

## KELIO SANKASOS ŠLAITŲ STABILUMAS ESANT SILPNIEMS GRUNTAMS

**Gintarė KARALEVIČIŪTĖ**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas [gintare.karaleviciute1@stud.vdu.lt](mailto:gintare.karaleviciute1@stud.vdu.lt)

**Raimondas ŠADZEVIČIUS**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas [raimondas.sadzevicius@vdu.lt](mailto:raimondas.sadzevicius@vdu.lt)

### Santrauka

Straipsnyje pateikiama kelio sankasos šlaitų stabilumo analizė įvertinant geologines sąlygas, gruntinio vandens lygį, išorinės apkrovos poveikį ir šlaito stabilumą didinančių priemonių įtaką. Šlaito stabilumo skaičiavimui naudotas kompiuterinis programinis kompleksas GEOSTUDIO SLOPE/W. Modeliuojant šlaitus sukurtas šlaito stabilumo modelis, analizuoti 3 skirtingi šlaito stabilumo variantai. Remdamiesi gautais analizės rezultatais ir pasitelkę atliktą modeliavimą galime tinkamai parinkti priemones, įtakančias šlaito stabilumą esant silpniems gruntams. Išanalizavus literatūrą nustatyta, kad, esant silpnam durpiniam gruntui, kyla pylimo šlaito stabilumo problemų dėl grunto tūrio kitimo. Iš darbe gautų modeliavimo rezultatų galima spręsti, kad galima parinkti tinkamas šlaito stabilumą didinančias priemones.

**Reikšminiai žodžiai:** kelio sankasa, silpni gruntai, šlaitai, stabilumas.

### Įvadas

Šlaitų geometriją ir stabilumą lemia gruntai, kurie skirstomi į natūraliuosius ir dirbtinius. Natūralus pagrindas – tai gruntas, kurio stiprumas pakankamas išlaikyti statinio apkrovas ir užtikrinti normalų jo eksploatavimą. Dirbtiniai gruntai, dar vadinami technogeniniais, yra susidarę dėl žmogaus veiklos, pavyzdžiui, gali susidaryti dėl gamybinės, kasybos, statybinės arba ūkinės veiklos (Kamal et al., 2021). Silpniesiems gruntams priskiriami tokie, kurie negali būti patikimas pagrindas statiniui. Kelio sankasų šlaitų stabilumas esant silpniems gruntams (durpėms) yra vienas svarbiausių veiksnių, lemiančių žemės sankasos stabilumą, patikimumą, ilgaamžiškumą ir ekonomiškumą. Esant nepakankamam ir silpnam gruntui, šlaitas gali nušliaužti, pavyzdžiui, tam tikra grunto masė, veikiant svorio jėgai, gali nuslinkti žemyn, sudarydama nuošliaužą (Satūnas ir kt., 2020).

Visi šlaito stabilumo skaičiavimo metodai yra pagrįsti tam tikromis prielaidomis ir supaprastinimais, atsižvelgiant į vienokią ar kitokią valkšnumo paviršiaus formą, ignoruojant mažiau įtakančias jėgas, t. y. nustatomos tam tikros ribinės sąlygos (Abija et al., 2020). Šlaitų stabilumui tikrinti buvo sukurti įvairūs inžineriniai metodai, pavyzdžiui, pirmasis būdas – ištirti skirtingus šlaito ir jo pagrindo gruntuos bei įvertinti įgaubtos kreivės padėtį. Antrasis būdas – šlaito stabilumo skaičiavimo metodas (Felenius, Bishop, Janbu, Spencer, Morgenstern-Pryce, Lov-Karafit, neapibrėžta pusiausvyra ir kt.) skiriasi pagal pasirinktą šliaužimo paviršiaus formą ir matmenis, sunkio, trinties, sankibos ir filtracinio slėgio jėgų skaičiavimo metodiką (Šadzevičius ir kt., 2018).

Šiuo metu šlaito minimalaus stabilumo koeficiento skaičiavimai dažniausiai atliekami įvairiomis kompiuterinėmis programomis (GEOSTUDIO SLOPE/W, GEO5, „SCAD Office“, „Visual slope“, „Galena“, „Slope“, kt.).

