėlingas sąnašas, suformavo dvi viršsalpines terasas bei salpą. Upė vingiuodama ardė ir tebeardo slėnio šlaitus ir formuoja skardžius. Ventos slėnis Papilės apylinkėse yra iki 20 m gylio. Dėl paslėnyje ir šlaituose vykstančios lietaus, šaltinių ir pavasarinio polaidžio vandens erozijos, formuojasi gilios išgraužos – griovos, kurios vėliau virsta plokčiadugnėmis raguvomis. Būtent griovos ir raguvos suskaido upių slėnių šlaitus, palikdamos tolesniam ardymui atsparesnius šlaitų erozinius relikтус (palikuonis), turinčius iškyšulių ir atragių pavidalą. Dėl tekančio vandens linijinės erozijos susiformavo ir vaizdingas stačiašlaitis Jurakalnio atragis. Papilėje esantys piliakalniai (I piliakalnis ir II piliakalnis) pagal gamtinį pagrindą priskiriami prie ant upių paslėnio ir šlaitų erozinių kyšulių (R. Guobytė ir kt., 2018) įrengtų piliakalnių. Lietuvoje upių paslėnių ir šlaitų eroziniuose kyšuliuose yra įrengta daugiausia piliakalnių.

Guobytė, R., Pocienė, J., Jusienė, A., Karmazienė, D., Šinkūnė, E. Lietuvos piliakalnių geologinė kilmė. Vilnius, 2018, p. 55-56.



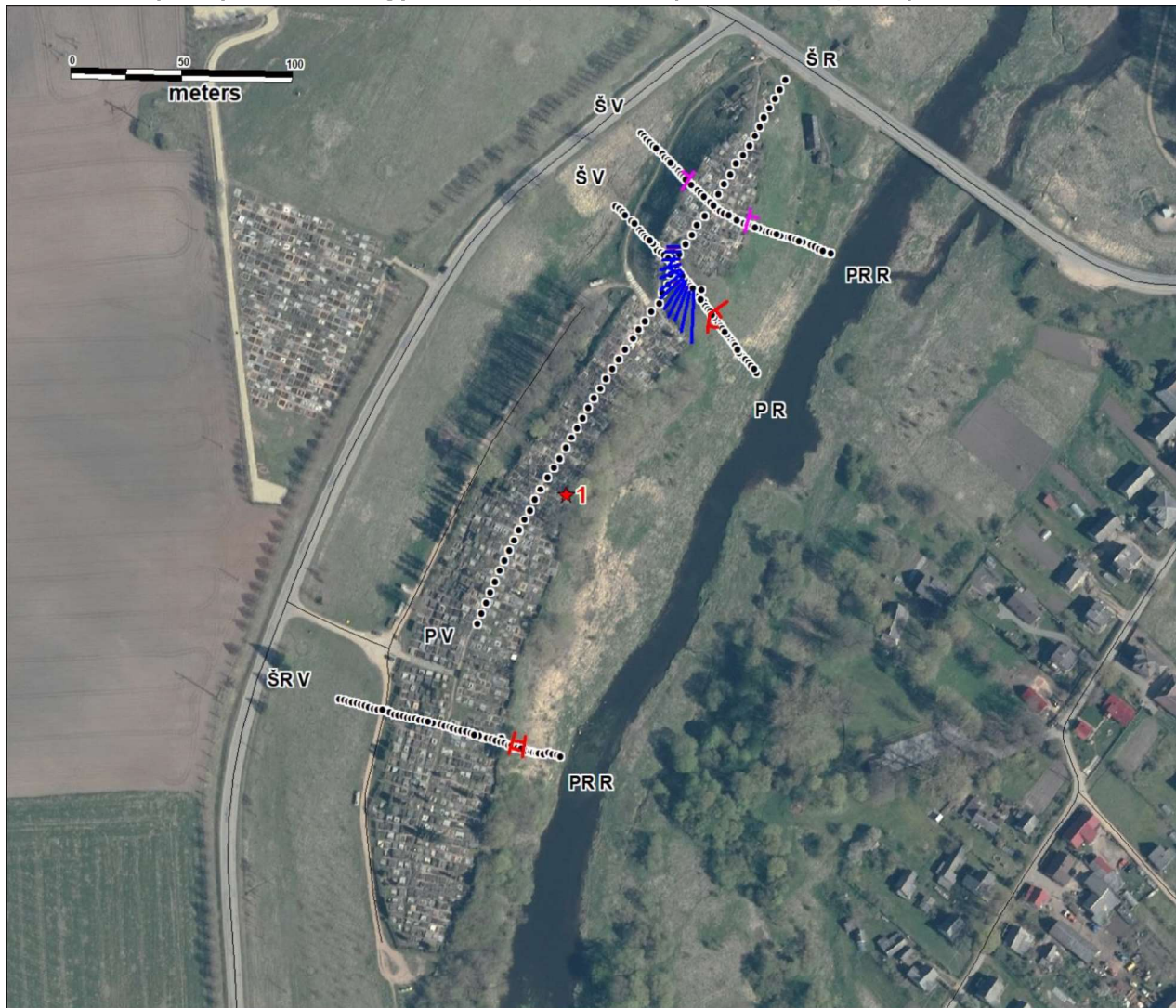
### III. Geologiniai tyrimai objektuose



**4 pav.** Geofizinių (elektrotomografinių ET - juoda spalva ir georadaro GPR – mėlyna spalva) tyrimų vietos: **1** - I piliakalnyje; **2** - II piliakalnyje; **3** - Jurakalnio atragyje; **4** – nuošliaužoje Vėntos upės slėnio šlaite ties kelio Nr. 155 22-uoju km.



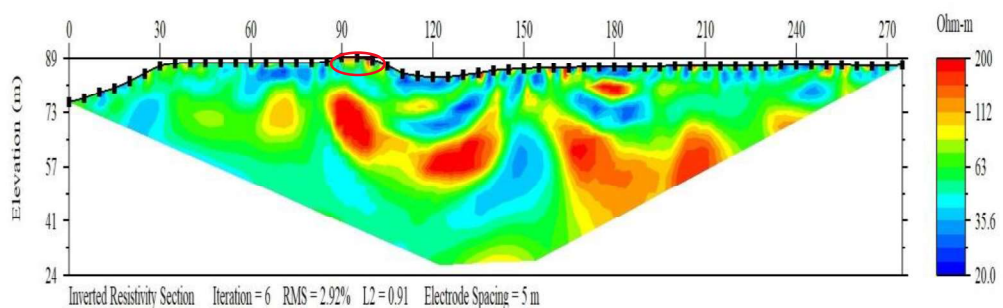
# 1. Papilės piliakalnis su gyvenvieta (unikalus obj. kodas 1821) ir kapinėmis



