

# THE INFLUENCE OF NATURAL HUMIDITY UPON THE INDEX OF THE COMPRESSION OF LIMNOGLACIAL CLAY

A. Alikonis

To cite this article: A. Alikonis (2001) THE INFLUENCE OF NATURAL HUMIDITY UPON THE INDEX OF THE COMPRESSION OF LIMNOGLACIAL CLAY, *Statyba*, 7:1, 34-37, DOI: [10.1080/13921525.2001.10531696](https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531696)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531696>



Published online: 30 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 55



Citing articles: 1 View citing articles [↗](#)

---

## NATŪRALIOJO DRĖGNIO ĮTAKA LIMNOGLACIALINIO MOLIO KOMPRESIJOS KOEFICIENTUI

### A. Alikonis

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

#### 1. Įvadas

Smėlinių ir molingųjų gruntų spūdumas labai skiriasi, be to, spūdumas priklauso nuo daugelio kitų sąlygų, tokių kaip tankumas, formavimosi sąlygos, natūraliomis slūgsojimo sąlygomis veikusios apkrovos ir kt.

Grunto poringumo ir spūdumo koeficientai nėra vieningai rodikliai, rodantys apkrovos ir spūdumo ryšį. Labai dažnai manoma, kad yra svarbu poringumo koeficiento priklausomybę nuo apkrovos išreikšti matematinėje formuluje.

Grunto spūdimą charakterizuoja kompresinės kreivės nuolydis į abscisių ašį įprastinėje koordinačių sistemoje.

Eksperimentų rezultatus pateikdami tokia forma skirtingiems kompresinės kreivės tarpams gauname skirtingas matematinės poringumo koeficiento priklausomybės nuo apkrovos išraiškas. Pavyzdžiui, vienokia šios priklausomybės matematinė išraiška bus kompresinės kreivės pradžioje, kitokia viduryje ar jos tęsinyje. Kompresinės kreivės atskirų vietų nuolydžio į abscisių ašį kampo tangensas įprastinėje koordinačių sistemoje vadinamas spūdumo koeficientu ir išreiškiamas formuluje:

$$m_V = \frac{e_1 - e_2}{\sigma_2 - \sigma_1}, \quad (1)$$

$e_1$  ir  $e_2$  – poringumo koeficientai intervalo pradžioje ir pabaigoje;  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  – įtempimai intervalo pradžioje ir pabaigoje.

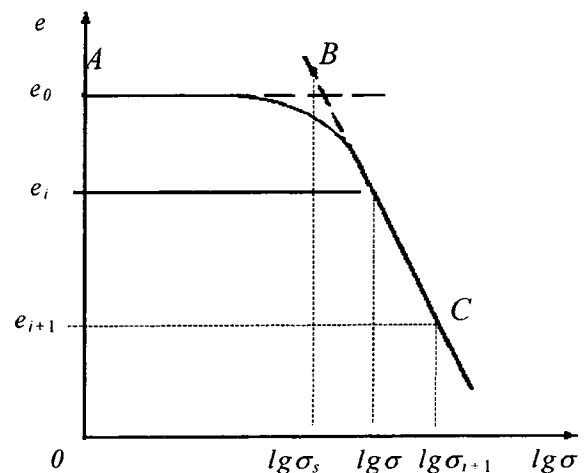
Spūdumo koeficientas daugeliu atvejų yra nepatogus taikyti.

Grunto kompresinė kreivė pusiau logaritminėje koordinačių sistemoje yra tiesė, todėl jos nuolydžio į abscisių ašį kampo tangensas bus pastovus dydis. Jis yra laikomas grunto kompresijos koeficientu, gali būti taikomas dideliu apkrovų kaitos intervalu ir yra skirtingas

ne tik įvairiems grunto tipams, bet ir tam pačiam gruntui, pavyzdžiui, moliui priklausomai nuo jo būvio rodiklių, mineralinės sudėties ir formavimosi ypatumų.

#### 2. Kompresijos koeficiento teorinės prielaidos

Molingojo grunto kompresinis grafikas pusiau logaritminėje koordinačių sistemoje turi dvi skirtingas dalis – vieną su mažesniu nuolydžiu, kitą – su didesniu nuolydžiu. Grafiko  $e = f(\lg \sigma)$  nuolydžių kaitos vieta (1 pav.) yra artima grunto struktūriniam stiprumui, reliktiniam ir geostatiniam slėgiui.



1 pav. Molingajo grunto kompresijos grafikas pusiau logaritminėje koordinačių sistemoje

Fig 1. Compression curve of clay in semi-logarithmic scale

Pagal reliktinio slėgio, kuris artimas grunto struktūriniam stiprumui, ir geostatinio slėgio santykį nustatomas grunto konsolidacijos rodiklis [1] ir sprendžiama, ar gruntas natūraliomis slūgsojimo sąlygomis normaliai konsoliduotas, ar perkonsoliduotas.

