

ZEMLJANI RADOWI

KOD GRAĐENJA OBJEKATA VISOKOGRADNJE



Zemljani radovi :

- Podzemne građevine
- Temeljenje objekata
- Izradu nasutih građevina (nasute brane, nasipi i sl.)
- Građenje puteva
- Eksploatacija mineralnih sirovina ...



Skidanje humusa na lokaciji predviđenoj za građenje zgrade



Skidanje humusa



ISKOPAVANJE I ODVOŽENJE MATERIJALA



ISKOPAVANJE I ODVOŽENJE MATERIJALA





ZAVRŠEN ISKOP I PRIPREMA TLA NA DNU TEMELJNE JAME



POSTAVLJANJE SLOJA PODLOŽNOG BETONA ISPOD TEMELJA



KATEGORIJE TLA ZA ISKOPE (NOVA KLASIFIKACIJA)

a) Kategorija "A",

Pod materijalom kategorije "A" podrazumijevaju se svi čvrsti materijali, gdje je potrebno miniranje kod cijelog iskopa.

Kategoriji „A“ pripadaju sve vrste čvrstog i veoma čvrstog kamenog tla 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.

KATEGORIJE TLA ZA ISKOPE (NOVA KLASIFIKACIJA)

b) Kategorija "B"

Pod materijalom kategorije "B" razumijevaju se polučvrsta kamenita tla, gdje je potrebno djelimično miniranje, a ostali se dio iskopa obavlja mašinski.

Kategoriji „B“ pripadaju: flišni materijali, uključujući i rastresiti materijal, homogeni laporci, trošni pješčari i njihove mješavine, većina dolomita (osim vrlo kompaktnih), raspadnute stijene na površini u debljim slojevima s miješanim raspadnutim zonama, jako zdrobljeni krečnjak, sve vrste škriljaca, neki konglomerati i slični materijali.

KATEGORIJE TLA ZA ISKOPE (NOVA KLASIFIKACIJA)

c) Kategorija "C,,

Pod materijalom kategorije "C" podrazumijevaju se svi materijali koje nije potrebno minirati, nego se mogu kopati direktno, upotrebom pogodnih mašina - buldozerom, bagerom, ili skreperom.

U ovu kategoriju spadaju:

- sitnozrna vezana (koherentna) tla kao što su gline, prašine, prašinaste gline (ilovače), pjeskovite prašine i les;
- krupnozrna nevezana (nekoherentna) tla kao što su pijesak, šljunak odnosno njihove mješavine, prirodne kamene drobine - sipki ili slični materijali,
- mješovita tla koja su mješavina krupnozrnih nevezanih i sitnozrnih vezanih materijala.

Klasifikacija zemlje za iskop prema DIN 1830 (starija klasifikacija)

KLASA 1: Gornji površinski sloj tla

To je tlo koje pored neorganskih materija, npr. šljunka, pijeska, mulja i gline sadrži takođe humus i žive organizme

KLASA 2: Kašaste vrste tla

Vrste tla koje su od tekućeg do kašastog stanja i teško otpuštaju vodu.

KLASA 3: Lako zagrabljive vrste tla

Nevezani do slabo povezani pijesak, šljunak i mješavina šljunka i pijeska sa do 15% primjese mulja i gline (prečnik zrna manji od 0.06 mm) i sa najviše 30 % kamenja veličine zrna od preko 63 mm pa do 0.01 m³ zapremine. Organske vrste tla sa neznatnim sadržajem vode.

KLASA 4: Sradnje teško zagrabljive vrste tla

Mješavina pijeska, šljunka mulja i gline s više od 15% mase zrna veličine manjih od 0.06 mm. Vezano tlo male do srednje plastičnosti, koje je u odnosu na sadržaj vode mekano do tvrdo i sa najviše 30 % kamenja veličine zrna od preko 63 mm pa do 0.01 m³ zapremine.

Klasifikacija zemlje za iskop prema DIN 1830

KLASA 5: Teško zagrabljive vrste tla

To su vrste tla kao i klase 3 i 4, ali ipak u ukupnoj masi sa više od 30% kamenja čiji je prečnik zrna veći od 63 mm do 0.01m³ zapremine. Nevezane i vezane vrste tla sa najviše 30 % kamenja od preko 0.01 m³ do 0.1 m³ zapremine.

KLASA 6: Lako zagrabljive stijene

Vrste stijena mineralološkog sastava, ali s puno pukotina, lomljive, trošne, sklone kаланju; isto kao i čvrsta nepovezana i povezana tla.

Nevezane i vezane vrste tla sa više od 30% mase kamenja od preko 0.01 m³ do 0.1 m³ zapremine.

