

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Бр. 01 - 14485/1
29.11. 2024 год.
11030 БЕОГРАД, Кнеза Вишеслава 1

Универзитет у Београду
Шумарски Факултет

**УПУТСТВО ЗА УЗОРКОВАЊЕ И РУКОВАЊЕ УЗОРЦИМА
ЗЕМЉИШТА**

Београд, 2024. година

САДРЖАЈ

1. ПРЕДМЕТ И ПОДРУЧЈЕ ПРИМЕНЕ	1
2. НОРМАТИВНЕ РЕФЕРЕНЦЕ.....	2
3. ОПШТА УПУТСТВА	3
3.1. Неопходна теренска опрема	3
3.2. Обавезна садржина теренског дневника/записника	3
4. УЗОРКОВАЊЕ ЗЕМЉИШТА/ТЛА.....	4
4.1. Припреме за узорковање	4
4.2. Програм узорковања.....	5
4.3. Избор места узорковања	7
4.4. Методе узимања узорака	7
4.4.1. Искусствено узорковање	7
4.4.2. Прост избор случајних узорака	8
4.4.3. Стратификовани узорак	8
4.4.4. Систематско узорковање	8
4.4.5. Узорковање по мрежи или линији	8
4.4.6. Класификовано узорковање по сетовима	9
4.4.7. Адаптивно групно узорковање	9
4.4.8. Композитно узорковање	9
4.4.9. Циљано узорковање	10
4.4.10. Појединачно узорковање	10
4.4.11. Просечни узорак	11
4.4.12. Поремећен узорак	11
4.4.13. Непоремећени узорак	11
4.4.14. Тачкасто узорковање.....	11
4.5. Технике узорковања	12
4.5.1. Избор технике узорковања	12
4.6. Предтретман на терену	13
5.6.4. Четвртање	14
5.7. Опрема за узорковање	15
5.8. Поступак након завршетка узорковања	16
5.8.1. Враћање у првобитно стање.....	16
5.8.2. Одржавање опреме	16

5.9. Паковање, транспорт, складиштење и конзервисање узорака	17
5.9.1 Избор посуде за узорак.....	17
5.9.2. Конзервисање узорака, складиштење и транспорт.....	19
5.10. Обележавање узорака и попуњавање документације.....	20
5.11. Достава, пријем и евидентирање узорака.....	21
6. МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ.....	21
7. ОДГОВОРНОСТ (особе задужене за узорковање).....	23
8. Контрола квалитета на терену	24

На основу члана 43 Статута Универзитета у Београду – Шумарског факултета број 01-2511/1 од 8.03.2024. године Декан доноси:

УПУТСТВО ЗА УЗОРКОВАЊЕ И РУКОВАЊЕ УЗОРЦИМА ЗЕМЉИШТА

1. ПРЕДМЕТ И ПОДРУЧЈЕ ПРИМЕНЕ

Упутство за узорковање и руковање узорцима земљишта/гла примењује се у оквиру Лабораторије за геотехнику Универзитета у Београду Шумарског факултета и у другим релевантним лабораторијама Факултета (Педолошка лабораторија, Лабораторија за мониторинг квалитета земљишта), када се користе резултати и услуге везане за испитивање земљишта. Упутство се може користити и у оквиру других научних институција са којима је Шумарски факултет потписао Уговор о пословно техничкој сарадњи. Уколико се узорковање врши од стране корисника, уговором о испитивању може бити предвиђено да се ово упутство примењује и код наручиоца, како би се обезбедило да процес узорковања буде усклађен са прописаним методама и стандардима.

Овај документ покрива све процесе и поступке везане за узорковање земљишта и укључује све мере и активности које осигуравају адекватно узорковање и руковање узорцима.

Упутство дефинише поступке и одговорности особља које учествује у процесу узорковања, са циљем:

- Обезбеђења репрезентативних узорака,
- Заштите интегритета узорака,
- Сигурности у квалитет и поузданост резултата испитивања,
- Заштите интереса лабораторије и корисника услуга.

Пре теренског рада, особље је дужно да се упозна са Упутством за безбедан и здрав рад при теренском раду и истраживањима (бр. 01-14443/1 од 28.11.2024.) и да не започиње рад уколико нису испуњене све мере наведене у овом документу.

Применом овог упутства осигурава се квалитетна и поуздана основа за анализу земљишта, уз пуно уважавање безбедносних стандарда и етичких принципа.

2. НОРМАТИВНЕ РЕФЕРЕНЦЕ

Следећа нормативна документа неопходна су за примену ове процедуре:

- Закон о заштити земљишта (Сл.гласник РС бр. 112/2015) и сродна подзаконска акта;
- Закон о рударству и геолошким истраживањима "Службени гласник РС", бр. 101 од 8. децембра 2015, 95 од 8. децембра 2018 - др. закон, 40 од 22. априла 2021;
- Уредба о граничним вредностима загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту (Сл.гласник РС бр. 30/2018, 64/2019) Прилог 1, Граничне максималне и ремедијационе вредности загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту;
- Уредба о систематском праћењу стања и квалитета земљишта (Сл.гласник РС бр. 88/2020);
- Правилник о листи активности које могу да буду узрок загађења и деградације земљишта, поступку и садржини података, роковима и другим захтевима за мониторинг земљишта (Сл.гласник РС бр. 102/2020);
- Правилнику о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање и методама њиховог испитивања (Сл.гласник РС бр. 23/94);
- Правилник о безбедности и здрављу на раду Универзитета у Београду Шумарског факултета (Тесла системи, 2023, наш број 01-14442/1 од 28.11.2024);
- Упутством за безбедан и здрав рад при теренском раду и истраживањима (бр. 01-14443/1 од 28.11.2024.);
- SRPS EN ISO 22475-1:2022 Geotechnical investigation and testing - Sampling methods and groundwater measurements - Part 1: Technical principles for the sampling of soil, rock and groundwater (ISO 22475-1:2021)
- SRPS EN ISO 14688-1:2018 Geotechnical investigation and testing - Identification and classification of soil - Part 1: Identification and description (ISO 14688-1:2017);
- SRPS EN ISO 14688-2:2018 Geotechnical investigation and testing - Identification and classification of soil - Part 2: Principles for a classification (ISO 14688-2:2017);
- SRPS EN ISO 14689:2018 Geotechnical investigation and testing - Identification, description and classification of rock (ISO 14689:2017);
- SRPS ISO 18400-100:2020 Soil quality - Sampling - Part 100: Guidance on the selection of sampling standards;
- SRPS ISO 18400-101:2019 Soil quality - Sampling - Part 101: Framework for the preparation and application of a sampling plan;
- SRPS ISO 18400-102:2020 Soil quality – Sampling - Part 102: Selection and application of sampling techniques;
- SRPS ISO 18400-103:2020 Soil quality – Sampling - Part 103: Safety;
- SRPS ISO 18400-104:2019 Soil quality - Sampling - Part 104: Strategies;
- SRPS ISO 18400-105:2020 Soil quality - Sampling - Part 105: Packaging, transport, storage and preservation of samples;
- SRPS ISO 18400-106:2020 Soil quality - Sampling - Part 106: Quality control and quality assurance;

