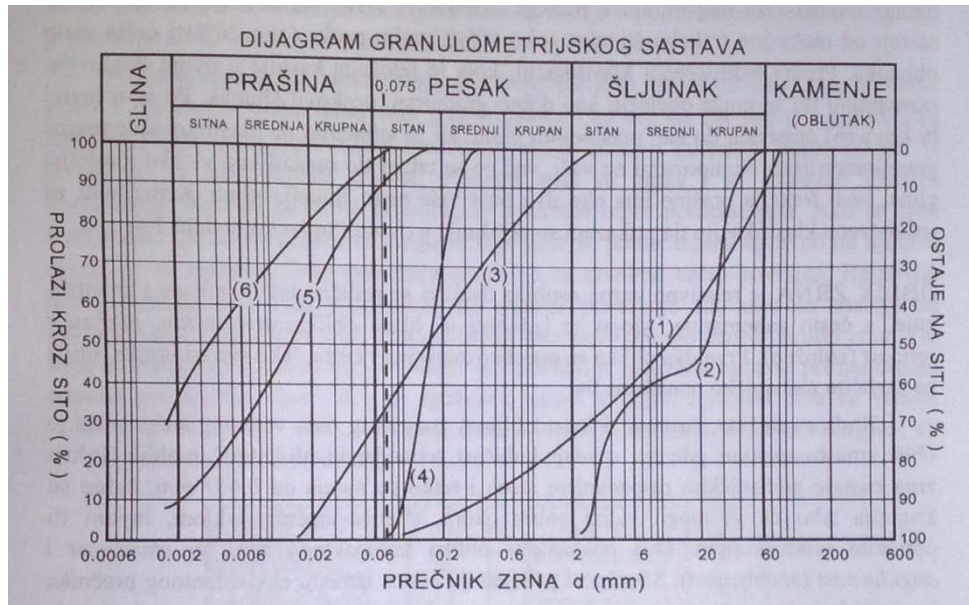


16. Granulometrijski sastav tla i metode određivanja.

Granulometrijski sastav je definisan krivom koja opisuje sadržaj zrna različite veličine izražen u procentima težine. Ovaj klasifikacioni sistem je jednostavan jer za definisanje graničnih veličina frakcija zrna, (šljunak, pesak, prašina), i njihovih relativnih veličina, (sitan, srednji, krupan), primenjuje samo brojeve 2 i 6, što se lako pamti. Međutim, realna tla se sastoje od mešavine raznih frakcija u različitim proporcijama, tako da se vrste tla, prema granulometrijskom sastavu, moraju preciznije razlikovati.



Zbog oblika mora se arbitramo definisati mera veličine zrna. Veličina zrna, koje se vide golim okom, tj. pesak i krupnija zrna, opisuje se "prečnikom" koji se pripisuje zrnima koje može da prođe kroz skup sita sa različitim otvorima kvadratnog oblika. "Prečnik", koji se pripisuje zrnima, je prečnik najveće kuglice, koja može da prođe kroz kvadratni otvor sita iste veličine kroz koji prolazi i zrnima.

Koriste se opiti sejanja (krupnija zrna), opiti hidrometrisanja i aerometrisanja.

17. Kombinovana metoda za određivanje granulometrijskog sastava tla.

18. Koeficijent uniformnosti, koeficijent zakrivljenosti.

Osim oblika granulometrijske krive, za opis krupnozrnog tla upotrebljavaju se i sledeći numerički pokazatelji:

d_{10} *Efektivna veličina zrna* predstavlja najveće zmo od kojeg je 10 % materijala u uzorku manje od ove veličine. Na analogan način se definiše i veličina d_{15} .

d_{60} *Srednja veličina zrna* se za neke statističke potrebe takođe upotrebljava za jedan od pokazatelja.

Koeficijent jednoličnosti ili koeficijent uniformnosti:

$$C_u = d_{60}/d_{10}$$

Ovo je jedan od pokazatelja varijabilnosti veličine zrna u granularnoj mešavini. Kaže se da je šljunak široko graduiran ako je $C_u > 4$, a pesak ako je $C_y > 6$. U tom slučaju tlo može biti dobro graduirano ako je ispunjen dopunski uslov izražen koeficijentom zakrivljenosti.

