Organizacija i tehnologija izvođenja zemljanih radova

Kušec, Marin

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:310093

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-16**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

Sveučilište
Sjever

Završni rad br. 293/GR/2016

Organizacija i tehnologija izvođenja zemljanih radova

Marin Kušec, 5124/601

Varaždin, lipanj 2017. godine

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR–42000 Varaždin

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za graditeljstvo

PRISTUPNIK: Marin Kušec | MATIČNI BROJ: 5124/601

DATUM: 19. VI. 2017. | KOLEGIJ: Organizacija građenja

NASLOV RADA: ORGANIZACIJA I TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA ZEMLJANIH RADOVA

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU: Organization and technology of soil materials

MENTOR: Mirna Amadori | ZVANJE: predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA:

1. dr.sc. Božo Soldo, redoviti profesor
2. Mirna Amadori, predavač
3. dr. sc. Matija Orešković, viši predavač
4. dr. sc. Aniskin Aleksej, viši predavač
5.

Zadatak završnog rada

BROJ: 293/GR/2016

OPIS:

Pristupnik u radu treba detaljno obraditi način izvođenja zemljanih radova na gradilištu. Potrebno je objasniti kako organizirati izvođenje zemljanih radova.

U radu je potrebno obraditi slijedeće podnaslove:

1. Uvod
2. Istražni radovi
3. Prethodni i pripremni radovi
4. Zemljani radovi
5. Iskop zemljanih materijala
6. Prijevoz zemljanih materijala
7. Nasipavanje zemljanim materijalima
8. Planiranje i nabijanje zemljanih materijala
9. Zaključak

ZADATAK URUČEN: 28.06.2016. | POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE SJEVER

Sveučilište
Sjever

Varaždin, lipanj 2017. godine

Graditeljstvo

Završni rad br. 293/GR/2016

Organizacija i tehnologija izvođenja zemljanih radova

Student

Marin Kušec, 5124/601

Mentor

Mirna Amadori, dipl.ing.građ.

Varaždin, lipanj 2017. godine

ZAHVALA

Ovim putem zahvaljujem se svojoj mentorici dipl.ing. Mirni Amadori, predavač na suradnji, razumijevanju i uloženom trudu i vremenu, te kolegama i svima onima koji su na mnoge načine doprinijeli pisanju mog završnog rada. Na kraju, najveću zahvalu dugujem svojoj obitelji na ogromnoj potpori koju mi je pružala tokom mojeg studiranja.

SAŽETAK

Tema mojeg završnog rada je organizacija i tehnologija izvođenja zemljanih radova. Zemljani radovi su uz pripremne radove početna faza izvođenja građevinskih radova, te predstavljaju široko područje cijele organizacije građenja. U radu sam ukratko opisao pripremne radove jer su oni neophodni prije izrade zemljanih radova. Govorio sam o iskopima čiji su zahvati količinski najveći kod zemljanih radova. Nakon iskopa tlo je potrebno odložiti, pa sam dotakao radnje kao što su utovar zemlje u prijevozna sredstva, prijevoz i na kraju naravno odlaganje materijala na za to predviđena mjesta. Pod zemljanim radovima spadaju i izrade nasipa, razastiranja i nabijanja materijala, stoga sam pisao i o tome.

SUMMARY

The theme of my final work is the organization and technology of earthworks. Ground works are, along with the preparatory works, the initial phase of construction work, and represent a wide area of the entire organization of construction. In the paper, I have briefly described the preparatory work because they are necessary before making earthworks. I was talking about excavations whose works are the largest in earthmoving works. After the excavation, the soil needs to be de-commissioned, so I have touched actions such as land transportation in the means of transportation, transport and, of course, disposal of the material on the foreseen sites. Under the earthmoving works are also the making of embankment, spreading and burial of materials, so I wrote about it.

SADRŽAJ

1. Uvod....1
2. Istražni radovi....2
   2.1. Terenski istražni radovi....2
   2.2. Laboratorijska ispitivanja....3
3. Prethodni i pripremni radovi....4
4. Zemljani radovi....6
   4.1. Klasifikacija tla....6
   4.2. Granulometrijski sastav....8
5. Iskop zemljanih materijala....11
   5.1. Strojni iskop....12
      5.1.1. Široki iskop u materijalu kategorije „A“....14
      5.1.2. Široki iskop u materijalu kategorije „B“....15
      5.1.3. Široki iskop u materijalu kategorije „C“....16
   5.2. Obračun radova....16
   5.3. Iskop stepenica i zasjeka....17
   5.4. Iskop građevnih jama....18
   5.5. Iskop u neograničenom prostoru....18
   5.6. Ručni iskop....19
   5.7. Iskop u stijenskoj masi (miniranje)....19
      5.7.1. Miniranje u tunelu....20
6. Prijevoz zemljanih materijala....22
   6.1. Odlaganje....26
7. Nasipavanje zemljanim materijalima....27
   7.1. Razastiranje....29
8. Planiranje i nabijanje zemljanih materijala....30
9. Zaključak....33
10. Literatura....34
11. Popis slika....35

1. UVOD

Građevinarstvo je jedna od najstarijih i najznačajnijih grana tehnike. Građevinska tehnika je vještina kojom ljudi od izvornih ili prerađenih darova prirode sastavljaju nove tvorevine povezane s tlom, odnosno fiksirane na zemlju, te se na kraju njima i koriste.

Svaka novogradnja, kako u visokogradnji, tako i u niskogradnji započinje sa zemljanim radovima u tlu ili u stijeni. U oba navedena područja izvedba zemljanih radova je najvećim dijelom mehanizirana, dok je udio ljudskog rada relativno mali. Isto tako uvjeti izvedbe te količine radova koje treba izvesti bitno su različiti.

Iskop kao građevinski zahvat zahtijeva zahvaćanje u prirodno tlo u većem ili manjem obujmu, a nakon iskopa iskopano tlo treba premjestiti i odložiti. U cijelom tom postupku potrebno je obaviti nekoliko osnovnih radnji, a to su: iskop, utovar, odvoz te istovar materijala.

Danas se iskop vrši uglavnom strojno, zbog količine radova i rokova koje je potrebno poštovati prema investitoru. Ručni se iskopi koriste kod detaljnijih i preciznijih iskopa na malim površinama. Nevezana tla mogu se istovremeno iskapati i tovariti u prijevozno sredstvo, dok je stijensku masu prije iskopa potrebno usitniti, a ovisno o vrsti, odnosno čvrstoći stijenske mase, usitnjavanje se vrši snažnim pneumatskim alatom, glodalicama, a najčvršće se stijene miniraju. Kada govorim o građevinskim jamama, obavezno nakon iskopa radi se građevinska ograda zbog sigurnosti svih sudionika u gradnji.

Kod svake radnje iskopa, nakon obavljenog rada iskopano tlo mora se negdje odložiti. Kod izvođenja podzemnih građevina nastaju velike količine iskopanog tla, koje najčešće nije moguće u potpunosti ugraditi u trup prometnice, tako je npr. kod izrade tunela kod kojeg nastaju velike količine iz iskopa, to tlo je pretežito višak. Kada je iskopano tlo višak, ono se odlaže na za to namijenjena mjesta koja zovemo odlagalište ili deponija.

Tlo je, uz drvo, služilo čovjeku kao prvo gradivo. Građenje u tlu i od tla je staro koliko i povijest čovječanstva. U gradu Splitu postoji tunel izgrađen u doba cara Dioklecijana (oko 300. godine) za potrebe vodovoda, koji je do nedavna bio u funkciji.

2. ISTRAŽNI RADOVI

Ispod površine tla na kojem je predviđeno izgraditi građevinu izvode se istražni radovi koji služe za utvrđivanje rasporeda, debljine i svojstava slojeva pojedinih vrsta kvartarnih naslaga. Istraživanje relativno plitkih, površinskih slojeva tla posebno je važno za onaj dio lokacije na kojem će se izvoditi nasipi jer oni nemaju temelje, već leže izravno na prirodnom tlu.

Istražni radovi započinju na terenu, a nastavljaju se u laboratoriju, pa se zbog toga oni dijele na terenske istražne radove i laboratorijske istražne radove.

2.1. TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI

Terenski istražni radovi sastoje se od ne razarajućih i razarajućih postupaka. Ne razarajući postupci sastoje se od detaljnog inženjersko-geološkog i hidro-geološkog kartiranja, geofizičkih i drugih istražnih radova uz korištenje GIS-a. Razarajući postupci su istražna bušenja, raskopi, jame i podkopi. Dijele se na prethodne geološke istražne radove i na detaljne geološke istražne radove.

Prethodni geološki istražni radovi sastoje se od izučavanja postojećih geoloških podloga temeljem kojih je sačinjen „Program istražnih radova“. Ovi podaci služe za odabir mjesta na kojima će se izvoditi detaljni istražni radovi, te također služe kao podloga za određivanje mjesta na kojima će se vršiti geofizička ispitivanja. U prethodne geološke istražne radove spada i geološka interpretacija najrazličitijih snimaka iz zraka i podataka iz GIS-a. Temeljito izvedeni prethodni istražni radovi mogu smanjiti potrebnu količinu detaljnih istražnih radova. [1]

Detaljni geološki istražni radovi se izvode usporedno s geofizičkim i geotehničkim terenskim istražnim radovima. Ovi radovi obuhvaćaju više područja ispitivanja. Jedan dio sastoji se od detaljnog terenskog inženjersko-geološkog i hidro-geološkog snimanja i kartiranja površine budućeg zahvata. Snimaju se rasjedi i rasjedne zone, smjerovi pružanja i pad slojeva. Bilježe se podaci o pukotinama, zijev, hrapavost stijenki, međusobni razmak i slično. Svi ovi podaci služe za inženjersko-geološku klasifikaciju stijenske mase potrebnu za proračune i dimenzioniranje.
Druga grupa ovih radova obuhvaća geološku reinterpretaciju jezgre izvađene iz bušotina, kartiranje potkopa i stijenki jama, raskopa i bunara. Pri tom se dobivaju podaci bitni za modeliranje ponašanja stijenske mase pri izgradnji buduće građevine uslijed promijene stanja naprezanja. [1]

2.2. LABORATORIJSKI ISTRAŽNI RADOVI

Laboratorijska ispitivanja se izvode prema unaprijed utvrđenom programu koji je sastavni dio programa istražnih radova, te ih dijelimo na nekoliko skupina:

- Ispitivanja na poremećenim uzorcima

  - sva ispitivanja za potrebe ugradnje zemljanih gradiva kao što su: razredbena ispitivanja, ispitivanja prirodne vlažnosti, organski sastojaka i Proctorov pokus.
- Ispitivanja neporemećenih uzoraka
  - koriste se za procjenu nosivosti, slijeganja i čvrstoće na smicanje pod temeljnog tla
- Ispitivanja umjetnih uzoraka
  - služe za projektiranja nasipa
- Ispitivanja uzoraka stijene
  - rezultati ovih ispitivanja koriste se u klasifikaciji stijenske mase, za analize nagiba pokosa usjeka i zasjeka kao i nosivost temelja građevina koje leže na stijenskoj podlozi [1]

3. PRETHODNI I PRIPREMNI RADOVI

Pripremni radovi iznimno su bitni u prvim fazama građevinskog projekta. Učinkovitost izvedbe mora biti potkrijepljena svim tehničkim karakteristikama i čimbenicima, a materijal, proizvodi, oprema i radovi moraju biti izrađeni u skladu s normama i tehničkim propisima. Da bi se započelo s građenjem općenito, potrebno je izvršiti određene prethodne i pripremne radove. Opseg ovih radova ovisi o opsegu glavnih radova. Kod složenih građevinskih zahvata izrađuje se projekt organizacije građenja, u sklopu kojeg se uz ostalo nalazi i projekt pripremnih radova.