- SRPS ISO 18400-107:2019 Soil quality - Sampling – Part 107: Recording and reporting;
- SRPS ISO 18400-201:2020 Soil quality - Sampling – Part 201: Physical pretreatment in the field;
- SRPS ISO 18400-202:2019 Soil quality - Sampling – Part 202: Preliminary investigation;
- SRPS ISO 18400-203:2020 Soil quality - Sampling – Part 203: Investigation of potentially contaminated sites;
- SRPS ISO 18400-205:2019 Soil quality - Sampling – Part 205: Guidance on the procedure for investigation of natural, near-natural and cultivated sites;
- SRPS U.B1.003: 1990 – povučen - Terenska identifikacija uzoraka tla – povučen;
- SRPS U.B1.010: 2000 - povučen - Uzimanje uzoraka tla;
- SRPS B.B0.001: 1985 - povučen - Uzimanje uzoraka kamena i kamenih agregata;
- Приручник за опис земљишта (2006): ОРГАНИЗАЦИЈА УЈЕДИЊЕНИХ НАЦИЈА ЗА ХРАНУ И ПОЉОПРИВРЕДУ. FAO ISBN 92-5-105521-1

ТЕРМИНИ И ДЕФИНИЦИЈЕ

За потребе овог упутства примењују се термини и дефиниције наведених у Законима и подзаконским актима као и серији стандарда у оквиру поглавља 2 овог документа. Сви термини и дефиниције користе се на начин који обезбеђује јасноћу, тачност и уједначеност у интерпретацији и примени овог упутства.

3. ОПШТА УПУТСТВА

3.1. Неопходна теренска опрема

Током теренских истраживања и узорковања земљишта неопходна теренска опрема је:

- Средства и опрема за личну заштиту;
- Топографска карта или ситуација локације (одговарајуће размере);
- ГПС уређај;
- Теренски дневник и/или записник;
- Опрема за узорковање и идентификацију земљишта/тла;
- Опрема за теренско мерење;
- Приручник за опис земљишта;
- Приручник за класификацију земљишта;
- Свеска са оловкама;
- Пластичне кесе различитих величина;
- Лопата и ашов, сврдло;
- Трајни маркер;
- Метар;
- Опрема за теренско мерење;
- Фото-апарат;
- Мобилни телефон или радио веза.

3.2. Обавезна садржина теренског дневника/записника

Теренски дневник и/или записници о узорковању земљишта садрже све релевантне информације везане за поступак узорковања:

- Позивање на методу узорковања;
- Датум узорковања;
- Локација узорковања (стационажа и/или профил, координате локације и сл.)
- Опис локације;
- Временски услови;
- Подаци за идентификацију и опис узорака (нпр. број, количина, назив слој узорка, количина и/или тежина узорка, број, назив);
- Идентификација особља које је извршило и присуствовало узорковању
- Идентификација опреме која се користила
- Услови средине и транспорта
- Напомене (нпр. одступање, допуне у односу на методу узорковања или план узорковања)

Теренски дневник/записник може садржати и друге информације релевантне за предметно истраживање а које нису овде наведене.

4. УЗОРКОВАЊЕ ЗЕМЉИШТА/ТЛА

Узорковање земљишта/тла врши се у складу са релевантним стандардом наведеним у Поглављу 2, који одговара специфичној врсти истраживања или испитивања.

4.1. Припреме за узорковање

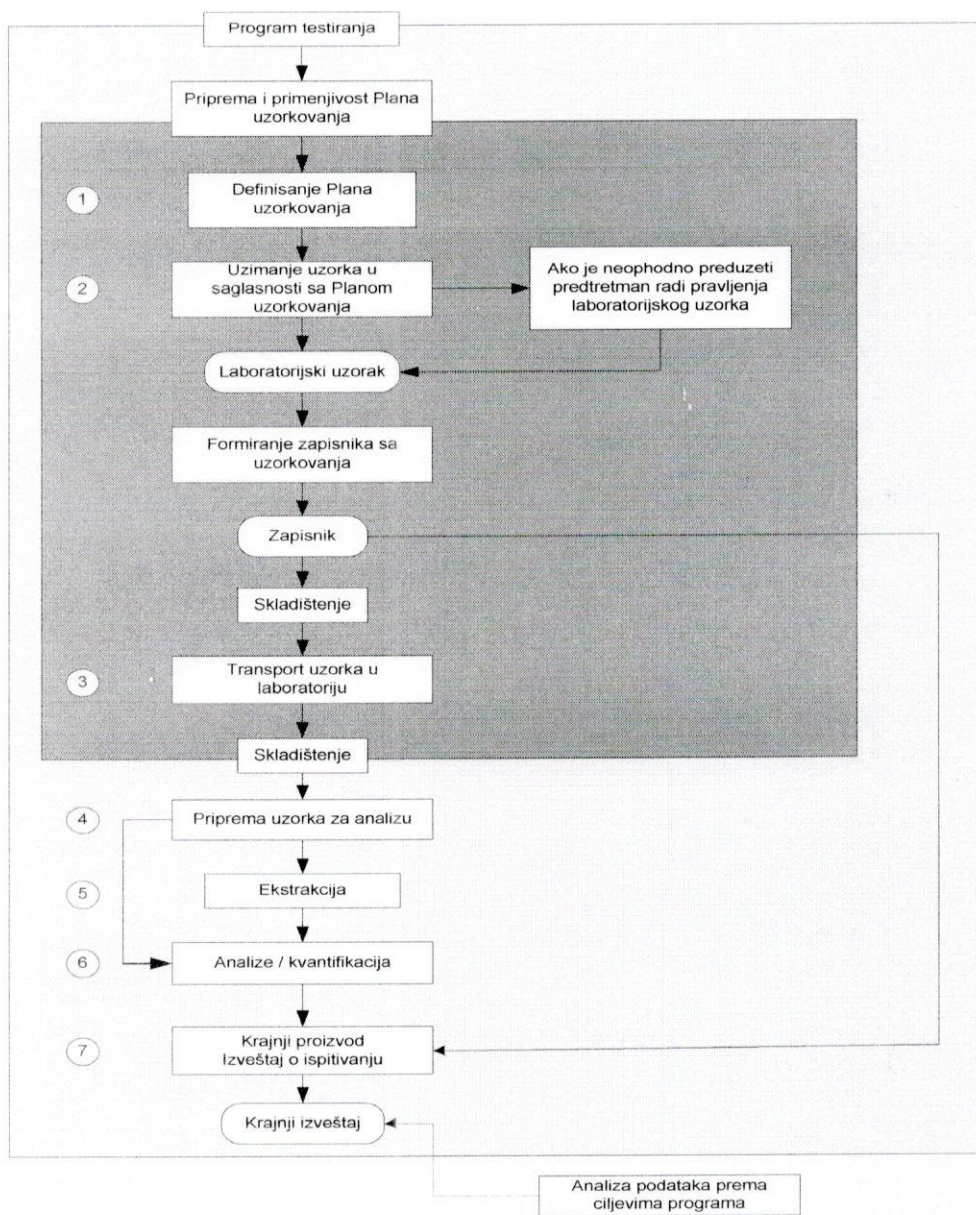
Припрема за узорковање подразумева:

