

KARTOTINAI KINTAMOS APKROVOS POVEIKIS SMĖLINIAMS GRUNTAMS

Šarūnas Skuodis¹

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹ sarunas.skuodis@stst.vgtu.lt

Santrauka. Šiame straipsnyje nagrinėjamas Baltijos jūros smėlinių gruntų ties Klaipėdos pakrante optimalios smėlio frakcijų sudėties mišinio (pagal masę) radimas. Grunto tyrimai atlikti su kompresiniu aparatu naudojant tokias orasausio smėlio frakcijas: 2,0–0,6 mm, 0,6–0,2 mm ir 0,2–0,06 mm. Išanalizavus natūralią ir optimalią smėlio granulimetrinę sudėtį, nustatyta, kad didžiausias poringumo koeficientas $e = 0,843$, gautas esant natūralios sudėties gruntui. Mažiausia didžiausio poringumo koeficiento reikšmė $e = 0,715$ gauta esant optimaliai smėlio frakcijų sudėčiai (pagal masę): 70 % 2,0–0,6 mm, 15 % 0,6–0,2 mm ir 15 % 0,2–0,06 mm dydžio smėlio frakcijos. Nustatytas didžiausias bendrasis odometrinis deformacijų modulis $E_o = 33,33$ MPa ir didžiausias tamprusis odometrinis deformacijų modulis $E_o = 125,00$ MPa.

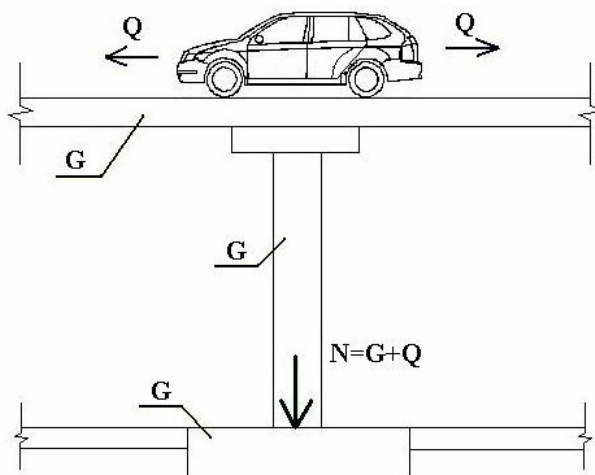
Reikšminiai žodžiai: kartotiniai kintama apkrova, smėlių spūdumas, tampriosios deformacijos, optimali smėlio frakcijų sudėtis, poringumo koeficientas.

Įvadas

Projektuojant inžinerinius statinius, būtina žinoti pamatų nuosėdžių reikšmes, atsirandančias dėl pastatų veikiančių kartotiniai kintamų apkrovų. Statinio konstrukcija per pamatus perduoda grunto masyvui (pagrindui) apkrovas, dėl kurių pagrindas, esantis po pamatais, deformuojasi.

Šio tyrimo tikslas – ištirti Baltijos jūros smėlinių gruntų ties Klaipėdos pakrante tampriąsias deformacijas ir nustatyti optimalią smėlio frakcijų sudėtį (pagal masę) pagal mažiausią didžiausio poringumo koeficiento reikšmę.

Apkrovos pagal poveikį skirstomos į statines ir dinamines (Atkočiūnas *et al.* 2004). Priklausomai nuo to, kokios apkrovos veiks pagrindą, parenkamas konstrukcijos tipas ir įvertinamas pagrindo deformatyvumas (Lew 2010; Nastar 2010). Viena iš dinaminių apkrovų yra automobilių apkrova. Automobiliai požeminėse stovėjimo aikštelėse sukelia kartotiniai kintamas apkrovas, kurios veikia pamatus. Kartotiniai kintama apkrova yra tada, kai kiekviena apkrova gali kisti tarp tam tikrų ribų, pavyzdžiui, automobilis gali važiuoti per požeminę stovėjimo aikštelę tiek pirmyn, tiek atgal ir nesvarbu, kaip kinta kitos apkrovos (Atkočiūnas *et al.* 2004). Santykis tarp nuolatinės ir kartotinės kintamos apkrovos pasirinktas 1:1, t. y. nuolatinė apkrova lygi $\sigma = 200$ kPa ir kintama apkrova lygi $\sigma = 200$ kPa (1 pav.). Anksčiau projektuojant inžinerinius statinius šis santykis buvo apytiksliai 80 % ir 20 %. Statant šiuolaikinius pastatus santykis tarp nuolatinės ir kintamos apkrovos atitinkamai lygus apytiksliai 40 % ir 60 %.