U prethodne radove spadaju premještanje postojećih prometnica i instalacija, rušenje postojećih objekata, skretanje korita vodotoka (privremeno ili trajno), podizanje privremenih mostova, izrada pristupnih tunela, zaštita, a po završetku radova i obnova vlasništva, kulturnih spomenika i prirodnog okoliša (obala vodnih površina, drveća).

U pripremne radove spadaju izrada gradilišne infrastrukture, izrada gradilišnog naselja, izrada pomoćnih građevina, skladišta i trafostanica te izrada pristupnih putova na gradilištu.

Nakon obavljanja gore navedenih radnji, prije samog početka zemljanih radovi potrebno je izvršiti određene predradnje na mjestu buduće građevine, a one se sastoje se od:

- rušenje i uklanjanje umjetnih objekata
- sječa šiblja, grmlja, granja, drveća i vađenje panjeva
- osiguranje gradilišta od dotoka tuđih voda (obodni jarci i podzemne drenaže)
- skidanje humusa i njegovo odlaganje
- iskolčenje građevine te postavljanje i osiguranje stalnih točaka i repera
- zasijecanje terena, ako je ovaj u nagibu
- zbijanje podloge prije nanošenja prvog sloja (kada se nasipava) [1]

Na cjelokupnoj površini zahvata, pod čime ulaze i površine svih pomoćnih i privremenih gradilišta, te svih gradilišnih putova, treba nakon završenog iskolčenja izvršiti sječu drveća, krčenje šiblja te vađenje panjeva. Panjevi se vade strojno buldožerom ili eksplozivom, ovisno o njihovom broju, veličini i opremljenosti izvođača, a šiblje se iskopava zajedno sa korijenjem. Prema OTU na površinama iskopanim za profil ceste treba izvaditi sve panjeve i korijenje do ovih dubina:

- na zaobljenim površinama zasjeka – do površine zaobljenja
- ispod nasipa – na najmanje 0,20 m ispod planuma temeljnog tla
- ispod kolničke konstrukcije koja dolazi neposredno na temeljno tlo na najmanje 0,50 m ispod planuma temeljnog tla

Često se prilikom iskopa kao problem pojavljuje podzemna voda, koju tijekom radova treba crpiti iz građevne jame.

Nakon obavljenih prethodnih radnji, slijedeći korak je skidanje humusa. Humus je površinski sloj tla bogat organskim sastojcima, te se on skida s cjelokupne površine gradilišta. Nije primjeren za ugradnju u nasipe, a kao podloga budućem temelju,nasipu ili brani može biti vrlo opasan, iz razloga ako se ne odstrani u punoj debljini, tvori stišljivu, potencijalnu kliznu plohu na spoju temelja, odnosno nasipa i tla, pa ga je zbog tog potrebno pažljivo i detaljno skinuti.

Debljina sloja humusa koja se skida određuje se istražnim radovima i pregledom na terenu, a iskustveno iznosi 10-30 cm. Površinsko, sraslo tlo, koje ima više od 10% organskih tvari, smatra se humusom. Za nasipe se smije koristiti samo tlo s kojeg je skinut humus.

4. ZEMLJANI RADOVI

Zemljani radovi sadrže sva kretanja zemlje na gradilištu, te predstavljaju pred fazu grubim radovima (roh bau). Pod zemljane radove spadaju razne vrste iskopa – temelja, usjeka, kanala, rovova, iskopa u glinokopima, šljunčarama ili kamenolomima, izrade nasipa, izrade tampona i posteljica, razastiranja, planiranja i nabijanja te prijevoza i odlaganja materijala. Provode se kao prethodni, glavni (izdvojeni), povezani (zajedno s drugim građevinskim radovima) i pomoćni radovi.

Kada se govori o prostoru izvođenja mogu biti nadzemni (površinski), podzemni (tunelski), koji obuhvaćaju izvedbe potkopa, tunela i podzemnih prostorija i podvodni zemljani radovi koji se izvode radom ljudi i strojeva s kopna ili s plovila (s površine vode) te pod samom vodom. [2]

4.1. KLASIFIKACIJA TLA

Klasifikacija tla omogućuje da se pomoću jednostavnih pokusa tla svrstaju u grupe (klase). Tla se dijele na nekoherentna (krupno zrnata) tla i koherentna (sitno zrnata) tla.

Nekoherentna ili krupno zrnata tla su ona tla čije čestice nisu vezane nikakvim vezivom (nevezana tla). U nekoherentna tla spadaju šljunak, pijesak i njihove mješavine.

Koherentna ili sitno zrnata tla su ona tla kod kojih su čvrsti sastojci međusobno povezani kohezijom (vezana tla), ona tla koja se sastoje od čestica manjih od 0,002 mm. U koherentna tla spadaju prah, glina i organsko tlo.

Klasifikacijski sustav za koherentna tla koristi dijagram plastičnosti, dok za nekoherentna tla granulometrijski sastav. Svako tlo ima oznaku koja sadrži dva slova. Prvo slovo je oznaka osnovnog materijala, a drugo slovo ovisi o njegovim svojstvima prema sustavu klasifikacije.

Krupnozrna tla su ona tla kod kojih čestice u suhom stanju nisu međusobno vezane. Na njih dominantno djeluju sile gravitacije i u nekim slučajevima kapilarne sile.

Sitnozrna tla imaju svojstvo da im se čestice ne mogu pojedinačno izdvojiti osim ako se ne razmute u vodi. Na njih dominantno djeluju elektrokemijske sile između minerala i iona vode koja je kemijski vezana na mineralnu rešetku. Kada su potpuno suha tvore čvrste oblike i teško se lome.

Prema engleskim nazivima osnovnih grupa (zrna koja dominiraju u granulometrijskoj krivulji) odabrano je prvo slovo za razredbenu oznaku, pa je:

Za koherentne materijale:

G – šljunak (gravel)

S – pijesak (sand)

M – prah (mud)

Plastičnost:

L – niske plastičnosti

I – srednje plastičnosti

H – visoke plastičnosti

Za nekoherentne materijale:

C – glina (clay) anorganska

O – organsko tlo (organic), glina i prah

Pt – treset (peat)

Graduiranost:

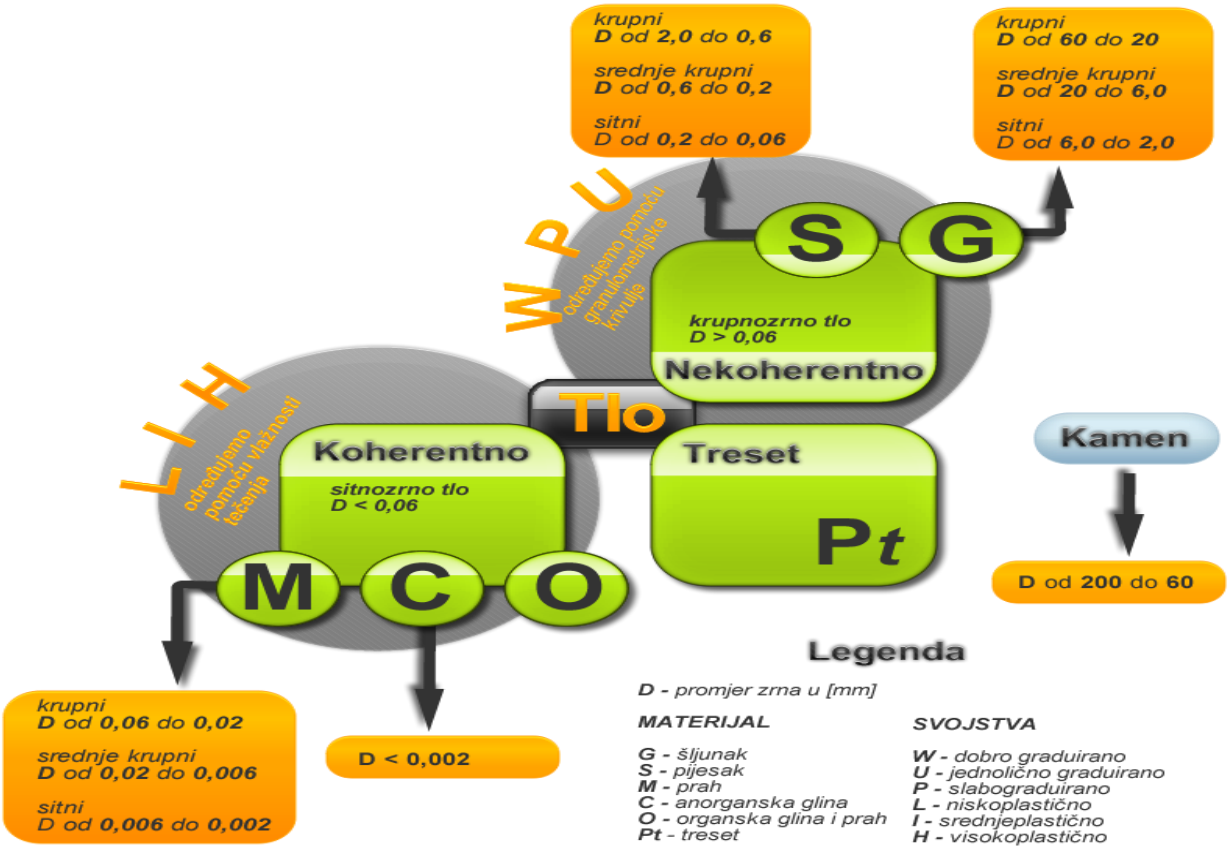
W – dobro graduiran

P – slabo graduiran

U – jednoliko graduiran

C – dobro graduiran s glinom

F – dobro graduiran s dosta sitnog [3]