KLASA 7: Teško zagrabljive vrste stijena

Vrste stijena koje imaju mineralološki sastav i čvrstu strukturu, imaju malo pukotina i nisu trošne. U sastavu stijene su čvrste naslage, neistrošeni škriljci, i sl.

Kamenje od preko 0.1 m³ zapremine.

POREĐENJE STARE I NOVE KLASIFIKACIJE

klasa materijala	kategorija	opis	povećanje zapremine	prepoznavanje
I.	C	pjeskoviti površinski slojevi tla humunizirano tlo s korijenjem trave kotlovska šljaka	1,15	- može se kopati lopatom bez pomoći noge - iskop u zasjeku stoji pod kutem od 45°
II.		zemlja nasuta bez zbijanja nasipi humuniziranog zemljanog materijala		
III.		humunizirani slojevi tla s korijenjem šiblja zemlja s pijeskom stabilizirani zemljani nasipi mehanički ili eksplozivom razorena tla viših kategorija zemlja s do 30% kamena do 90 mm prečnika	1,25	- može se kopati lopatom uz pomoć noge - iskop u zasjeku stoji pod uglom od 70°
IV.	B	tvrdno zbijena isušena zemlja zemljani materijal s 30% do 50% kamena od 100 do 200 mm prečnika trošni i ispućali kameni materijali laporovita suva tla očvršli malteri i asfalti tla s korijenjem visokog drveća	1,35	- ručno se može kopati pomoću pijuka i lopate - strojno se može kopati tek nakon djelomičnog razaranja i rastresanja mehaničkim čekićem ili eksplozivom - u zasjeku stoji pod kutem od 80° do 90°
V.		tla s 50% do 70% nevezanog kamena go 500 mm prečnika ispućale stijene sa zemljanim materijalom tvrdi lapor čvrsti beton MB 20	1,50	- ručno se može razarati pomoću klina i teškog čekića - mašinski se može kopati tek nakon razaranja i rastresanja mehaničkim čekićem ili eksplozivom - u zasjeku stoji pod uglom od 90°
VI.	A	puni, jedri, neispućani kameni materijali beton čvrstoće do MB 30 površinski slojevi smrznute zemlje	1,60	- ne može se kopati pomoću ručnih alata - mašinski se može kopati tek nakon razaranja i rastresanja mehaničkim čekićem ili eksplozivom
VII.		eruptivne stijene mulj – mješavina vode, zemlje i kamena tekuće ili plastične konzistencije s kamenom prečnika do 300 mm	1,60	- ne može se kopati i razarati pomoću ručnih alata - mašinski se može kopati tek nakon razaranja i rastresanja mehaničkim čekićem ili eksplozivom - mulj se zbog krupnih komada kamena ili ljepljivosti ne može kopati i vaditi pumpama

IZVOĐENJE ZEMLJANIH RADOVA

ZEMLJANI RADOVI se izvode isključivo upotrebom mehanizacije koja je dostigla visok nivo efikasnosti što omogućava lakše i brže izvođenje radova.

- Udio fizičkog rada u izvođenju zemljanih radova je neznatan i postoji jedino kod vrlo malih objekata, gdje zbog prostornih ograničenja nije moguće koristiti mašinski iskop.
- Za radove u čvrstom materijalu i stijeni na raspolaganju stoji širok izbor mašina visokog učinka

MEHANIZACIJA ZA IZVOĐENJE ZEMLJANIH RADOVA

Podjela mehanizacije s obzirom na tehnologiju zemljanih radova:

- Građevinske mašine i uređaji čija koncepcija i konstrukcija sama po sebi određuje unaprijed način njihove primjene.
- Građevinska oprema čija je koncepcija i konstrukcija proizašla iz unaprijed zamišljenog načina pripreme (posebna oprema).

Osnovni (bazični) tipovi mašina su:

1. Bageri
2. Dozeri
3. Skrejperi
4. Grejderi
5. Utovarivači
6. Valjci

OPREMA I MEHANIZACIJA ZA VRŠENJE ISKOPAVANJA



BAGERI

Bageri su vrsta građevinskih mašina kojima se može obavljati iskop materijala, iskop sa utovarom u transpormo sredstvo, ili samo utovar.

Neke od tih mašina se mogu, uz minimalno prilagođavanje, koristiti i za razbijanje tla pri iskopu, dizanje tereta, zbijanje tla i slično.