Grunto kompresijos koeficientas  $C_c$  nustatomas antrajai grafiko daliai ir apskaičiuojamas pagal formulę:

$$C_c = \frac{e_i - e_{i+1}}{\lg \sigma_{i+1} - \lg \sigma_i}, \quad (2)$$

$e_i$  ir  $e_{i+1}$  – poringumo koeficientai skaičiuojamojo intervalo pradžioje ir pabaigoje;  $\lg \sigma_i$ ,  $\lg \sigma_{i+1}$  – įtempimai to paties intervalo pradžioje ir pabaigoje.

Labai dažnai skaičiuojant kompresijos koeficientą intervalo pradžia laikoma grunto reliktinis slėgis, prilygstantis grunto struktūriniam stiprumui [2, 3]. Kompresijos koeficientas taikomas grunto sluoksnio deformacijoms  $S_c$  apskaičiuoti:

$$S_c = \frac{C_c \lg \left( \frac{\sigma'_1}{\sigma'_0} \right)}{1 + e_0} H, \quad (3)$$

$C_c$  – grunto kompresijos koeficientas;  $\sigma'_1$  – įtempimai grunte skaičiuojamojo intervalo pabaigoje arba įtempimai nuo gruntui perduotos apkrovos;  $\sigma'_0$  – įtempimai nuo reliktinio slėgio;  $e_0$  – pradinis poringumo koeficientas;  $H$  – grunto sluoksnio storis.

Kompresijos koeficientas yra taikomas praktiškai (2), todėl yra pateikiamas kaip viena iš grunto savybių, apibūdinančių jo spūdumą [4]. Kompresijos koeficiento skaitinė reikšmė yra skirtinga ne tik įvairiems grunto tipams, bet ir tam pačiam gruntui priklausomai nuo jo būvio ir savybių [5], natūraliojo drėgnio, poringumo ir kt.

### 3. Tyrimų metodika ir gruntai

Kompresijos koeficiento priklausomybei nuo grunto natūraliojo drėgnio nustatyti tirtas Lietuvos limnoglacialinis gruntas kompresiniuose aparatuose, nustatytos jo geotechninės savybės. Kompresiniai bandymai atlikti pamažu didinant apkrovą iki geostatinių įtempių. Taip buvo užfiksuotas įtempis, atitinkantis grunto struktūrinį stiprumą [6]. Jį nustatyti reikia tam, kad būtų galima apskaičiuoti kompresijos koeficientą  $C_c$ , kuris charakterizuoja grunto spūdumą, kai apkrovos didesnės už struktūrinį stiprumą.

Grunto natūralusis drėgnis nustatytas pagal standartinę metodiką, t. y. kaip vandens masės, išgarinamos gruntą džiovinant nuo 100 °C iki 105 °C temperatūroje iki pastovios masės, ir kietųjų dalelių masės santykis procentais.

Tyrimams naudotas Lietuvos limnoglacialinis molis. Pavyzdžiai imti iš pagrindinių limnoglacialinių baseinų: Jūros-Šešupės, Kauno-Kaišiadorių, Mūšos ir Dysnos. Pavyzdžių ėmimo gylis – nuo 1,5 m iki 6 m. Tyrimams atrinkti gruntai, turintys mikrojuostuotą struktūrą. Tirti moliai, kurių plastiškumo rodiklis 17 ir didesnis, prisodrinti vandens – soties rodiklis 0,8–1. Tirti limnoglacialiniai moliai daugiausia buvo sudaryti iš molio sluoksnelių, todėl juose, kaip rodo kitų autorių [7] atlikti tyrimai, dominavo molio dalelės (<0,005 mm). Mineralinę limnoglacialinio grunto sudėtį sudaro hidrožerutis (vidutiniškai nuo 65% iki 75%), koalinitas (vidutiniškai 0–10%) ir chlorito (vidutiniškai 0–10%) priemaiša [7]. Didžiausias koalinito kiekis (nuo 10% iki 30%) nustatytas Dysnos ir Mūšos limnoglacialinių baseinų nuosėdose [7].

### 4. Tyrimo rezultatai

Apdorojant spūdumo tyrimo kompresiniuose aparatuose (odometruose) rezultatus apskaičiuoti poringumo koeficientai esant įvairioms apkrovoms.

Pagal poringumo koeficiento priklausomybes nuo įtempimų, viršijančių grunto struktūrinį stiprumą, apskaičiuoti kompresijos koeficientai (2). Dažniausiai skaičiavimo intervalas buvo tarp įtempimų  $\sigma = 0,2$  MPa ir  $\sigma = 0,4$  MPa, kurie kaip tik atiteko tiesiajai poringumo koeficiento priklausomybės nuo įtempių grafiko pusiau logaritminėje koordinatinių sistemoje daliai. Apskaičiuoti kompresijos koeficientai  $C_c$  yra susieti su to grunto natūraliuoju drėgniu  $W$ .