- Испитивање локације за узорковање;
- Израду Плана/програма узорковања (стратегије узорковања);
- Урадити прелиминарну процену ризика спада у испитивање локације за узорковање;
- Проверити безбедносне захтеве на терену, као и заштиту од потенцијалних опасности (нпр. природне опасности, приступ локацији, опасне хемикалије, биолошка контаминација итд);
- Осигурати да особље које врши узорковање буде обучено за рад са опремом и у складу са стандардима безбедности и процедурама;
- Проверити све релевантне документације као што су дозволе, етика истраживања, путне налоге и друге административне захтеве;
- Осигурати адекватан транспорт за узорке и планирати временски оквир за узорковање, укључујући могућности складиштења узорака у току транспорта;
- Обезбедити механизме за надзор квалитета и проверу исправности опреме пре и током узорковања;
- Припрему амбалаже за пријем и транспорт узорака до лабораторије;
- Припрему опреме за узорковање.

4.2. Програм узорковања

Програм узорковања је кључни део припреме који осигурава да процес узорковања буде систематски, контролисан и у складу са стандардима и методологијама које су примењене у истраживању. Њиме се дефинишу сви кораци који су потребни за прикупљање репрезентативних узорака и обезбеђује да се добију поуздани и прецизни резултати. На слици 1 приказана је процесна шема која дефинише седам кључних корака програма узорковања:

1. Дефинисање плана узорковања;
2. Узимање узорака у складу са планом узорковања;
3. Транспорт узорка до лабораторије;
4. Припрема узорка за испитивање;
5. Екстракција (уколико је неопходна);
6. Анализа/квантификација;
7. Извештај о резултатима мерења;



Слика 1. Програм узорковања (тестирања)

У зависности од захтева анализе, односно даљег поступања са узорцима земљишта и специфичности терена, у програму узорковања се дефинише број и дубина бушотина као и број узорака (појединачни или композитни) као и број подузорака, односно композитних (лабораторијских узорака) уколико се узорковање врши са гомиле.

Напомена:

Програм узорковања мора бити флексибилан и прилагођен специфичностима терена, врсти истраживања и захтевима пројекта. Стратегија узорковања мора бити заснована на стандардима који су признати у стручним круговима, али може укључити и нове методе ако је то неопходно за успех истраживања.

4.3. Избор места узорковања

Избор места узорковања је кључан корак у обезбеђивању репрезентативности узорака и поузданости резултата испитивања. У зависности од методологије научног рада, пројектног задатка или захтева корисника примењују се одговарајуће методе избора места узорковања. Користе се одговарајуће методе дефинисане у стандардима наведеним у другом поглављу овог документа, осим у случајевима када, због специфичности методологије научног рада, треба применити нову методу (није обухваћена стандардима). У тим случајевима, метода мора бити јасно описана и статистички оправдана.

4.4. Методе узимања узорака

Значај правилног узимања узорака земљишта за анализу је у томе што од тога како је узет узорак (правилно или неправилно) зависе и резултати анализе, као и исправност закључака и мера које се предлажу. Постоји више система узимања узорака и они се у већој или мањој мери разликују међу собом, али свим овим системима заједнички су извесни принципи који се морају поштовати.

4.4.1. Искуствено узорковање

Код искуственог узорковања избор места узорковања и број узорака се ослања на знање и искуство експерта који ради узорковање, али се препоручује да се ово узорковање комбинује са неким другим моделом узорковања.

4.4.2. Прост избор случајних узорака

Код простог избора случајних узорака број узорака и њихово место се препушта случају и законима случајних бројева. Ова метода се користи кад се претпоставља да је материјал који се узоркује хомоген.

4.4.3. Стратификовани узорак

Код стратификованог узорковања материјал који се узоркује се налази у више слојева који се међусобно не преклапају. Исти појам се користи и кад се узоркује материјал са подручја која су издељена у регионе са различитим концентрацијама испитиване супстанце, али са релативно хомогеним садржајем у сваком региону.

4.4.4. Систематско узорковање

Систематско узорковање подразумева узорковање које се узима на насумичним местима неке одређене локације. Принципи систематског узорковања су:

- једноставно насумично узорковање - укључује одабир насумичног узорковања у којем свака јединица из популације има једнаку шансу да буде одабрана, а избор једне не утиче на избор других.
- стратификовано насумично узорковање – укључује одабир сваке тачке узорковања насумично унутар ћелија регуларног узорка;
- регуларно узорковање – укључује узимање узорака на чворовима правилног узорка као што су квадратна, троугласта или шестоугаона мрежа.
- неуједначено узорковање - укључује одузимање узорака на систематски и случајни начин из чворова редовне решетке

4.4.5. Узорковање по мрежи или линији

Узорковање по мрежи или линији захтева претходно постављање мреже или линије у простору, а затим се узорци узимају по тој мрежи или линији. Облик мреже може бити врло различит (квадратна, правоугаона, троугаона и радијална мрежа).