Koeficijent zakrivljenosti se koristi za bliže definisanje graduiranosti, a defnisan je izrazom:

$$C_z = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}}$$

Kaže se da tlo može biti dobro graduirano ako je $C_z = 1$ do 3.

19. Terenska identifikacija i klasifikacija krupnozrnog tla.

KRUPNOZRNO TLO se lako identifikuje na terenu jer su zrna dovoljno velika tako da se mogu prepoznati golim okom. Može se smatrati da je to veličina veća od 0.1 mm. Uzorak tla se razastre na ravnoj podlozi i proceni se učešće primesa sitnozrnih frakcija (ako ih ima), proceni se učešće zrna veličine do 2 mm, što su frakcije peska, a između 2 i 60 mm su frakcije šljunka. Pri tome se ima u vidu da pesak, odnosno šljunak može biti sitan, srednji i krupan. Osim učešća pojedinih frakcija na terenu se "od oka" proceni relativno učešće pojedinih frakcija, i uzorku se pripiše preliminarni klasifikacioni simbol prema jedinstvenoj klasifikaciji. Ako su sve veličine dobro zastupljene smatra se da je tlo dobro graduirano (W), a ako preovladava jedna do dve frakcije, onda je slabo graduiran (P). Ako preovladava jedna frakcija u vrlo uskom granulometrijskom području onda je tlo jednolično (U). Uz navođenje veličina zrna treba dati opis oblika i zaobljenosti zrna (loptast, kockast, pločast, ljuspast, valjkast, klinast, rogljast, polurogljast, poluzaobljen, zaobljen, sasvim zaobljen, pri čemu za frakcije peska i prašine za određivanje opisa oblika zrna može da posluži lupa na terenu, a u laboratoriji lupa i/ili optički mikroskop. Učešće primesa sitnozrnih frakcija ($d < 0.075$ mm) u krupnozrnomo tlu na terenu, osim "od oka", se može proceniti tako što se uzorak stavi u menzuru od jednog litra, napuni vodom i dobro izmeša. Čestice veće od 0.075 mm će se istaložiti iz suspenzije posle 20-30 sekundi dok će se sitnije čestice taložiti duže vreme.

20. Terenska identifikacija i klasifikacija sitnozrnog tla.

SITNOZRNO TLO sadrži više od 50% zrna koja se ne mogu prepoznati golim okom tako da se postupci terenske identifikacije i klasifikacije svode na jednostavne opite ispitivanjem reakcije na trešenje, plastičnosti valjčića, čvrstoće u suvom stanju i procenom sjaja svežeg preseka tla načinjenog sečivom pribora. Iskustvo omogućava da se sa manjim obimom ovih jednostavnih postupaka dobije preliminarni zadovoljavajući identifikacioni nalaz koji se naknadno konačno uobliči provođenjem odgovarajućeg broja laboratorijskih opita.

21. – 29. Jedinstveni klasifikacioni sistem za tla.

| PRIMARNA OZNAKA | | OPISNA OZNAKA | |
|---|------------------|----------------|-------------------------|
| Krupnozrna tla sa preko 50 % zrna većih od 0,075 mm | G (šljunak) | W | dobra |
| | S (pesak) | U | jednolična graduiranost |
| | | P | slaba |
| | | F | prašine primese |
| | | C | gline |
| Sitnozrna tla sa preko 50 % zrna manjih od 0,075 mm | M (prašina) | L | niska |
| | C (glina) | (I) | (srednja) plastičnost |
| | O (organsko tlo) | H | visoka |
| Vlaknasta struktura | | P _t | (treset) |

30. Svrha terenskih istraživanja.

Svrha geotehničkih istražnih radova je da se obezbede pouzdane informacije o tlu (ili steni) u području građenja. Cilj je da se odredi prostorni položaj (dubine, debljine i prostiranje) pojedinih slojeva tla i dubine nivoa podzemne vode i obezbediti podatke o inženjerskim osobinama, kao što su čvrstoća i deformabilnost tla i drugi pokazatelji ponašanja tla u prirodnim uslovima i u uslovima nastalim izgradnjom objekta.

31. Vrste terenskih istraživanja.

Istraživanja sa površine terena: prethodna geotehnička istraživanja, geofizička istraživanja (geoelektrične, seizmičke i metode pomoću radioaktivnih izotopa).

Dubinska istraživanja: sondažne jame, bunari, zaseci, potkopi, galerije, jame.