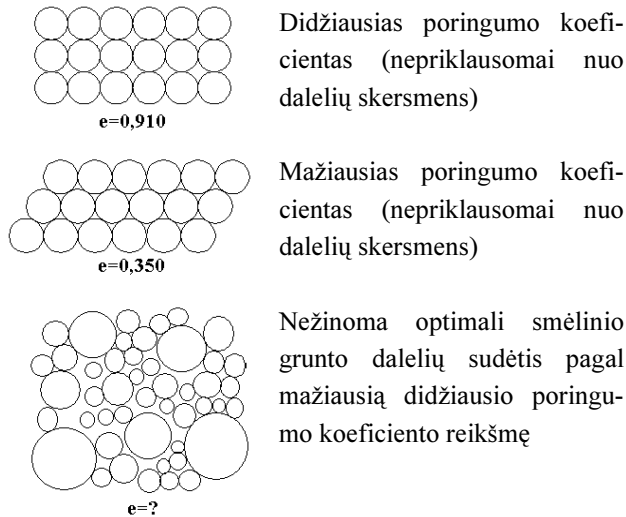


1 pav. Kartotiniai kintama apkrova

Fig. 1. Different load variations

Taigi žinant apkrovų reikšmes, reikia žinoti kuo tikslesnę informaciją apie apkrovų veikiamą gruntą. Pasirinktas tyrimams Baltijos jūros pakrantės smėlis pagal granulimetrinę sudėtį (Amšiejus *et al.* 2006; Amšiejus *et al.* 2009; Medzvieckas *et al.* 2004; LST 1445, 1996; EN ISO 14688-1, 2002) yra sudarytas iš trijų smėlio frakcijų: 2,0–0,6 mm, 0,6–0,2 mm ir 0,2–0,06 mm dydžio smėlio frakcijos. Teoriškai, jei gruntas būtų sudarytas tik iš vienodo skersmens rutulio formos dalelių bei turėtų tik keturis tarpusavio kontakto taškus (Verruijt 2006), tuomet didžiausias poringumo koeficientas $e = 0,910$ ir dalelių skersmuo neturėtų jokios įtakos poringumo koeficientui. Jei tokio pačio skersmens dalelės turėtų šešis kontakto taškus (Verruijt 2006), tuomet mažiausias poringumo

koeficientas $e = 0,350$ ir dalelių skersmuo taip pat neturėtų įtakos poringumo koeficiento kitimui. Tačiau Verruijt (2006) nepateikia informacijos apie optimalią grunto sudėtį, kad būtų gauta mažiausia didžiausio poringumo koeficiento reikšmė (2 pav.).



2 pav. Grunto dalelių išsidėstymo įtaka poringumo koeficientui
Fig. 2. Soil fraction position influence to soil void ratio

Prieš eksperimentiškai nustatant optimalią smėlio sudėtį buvo remtasi apytikslėmis smėlio, betono ir asfaltbetonio optimalių sudėčių frakcijų proporcijomis. Pateikiamos rupios smėlio frakcijos kiekis (pagal masę) kinta nuo 50 % iki 75 %, vidutinės ir smulkios frakcijos kiekis (pagal masę) atitinkamai kinta nuo 40 % iki 10 % (Mučinis *et al.* 2009; Vaitkus *et al.* 2009; Suresha *et al.* 2010; Kuo *et al.* 2010; Szekely *et al.* 1971).

Tyrimo aprašymas

Baltijos jūros pakrantės smėlis bandymuose naudojamas dėl natūraliai didesnio atskirų smėlio dalelių apgludavimo bei didesnio panašumo į rutulio formą. Pagrindinė šio smėlio sudėtis: kvarcas (~85 %), žėrutis (~6 %) ir kiti mineralai.

Eksperimentiniuose tyrimuose naudoto grunto granulometrinė sudėtis nustatoma siojimo (sietinės analizės) metodu. Siojimas – tai procesas kurio metu gruntas sugrupuojamas į skirtingo dydžio dalelių grupes (Amšiejus *et al.* 2006). Siojimas užtrunka ne trumpiau negu 2 min (LST EN 1997-2 2008). Atlikus natūralaus grunto granulometrinės sudėties bandymą, sudaroma jo granulometrinės sudėties kreivė. Vėliau išsiojamas pakankamas kiekis skirtingo dydžio smėlio frakcijų, kad būtų galima sudaryti 9 skirtingus smėlinio grunto

frakcijų mišinius. Šių mišinių sudėtis (pagal masę) pateikiama 1. lentelėje.