Po principu rada bagere djelimo na:

- bagere s neprekidnim radom
- bagere s prekidnim radom

HIDRAULIČKI BAGERI



Donje postolje može biti na pneumaticima ili gusjenicama





Prema vrsti i smjeru kretanja bagerske lopate prilikom iskopa bagere djelimo na:

- bagere s visinskom lopatom,
- bagere s dubinskom lopatom,
- bagere s povlačnom lopatom,
- bagere sa zahvatnom lopatom

Bager sa zahvatnom lopatom



Bager sa povlačnom lopatom



Hidraulički bager na gusjenicama sa dubinskom lopatom



Teleskopski hidraulički bager



Mini bager



BULDOZERI



Namjena

a) OSNOVNA-ISKOP/
- iskop zemljanih materijala I-III kategorije, sa guranjem /transport/ na kraća rastojanja (cca.10m), / raskopavanje čvrstih materijala IV, pa i V kategorije uz pomoć namjenskog rijača/*ripera*

c) SPECIJALNA

- potiskivanje npr. *skrejpera*, pri iskopu
- obaranje stabala, vađenje-čupanje panjeva,
- tegljenje – 'šlepanje' mašina i vozila gdje su se 'zaglavile'

b) DOPUNSKA

- transport materijala na udaljenost 30-100m,
- grubo planiranje/razastiranje zemljanih i kamenih materijala

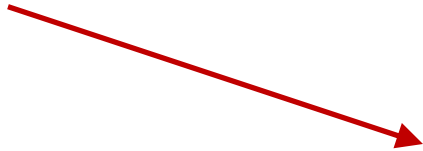
Dozer na pneumaticima



Rad dozera u temeljnoj jami



**Grejder –
iskop nižih kategorija i fino
planiranje**



**Skejper –
Iskop I-III kategorije,
samoutovar, transport,
istovar, razastiranje**

Skejper



Kombinirka

(Utovarivač – Bager)

Utovarivač na pneumaticima, s krutim okvirom, kojem je na zadnjem dijelu montirana dubinska bagerska lopata.



Utovarivači

Na točkovima ili gusjenicama, s osnovnom namjenom utovara u transportno sredstvo, a služe i za lakše iskone

Damper – za prevoz rasutih tereta namijenjen gradilišnom transportu



Zglobni damper - koristi se i u putnom saobraćaju



Kiper (samoistovarivač) – koristi se za prevoz rasutih tereta u putnom i gradilišnom saobraćaju

Kamioni samoistovarivači - damperi

KAPACITET MAŠINA ZA ZEMLJANE RADOVE

Važno je tačno odrediti praktični kapacitet mašina za sve vrste zemljanih radova uključujući transport, uz sve potrebne koeficijente ograničenja u odnosu prema tehničkom kapacitetu i to:

- koeficijent rastresitosti,
- koeficijent vremena,
- koeficijent organizacije,
- koeficijent zahvata i dr.

ZEMLJANI RADOVI KOD OBJEKATA VISOKOGRADNJE

VRSTE ISKOPA

Najčešće se javljaju dvije osnovne vrste iskopa:

Široki iskop (uglavnom za podrumске просторе)

Uski iskop (uglavnom za temelje zidova i kanale)

ŠIROKI ISKOPI izvode se širi od konture zgrade za 1 – 1,5 m tako da se omogući normalan rad i sa vanjske strane – za podrumski dio. Osiguranje ovakvih iskopa vrši se podupiranjem ili sidrenjem.

Dovršeni i uređeni iskop u širokom naziva se i **građevinska jama**.

GRAĐEVINSKA JAMA

Građevinska jama je prostor unutar kojeg se izvodi temeljenje.

Taj prostor mora biti siguran za rad i dostupan ljudima i mašinama.

Kako će izgledati građevinska jama i koje privremene i trajne mjere zaštite od raznih uticaja će sadržati, zavisi od niza faktora.

Nonveiller (1979.) je dao sistematizaciju uslova za rad i metoda izvođenja građevinske jame prikazanu u sljedećoj tabeli.

Položaj vode	Vrsta tla	Uvjeti rada		Način odvodnje
		neograničeni	ograničeni	
razina vode ispod temeljne plohe	koherentno	iskop bez ograničenja	uspravne stijenske iskopa	crpljenje kišnice iz jame
	bilo koje	iskop s privremeno stabilnim pokosom ($F_s=1,2$)	podupore*	crpljenje kišnice iz jame
plitko ispod površine tla	koherentno i šljunak	iskop s privremeno stabilnim pokosom uz moguće strujanje niz kosinu	podupore*	crpljenje kišnice i procjedne vode iz jame
	pijesak	iskop s privremeno stabilnim pokosom ($F_s=1,2$)	podupore*	crpljenje iz bunara u ili oko jame
			podupore* koje sprječava hidraulički slom tla	crpljenje iz jame
			podupore* uz iskop pod vodom	
			smrzavanje	
iznad površine tla	tlo bez samaca	zagati, otoci, bunari, kesoni	plivajući sanduci, bunari, kesoni, zagati s ispunom	iz jame između zagata
	tlo sa samcima i stijena	zagati, plivajući sanduci	ćelijasti zagati	iz jame između zagata

