

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
GEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
ĢEOLOĢIJAS NODAĻA

Ģeol 040042

Agnita Švaža

Grunšu fizikālo īpašību pētījumu metodes un to salīdzināšana

Bakalaura darbs

Zinātniskais vadītājs
Prof., Dr. ģeol. Valdis Segliņš

Rīga 2008

ANOTĀCIJA

Analītiskie pētījumi saskaņā ar inženierģeoloģisko laboratoriju metodēm ir nepieciešami pirms uzsāk būvniecību, ļauj noteikt virsējo slāņu īpašības un to izmaiņas attiecībā pret cilvēku esošo vai iecerēto saimniecisko darbību.

Bakalaura darba pētījums apskata Latvijas standartus inženierģeoloģisko pētījumu jomā, tos salīdzina un vērtē, tajā skaitā balstoties uz autores personisko pieredzi apgūstot inženierģeoloģiskās laboratoriju pētījumu metodes, īpašu uzmanību pievēršot pētījumiem ar paraugu trīsasas saspiešanu. Pētījumu analītisko daļu autore izstrādāja SIA „UNICONE” un Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemju Zinātnes fakultātē - Iežu pētījumu laboratorijā, to apkopojums un analīze veido bakalaura darba nozīmīgāko daļu.

Darbā ir piecas nodaļas, ievads, secinājumi, kā arī izmantotās literatūras saraksts ar četriem nosaukumiem, darbs papildināts ar 10 attēliem, 16 tabulām un darbam ir pievienoti pieci pielikumi.

Atslēgas vārdi: inženierģeoloģija, standarti, laboratorijas metodes, trīsasas izpēte.

ANNOTATION

Geological engineering laboratory methods are analytic studies that are needed before construction works to describe soil properties.

Aim of the study – to acquire and to analyse information on Latvian standards, to learn geological engineering laboratory investigation methods especially focusing on consolidation triaxial compression test. The study includes information on Latvian standards and their applications. The practical skills were obtained for several laboratory investigation methods, performing tests in SIA „UNICONE” laboratory and in the Laboratory of Rocks of University of Latvia, Faculty of Geographical and Earth sciences.

The paper consist 46 pages, introductions, 5 chapters with sub- chapters and conclusions.

Key words: civil engineering, standard, laboratory methods, triaxial test

SATURA RĀDĪTĀJS

| | |
|---|----|
| ANOTĀCIJA..... | 2 |
| ANNOTATION..... | 3 |
| IEVADS | 5 |
| 1. IEPRIEKŠĒJI VEIKTO PĒTĪJUMU APSKATS | 6 |
| 2. MATERIĀLI UN METODES..... | 8 |
| 2.1. Literatūras studijas..... | 8 |
| 2.2. Iepazīšanās ar inženierģeoloģisko laboratorijas metodēm | 8 |
| 2.3. Pētījumu metožu apguve | 13 |
| 2.3.1. Caur laidības noteikšana ar patstāvīgu un samazināšanos spiedaugstumu..... | 13 |
| 2.3.2. Tiešās bīdes testi..... | 14 |
| 2.3.3. Aterberga robežu noteikšana (Atterberga robeža pēc ISO/TS un Alterberga robeža pēc LVS CEN)..... | 15 |
| 2.3.4. Aizpildītāja daļiņu blīvuma noteikšana ar piknometra metodi..... | 15 |
| 2.4 Eksperimentālie pētījumi..... | 16 |
| 2.5. Rezultātu salīdzināšana un analīze | 18 |
| 3. PĒTĪJUMA EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA | 20 |
| 4. IEGŪTIE REZULTĀTI UN TO INTERPRETĀCIJA | 26 |
| Augsti plastiski smilšaini putekļi (dziļums: no 28,5 m līdz 29,3 m)..... | 31 |
| Augsti plastiski smilšaini putekļi (dziļums: no 28,5 m līdz 29,3 m)..... | 31 |
| 5. DISKUSIJA | 35 |
| SECINĀJUMI | 36 |
| PATEICĪBA | 37 |
| IZMANTOTĀ LITERATŪRA | 38 |
| PIELIKUMS..... | 41 |

IEVADS

Inženierģeoloģija ir ģeoloģijas nozare, kas pētī zemes garozas virsējos slāņu dinamiku (grunts fizikālās un mehāniskās īpašības) saistībā ar cilvēku saimniecisko darbību. Lai šādu izpēti veiktu ir nepieciešamas zināšanas inženierģeoloģiskajās laboratoriju metodēs.

Pētījuma realizācijas vieta un apstākļi nosacīti tika dalīti starp bakalaura pētījuma teorētisko pusi un praktisko daļu. Teorētiskās zināšanas tika apgūtas - Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas valsts aģentūras specializētā bibliotēkā, tika izmantoti Latvijas ģeoloģijas fondu krājumi, arī SIA „UNICONE” bibliotēkā un arhīvā, plaši tika iepazīti internetā pieejamie avoti, bet pētījuma praktiskā daļa tika apgūta – SIA „UNICONE” laboratorijā un Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemju zinātnes fakultātē - Iežu pētījumu laboratorijā.

Bakalaura darbs tika gatavots ar zināmu praktiskā darba pieredzi, jo autore jau gandrīz gadu strādā SIA „UNICONE” inženierģeoloģiskajā laboratorijā, kur ir ļoti plašas iespējas ne tikai iepazīties ar pētījumu metodēm, bet arī tās praktiski apgūt ļoti pieredzējušu speciālistu vadībā.

Bakalaura darba pētījuma **mērķis** ir apzināt un apgūt Latvijas inženierģeoloģisko laboratorijas pētījumu standartus, kā arī praktiski apgūt atbilstošās laboratorijas pētījumu metodes.

Iecerētā mērķa sasniegšanai autore ir paredzējusi veikt vairākus **uzdevumus**:

- iepazīties ar pieejamo publicēto un npublicēto literatūru;
- iepazīties ar inženierģeoloģisko laboratorijas pētījumu metodēm un to realizācijas apstākļiem un nosacījumiem;
- apgūt vismaz četras laboratorijas inženierģeoloģisko pētījumu metodes;
- apgūt grunts trīsas izpēti: konsolidēti nedrenētām gruntīm;
- patstāvīgi veikt laboratorijas pētījumus izvēlētiem paraugiem;
- novērtēt inženierģeoloģisko laboratorijas pētījumu metožu savstarpējo aizvietojamību un realizācijas secīgumu inženierģeoloģiskos pētījumos.

Bakalaura darbs tika izstrādāts Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes Zinātņu fakultātes Ģeoloģijas nodaļā un Zinātniski pētnieciskais ģeotehniskais centrs SIA „UNICONE” no 2007. – 2008. gada.

1. IEPRIEKŠĒJI VEIKTO PĒTĪJUMU APSKATS

Inženierģeoloģija ir viena no pasaules senākajām zinātnēm, pirmās publikācijas par inženierģeoloģiju ir minētas no 17. un 18. gs. Francija ir viena no pirmajām valstīm, kas atzina inženierģeoloģiju kā zinātni, un, tad sekoja citas valstis - Vācija, Šveice un Austrija (Fatherree, 2006).

Pagājušā gadsimta divdesmitajos gados ļoti strauji attīstās inženierģeoloģiskie pētījumi ar visai izvēršiem grunšu mehānisko un fizikālo īpašību pētījumiem, tajā laikā tiek izgudrotas dažādas pētījumu iekārtas, aprīkojums, arī atbilstoša aparatūra inženierģeoloģisko laboratoriju pētījuma metodēm. Šādu veidu pētījumus visu mūža garumā ir veikuši tādi pasaulē pazīstami pētnieki kā A.Kazagrands, L.Bjerrums, K. Tercagi, A.V. Skemtons (Fatherree, 2006).

Pirmās ziņas par inženierģeoloģisko apstākļu izpēti Latvijā attiecas uz 18. gs. beigām un 19. gs. Tās saistītas ar karsta izpausmju pētījumiem (J.Fišers, J.JFerbbers, K.Rugēvičš) un līdz pat 20. gs. 40. gadiem tika pētīta to nelabvēlīgā ietekme. Savukārt pagājušā gadsimta 40. tos gados Zemes bagātību pētīšanas institūtā nodibināja īpašu grunts izpētes laboratoriju. Pēc 1945. gada, veicot dažādu objektu projektēšanu un celtniecību, vienlaikus tika veikta inženierģeoloģisko apstākļu kompleksa izpēte (Venska, 1995). Turpmākajos gados tika pētītas arī atsevišķas inženierģeoloģijas problēmas (Zobena, 1965), lai arī izteikti dominē lietišķas ievirzes inženierģeoloģiskie pētījumi.

Grunts trīsas izpētes metode vēsturiski ir salīdzinoši jauna, un tam ir vairāki iemesli, gan paaugstinātām prasībām attiecībā uz pētāmo paraugu, gan analīzes realizācijas apstākļiem. Pirmās publikācijas par trīsas izpēti tiek datētas ar 1930 gadu, kad A. Kazagrands izdomāja cilindru metodi, kas mūsdienās ir pazīstama ar nosaukumu trīsas izpēte (Holtz, 1981).

Latvijā grunšu trīsas izpēte tiek uzsākta tikai pēc 1980. gada Vissavienības jūras ģeoloģijas laboratorijas grunts testēšanas nodaļā, lai arī, Krievijā tā ir pazīstama kopš 1959. gada, kad E. Medkovičs, konstruēja pirmo iekārtu, ko nosauca par stabilizatoru, kas bija tā pati trīsas izpēte (Čanovkis, 1975).

Mūsdienās plašāk izmantotās laboratorijas inženierģeoloģisko pētījumu metodes Latvijā aptver salīdzinoši ierobežotu metožu skaitu, kas ir pietiekošas tām prasībām - zināšanām, kas nepieciešamas šo analītisko rezultātu lietotājiem. Starp tām visplašāk tiek lietotas:

- Filtrācijas koeficienta noteikšana (irdenām un sablīvētām gruntīm, mālainām gruntīm);
- Mitruma noteikšana;

- Maksimālā blīvuma noteikšana (Proktora tests);
- Granulometriskā sastāva noteikšana (pēc Latvijas standartiem un Vissavienības valsts standartiem);
- Aterberga robežas noteikšana (Atterberga robeža pēc ISO/TS un Alterberga robeža pēc LVS CEN (nosaka mālu plūstamības robežu));
- Bīdes deformācijas noteikšana;

Laboratorijas pētījumu izmantošanas prakse rāda, ka pētījumu pasūtītājs ne vienmēr orientējas prasībās un iegūtajos rezultātos, kas rada zināmas domstarpības ar laboratorijas vadītāju un pasūtītāju. Tas ļauj secināt, ka arī ģeologam, kas bieži ir pasūtītājs, nav zināšanas par noteiktiem standartiem un laboratoriju metodēm, kā arī to pielietošanu grunšu pētījumos. Līdzšinējā pieredze norāda, ka ir nepieciešams apmācīt laboratoriju metožu standartos un to pielietošanā vismaz tos ģeologus, kuru darbs ir tieši saistīts ar inženierģeoloģiju, lai atnākot uz laboratoriju tas skaidri spētu profesionāli definēt, kādi inženierģeoloģiskie laboratoriju testi nepieciešami. Diemžēl vairāk kā pusei no gadījumiem šādu iemeslu dēļ veidojas domstarpības par laboratoriju pētījuma metožu izvēles pamatotību un pareizību. Šāda situācija nav unikāla, tā ir atzīmēta arī vairākās citās Eiropas valstīs, tomēr tas visbiežāk tiek attiecināts uz noteiktām akadēmiskās izglītības speciālām papildus programmām un profesionālo savienību realizētām speciālistu periodiskām sertifikācijām.

Katrai laboratorijas pētījumu metodei ir noteikta sava kārtība, kādā secībā ir veicami pētījumi, ja ir nepietiekošs parauga lielums (Holtz, 1981). Ja parauga lielums ir pietiekošs, tad arī šajā gadījumā nav noteiktas secības, kā analīzes veicamas. Ir pieņemts, ka apstākļos, kad parauga lielums ir nepietiekošs, tad, prioritāte - veic mehānisko īpašību noteikšanu - un pēc tam nosaka parauga fizikālās īpašības, jo, ja analīzes veiks otrādi, tad iegūtie dati būs neprecīzi.

2. MATERIĀLI UN METODES

2.1. Literatūras studijas

Pētījums tika realizēts vairākos posmos, no kuriem sākumā tika veikta iepazīšanās ar pieejamo publicēto un nepublicēto literatūru. Tās ir noteiktas teorētiskās zināšanas, kas papildus pasniedzējas S. Dišleres lekciju studiju kursiem un to materiāliem tika apgūtas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas valsts aģentūras specializētā bibliotēkā. Tika izmantoti materiāli Latvijas ģeoloģijas fondā, SIA „UNICONE” bibliotēkā un arhīvā. Plaši tika iepazīti internetā pieejamie avoti, lai vēlāk pati autore varētu patstāvīgi strādāt un apgūt inženierģeoloģisko laboratoriju pētījumu metodes un veikt secinājumus noteiktiem grunšu tipiem, kā arī secināt kādas laboratoriju pētījuma metodes nepieciešamas noteiktiem būvniecības objektu uzsākšanai.

Katra pētāma metode ir atšķirīga, un šīs metodes nav iespējams tieši aizstāt ar citām metodēm, jo katra metode ir paredzēta kādam noteiktam izstrādes posmam. Šādu pētījumu gaitas noteikto secību nav iespējams mainīt neierobežojot iespējas kvalitatīvi noteikt visas nepieciešamās īpašības. Katram grunšu tipam var veikt kādu noteiktu pētījumu skaitu izmantojot zināmu skaitu metodes, jo nekad netiks vienlaicīgi vai pat secīgi izmantotas visas metodes viena grunšu tipa pētījumiem. Tas nedos arī gaidāmos rezultātus, tādēļ vienmēr jāizvērtē labāko un atbilstošāko metodi, kas precīzi dotu gaidītos rezultātus, tam tika veltīts arī bakalaura darba pētījums.

2.2. Iepazīšanās ar inženierģeoloģisko laboratorijas metodēm

Otrajā bakalaura pētījuma posmā tika iepazītas inženierģeoloģisko laboratorijas pētījumu metodes un ar to realizācijas apstākļi un nosacījumi SIA „UNICONE” laboratorijā un Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemju zinātnes fakultātē - Iežu pētījumu laboratorijā.

Tika iepazīti, izvērtēti un apkopoti Latvijas Standarti, kas ir akceptēti, un, kurus var lietot Latvijas inženierģeoloģisko laboratoriju metožu izpētē (skatīt 2.1. tabulu).