1. lentelė. Smėlinio grunto frakcijų mišiniai

Table 1. Mix of sand fractions

Frakcija	Smėlinio grunto frakcijų mišiniai				
	Natūralus	1	2	3	4
0,06- 0,2mm	0,9%	10%	5%	15%	10%
0,2-0,6mm	96%	20%	25%	15%	25%
0,6-2mm	3,3%	70%	70%	70%	65%
Frakcija	Smėlinio grunto frakcijų mišiniai				
	5	6	7	8	9
0,06- 0,2mm	5%	15%	5%	10%	2,5%
0,2-0,6mm	30%	20%	20%	15%	22,5%
0,6-2mm	65%	65%	75%	75%	75%

Pagal mažiausią didžiausio poringumo koeficiento reikšmę nustatoma optimali (Saman *et al.* 1995) smėlio frakcijų sudėtis (pagal masę). Tolimesni grunto spūdumo bandymai (Amšiejus *et al.* 2010) atliekami su optimalios sudėties Baltijos jūros pakrantės smėliu. Kompresiniame aparate, kuris yra naudojamas tiriamo grunto spūdumo savybėms nustatyti, gruntas deformuojasi tik viena kryptimi (Amšiejus *et al.* 2006).

Bandiniai apkraunami nuolatine $G = 200$ kPa apkrova ir kintama $Q = 200$ kPa apkrova. Kintama apkrova Q bandinys apkraunamas, tik kai nuolatinė apkrova G išlaikoma 240 s. Kintama apkrova Q bandinys apkrautas išbūna 60 s, vėliau ši apkrova pašalinama 60 s. Praėjus 60 s vėl apkraunamas bandinys kintama apkrova Q . Taip bandinys yra veikiamas kartotinės kintamos apkrovos tol, kol atsiranda tampriosios deformacijos grunte (5 pav.).

Vieno bandymo trukmė – 900–1620 s. Poslinkių indikatorius rodmenys fiksuojami kas 60 s, neatsižvelgiant į tai ar kintama apkrova Q veikia grunto mėginį ar ne.

Bandymo rezultatų analizė

Gauta natūralaus Baltijos jūros pakrantės smėlio granulometrinė sudėtis: 0,9 % – 0,06–0,02 mm; 95,8 % – 0,02–0,06 mm ir 3,3 % – 0,06–2,0 mm (3 pav.).

Žinant tiriamo natūralaus grunto granulometrinę sudėtį, nustatytas didžiausias poringumo koeficientas $e = 0,843$. Pagal granulometrinės kreivės charakteristiką (ISO 14688–2, 2004), tai vienodos sanklodos gruntas (3 pav.).

mos apkrovos poveikis grunte nebesapreieškia po 4~7 apkrovos pridėjimo skaičiaus n .

Vykdam tyrimus buvo naudojama VGTU Civilinės inžinerijos mokslo centro MTEP infrastruktūra.

Išvados

Straipsnyje įvertinama skirtingų smėlio frakcijų įtaka grunto poringumo koeficiento kitimui ir optimalios sudėties grunto spūdimas. Nustatyta, kad:

1. Optimali smėlinio grunto frakcijų mišinio sudėtis: 15 % – 0,06–0,02 mm; 15 % – 0,02–0,06 mm ir 70 % – 0,06–2,0 mm dydžio frakcijų.

2. Tirtiems smėliniams gruntams tampriosios deformacijos pasireiškia po kartotinai kintamos apkrovos pasikartojimo skaičiaus $n = 4\text{--}7$. Pasiektas didžiausias tamprusis odometrinis deformacijų modulis $E_o = 125$ MPa. Nustatytas didžiausias bendrasis odometrinis deformacijų modulis $E_o = 33,33$ MPa.

3. Natūralaus grunto didžiausias poringumo koeficientas $e = 0,843$. Optimalios smėlio frakcijų sudėties mišinio didžiausio poringumo koeficiento reikšmė $e = 0,715$.