Slika 1. Klasifikacija tla

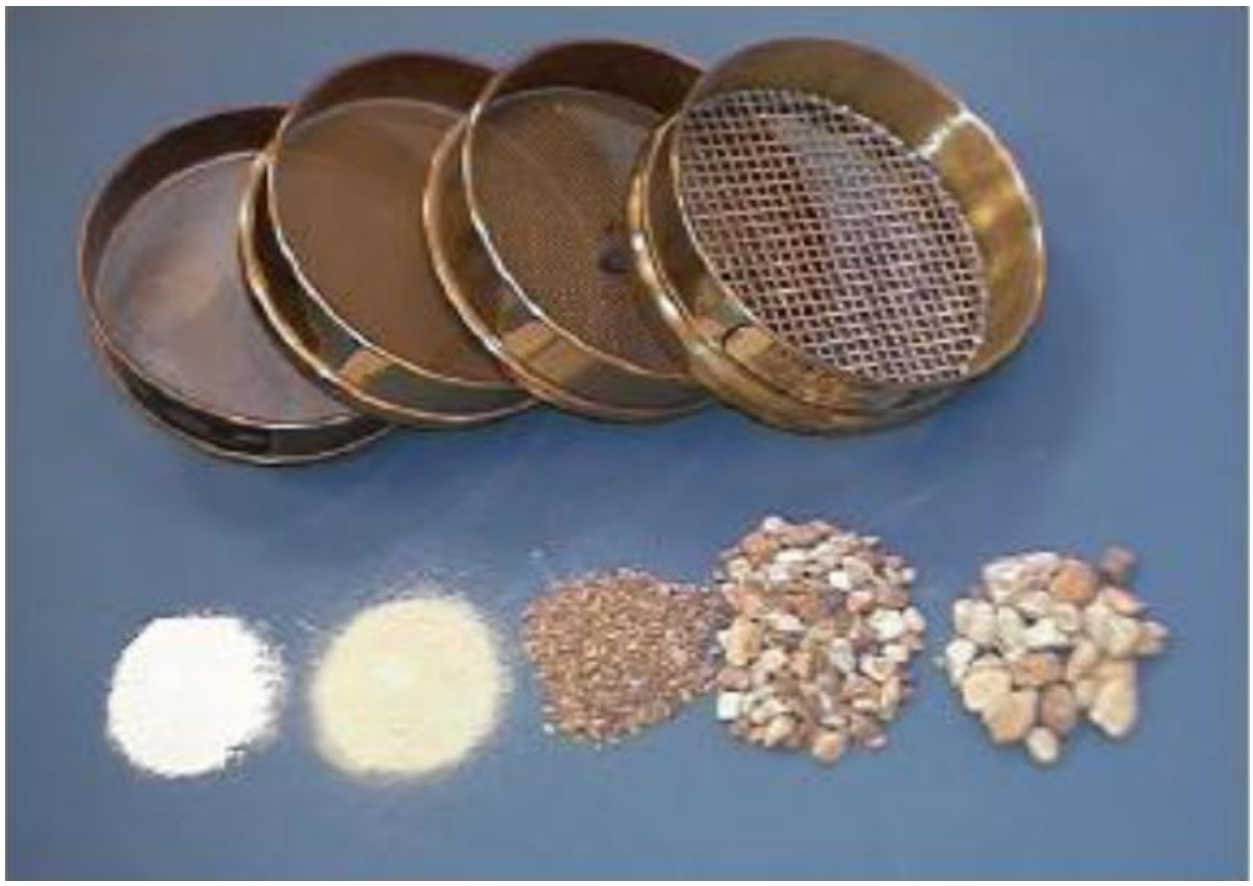
Klasifikacija materijala / kategorije tla:

- I. i II. Klasa – pjeskoviti površinski slojevi tla, zemlja nasuta bez zbijanja, humunizirano tlo s korijenjem trave
- III. klasa – zemlja s pijeskom, stabilizirani zemljani nasipi, zemlja do 30% kamena, humanizirani slojevi tla s korijenjem šiblja
- IV. klasa – tvrdo zbijena isušena zemlja, zemljani materijali s 30-50% kamena, rošni i raspucali kameni materijali, očvrsle žbuke i asfalti, tla s korijenjem visokog drveća, laporovita suha tla
- V. klasa – tla s 50-70% nevezanog kamena, raspucale stijene sa zemljanim materijalom, čvrsti beton do 16/20, tvrdi lapor
- VI. klasa – puni neispucani dijelovi kamenog materijala, beton čvrstoće veće od 25/30, površinski slojevi smrznute zemlje
- VII. klasa – eruptivne stijene, mulj (mješavina vode, zemlje i kamena tekuće ili plastične konzistencije

4.2. GRANULOMETRIJSKI SASTAV

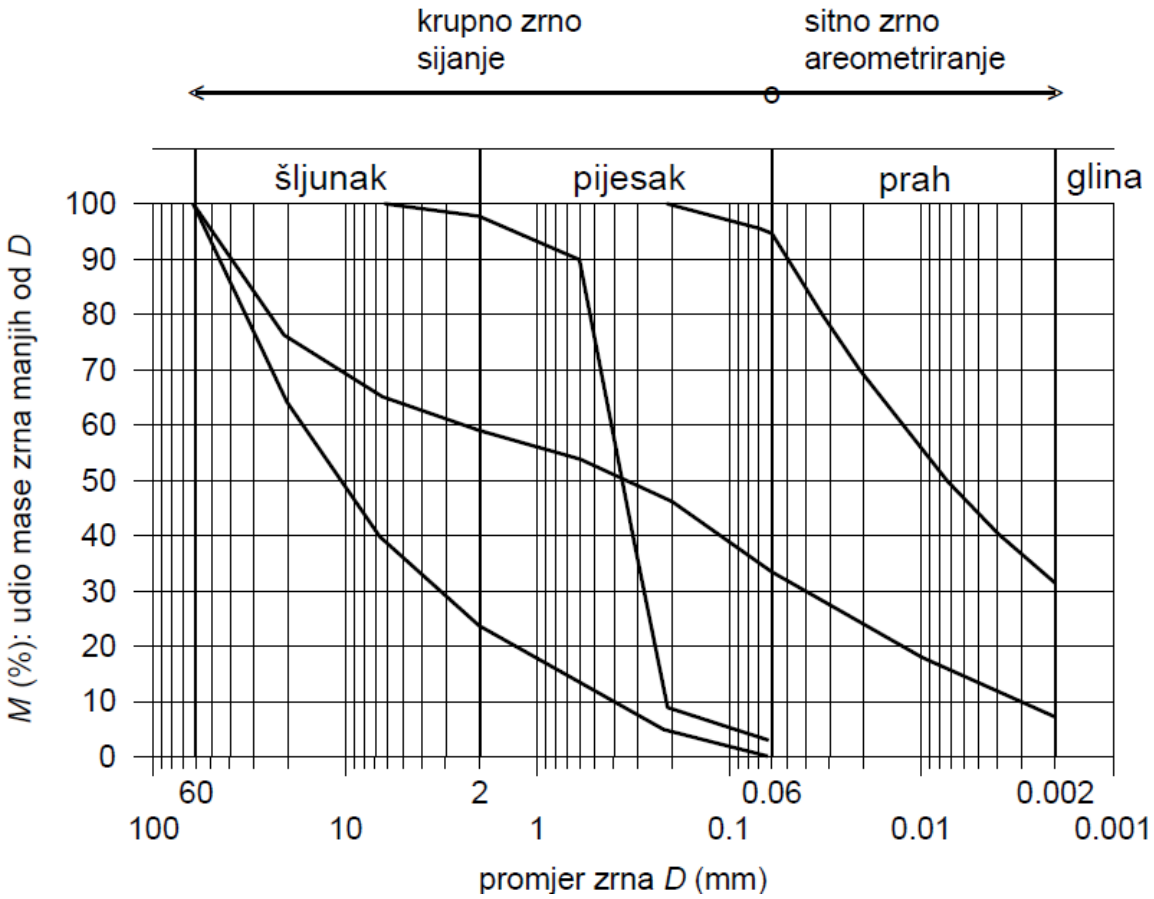
Granulometrijski sastav pokazatelj je masenog udjela pojedinih frakcija zrna u tlu ili nekom zrnatom materijalu, a obuhvaća sva zrna određenog promjera. Pri odabiru mineralnog agregata koji se ugrađuje u betonsku smjesu, kao npr. šljunak, tucanik, granulometrijski sastav je vrlo važan jer odgovarajuća zastupljenost zrna svih veličina daje dobru popunjenost šupljina. Za zrna promjera većeg od 0,06 mm, određuje se sijanjem, a za sitno zrnata tla provodi se aerometriranje.

Aerometriranje je postupak koji se temelji na određivanju promjene gustoće suspenzije uslijed taloženja čestica različitih promjera u vremenu i u poznatoj tekućini. Mjerenjem gustoće suspenzije aerometrom u određenim vremenskim razmacima određuje se granulometrijska krivulja. Sijanjem se kroz sita sve manjeg otvora, važe se ostatak uzorka na svakom situ i prema tome se određuju maseni udjeli frakcija. Ovo se prikazuje grafom na kojem je na apscisi promjer sita, a na ordinati maseni udio zrna koji prolaze kroz određena promjera sita. [4]



Slika 2. Primjeri sita različitih veličina otvora i različitih frakcija tla (postupak sijanja)

Ova se sita postave jedno ispod drugog, svako sljedeće s manjom veličinom otvora od prethodnog. Na prvo sito, s najvećom veličinom otvora, usipa se uzorak poznate mase m. Sva se sita zajedno vibriraju i tako se uzorak tla prosijava, s tim da na svakom situ ostane masa uzorka m1, koja se izvaže. Zatim se izračuna postotak mase uzorka, čija su zrna veća od sita i. Primjerice, (m1/m)×100 je postotak ukupne mase uzorka čija su zrna veća od otvora prvog sita, ((m1+m2)/m)×100 je postotak ukupne mase uzorka čija su zrna veća od otvora drugog sita i tako dalje. Kada dobivene postotke za svako sito odbijemo od 100%, dobijemo postotak ukupne mase uzorka čija su zrna manja od otvora tog sita. Primjerice, neka za dani uzorak, na prvom situ ostaje 10% njegove mase, a na drugom situ 15% njegove mase. Tada 90% mase uzorka ima promjer manji od otvora prvog sita, a 75% mase uzorka ima promjer manji od otvora drugog sita. Ove postotke nanosimo na ordinatu granulometrijskog dijagrama, dok na apscisu nanosimo veličinu otvora danog sita D u milimetrima, što ujedno predstavlja i promjer zrna. Tako dobijemo granulometrijsku krivulju. Najmanji otvor sita je oko 0,06mm, granice veličine zrna između krupno zrnatog i sitno zrnatog tla. [5]



Slika 3. Granulometrijska krivulja

Svojstva tla ovise o veličini zrna, mineralnom sastavu i vlažnosti, koji su također i međusobno ovisni. S promjenom vlažnosti tla, tlo se mijenja od krutog, preko plastičnog do tekućeg stanja.