Inženierģeoloģisko laboratorijas metožu apkopojums (autores apkopojums)

| Npk | Nosaukums | ICS apakšgrupa | Formula, mērvienības |
|-----|---|---|---|
| 1. | LVS ISO 11277 Grunts kvalitāte. Minerālo grunts materiālu granulometriskā sastāva noteikšana. Sijāšanas un sedimentācijas metode | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Aprēķina suspensijas esošo cieto vielu masu ar šādas formulas palīdzību: $mf_x = ms_x \left(\frac{500}{V_c} \right)$ Līdzīgā veidā izsaka arī cieto vielu masu 500ml izkļiedēšanas līdzekļa šķīdumā |
| 2. | LVS 437 Būvniecība. Grunts. Klasifikācija. | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Izmanto vairākas formulas: 1) granulometriskā sastāva neviendabīguma pakāpes C_u noteikšana 2) porainības koeficienta noteikšana 3) Relatīvā blīvuma noteikšana I_p 4) Mitruma pakāpe S_r noteikšana 5) Grunšu plastiskuma skaitļa I_p noteikšana 6) Plūstamības rādītājs I_l noteikšana |
| 3. | LVS EN 933-1:1997 Minerālo materiālu ģeometrisko īpašību testēšana. 1. daļa: Daļiņu izmēru sadalījuma noteikšana. Sijāšanas metode | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Smalkās frakcijas aprēķina pēc vienādības: $F = \frac{(M_1 - M_2) + P}{M_1} \times 100$ |
| 4. | LVS EN 933-9:1998 Minerālo materiālu ģeometrisko īpašību testēšana. 9. daļa: Smalko daļiņu novērtēšana. Metilēnzilā tests | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Metalizēto vērtību aprēķina pēc vienādības: $MB = \frac{V_1}{M_1} \times 10$ |
| 5. | LVS EN 1097-4 Minerālmateriālu mehānisko un fizikālo īpašību testēšana. 4. daļa: Sausa sablīvēta aizpildītāja porainības neteikšana | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Izrēķina porainību no atsevišķajām m_2 un h vērtībām ar 0,1% precizitāti saskaņā ar šādu izteiksmi: $v = \left(1 - \frac{4 \times 10^3 \times m_2}{\pi \times a^2 \times \rho_f \times h} \right) \times 100$ |
| 6. | LVS EN 1097-5:1999 Minerālo materiālu mehānisko un fizikālo īpašību testēšana. 5. daļa: | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Izrēķina ūdens saturu w , izmantojot vienādību: $M_1 - M_2$ |

| | | | |
|-----|---|---|--|
| | Ūdens saturs noteikšana žāvējot ventilējamā krāsnī | | $W = \frac{\quad}{M_3} \times 100\%$ |
| 7. | LVS EN 1097-7:1999 Minerālo materiālu mehānisko un fizikālo īpašību testēšana. 7. daļa : Aizpildītāja daļiņu blīvuma noteikšana. Piknometra metode | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Aprēķina aizpildītāja daļiņu blīvumu megagramos uz kubikmetru saskaņā ar šādu vienādību: $pf = \frac{M_1 - m_0}{m_2 - m_1} \text{ Mg/m}_3$ v- p_1 -vēl tiek aprēķināts piknometra tilpumu mililitros |
| 8. | LVS ISO 11272:1998 Augsnes kvalitāte. Sausa augšnes parauga blīvuma noteikšana | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Izmanto divu veida vienādojumus, lai aprēķinātu sauso blīvuma masu: $- \text{}^b p_s = \frac{md}{V}$ $- \text{}^b p_s = \frac{mx + mfp}{V}$ |
| 9. | LVS EN ISO 14688-2 Ģeotehniskā izpēte un testēšana. Augšnes idenfīcēšana un klasifīcēšana. 2. daļa: Klasifīcēšanas principi | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Aprēķina: - vienādības koefīcentu - izliekuma koefīcentu - ūdens daudzumu - šķīduma ierobežojumi - plasticitātes ierobežojumi - plasticitātes indekss - šķīduma indekss - konstīcentes indekss - blīvuma indekss - kompresijas indekss |
| 10. | LVS CEN ISO/TS 17892-1 Ģeotehniskā izpēte un testēšana. Augšnes testēšana laboratorijā. 1. daļa: Ūdens saturs noteikšana | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Mītruma noteīkšanai izmanto šādu formulu: $w = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_c} \times 100 = \frac{m_w}{m_d} \times 100$ |
| 11. | LVS CEN ISO/TS 17892-2 Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augšnes testēšana laboratorijā - 2. daļa: Smalki granulētas augšnes blīvuma noteīkšana | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Šo formulu izmanto lai noteīktu : blīvumu $p = \frac{m}{V} \text{ (mg/m}^3\text{)}$ Vēl tiek izmatotas šādas formulas: - sausa blīvuma noteīkšanas formula - blīvuma noteīkšana, kad masa tiek iegremdēta ūdenī - šķīduma pārvītošanas metode |
| 12. | LVS CEN ISO/TS 17892-3 Ģeotehniskā izpēte | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Blīvumu vielu cietām daļīņām aprēķina pēc formulas: |

| | | | |
|-----|--|---|---|
| | un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā - 3.daļa: Daļiņu blīvuma noteikšana - Piknometra metode | | $p_s = \frac{m_4}{(m_1 - m_0) - (m_3 - m_2)} \times p_w$ $p_s = \frac{m_4}{(m_1 - m_0) - (m_3 - m_2)} \times p_w$ $p_w; 1 \quad p_w; 3$ |
| 13 | LVS CEN ISO/TS 17892-4 Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā - 4.daļa: Granulometriskā sastāva noteikšana | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | <p>Frakciju saskaitīšanai izmanto šādu formulu:</p> $f_n = \frac{m_1 - m_2 + \dots + m_n}{m} \times 100\%$ <p>Vēl tiek izmantotas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sausas masas aprēķināšanai - vienādo elementāro daļiņu aprēķināšana - mazo frakciju aprēķināšana - pipetes metode |
| 14. | LVS CEN ISO/TS 17892-5 Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā. 5. daļa: Oedometra tests ar augošu slodzi | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | <p>Aprēķina:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vertikālo spriegumu - poru/ tukšumu koeficientu aprēķināšana - |
| 15. | LVS CEN ISO/TS 17892-6 Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā. 6. daļa: Tests ar krītošu konusu | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | <p>Krītošo konusu aprēķina pēc formulas:</p> $c_u \text{ (or } c_{ur}) = cg \frac{m}{i^2}$ |
| 16. | LVS CEN ISO/TS 17892-7 Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā. 7. daļa: Smalki granulētu augšņu tests ar neierobežotu saspiešanu | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | <p>Aprēķina spriegumu pēc šīs formulas:</p> $\sigma_1 = \frac{P(1-\varepsilon)}{A_1}$ |
| 17. | LVS CEN ISO/TS 17892-8 Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | <p>Aprēķina bīdi pēc šīs formulas:</p> |

| | | | |
|-----|--|---|--|
| | laboratorijā. 8. daļa: Neatūdeņotu, nesablīvējušos paraugu triaksiālais tests | | $\Delta V = \Delta H_c \times 3 \times \frac{V_i}{H_i}$ |
| 18. | LVS CEN ISO/TS 17892-9 Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā. 9. daļa: Ar ūdeni piesātinātu sablīvējušos augšņu triaksiālie saspiešanas testi | Zemes darbi. Ekskavācija Pamatu būve. Pazemes darbi | Izmato: - tilpuma blīvumu aprēķinus - mitruma blīvuma noteikšana - ūdens konsistence - konsolidācija - vertikālais bīdes tests |
| 19. | LVS CEN ISO/TS 17892-10 Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā - 10.daļa: Tiešās bīdes testi | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Ar šo formulu aprēķina sākotnējo mitrumu blīvumu: $p_d = \frac{m_d}{A \times H_0}$ Vēl izmanto: - sākotnējais tilpuma blīvs - sākotnējo poru koeficients - sākotnējās masas piesātināšanās - poru koeficienta tests - bīdes sprieguma noteikšana |
| 20. | LVS CEN ISO/TS 17892-11 Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā. 11. daļa: Caurlaidības noteikšana ar patstāvīgu un samazināšanos spiedaugstumu. | Ceļu būve Zemes darbi Ekskavācija Pamatu būve Pazemes darbi | $k = \frac{a \times l}{A \times t} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$ - aprēķina konstanto galvu. - Caurlaidības robežu noteikšana. |
| 21. | LVS CEN ISO/TS 17892-12 Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā - 12.daļa: Atterberga robežu noteikšana | Zemes darbi. Ekskavācija. Pamatu būve. Pazemes darbi | Frakciju noņemšana no sietā – sākotnējā sausā masa jāšaskaita un jāpielīdzina: $m_d = \frac{100 \times m_1}{100 + w}$ - smalko frakciju noņemšana no sietā un izzāvēt masu izsijāšana caur sietu 0,4mm |

Laboratorijās vēl tiek lietoti arī Vissavienības valsts standarti (ГОСТ), Britu Standarti (BS) un Amerikas Standarti (ASTM).

2.3. Pētījumu metožu apguve

Pavisam tika apgūtas vairākas laboratoriju pētījuma metodes, bet padziļināti autore apguva:

- Caurlaidības noteikšana ar patstāvīgu un samazinošu spiedaugstuma metodi;
- Tiešās bīdes testus;
- Aterberga robežu noteikšanas metodi (Atterberga robeža pēc ISO/TS un Alterberga robeža pēc LVS CEN);
- Aizpildītāja daļiņu blīvuma noteikšanu ar piknometra metodi;
- Trīsasas izpētes metodi (konsolidēti nedrenētām gruntīm).

Inženierģeoloģiskās laboratorijas metodes tika apgūtas SIA „UNICONE” laboratorijā zinošu speciālistu vadībā, tie bija: Svetlana Terentjeva, Anita Kuške, Tatjanai Birjukova, Alla Barinova, Larisai Olichoviča un Jevgēņijs Okuncovs.

2.3.1. Caurlaidības noteikšana ar patstāvīgu un samazināšanos spiedaugstumu

Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā. 11. daļa: Caurlaidības noteikšana ar patstāvīgu un samazināšanos spiedaugstumu (LVS CEN ISO/TS 17892-11). Šie metodiskie norādījumi attiecas uz smilšainām un putekļainām gruntīm, kuras pielieto ceļu, karjeru nosusināšanai, metodika nosaka paraugu analīzi sekojošā kārtībā:

- 1- Grunts ir jāizžāvē istabas temperatūrā (+16/20°C), lai nezaudētu savas fizikālās īpašības;
- 2- Ja gruntī ir ieslēgumi, kas lielāki pa 5 mm, tad grunts ir jāizsijā caur sietu, kura acs diametrs ir 5 mm;
- 3- Grunti pilda 12 cm augstos cilindros, kur vienā galā ir misiņa sietiņš, kas aiztur grunti, no grunts izbiršanas, bet otrais cilindra gals vaļā, lai varēt grunti iebērt;
- 4- Cilindru nosver bez grunts, un pieraksta tukšā cilindra svaru;
- 5- Ir divu veidu cilindru pildīšana, viena - irdenām gruntīm, bet otra - sablīvētām gruntīm. Irdenās gruntis ieber cilindrā, tad ar nazi nolīdzina un nosver iegūto masu, liek grunti piesātināties. Bet sablīvēto grunti pilda cilindrā, ieber divas karotes smilts, sablīvē ar 1 kg smagu blieti, līdz cilindrs ir pilns, nosver un liek piesātināties;
- 6- Kad grunts ir piesātinājies, liek to filtrēties filtrācijas caurulē, kura ir graduēta ar atzīmēm pie 0,6 cm, 0,8 cm un 1,0 cm. Tai iekšā ir ielikts cilindrs, kuram pa virsu ir uzlikta stikla kolba ar gradientu pa vienam centimetram (10 mm);

7- Ūdenim iztekot caur misiņa sieta dibenu, ar hronometra palīdzību nosaka ūdens līmeņa pazemināšanos stikla kolbā, un norādīto procesu atkārti četras reizes. Pēc ceturtās reizes tiek pacelts filtrācijas trauks pa divām iedaļām augstāk, un tad atkal atkārti šo procesu četras reizes;

8- Rezultāta apstrāde (skatīt 3.3. tabulu).

Šim testam nepieciešams: divi metāla cilindri, divas stikla kolbas, kuru gradients ir atzīmēts ik pēc 1 cm, plastmasa vāciņš, kurā ieliek misiņa sietu (kura acu diametrs ir ļoti smalks - 0,01 mm), lai tikai ūdens filtrētos cauri, svāri līdz viena kilograma svēršanai un hronometrs ar simtdaļas precizitāti. Bakalaura darba autore ir apguvusi šo metodi Anitas Kušķes vadībā, un autore ikdienā strādā ar šo metodi SIA „UNICONE” laboratorijā.

2.3.2. Tiešās bīdes testi

Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augšnes testēšana laboratorijā - 10.daļa: Tiešās bīdes testi (LVS CEN ISO/TS 17892-10).

Tests izmantojams visa veida gruntīm:

- 1- Nosver tukšu gredzenu;
- 2- Gredzenu pilda ar grunti, kuru pēc tam nosver ar grunti;
- 3- Pēc tam veic grunts masas iepriekšēju noslogošanu, kas ilgst pāris dienas;
- 4- Kad grunts ir nosēdusies, veic tiešo bīdes testu ar vienmērīgu ātrumu, kur tiek bīdīta grunts pie zināmas slodzes;
- 5- Kad bīde notikusi, veic aprēķinus un zīmē līkni (3.3. attēls un 3.4. tabula).

Šim testam nepieciešama bīdes noteikšana iekārta, uz kuras pamatnes ir uzlikti metāla atsvari (ar svaru no 1 kg līdz 3 kg). Atsvaru svārs ir atkarīgs no grunšu pētījumiem piemērotās slodzes, liek noteiktu gredzenu skaitu. Nepieciešams pusautomātisks skaitītājs, kurš ir iestādīts ar noteiktu ātrumu. Iekārtas kustīgā daļa lēni bīda grunti. Laika fiksācijai ir nepieciešams hronometrs, kas fiksē laiku ar sekundes simtdaļas precizitāti. Bakalaura darba autore ir apguvusi šo metodi Allas Barinovas vadībā, un autore ikdienā strādā ar šo metodi SIA „UNICONE” laboratorijā..

2.3.3. Aterberga robežu noteikšana (Atterberga robeža pēc ISO/TS un Alterberga robeža pēc LVS CEN)

Geotehniskā izpēte un testēšana - Augsnis testēšana laboratorijā - 12.daļa Alterberga robežu noteikšana (LVS CEN ISO/TS 17892-12). Jāatzīmē, ka Aterberga robežas noteikšanas metode ir kļūdaini tulkota, Latvijas standartos tā ir tulkota kā Alterberga robežas noteikšana, bet Eiropas standartos - Atterberga robežas noteikšana. Ne vienmēr ir precīzi iztulkoti standarti.

Tests izmantojams mālainajām gruntīm:

- 1- Gruntij jābūt bez ieslēgumiem. Jā tādi ir, tad grunti izžāvē termostatā, pēc tam grunti saberž, sasmalcina un izsijā caur sieta diametru - 0,400 mm (apmēram 300 g tas atkarīgs no standarta pēc kāda ir jāveic Aterberga robežas noteikšana);
- 2- Sausai gruntij pievieno destilētu ūdeni un samaisa, kamēr grunts ir mitra un plastiska;
- 3- Paņem tukšo paraugu trauciņu (bjuksu) un piepilda to ar grunti, to novieto uz statīva, un gruntī ieslidina konusu. Pēc tam nolasa no indikatora iegūtos rādītājus;
- 4- Māla masu ņem āra no parauga trauciņa un liek uz paliktnīša, rullē mazos paraudzīņos, kuru diametrs ir 1-1,5 cm. Tad tos liek termostatā un žāvē diennakti, pēc tam nosver izžuvušo māla materiālu;
- 5- Rezultātu apstrāde (skatīt 3.5. tabulu, 3.6. tabulu un 3.4. attēls);

Šim testam nepieciešamas metāla statīvs, uz kuru ir piestiprināts indikators un pie indikatora piestiprināts metāla konus, kas krīt no 10 cm augstuma parauga trauciņā, kas pildīts ar māla grunti. Bļodiņa maisīšanai, lāpstīņa, destilēts ūdens, pipete, paliktnis. Bakalaura darba autore ir apguvusi šo metodi Anitas Kušķes vadībā.

2.3.4. Aizpildītāja daļiņu blīvuma noteikšana ar piknometra metodi

Minerālo materiālu mehānisko un fizikālo īpašību testēšana. 7. daļa: Aizpildītāja daļiņu blīvuma noteikšana. Piknometra metode (LVS EN 1097-7:1999).