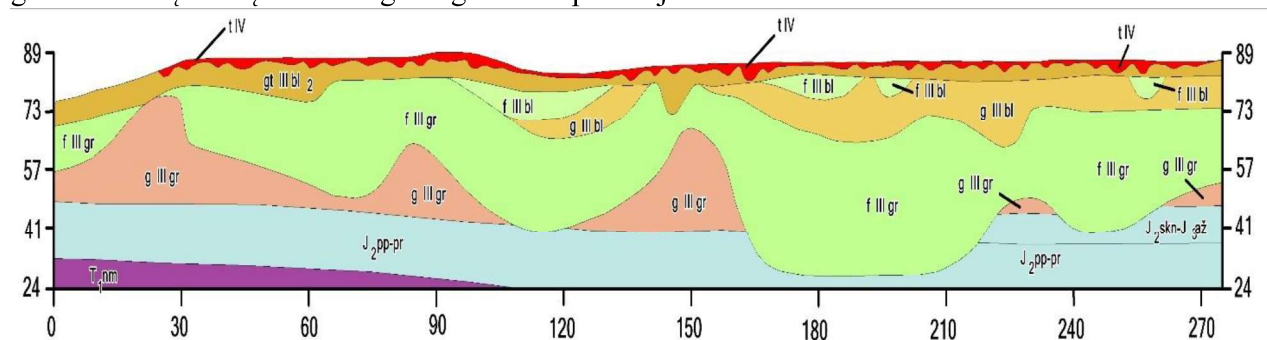
5 pav. Schema su tyrimo vietų ir šlaitų deformacijų išsidėstymu

ŠR

PV



6 pav. Ilgasis elektrinės tomografijos (ET) profilis išilgai Papilės I piliakalnio (varžų anomalinis 89-95 m intervalas – nuošliauža pažeisto šlaito vieta virš pakilimo tako) ir geoelektrinių varžų modelio geologinė interpretacija.



# LEGENDA

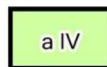
## KAINOZOJAUS ERATEMA

### KVARTERO SISTEMA

#### HOLOCENO SKYRIUS



*Technogeninės nuogulos*



*Aliuvis. Smėlis su žvirgždu ir gargždu, vietomis su dulkiu*



*Deliuvis. Smėlis, molingas - dulkingas smėlis, smėlingas - dulkingas molis*

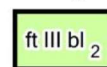


*Limninės nuosėdos. Molis dulkingas, smėlingas, dulkis molingas smėlingas*

#### PLEISTOCENO SKYRIUS

##### Nemuno ledynmetis

##### Baltijos stadija



*Fliuvioglacialinės nuogulos. Šiaurės Lietuvos fazė. Žvyras, smėlis.*



*Fliuvioglacialinės nuogulos. Žvyras, smėlis.*



*Šiaurės Lietuvos fazė. Moreninis priemolis ir priesmėlis*



*Moreninis priemolis ir priesmėlis*

##### Grūdų stadija



*Fliuvioglacialinės nuogulos. Žvyras, smėlis.*



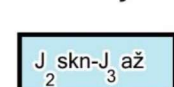
*Moreninis priemolis ir priesmėlis*

## MEZozoJAUS ERATEMA

### JUROS SISTEMA

#### VIDURINIS - VIRŠUTINIS SKYRIAI

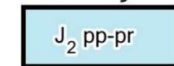
##### Kelovėjo - oksfordžio aukštai



*Skinijos - Molis juodas, žerutingas, karbonatingas, Ažuolijos molis smėlingas, žerutingas, karbonatingas, svitos smėlio, klinties, siderito tarpsluoksniai*

#### VIDURINIS SKYRIUS

##### Kelovėjo aukštas



*Papilės - Papartinės svitos*

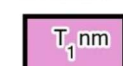
*Viršuje - smiltainis, klintis, smėlis, siderito kongrecijos (Papartinės svita)*

*Apačioje - smėlis, molio ir aleurito tarpsluoksniai (Papilės svita)*

### TRIASO SISTEMA

#### APATINIS SKYRIUS

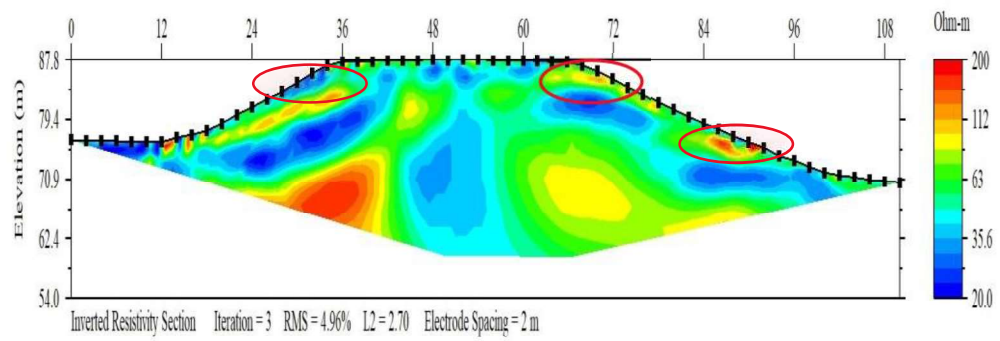
##### Indžio aukštas



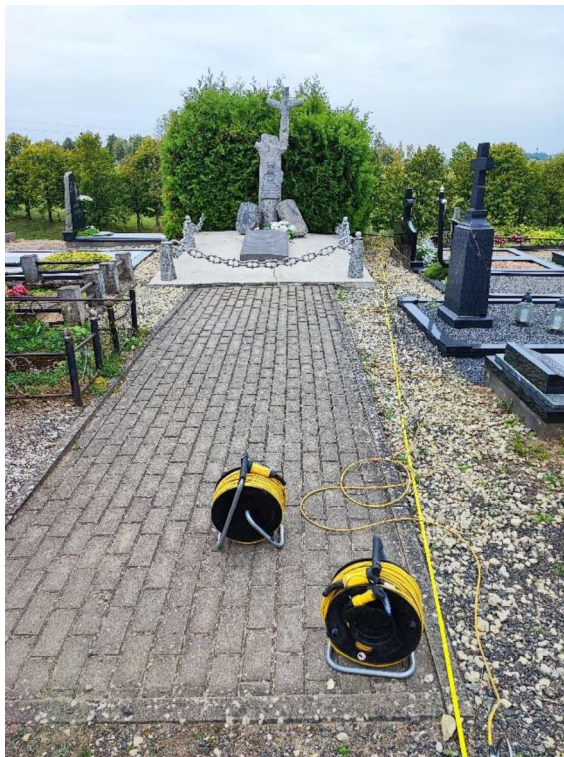
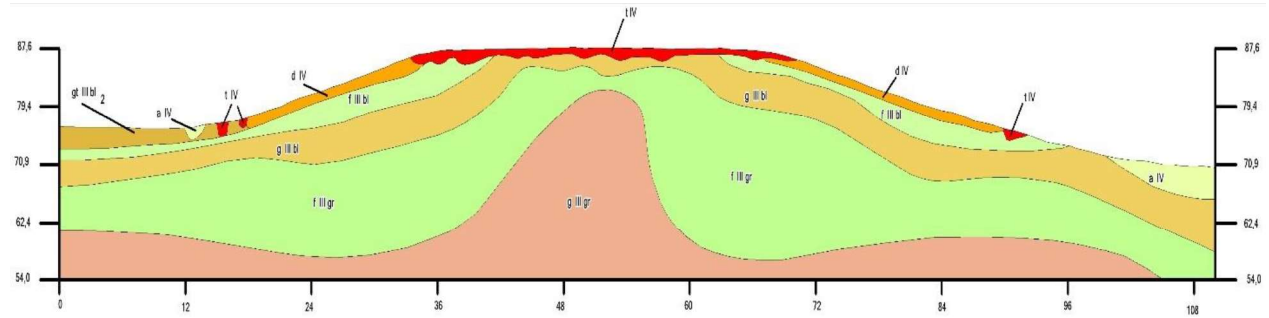
*Nemuno Raudonpalvis molis ir svita molingas mergelis*