5. ISKOP ZEMLJANIH MATERIJALA

Iskop je vrsta građevinskih radova kojima se uklanja dio tla na području gdje je namijenjena gradnja građevine (iskopi temelja građevine, podzemnih dijelova građevine, tunela, rovova, kanala i sl.) Iskopi se obavljaju strojno ili ručno. Iskopi se mogu vršiti na površini terena, u podzemlju (tunelski) i pod vodom.

Strojni iskopi obavljaju se nakon geodetskog iskolčenja (elaborat iskolčenja) prema predviđenim visinskim i položajnim kotama i propisanim nagibima po projektu. Kod svih iskopa dubljih od 1 m potrebno je provesti sve mjere zaštite i sigurnosti pri radu i sva potrebna osiguranja postojećih objekata. Osiguranje građevne jame vrši se razupiranjem bočnih strana, a sprječava urušavanje zemlje.

Kod iskopa treba paziti da ne dođe do potkopavanja ili oštećenja projektom predviđenih pokosa, jer može doći do klizanja i odrona. U slučaju da do toga dođe, izvođač radova ih je dužan odmah sanirati, pri čemu nema pravo na nepredviđeni rad ukoliko je sam prouzročio potkopavanje ili oštećenje, tj. ima pravo na naknadni rad ako je uzrok pogreška u projektu.

Prema namjeni, iskopi se dijele na iskop humusa, plitki iskopi i uređenje zemljišta, masivni široki iskopi za potrebe temeljenja velikih građevina (velikih brana), izgradnja platoa, iskopi usjeka, iskopi za temelje, rovove, kanale te iskopi u pozajmištima (šljunčarama, gliništima, kamenolomima).

Prema obliku prostora iskopa, dijeli se na:

- izdužena trasa iskopa za: rovove, kanale, trakaste temelje (kod potpornih zidova), podkope, tunele, s uglavnom stalnim poprečnim presjekom iskopa
- plošni iskop za: temelje većih površina, platoe i pozajmišta, gdje je dubina bitno manja u odnosu na površinu iskopa
- iskop bunarskog tipa, gdje je dubina znatno veća od površine, primjer temelji samci, temeljne jame manjih površina i razni tipovi okana
- iskopi složenih oblika i dubina, gdje se poprečni presjek kao i površina iskopa mijenjaju duž trase (kod prometnica i slično) [6]

Prema nagibu površine, iskopi se dijele na vodoravne, uspravne i iskope raznih nagiba.
Iskopano se tlo može privremeno odložiti bez odvoza, ako ne smeta na gradilištu, ali se češće utovaruje u prijevozna sredstva i odvozi na deponiju.

5.1. STROJNI ISKOP

Strojni iskopi pretežito prevladavaju kod obavljanja građevinskih, odnosno zemljanih radova. Danas imamo mnoštvo jakih strojeva koji nam omogućuju iskope u svim tlima različitih svojstava.

Strojevi su samohodni, najčešće na gusjenicama, ali ima ih i na kotačima. Više se primjenjuju gusjenice, iz razloga što one imaju mogućnost prilagodbe terenu na kojem će stroj raditi, ovisno o namjeni. Uske gusjenice koriste se za rad u stjenovitom terenu, dok se za rad na mekom, močvarnom ili općenito slabo nosivom tlu koriste široke gusjenice. Gusjeničari mogu imati okretnu platformu, što omogućuje stroju zaokret za 360 stupnjeva. Većina strojeva za rad u građevinarstvu je višenamjenska, što znači da mogu raditi s nekoliko vrsti alata.

Iskopi u neograničenom prostoru nazivaju se još i široki iskopi. Izvode se kod građevina velikih tlocrtnih površina, prometnica i luka. To su svi oni iskopi koji se vrše unutar nekog prostora bez zahtjeva za osiguranje rubova gradilišta od odrona, klizanja, urušavanja ili ugrožavanja postojećih okolnih građevina i infrastrukture.

Pod široke iskope spadaju: iskopi usjeka, zasjeka, pozajmišta, iskopi radi korekcija vodotoka i regulacija rijeka, iskopi kod devijacija cesta i prilaznih putova, kao i široki iskopi pri gradnji objekata. Rad uključuje i utovar iskopanog materijala u prijevozna sredstva.

Pri većim dubinama širokog iskopa, potrebno je voditi računa o stabilnosti nastalih pokosa. Nagibi pokosa ovise o vrsti tla u kojoj se vrši iskop, visini tako nastalog pokosa i veličini okolnog slobodnog pokosa. Tu se razlikuju privremeni pokosi i stalni pokosi, koji će postati sastavni dio građevine. Pokosi usjeka i zasjeka kod prometnica i pokosi obala kanala, su stalni pokosi. Stalni pokosi moraju se izvoditi prema projektnoj dokumentaciji kojom se dokazuje njihova trajna stabilnost. Za pokose koji su takvog nagiba da ne mogu stajati samostalno, a ne mogu se ublažiti na stabilni nagib iz bilo kojeg razloga, projektom je potrebno predvidjeti zahvate koji će osigurati stalnu stabilnost. To su najčešće razne vrste potpornih građevina, ali mogu biti i drenaže, koje mijenjaju oblik strujnog polja i tako povećavaju stabilnost kosine. Iskopi, koji će naknadno biti zapunjeni ili zatrpani, su privremeni iskopi (iskopi s privremenim pokosima ili s privremenim podgradama).

Tehnologija rada ovisi o vrsti tla, konfiguraciji terena, raspoloživoj mehanizaciji za iskop i prijevoz njenim mogućnostima kao i o visini i dužini radnog poteza, količini koju treba iskopati i dužini prijevoza iskopanog tla. [1]

Iskop se može vršiti:

- u uzdužnim slojevima
- u punom profilu s čela
- u punom profilu u terasama
- iskop usjeka i/ili zasjeka sa strane
- s uzdužnim presjekom

Široki se iskop izvodi strojno s odgovarajućom mehanizacijom. Mehanizacija za iskop ovisi o vrsti tla na kojoj će se izvoditi radovi (kategorije A,B i C). Iskop se obavlja prema visinskim kotama te propisanim nagibima kosina, a uzimajući u obzir geomehanička svojstva tla i zahtijevana svojstva za namjensku upotrebu iskopanog materijala. [9]

Izbor tehnologije rada kod širokog iskopa ovisi o predviđenim umjetnim objektima (potporni zidovi, drenaže, cestovna kanalizacija i slično), vrsti tla, mogućnostima primjene određene mehanizacije za iskop i prijevoz, visini i dužini zahtijevanog iskopa, količini tla koje treba iskopati, prijevoznim dužinama, rokovima završetka iskopa, odnosno rokovima dovršetka ceste, važnosti pojedinog iskopa za dinamiku rada na objektu i ekonomičnosti iskopa.

Ovisno o vrsti tla, tehnologiji i upotrijebljenoj mehanizaciji kojom je moguće obavljati iskop, kod širokog iskopa treba razlikovati:

a) Iskop u materijalu kategorije 'A'

   Pod materijalom kategorije 'A' spadaju čvrsti materijali gdje je potrebno miniranje cijelog iskopa i/ili uporaba strojeva s hidrauličkim čekićem. Tu spadaju sve vrste čvrstih kamenih tala kompaktnih stijena (eruptivnih, metamorfnih i sedimentnih) u zdravom stanju, uključujući i moguće tanje slojeve rastresitog materijala na površini, ili takve stijene s mjestimičnim gnijezdima ilovače i lokalnim trošnim ili zdrobljenim zonama.
   U ovu se kategoriju ubrajaju i tla koja sadrže više od 50% samaca većih od 0,5 m3, za čiji je iskop također potrebno miniranje.[6]

b) Iskop u materijalu kategorije 'B'

   Pod materijalom kategorije 'B' spadaju polu čvrsta kamenita tla, gdje je potrebno djelomično miniranje odnosno uporaba strojeva s hidrauličkim čekićem, a ostali se dio iskopa obavlja izravnim strojnim radom. Toj skupini materijala pripadaju flisni

materijali, uključujući i rastresiti materijal, homogeni lapori, trošni pješčenjaci i mješavine lapora i pješčenjaka, većina dolomita (osim vrlo kompaktnih), raspadnute stijene na površini u debljim slojevima s miješanim raspadnutim zonama, jako zdrobljeni vapnenac, sve vrste škriljaca, neki konglomerati i slični materijali.[6]

c) Iskop u materijalu kategorije 'C'

Pod materijalom kategorije 'C' podrazumijevaju se svi materijali koje nije potrebno minirati, nego se mogu kopati izravno, upotrebom pogodnih strojeva - buldožerom, bagerom, ili skrejperom. U ovu kategoriju spadaju sitno zrnata vezana (koherentna) tla kao što su gline, prašine, prašinaste gline (ilovače), pjeskovite prašine i leš, krupno zrnata nevezana (nekoherentna) tla kao što su pijesak, šljunak, tj. njihove mješavine, prirodne kamene drobine, mješovita tla koja su mješavina krupno zrnatih nevezanih i sitno zrnatih vezanih materijala.[6]

5.1.1. ŠIROKI ISKOP U MATERIJALU KATEGORIJE “A”

U ovoj kategoriji materijala, izvođač pri radovima na miniranju mora raspolagati kvalificiranom radnom snagom za takvu vrstu radova. Kod obavljanja ovakvih radnji potrebna je velika pažnja i sigurnost. Pri svakoj upotrebi eksploziva treba postupati u skladu sa odabranom tehnologijom, važećim zakonima i propisima za takve radove radi sigurnosti gradilišta, opreme, objekata, ljudi i okoliša. Potrebno je također svesti na minimum utjecaje koji bi prouzročili ometanje prometa, ljudi i okoliša. Pri radovima treba postaviti svu potrebnu prometnu i sigurnosnu signalizaciju.

Dubinskim bušilicama izrađuju se bušotine za miniranje, upravo zbog opremljenosti za takvu vrstu rada. Raspored bušotina kao i količina eksploziva po minskoj bušotini trebaju biti takvi da osiguravaju stvaranje najpovoljnije granulacije od miniranog materijala i da potreba za naknadnim usitnjavanjem komada kamena bude minimalna. Fizičko-mehanička svojstva stijenskih masa i smjer pružanja i pad slojeva u odnosu na os nasipa utvrđuju se prethodnim geotehničkim ispitivanjima, na osnovi čega će se odabrati tehnologija, tj. odrediti način otkopavanja, način bušenja, razmak bušotina i količina punjenja eksplozivom.