**Darbo mokslinis naujumas.** Remiantis analizės rezultatais, modeliuojant galima parinkti tinkamas priemones ir padaryti šlaitų stabilumą esant silpnam gruntui.

**Darbo aktualumas.** Atlikus literatūros analizę nustatyta, kad esant silpniems (durpiniams) gruntams atsiranda kelio sankasos šlaitų stabilumo problemos dėl grunto tūrio pokyčių. Remiantis darbe gautais modeliavimo rezultatais nustatyta, kad, galima tinkamai parinkti priemones didinančias šlaito stabilumą.

**Darbo tikslas** – išanalizuoti kelio sankasos šlaitų stabilumo problemas esant silpniems gruntams (durpėms) bei analitinių skaičiavimų pagalba įvertinti kelio sankasos šlaitų stabilumo padidinimo priemonių efektyvumą.

### Tyrimo uždaviniai:

1. Atlikti literatūros apie silpnus gruntuos ir šlaitų stabilumo analizės įvertinimo metodų analizę.
2. Atlikti natūrinius tyrimus, įvertinant kelio sankasos ant silpnų gruntoos defektus, pažeidimus ir techninę būklę.
3. Analitiniais skaičiavimais įvertinti nesutvirtintų šlaitų stabilumą, parinkti optimalias šlaito tvirtinimo priemones ir įvertinti jų efektyvumą.

### Tyrimo objektas ir metodai

Tyrimo objektas – valstybinės reikšmės kelio Nr. 3802 Miknaičiai–Slavikai–Kiduliai ruožas nuo 30,520 iki 35,120 km, 2021 m. kapitaliai suremontuotas.



**1 pav.** Tiriamasis objektas – valstybinės reikšmės kelias Nr. 3802 Miknaičiai–Slavikai–Kiduliai ruožas nuo 30,520 iki 35,120. (Autorės nuotraukos)

Fig. 1. Research object, road of national significance no. 3802 Miknaičiai–Slavikai–Kiduliai section from 30.520 to 35.120. (Photo by the author)

Rekonstravus kelią pastebėta, kad atskiruose jo ruožuose yra išplovų, nuošliaužų. Jų pobūdis ir atsiradimo priežastys nagrinėjamos šiame darbe. Taip pat svarbu paminėti, kad 2019 m. sausio mėnesį buvo atlikti inžineriniai geologiniai ir geotechniniai tyrimai, kurių metu šiuose piktetuose Pk 305+00, Pk 307+00, Pk 309+00, Pk 313+40, Pk 335+00, Pk 336+80, Pk 341+00, Pk 347+00 ir Pk 351+00 buvo aptikta gruntinio vandens. Jo lygis – nuo 0,3 m iki 2 m ir daugiau. Gruntinio vandens pastebėta Jotijos ir Kregždantės upių slėniuose bei kelio ruože nuo Pk 334+00 iki Pk 342+50. Šiose vietose yra didesnis supustytų eolinių darinių storis. Vanduo taip pat akumuliuojamas įvairios sudėties rupiose eolinėse (nuo Pk 334+00 iki Pk 342+50), aliuvinėse (Pk 322+98) ir fliuvioglacialinėse (350+98) nuogulose, kai kur – dulkyje (Pk 308+95, 311+02, 315+00, 319+02, 329+07 ir 350+98) (AB Panevėžio statybos trestas, 2020).

*Natūrinių tyrimų metodika.* Kelio ir jo elementų būklei nustatyti naudoti įvairūs metodai:

1. kameraliniai tyrimai pagal įvairius literatūros šaltinius;
2. vizualinis ir instrumentinis metodas, apžiūrint tirtus statinius vietoje ir atliekant defektų bei pažeidimų matavimus;
3. fotografuotas kelias ir jo pažeisti elementai;
4. kelio būklė vertinta pagal standartinę metodiką (Kelių priežiūros vadovo VI dalis „Kelių apžiūrų metodika KAM-08“).