7 pav. Prekvartero ir kvartero legenda (pagal J. Bitiną)





**8 pav.** Trumpasis ET profilis-1, skersai Papilės I piliakalnio ŠR dalį (pro S. Daukanto kapavietę) ir geoelektrinių varžų modelio geologinė interpretacija:



**1, 2 nuotr.** Piliakalnio kapinių teritorijoje ištiestas ET profilis-1



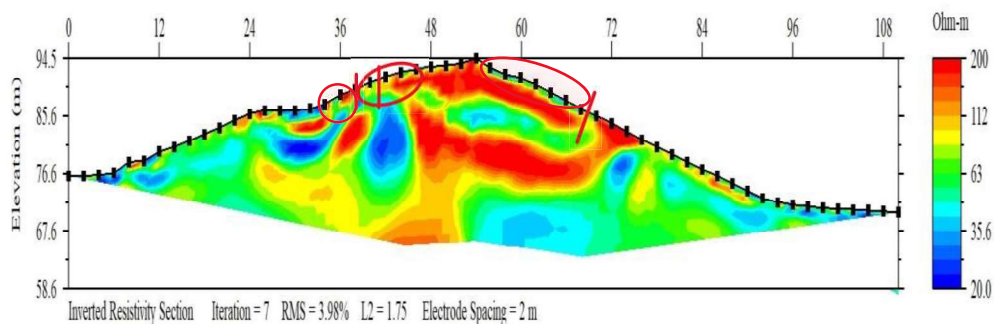


**3 nuotr.** Grunto sąslūga Papilės I plkn. ŠV šlaito viršutinėje dalyje ties S. Daukanto kapaviete (ET profilyje-1 pažymėta anomalija 26-34 m intervale, žr. 8 pav.)

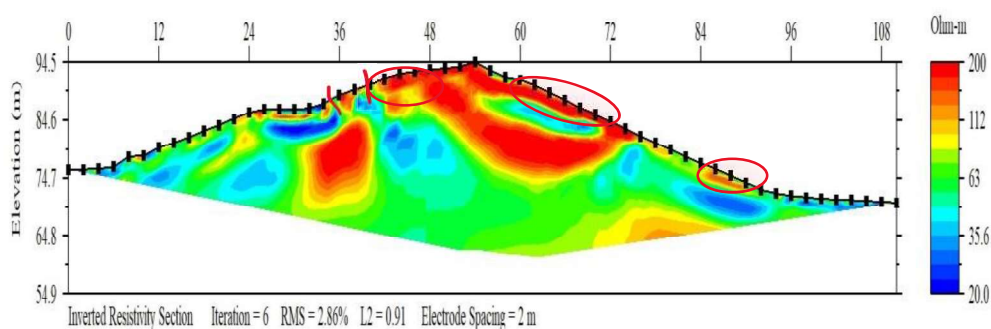


**4 nuotr.** 0,4-0,6 m gylio technogeninė duobė ir grunto suslūgimas Papilės I plkn. PR R šlaito viršutinėje dalyje (ET profilyje-1 pažymėta anomalija 63-72 m intervale, žr. 8 pav.)

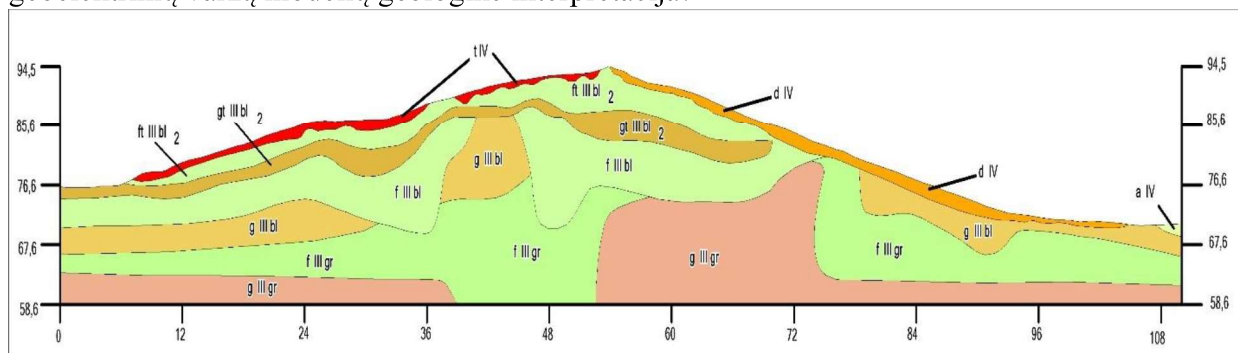




ET metodas *Dipolis-dipolis* (viršuje) ir *Slumbežė* (apačioje)