32. Dubinska istraživanja tla, uzimanje uzoraka iz bušotine.

Postoji niz metoda za izvođenje bušotina u tlu i steni, počev od bušenja sasvim lakim ručnim alatima do dubine od nekoliko metara u tlu, do složenih i teških mašina za bušenje u steni do dubine od nekoliko kilometara za potrebe istraživanja naftnih i drugih rudnih ležišta. U načelu, i sasvim orijentaciono, istražno bušenje se može opisati kao perkusiono, rotaciono i kombinovano, iako u takvoj gruboj podeli, postoji niz varijacija u vrsti opreme.

Uzorci se iz bušotine uzimaju koristeći određene alate predviđene za tu svrhu, najčešće su u obliku kocki, prizmi i cilindara. Kvalitet uzoraka direktno zavisi od načina uzimanja uzorka iz terena. Prema mogućnostima korišćenja uzoraka za pojedine vrste laboratorijskih ispitivanja mogu se razlikovati sledeće klase nivoa kvaliteta:

Klasa 1. Klasifikacija, vlažnost, zapreminska težina, jedinična težina, smičuća čvrstoća, edometarski opit.

Klasa 2. Klasifikacija, vlažnost, zapreminska težina.

Klasa 3. Klasifikacija i vlažnost.

Klasa 4. Samo klasifikacioni opiti.

33. Vrste uzoraka tla, uzimanje, pakovanje i transport.

Uzorci tla, prema kvalitetu mogu podeliti u dve glavne kategorije: poremećeni i neporemećeni. Kvalitet uzoraka direktno zavisi od načina uzimanja uzorka iz terena.

POREMEĆENI UZORCI tla imaju isti granulometrijski sastav kao i prirodno tlo iz kojeg su uzeti, ali im je struktura delimično ili potpuno narušena. Poremećeni uzorci se uglavnom koriste za terensku identifikaciju, laboratorijska klasifikaciona ispitivanja i opite zbijanja tla. Uzorci se jednostavno dobijaju iskopom iz sondažnih jama, bunara, galerija ili sa alata za bušenje nakon završenog manevra pri izvlačenju pribora na površinu terena ili od delova

jezgra. Poremećen uzorak sitnozrnog tla može imati prirodnu vlažnost koja se može sačuvati nakon uzimanja odgovarajućim hermetičkim pakovanjem i odrediti merenjem u laboratoriji.

NEPOREMEĆENI UZORCI su oni kod kojih je sačuvana vlažnost i sve čestice, pri čemu su koeficijent poroznosti i struktura izmenjeni u najmanjoj mogućoj meri.

RUČNO UZIMANJE UZORAKA. Uzorak u obliku kocke (ređe u obliku cilindra) vadi se ručno tako da se pažljivim radom mogu dobiti najbolji uzorci. Tlo se pažljivo uklanja sa strana uzorka tako da se formira mali stub. Ukoliko je uzorak čvrst i krut može se jednostavno odvojiti od mase jednim usecanjem ašova, upakovati u plastičnu foliju ili vreću da se sačuva njegova vlažnost, staviti u odgovarajuću krutu kutiju i transportovati automobilom u laboratoriju. Ako je uzorak male čvrstoće ili ako treba da bude transportovan železnicom ili kamionom koristi se čvrsta drvena kutija sa uklonjenim dnom i poklopcem se stavi preko uzorka, odnosno oko uzorka, tako da slobodan prostor bude *5-25 mm* sa svih strana, i lako se može zapuniti topljenim parafinom. Uzorak i kutija se uklone iz iskopa, parafin se sipa na dno i vrh, a kutija ili sanduk se zatvara pričvršćivanjem dna i poklopca.

Drugi način uzimanja neporemećenog uzorka koristi čelični cilindar, pa čak i ispražnjenu konzervu, uz dopunsku zaštitu otvorenog kraja drvenim ili metalnim poklopcima, opet uz odgovarajuću zaštitu parafinom radi čuvanja vlage. Tako formirani uzorci se zatim pakuju u sanduke sa strugotinom ili piljevinom.

Neporemećeni uzorci se mogu dobiti i utiskivanjem tankozidnog cilindra u tlo uz pažljivo uklanjanje suvišnog materijala na stepenicama ili na dnu jame. Prečnik cilindra se obično kreće *40-100 mm* a njegova visina je *25-100 mm*. Ne sme se dopustiti kontakt vode sa uzorkom. Uzorak se mora zaštititi od vetra i direktnog sunčanog zračenja. Orijentacija neporemećenog uzorka i njegov položaj moraju se jasno označiti tokom uzimanja i pakovanja.