Metode paredzēta visa veida gruntīm. Analīzi veic sekojoši:

- 1- Tiek ņemta kolba ar 100 ml tilpumu, kurā ir iebērtas grunts 15 g ar testēšanas porciju.
- 2- Kolbu nosver tukšu, pēc tam ar masu (testējamo grunts materiālu);
- 3- Ja testēšanas materiālam ir ieslēgumi, tad grunti saberž miezerī ar piestiņu un izsijā caur sieta diametru 0,125 mm;

- 4- Pēc tam ievieto vakuuma - eksikatorā uz 5 minūtēm, pēc tam vēl uz 30 minūtēm atstāj vakuumā;
- 5- Pēc gaisa spiediena atjaunošanās kolba piepilda ar šķidrumu;
- 6- Pēc tam ievieto ūdens vannā;
- 7- Pēc zināma laika kolbu noslēdz ar korķi, lai tā šķidrums sāktu aizplūst pa kapilāro korķi;
- 8- Pēc stundas kolbu izņem no ūdens vannas un strauji atdzesē ar aukstu, tekošu ūdeni, lai paraugs pilnībā tiktu atdzesēts;
- 9- Kad kolba ir atdzesēta, tad to noslauka un nosver;
- 10- Rezultātu apstrāde;

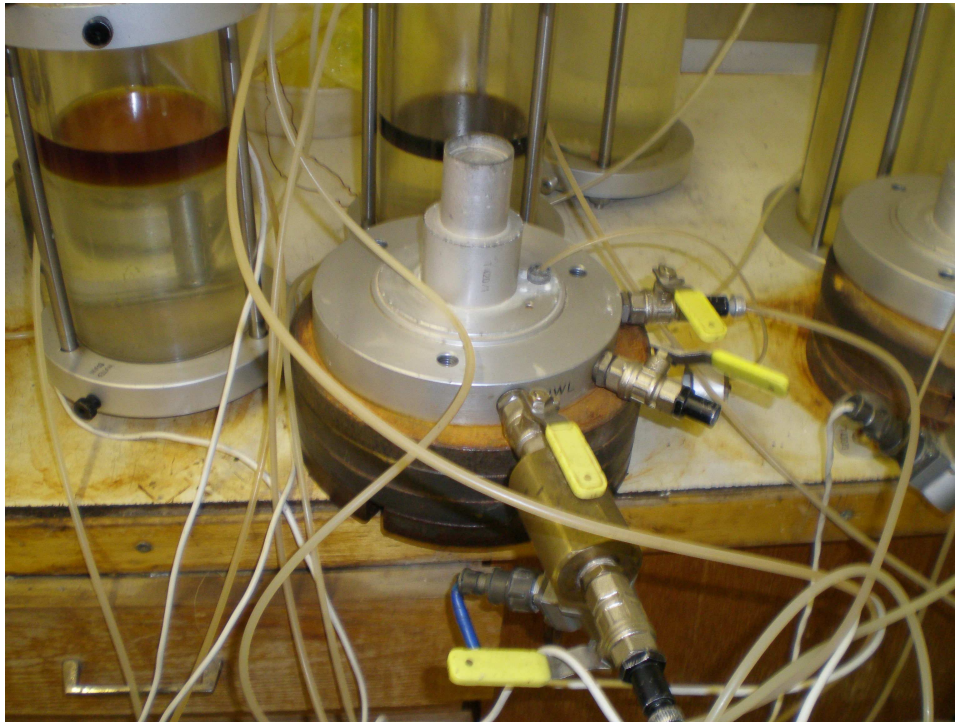
Šim testam nepieciešama kolba, kuras tilpums ir 100 ml (kolbai ir jābūt noslēgtai ar korķi), miezeris ar piestiņu (grunts sasmalcināšanai), eksikators, svāri (svēršanai līdz 1 kg). Bakalaura darba autore ir apgūvusi šo metodi Tatjanas Birjukovas vadībā, un autore strādā ar šo metodi SIA „UNICONE” laboratorijā.

2.4 Eksperimentālie pētījumi

Geotehniskā izpēte un testēšana augsnes testēšana laboratorijā. 9. daļa: Ar ūdeni piesātinātu sablīvējošos augšņu triaksiālie saspiešanas testi. (LVS CEN ISO/TS 17892-9).

Triaksiālo testu metodi izmanto visa veida gruntīm. Triaksiālie testi ir paredzēti grunts stiprību noteikšanai, kas ļauj paraugam brīvi pārvietoties horizontāli un noteikt iekšējos berzes leņķus. Analīzi veic sekojoši:

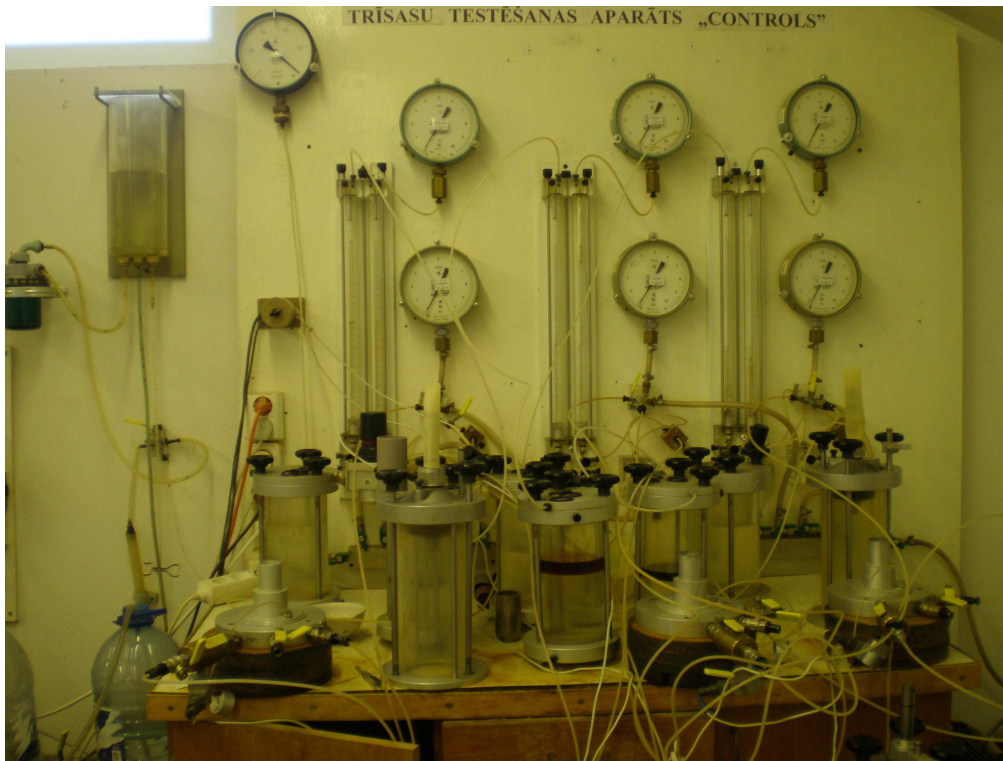
- 1- Tiek ņemts monolīts, kura garums ir no 20 cm līdz 30 cm, kuru sadala četrās daļās;
- 2- Kad monolīts ir sadalīts četrās daļās. Tad ņem vienu ceturto daļu un noliek uz stabilas pamatnes;
- 3- Ņem cilindru, kurš ir 8 cm augsts un 2 cm plats;
- 4- Cilindru iesmērē ar vazelīna eļļu, lai labāk slīdētu pa paraugu, un nesaplēstu paraugu, kad paraugs tiks izgriezts;
- 5- Cilindru novieto uz grunts un lēnām apgriež malas, lēni spiežot cilindru uz leju, kurš pildīsies ar grunts masu;
- 6- Kad cilindrs ir pilns ar grunts masu, lēni no cilindra izspiež grunti ar koka spiedi;
- 7- Iegūto cilindru nosver un pieraksta iegūto masu;
- 8- Pēc tam iegūto cilindru liek uz trīsasu izpētes aparātu (2.1. attēls);
- 9- Kur cilindrs tiek ielikts maza iedobītē, zem kura ir porainais smilšakmens, uz kuru ir uzlikts filtrācijas papīrs, pēc tam liek izgriezto monolītu (2.1. attēls);



2.1.attēls Trīsasu izpētes aparāts, foto Švaža Agnita 2008

- 10- Pāri monolītam liek gumiju, kas ir no 10 cm līdz 12 cm gara un abos gumijas galos uzliek gumijas gredzenus, kas nostiprinās gumiju, lai tā nenoslīdētu, kad notiks konsolidācija un bīde;
- 11- Virs monolīta liek filtrpapīru un tad poraino smilšakmeni;
- 12- Kad monolīts ir uzlikts uz trīsasu izpētes aparātūras un pārbaudīts vai ūdens pieplūst paraugam un kamerai, liek virsū paraugam stikla kolbu, kas tiek noslēgta hermētiski (2.2. attēls);
- 13- Tad lēni piepilda stikla kolbu ar ūdeni un atstāj paraugu piesātināties uz nenoteiktu laiku, jo katrs grunšu tipam piesātinās savādāks;
- 14- Pirms konsolidācijas uzlikšanas pārbauda vai grunts ir piesātinājies, un tas notiek ar poru spiedienu pārbaudi un kalibrēšanas līkņu pārbaudi, ja poru spiediens un kalibrēšanas līknes ir vienādas ar viens, tad grunts ir piesātinājies un var likt uz konsolidāciju;
- 15- Pēc konsolidācijas paraugu liek uz bīdes aparāta un bīda ar noteiktu ātrumu, kas tika aprēķināts pēc konsolidācijas datiem;
- 16- Pēc bīdes izņem paraugu no gumijas un nosver paraugu;
- 17- Liek paraugu žāvēties termostata krāsniņā, kad paraugs ir izžuvis, viņu nosver;
- 18- Noslēgumā tiek veikta rezultātu apstrāde;

Šim testam nepieciešams monolīts no 25 cm līdz 35 cm garš, metāla cilindrs ar augstumu 8 cm un 2 cm plats, koka spiede, vazelīna eļļa, nazis, smilšpapīrs, metāla zāģītis, porakmens, dinamometrs, manometrs, gumijas apvalki no 10 cm līdz 12 cm gari, gumijas gredzeni, hronometrs, filtrpapīrs un trīsasu izpētes aparāts. Bakalaura darba autore ir apguvusi šo metodi Allas Barinovas vadībā, un autore ikdienā strādā ar šo metodi SIA „UNICONE” laboratorijā.



2.2. attēls Trīsasu izpētes aparāts, foto Švaža Agnita 2008

2.5. Rezultātu salīdzināšana un analīze

Piedāvātajā pētījumā novērtēja inženierģeoloģiskās laboratorijas pētījumu metožu savstarpējo aizvietojamību un realizācijas secīgumu pēc Latvijas standartiem, kas ir tulkoti no Eiropas Standartiem (EN ISO/IEC 17025:2005), un ir pieņemts kā Latvijas standarts. Tomēr, pēc autores domām, Latvijas standarti ir nepietiekoši detalizēti un nepilnīgi izstrādāti, jo tie nesatur norādes, kādām gruntīm lietot, kā arī Latvijas standartos nav norādītas, ar kādām iekārtām būtu jāstrādā un jāveic noteiktais grunts pētījums. To var atrisināt ar jebkuru standartu pavadošām rokasgrāmatām, vadlīnijām vai instrukcijām, kas šajā gadījumā ir palikušas neizstrādātās.

Latvijas standarti ir aizgūti no Amerikas Standartiem un Britu Standartiem. Britu un Amerikas Standarti ir izstrādāti pilnvērtīgi, tiem ir norādes - kādām gruntīm tie paredzēti, kā

veikt, nolasīt un interpretēt datus. Tas nav pārsteidzoši, jo visi inženierģeoloģiskie Latvijas standarti ir aizgūti no citu valstu standartiem, un nav pamata šādu situāciju kritizēt, jo tā ir tradicionāla prakse vairumā valstu pasaulē.

Pēc autores domām, Latvijas standarti to patreizējā redakcijā nav tieši paredzēti laboratorijas metožu apguvei un pētījumu realizācijas uzsākšanai, jo tajos nav pietiekoši detalizēti izskaidrots, kādām gruntīm paredzēts, tajā pašā laikā tajos ir skaidri un viennozīmīgi izklāstīts kā veikt aprēķinus. Minētā ir būtiska atšķirība no citu valstu pieejas. Šajā nozīmē daudz pilnvērtīgāki ir atbilstošie Britu Standarti un arī Amerikas Standarti, jo tie ir papildināti ar skaidrojumiem un tabulām kādām gruntīm paredzēta konkrētā pētījumu analītiskā metode.

3. PĒTĪJUMA EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA

Bakalaura pētījumam izvēlētās laboratorijas pētījumu metodes tika apgūtas ne tikai pēc Latvijas standartu statusiem, bet arī apgūtas pēc Britu Standartiem, Amerikas Standartiem un Vissavienības valsts standartiem. Tas ļāva ne tikai iepazīties ar pielietojamo metodiku un tehnisko līdzekļu atšķirībām, bet arī personiski pārlicināties par iegūstamajiem rezultātiem, kas pētījuma noslēgumā tika savstarpēji salīdzināti savā starpā.

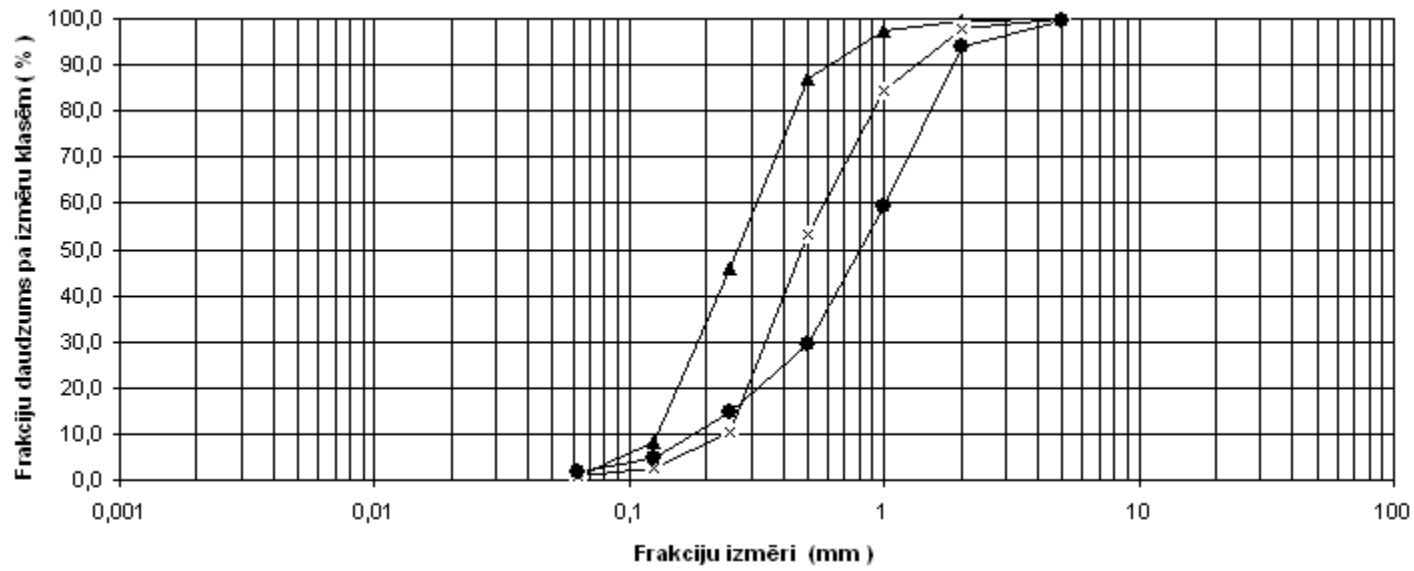
Bakalauru darbu autore sava darbā izmanto SIA „UNICONE” laboratorijas vestos paraugus, kuri ir iegūti no dažādām Latvijā vietām. Autore ir pētījusi, apstrādājusi datus, ko ieguva no laboratorisko pētījuma metožu veikšanas. No katras laboratoriju metodes pārsvarā iegūst viena veida datus, bet veicot papildus matemātiskos aprēķinus var arī iegūt datus neveicot, kādu no laboratorisko pētījumu metodēm. Bet šie aprēķini nebūs tik precīzi, kādi tie būtu, ja tiktu veikta noteikta laboratorijas metode, kas dotu precīzus rezultātus. Katra noteikta metode aizņem noteiktu laika intervālu, jo katra metode ir veicama atsevišķi, kas prasa arī zināmas iemaņas.