4.4.6. Класификовано узорковање по сетовима

Класификовано узорковање по сетовима је метода која се спроводи у две фазе: у првој фази, популација се дели на хомогене групе или сетове, засноване на специфичним карактеристикама локација. У сваком сету, врши се прелиминарно узорковање помоћу једноставних или јефтиних аналитичких метода ради процене особина тих локација. У другој фази, из сваког сета се насумично одабира једна локација за детаљније узорковање, чиме се обезбеђује представљеност свих сегмената популације у узорку.

4.4.7. Адаптивно групно узорковање

Адаптивно групно узорковање је метод који почиње са ограниченим бројем узорака узетих са подручја помоћу простог стохастичког узорковања. Након тога, додатно узорковање се спроводи на подручјима где су утврђена значајна одступања од просечних вредности. Овај приступ захтева више циклуса узорковања и мерења, при чему се узорци све више концентришу око области где је уочена аномалија, чиме се повећава прецизност и поузданост процене.

4.4.8. Композитно узорковање

Композитно узорковање подразумева прикупљање узорака са терена или из процеса који се физички спајају и измешају, све док не настане хомогена маса из које се затим узима само део за анализу. Ова метода значајно смањује трошкове аналитике и користи се када корисник података заинтересован је само за средњу вредност, а нема опасности да ће спајањем узорака бити изгубљени важни подаци о варијабилности у простору и времену. Композитно узорковање је углавном лабораторијска метода која се примењује у комбинацији са другим методама узорковања које се спровode на терену.

При примени ове методе, увек се води рачуна да се сачува бар половина примарних узорака, који се чувају за могуће будуће анализе, док се други део користи за припрему композитног узорка. Оваква организација омогућава да се врше додатне анализе које откривају варијабилности у простору и времену и спречавају неопходност поновног рада истог посла. Композитно узорковање је од велике важности у анализи отпадних материјала, где је потребно смањити трошкове анализе, али истовремено задржати релевантност података.

Уколико корисник није дефинисао број узорака на једној парцели, примењује се следеће: ако је парцела хомогена (максимално до 5 ха), узима се један композитни узорак, а уколико је неједначена, број композитних узорака зависиће од броја

постојећих целина: 1 узорак до 2 ха, 2 узорка од 2 до 5 ха, 3 узорка од 5 до 10 ха, 4 узорка од 10 до 15 ха, 5 узорака од 15 до 20 ха, 6 узорака од 20 до 30 ха.

Процедура узимања узорака врши се следећим поступком: ашовом или сврдлом се извади грумен земљишта/супстрата, затим се поново, уз ивицу рупе, поново забоду ашов или сврдло од површине до дубине од 30 см. Пажљиво се извади земљиште тако да остаје на ашову или сврдлу када се положи на тло. Након тога, ножем се направи »каиш« по земљишту на ашову, ширине 3-4 см, уздужно од места где је била површина земљишта до дубине коју је захватио ашов (30 см). Земљиште лево и десно од „каиша“ се одбаци, а сам „каиша“ се убаци у чисту кофу.

Овај поступак узимања појединачног узорка понови се са 20-25 равномерно распоређених места по целој површини парцеле. Након узимања последњег појединачног узорка, земљиште у кофи се добро измеша, уситне веће грудве и одстрани камење и биљни делови.

4.4.9. Циљано узорковање

Циљани узорак представља узорак који се узима на основу познате историје земљишта, односно специфичних карактеристика или претходних догађаја који могу утицати на промене физичко-махничких карактеристика или концентрација одређених супстанци у тлу. Овај приступ је најбољи за ситуације где је потребно утврдити промене или концентрације на специфичној локацији, као што су мањи простори где је дошло до изливања супстанци (нпр. хемикалија, нафтних деривата), као и на локацијама као што су подземни резервоари, цевоводи или слични инфраструктурни објекти. Такође могу се применити на мањим ерозиом захваћеним површинама.

4.4.10. Појединачно узорковање

Појединачни (нерепрезентативни) узорак узима се са дубине не мање од 10 см. Овај узорак може бити случајни узорак или узорак узет са „одређеног места“. Појединачни узорци се узимају равномерно до дубине од 25-30 см, или са мање дубине ако је дубина површинског слоја земље мања од те дубине; међутим, дубина за узорковање у овом случају не сме бити мања од 10 см. Узорци се обично узимају сврдлом или ашовом, зависно од специфичних захтева, врсте тла и потреба испитивања.

4.4.11. Просечни узорак

Просечан узорак земљишта представља парцелу површине до 5 ha, која се користи у исту сврху, на уједначеној надморској висини и са сличним квалитетом земљишта. Уколико је парцела неуједначена, број узорака зависи од постојећих целина. У случају да је површина парцеле већа од 5 ha, парцела се дели на више делова, са којих се узима узорак земљишта. Просечан (репрезентативни) узорак се састоји од 20-25 појединачних узорака земљишта, при чему број узорака зависи од површине парцеле и специфичности геомеханичког или другог истраживања.

4.4.12. Поремећен узорак

Поремећен узорак је адекватан за већину узорковања, осим у случајевима који захтевају специфичне физичке и механичке анализе, анализе испарљивих супстанци или микробиолошка испитивања. Овај тип узорка је користан када није неопходно одржати природну структуру и састав земљишта, али за неке анализе, као што су испитивања отпорности земљишта на смицање, испарљивих супстанци и микробиолошке анализе итд., поремећени узорак може довести до грешака у резултатима.

4.4.13. Непоремећени узорак

Непоремећени узорци су углавном тачкасти узорци, узети са специфичног материјала са одређеног места и одређене дубине, при чему се природна структура земљишта или материјала чува у максималном могућем обиму. Ова врста узорака се користи када је важно задржати природну кохезивност и порозност материјала, као што је случај код геомеханичких и других физичких или хемијских истраживања где је потребно очувати интегритет узорка.

4.4.14. Тачкасто узорковање

Тачкасти узорци су појединачни увећани узорци који се узимају када је потребно добити информације о распрострањености посматране особине земљишта или супстанце у дефинисаном простору и дубини. Ови узорци су од посебне важности када се процењује хетерогеност материјала или детектују лимити аномалија. Информације добијене тачкастим узорковањем су генерално врло прецизне, што га чини корисним за детекцију локалних промена или специфичних карактеристика у геомеханичким истраживањима.