ZEMLJANI RADOVI KOD OBJEKATA VISOKOGRADNJE

ISKOPI ZA TEMELJE I GRAĐEVINSKE JAME

- Rad obuhvata iskope za temelje širine do 2 m i građevinske jame za objekte šire od 2 m, raznih dubina, u svim kategorijama tla. Iskopi se rade po mjerama i profilima i visinskim kotama iz projekta.
- Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvaliteta (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera i tehničkim uslovima (specifikacijama).

ZEMLJANI RADOVI KOD OBJEKATA VISOKOGRADNJE

- **Prema potrebi, jame se podgrađuju i razupiru, ili se izvode pomoću talpi (čeličnih ili drvenih) ili zagata.**
- **U rad se ubrajaju i dodatni poslovi:**
 1. sakupljanje i crpljenje padavinskih, podzemnih ili izvorskih voda,
 2. vertikalni prenos iskopanog materijala na potrebnu visinu,
 3. odlaganje iskopanog materijala potrebnog za nasipanje oko gotovog temelja i
 4. odvoz viška iskopanog materijala.

TEMELJENJE

Temeljne konstrukcije mogu biti: trake, samci, nosači ili ploče.

Prema dubini razlikujemo:

- a) plitko temeljenje,
- b) temeljenje u otvorenoj jami.

Temeljenje u otvorenoj jami može biti:

- bez podgrađivanja i razupiranja s iskopom u nagibu kosina koji osigurava najmanji faktor sigurnosti $F = 1,3$ protiv klizanja, i
- sa podgrađivanjem, koje može biti pomoću:
 - drvene oplata,
 - zabijenih čeličnih i drvenih talpi,
 - zabijenih i usidrenih stubova s odgovarajućom oplatom između njih,
 - izrade posebnih obodnih zidova od betona kružnog oblika (bunari), ili pravougaonog oblika (sanduci).

TEMELJENJE

Prema prisutnosti vode razlikujemo:

- a) temeljenje u suvom,
- b) temeljenje u vodi.

Temeljenje se obavlja prema izvođačkim projektima.

Projekti treba da sadrže:

ispitivanja uzoraka tla ispod temelja, proračun dopuštenog opterećenja, proračun slijeganja građevinskog objekta, njegovog dijela i susjednih objekata, dimenzionisanje temelja, kao i druge podatke prema važećim zakonima i propisima iz područja građevinarstva.

Građevinske jame treba oblikovati prema projektu.

Iskopani materijal treba izbacivati dalje od ivica iskopa na potrebnu sigurnu udaljenost tako da ne dođe do urušavanja.

Materijale treba razvrstati po upotrebljivosti za nasipanje oko temelja, za ugradnju u nasipe ili prevoz na deponiju.

POSEBNE MJERE PRIPREME TEMELJNE JAME

Ako je dno građevinske jame u nevezanom materijalu, treba ga neposredno prije izrade temelja urediti nabijanjem.

Ako je dno temeljne jame u vezanom materijalu, ako je došlo do oštećenja dna, potrebno je neposredno prije izrade temelja urediti oštećeni dio uz eventualnu zamjenu pogodnim materijalom.

Ako je građevinska jama iskopana preduboko, potrebno je popraviti jamu prema statičkom proračunu.

Ako se pri iskopu pojavljuju prepreke kao što su kablovi, kanali, drenaže, ostaci objekata, potrebno je odstraniti ili osigurati takve prepreke, poštujući sve propise i uputstva vezana za njihovo djelovanje i upravljanje.

ISKOP ROVOVA ZA INSTALACIJE I DRENAŽE

Rad na iskopu rovova za instalacije i drenaže obuhvata iskop materijala prema crtežima iz projekta sa svim potrebnim razupiranjima, odvodnjavanjem, privremenim odlaganjem iskopanog materijala, kao i razastiranje ili odvoz viška materijala nakon zatrpavanja rova.

Rad takođe obuhvata i razastiranje materijala nakon eventualnog odvoza u nasip ili na stalnu deponiju.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvaliteta (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera i tehničkim specifikacijama.