Glatko miniranje obavezno je izvesti prije ostalih mina u profilu iskopa, radi što bolje sigurnosti pokosa. Samim time se pokosi pri konačnom uređenju lakše urede, pravilnijih su ploha, a i količina rastresitog materijala koji treba očistiti s pokosa je minimalna. Na taj se način sprječava rastresanje stijenske mase u pokosima čime postaju stabilniji i lakše se održavaju.

Materijal se kopa do projektiranog nagiba pokosa uz obavezno odstranjivanje labavih i rastresitih dijelova stijene do kote posteljice, po kojoj se tako može odvijati gradilišni promet. Pravilnom tehnikom bušenja i miniranja može se postići da je nagib zasjeka strmiji od projektiranog, što daje veću zaštitu objekata. Time se nagib pokosa može povećati za približno 25%, osobito kada slojevi u pokosu imaju povoljan položaj.

Ako materijal iz iskopa treba upotrijebiti za proizvodnju zrnatog kamenog materijala za izradu klinova kod objekata, kao završni sloj - krune nasipa, nosivih slojeva kolničke konstrukcije pristupnih cesta i rampi , agregata za beton i asfaltne slojeve, potrebno je od ovlaštenog tijela dobiti dokaze o upotrebljivosti koje se temelji na rezultatima laboratorijskih ispitivanja, te treba obratiti pažnju na to da se isključi miješanje glinovitih primjesa s kamenim materijalom koji je ispitan.

Projekt miniranja mora biti tako napravljen da minerski radovi izazivaju minimalno oštećenje stjenovite mase u pokosu. Projekt tehnologije iskopa mora biti tako napravljen da se radovima iskopa ne ugrozi stabilnost iskopa u bilo kojoj fazi rada kao i da se osigura da se pri radovima na iskopima na minimum svedu utjecaji koji bi prouzročili ometanje prometa, ljudi i okoliša . U takvim slučajevima, projektom tehnologije iskopa treba predvidjeti , umjesto miniranja, iskope strojevima s pneumatskim čekićima odgovarajućeg učinka. [7]

5.1.2. ŠIROKI ISKOP U MATERIJALU KATEGORIJE “B”

Kod ove kategorije materijala, potrebno je uz rad strojeva obaviti i miniranje. Materijale koji su osjetljivi na atmosferske utjecaje treba istovremeno osigurati utovar materijala, prijevoz do mjesta stalnog odlagališta ili do mjesta ugradnje u nasip, istovar i ugradnju.

Sva voda mora se odvoditi van trupa nasipa u pogodne recipijente, jer zbog nepravilne odvodnje može doći do oštećenja izrađenih pokosa, čime se ugrožava njihova stabilnost prije ozelenjivanja.

Nagibe pokosa u usjeku i zasjeku treba izraditi po projektu. Nagibi mogu biti vrlo različiti, jer ova grupa materijala obuhvaća širok raspon stijenskih masa prema njihovim fizičko-mehaničkim svojstvima.

Ovakvi materijali mogu se primijeniti za izradu nasipa prema uvjetima iz projekta. Materijali iz ove grupe mogu koristiti za izradu nosivih slojeva pristupnih i drugih lokalnih cesta, što treba dokazati odgovarajućim ispitivanjima na probnim dionicama. Projekt miniranja mora biti tako napravljen da minerski radovi izazivaju minimalno oštećenje stjenovite mase u pokosu.

Projekt tehnologije iskopa mora biti tako napravljen da se radovima iskopa ne ugrozi stabilnost iskopa u bilo kojoj fazi rada kao i da se osigura da se pri radovima na iskopima na

minimum svedu utjecaji koji bi prouzročili ometanje prometa, ljudi i okoliša . U takvim slučajevima, projektom tehnologije iskopa treba predvidjeti , umjesto miniranja, iskope strojevima s pneumatskim čekićima odgovarajućeg učinka. [7]

5.1.3. ŠIROKI ISKOP U MATERIJALU KATEGORIJE "C"

U materijalima ove kategorije iskop se obavlja izravno strojevima. Rijanje se u tim materijalima primjenjuje ponekad samo radi povećanja učinka strojeva.

Ako je iskopani materijal osjetljiv na atmosferske utjecaje, prilikom iskopa takvi se materijali moraju odmah utovariti, prevesti i ugraditi u nasipe ili istovariti na mjesto privremenog ili stalnog odlagališta. Nagib radnih pokosa pri iskopu je u granicama 1:1 za nevezana krupno zrnata tla do 1:3 za sitno zrnata vezana koherentna tla. Često ih dobivamo iskopom u plitkim zemljanim usjecima ili zasjecima, pa im je količina vlage obično visoka, a mogu sadržavati i veliku količinu organskih tvari, te se zbog toga materijali ove kategorije najčešće upotrebljavaju za izradu nasipa. U slučaju da postoji manjak materijala za izradu nasipa ili ako materijal iz iskopa ne zadovoljava svojim karakteristikama, nadoknađuje se iz pozajmišta.

Prije početka upotrebe pozajmišta potrebno je snimiti teren, te izraditi prijedlog tehnologije iskopa. Prijedlog tehnologije mora sadržavati: situaciju s poprečnim profilima predviđenog iskopa, način iskopa u vertikalnom i horizontalnom smislu, vrstu strojeva i vozila, mjesta odlaganja humusa i ostalih neupotrebljivih materijala te prijedlog za uređenje pozajmišta nakon završene uporabe. Kapacitet iskopa u pozajmištu mora biti usklađen s mogućnostima prijevoza i ugradnje, posebno ako je materijal osjetljiv na atmosferske utjecaje. [7]

5.2. OBRAČUN RADOVA

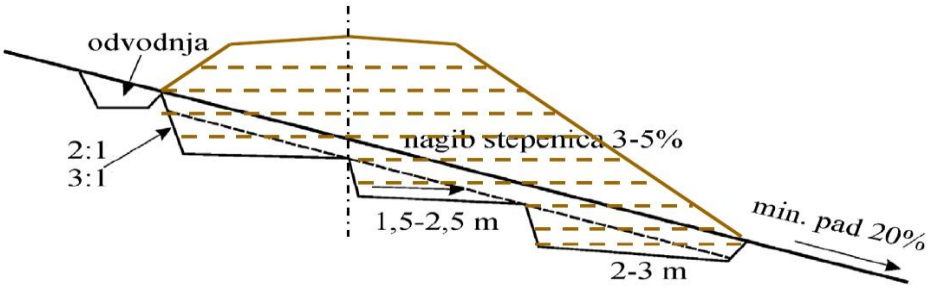
Količine širokog iskopa za obračun utvrđuju se mjerenjem stvarno izvedenog iskopa tla u sraslom stanju. Proširenje usjeka radi pozajmišta plaća se kao iskop u širokom iskopu. Ako su pozajmišta izvan trase nasipa, kubatura iskopa računa se na osnovi količine nasipa u zbijenom stanju izrađenog od materijala iz pozajmišta prema načelu da je jedan kubični metar nabijenog nasipa jednak jednom kubičnom metru iskopa u pozajmištu.

Rad se plaća po kubičnom metru iskopa u sraslom stanju po jediničnim cijenama iz ugovora, i to odijeljeno za pojedine kategorije materijala ("A" , "B", "C"). U jediničnu cijenu uračunani su svi radovi na iskopu materijala s utovarom u prijevozna sredstva, radovi na uređenju i čišćenju pokosa od labilnih blokova i rastresitog materijala, planiranje iskopanih i susjednih površina. [6]

5.3. ISKOP STEPENICA I ZASJEKA

Rad obuhvaća iskope stepenica na nagnutim temeljnim tlima , kao i zasjeka u pokosu nasipa koji se sanira ili proširuje u svim kategorijama materijala. Materijal iskopan u stepenicama ugrađuje se u slojeve nasipa.

Kada je teren u nagibu većem od 20 stupnjeva, a na njemu će se kasnije izvoditi nasip, iskop treba izvoditi tako da se izvede u više stepenica, radi veće stabilnosti nasipa. Samim time napravila se priprema terena za daljnji rad, pa nije kasnije potrebno dorađivati teren naknadnim iskopima. Zasijecanje se vrši stepenasto na svakih 100-300 cm visinske razlike, ovisno o nagibu terena, a ploha nalijeganja treba biti u padu 3-5% (OTU 4%), u smjeru pada terena. Širina stepenica može biti od 2,0 do 5,0 m. Kosina zasjeka ovisi o vrsti i svojstvima tla i nagibu terena, a iznosi 2:1 do 3:1. [14]



Slika 4. Stepenice u nagnutom tlu

Kod blaže nagnutih padina može između stepenica biti među razmak od 1 do 1,5 m, a kod jače nagnutih terena taj se među razmak izostavlja. Stepenice se ne moraju izvoditi na kamenitim terenima, ako u njima ima prirodnih neravnina koje sprječavaju klizanje tijela nasipa . Temeljno tlo mora na stepenicama i zasjecima imati traženu zbijenost, odnosno biti uređeno ovisno o vrsti tla i visinskom položaju.

Iskop stepenica mjeri se i obračunava po stvarno iskopanoj količini sraslog tla, u kubičnim metrima (m3), za svaku kategoriju materijala (“A”, “B” ili “C”) posebno, računajući i utovar u

prijevozno sredstvo. Iskop stepenica i zasjeka plaća se po kubičnom metru iskopanog tla po jediničnim cijenama u koje je, osim iskopa, uključeno i prebacivanje iskopanog materijala u nasip, potrebno oblikovanje ploha na padini, zasjeku i u temeljnom tlu. [6]

5.4. ISKOP GRAĐEVNIH JAMA

Građevna jama je prostor nastao iskopom ispod razine terena za potrebe izvedbe temelja ili cijelog objekta. Građevne jame se izvode raznih dubina, dimenzija i u svim kategorijama tla.

U rad na iskopu se ubrajaju i dodatni poslovi na sabiranju i crpljenju oborinskih, podzemnih ili izvorskih voda, vertikalni prijenos iskopanog materijala potrebnog za nasipavanje oko gotovog temelja i odvoz na odlagalište viška iskopanog materijala.

Metode iskopa građevne jame definirane su ovisno o sljedećim okolnostima:

- vrsta materijala u kojem se izvodi iskop
- položaj dna iskopa u odnosu na razinu vode
- ukupna dubina iskopa od površine terena
- položaj susjednih građevina

Prilikom iskopa treba paziti da ne dođe do potkopavanja ili oštećenja pokosa kako ne bi došlo do klizanja pokosa ili odrona, te treba provesti sve mjere zaštite na radu i sva osiguranja postojećih objekata i komunikacija.