Vizualinis metodas leidžia operatyviai nustatyti kelio konstrukcijų defektus.

Kelio defektų būklė vertinta pagal kelių apžiūrų metodiką (Kelių priežiūros vadovo VI dalis „Kelių apžiūrų metodika KAM-08“).

Apžiūros metu vizualiai apžiūrėtas kelias (ruožas nuo 30,520 iki 35,120) ir jo elementai, t. y.:

1. žemės sankasa,
2. važiuojamosios dalies ir kelkraščių dangos,
3. techninės eismo reguliavimo priemonės,
4. kelio pastatai.

*Šlaito stabilumo įvertinimo metodika.* Kelio sankasos šlaito stabilumas priklauso nuo trijų pagrindinių fizikinių ir mechaninių savybių: grunto savitojo sunkio (vienetinio svorio)  $\gamma$ , sankibos (sankabumo)  $c$  bei vidinės (vidaus) trinties kampo  $\varphi$ . Visi šie parametrai gaunami atlikus inžinerinius geologinius ir geotechninius tyrinėjimus (Zhang et al., 2020).

Šlaitų stabilumui tikrinti sukurta įvairių skaičiavimo metodų, pavyzdžiui, Felenijaus, Bišopo, Sarma, Janbu, Spencerio, inžinerinis, Lovo-Karafito, neapibrėžtos pusiausvyros, Morgensterno-Praiso ir kt., kai nagrinėjami skirtingi šlaito ir jo pagrindo gruntai, taip pat įvertinama depresijos kreivės padėtis (Zhang et al., 2018).

Šiuo metu šlaito minimalaus stabilumo koeficiento skaičiavimai atliekami įvairiomis kompiuterinėmis programomis. Viena populiariausių kelio sankasos šlaitų stabilumo modeliavimo programų yra „Geostudio Slope/W“. „Geostudio Slope/W“ kompiuterinių programų kompleksu šlaito stabilumo skaičiavimai remiasi ribinės pusiausvyros metodu, taikant baigtinių elementų skaičiavimo metodiką (Šadzevičius ir kt., 2012). Skaičiavimai gali būti atliekami dešimčia skirtingų šlaito stabilumo skaičiavimo metodikų, nėra geologinių sluoksnių, galimų nuošliaužimo paviršių ir jų centrų skaičiaus, modelio dydžio apribojimų. Visi rodikliai ir dydžiai – geologinių sluoksnių, gruntinio vandens, neprisotintos zonos parametrai, išoriniai poveikiai – gali būti aprašomi tiek pastoviais dydžiais, tiek pagal pasirinktas funkcijas laiko ar erdvės atžvilgiu kintančiais dydžiais (Liu et al., 2018).

## Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

*Natūrinių tyrimų rezultatai.* Apžiūrų, kurios vykdytos 2021-09-10, 2021-11-28, 2022-03-20 ir 2022-03-26, metu pastebėta, kad tiriamajame objekte po didesnės liūtys atsiranda išplovų, šlaitų nuošliaužų, taip pat pralaidų antgalių

sutvirtinimo pažaidų, yra vandens tekėjimo žymių, šalia latakų, kelio grioviuose matyti užslinkimų, dėl kurių kaupiasi vanduo, ant įtekamojo griovio dugno prieš pralaidą angą yra sąnašų sluoksnis.

Rengiant projektą pastebėta, kad po didesnės liūtis nuslenka kairysis šlaitas ties Pk 313+53, todėl nuspręsta būtinai jį stabilizuoti (3 pav.) (AB Panevėžio statybos trestas, 2020). Tačiau po kelio rekonstrukcijos šlaitas ir toliau slenka, nes nebuvo parinkta tinkama šlaito stabilizavimo priemonė. Šlaitų slinkimą lemia paviršinio vandens tekėjimas šlaite. Esant stipriam lietui, viršutiniai laidūs pylimo sluoksniai surenka vandenį, jis susikaupia ant giliau esančio molio sluoksnio ir nubėga šlaite, taip sukeldamas paviršinių gruntų nuošliaužas (AB Panevėžio statybos trestas, 2020).