Caurlaidības noteikšana ar patstāvīgu un samazināšanos spiedaugstumu (filtrācijas koeficienta noteikšana). Laboratorijas metode dalās divās daļās - paraugu sagatavošana un izstrāde. Lielāko laika aizņem parauga sagatavošana (žūšana), kas var ilgt no diennakts līdz 2 diennaktīm, bet pats pētījums var aizņemt laiku no dažām sekundēm līdz dažām stundām. Lai iegūto rezultāti būtu precīzāki un atbilstošāki dabiskajam grunšu stāvoklim, ir nepieciešamas iemaņas, zināšanas. Piemēram, ja grunts sastāv no smilšainiem putekļaina, tad grunti nav ieteicams pārāk stingri sablīvēt, jo putekļiem jau pašiem mitrā vidē ir vērojama sablīvēšanās. Putekļainām gruntīm ir vērojams, pēc piesātināšanas uzbriest, lai būtu precīzāki rezultāti, augšējo grunts kārtu, lēni var noņemt no cilindra augšas, jo, ja grunti atstās un liks filtrēties filtrācijas caurulē dati var būt neprecīzi, jo ūdenim nebūs iespēja brīvi plūst uz paraugu. Ūdenim ir jāplūst brīvi, imitējot grunts apstākļus dabā. Tāpat paraugu nedrīkst žāvēt metālrāsni, jo, ja to darīs, izjauks grunts kapilāro struktūru. Apstrādājot rezultātus vienmēr ir jāņem vērā arī granulometrijas rezultāti, jo granulometrija dod precīzus datus par grunts nosaukumu (skatīt 3.2. tabulu). Filtrācijas koeficients norāda uz grunts filtrēšanās ātrumu.

Veicot caurlaidības noteikšana ar patstāvīgu un samazināšanos spiedaugstumu pēc Latvijas Standartiem, Britu Standartiem un Vissavienības valsts standartiem autore secināja, ka rezultāti tiek iegūti vieni un tie paši, neatkarīgi no valsts standarta pēc kura tiek veikta caurlaidības noteikšana ar patstāvīgu un samazināšanos spiedaugstumu.

Granulometriskais sastāvs (SIA „ UNICONE”)

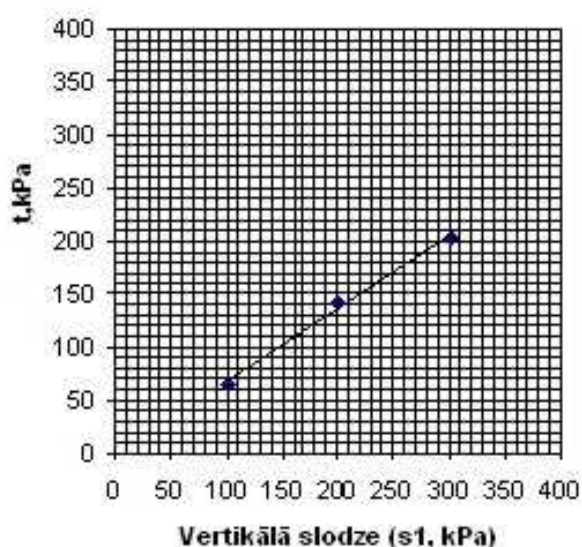
| MĀLS | PUTEKĻI | | | SMILTS | | | GRANTS, OĻI | | | AKMENI |
|-------|---------|--------|-------|--------|--------|-------|-------------|--------|-------|--------|
| | Smalka | Vidēja | Rupja | Smalka | Vidēja | Rupja | Smalka | Vidēja | Rupja | |
| 0,002 | 0,006 | 0,02 | 0,06 | 0,2 | 0,6 | 2 | 6 | 20 | 60 | |



Granulometrija pa frakcijām un caurlaidības noteikšana ar patstāvīgu un samazināšanos spiedaugstumu (SIA „ UNICONE”)

| Simbols | Parauga Nr. | Dziļums no-līdz | Atlikumu nosaukums | Atlikumi, % pēc masas, uz sietiem | | | | | | | Izbērumš caur sietu 0,063 | 10% | 30% | 60% | C _U | C _C | Filtrācijas koeficients | | | | Grunts nosaukums |
|---------|-------------|-----------------|--------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|---------------------------|-------|------|------|----------------|----------------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|------------------------------------|
| | | | | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,25 | 0,125 | 0,063 | | | | | | | Irdenā stāvoklī | | Sablīvētā stāvoklī | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | r _{di} g/cm ³ | Kfi m/dnn | r _{db} g/cm ³ | Kfb m/dnn | |
| ▲ | 8-2 | 2,8-4,3 | Frakciju | 0,0 | 0,3 | 2,2 | 10,6 | 40,8 | 37,9 | 7,3 | 0,9 | 0,130 | 0,19 | 0,22 | 1,7 | 1,3 | 1,56 | 9,18 | 1,74 | 6,11 | Viendabīga vidēja smiltis |
| | | | Pilns | 100,0 | 99,7 | 97,5 | 86,9 | 46,1 | 8,2 | 0,9 | - | | | | | | | | | | |
| × | 8-3 | 4,3-7,3 | Frakciju | 0,0 | 2,2 | 13,6 | 31,0 | 42,8 | 7,8 | 1,8 | 0,8 | 0,250 | 0,35 | 0,59 | 2,4 | 0,8 | 1,5 | 27,6 | 1,72 | 13,26 | Viendabīga vidēja smiltis |
| | | | Pilns | 100 | 97,8 | 84,2 | 53,2 | 10,4 | 2,6 | 0,8 | - | | | | | | | | | | |
| ● | 8-4 | 7,3-8,7 | Frakciju | 0,4 | 5,6 | 34,7 | 30,0 | 14,6 | 9,8 | 3,1 | 1,8 | 0,180 | 0,5 | 1 | 5,6 | 1,4 | 1,45 | 27,3 | 1,89 | 5,47 | Viendabīga grantainā rupja smiltis |
| | | | Pilns | 99,6 | 94,0 | 59,3 | 29,3 | 14,7 | 4,9 | 1,8 | - | | | | | | | | | | |

Tiešās bīdes tests: ir sarežģīts, jo ir grūti uzlikt paraugu uz bīdes aparāta. Šo procesu sarežģī grunts, kas ne vienmēr ir konsolidēta. Tiešo bīdes testu lieto arī smilšainām gruntīm, kuras ir grūti ielikt gredzenā, jo grunts savas neviendabīgās struktūras dēļ slīd ārā no gredzena. Lai gredzenu varētu vieglāk ievietot cilindrā, zem gredzena paliek organiskā stikla plāksnīti, virs kura ir uzlikts filtrācijas papīrs. Tam ir jābūt pa milimetru mazākam ne kā gredzena diametram, jo, ja filtrpapīrs būs lielāks un pāri malām gredzenam, tiešās bīdes tests dos neprecīzus datus. Arī liekot virsū indikatoru jābūt uzmanīgam, lai pats cilvēks, kas to liek, nepiespiestu indikatoru pārāk stipri. Ja tā notiksies mainīsies vertikālā slodze, kas izmainīs tiešās bīdes līkni (3.3. attēls un 3.4. tabula).



3.3. attēls Tiešās bīdes līkne SIA „UNICONE” 2008

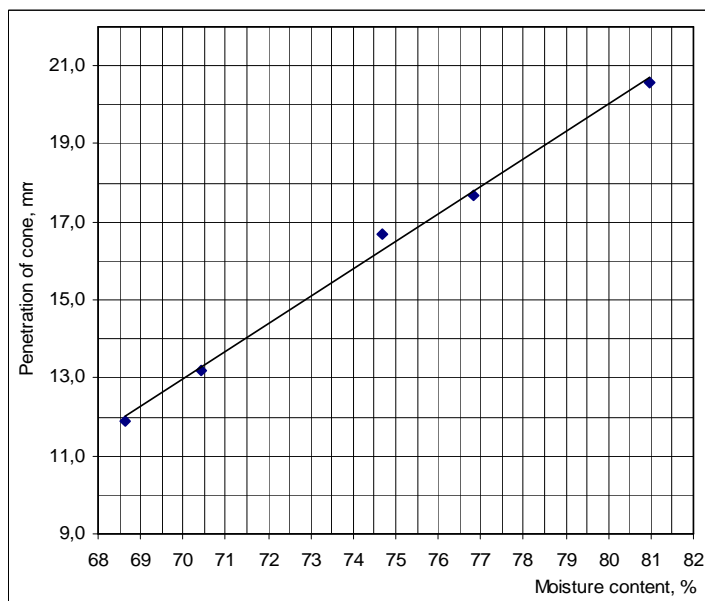
3.4. tabula

Tiešās bīdes aprēķinu rezultāti (SIA „UNICONE”)

| Sākuma dati | | | Ūdenspiesāt. un saspiež. rezultāti | | | | Bīdes rezultāti | | |
|--------------|------------------------------|-----------|---|-----------|--------------|-------|-------------------------------|--------------------|--------------|
| Parau-Ga Nr. | ρ_0 , Mg/m ³ | w_0 , % | Iepriekšējā saspiežam. σ_1 , kPa | w_f , % | $\Delta H/H$ | e | Vert. slodze σ_1 , kPa | Bīdes ilgums, min. | τ , kPa |
| 1 | 2,02 | 21,7 | 100 | 19,0 | 0,021 | 0,592 | 100 | 30 | 64,26 |
| 2 | 2,02 | 23,1 | 200 | 19,3 | 0,025 | 0,586 | 200 | 30 | 142,39 |
| 3 | 2,02 | 21,6 | 300 | 20,2 | 0,035 | 0,570 | 300 | 45 | 202,58 |

Aterberga robežu noteikšana (mālu plūstamības robežas noteikšana). Laboratorijas metode ir viegla, bet laikietilpīga. To nosaka mālu kvalitāte, jo māli būs plastiskāki, jo ilgāk būs jāveic laboratorijas metode. Lai ātrāk veiktu šo laboratorijas metodi, mālus var pāris minūtes

žāvēt metiļkrāsni, lai tie nedaudz apžūtu un nebūtu vairs tik mitri. Aterberga robežas noteikšanā svarīgākais ir nolasīt precīzi indikatora rādītājus (skatīt 3.6. tabulu), jo ja tie būs kļūdaini, tad arī Aterbergas robeža līkni nevarēs uzzīmēt (3.4. attēls).



3.4. attēls Aterbergu robežu noteikšana SIA „UNICONE” 2008

3.5. tabula

Plasticitātes robežas aprēķinu rezultāti. (SIA „UNICONE”)

| Plasticitātes robeža | Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | vidējais |
|----------------------------|-----|-------|-------|---|---|----------|
| Trauka numurs | | 79 | 255 | | | |
| Mitra grunts masa + trauks | g | 33,83 | 32,21 | | | |
| Sausa grunts + trauks | g | 30,85 | 29,64 | | | |
| Trauka masa | g | 22,50 | 22,60 | | | |
| Mitruma masa | g | 2,98 | 2,57 | | | |
| Masa slapjai gruntij | g | 8,35 | 7,04 | | | |
| Kopējais mitrums | % | 35,7 | 36,5 | | | 36,1 |

3.6. tabula

Drupšanas robežu aprēķina rezultāti (SIA” UNICONE”)

| Drupšanas robeža | Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Indikatora rādītāji | | 11,9 | 13,2 | 16,7 | 17,7 | 20,6 |
| Trauka numurs | | 265 | 355 | 224 | 60 | 298 |
| Mitra grunts masa + trauks | g | 40,68 | 44,50 | 45,98 | 43,14 | 44,93 |
| Sausa grunts + trauks | g | 33,07 | 35,21 | 35,68 | 33,98 | 34,50 |
| Trauka masa | g | 21,98 | 22,02 | 21,89 | 22,06 | 21,62 |
| Masa mitrumam | g | 7,61 | 9,29 | 10,30 | 9,16 | 10,43 |
| Masa sausai gruntij | g | 11,09 | 13,19 | 13,79 | 11,92 | 12,88 |
| Kopējais mitrums | % | 68,6 | 70,4 | 74,7 | 76,8 | 81,0 |

Aizpildītāja daļiņu blīvuma noteikšana ar piknometra metodi. Laboratorijas metode ir viegla, bet laikietilpīga, jo prasa lielu precizitāti. Grunts masas daudzums jāņem norādītais. Šis

daudzums var būt gramu mazāks, bet ne vairāk. Atdzesējot paraugu, ūdens temperatūrai jābūt visu laiku nemainīgai ($25 \pm 0,1$)°C. Svariem jābūt ar svēršanas precizitāti līdz 0,0001g.

Veicot bakalauru darbu, autore laboratorijas metožu pētījumos pārlicinājās, ka, strādājot ar šīm metodēm, ir jābūt ļoti precīzam un punktuālam, jo ne tikai no grunšu kvalitātes ir atkarīgi rezultāti, bet arī no tā, kā tie tiek veikti.

4. IEGŪTIE REZULTĀTI UN TO INTERPRETĀCIJA

Apkopojot Latvijas standartus un salīdzinot tos ar Britu Standartiem, Amerikas Standartiem un Vissavienības valsts standartiem autore secināja, ka Latvijas standarti ir nepilnīgi, jo nav norādēs kādām gruntīm jāveic konkrētais laboratorijas metožu pētījums. Nav arī viennozīmīgi noteikts, kā būtu pareizi jāveic noteiktā laboratorijas metode noteiktai gruntij. Autore veica salīdzinājumus dažādām inženierģeoloģisko laboratoriju metodēm pēc Amerikas Standartiem un Britu standartiem. Latvijas standartu noteiktās laboratorijas metodes var aizstāt ar citu valstu standartiem, jo noteiktie uzdevumi ir līdzīgi, tas konstatējams maksimālā blīvuma noteikšanai, jo katram valsts standartam tas atšķiras tieši ar blietes sitienu skaitu. Pēc Britu Standartiem tie ir divdesmit septiņi sitieni reiz četri (četras reizes tas nozīme, ka traukā jāpilda grunts četros slāņos un katrs slānis ir jāsit divdesmit septiņas reizes), Latvijas standartam ir divdesmit pieci sitieni reiz četri (četras reizes tas nozīme, ka traukā jāpilda grunts četros slāņos un katrs slānis ir jāsit divdesmit piecas reizes).

Pēc autores domām minētā kārtība ir nekonkrēta, un tā nākotnē būtu jānosaka ar normatīvo dokumentu visām laboratorijām vienāda, lai nerastos domstarpības ar pasūtītāju. Kā, piemēram, ar tiešo bīdes testu, pirmkārt, jāveic mehāniskas īpašības, un, pēc tam tikai fizikālās īpašības, jo, ja izpēti veiks otrādi, tad izjauks grunts materiālu struktūru, kas mainīs iegūto rezultātu datus. Katrai laboratorijas pētījumu metodei ir noteikta „kārtība” kā to jāveic, ja ir nepietiekošs parauga lielums.