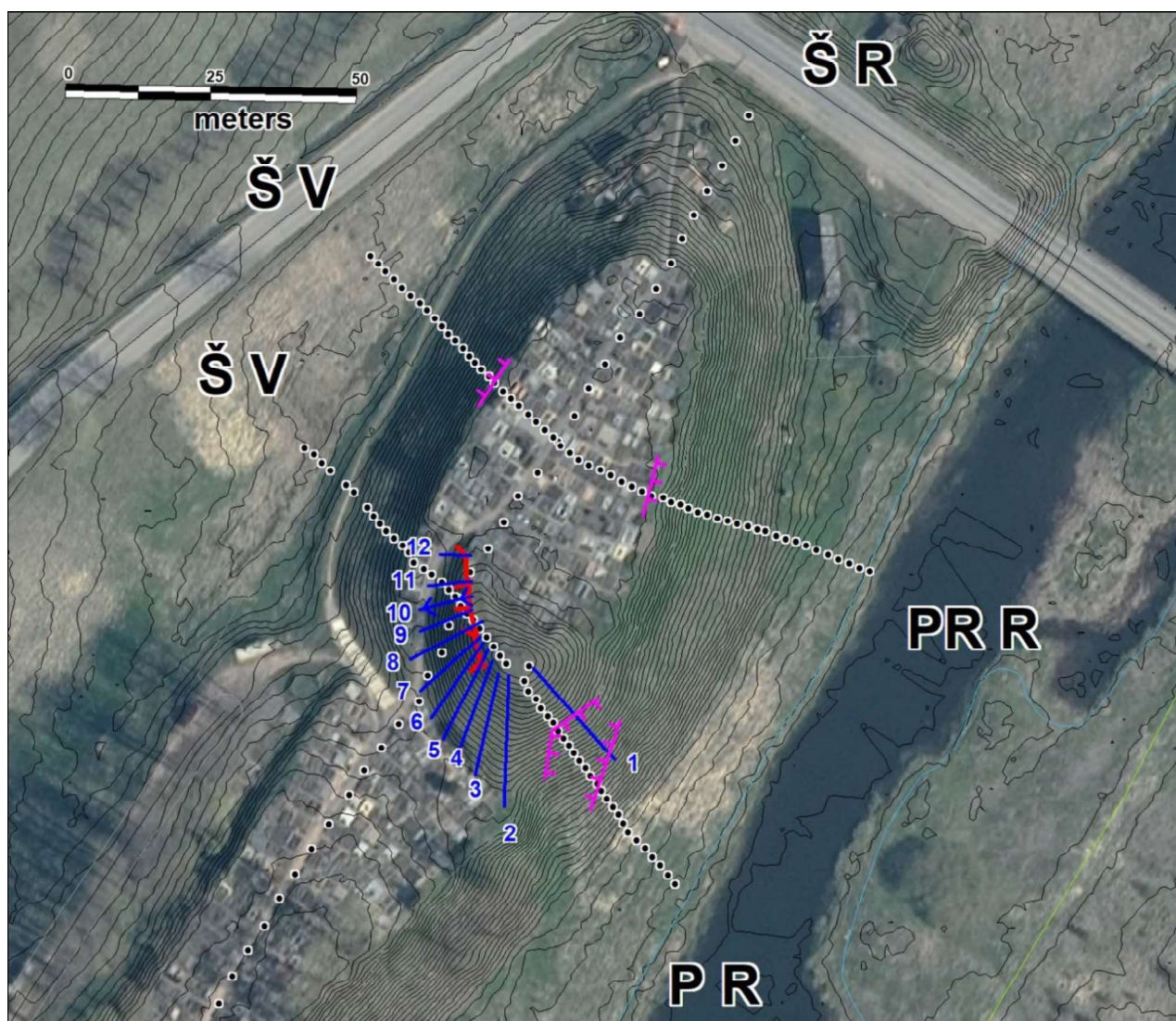
**9 pav.** Trumpasis ET profilis-2, skersai Papilės I piliakalnio ŠR aukščiausiąją dalį ) ir geoelektrinių varžų modelių geologinė interpretacija:







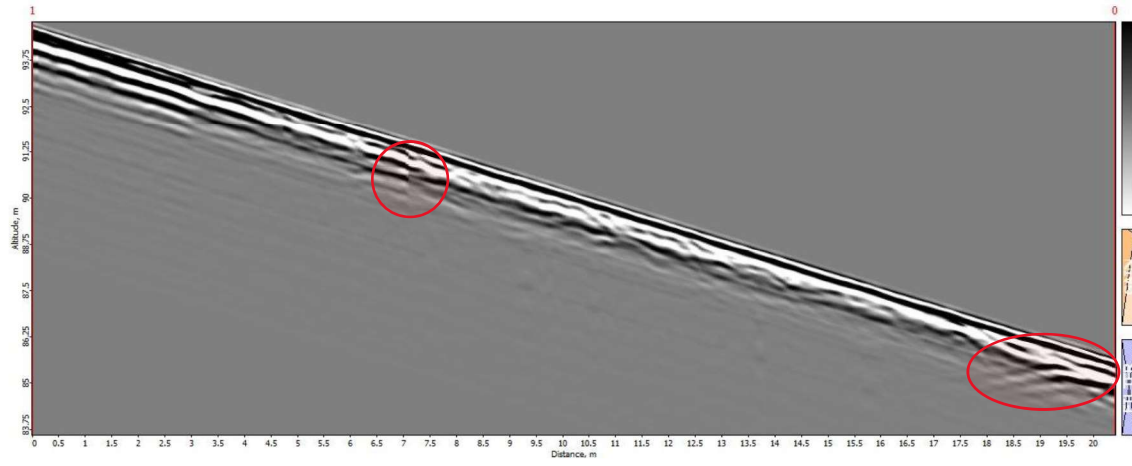
**5, 6 nuotr.** Piliakalnio kapinių teritorijoje šalia ištiesto ET profilio-2 atsekamas nuošliaužos atitrūkimo 22 m ilgio ir 2-3 – 5-8 cm pločio lineamentas (ET profilyje anomalinis 34-38 m intervalas, žr. 9 pav.).



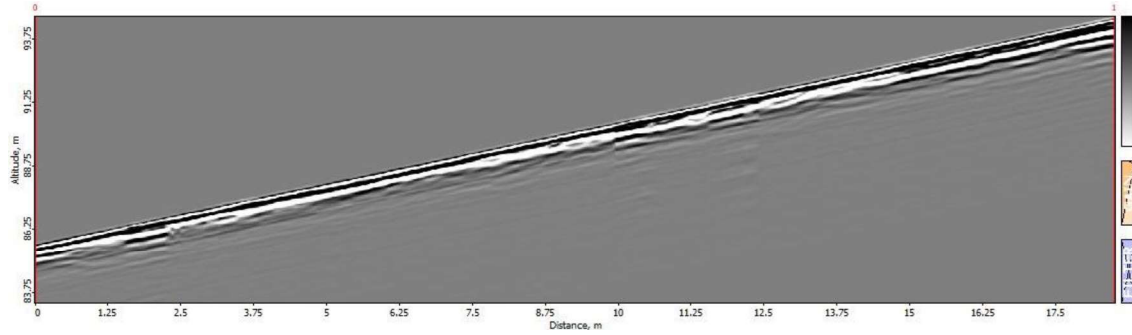
**10 pav.** Schema su GPR tyrimo (mėlyna spalva) vietų ir šlaitų deformacijų (raudona spalva – 22 m ilgio įtrūkis žemės paviršiuje) išsidėstymu. Besiformuojančios nuošliaužos pažeisto šlaito plotas apie 200 m<sup>2</sup> (tarp 4 ir 12 GPR profilių)



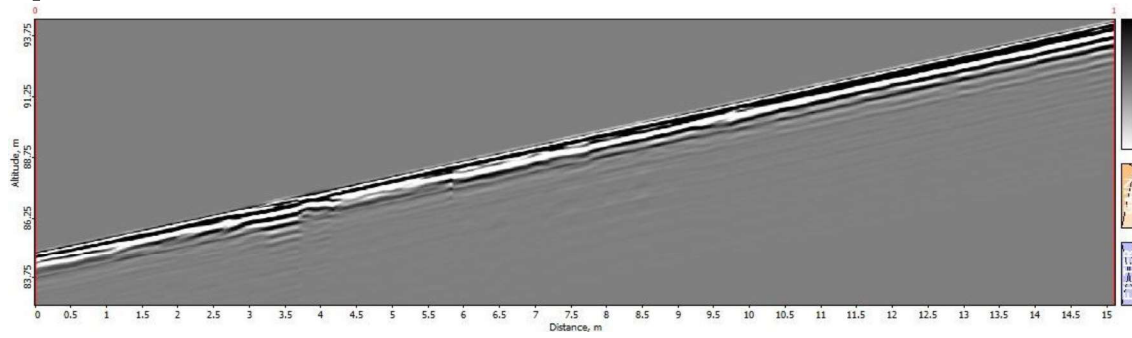
## Georadar GPR profilai (Papilės I piliakalnis)