ZAŠTITA ISKOPA ZA TEMELJNE JAME

ZAŠTITA STRANICA ISKOPA od urušavanja postiže se :

1. Nagibom stranica pod uglom prirodne kosine
2. Prihvatanjem pritiska zemlje posebnim pomoćnim konstrukcijama

Postoji više načina za zaštitu građevinske jame.

U praksi se najčešće koriste sljedeći tipovi zaštite:

- obloge od mlaznog betona osigurane štapnim sidrima
- zabijeni čelični profili
- zaštita od bušenih čeličnih profila s ispunom od betona
- bušeni piloti na međusobnom razmaku ili bez njega
- segmentni zidovi - zatvoreni zidovi - dijafragme

ZAŠTITA ISKOPA TEMELJNE JAME

Zaštita temeljne jame se vrši u cilju sprječavanja:

1. Prodora vode u temeljnu jamu (površinske i podzemne)
2. Urušavanja stranica jame (obezbjeđenje stabilnosti)

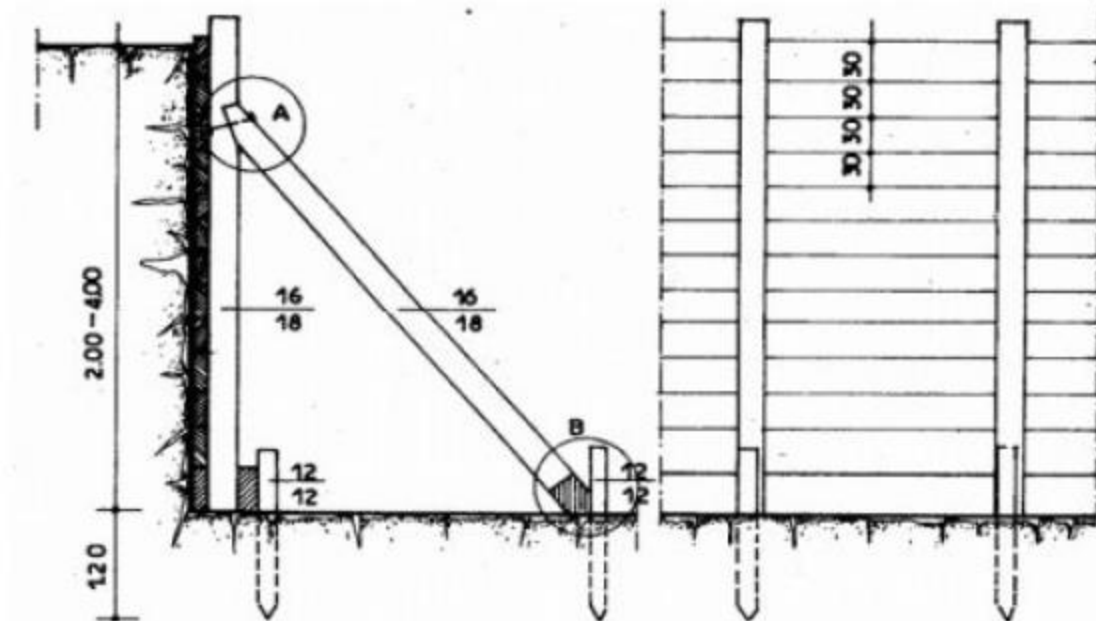
Kod iskopa dubljih od 2 m izrađuju se bočne strane u nagibu.

Ako za njih nema mjesta onda se u zemljištima II i III kategorije, do dubine od 2 m mogu ostavljati strmiji nagibi koje treba osigurati oplatom koju drže stubovi, koji se podupiru kosnicima.

Da se u građevinskoj jami ne bi zadržavala voda od padavina potrebno je na pogodnom mjestu iskopati sabirnu jamu i postaviti pumpu za crpljenje vode iz jame.

ŠIROKI ISKOP - PODUPIRANJE

poprečni presjek



pogled

prikaz podupiranja kod širokog iskopa

USKI ISKOPI

USKI ISKOPI potrebni su za trakaste temelje zgrada.

Osiguranje ovakvih iskopa vrši se razupiranjem.