Trīsasu izpēte (konsolidēti nedrenētām gruntīm) autore apguva un veica pētījumus gada garumā, jo šī laboratorijas metode ir sarežģītā un laika ietilpīgs process. Viena parauga apstrādei ir nepieciešams 4 līdz 5 dienām, jo laiku aizņem pašu paraugu piesātināšanās, konsolidācija un bīde. Tāpat pašus trīsasu izpētes rezultātus var ietekmēt dažādi faktori:

- 1- nepareizi noņemts paraugs- traucēta struktūra monolītam;
- 2- nepareizi uzlikts uz trīsasu izpētes aparāta, kā rezultātā paraugs jau tiek pašā izpētes stadijā deformēts, kas ietekmē vertikālo deformāciju un poru spiedienu pārvietošanos pa paraugu;
- 3- Nepareizi aprēķināti bīdes ātrums, kas ietekmē vertikālo deformāciju.

Bakalaura darba autore paraugus ņēma no SIA „UNICONE” laboratorijas. Tika izpētīti 20 paraugi, no kuriem autore izvēlējās piecus monolītus, kuriem veic detalizētāku aprakstu un izpēti (4.5. attēlu). Katrs monolīts nāk no atšķirīgiem dziļumiem un vietām, kas ļauj secināt pa dažādiem grunts slāņiem un to sasaisti. Triaksiālie testi (trīsasu izpēte) ir paredzēti grunts stiprību noteikšanai, kas ļauj paraugam brīvi pārvietoties vertikāli un horizontāli un noteikt iekšējos berzes leņķus pēc grunšu sasaistes (c), grunts leņķa (φ) un grunts nosaukuma.

Konsolidēti nedrenēta trīssasu izpēte monolītam ar Nr. 1 ir ļoti zema grunšu sasaiste (c) ir 1,5 kPa, bet leņķis φ ir 37° . Grunšu sasaisti ietekmē dažādi faktori: smilts, nepareizi noņemts monolīts un citi faktori, bet šie ir galvenie šim paraugam. Monolīta vertikālās deformācijas (ε) ir atšķirīgas (skatīt 4.7. tabulu un 4.8. tabulu). Pirmajam paraugam vertikālā deformācija ir 7,41 %, kas paraugam ļauj sēsties. Tas izskaidrojams ar to, ka ir augsti plastisks māls, kas ļauj gruntij deformētos. Pārējos divos paraugos vertikālā deformācijas ir 16,70 % un 17,90 % (skatīt 4.8. tabulu). Tas tādēļ, ka ir smilšains māls, kam grunts sasaiste šinī paraugā ir mazāka. Monolīts ar Nr. 1 tika bīdīts ar ātrumu 0,26 mm/min un konsolidācijas koeficients gadā ($m^2/gada$) ir no 0,320 $m^2/gada$ līdz 0,380 $m^2/gada$.

4.7. tabula

Konsolidēta nedrenēta trīssasu izpēte monolītam Nr. 1 (autores dati)

| Parauga izmēri | | | | | | |
|----------------|---------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|
| Parauga Nr. | Sākuma dati | | | | Beigu dati | |
| | Diametrs d_o , mm | Augst. h_o , mm | Laukums A_o , mm ² | Apjoms V_o , cm ³ | Diametrs d_f , mm | Augst. h_f , mm |
| 1 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 36,4 | 75,0 |
| 2 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 38,4 | 67,5 |
| 3 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 38,6 | 66,5 |
| | | | | | | |

Augsti plastisks nedaudz smilšains māls (dziļums: no 25,0 m līdz 25,4 m).

4.8. tabula

Konsolidēta nedrenēta trīssasu izpētes aprēķini monolītam Nr. 1 (autores dati)

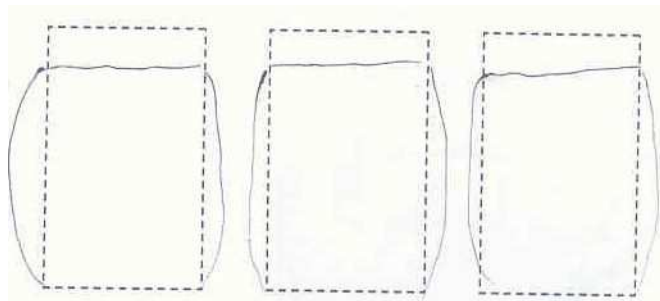
| Parauga Nr. | Grunts blīvums ρ_o , t/m ³ | Mitrums dabīgais w_o , % | Mitrums pēc izpētes w_f , % | Poru spiediena Koef. B | Konsolidācija | | | | Sabrukšanas dati | | | | Vert. deform. |
|-------------|--|----------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------|-------------------------------------|----------------------|--|------------------|--------------------|-----------|------------------------|---------------|
| | | | | | $\sigma'_{v,}$ kPa | Kopējais spiediens σ_c , kPa | Pret-spiediens U kPa | Konsolid. Koef. C_v m ² /gads | Ātrums mm/min | σ'_{3f} kPa | U_f kPa | ε_{1f} kPa | |
| 1 | 1,61 | 50,1 | 46,4 | 1,00 | 100 | 290 | 190 | 0,320 | 0,26 | 142 | 36 | 254 | 7,41 |
| 2 | 1,59 | 79,9 | 43,0 | 1,00 | 200 | 490 | 290 | 0,380 | 0,26 | 394 | 107 | 383 | 16,70 |
| 3 | 1,56 | 61,6 | 41,0 | 1,00 | 300 | 590 | 290 | 0,310 | 0,26 | 430 | 96 | 494 | 17,90 |

Augsti plastisks nedaudz smilšains māls (dziļums: no 25,0 m līdz 25,4 m).

$$\varphi = 37^{\circ}$$

$$c = 1,5 \text{ kPa}$$

Konsolidēti nedrenēta trīsasu izpētes parauga sabrukšana monolītam ar Nr. 1 ir attēlota 4.6. attēlā. Visu trīs paraugu sabrukšanas dati ir līdzīgi, kas norāda uz vienādu grunts sasaiti, bet grunts sasaiste ir tikai 1,5 kPa. Parauga konsolidācija arī norisinās samērā vienlīdzīgi visiem trīs paraugiem (skatīt 1. pielikuma 1. attēlu), bet Mora apļi ir nevienādi, kas liek autorei secināt pa traucētu monolīta struktūru (skatīt 1. pielikuma 2. attēlu).



4.6. attēls Parauga sabrukšanas dati SIA „UNICONE” 2008

Konsolidēti nedrenēta trīsasu izpēte monolītam ar Nr. 2 ir ļoti augsta grunts sasaiste (c) tā ir 189,1 kPa. Grunts blīvums ir liels visiem trīs paraugiem $2,14 \text{ t/m}^3$ (tonnas uz kubikmetriem) un $2,13 \text{ t/m}^3$ (tonnas uz kubikmetriem). Tas tādēļ, ka paraugs ir zemas plasticitātes, ļoti smilšains māls, kas labi sablīvējas. Vertikālā deformācija (ϵ) ir zema pirmajam paraugam, tā ir 6,79 %, tas tādēļ, ka paraugs ir smilšains māls, kas labi izspiež no kapilāriem ūdeni. Kā rezultāta vertikāla deformācija ir zema. Abiem pārējiem paraugiem vertikāla deformācija ir vienāda (skatīt 4.10. tabulu).

4.9. tabula

Konsolidēta nedrenēta trīsasu izpēte monolītam Nr. 2 (autores dati)

| Parauga izmēri | | | | | | |
|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Parau- ga Nr. | Sākuma dati | | | | Beigu dati | |
| | Diametrs d_o , mm | Augst. h_o , mm | Laukums A_o , mm ² | Apjoms V_o , cm ³ | Diametrs d_f , mm | Augst. h_f , mm |
| 1 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 36,3 | 75,5 |
| 2 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 36,4 | 74,5 |
| 3 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 36,4 | 74,5 |

Zemas plasticitātes ļoti smilšains māls (dziļums: no 35,6 m līdz 36,0 m).

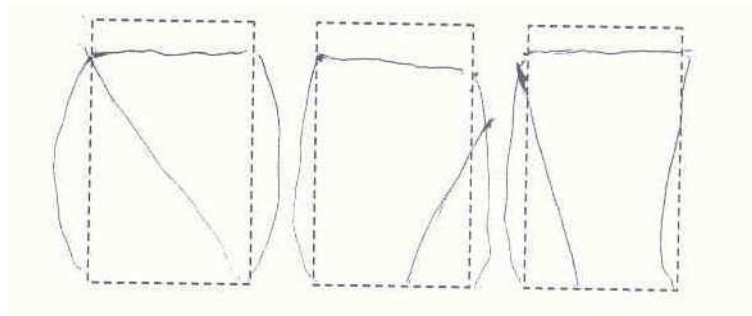
Konsolidēta nedrenēta trīssasu izpētes aprēķini monolītam Nr. 2 (autores dati)

| Pa- rau- ga Nr. | Grunts blīvums ρ_o t/m^3 | Mitrums dabīgais w_o % | Mitrums pēc izpētes w_f % | Poru Spiediena Koef. B | Konsolidācija | | | | Sabrukšanas dati | | | | |
|--------------------------|--|-----------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------|--|--------------------------------|--|------------------|-----------------------|--------------|------------------------|----------------------|
| | | | | | $\sigma'_{v,}$ kPa | Kopējais spiediens σ_c kPa | Pret- spiediens U kPa | Konsoli. koeficients C_v $m^2/gads$ | Ātrums mm/min | σ'_{3f} kPa | U_f kPa | ϵ_{1f} kPa | Vert. defor. % |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2,14 | 13,9 | 12,0 | 1,00 | 370 | 180 | 190 | 0,290 | 0,25 | 1196 | 243 | 127 | 6,79 |
| 2 | 2,14 | 14,3 | 16,1 | 1,00 | 720 | 810 | 90 | 0,250 | 0,25 | 2106 | 629 | 181 | 8,02 |
| 3 | 2,13 | 14,3 | 13,7 | 1,00 | 550 | 360 | 190 | 0,280 | 0,25 | 1237 | 332 | 228 | 8,02 |

Zemas plasticitātes ļoti smilšains māls (dziļums: no 35,6 m līdz 36,0 m).

$$\begin{aligned}\varphi &= 25^\circ \\ c &= 189 \text{ kPa}\end{aligned}$$

Konsolidēti nedrenēta trīssasu izpētes parauga sabrukšana monolītam ar Nr. 2 ir attēlota 4.7. attēlā. Paraugšs ir zemas plasticitātes, ļoti smilšains māls, kuram ir augsta grunts sasaiste, bet nav izturīgs pret spiedienu, jo paraugi lūzt. Divu paraugi lūzt uz vienu pusi, bet viens uz otru pusi, tas tādēļ, ka grunts struktūra nav vienāda (skatīt 2. pielikuma 2. attēlu). Pirmajam paraugam konsolidācija norisinās ilgāk nekā pārējiem diviem paraugiem, tas tādēļ, ka monolīts bija ar neviendabīgu struktūru (skatīt 2. pielikumu 1.attēlu).



4.7. attēls Parauga sabrukšanas dati SIA „UNICONE” 2008

Konsolidēti nedrenēta trīssasu izpēte monolītam ar Nr. 3 ir zema grunts sasaiste (c) tā ir 37,8 kPa. Monolīta grunts blīvums ir $1,65 t/m^3$ (tonnas uz kubikmetru), bet augsts grunts mitrums (w) 46,5 %. Kas liek domāt, ka monolīts ir iegūts mitrākā vietā (dziļums no 28,5m līdz 29,3m). Paraugšs ļoti slikti atdod ūdeni, jo arī pēc parauga izpētes saglabājies mitrums vairāk kā 30 % (skatīt 4.12. tabulu). Grunts ir augsti plastiski, smilšaini putekļi, kuros ir labi redzama vertikālā deformācija (skatīt 4.12. tabulu). Grunts leņķis φ ir 34° , kas labi ir redzams Mora apļos (skatīt 3. pielikuma 2. attēlu), jo grunts sasaiste ir 37,8 kPa, bet ir samēra augsta vertikāla deformācija, jo grunts ir plastiska, kas viegli deformējas (skatīt 4.11. tabulu).

Konsolidēta nedrenēta trīsasu izpēte monolītam Nr. 3 (autores dati)

| Parauga izmēri | | | | | | |
|----------------|------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------|
| Parauga Nr. | Sākuma dati | | | | Beigu dati | |
| | Diametrs d_o , mm | Augst. h_o , mm | Laukums A_o , mm ² | Apjoms V_o , cm ³ | Diametrs d_i , mm | Augst. h_i , mm |
| 1 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 38,5 | 67,0 |
| 2 | 35,0 | 81,0 | 960,0 | 77,8 | 38,5 | 67,0 |
| 3 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 39,7 | 65,0 |

Augsti plastiski smilšaini putekļi (dziļums: no 28,5 m līdz 29,3 m).

Konsolidēta nedrenēta trīsasu izpētes aprēķini monolītam Nr. 3 (autores dati)

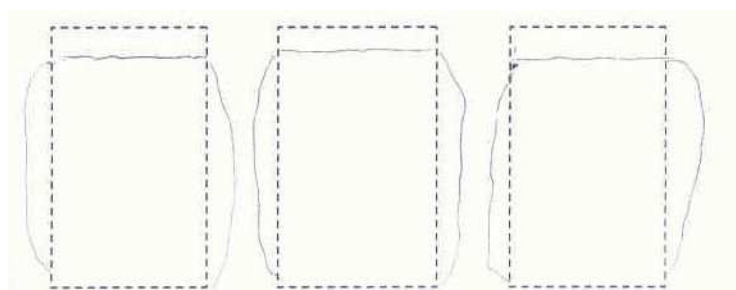
| Parauga Nr. | Grunts blīvums ρ_o , t/m ³ | Mitrums dabīgais w_o , % | Mitrums pēc izpētes w_f , % | Poru spiediena koef. B | Konsolidācija | | | | Sabrukšanas dati | | | | |
|-------------|---|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|--|--------------------------|--|------------------------|----------------------|-------------|--------------------------|--------------------|
| | | | | | σ'_{v_s} , kPa | Kopējais spiediens σ_c , kPa | Pret-spiediens U, kPa | Konsoli. koeficients C_v , m ² /gads | Bīdes ātrums mm/min | σ'_{3f} , kPa | U_f , kPa | ε_{1f} , kPa | Vert. deform. % |
| 1 | 1,65 | 45,1 | 38,2 | 1,00 | 200 | 390 | 190 | 0,150 | 0,1 | 355 | 61 | 329 | 17,28 |
| 2 | 1,65 | 46,5 | 34,8 | 1,00 | 400 | 590 | 190 | 0,160 | 0,1 | 685 | 155 | 435 | 17,28 |
| 3 | 1,64 | 47,2 | 34,8 | 1,00 | 100 | 390 | 290 | 0,150 | 0,1 | 537 | 112 | 278 | 19,75 |

Augsti plastiski smilšaini putekļi (dziļums: no 28,5 m līdz 29,3 m).

$$\varphi = 34^\circ$$

$$c = 37,8 \text{ kPa}$$

Konsolidēti nedrenēta trīsasu izpētes parauga sabrukšana monolītam ar Nr. 3 ir attēlota 4.8 attēlā. Paraugi deformējas ar padsmiņu grādu slīpumu (skatīt 4.12. tabulu). Paraugi konsolidējas vienmērīgi (skatīt 3. pielikuma 1. attēlu), jo grunts struktūra ir viendabīga un monolītam ir netraucēta struktūra.