**3 pav.** Nuslinkęs šlaitas ties Pk 313+53. Nuotrauka iš projekto „Valstybinės reikšmės kelio Nr. 3802 Miknaičiai–Slavikai–Kiduliai...“

**Fig. 3.** Slipped slope at Pk 313+53. Photo from the project "National Road No. 3802 Miknaičiai–Slavikai–Kiduliai..."



**4 pav.** Šlaito nuošliauža. Nuotrauka autorės

**Fig. 4.** Slope landslide. Photo by the author



**5 pav.** Šlaito nuošliauža. Nuotrauka autorės

**Fig. 5.** Slope landslide. Photo by the author

Pažvelgus į toliau esančius šlaitus taip pat buvo pastebėta nuošliaužų, išplovų. Iš nuotraukų matyti, kad grioviuose yra užslinkimų, dėl kurių kaupiasi vanduo, taigi jis negali tekėti į žemiausią vietą (4 pav.).

5 paveiksle galima pastebėti, kad, nuslinkus šlaitui, užverčiama pralaida. Dar viena problema, kad, gruntui užslinkus ant pralaidos, ji neatlieka savo funkcijos. Vanduo skverbiasi į gruntą sudarymas šlaito nuošliaužas, gruntų deformacijas ir pan.

Minėtos išplovos, kelio sankasos šlaitų nuošliaužos atsirado dėl kelių priežasčių, t. y. silpno grunto, projekte netinkamai parinktų stabilizavimo priemonių. Taip pat nebuvo atsižvelgta į sankasos šlaitų formą, polinkį, kurie taip pat turi įtakos nuošliaužoms susidaryti. Svarbu paminėti, kad norint parinkti tinkamas šlaitų stabilizavimo priemones reikia atsižvelgti į šlaitų formą, polinkį, gruntų geotechninę ir granulimetrinę sudėtį, gruntinio vandens lygio kitimą lietingais laikotarpiais. Dar vienas svarbus aspektas yra paviršinio vandens įtaka kelio paviršiui, kelkraščiams ir šlaitams.

*Šlaito stabilumo įvertinimo rezultatai.* Nuliniam variante nagrinėjamas žemės sankasos šlaitų gruntų stabilumas, kai nenaudojamos jokios stabilizavimo priemonės. Matyti, kad nuošliauža atsirado dėl to, kad žvyro ir smėlio gruntas nepasižymi sankabumu tarpusavyje, todėl didelė tikimybė, kad šių gruntų šlaitai nušliauš.

Kompiuterinių programų kompleksu GEOSTUDIO SLOPE/W apskaičiavus šlaito stabilumo koeficientus ir įvertinus šlaitų stabilumo koeficientų vidurkį 0,738, t. y. pagal 1 lentelėje pateiktas koeficiento vertes, tokio šlaito saugumas abejotinas. Šliaužimo paviršių analizė rodo, kad galimos nedidelės lokalsios paviršinio judinto grunto sluoksnio nuošliaužos.

Pirmojo varianto (įrengiama berma) rezultatai parodė, kad įrengus bermą stabilizuojamas šlaitas. Čia pavojingiausi slydimo paviršiai atsirado žvyro ir smėlio gruntuose. Taigi, lyginant gautus rezultatus su nulinio varianto rezultatais, matyti, kad berma stabilizuoja šlaitą.

Kompiuterinių programų kompleksu GEOSTUDIO SLOPE/W apskaičiavus šlaito stabilumo koeficientus ir įvertinus šlaitų stabilumo koeficientų vidurkį 1,710, t. y. pagal 1 lentelę pateiktas koeficiento vertes, tokio šlaito saugumas yra pakankamas. Šliaužimo paviršių analizė rodo, kad galimos nedidelės lokalsios paviršinio judinto grunto sluoksnio nuošliaužos.