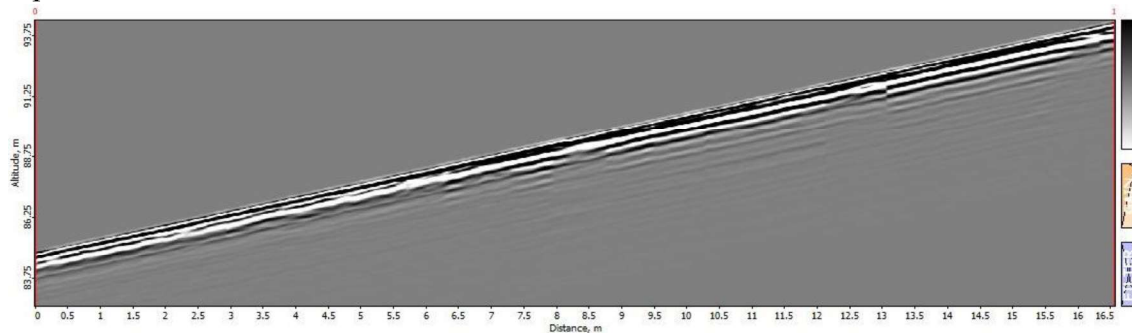
1 prof (nuo upės pusės).



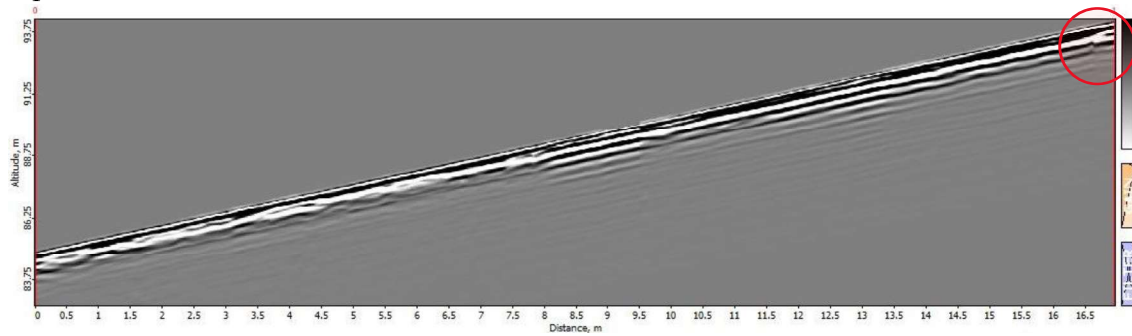
2 prof



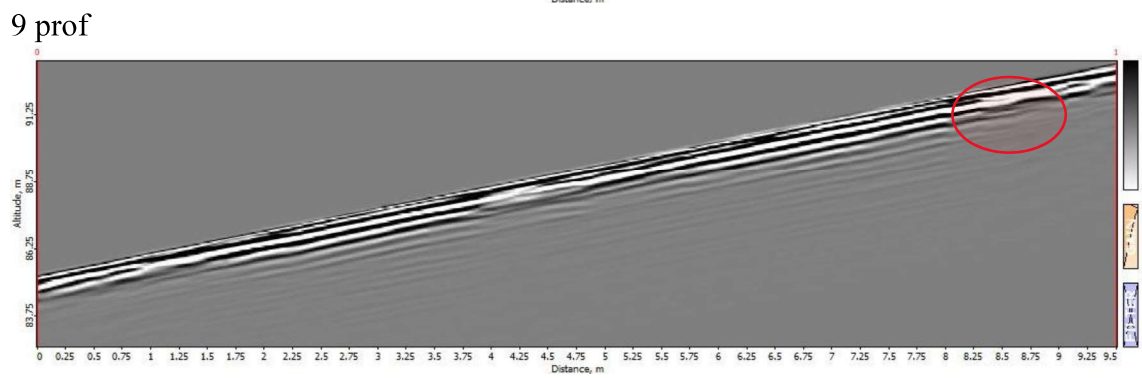
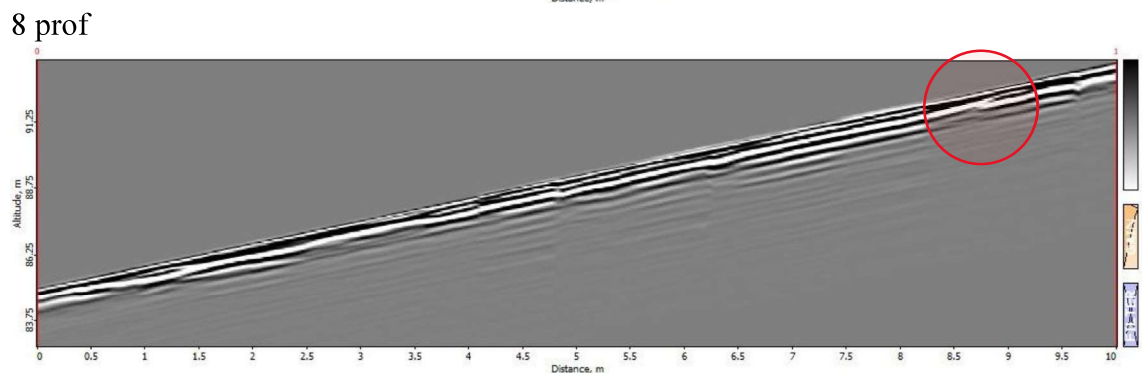
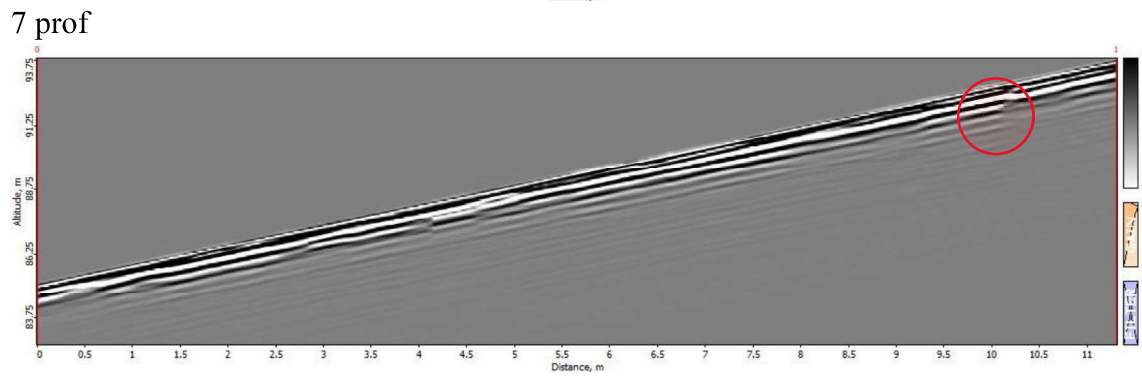
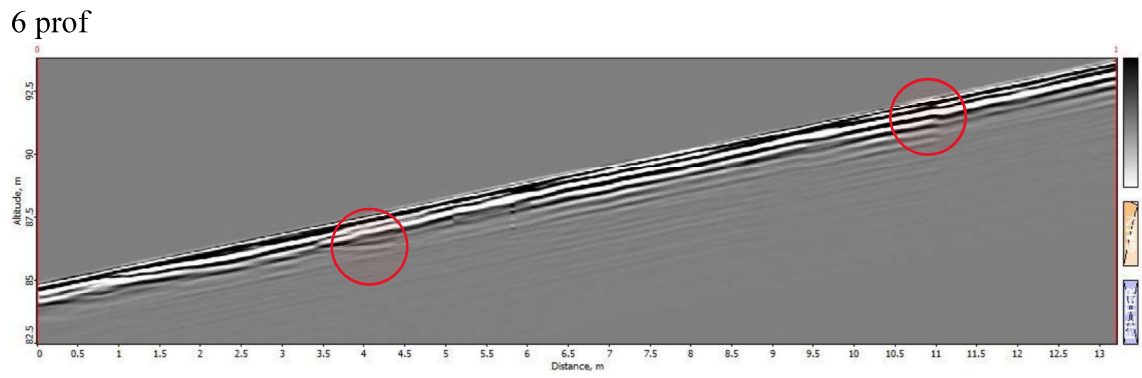
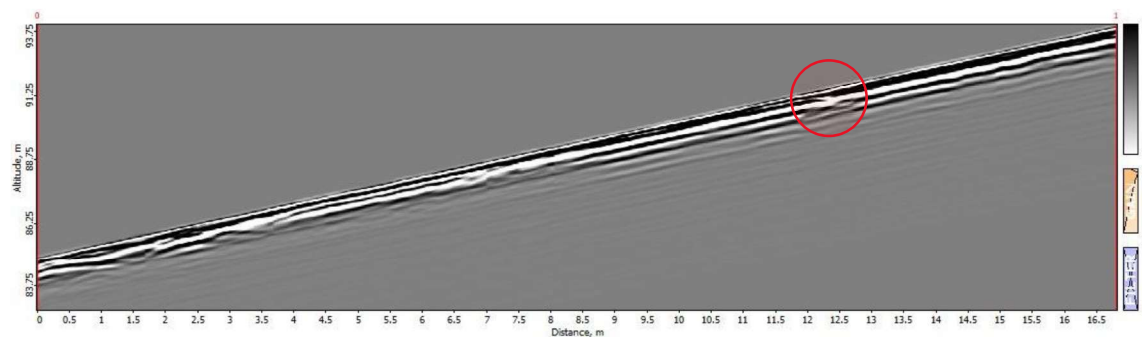
3 prof