4.8. attēls Paraugu sabrukšanas dati SIA „UNICONE” 2008

Konsolidēti nedrenēta trīsasu izpēte monolītam ar Nr.4 ir augsta grunts sasaiste (c) ir 182 kPa. Grunts blīvums paraugiem ir no 2,16 t/m³ līdz 2,23 t/m³ (tonnas uz kubikmetru) grunts ir zemas plasticitātes, nedaudz smilšains, nedaudz grantains māls. Diviem izpētes paraugiem ir

zemas vertikālas deformācijas leņķis ir no 5,5 % un 5,6 %, kas norāda uz stipru gruntis, jo arī pēc konsolidācijas un bīdes paraugu augstums bija nedaudz mainījies no 81,00 mm uz 73,00 mm izmaiņas ir ļoti mazas (skatīt 4.14. tabulu). Tas norāda, ka grunts ir stabila un konsolidācijas koeficients gadā ($m^2/gadā$) ir no 0,090 $m^2/gadā$ līdz 0,120 $m^2/gadā$ un grunts leņķis φ ir 17° .

4.13. tabula

Konsolidēta nedrenēta trīssasu izpēte monolītam Nr. 4 (autores dati)

| Parauga izmēri | | | | | | |
|----------------|---------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|
| Parauga Nr. | Sākuma dati | | | | Beigu dati | |
| | Diametrs d_o , mm | Augst. h_o , mm | Laukums A_o , mm ² | Apjoms V_o , cm ³ | Diametrs d_f , mm | Augst. h_f , mm |
| 1 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 36,0 | 73,0 |
| 2 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 36,0 | 76,5 |
| 3 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 38,9 | 65,5 |

Zemas plasticitātes, nedaudz smilšains, nedaudz grantains māls (dziļums: no 33,5 m līdz 33,8 m).

4.14. tabula

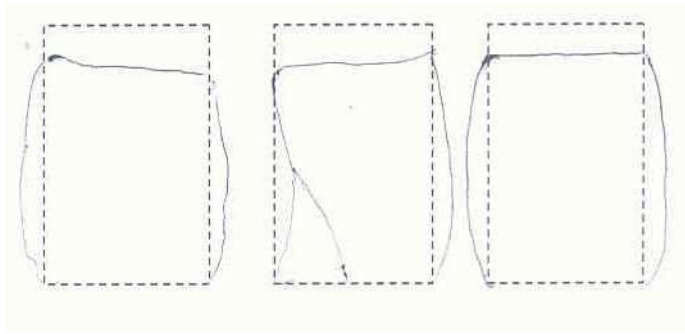
Konsolidēta nedrenēta trīssasu izpētes aprēķini monolītam Nr. 4 (autores dati)

| Parauga Nr. | Grunts blīvums ρ_o , t/m ³ | Mitrums dabīgais w_o , % | Mitrums pēc izpētes w_f , % | Poru spiediena Koef. B | Konsolidācija | | | | Sabrukšanas dati | | | | |
|-------------|--|----------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------------------|----------------------|---|------------------|----------------------|----------------------|-------------|----------------------------------|
| | | | | | σ'_v , kPa | Kopējais spiediens σ'_c , kPa | Pretspiediens U, kPa | Konsoli. koeficients C_v , m ² /gads | Ātrums, mm/min | σ'_{1f} , kPa | σ'_{3f} , kPa | U_f , kPa | Vert. deform. σ'_{1f} , % |
| 1 | 2,15 | 12,0 | 10,0 | 1,00 | 300 | 490 | 190 | 0,110 | 0,09 | 1039 | 271 | 219 | 5,55 |
| 2 | 2,23 | 10,6 | 8,4 | 1,00 | 600 | 790 | 190 | 0,120 | 0,09 | 1277 | 439 | 351 | 5,56 |
| 3 | 2,16 | 11,8 | 9,7 | 1,00 | 150 | 340 | 190 | 0,090 | 0,09 | 836 | 211 | 129 | 19,14 |

Zemas plasticitātes, nedaudz smilšains, nedaudz grantains māls (dziļums: no 33,5 m līdz 33,8 m).

$$\begin{aligned} \varphi &= 17^{\circ} \\ c &= 182 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Konsolidēti nedrenēta trīssasu izpētes parauga sabrukšana monolītam ar Nr. 4 ir attēlota 4.9. attēlā. Parauga sabrukšana diviem paraugiem ir vienāda, jo konsolidējas vienādi (skatīt 4.1. pielikumu), bet trešais paraugs lūzt, jo grunts struktūra ir nevienāda, ko labi var saskatīt Mora apļos (skatīt 4. pielikumu 2. attēlu).



4.9. attēls Parauga sabrukšanas dati SIA „UNICONE” 2008

Konsolidēti nedrenēta trīsasu izpēte monolītam ar Nr. 5 ir augsta grunts sasaiste (c) tā ir 107,3 kPa. Tas izskaidrojams ar to, ka smilšakmenim pašam jau no sevis ir laba grunšu sasaiste. Grunts blīvums: nevienmērīgi vāji cementētām smilšakmenim ir 1,97 t/m³ (tonnas uz kubikmetru). Vertikāla deformācija liela (skatīt 4.16. tabulu). Nevienmērīgi vāji cementēts smilšakmens tiek bīdīts ar minimālo ātrumu, kas tiek aprēķināts pēc konsolidāciju līknēm (skatīt 5.pielikuma 1. attēlu) un konsolidācijas koeficients ir liels.

4.15. tabula

Konsolidēta nedrenēta trīsasu izpēte monolītam Nr. 5 (autores dati)

| Parauga izmēri | | | | | | |
|----------------|------------------------------|----------------------------|--|---|------------------------------|----------------------------|
| Parauga Nr. | Sākuma dati | | | | Beigu dati | |
| | Diametrs d _o , mm | Augst. h _o , mm | Laukums A _o , mm ² | Apjoms V _o , cm ³ | Diametrs d _f , mm | Augst. h _f , mm |
| 1 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 37,0 | 72,5 |
| 2 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 36,8 | 73,0 |
| 3 | 35,0 | 81,0 | 962,1 | 77,9 | 38,78 | 66,0 |

Nevienmērīgi vāji cementēts smilšakmens (dziļums: no 39,7 m līdz 40,1 m).

4.16. tabula

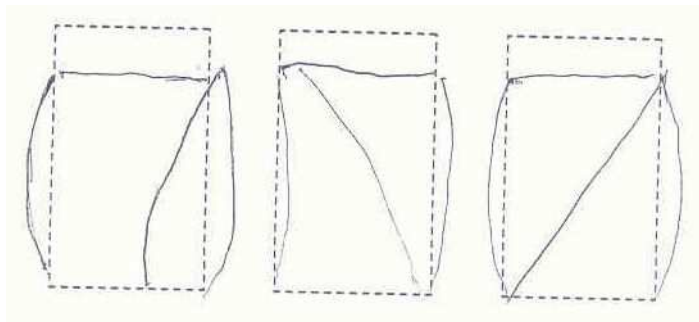
Konsolidēta nedrenēta trīsasu izpētes aprēķini monolītam Nr. 5 (autores dati)

| Parauga Nr. | Grunts blīvums ρ _o , t/m ³ | Mitrums dabīgais w _o , % | Mitrums pēc izpētes w _f , % | Poru spiediena koef. B | Konsolidācija | | | | Sabrukšanas dati | | | |
|-------------|--|-------------------------------------|--|------------------------|-----------------------|---|-----------------------|--|------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| | | | | | σ' _v , kPa | Kopējais spiediens σ _c , kPa | Pret-spiediens U, kPa | Konsoli. koeficients C _v , m ² /gads | Ātrums, mm/min | σ' _{3f} , kPa | U _f , kPa | Vert. deform. ε _{1f} , % |
| 1 | 1,97 | 22,3 | 19,2 | 1,00 | 380 | 570 | 190 | 0,680 | 0,5 | 352 | 218 | 10,49 |
| 2 | 1,96 | 20,8 | 19,6 | 1,00 | 760 | 850 | 90 | 0,790 | 0,5 | 498 | 352 | 9,88 |
| 3 | 1,97 | 22,4 | 20,2 | 1,00 | 190 | 380 | 190 | 0,650 | 0,5 | 266 | 114 | 18,52 |

Nevienmērīgi vāji cementēts smilšakmens (dziļums: no 39,7 m līdz 40,1 m).

$$\begin{aligned}\varphi &= 26^\circ \\ c &= 107,3 \text{ kPa}\end{aligned}$$

Konsolidēti nedrenēta trīsasu izpētes parauga sabrukšana monolītam ar Nr. 5 ir attēlota 4.10. attēlā. Monolīta struktūra ir neviendabīga, kas ir novērojama arī konsolidāciju līknēs, paraugs konsolidējas nevienmērīgi (skatīt 5. pielikuma 1. attēlu). Paraugi deformējas un lūzt, kas liek autorei secināt par neviendabīgu grunts struktūru noteiktajā dziļumā.



4.10. attēls Parauga sabrukšanas dati SIA „UNICONE” 2008

5. DISKUSIJA

Katrai laboratorijas pētījumu metodei ir noteikta sava kārtība, kādā secībā ir veicami pētījumi, ja ir nepietiekošs parauga lielums (Holtz, 1981).

Latvijas standarti, pēc kuriem ir veicamas laboratoriju metodes ir nepilnīgas un neprecīzi tulkotas. Standartos ir minētas formulas, bet nav precīzi norādīts, kā veicama pati metode. Tāpat autore uzsver, ka Latvijas standarti ir neprecīzi tulkoti no Eiropas standartiem, kā piemēru minot: Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā - 12. daļa Alterberga robežu noteikšana (LVS CEN ISO/TS 17892-12). Jāatzīmē, ka Aterberga robežas noteikšanas metode ir kļūdaini tulkota kā Alterberga robežas noteikšana, jo Eiropas standartos ir Atterberga robežas noteikšana. Autore ir saskārusies arī ar citiem neprecīziem tulkojumiem citos standartos, kā, piemēram, inženierģeoloģiskajās laboratorijās jau tiek testēta grunts, ne augsne, bet Latvijas standartos ir rakstīts augsnes testēšana.

Svarīgi ir apgūt un zināt inženierģeoloģisko laboratoriju procedūras un analīžu izpildes secīgumu – ko nepārzina ne pasūtītājs, ne arī to apraksta standarti. Te autorei ir noteikts savs viedoklis, kādā secībā būtu jāveic laboratoriju metodes, kas tika apskatīta pirmajā nodaļā.

Reālajā laboratorijas darbā tieši laboratorijas speciālistam ir jānovērtē, vai no atvestā parauga daudzuma ir iespējams veikt nepieciešamo laboratoriju metodi, kādu ir pasūtījis pasūtītājs, ja parauga daudzums nepietiek, tad laboratoriju vadītājam izvēlas metodi. Šī ir metode, kurai ir nepieciešamas labas zināšanas analīžu veikšanas nosacījumos, kā arī pastāv iespējas tos vai citus rezultātu savstarpēji aizstāt ar matemātiskiem aprēķiniem, ja nepietiek materiāla.

Dažādo grunts laboratorisko testu savstarpējam salīdzinājuma ir izmantots viens no pašiem darbietilpīgākajiem un sarežģītākajiem grunts testu veidiem – trīsasu pārbaude. Svarīgi, ka tas ir ne tikai ļoti sarežģīts, bet prasa no izpildītāja īpašu rūpību un akurātumu, nereti arī pacietību, jo tā izpilde var ilgt vairākas diennaktis. Toties iegūtie rezultāti ir ļoti kvalitatīvi. Svarīgi, ka tikai šādā veidā var iegūt tādus grunts īpašības raksturīgos lielumus kā - iekšējos berzes leņķus, grunts sasaisti un vertikālo deformāciju (Fatherre, 2006).

SECINĀJUMI

Veiktais pētījums bakalaura darba autorei ļāva izdarīt vairākus secinājumus, kas attiecināmi gan uz inženierģeoloģisko laboratorijas pētījumu metožu izvēli, gan uz realizācijas apstākļiem. Daļa no tiem ļauj piedāvāt arī vairākas rekomendācijas, kas attiecas uz nepieciešamajiem papildinājumiem un skaidrojumiem tajos Latvijas standartos, kas reglamentē vērtētās pētījumu metodes, kuras tiek lietotas inženierģeoloģiskajās laboratorijās. Autore kā galvenos secinājumus min:

- Pētījums norāda, ka nav iespējams kādu no standartizētām metodēm uzskatīt par labāku, pareizāku vai precīzāku – tās visas ļauj iegūt kvalitatīvus rezultātus;
- Strādājot inženierģeoloģiskajā laboratorijā autore ir apguvusi vairāk kā desmitu laboratoriju metodes, un ir noteikusi tos realizācijas apstākļus, bakalaura darbā ir aprakstīti arī daži piemēri kā ir veicamas noteiktas laboratoriju metodes;
- No izmantojamo laboratorijas metožu klāsta kā pilnīgākā ir izceļama trīsasu izpētes pārbaudes – tās ļauj noteikt grunts īpašības iespējami dabiskas grunts apstākļos, tā ir arī viena no sarežģītākajām laboratorijas metodēm;
- Trīsasu izpētes rezultāti ir atkarīgi no monolītu struktūras un tā kvalitātes, bet kā otrs nosakošais elements tiek izcelts, cik pareizi ir uzlikts paraugs uz trīsasu izpētes aparāta, kas ne vienmēr ir vienkārši realizējams, un šajā gadījumā ir nepieciešamas iemaņas, kas tiek uzkrātas laika gaitā.

Balstoties uz personisko pieredzi strādājot laboratorijā, kā arī izstrādājot bakalaura pētījumu autore rekomendē papildināt tos Latvijas standartus, kas reglamentē inženierģeoloģiskajās laboratorijās izmantojamās pētījumu metodes ar papildus skaidrojumiem par to lietošanu. Pēc autores domām apskatāmai standartu grupai ir nepieciešami plašāki skaidrojumi un piemēru analīzes, kas izslēgtu visai atšķirīgu laboratoriju darbu, kā arī atvieglotu iegūto datu interpretāciju atbilstoši citu valstu standartiem. Autore labprātāk strādāt ar Britu un Amerikas Standartiem, jo tie ir pilnvērtīgāki izskaidroti kā ir veicama noteiktā laboratoriju metode, kā arī norāda kādām gruntīm ir ieteicams veikt šo laboratorijas metodi.

PATEICĪBA

Autore izsaka pateicību par atbalstu pētījuma veikšanai darba vadītājam prof., Dr. Ģeol. Valdim Segliņam, īpaši SIA „UNICONE” laboratorijas darbiniekiem: Jevgēņijam Okuncovam, Svetlanai Terentjevai, Allai Barinovai, Tatjanai Birjukovai, Anitai Kuškei un Larisai Olichovičai par pacietību apmācot autori veikt inženierģeoloģisko laboratorijas pētījumus.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Publicētā literatūra

1. Annual book of ASTM standarts, section 4 Construction, 1996, American Society for testing and materials, 970 p.
2. Annual book of ASTM standarts, section 4 Construction, 1997, American Society for testing and materials, 970 p.
3. Fatherree B. H. 2006, The History of Geotechnical Engineering at the Waterways Experiment Station 1932-2000, U.S. Army Engineer Research and Development Center Vicksburg, Mississippi, 268 p.
4. Holtz, R.D. and Kovacs, W.D. 1981, An Introduction to Geotechnical Engineering, Prentice Hall. (Chapter 5), 733 p.
5. O'Neill M. and Murchison J.M. 1983, Evaluation of P-y Relationships in Cohesionless Soils, Research Report No. GT-DF02-83 Department of Civil Engineering, University of Houston, Houston, 265 p.
6. Venska V. 1995, Latvijas daba 2. sējums. Preses nams. Rīga, 255 lpp.
7. Чановский Е.Г. 1975, Лабораторие работы по грунтоведению и механике грунтов, Недра, Москва, 303 с.