Literatūra

- Amšiejus, J.; Mackevičius, R.; Medzvieckas, J.; Sližytė, D.; Stragys, V. 2006. Gruntų fizinės ir mechaninės savybės. Laboratoriniai darbai [Soil physical and mechanical properties. Laboratory testing]. *Vilnius: Technika* 164 p. (in Lithuanian).
- Amšiejus, J.; Dirgėlienė, N.; Norkus, A.; Žilionienė, D. 2009. Evaluation of soil shear strength parameters via triaxial testing by height versus diameter ratio of sample, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 4(2): 54–60.
- Amšiejus, J.; Kačianauskas, R.; Norkus, A.; Tumonis, L. 2010. Investigation of the sand porosity via oedometer testing, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 5(3): 139–147.
- Atkočiūnas, J.; Nagevičius, J. 2004. Tamprumo teorijos pagrindai [Theoretical basis of elasticity]. *Vilnius: Technika* 515 p. (in Lithuanian).
- EN ISO 14688-1, 2002. Geotechnical investigation and testing – Identification of soil – Part 1: Identification and description 12 p.
- ISO 14688-2, 2004. Geotechnical investigation and testing – Investigation and classification of soil – Part 2: Principles for a classification 13 p.
- Kuo, M.F.; Du, J.C.; Shen, D.H. 2010. Crushed waste concrete in stone mastic asphalt mixtures, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 5(3): 164–168.
- Lew, M. 2010. The relation of Ground Motion Hazard to the Design of Tall Buildings, *The Structural Design of Tall and Special Buildings* 19(1-2): 43–60.

- LST 1445, 1996. Geotechninė gruntų klasifikacija ir identifikacija [Geotechnical soil classification and identification] *LSD* 22 p. (in Lithuanian).
- LST EN 1997-2, 2008. Eurokodas 7. Geotechninis projektavimas. 2 dalis. Pagrindo tyrinėjimai ir bandymai [Eurocode 7. Geotechnical designing. Part 2. Ground investigation and testing]. *LSD* 186 p. (in Lithuanian).
- Medzvieckas, J.; Sližytė, D.; Stragys, V. 2004. Soil mechanics. Laboratory testing manual, *Vilnius: Technika* 79 p.
- Mučinis, D.; Sivilevičius, H.; Oginskas, R. 2009. Factors determining the inhomogeneity of reclaimed asphalt pavement and estimation of its components content variation parameters, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 4(2): 69–79.
- Nastar, N.; Anderson, J.C.; Brandow, G.E.; Nigbor, R.L. 2010. Effects of Low-Cycle Fatigue on a 10-Storey Building, *The Structural Design of Tall and Special Buildings* 19(1-2): 43–60.
- Saman, Y. M.; Evans, D.J. 1995. Top-down Heuristic for Finding Optimal Grain Size of Parallel Tasks, *Pertanika J. Sci. & Technol* 3(2): 241–259.
- Suresha, S.N.; Varghese, G.; Shankar, A.U.R. 2010. Properties of cellulose fibres and waste plastics modified porous friction course mixes, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 5(3): 148–155.
- Szekely, J.; Evans, J.W. 1971. A structural model for gas-solid reactions with a moving boundary-II: The effect of grain size, porosity and temperature on the reaction of porous pellets, *Chemical Engineering Science* 26(11) 1901–1913
- Vaitkus, A.; Čygas, D.; Laurinavičius, A.; Perveneckas, Z. 2009. Analysis and evaluation of possibilities for the use of warm mix asphalt in Lithuania, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 4(2): 80–86.
- Verruijt, A. 2006. Soil Mechanics, *Delft: University of Technology* 311 p.

DIFFERENT LOAD VARIATION INFLUENCE TO SAND

Š. Skuodis

Abstract

This work presents experimental tests on typical Baltic sea-shore sand along Klaipėda. Three different types of sand fractions, including 2,0–0,6 mm, 0,6–0,2 mm and 0,2–0,06 mm were analyzed under laboratory conditions. The paper looks into changes in variable types of sand fraction (in mass) versus soil void ratio e . Natural soil maximum void ratio was $e = 0,843$. A laboratory test shows that minimal meaning of maximum soil void ratio $e = 0,715$ was when using 15 % 0,2–0,06 mm; 15 % 0,6–0,2 mm and 70 % 2,0–0,6 mm soil partial sizes. With this optimal sand was made oedometer tests. Soil was loaded with permanent $G = 200$ kPa and variable $Q = 200$ kPa. Variable load was loaded 240 s and kept for a 60 s. After each 60 s variable load was increased and decreased till oedometer deformation modulus reached maximum meaning $E_o = 125$ MPa. To reach permanent oedometer deformation modulus it is enough to change variable load for a 4~7 times.

Keywords: different load variation, sand compression, optimal sand grain size, void ratio.