Antrojo varianto (nagrinėta 5 grunto inkarai, kurių ilgis 3,0 m, skersmuo 0,30 m, išdėstymas kas 2,0 m) analizės rezultatai parodė, kad šlaito stabilumą didinančios priemonės turi pasiekti tvirtus gruntuos, norint stabilizuoti šlaitą. Šio varianto rezultatai parodė, kad šlaito stabilumas priklauso nuo jį didinančių priemonių įrengimo kokybės, t. y. tinkamų priemonių įrengimo šlaito geologinių sąlygų atžvilgiu. Taigi, pavojingi slydimo paviršiai gali susidaryti dėl grunto inkarų nepakankamo ilgio. Pavojingiausi slydimo paviršiai susidaro giliau – priemolyje ir kerta dalį sutvirtinimo priemonių elementų, tam įtakos turi vinių ilgis ir tai, kad tik dalis iš jų pasiekė priemolį. Todėl nepakankamos sutvirtinimo jėgos gali neatlaikyti slydimo jėgų, todėl gali atsirasti šlaito nuošliauža.

Kompiuterinių programų kompleksu GEOSTUDIO SLOPE/W apskaičiavus šlaito stabilumo koeficientus ir įvertinus šlaitų stabilumo koeficientų vidurkį 1,388, t. y. pagal 1 lentelėje pateiktas koeficiento vertes, tokio šlaito saugumas yra pakankamas. Šliaužimo paviršių analizė rodo, kad galimos nedidelės lokalsios paviršinio judinto grunto sluoksnio nuošliaužos.



Trečiajame variante nagrinėti 4 geotekstilės sluoksniai, kurių ilgis 7,0 m, išdėstymas kas 4,0 m išilgai žemės paviršiaus, įtaka šlaito stabilumui. Gauti rezultatai pateikti 9 paveiksle. Geotekstilės atsparumas ištraukimui yra 250 kN, o tempimo geba – 180 kN/m.

Kompiuterinių programų kompleksu GEOSTUDIO SLOPE/W apskaičiavus šlaito stabilumo koeficientus ir įvertinus šlaitų stabilumo koeficientų vidurkį 7,065, t. y. pagal 1 lentelėje pateiktas koeficiento vertes, tokio šlaito saugumas yra pakankamas. Šliaužimo paviršių analizė rodo, kad galimos nedidelės lokalias paviršinio judinto grunto sluoksnio nuošliaužos. Trečiojo varianto rezultatai parodė, kad kuo giliau tvirtesniuose gruntuose bus įrengta geotekstilė, tuo šlaitas bus stabilesnis. Apibendrinant galima teigti, kad kuo tankesnis geotekstilės išdėstymas ir kuo giliau ji įrengta silpnų gruntų atžvilgiu, tuo šlaitas stabilesnis. Tai vyksta dėl to, kad geotekstilės tempimo jėgos priešinasi slydimo paviršiaus jėgoms.

**1 lentelė.** Šlaito stabilumo koeficientų siūlomų variantų analizė  
**Table 1.** Analysis of the proposed options for slope stability coefficients