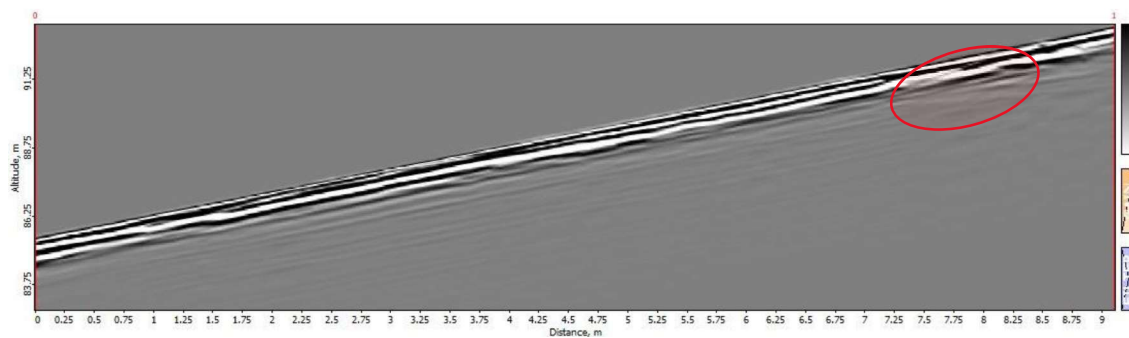


4 prof

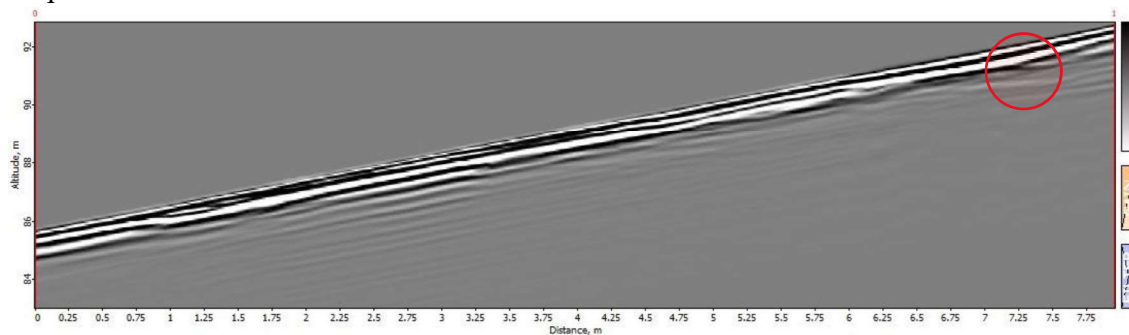


5 prof

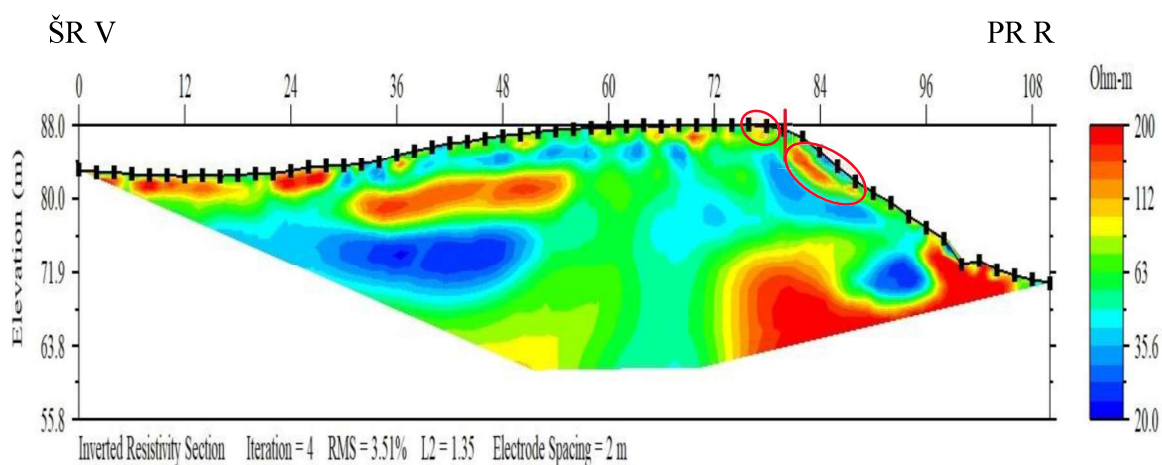




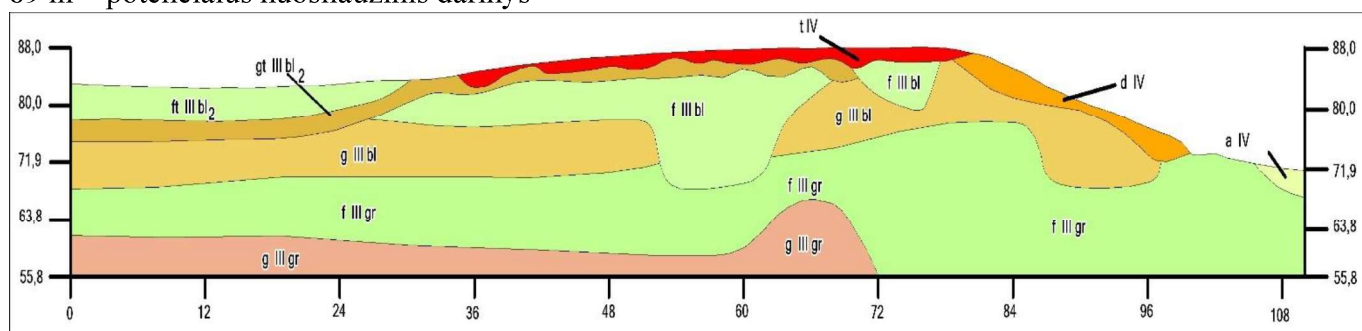
11 prof



12 prof



**11 pav.** Trumpasis ET profilis-3, skersai Papilės I piliakalnio priešpilį PV dalyje ir geoelektrinių varžų modelių geologinė interpretacija: varžų anomalinis 76-78 m intervalas – įduba kapavietėje, žr. 7 nuotr.; 82-89 m – potencialus nuošliaužinis darinys







**7 nuotr.** Įduba kapavietėje prie PR R šlaito viršutinės briaunos (Papilės I piliakalnio priešpilio PV dalyje)

### **Papilės I piliakalnio geologinė sandara**

Papilės I -as piliakalnis, kurio viršutinėse aikštelėse ir kai kur šlaituose dabar įsteigtos kapinės (8, 9 nuotr.), kaip ryškiai iškilusi reljefo forma susidarė Nemuno apledėjimo Grūdės stadijos laikotarpiu. Ant prekvarterinių t. y. jūros sistemos uolienų pakilimo slinkdamas ledynas užvilko gana storą moreninį gūbrį. Tirpdamas tas pats ledynas, savo tirpsmo vandenimis stipriai erodavo gūbrį nuo viršaus ir iš abiejų pusių. Moreninis gūbrio šonuose atsiklojo stori fliuvioglacialiniai žvyro ir smėlio sluoksniai. Po to, Nemuno apledėjimo Baltijos stadijos metu, ant išlikusio gūbrio, kurio stuomenyje buvo morena, o iš šonų suneštos fliuvioglacialinės nuogulos, buvo užvilktas jau mažesnio storio moreninis sluoksnis. Ledynui tirpstant, piliakalnis patyrė ledyno tirpsmo vandenų poveikį, bet jau mažesnio masto, kurio