Grunto drėgnis rodo ir kitas jo savybes, nuo kurių iš dalies priklauso spūdumo rodikliai. Kai kurie iš jų, tokie kaip grunto tankio ir sauso grunto tankio ryšys su drėgniu, išryškėja analizuojant grunto vieno kubinio centimetro drėgnį:

$$W = \frac{\rho - \rho_d}{\rho_d}, \quad (4)$$

$W$  – grunto drėgnis;  $\rho$  – grunto tankis;  $\rho_d$  – sauso grunto tankis.

Iš (4) formulės galima gauti sauso grunto tankio priklausomybę nuo natūraliojo tankio ir drėgnio:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W}. \quad (5)$$

Kai grunto drėgnis išreiškiamas procentais, (5) formulė yra tokia:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + \frac{W}{100}} \quad (6)$$

Grunto drėgnis, natūralusis tankis, sauso grunto tankis ir grunto dalelių tankis, kuris praktiniams skaičiavimams imamas kaip pastovus dydis tam tikriems grunto tipams, yra susieti su grunto poringumu  $n$ :

$$n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} \quad (7)$$

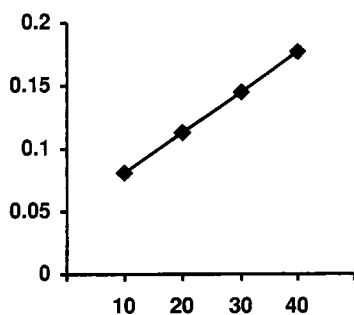
(7) formulė yra nepatogi skaičiuojant grunto tūrio kaitą pasikeitus poringumui, todėl poringumas, kaip grunto geotechninių savybių rodiklis, dažnai išreiškiamas poringumo koeficientu:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \quad (8)$$

$e$  – poringumo koeficientas;  $\rho_s$  – grunto dalelių tankis;  $\rho_d$  – sauso grunto tankis.

Formulių (4–8) analizė rodo, kad grunto poringumo koeficiento kaitos nuo apkrovos priklausomybę geriausia susieti su drėgniu, kuris kartu su kitomis geotechninių savybių reikšmėmis rodo grunto tūrio pokyčius, taikomas nustatant takumo rodiklį, t. y. kartu ir grunto konsistenciją.

Pagal drėgnį ir kompresijos koeficientą buvo apskaičiuotas koeficientas  $k$ , kuris rodo kompresijos koeficiento santykį  $C_c$  su natūraliuoju drėgniu  $W$  (2 pav.).



2 pav. Kompresijos koeficiento  $C_c$  priklausomybės nuo natūraliojo drėgneo  $W$  grafikas

Fig 2. Dependence of the coefficient of compressibility  $C_c$  upon natural humidity  $W$

Iš 33 bandymų rezultatų apskaičiuota vidutinė koeficiento  $k$  reikšmė yra 0,00486. Tyrimo rezultatus apdorojus matematiškai gauta formulė kompresijos koeficientui apskaičiuoti:

$$C_c = 0,0032W + 0,049, \quad (9)$$

$C_c$  – kompresijos koeficientas;  $W$  – natūralusis limnoglacialinio molio drėgnis, %.

Tirto grunto natūraliojo drėgneo  $W$  reikšmės kito nuo 18% iki 39%, apskaičiuotos kompresijos koeficiento  $C_c$  reikšmės kito nuo 0,13 iki 0,24, o koeficiento  $k$  reikšmės – nuo 0,0033 iki 0,0066.

Grunto kompresijos koeficiento susiejimas su takumo drėgniu, ką yra darę ir kiti autoriai (A. W. Skemptonas, 1944 m.), kelia daug abejonių, nes takumo drėgnis daugiau priklauso nuo molinių dalelių kiekio grunte ir neatspindi natūraliojo grunto būvio. Autorius, atlikęs kompresijos koeficiento skaičiavimus pagal jo priklausomybę nuo takumo drėgneo ir priklausomybę nuo natūraliojo drėgneo, gavo skirtingus rezultatus. Tai rodo, kad grunto kompresijos koeficientas, gautas skaičiuojant jo priklausomybę nuo takumo drėgneo, neatspindi natūralaus grunto spūdumo priklausomybės nuo apkrovos. Kompresijos koeficiento priklausomybė nuo drėgneo yra pagrįsta ir tuo, kad drėgnis ir jo kaita rodo natūraliojo grunto būvį ir kad vandens prisodrinto grunto poringumo koeficientas, kurio priklausomybės nuo apkrovos grafikas taikomas kompresijos koeficientui apskaičiuoti, yra susietas su grunto drėgniu.