Nepublicētā literatūra

1. Зобена А.Я. 1965, Инженерно – геологическая характеристика территории Латвийской ССР, Рига, дисертацыя, 472 с.

Izmantotie standarti un citi normatīvie dokumenti

1. Augsnes kvalitāte. Sausa augšnes parauga blīvuma noteikšana LVS ISO 11272:1998. Latvijas standarts, 14 lpp.
2. British Standard Methods of test for: Soils for civil engineering purposes BS 1377. (1990) Part 1. General requirements and sample preparation. British standards institution, 25 p.
3. British Standard Methods of test for: Soils for civil engineering purposes BS 1377. (1990) Part 2. Classification tests. British standards institution, 62 p
4. British Standard Methods of test for: Soils for civil engineering purposes BS 1377. (1990) Part 5. Compressibility, permeability and durability tests. British standards institution, 40 p.
5. British Standard Methods of test for: Soils for civil engineering purposes BS 1377. (1990) Part 7. Shear strength tests (total stress). British standards institution, 48 p.

6. British Standard Methods of test for: Soils for civil engineering purposes BS 1377. (1990) Part 8. Shear strength tests (effective stress). British standards institution, 28 p.
7. Būvniecība. Grunts. Klasifikācija. LVS 437. Latvijas standarts, 11 lpp.
8. Grunts kvalitāte. Minerālo grunts materiālu granulometriskā sastāva noteikšana. Sijāšanas un sedimentācijas metode. LVS ISO 11277. Latvijas standarti, 39 lpp.
9. Minerālo materiālu ģeometrisko īpašību testēšana. 1. daļa: Daļiņu izmēru sadalījuma noteikšana. Sijāšanas metode, LVS EN 933-1:1997. Latvijas standarti, 12 lpp.
10. Minerālmateriālu mehānisko un fizikālo īpašību testēšana. 4. daļa: Sausa sablīvēta aizpildītāja porainības noteikšana LVS EN 1097-4. Latvijas standarti, 12 lpp.
11. Minerālo materiālu mehānisko un fizikālo īpašību testēšana. 5. daļa: Ūdens saturs noteikšana žāvējot ventilējamā krāsnī LVS EN 1097-5:1999. Latvijas standarti, 11 lpp.
12. Minerālo materiālu mehānisko un fizikālo īpašību testēšana. 7. daļa : Aizpildītāja daļiņu blīvuma noteikšana. Piknometra metode LVS EN 1097-7:1999. Latvijas standarti, 11 lpp.
13. Minerālo materiālu ģeometrisko īpašību testēšana. 9. daļa: Smalko daļiņu novērtēšana. Metilēnzilā tests LVS EN 933-9:1998, Latvijas standarti, 14 lpp.
14. Ģeotehniskā izpēte un testēšana. Augsnes identifikācija un klasifikācija. 2. daļa: Klasifikācijas principi LVS EN ISO 14688-2. Latvijas standarti, 15 lpp.
15. Ģeotehniskā izpēte un testēšana. Augsnes testēšana laboratorijā. 1. daļa: Ūdens saturs noteikšana LVS CEN ISO/TS 17892-1. Latvijas standarti, 10 lpp.
16. Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā - 2.daļa: Smalki granulētas augšņu blīvuma noteikšana LVS CEN ISO/TS 17892-2. Latvijas standarti, 15 lpp.
17. Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā - 3.daļa: Daļiņu blīvuma noteikšana - Piknometra metode LVS CEN ISO/TS 17892-3. Latvijas standarti, 11 lpp.
18. Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā - 4.daļa: Granulometriskā sastāva noteikšana LVS CEN ISO/TS 17892-4. Latvijas standarti, 30 lpp.
19. Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā. 5. daļa: Oedometra tests ar augošu slodzi LVS CEN ISO/TS 17892-5. Latvijas standarti, 30 lpp.
20. Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā. 6. daļa: Tests ar krītošu konusu LVS CEN ISO/TS 17892-6. Latvijas standarti, 12 lpp.
21. Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā. 7. daļa: Smalki granulētu augšņu tests ar neierobežotu saspiešanu LVS CEN ISO/TS 17892-7. Latvijas standarti, 12 lpp.
22. Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā. 8. daļa: Neatūdeņotu, nesablīvējušos paraugu triaksiālais tests LVS CEN ISO/TS 17892-8. Latvijas standarti, 13 lpp.

23. Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā. 9. daļa: Ar ūdeni piesātinātu sablīvējošos augšņu triaksiālie saspiešanas testi LVS CEN ISO/TS 17892-9. Latvijas standarti, 24 lpp.
- 24 Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā - 10.daļa: Tiešās bīdes testi LVS CEN ISO/TS 17892-10. Latvijas standarti, 16 lpp.
- 25.Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā. 11. daļa: Caurlaidības noteikšana ar patstāvīgu un samazināšanos spiedaugstumu. LVS CEN ISO/TS 17892-11. Latvijas standarti, 20 lpp.
26. Ģeotehniskā izpēte un testēšana - Augsnes testēšana laboratorijā - 12.daļa: Alterberga robežu noteikšana LVS CEN ISO/TS 17892-12. Latvijas standarti, 11 lpp.
27. Testēšanas un kalibrēšanas laboratoriju kompetences vispārīgās prasības LVS EN ISO/IEC 17025. Latvijas standarti, 37 lpp.

Interneta avoti

<http://gsl.erd.c.usace.army.mil/gl-history> (skatīts 2007. gada 11. decembrī)

http://www.lvs.lv/lv/services/catalogue/catalogue_EP.html (skatīts 2007. gada 13 oktobrī)

<http://ngi.no/upload/1724/triaxial%20test.pdf> (skatīts 2008. gada 21. janvārī)

<http://physics.uwstout.edu/geo/sect6.htm> (skatīts 2008. gada 15. maijā)

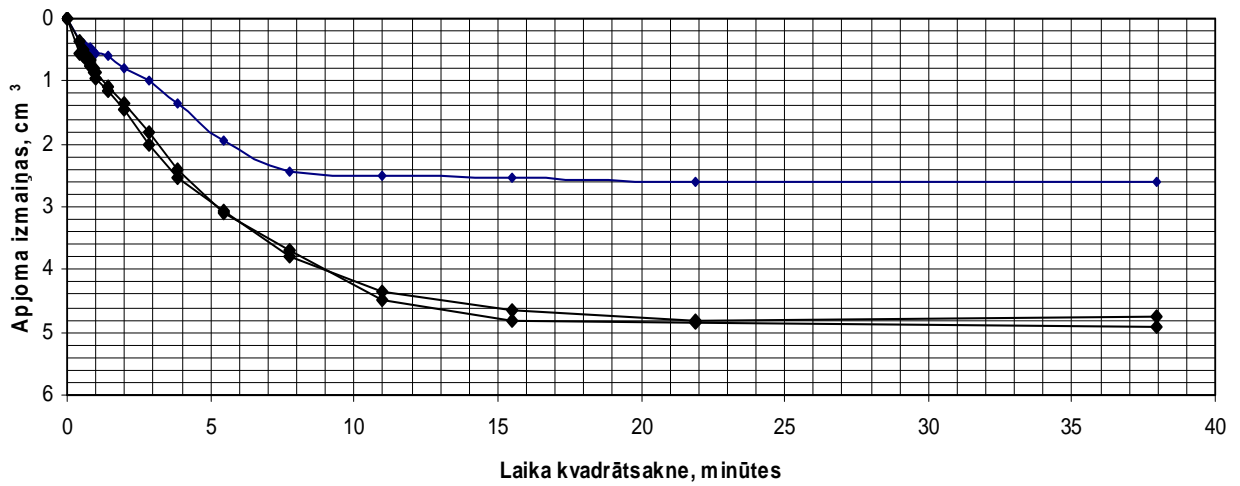
http://www-civ.eng.cam.ac.uk/geotech_new/people/bolton/mdb_pub/94_TR313.pdf (skatīts 2008. gada 24. februārī)

<http://environment.uwe.ac.uk/geocal/SoilMech> (skatīts 2008. gada 24. februārī)

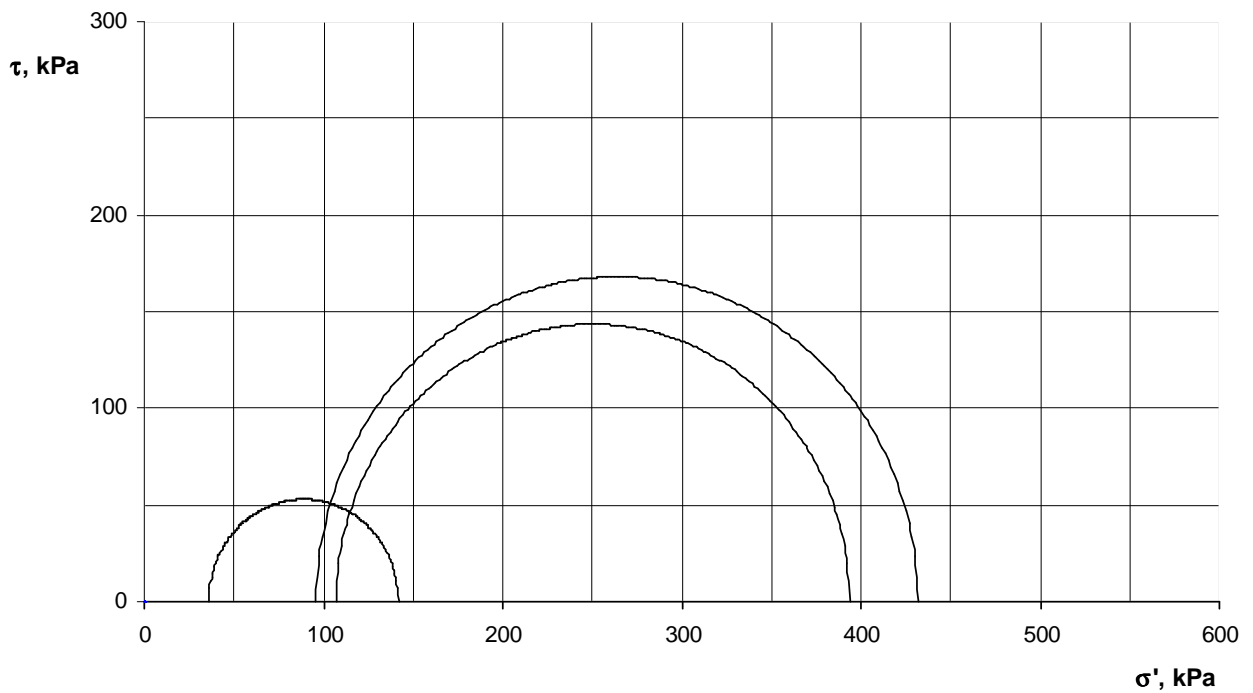
<http://www.ziemeļukoridors.lv/pages/gallery.php> (skatīts 2008. gada 10. maijā)

PIELIKUMS

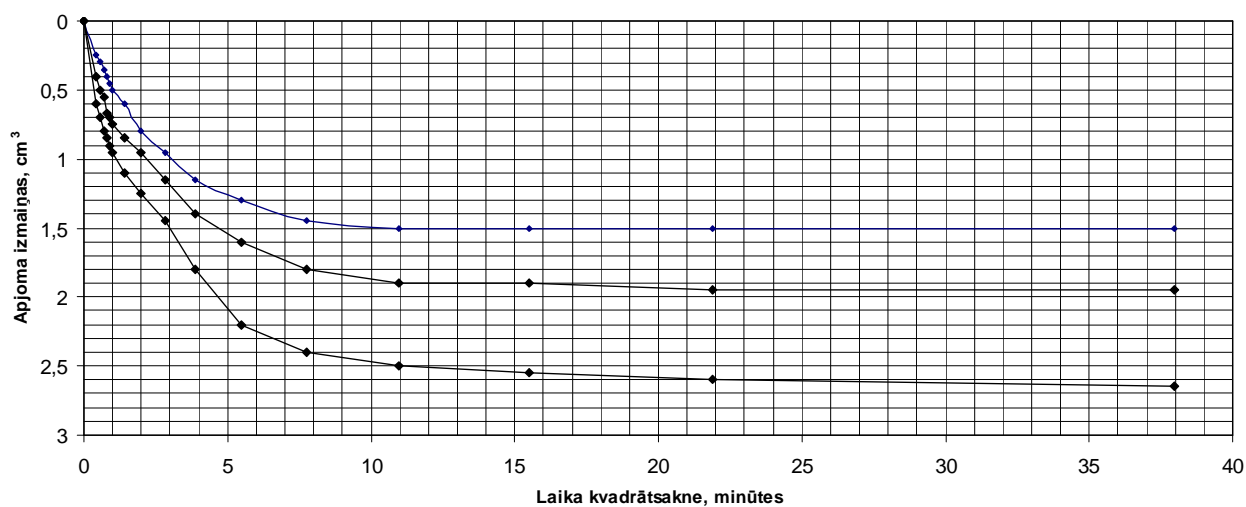
1. pielikums



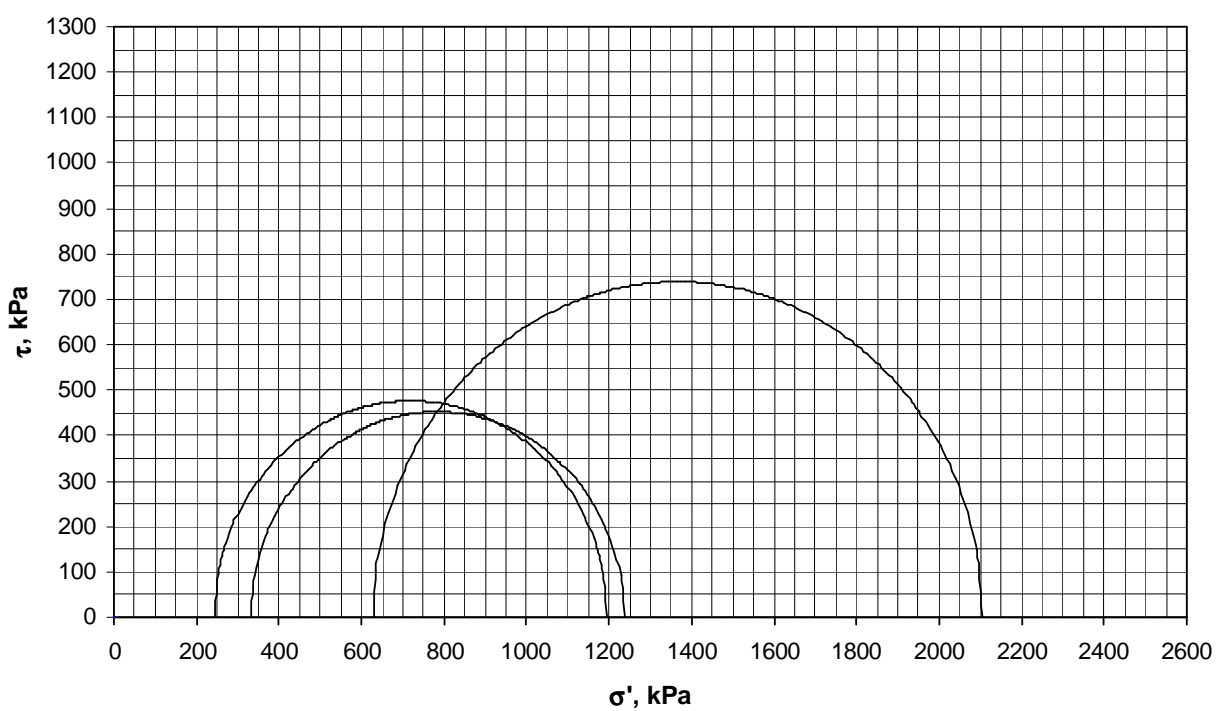
1. attēls Konsolidācija monolītam ar Nr. 1 SIA „UNICONE” 2008