Zbog opasnosti od urušavanja, iskopani se materijal odbaciva od stijenki i ruba iskopa na potrebnu udaljenost, te se razvrstava po upotrebljivosti za nasipavanje oko temelja, za ugradnju u nasipe ili za prijevoz na odlagalište.

Nabijanje tla vrši se ako je dno građevne jame u nevezanom materijalu, a izvodi se neposredno prije izrade temelja, a ako je dno temeljne jame u vezanom (koherentnom) materijalu i ako je došlo do raskvašenja ili oštećenja dna, tada se prije izrade temelja oštećeni dio tla zamijeniti novim materijalom. [6]

5.5. ISKOP U NEOGRANIČENOM PROSTORU

Ovisno o vrsti tla, kao i o nizu okolnosti koje vladaju u okolini gradilišta, iskopi u neograničenom tlu mogu se izvoditi bez zaštite i sa zaštitom pokosa. Koherentna tla se do neke dubine mogu kopati bez zaštite, dok se nekoherentna tla uvijek osipaju te ih je potrebno podgrađivati.

Posebnu pažnju treba posvetiti razini podzemne vode (RPV), jer tlo ispod RPV ima bitno različita svojstva nego iznad RPV. Ako još prilikom iskopa, iz tehnoloških razloga dolazi do sniženja RPV, javlja se tečenje pri iskopu. Ono mijenja strujno polje u tlu, a što može izazvati klizanja i urušavanja pokosa.

Tehnike iskopa su različite, a ovise o vrsti tla koje se iskapa i mehanizaciji koja stoji na raspolaganju pri iskopu. Najčešće se koriste strojevi koji izvode: kopanje, struganje, razbijanje, glodanje, rezanje. [6]

5.6. RUČNI ISKOP

U današnje vrijeme ručni iskop sve više zamjenjuju mali građevinski strojevi. Ručni se iskop koristi tamo gdje je nemoguć pristup strojem ili kod radova koji zahtijevaju jako veliku preciznost radova.

Vrste radova kod ručnog iskopa: ručno otkopavanje zemlje u širokom otkopu, prebacivanje iskopane zemlje, ručno otkopavanje zemljišta za temelje objekta ili kanalske rovove, nasipanje i nabijanje, planiranje, razastiranje, sječenje drveća te kopanje osamljenih temelja.

Izvodi se u mekšim tlima s lopatom, u miješanim tlima koji sadrže krupnije komade kamena i u krutim glinama krampom i motikom, a i mekim stijenama i zdrobljenim stijenama ručnim, pneumatskim čekićima. Precizno uređenje pokosa u raspucalim stijenama dotjerava se ručno čeličnim šipkama (pajser).

Svaki način rada ima svoje prednosti i mana. Kod ručnog iskopa, radovi se izvode s daleko većom točnošću. Uz jeftinije radne snage, i male količine konačne cijene proizvodnje ručnog iskopa može biti manja od iznajmljivanja bagera i ostalih strojeva. Međutim, značajne količine tla i brzina rada rovokopača često pobjeđuje, pa se nekako uvijek gleda na više strojni, nego ručni iskop. [8]

5.7. ISKOP U STIJENSKOJ MASI (MINIRANJE)

Iskop stijene zahtijeva prvobitno njeno razaranje. Može se vršiti ručno, kao što se to činilo do pronalaska eksploziva. Iako rijetko, u kamenolomima ukrasnog kamena, za pravilno odvajanje blokova, koristi se metoda pomoću drvenih klinova natopljenih vodom, umetnutih u pravilni niz bušotina. Eksplozivi su tvari koje izazivaju eksploziju. Pri tom je bitno da se razvijaju visoki pritisci koji će svojim naglim širenjima osvajati novi prostor. Ako je prostor dobro zatvoren, širenje plinova izaziva razaranje.

U građevinarstvu se koriste isključivo kemijske eksplozije, one nastaju aktiviranjem eksplozivnih smjesa, a eksplozivi koji se koriste su gospodarski eksplozivi. To su smjese više kemijskih spojeva. Mogu biti praškasti, uljni, polu plastični, plastični i vodo plastični.

U građevinarstvu se pojavljuje površinsko miniranje, podzemno miniranje i posebna miniranja.

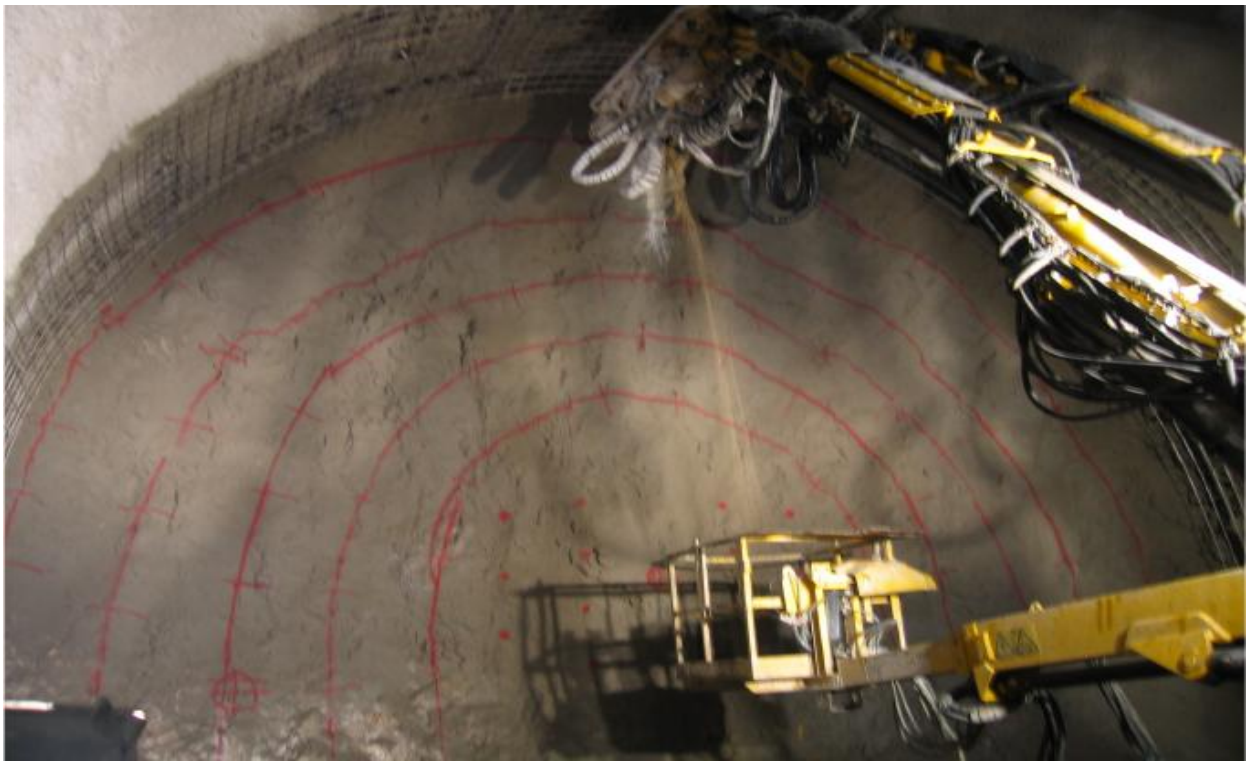
Pri površinskom miniranju valja površinu zaštititi od komada stijene koji lete uokolo prilikom eksplozije. To se postiže prekrivanjem površine koja se minira raznim pomagalima kao što su mreže, automobilske gume i slično.

Pri podzemnom miniranju potrebno je osigurati dobru ventilaciju prostora koji se ispuni plinovima i prašinom nakon eksplozije. Prostor se mora što brže dovesti u radno sposobno stanje da zastoji traju što kraće. [1]

5.7.1. MINIRANJE U TUNELU

Miniranje u tunelu je postupak razaranja stijenske mase eksplozivom, izvodi se u ciklusima koji se sastoje od bušenja stijene, punjenja izvedenih bušotina eksplozijom čije aktiviranje i djelovanje razara stijenu i pretvara u sipki materijal pogodan za građenje ili proizvodnju mineralnih sirovina, te odvoza materijala i po potrebi strojne dorade profila.

Kod iskopa tunela miniranjem koristi se metoda miniranja sa plitkim bušotinama, odnosno bušotinama duljine od 6,0 m i promjerom manjim od 75 mm.



Slika 5. Bušenje minskih bušotina u tunelu

Na rezultate miniranja utječu parametri miniranja : broj, raspored i dužina minskih bušotina, ukupna količina eksploziva po bušotini i stupnju paljenja i promjer minskih bušotina i patrona.

Miniranje se kod iskopa tunela koristi kao alat za rezanje stijenske mase, a ne za njenu potpunu destrukciju. Nastoji se na minimum svesti preko profilni iskop, ali i ne odminirani dio koji je potrebno ukloniti.

Ukupni minerski radovi obuhvaćaju : pripremne radove, glavne minerske radove – bušenje i primarno miniranje i po potrebi naknadne strojne dorade profila i naknadno miniranje. [6]

Slika 6. Punjenje minskih bušotina

6. PRIJEVOZ ZEMLJANIH MATERIJALA

Prijevoz je radnja kojom se iskopano tlo premješta s mjesta iskopa, koje može biti u usjeku, širokom iskopu, rovu ili pozajmištu na mjesto odlaganja materijala, koje može biti mjesto privremenog odlaganja (gradilišna deponija), trajno odlagalište, kada je iskopano tlo višak ili mjesto ugradnje iskopanog tla u nasip. Prijevoz može biti gradilišni, kada vozila ne prometuju javnim prometnicama već samo gradilišnim putovima, a može biti i prijevoz javnim cestama kada se iskopano tlo odvozi van gradilišta.

Prijevoz treba biti brz i ekonomičan. Da bi se tome udovoljilo, treba:

- primjenjivati prijevozna sredstva većeg kapaciteta
- primjenjivati prijevozna sredstva koja mogu obavljati više radnji

Broj prijevoznih sredstava treba planirati tako da se kod prijevoza računa s masom materijala u rastresitom stanju, zbog ograničene veličine sanduka prijevoznog sredstva. Vrsta vozila za prijevoz kao i načini prijevoza mogu biti različiti obzirom na kategoriju i količinu tla koje treba prevesti, način iskopa, utovara, te dužine prijevoza. Kapacitet prijevoza treba biti usklađen s kapacitetom iskopa. Za prijevoz sipkih i iskopanih materijala koriste se uglavnom kamioni kiperi. [1]

Slika 7. Utovar zemlje bagerom u kamion kiper

Slika 8. Istovar prevezene zemlje

Na manjim razdaljinama se tlo, koje se može kopati dozerom, može njime i odgurati na odlagalište ili mjesto ugradnje. Dozerom se može odgurati i razrijano tlo. Po gradilištu se mogu kretati i kamioni, damperi i kiperi vrlo velikih dimenzija i razna, namjenska izrađena vozila za prijevoz iskopanog tla.