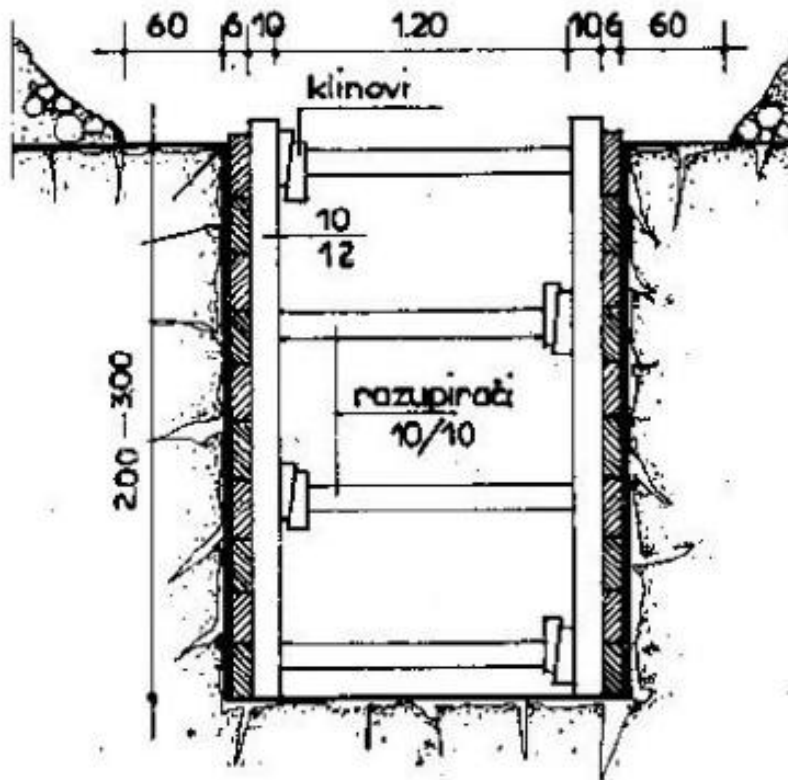
Kod iskopa posebnu pažnju treba obratiti na mjesta gdje se uski iskopi (rovovi) sučeljavaju, jer je neophodno osiguranje u oba smjera.

Okomite strane iskopa za temelje dubine 1,5 do 2,0 m razupiru se u gornjoj trećini dubine.

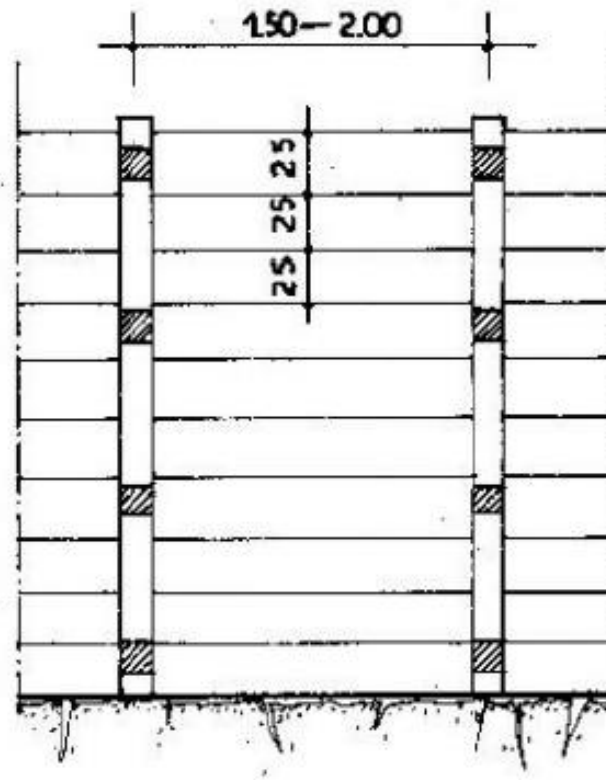
Zaštita stranica kod većih dubina kombinuje se sa platformama za izbacivanje zemlje.

Što je dubina iskopa veća, potrebno je veće osiguranje.