pasėkoje vietomis ant piliakalnio atsiklojo smėlingos su žvirgždo priemaiša nuogulos. Taigi piliakalnis turi moreninį stuomenį, kuri iš šonų juosia fliuvioglacialiniai dariniai. Taigi jo sandara dvejopa – glacialinio moreninio gūbrio (erozinio palikuonio) ir fliuvioglacialinių darinių kombinacija, kurią šlaituose dengia silpni deliuviniai ir technogeniniai gruntai.

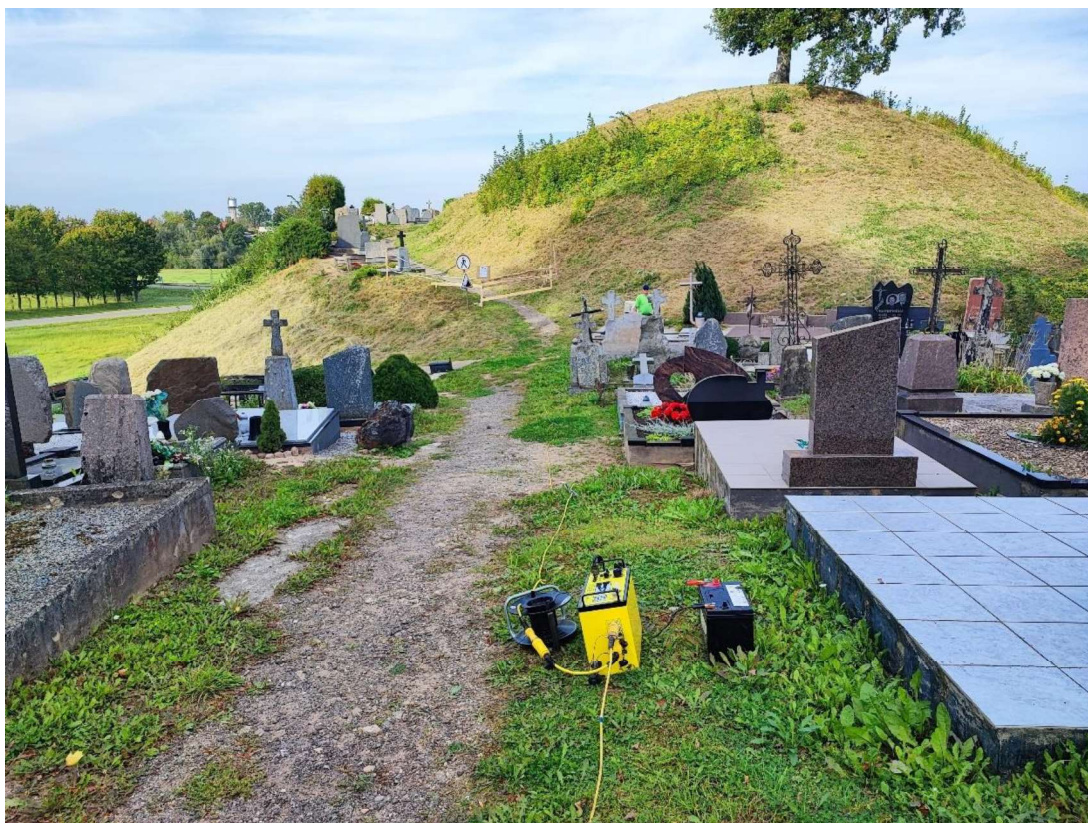


**8 nuotr.** Papilės I -as piliakalnio viršutinėse aikštelėse ir kai kur šlaituose dabar įsteigtos kapinės.

### **Šiuolaikiniai inžineriniai geologiniai procesai ir reiškiniai**

Lietuvos Respublikos teritorijoje vykstančių geologinių procesų ir paplitusių geologinių reiškinių suskirstymo schemą (<https://lgt.lrv.lt/lt/apie-lietuvos-zemes-gelmes/inzinerines-geologines-salygos/>), Papilės I piliakalnio teritorijoje paplitę dėl antropogeninės veiklos technogeniniai (piltinio-perkasto grunto sankaupos, statinių deformacijos), gruntų masių slinkimas (nuošliaužos, plyšiai) ir sufoziniai (gruntų įslūgos). Vieni yra labiau mažiau pastebimi žemės paviršiuje, kiti atsispindi ir (arba tik) geofizinių tyrimų profilių modeliuose (žr. 6, 8 – 9, 11 pav.). Iš akivaizdžiai matomų – nuošliauža piliakalnio 3-12 m aukščio ir 30-40 laipsn. polinkio ŠV-V šlaite (10 pav. plotas tarp 4 ir 12 GPR profilių, 9 nuotr.). Ryškiausios statinių deformacijos – senuose ritualiniuose pastatuose ir S. Daukanto kapavietės postamente (**10, 11 nuotr.**)