4.5. Технике узорковања

4.5.1. Избор технике узорковања

Овај део описује опрему и процедуре неопходне за узорковање земљишта на начин који осигурава репрезентативност узорака. С обзиром на то да је свака ситуација узорковања специфична и јединствена, опрема и методе морају бити прилагођене условима на терену. Циљ је да се обезбеди репрезентативност узетих узорака у складу са захтевима испитивања.

Избор технике узорковања зависи од више фактора:

- Циља испитивања и потреба анализе,
- Расподеле места узорковања,
- Дубине узорковања,
- Величине и врсте узорака који су потребни,
- Природе потенцијалног контаминанта,
- Карактеристика саме локације.

Технике узорковања земљишта обухватају два основна корака:

1. Приступ месту узорковања
 - Уклањање покривача, попут вегетације, камења или површинског слоја.
 - Ископавање или бушење до жељене дубине за узорковање.
2. Узимање узорка тла
 - Коришћење одговарајуће опреме за вађење узорка са дефинисаних дубина и у складу са методологијом испитивања.

Технике узорковања:

А) Узорковање бушењем (континуирано узорковање):

- Ова техника подразумева континуално узимање узорака током бушења, што омогућава добијање слојева земљишта на различитим дубинама.

Б) Узимање узорака помоћу сонди или алата након формирања бушотине или ископа:

- Користи се специјализована опрема за извлачење циљаних узорака са дефинисаних дубина.

В) Блок узорковање:

- Ова метода омогућава добијање великих непоремећених узорака земљишта који се користе за детаљне анализе механичких и физичких особина.

Одабир технике зависи од природе земљишта и циљева испитивања, уз посебну пажњу на очување интегритета узорка.

4.6. Предтретман на терену

Циљ узорковања је да се увек добије репрезентативан узорак одговарајуће величине, који ће бити директно смештен у адекватну посуду за транспорт и даљу анализу. У одређеним случајевима, пре слања узорка у лабораторију, неопходно је извршити предтретман на терену како би се смањила количина узорка на жељену величину.

Међутим, ако узорак садржи испарљиве супстанце, предтретман на терену треба избегавати како не би дошло до промене састава узорка и утицаја на резултате анализа.

У случајевима када је потребно физички припремити узорак на терену како би био репрезентативан и одговарајуће величине, предтретман може обухватити следеће кораке: хомогенизација, припрема композитног узорка, подела узорка, обезбеђивање подузорака, уситњавање.

Применом ових корака обезбеђује се квалитет и репрезентативност узорка, уз минималан ризик од контаминације или губитка интегритета, што је кључно за тачност лабораторијских анализа.

5.6.1. Хомогенизација

Хомогенизација узорка земљишта на терену може бити веома изазовна, јер овај процес обично захтева лабораторијске услове и специјализовану опрему. Међутим, уз одговарајућу опрему и обазриво руковање, могу се постићи задовољавајући резултати. Један од начина да се постигне хомогенизација на терену је пропуштање узорка кроз сито, одговарајућег пречника, три или четири пута. Број пута када се узорак пропушта зависи од хетерогености узорка и других фактора који могу утицати на конзистентност материјала. Ова техника омогућава раздвајање различитих фракција земљишта и равномерно распоређивање материјала, што доводи до добијања хомогеног узорка, који је репрезентативан за анализу. Уз пажљиво руковање и правилну примену овог метода, може се постићи квалитетна припрема узорка, иако услови на терену нису исти као у контролисаној лабораторији.

5.6.2. Узимање подузорака

Метода узимања подузорака мора бити пажљиво одабрана тако да се минимизирају могуће промене у физичком или хемијском саставу узорка. Крајњи избор поступка зависиће од специфичних циљева у програму сакупљања узорака и врсте испитивања која ће бити спроведена на узорку.

Узимање подузорака на терену требало би да се врши само у одређеним случајевима, као што су:

- Када је неопходно смањити величину (или количину) узорка због потребе за транспортом.

- Када се може гарантовати интегритет узорка и подузорка током поступка.
- Када су услови на терену такви да су узорци заштићени од губитка влаге и испарљивих компонената током евапорације, као и од међусобне контаминације узорака.

Овај приступ осигурава да се узорак и подузорак чувају у што вернијем стању у односу на њихов изворни састав, минимизирајући промене које би могле утицати на тачност и поузданост анализа у лабораторији.

5.6.3. Припрема композитног узорка

Прикупљање узорака са терена или из процеса може се извршити на тај начин да се узорци физички споје и измешају, све док не добијемо хомогену масу из које се узима само део за анализу. Ова метода значајно снижава трошкове аналитике и примењује се у случајевима када је од интереса само добијање средње вредности података. Међутим, ова техника се користи само када није битно задржати податке о варијабилности узорака у простору и времену, и када спајање узорака не доводи до губитка важних информација. На пример, ако се подаци који се анализирају не односе на локалне варијације или ако је интерес у анализи средње вредности, ова метода је економски исплативија и практична. Уколико је варијабилност узорака значајна за истраживање, ова метода се не препоручује, јер може довести до губитка важних података који су од значаја за дубље разумевање процеса који се истражују.

5.6.4. Четвртање

Ако је добијен просечни узорак превелик, он се треба "четвртањем" смањити на коначну масу од 0,5-1 kg или довољну количину коју прописује одговарајући стандар. Да би се то постигло, маса земље се добро измеша и раширити на равној и чистој подлози у облику квадрата једнаке дебљине. Затим се земљиште дели у облику слова Н на четири дела, од којих се два насупротна дела одбацују, а два остављају. Ова два преостала дела чине смањену масу узорка.

Процес "четвртања":

- Масу просечног узорка добро измешати;
- Пренети на папир или картон постављен на равној површини;
- Формирати масу узорка у уједначену дебљину;
- Поделити правоугаоник дијагонално на 4 дела;
- Одбацити два насупротна дела;
- Два преостала дела чине просечни узорак смањене масе;
- Ова техника омогућава да се узорак припреми за даљу анализу, смањујући величину узорка без губитка важних информација о својствима земљишта.

Цео поступак се понавља док се маса узорка не смањи до прописане величине.