Slika 9. Buldožer za guranje iskopanog tla na manje udaljenosti

Prijevozne dužine, po prethodno izrađenom putu ili cestama javnog prometa prema ovim tehničkim uvjetima, dijele se u ove grupe:

- prijevoz na dužinu 100-300 m
- prijevoz na dužinu 300-600 m
- prijevoz na dužinu 600-1500 m
- prijevoz na dužinu 1500-3000 m
- prijevoz na dužinu 3000-5000 m
- prijevoz u cestovnom prijevozu na dužinu 3-100 km

Skrejperi su strojevi koji istovremeno, u kretanju, izvode više radnji. Pogodni su za iskop pjeskovite gline, a rabe se za masovne zemljane radove. U prvom koraku vrše iskop, samoutovar i prijevoz iskopanog tla, a u drugom koraku, nakon prijeđenog puta, vrše istovar, razastiranje i grubo planiranje. [1]

Slika 10. Skrejper za samoutovar, transport, istovar i razastiranje

Kada se vozila ne kreću javnim cestama mogu bit i takvih dimenzija, koje prekoračuju one propisane za kretanje po javnim putovima. To je slučaj kod velikih zemljanih radova na izduženim trasama gdje treba vozilom prevesti što veće količine iskopanog tla.

Da bi se omogućio nesmetan prijevoz potrebno je osigurati:

a) na gradilištu

- pravilnim postavljanjem i redovitim održavanjem gradilišnih prometnica
- izradom i redovitim održavanjem privremenih objekata
- opremanjem odgovarajućim oznakama, prekopa, dijelova građevine u izgradnji

b) na javnim prometnicama

- postavljanjem odgovarajuće vertikalne, horizontalne i svjetlosne signalizacije
- uporabom vozila potpune tehničke ispravnosti, propisanog gabarita i dopuštene nosivosti (osovinsko opterećenje)
- sprječavanjem nanošenja blata na kolnik javne prometnice, [1]

Za prijevoz iskopanog tla koriste se još i damper, namjenska vrsta kamiona za ovakav prijevoz. Damperi mogu podići sanduk tako da iz njega istresu teret na predviđeno mjesto.

Slika 11. Damper za prijevoz sipkih materijala namijenjen gradilišnom prijevozu

Kada za prijevoz služe damper, potrebno ih je natovariti, za to najčešće koristimo utovarivače. To su strojevi kojima manevarske sposobnosti omogućuju da zagrabe tlo s hrpe, podignu ga i bace u koš prijevoznog sredstva. Oni mogu biti na kotačima i na gusjenicama.

Slika 12. Utovarivač za utovar iskopanog materijala

Količina prevezenog materijala mjeri se i obračunava u kubičnim metrima (m3) iskopa u sraslom stanju prema projektu na određenu udaljenost. Ako se prijevoz izvodi iz pozajmišta, prijevoz se mjeri i obračunava po kubičnom metru (m3) izrađenog nasipa. Plaća se prema ugovorenim jediničnim cijenama za pojedine dužine prijevoza i za kubični metar prevezenog materijala, bez obzira na kategoriju tla.

6.1. ODLAGANJE

Odlaganje je postupak kojim se privremeno ili trajno odlaže iskopano tlo. Privremeno se odlaže svo tlo koje će kasnije biti ugrađeno u nasipe, kao npr. humus. Odlagališta mogu biti privremena i trajna. Osnovno je svojstvo odlagališta (osim komunalnog otpada) da nastaju jednostavnim nasipavanjem bez zbijanja. Privremena odlagališta služe za odlaganje iskopanog tla koje će se kasnije ugraditi u nasipe ili će služiti za daljnju preradu.

7. NASIPAVANJE ZEMLJANIM MATERIJALIMA

Nasip je građevina izvedena od rastresitog gradiva. Rastresito gradivo može biti iskopano u usjecima i zasjecima na trasi građevine za koju se izvodi nasip ili može biti od raznih industrijskih ostataka. Izrada nasipa obuhvaća nasipanje, razastiranje, prema potrebi vlaženje ili sušenje, te planiranje materijala u nasipu prema dimenzijama i nagibima danim u projektu.

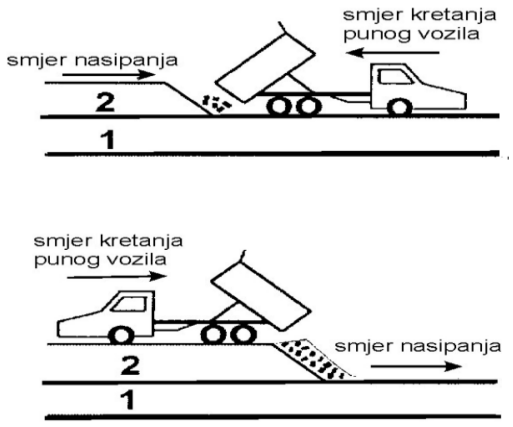
Pri izradi nasipa od zemljanog, vezanog materijala, sav materijal dopremljen na gradilište mora se zbiti istog dana. Previše vlažan materijal prije ugrađivanja mora prosušiti (razastiranjem, sitnjenjem, prebacivanjem, te izlaganjem suncu i vjetru), a previše suhi materijali navlažiti do tražene vlažnosti (prskanjem i polijevanjem).

Nasipavanje i zbijanje treba prekinuti u svako doba kad nije moguće postići tražene rezultate, koje mogu uzrokovati kiša, podzemne vode ili druge atmosferske nepogode. U nasip se ne smije ugrađivati snijeg, led ili smrznuti zemljani materijal, te se ne smije izvoditi na smrznutoj podlozi.

Nasipi se mogu podijeliti na: odlagališta – odlagališta viška gradiva iz iskopa, jalovine ili industrije i na nasipe – građevine, s projektiranom ugradnjom.

Gradiva za nasip mogu biti od zemljanih materijala, kamenih materijala i miješanih materijala. Pod izradom nasipa podrazumijeva se: dovoz gradiva, nasipanje, razastiranje, vlaženje ili sušenje te zbijanje. Nasipavanje se izvodi bez zbijanja ili uz kontrolirano zbijanje.

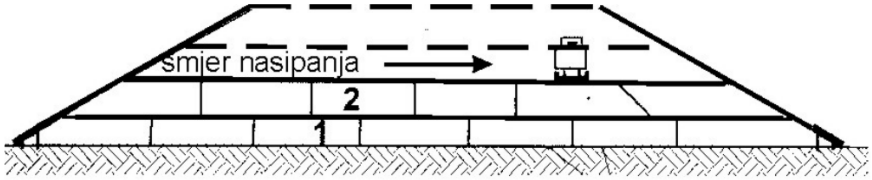
Nasipavati se može u vodoravnim slojevima, tako da se gradivo dovozi po gotovo zbijenom sloju, ili tako da se gradivo vozi po sloju koji se ugrađuje, tako da se svježe razastrti sloj prvo zbija pod kotačima vozila, a tek nakon toga strojevima za nabijanje. [9]

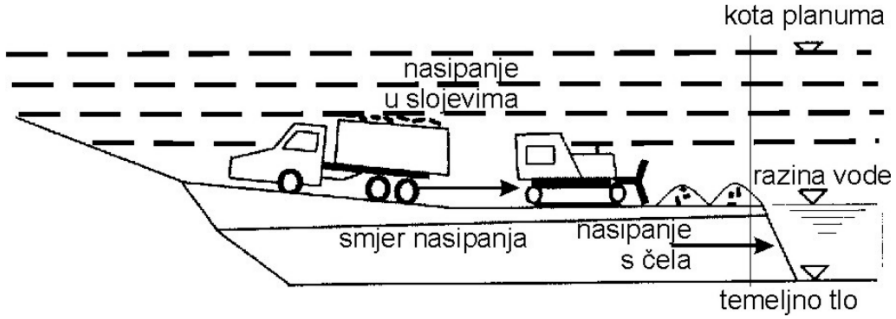


Slika 13. Gore: Nasipavanje po gotovom sloju;
Dolje: Navoženje po sloju koji se ugrađuje

U poprečnom presjeku nasipa, u oba slučaja vozila se kreću tako da pri svakom prolazu mijenjaju položaj.

Teren na kojem je voda iznad površine, kombinira se nasipavanje s čela dok se ne izađe iz vode i nasipanje u vodoravnim slojevima nakon što se izađe iz vode.





Slika 14. Gore: Redoslijed nasipanja i razastiranja tla u poprečnom presjeku nasipa; Dolje: Nasipanje s čela u vodu do visine vodnog raza, a zatim u slojevima s kontroliranim zbijanjem

Prije nasipavanja mora se izvesti uređenje podtla. Nakon skidanja humusa potrebno je izvršiti radnje ovisne o vrsti i kakvoći tla, te je potrebno provesti osnovna ispitivanja koja će dati podatke o tom tlu, a to su: prirodna vlažnost tla, specifična težina čvrstih čestica, zapreminska težina tla, granulometrijski sastav, granice konzistencije tla, sadržaj sagorljivih i organskih tvari u tlu, optimalna vlažnost i suha gustoća po Proctoru, modul stišljivosti metodom kružne ploče, ispitivanje dubljih slojeva podtla penetracijama (SPT, CPT). [9]

7.1. RAZASTIRANJE

Razastiranje je radnja kojom se tlo iz iskopa ili pozajmišta, polaže na trasu budućeg nasipa. Razastiranje se može vršiti dozerima sa privremenih odlagališta. Tada dozeri razastiru gradivo u predviđenoj debljini, ovisno o vrsti tla i načinu zbijanja.

Većina vozila koja služe za prijevoz, može uz istresanje iz sanduka, isti i razastrti na način da se prilikom istresanja pomiču takvom brzinom da se istreseno tlo odlaže u sloju željene debljine.

Slika 15. Odlaganje s grubim razastiranjem iz dampera

Prilikom ugradnje u nasipe, svaki sloj mora biti određene debljine, ovisno o vrsti tla i načinu zbijanja. Visina razastrtog sloja veća je od visine gotovog sloja za onoliko koliko će se tlo zbiti.

Slika 16. Skrejper - namjensko vozilo za prijevoz i grubo razastiranje

8. PLANIRANJE I NABIJANJE ZEMLJANIH MATERIJALA

Nakon nasipavanja i razastiranja, zemlju je potrebno fino isplanirati. Za male zahvate, najčešće oko objekta, gdje strojevi nemaju veću efikasnost obavlja se ručno planiranje, dok za velike površine koristimo najčešće grejdere. To su vrlo brze, pokretljive mašine za razastiranje, planiranje i oblikovanje svih vrsta rastresitih materijala.