RAZUPIRANJE USKOG ISKOPA

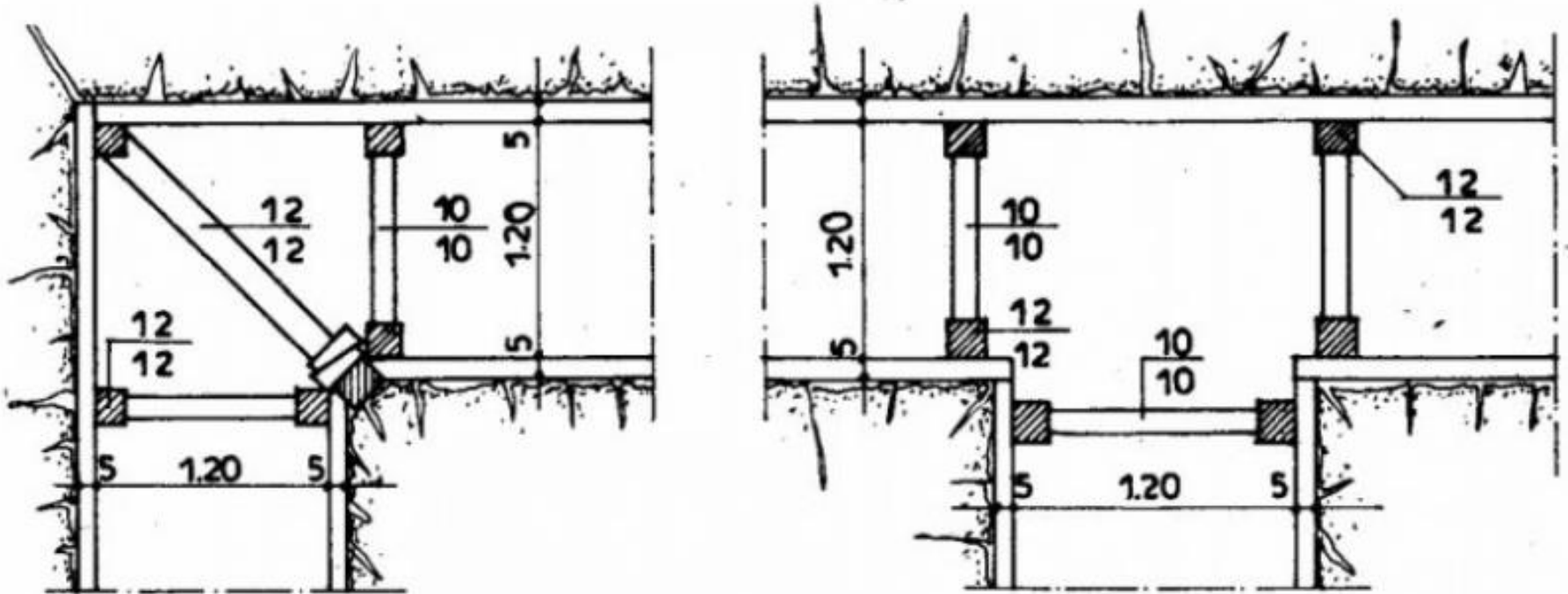


poprečni presjek kroz iskop



uzdužni presjek kroz iskop

SUČELJAVANJE UGLOVA USKOG ISKOPA



tlocrt ugla
prikaz osiguranja uglova uskog iskopa

tlocrt sučelja dva rova

ISKOP TEMELJNE JAME BEZ OSIGURANJA





ZAŠTITA ISKOPA GRAĐEVINSKIH JAMA

Otkopavanjem ili miniranjem kosog zemljišta nastaju na nekim njegovim stranama veće ili manje visinske razlike između tla u otkopu i prirodnog tla izvan otkopa.

Eventualno urušavanje zemljišta ispod prirodnog tla treba spriječiti izgradnjom potpornog zida ili izradom usjeka u takvom nagibu u kojem neće doći do urušavanja (zemljani radovi).

ZAŠTITA ISKOPA GRAĐEVINSKIH JAMA KOSINAMA

Dozvoljeni najstrmiji nagibi kosina građevinskih jama su:

Nagibi kosina za zemljište C kategorije za iskope dubine preko 3 m je do 1:1.5 (35 stepeni) , a za dubinu manju od 3 m nagib je do 1:1 (45 stepeni)

Za zemljište B kategorije nagib je do 1:0,5 (63 stepena), a za zemljište A kategorije do 1:0,75 (76 stepeni).

Prema vrsti tla kosine se mogu prekrivati slojem humusa, zasijati ili zasaditi, čime im se površina zaštićuje, učvršćuje i uljepšava.

PRIMJER URUŠAVANJA I ZAŠTITE TEMELJNE JAME



ZAŠTITA ČELIČNIM PROFILIMA I DASKAMA

Zabijeni I profili na svakih
50 cm sa uloženim
daskama d= 5 cm



ZAŠTITA JAME ČELIČNIM TALPAMA



PRODOR PROCJEDNE VODE I MULJA U TEMELJNU JAMU



PRIPREMA PODLOGE U ZAŠTIĆENOJ JAMI



JAMA ZAŠTIĆENA ČELIČNIM PROFILIMA I DASKAMA



PRIMJER 1:

IZVOĐENJE ARMIRANOBETONSKE DIJAFRAGME (zaštita temeljne jame podzemne garaže u Varaždinu)

Izgradnja djafragme se sastoji od nekoliko faza.

Potrebno je izgraditi uvodni kanal kroz koji se vrši iskopavanje. Uvodni kanal služi za pozicioniranje buduće djafragme i kao vođica za čeljusti bagera prilikom kopanja.