	Šlaito stabilumo koeficientai 0- iame variante, kai nenaudojamos jokios stabilizavimo priemonės		Šlaito stabilumo koeficientai 1-ajame variante įrengiant stabilumo bermas šlaite		2-asis variantas – gruntų inkaravimas		3-iasis variantas – geosintetinių gaminių įrengimas	
	<i>Slope stability factors in variant 0, when no stabilization measures are used</i>		<i>Slope stability coefficients in the 1st variant when installing stability berms on the slope</i>		<i>2 variant soil anchoring</i>		<i>The 3rd variant is the installation of geosynthetic products</i>	
Skaičiavimo metodas	Šlaito stabilumo koeficiento (k) reikšmė	Šlaito stabilumo koeficiento (k) skirtumas nuo vidurkio	Šlaito stabilumo koeficiento (k) reikšmė	Šlaito stabilumo koeficiento (k) skirtumas nuo vidurkio	Šlaito stabilumo koeficiento (k) reikšmė	Šlaito stabilumo koeficiento (k) skirtumas nuo vidurkio	Šlaito stabilumo koeficiento (k) reikšmė	Šlaito stabilumo koeficiento (k) skirtumas nuo vidurkio
<i>Calculation method</i>	<i>The value of the slope stability coefficient (k).</i>	<i>Difference of the slope stability factor (k) from the average</i>	<i>The value of the slope stability coefficient (k)</i>	<i>Difference of the slope stability factor (k) from the average</i>	<i>The value of the slope stability coefficient (k).</i>	<i>Difference of the slope stability factor (k) from the average</i>	<i>The value of the slope stability coefficient (k).</i>	<i>Difference of the slope stability factor (k) from the average</i>
Felenijaus Felenius	0,155	0,583	1,663	0,047	1,391	-0,003	0,102	6,963
Bišopo Bishop's	0,762	-0,024	1,719	-0,009	1,361	0,027	7,605	-0,540
Janbu Yanbu	0,924	-0,186	1,608	0,102	1,351	0,037	5,693	1,372
Spencerio Spencer's	1,284	-0,546	1,734	-0,024	1,366	0,022	7,702	-0,637
Morgensterno- Praiso Morgenstern- Prais	1,058	-0,32	1,727	-0,017	1,366	0,022	7,678	-0,613
Lovo-Karafito Lovo-Karafito	0,246	0,492	1,807	-0,097	1,494	-0,106	13,612	-6,547
<b>Vidurkis: Average:</b>	<b>0,738</b>		<b>1,710</b>		<b>1,388</b>		<b>7,065</b>	

Apibendrinant kelio sankasos šlaitų tvirtinimo priemonių įtaką nagrinėjamiems šlaitams galima teigti, kad naudojant kompiuterinių programų kompleksą GEOSTUDIO SLOPE/W apskaičiuotas šlaito stabilumo koeficientų vidurkis 1-ajame variante ir 3-iajame variante yra didesnis nei 1,40, t. y. pagal 1 lentelėje pateiktas koeficiento vertes šlaito saugumas yra pakankamas. O 2-ajame variante šlaito stabilumo koeficiento vidurkio reikšmė yra mažesnė nei 1,40. Taigi pagal 1 lentelėje pateiktas koeficiento vertes šlaito saugumas yra pakankamas. Lyginant skaičiavimo rezultatus su gautais užsienio tyrėjų, matyti, kaip tyrėjai (Seyhan, 2009), darbe naudodami nearmuoto šlaito stabilumo koeficiento vertes, skirtingais metodais apskaičiavo šlaito stabilumo koeficiento pokyčius, kurių vidurkis yra 0,939. Galima teigti, kad nearmuoto šlaito stabilumas yra abejotinas. Antruju atveju armuoto šlaito stabilumo koeficiento vertės apskaičiuotos naudojant du skirtingus skersinės jėgos nustatymo metodus, t. y. plastinių deformacijų ir visko-plastinės tėkmės (SEYHAN, 2009). Apskaičiavus šlaito stabilumo koeficientų vidurkį gauta 1,186. Taigi pagal pateiktas koeficiento vertes šlaito saugumas yra abejotinas.

Lyginant gautus kelio sankasos šlaito tvirtinimo priemonių įtakos šlaito stabilumo modeliavimo kompiuterinių programų kompleksu GEOSTUDIO SLOPE/W rezultatus analizuojamuose variantuose pastebėta, kad modeliavimo rezultatai labai priklauso nuo gruntų ir naudojamų stabilizavimo priemonių.

## Išvados

1. Taikant nulinį variantą (be stabilumo didinimo priemonių), stabilumo koeficiento reikšmė yra 0,738, t. y. šlaito stabilumo koeficiento reikšmė yra nepakankama, todėl nerekomenduojama įrengti kelio sankasos šlaitų be jokių stabilizavimo priemonių.

2. Įvertinus kelio defektus ir pažeidimus bei techninę būklę, pastebėta, kad rekonstravus kelią tiriamajame objekte po didesnės liūtis atsiranda išplovų, šlaitų nuošliaužų. Remiantis tyrimo rezultatais nustatyta, kad nuošliaužų susidarė dėl silpno grunto, aukšto gruntinio vandens lygio ir parinktų netinkamų šlaito stabilumo priemonių.