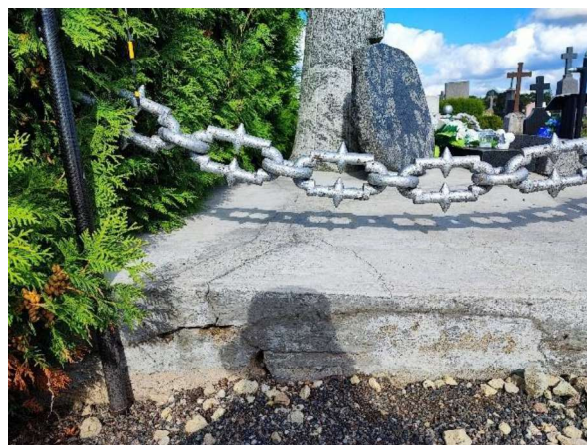
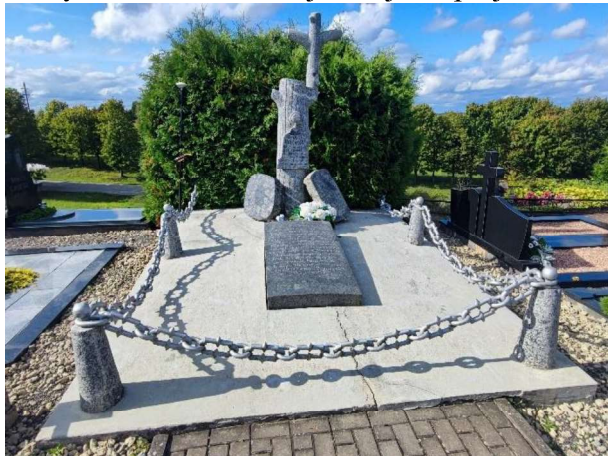




**9 nuotr.** Papildės I piliakalnio aukštosios dalies PV šlaitas virš tako ir kapaviečių, kuriame besiformuojančios nuošliaužos pažeisto šlaito plotas užima apie 200 m<sup>2</sup> (nuotraukoje beveik sutampa su žalios augmenijos plotu)



**10 nuotr.** Plyšiai besideformuojančioje kriptoje Š R kapinių dalyje (įgilinta viršutinėje šlaito briaunoje)



**11 nuotr.** 2-5 mm skersmens plyšiai S. Daukanto kapavietės postamente rodo netolygų gruntų sėdimą



## IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

### IŠVADOS

Pateikti geofizinių tyrimų rezultatai (pagal elektrinių varžų anomalijas nurodant problemines vietas šlaituose) ir jų geologinė interpretacija: 1 ET profilis 275 m ilgio iki 75 m gylio ir 4 ET profiliai 110 m ilgio iki 23 m gylio; 12 GPR profilių iki 2,5-3 m gylio; 4 geologiniai pjūviai; šlaitų deformacijų aprašymai.

Papildės I piliakalnio sandara dvejopa – glacialinio moreninio gūbrio (erozinio palikuonio) ir fliuvioglacialinių darinių kombinacija, kurią šlaituose dengia silpni deliuviniai ir technogeniniai gruntai. Požeminis vanduo sezoniškai arba po lietingų periodų laikosi virš molingų moreninių gruntų, drenuojasi per laidesnius gruntus iki Ventos upės vandens lygio.

Besiformuojančios nuošliaužos pažeisto šlaito plotas apie 200 m<sup>2</sup>, apie 100 m<sup>3</sup> tūrio grunto masyvas gali nuslinkti į šlaito papėdę ant pėsčiųjų tako ir kapaviečių, paviršiniams krituliams kritiškai įmerkus šlaitą. Dėl įmirkimo gruntai pasiekę kritinę masę gali nuslinkti stačiausiuose piliakalnio šlaituose ypač pietrytiniame ir šiaurės vakariniame (dešimčių – šimtų m<sup>3</sup> tūrio nuošliaužų formavimasis).

Papildės I piliakalnio stačiausių šlaitų aukštis 10,5 – 15,0 m, o su aukštąja dalimi – 21,0 m, statumas 30-45 laipsn. Tvarkytini sutvirtinant plotai (be besiformuojančios nuošliaužos pažeisto šlaito ploto): 1700 m<sup>2</sup> P V šlaite; 2600 m<sup>2</sup> PR R šlaite; 5400 m<sup>2</sup> PR - PR R šlaite. Šie plotai išmatuoti plane, reikalinga patikslinti 3D modelyje.

### REKOMENDACIJOS

Besiformuojančios nuošliaužos pažeisto šlaito plotui yra taikytinos avarinės grėsmės pašalinimo priemonės: susidariusių plyšių užpildymas molingu gruntu (priesmėliu) ir drenažinės priemonės; uždengimas difuzine plėvele nuo paviršinio vandens be sniego patekimo ir ledo susidarymo; konstrukcinio tinklo įrengimas nuošliaužos zonoje.

Geodezinis monitoringas. Atrinktose probleminėse vietose įrengti reperius ir 3-4 kartus mm tikslumu matuoti paviršiaus aukščius, kad žinoti realią geodinaminę situaciją (sėdimų tendencijas) konkrečiose vietose.

Sutvirtinti šlaitus naudojant geosistemas su paviršinio vandens surinkimu ir šlaitų drenavimu.

Rekomenduojama palaikyti/sodinti žemaūgius krūmus, kurie pasižymi vandens garinimu ir paviršinio grunto armavimu, netrukdo susidaryti velėnai.

Papildės I - ojo piliakalnio viršutinėse aikštelėse ir kai kur šlaituose yra įrengtos kapavietės ir kiti ritualinės paskirties statiniai bei jų liekanos. Kai kurie, esantys prie pat arba arti šlaitų briaunų mažina juos sudarančių gruntų stabilumą. Svarstyta galimybė įsteigti nelaidojimo zonas į vidų nuo piliakalnio viršutinės briaunos, kol nebus atlikta piliakalnio šlaitų tvarkyba juos sutvirtinant.

Būtina patikslinti piliakalnio inžinerines geologines sąlygas tiesioginiais inžineriniais geologiniais ir geotechniniais (toliau - IGG) tyrimais – gręžimu bei statiniu/dinaminiu zondavimu gruntų sluoksnių ribų patikslinimui, litologinės sudėties įvardijimui, fizinių mechaninių savybių nustatymui ir požeminio vandens nustatymui. Tvarkybos projekto sudėtyje tiek planuojant ilgalaikes priemones, tiek avarinės grėsmės pašalinimo darbus yra reikalingi III geotechninės kategorijos projektiniai IGG tyrimai pagal STR 1.04.02:2011 „Inžinieriniai geologiniai (geotechniniai) tyrimai“ (toliau – Reglamentas) reikalavimus. Tikslios šių IGG tyrimų apimtys nustatomos Techninės užduoties pagrindu parengus tyrimų darbų programą pagal Reglamento p. 53.