NEPOREMEĆENI UZORCI IZ BUŠOTINA. Uzimanje neporemećenih uzoraka iz bušotine, bez obzira na primenjenu metodu bušenja, vrši se nakon čišćenja dna bušotine. Neporemećeni uzorci uzimaju se pomoću cilindra različite konstrukcije i dimenzije. Radi uzimanja uzorka, alat za bušenje se izvlači iz bušotine i na sukcesivno nastavljanje bušaće šipke se učvrsti cilindar. Cilindar se u dno bušotine utiskuje udarima ili kontinualnim kvazi-statičkim pritiskom

34. Istražni radovi za potrebe fundiranja mosta.

Prave se istražne bušotine dubine 30 – 50m i više, ukoliko se naiđe na stenu poželjno je da se u nju buši bar 3m, rade se bar 3 bušotine.

35. Istražni radovi za potrebe putogradnje

36. Istražni radovi za potrebe fundiranja industrijske hale.

37. Elementi geotehničkog profila tererna, način prikazivanja.

Na geotehničkim profilima se slojevi tla obavezno označavaju simbolima jedinstvene klasifikacije (AC), dodaje se opis stanja i vrste tla u skladu sa opšte prihvaćenim konvencijama.

38. Standardni penetracioni opit SPT. Opit statičke penetracije CPT.

STANDARDNI PENETRACIONI OPIT (SPT) se izvodi u bušotini, pri čemu se na niz bušačih šipki, umesto alata za bušenje učvrsti standardizovana "penetraciona kašika". Uzeti uzorak ne može se smatrati neporemećenim. Prema izvornom standardu, opit se sastoji u brojanju udara maljem od 622.3 N, odnosno 63,5 kg, koji slobodno pada sa visine od 76,2 cm ≈ 76 cm kojim se postiže prodiranje od 30,48 cm ≈ 30 cm.

Obično se broj udara, za koji je međunarodna oznaka *N*, registruje za napredovanje od tri (3) sukcesivna prodiranja u intervalima od po 15 cm. Za prvih 15 cm prodiranja izbrojani udarci mogu biti manji ili veći od proseka zbog eventualnih poremećaja dna | bušotine, tako da je konačan rezultat *N* zbir brojanja u drugom i trećem intervalu pri ukupnom prodiranju od 30 cm.

Nakon pobijanja, uz brojanje udara, kašika se izvlači na površinu, odvnu se nož i glava, a u centralnom delu kašike, koji se može otvoriti, jer se sastoji od dvodelnog cilindra, dobija se reprezentativan poremećen uzorak.

Standardno se primenjuje međusobno odstojanje opita po dubini od 1.5 m a maksimalni interval ne treba da bude veći od 3.0 m.

Za orijentacionu procenu stanja konsistencije sitaozrnog tla, odnosno, relativnu zbijenost krupnozrnog tla, prevashodno peska, mogu se koristiti kriterijumi dati u sledećoj tabeli:

| Broj udara malja <i>N</i> | Sitnozno tlo | Broj udara malja <i>N</i> | Pesak |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|
| | Stanje konsistencije | | Relativna zbijenost |
| 0 - 2 | tečno | 0 - 4 | vrlo rastresit |
| 2 - 4 | vrlo mekano | 4 - 10 | rastresit |
| 4 - 8 | mekano | 10 - 30 | srednje zbijen |
| 8 - 15 | polučvrsto | 30 - 50 | zbijen |
| 15 - 30 | čvrsto | > 50 | vrlo zbijen |

STATIČKI PENETRACIONI OPIT (CPT). Opitom statičke penetracije se meri otpor koji tlo pruža pri utiskivanju konusnog vrha penetrometra sa uglom od 60° i površinom projekcije osnove konusa od 10-15 cm². Merena veličina otpora vrha penetrometra ima dimenziju napona i označava se sa *q_c*, pri čemu brzina utiskivanja iznosi oko 2 cm/s.

Izvođenje CPT opita obično nije moguće u veoma tvrdim glinama, u šljunku i u krupnozrnog tlu, gde bi rezultat standardnog penetracionog opita *N* bio veći od oko 50, iako