Приближно 1 kg земљишта се затим ставља у полиетиленску врећицу. Затворена полиетиленска врећица се ставља у већу кесу у коју се убацује етикета са подацима о узорку земљишта. Уколико узорци након узимања неће бити одмах достављени у лабораторију, потребно их је извадити и раширити на чистој подлози, на собној температури, како би се просушили. Овим поступком се скраћује време потребно за анализу у лабораторији. Идеално би било да се овај поступак спроводи у лабораторији, с обзиром на то да се интегритет узорка најбоље може контролисати у лабораторијским условима. За хемијску анализу потребно је узети најмање 500 g финог земљишта. Овај захтев важи за појединачне узорке, као и за композитне узорке након хомогенизације. Уколико је за аналитичка испитивања потребна већа количина узорка, тај податак се уноси у план узорковања. Добро карактерисани узорци могу служити као референтни материјали, али је неопходно узети минимум 2 kg земљишта.

5.7. Опрема за узорковање

Опрема која се користи за узорковање и анализу узорака на терену мора бити правилно одабрана и коришћена како би се осигурала репрезентативност узорака и избегла контаминација током узорковања. Избор опреме зависи од захтева истраживања и природе локације.

Захтеви за избор опреме

Материјал опреме:

- Алат за узорковање, попут лопата, сонди или бушилица, треба да буде направљен од материјала који не реагује са узорцима.
- За анализу органских једињења препоручује се употреба опреме од нерђајућег челика, док је за анализу метала погодна и пластична опрема.

Хемијска неутралност:

- Опрема не сме бити обојена, подмазана или хемијски третирана како би се избегла контаминација узорака.

Карактеристике опреме

Прилагођеност намени:

- Опрема мора бити специфична за врсту истраживања (геотехничка или анализа квалитета земљишта).

Очување интегритета узорка:

- Опрема мора омогућити да узорак задржи своје првобитне карактеристике од тренутка узимања до смештања у амбалажу.

Изддржљивост и практичност:

- Опрема мора бити довољно робусна за рад у теренским условима и лака за транспорт и коришћење.

5.8. Поступак након завршетка узорковања

5.8.1. Враћање у првобитно стање

Након завршеног узорковања, ископе који су настали приликом узорковања треба пажљиво напунити, односно вратити локацију у првобитно стање, како би се спречиле потенцијалне опасности које могу угрозити људско становништво, животиње и животну средину. Ископани материјал треба вратити на место са којег је уклоњен, и то у обрнутом редоследу, по дубини у којој је извађен, како би се осигурао природни слојевити распоред земље. Циљ је да се земљиште врати у стање које ће омогућити нормално функционисање и коришћење тла, као и да се одржи природна структура екосистема. У случајевима када овај начин поновног пуњења може довести до контаминације незагађених слојева земље, потребно је користити чист материјал за поновно пуњење ископа, било у целости или у деловима. Такође, вишак контаминираниог материјала треба одложити и чувати на начин који минимизира ризик од ширења контаминације, у складу са важећим локалним и националним законодавством и прописима који регулишу управљање отпадом и заштиту животне средине.

5.8.2. Одржавање опреме

Сва опрема која се поново користи за узорковање мора бити претходно очишћена, пре наредног узорковања како би се спречила контаминација и осигурао квалитет узорака. Чишћење опреме је од кључне важности, јер контаминирани алати могу довести до преноса непожељних материја из претходних узорака или контаминаната са терена, што би утицало на тачност анализе.

Процедура чишћења

1. **Основно чишћење на терену:** За чишћење опреме на терену, препоручљиво је користити једноставне методе као што су испирање или брисање са папирним убрусима, што је обично довољно за уклањање прашине и других видљивих контаминаната. Овај корак је посебно важан за уређаје који долазе у контакт са земљиштем, како би се избегло преношење различитих материја између различитих локација узорковања.
2. **Чишћење у лабораторији:** Опрема која се користи на терену треба да буде темељно очишћена са нефосфатним детерџентима у топлој води. Ово помаже у уклањању масних и других органских супстанци које се могу нагомилати током рада. Након чишћења са детерџентом, опрему треба добро испрати водом са чесме, а затим, ако је потребно, и са растварачем како би се уклониле све органске или хемијске материје које нису уклоњене основним чишћењем. На крају, све опреме треба да буде опрано дестилованом водом како би се уклонили преостали контаминисани остаци.

3. **Чишћење након узорковања:** Теренска екипа је обавезна да по повратку са терена очисти сву опрему која је коришћена. Уколико се екипа врати са терена касним послеподневним сатима, чишћење опреме треба обавити наредног радног дана. Важно је да се сва опрема очисти у складу са врстом узоркованог материјала, јер различити материјали захтевају различите приступе чишћењу како би се избегла контаминација за следећи узорак.
4. **Складиштење и одржавање:** Након чишћења, опрема треба бити уредно одложена у теренску собу и остављена у радном стању. Тиме се осигурава да је опрема спремна за следеће узорковање, а такође се продужава њен радни век.

Заштита опреме од контаминације

Током складиштења, опрема треба бити заштићена од прашине и других контаминаната који могу настати у радном окружењу. Ово се може постићи покривањем опреме у пластичним кесама или другим заштитним материјалима. Осим тога, важно је осигурати да опрема буде држана у сувим и хигијенским условима, што ће спречити њену оштећење или поновну контаминацију при следећој употреби.

5.9. Паковање, транспорт, складиштење и конзервација узорака

5.9.1 Избор посуде за узорак

Посуде за узорковање могу бити израђене од различитих материјала, а избор зависи од применљивог стандарда, усвојених метода, захтева анализе, као и од природе контаминације и историјата земљишта. Максимално време складиштења пре анализе је период који истиче пре него што узорак стигне у лабораторију, и генерално овај период треба да буде што краћи. Узорке треба транспортовати у лабораторију што је пре могуће, како би се минимизирале физичке, хемијске или биолошке промене пре испитивања, обично у року од 24 сата. За одређена органска једињења, максимално време складиштења износи 4 дана. Овај период се односи на укупно време складиштења, укључујући време узорковања, транспорт и анализу. За неке компоненте које се испитују, максимално време складиштења може бити и дуже. Узорке током транспорта и складиштења треба чувати у фрижидерима на температури од $4 \pm 2^\circ\text{C}$ и на тамном месту. Када се усагласе сви детаљи, узорак треба бити праћен смерницама датим у плану узорковања.

Посуда за узорковање треба да буде компатибилна са природом узоркованог материјала и компонентама које ће бити анализирани (Табела 1).

- За неорганске анализе, узорке треба сакупљати у пластичним посудама, као што су полиетиленске посуде ниске густине и чврсте полиетиленске вреће.
- За органске анализе, препоручују се стакленке или специјалне металне посуде отпорне на органске материје.