Slika 17. Fino planiranje zemlje grejderom

Svaki nasuti sloj mora se zbijati u punoj širini odgovarajućim sredstvima za zbijanje. Zbijati treba od nižega ruba prema višemu. S nasipavanjem novog sloja može se otpočeti tek kada je prethodni sloj dovoljno zbijen i kada je tražena zbijenost dokazana ispitivanjem.

Ovisno o vrsti tla koja se zbija, zbijanje se može izvoditi strojno i ručno. Strojno se vrši glatkim valjcima, vibro valjcima, ježevima, valjcima sa stopama, valjcima s više gumenih kotača, a ručno nabijačima i vibroločama.

Visina svakog pojedinog razgrnutog sloja mora biti u skladu s vrstom gradiva i dubinskim učinkom strojeva za zbijanje. Debljina nasipnog sloja, mogućnosti zbijanja pojedinih vrsta gradiva pojedinim vrstama strojeva određuje se na pokusnoj dionici (probno polje). [1]

Slika 18. Vibracioni valjak za nabijanje

Slika 19. Samohodni jež za nabijanje

Nasipavanjem uz objekte (upornjake, propuste, preljeve, temeljne ispuste) izvodi se s posebnom pažnjom. Potrebno je nasip izvesti zbijenosti prema projektu, a da se pritom ne ošteti izvedena građevina kao i hidroizolacija, ako je ugrađena.

Pristup strojeva za zbijanje oko građevine često je nemoguć, pa se zato za tu radnju koriste ručni nabijači.

Slika 20. Vibro nabijač za zbijanje oko gotovih građevina

9. ZAKLJUČAK

Ovim radom analizirao sam i obradio možda najveće područje koje obuhvaća organizacija građenja. Organizacija građenja je vrlo bitna, te u vrhu piramide građevinskih radova. Obradom koji je zadatak mog završnog rada bavio sam se širokim spektrom organizacije građevinskih radova. U radu sam se bazirao na bitne stvari, naveo važne podatke i objasnio sustave miniranja, iskopa, razastiranja i deponiranja materijala. Navodim da su istražni radovi neophodni i da bi se morali vršiti stručno uz kvalificirani kadar ljudi kako bi se dalje moglo raditi na temelju obrađenih podataka i zadanih rješenja.

Prethodni i pripremni radovi važan su segment svakog gradilišta, izrade nasipa, prometnice ili slične građevine. Projektom organizacije građenja jasno definiramo, slažemo i obrađujemo sustave, sisteme i u dogovoru s inženjerom ili timom inženjera radimo pripremne završne radove. Prikupljanjem podataka s terena, dobivamo i radimo analize, kao što su granulometarske krivulje, koje su veoma važne u području sanacija i gradnje temeljnih elemenata.

Široki iskop u raznim kategorijama donosi i teži i lakši iskop materijala. Iskop se može vršiti s mehanizacijom kao što je kombinirka, bager ili slični stroj za kategoriju „ C“, dok za kategoriju “ A“ radi se miniranje stijenske mase. Za miniranje u tunelima, točno se proračunava količina eksplozivne mase, dubina utiskivanja eksploziva ali i računanje razmaka postavljanja. Veoma je važno voditi brigu o takvim vrstama iskopa, da ne bi došlo urušavanja ostale stijenske mase.

Obračun radova vrši se po m^3 sraslog materijala. Izvađeni materijal može biti privremeno zbrinuti na gradilištu, ili nekoj drugoj deponiji predviđenoj za određenu vrstu materijala. Deponirani materijal može biti trajno skladišten na deponiji, ili se upotrijebiti na nekom drugom mjestu. Gornji sloj zemlje, poznatiji kao humus, deponira se na posebno mjesto i vraća se natrag na mjesto s kojeg se skida,ili na neko drugo mjesto gdje je potreban.

Prijevoz materijala bitan je u ovom dijelu posla. Može se raditi na samom gradilištu, po gradilišnom putu ili prijevozu po javnim prometnicama. Ako se radi o prijevozu preko javnih prometnica, onda se takav transport mora obavljati vrlo oprezno uz sve predviđene mjere sigurnosti ljudi u prometu. Za takav transport rade se kamioni s većim količinama prijevoza kako bi se u što manje puta prevezao materijal.

Na kraju svog rada želim navesti da je organizacija zemljanih radova vrlo važno područje i ne treba ga olako shvaćati. Pristup prikupljanja podataka, analiziranje i davanje zaključaka o tlu danas je temelj svake građevine koju će građevinari napraviti. Upravo je temelj nositelj cijelog projekta, pa tako smatram da je zemlja i područje unutar zemlje gdje se može naći i podzemna voda u vrhu projektiranja svih građevinskih pothvata.

U Varaždinu,

10. LITERATURA

[1] Tanja Roje Bonacci – *Zemljani radovi*, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split 2012.

[2] http://marko.hr/news/iskopi-i-zemljani-radovi/49/

[3] http://nastava.tvz.hr/zlatovic/knjiga/3.pdf

[4] http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=68008

[5] https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/3._Predavanje_MT.pdf

[6] http://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/poglavlje_2-zemljani_radovi.pdf

[7] http://www.gradimo.hr/zemljani-radovi

[8] http://www.zhitov.ru/hr/ditch/

[9] http://documents.tips/documents/predavanje-11-nasipi-gotovo.html

10. Tanja Roje Bonacci – *Mehanika tla*, treće izdanje, Sveučilište u Splitu, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Split 2007.

11. Mr. sc. Martina Cesar-Kelemen, d.i.g., *Organizacija građenja skripta*. Varaždin 2013

12. https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/03-1-iskopi.pdf

13. https://rudar.rgn.hr/~smihalic/nids_snjezanamihalic/02_02_fizickaSvojstvaTla.pdf

14. http://nastava.tvz.hr/zlatovic/knjiga/2.pdf

15. https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/03_-_Strojno-tehnoloski_sustavi_pri_zemljanim_radovima.pdf

16. *Normativi i standardi rada u Građevinarstvu Visokogradnja.* Vodoprivreda d.o.o. Novigrad.

17. Dževad Sarać – *Mehanika tla*, drugo izdanje, Sarajevo 1989.

11. POPIS SLIKA

Slika 1. Klasifikacija tla
Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Klasifikacija_tla#/media/File:Klasifikacija_tla.png.....3
Slika 2. Primjeri sita različitih veličina otvora i različitih frakcija tla (postupak sijanja)
Izvor: https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/3._Predavanje_MT.pdf.....4
Slika 3. Granulometrijska krivulja
Izvor: https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/3._Predavanje_MT.pdf.....10
Slika 4. Stepenice u nagnutom tlu
Izvor:https://www.google.hr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEwitl5L7r9vUAhVJ0xoKHX4dCV4QjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fdocuments.tips%2Fdocuments%2Fpredavanje-11-nasipi-gotovo.html&psig=AFQjCNHGFKb2fmi4c2dLujGdRkDXEt0pWw&ust=1498561819988472.....17
Slika 5. Bušenje minskih bušotina u tunelu
Izvor: http://documents.tips/documents/predavanje-11-nasipi-gotovo.html.....20
Slika 6. Punjenje minskih bušotina
Izvor: http://documents.tips/documents/predavanje-11-nasipi-gotovo.html.....21
Slika 7. Utovar zemlje bagerom u kamion kiper
Izvor:https://www.google.hr/search?q=utovar+zemlje+bagerom&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjX3LHastvUAhWJWxoKHXqRBMYQ_AUICigB&biw=1207&bih=806#imgrc=fE-2bl0GKj68GM:.....22
Slika 8. Istovar prevezene zemlje
Izvor:http://www.njuskalo.hr/gradnja-iskopi/rusenje-kuca-iskopi-prijevoz-oglas-21685345:.....23
Slika 9. Buldožer za guranje iskopanog tla na manje udaljenosti
Izvor:http://www.tehnorent.rs/sr/ma%C5%A1ine-za-zemljane-radove/buldozeri/caterpillar-d6m-lgp.....23
Slika 10. Skrejper za samoutovar, transport, istovar i razastiranje
Izvor:http://www.evansequip.com/inventory/OM/5516/CAT+631E+II+SCRAPER/#&panel1-2.....24
Slika 11. Damper za prijevoz sipkih materijala namijenjen gradilišnom prijevozu
Izvor: http://www.webgradnja.hr/katalog/4261/damperi-s-krutom-sasijom/.....25

Slika 12. Utovarivač za utovar iskopanog materijala
Izvor: http://pe.clasificados.com/cargadores-frontales-de-2-y-3-metros-cubicos-57601.....26
Slika 13. Gore: Nasipavanje po gotovom sloju, dolje: Navoženje po sloju koji se ugrađuje
Izvor: http://documents.tips/documents/predavanje-11-nasipi-gotovo.html.....27
Slika 14. Gore: Redoslijed nasipanja i razastiranja tla u poprečnom presjeku nasipa;
Dolje: Nasipanje s čela u vodu do visine vodnog raza, a zatim u slojevima s kontroliranim zbijanjem
Izvor: http://documents.tips/documents/predavanje-11-nasipi-gotovo.html.....28
Slika 15. Odlaganje s grubim razastiranjem iz dampera
Izvor:https://www.mascus.hr/gra%C4%91evinarstvo/rabljei-zglobni-damperi/bell-b50e-6x6/hifkjokn.html.....29
Slika 16. Skrejper - namjensko vozilo za prijevoz i grubo razastiranje
Izvor:https://autoline.hr/-/prodaja/rabljene/skrejperi/CATERPILLAR-637-E—14092311290670517700.....29
Slika 17. Fino planiranje zemlje grejderom
Izvor: http://elitacop.com/mehanizacija/grejderi/#.WVKf1WjyjIU.....30
Slika 18. Vibracioni valjak za nabijanje
Izvor: http://www.njuskalo.hr/valjci/vibracioni-valjak-xs120-oglas-611462.....31
Slika 19. Samohodni jež za nabijanje
Izvor: http://www.argradnja.com/gradjevinske-masine-valjci.php.....31
Slika 20. Vibro nabijač za zbijanje oko gotovih građevina
Izvor:http://www.dar.hr/gradevinska-oprema/wacker-vibracijski-strojevi/vibro-nabijaci/dizel-vibro_nabijac-ds70/.....32

Sveučilište
Sjever

SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MARIN KUŠEC *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom ORGANIZACIJA I TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA ZEMLJANIH RADOVA *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Marin Kušec
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, MARIN KUŠEC *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom ORGANIZACIJA I TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA ZEMLJANIH RADOVA *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Marin Kušec
(vlastoručni potpis)