## 5. Išvados

1. Kompresijos koeficiento reikšmė priklauso nuo grunto būvio, mineralinės sudėties ir formavimosi sąlygų.
2. Kompresijos koeficientas, apskaičiuotas pagal poringumo koeficiento priklausomybės nuo apkrovos grafiką pusiau logaritminėje koordinačių sistemoje, yra pastovus dydis ir gali būti taikomas grunto sluoksnio deformacijoms apskaičiuoti dideliu apkrovų intervalu.
3. Tirto limnoglacialinio molio kompresijos koeficientas kito nuo 0,13 iki 0,24 priklausomai nuo natūraliojo drėgneo, kuris buvo nuo 18% iki 39%.
4. Kompresijos koeficientas, apskaičiuotas pagal (9) formulę, gali būti taikomas prognozuojant grunto sluoksnio deformacijas nuo apkrovos poveikio.

## Literatūra

1. Lietuvos standartas. LST 1445. Geotechnika. Gruntų klasifikacija ir identifikacija / Lietuvos standartizacijos departamentas, 1996. 21 p.

2. R. F. Craig. Soil Mechanics. E. FN SPON London and New York, 1997. 485 p.
3. M. I. Tomlinson, R. Boorman. Foundation Design and construction. ELBS. Singapore, 1994. 842 p.
4. A. F. Lhyde. Post-cyclic shear strength of silty clay. Proceedings of the eleventh international conference on soil mechanics and foundation engineering. San Francisco, 1985, p. 2682–2683.
5. Karl Terzaghi, Ralph B., Peck, Giholamreza Mesri. Soil Mechanics in Engineering Practice. New York, 1995. 550 p.
6. Б. И. Долматов. Механика грунтов, основания и фундаменты. М.: Стройиздат, 1981. 320 с.
7. V. Kazakauskas. Lietuvos limnoglacialinio molio paplitimas, sudėtis, sedimentacijos sąlygos. Daktaro disertacijos santrauka / Geologijos institutas. Vilnius, 2000. 27 p.

Įteikta 2000 11 09

## THE INFLUENCE OF NATURAL HUMIDITY UPON THE INDEX OF THE COMPRESSION OF LIMNOGLACIAL CLAY

A. Alikonis

### Summary

The coefficients of soil porosity and compressibility are not the only indices showing links between loading and squeezability. The index of compressibility is sometimes inconvenient for practical use. The graph of soil compressibility in the system of semi-logarithmic co-ordinations is a straight line, that's why the index of compressibility which is determined by it is a constant quantity and can be applied for a big interval of loading. The index of compressibility is very often defined as the interval the beginning of which is relictic pressure and is used to calculate the deformations of the soil layer when the loadings are bigger [2, 3].

The index of compressibility is different not only for different types of soil but for the same type of soil too,

depending on the indices of its condition, its mineral composition and the peculiarities of its formation.

The author of this article has investigated the influence of natural and fluid humidity upon the compression coefficient of Lithuanian limnoglacial clays. The natural soil humidity was defined according to the standard method as the ratio of water mass which is in soil and the mass of solid particles.

Lithuanian limnoglacial clay from Jūros-Šešupės, Kauno-Kaišiadorių, Mūšos and Dysnos main basins was used for investigations. The plasticity index of solid soils was bigger than 17, water saturation level was 0.8–1. Hydro-mica (average 65–75%) and kaolin (average 10–20%) composed the mineral structure of limnoglacial clay.

The index of compressibility was calculated by working up the results of investigations. Most often the calculable interval was between the tensions  $\sigma=0.2$  Mpa and  $\sigma=0.4$  Mpa. The calculated index of compressibility  $C_c$  is connected with the natural humidity  $W$  of that soil. The values of coefficient  $k$  were calculated according to humidity and the compressibility index. A formula to calculate the index of compressibility was obtained.

The values of natural humidity  $W$  of solid soil varied from 10 up to 39%, the values of the calculated index of compressibility  $C_c$  from 0.13 up to 0.24, and the values of coefficient  $k$  varied from 0.0033 up to 0.0066.

.....  
**Antanas ALIKONIS**. Doctor Habil, Professor. Dept of Geotechnics. Vilnius Gediminas Technical University. Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: vincentas.stragys@st.vtu.lt

Doctor (1968, technical sciences), Associate Professor at the Dept of Foundations Engineering. During 1980–96 Head of that Department (now Dept of Geotechnics). Research visits to Moscow and Dnepropetrovsk.

Author and co-author of 3 monographs, over 100 scientific articles, 2 patents, 5 inventions and 14 study guides. Research interests: physical and mechanical properties of soils.