Величина посуде треба да буде прилагођена запремини узорка. Свака посуда са узорком мора бити обележена јединственом и јасном идентификацијом.

Табела 1. Компатибилност посуда за узорковање

Услови паковања	Контаминација					Аналитички захтеви				Предности	Мане
	Киселине	Базе	Уља и катрани	Растварачи	Гасови	Неорганска једињења	Уља и катрани	Растварачи и органска једињења	Лако испрљива једињења		
Пластична кеса	++	++	-	-	+	+	-	-	-	ниска цена	Лако се оштете
Пластична кофа	++	++				++				ниска цена	-
Стаклена тегла са широким отвором и поклопцем на навој	++	-	++	++	-	++	++	-	-	инертан	ломљиво
Алуминијумске конзерве са поклопцем	-	-	++	++	-	++	++	+	+	-	цена, контаминација од алуминијума, осетљиво на киселине и базе
Флуорисани полимер контејнери (PTFE)	++	++	++	++	++	++	++	++	++	инертан	цена
Конзерве са поклопцем	-	-	++	++		++	++	+	+	-	Склоно корозији, осетљиво на киселине
++ веома одговарају + могу да одговарају - не одговарају											

Најважнији фактори при избору контејнера за узорке земљишта су компатибилност, отпорност на лом и одговарајућа запремина. Контејнери не смеју да се топе, пуцају или цуре као резултат руковања или хемијске реакције са узорцима. Судови са широким отворима су најпогоднији за рад и морају бити довољно велики да приме узорак. Пластични контејнери су најчешће израђени од полиетилена са полипропиленским поклопцем.

5.9.2. Конзервисање узорака, складиштење и транспорт

Узорци земљишта се обично не конзервирају јер се један узорак користи за одређивање више различитих параметара, а претходна припрема узорка може довести до нежељених хемијских или физичких реакција које могу утицати на тачност резултата. Стога је важно предузети мере заштите које ће осигурати интегритет узорка до његовог тестирања.

Складиштење узорака

Узорке земљишта треба чувати на температури од $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ у фрижидеру, а складиштење треба да буде на тамном месту како би се минимизирао утицај светлости и температурних флукуација које могу довести до физичких или хемијских промена у узорцима. Складиштење узорака на овим температурама помаже у очувању њиховог интегритета, спречавајући нежељене хемијске реакције или биолошку активност која може променити структуру или састав земљишта.

Транспорт узорака

Транспорт узорака треба да буде што бржи како би се смањио период који пролази између узорковања и анализе, јер овај период има кључну улогу у одређивању полуиспарљивих и лако испарљивих органских супстанци. За транспорт узорака, важно је предузети следеће мере:

1. **Избегавање вибрација:** Вибрације током транспорта могу утицати на структуру узорака, што може довести до промене у њиховој физичкој или хемијској структури. Због тога је потребно осигурати да посуде са узорцима буду заштићени од потреса и вибрација, користећи амортизирајуће материјале, одговарајуће кутије или футроле.
2. **Заштита стаклених посуда:** Стаклене посуде су осетљиве на оштећења и ломљење. Према томе, током транспорта, треба их пажљиво заштитити користећи амортизирајуће материјале као што су пенасте подлоге, картони или други пакујући материјали који ће спречити било какве ударце или притиске који могу довести до ломљења посуде.
3. **Складиштење током транспорта:** Ако је транспорт дуже трајао, узорке треба поново похранити у фрижидер ако то услови дозволе. Ово ће помоћи у спречавању физичких и хемијских промена које се могу десити током дуготрајнијег складиштења на температури која није оптимална.

Темељна документација

Током процеса транспорта и складиштења, веома је важно имати документацију која прати сваки узорак. Свако складиштење и транспорт треба бити прецизно евидентирани, укључујући време узорковања, услове складиштења, транспортне услове и очекивано време доставе узорака у лабораторију. Ова документација осигурава интегритет узорака и помаже у транспарентности и праћењу свеукупног процеса.

Рокови за анализу узорака

Што се тиче времена између узорковања и анализе, најкраћи могући период између ових двају активности је најбољи начин да се осигурају поуздани резултати. За органска једињења која су склона испаравању, као што су лако испарљиви органски састојци, ово време треба бити минимизирано. За неке компоненте, као што су органски растворљиви или полуиспарљиви састојци, максимално време складиштења може бити и до 4 дана, али свакако треба избегавати складиштење узорака дуже од неопходног.

Завршна напомена

За успешно одржавање интегритета узорака, неопходно је да се транспортују и складиште у што краћем периоду пре анализе, уз примењивање строгих мера заштите, као што су избегавање вибрација и пажљиво руковање са стакленим посудама. Такође, не треба занемарити важност документације која прати сваки узорак, јер она осигурава транспарентност и прецизност у поступку анализе.

5.10. Обележавање узорака и попуњавање документације

При узорковању, веома је важно осигурати тачну и комплетну документацију како би се обезбедила валидност података и олакшала реконструкција процеса узорковања у будућности. Узорак треба бити јасно и прецизно обележен са свим релевантним подацима који могу бити од значаја за анализу и тумачење резултата.

Процедура обележавања узорака:

1. **Налепнице на амбалажи:** Лице које врши узорковање (узоркивач) ставља налепницу на амбалажу узорка. Налепница треба да садржи основне информације које идентификују узорак и процес узорковања. То укључује:
 - Јединствени идентификациони број узорка.
 - Локацију узорковања (географске координате, назив локације или шифра локације).
 - Датум и време узорковања.
 - Врста узорковања (површинско, дубинско, композитно, итд.).
 - Тип узоркованог материјала (земљиште, вода, биљке, итд.).
 - Име и презиме узоркивача.
 - Сва додатна напомена о специфичним условима.

5.11. Достава, пријем и евидентирање узорака

По доласку са терена, особље које је извршило узорковање доставља узорке овлашћеном особљу Лабораторије. Тиме се покреће процес пријема и евидентирања узорака у просторији за пријем и складиштење (лабораторији). Овлашћено особље Лабораторије обавља визуелни преглед узорака како би се проценила њихова прихватљивост, а затим се узорци идентификују додавањем идентификационог броја. Сви подаци о узорцима се уносе у Евиденцију узорака земљишта (интерни документ). Образац за евиденцију узорака треба да укључује све потребне информације за поуздано праћење узорака.

Узорци се након пријема складиште на одговарајући начин, било на собној температури или у фрижидеру, у зависности од врсте материјала који се анализира. Тиме се обезбеђује стабилност узорака пре почетка аналитичког процеса.