3. Pagal skaičiavimo metodus apskaičiuoti šlaito stabilumo koeficientai rodo, kad atskiruose nagrinėjamuose variantuose šlaito stabilumas yra didesnis negu 1,40. Nustatyta, kad didžiausias šlaito stabilumo koeficiento vidurkis yra 3 variante. Tai rodo, kad kelio sankasai įrengti ant silpno grunto ir šlaitams stabilizuoti labiausiai tinka naudoti geotekstilę.

## Literatūra

1. AB Panevėžio statybos trestas, MB „Susisiekimo komunikacijų sprendimai“. 2020. *Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 3802 Miknaičiai–Slavikai–Kiduliai ruožo nuo 30,520 iki 35,120 km kapitalinio remonto techninio darbo projektas*. Techninis darbo projektas. Vilnius.
2. Abija, F. 2020. Geotechnical assessment of subgrade and sub-base quality for the design and construction of road pavement in parts of the coastal section of Akwa Ibom State, Eastern Niger Delta, Nigeria. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Vol 10(7), p. 1864-1877.
3. Harabinova, S. 2017. Assessment of slope stability on the road. *Procedia Engineering*, Vol. 190, p.390–397.
4. Kamal, I., and Bas, Y. 2021. *Materials and technologies in road pavements – an overview*. Materials Today: Proceedings.
5. *Kelių priežiūros vadovo VI dalies „Kelių apžiūrų metodika KAM-08“ norminis dokumentas*. 2009.
6. Liu, C. Y.; Hounsa, U. S. F. 2018. Analysis of road embankment slope stability. *Open Journal of Civil Engineering*, Vol. 8, p/ 121–128.
7. Satūnas, J.; Mikšys, B. R.; Mikulėnas, V.; Minkevičius, V. 2008. *Geodinaminiai procesai Vilniaus pilių teritorijoje: šlaitų deformacijos*. Moksliniai straipsniai. Vilnius, 7.
8. Seyhan, F. 2009. Stability analysis of pile–slope system. *Scientific Research and Essay*, Vol. 4(9), p. 842–852.
9. Šadzevičius, R.; Pazniokaitė, S.; Vyčius, Ž. 2012. Žemės sankasų šlaitų stabilumo analizė naudojant kompiuterinį programinį kompleksą Slope/W. *Inžinerinės ir edukacinės technologijos*, Nr. 2, p. 62–69.
10. Šadzevičius, R.; Vyčius, Ž.; Damulevičius, V. 2018. Gedimino kalno Šiaurės Vakarų šlaitų stabilumo modeliavimas. *Inžinerinės ir edukacinės technologijos: mokslinių straipsnių žurnalas*, Nr. 1, p. 114–122, Kaunas, Kauno technikos kolegija.
11. Zhang, D. 2020. *Discussion on Construction Technology of Road Subgrade in Civil Engineering*. Civil Engineering.
12. Zhang, S., Zhang, J., Yang, X., Zhao, L., Zhao, C. 2018. Research on construction technology of road subgrade and bridge engineering. *Smart Construction Research*, Vol. 2(3).

## STABILITY OF ROADBED SLOPES IN WEAK SOILS

### Summary

The article presents an analysis of the stability of the road bed by evaluating the geological conditions, the amount of groundwater, the external load and the influence of the measures that increase the stability of the slope. The computer software complex GEOSTUDIO SLOPE/W was used to calculate the stability of the slope. A slope stability model was created by modeling the slopes, and 3 different slope stability options were analyzed. based on the obtained analysis results, we can perform simulations that influence the stability of the slope in the case of weak soils. After analyzing the literature, it was found that in the case of weak peaty soil, there are problems with the stability of the embankment slope due to the variation of the soil volume. From the simulation results obtained in the work, it can be concluded that measures increasing the stability of the slope can be used properly.

**Keywords:** road embankment, weak soils, slopes, stability.