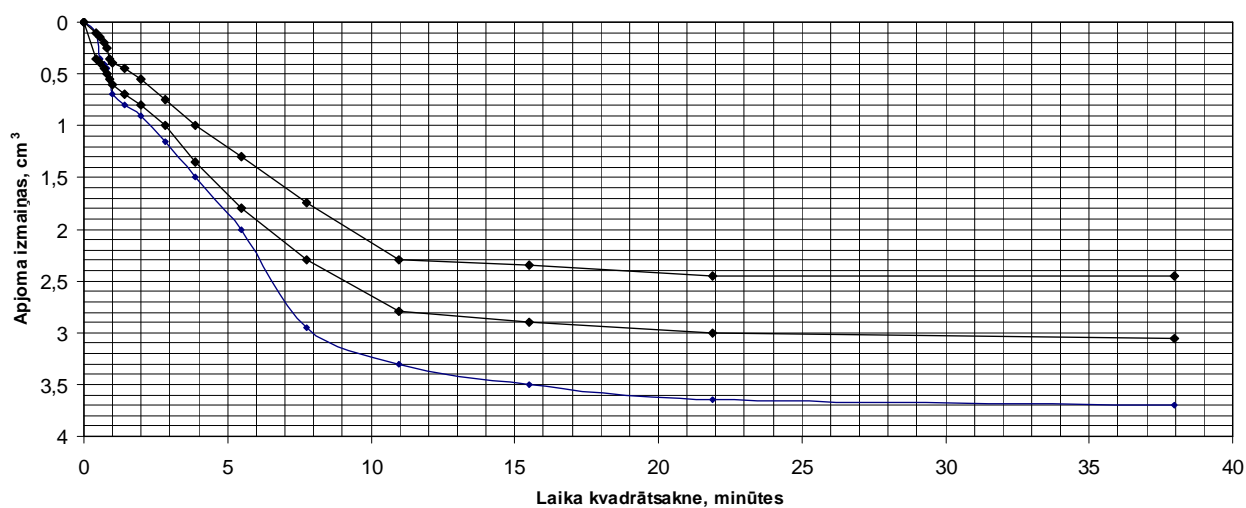
2. attēls Mora apli konsolidēti nedrenēti trīsasu izpēta monolīta ar Nr.1 SIA „UNICONE” 2008



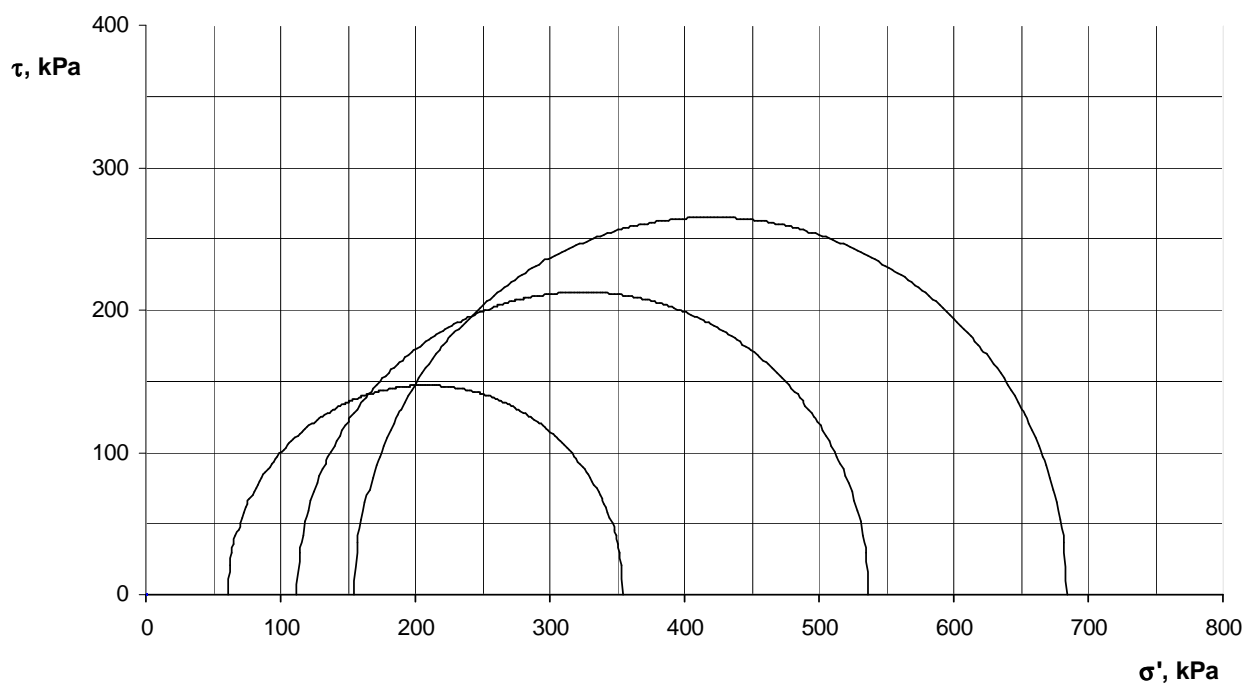
1. attēls Konsolidācijas līknes monolītam ar Nr. 2 SIA „UNICONE” 2008



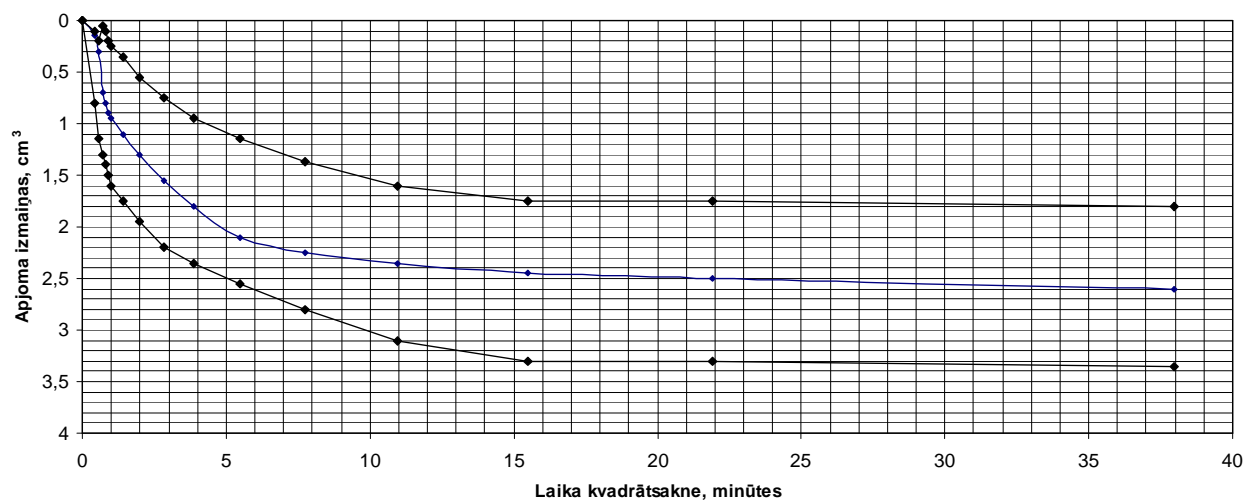
2. attēls Mora apli konsolidēti nedrenēti trīsasu izpēta monolīta ar Nr.2 SIA „UNICONE” 2008



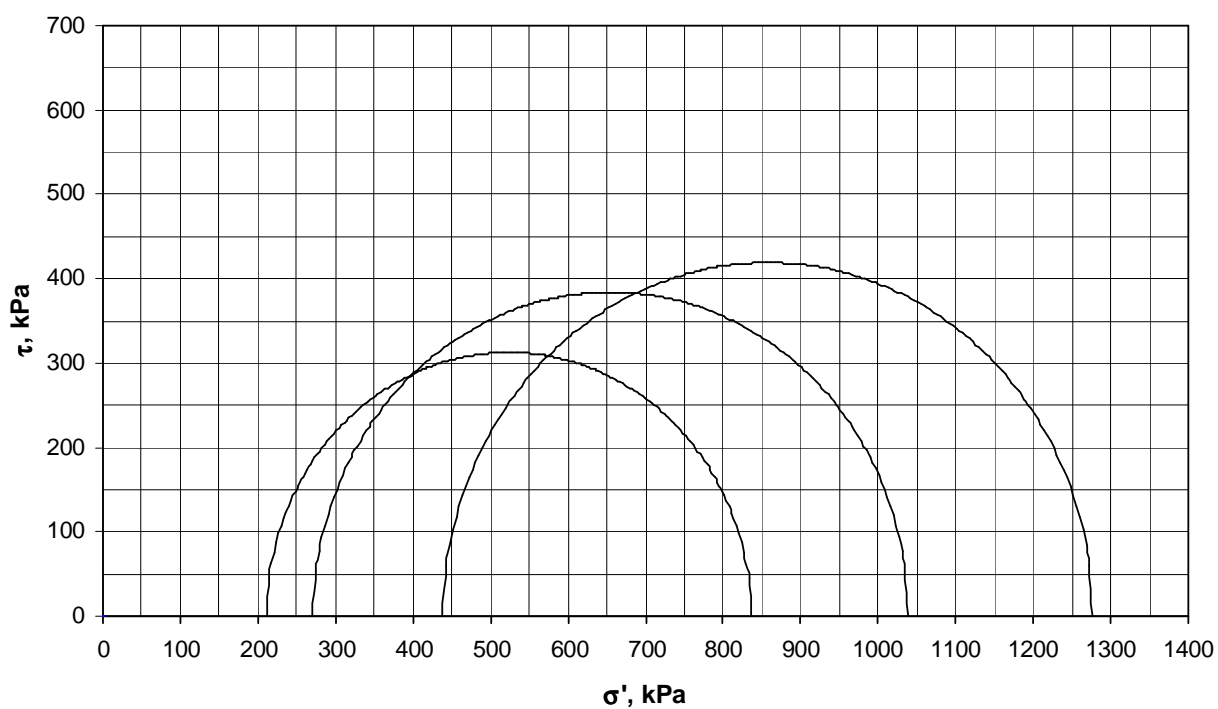
1. attēls Konsolidācijas līkne monolītam ar Nr. 3 SIA „UNICONE” 2008



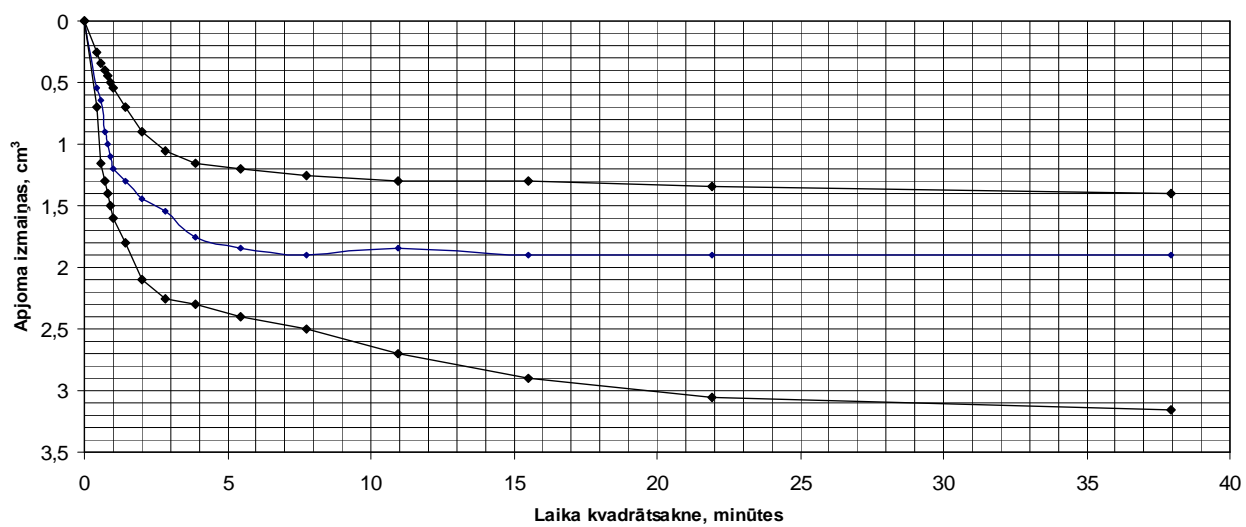
2. attēls Mora apļi konsolidēti nedrenēti trīsasu izpēta monolīta ar Nr.3 SIA „UNICONE” 2008



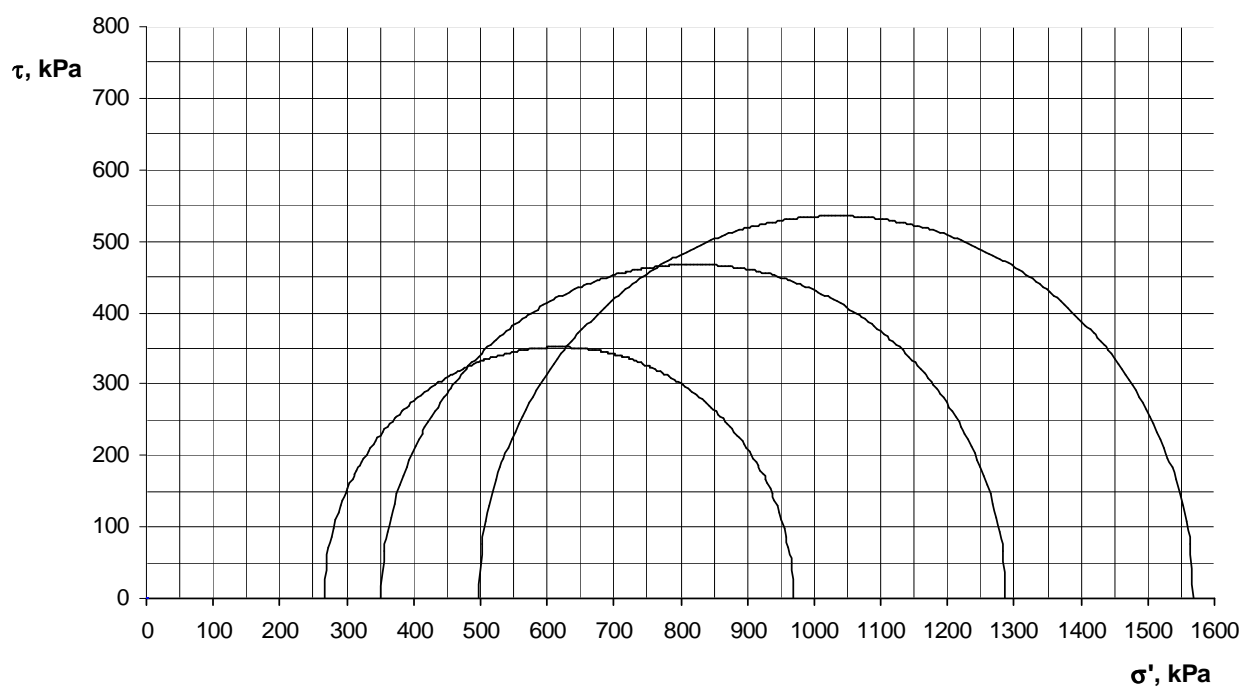
1. attēls Konsolidācijas līknes monolītam ar Nr. 4 SIA „UNICONE” 2008



2. attēls Mora apļi konsolidēti nedrenēti trīsasu izpēta monolīta ar Nr. 4 SIA „UNICONE” 2008



1. attēls Konsolidācijas līknes monolītam ar Nr. 5 SIA „UNICONE” 2008



2. attēls Mora apli konsolidēti nedrenēti trīsasu izpēta monolīta ar Nr. 4 SIA „UNICONE” 2008