Садржај евиденције узорака:

1. **Датум узорковања:** Датум када је узорак узет са терена.
2. **Датум пријема узорка:** Датум када је узорак примљен у Лабораторију.
3. **Место узорковања и тип узорка:** Географска локација узорковања, као и тип узорка (нпр. земљиште, вода).
4. **Идентификациони број узорка:** Јединствени број који идентификује узорак.
5. **Име лица које је извршило предају узорка:** Име и презиме особе која је одговорна за доставу узорка.
6. **Име лица које је извршило пријем узорка:** Име и презиме особе која је примила узорак и потврдила његову евиденцију.

6. МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ

Узимање узорака земљишта подразумева велики број потенцијалних ризика који могу угрозити безбедност и здравље особља. Поред ризика од физичких повреда и неповољних временских услова, потребно је обезбедити заштиту од удисања токсичних гасова и избегавање уношења опасних материја кроз кожу или уста. Одговорно особље које спроводи програм узимања узорака мора бити добро упознато са свим ризицима и прописаним мерама безбедности, како би се ризик смањио на минимум.

Кључне безбедносне мере:

1. **Обавештавање и обука особља:**
 - Особље које обавља узорковање мора бити упознато са потенцијалним опасностима на терену, као и са обавезама у погледу личне заштите и безбедносних мера. Важно је да све особе буду правилно обучене у коришћењу сигурносне опреме и да буду свесне свих потенцијалних ризика.

2. **Безбедносна опрема:**

- При извођењу узорковања мора се користити одговарајућа заштитна опрема: чизме, рукавице, шлемови, огртачи и маске, у зависности од специфичности и врсте узорака. Ова опрема је кључна за заштиту од физичких повреда и заштиту од контаминације токсичним материјама. Међутим, ефикасност безбедносне опреме зависи од пажљивог и одговорног понашања особља.

3. **Процена ризика:**

- Приликом планирања узорковања, потребно је извршити процену свих потенцијалних опасности, као и идентификацију ризичних ситуација које могу угрозити безбедност особља, опреме и резултате узорковања. Ово укључује анализу историје места узорковања, као и процену потенцијалних опасности везаних за сам терен, укључујући физичке особине као што су топографија, клима и временски услови.

4. **Избор места узорковања:**

- Кључно је да места за узорковање буду лако доступна у свим временским условима. Ако неко место не може бити приступачно због лоших временских услова, оно се обично искључује из процеса узорковања, чак и ако је технички погодан. Безбедност особља мора бити приоритет.

7. ОДГОВОРНОСТ (особе задужене за узорковање)

Узоркивач има кључну улогу у процесу узорковања земљишта, од припреме опреме до испуњавања свих процедура за складиштење и транспорт узорака. Основне одговорности узоркивача су:

- **Припрема опреме за узорковање:** Узоркивач је одговоран за припрему свих алата и опреме који ће се користити за узорковање, укључујући мерну опрему, алате за узорковање и помоћну опрему. Ово подразумева проверу исправности и припрему опреме пре самог процеса узорковања.
- **Чишћење опреме:** Узоркивач је задужен за редовно чишћење делова опреме а нарочито који долазе у контакт са узорцима како би се осигурала тачност и спречила контаминација.
- **Извођење узорковања у складу са стандардима:** Узоркивач мора да изврши узорковање у складу са изабраним прописаним методама, наведене у поглављу 2, и да обезбеди да су сви узорци узети на исправан начин који гарантује њихову репрезентативност.
- **Контрола квалитета узорковања:** Узоркивач има обавезу да редовно прати квалитет узорковања, контролише да ли су сви параметри испуњени и да узорци одговарају техничким захтевима.
- **Означивање узорака:** Након узимања узорака, узоркивач мора да их правилно означи, обезбеди да се сви подаци о узорцима тачно евидентирају и да се примењују одговарајући услови складиштења (температура, светлост и сл.).
- **Складиштење и транспорт узорака:** Узоркивач је одговоран за привремено складиштење узорака на терену (у складу са прописаним условима) и за њихов транспорт до лабораторије, осигуравајући да узорци буду заштићени од контаминације и деградације.
- **Вођење записника о узорковању:** Узоркивач мора да води тачне и детаљне записник о свим узорковањима која је извршио, укључујући попуњавање теренских дневника и/или записника, како би се омогућила потпуна реконструкција процеса узорковања у будућности.

Напомена: За време узорковања, узоркивач не сме напустити место узорковања како би осигурао безбедност узорковања и целокупне процедуре.

Кључне напомене:

Узоркивач мора бити пажљив у свим фазама узорковања, поштујући све прописане методе и безбедносне процедуре, како би се осигурала квалитет и тачност узорака који ће бити касније анализирани.

8. Контрола квалитета на терену

Контрола квалитета на терену представља кључну активност која обезбеђује поузданост и тачност резултата добијених анализама узорака. Ова контрола се обавља кроз узимање дуплих и теренских слепих узорака за одређене параметре, чиме се минимизирају могући извори грешака и контаминације.

1. Дупли узорци:

- Дупли узорци се узимају како би се осигурала тачност и прецизност аналитичких резултата.
- Обично се узимају дупли узорци на сваких 20 узетих узорака за анализу.
- Резултати добијени анализом дуплих узорака се уносе у контролне карте. Након анализе најмање 20 дуплих узорака, добијени резултати се статистички обрађују, где се израчунава стандардна девијација као проценат од средње концентрације. Ови резултати омогућавају одређивање средње вредности непоузданости која је узрокована самим процесом узорковања.

2. Теренски слепи узорци:

- Узимање теренских слепих узорака има за циљ да се утврди могућа контаминација која може настати због различитих фактора, као што су:
 - Опрема за узорковање (нпр. узоркивачи, боце),
 - Атмосфера (прашина, ветар, контаминирани ваздух),
 - Лице које врши узорковање (човечији фактор).
- Ови узорци се обично анализирају за исти скуп параметара као и стварни узорци, како би се проверило да ли је контаминација утицала на резултате анализе.

Важно: Контрола квалитета на терену је неопходна за смањење ризика од нетачности и контаминације, што омогућава добијање поузданих података који ће се користити у даљој анализи и истраживањима.

Правилник саставио

Руководила Лабораторије за Геотехнику

др Никола Живановић, доцент



Одобрио

Декан

др Брацко Стајић, редовни професор