U ovom slučaju radi se o uvodnom kanalu čiji je svijetli otvor širine 70cm s obzirom da je širina djafragme 60cm. Kroz uvodni kanal vrši se iskopavanje posebnim bagerom za tu namjenu koji zbog svoje konstrukcije ima mogućnost dopiranja do dubljih slojeva tla.

Za vrijeme iskopavanja kampada, iskopani dio od urušavanja štiti rastvor bentonita koji se nalazi u iskopu.

U slučaju pada nivoa bentonita on se dopunjava i provjerava se gustina i viskozitet



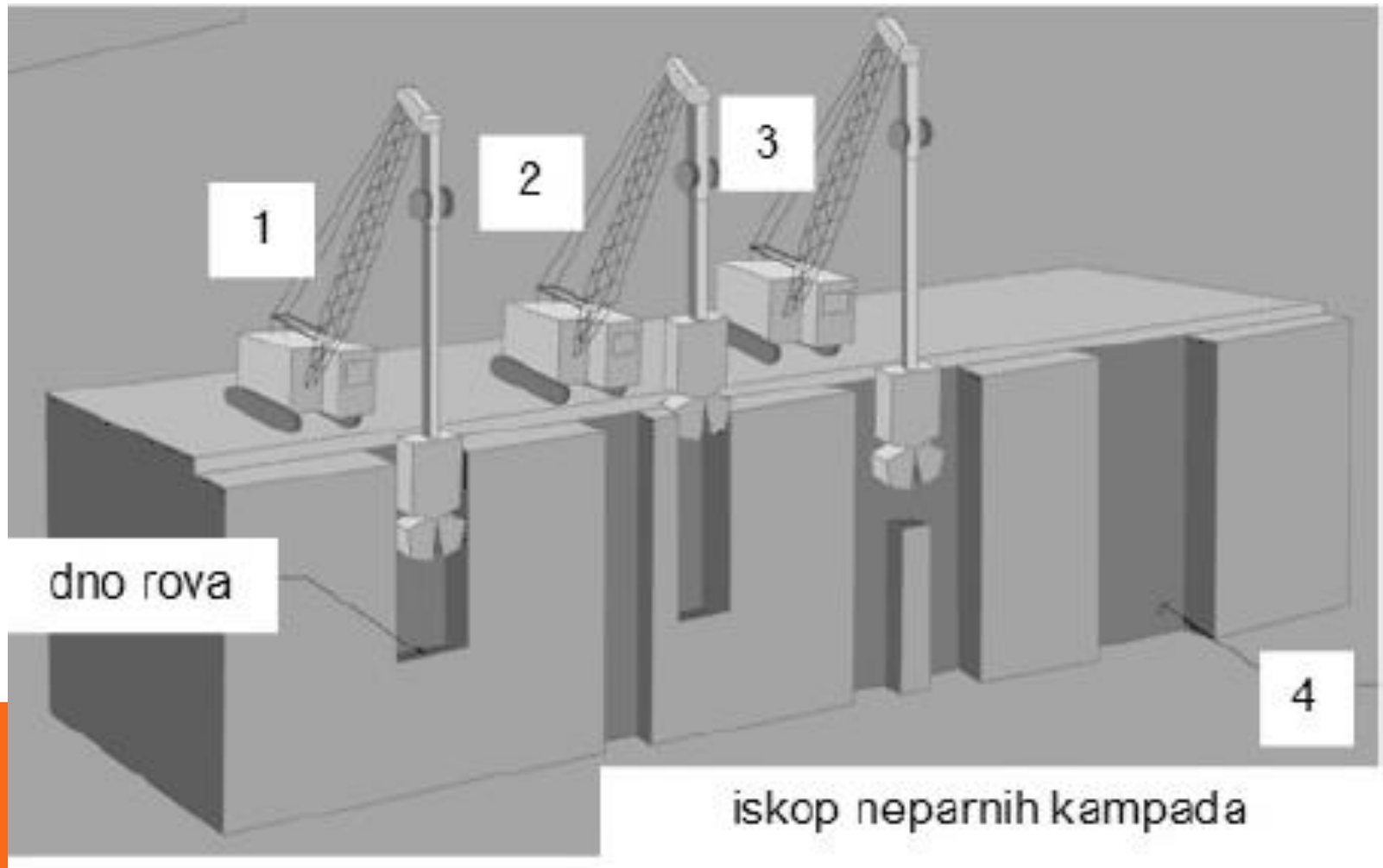
Uvodni kanal sa bentonitnim rastvorom.

Kampada predstavlja jedan element, odnosno dio dijafragme koji omogućava izgradnju dijafragme u fazama i to tako da se prvo iskopaju i betoniraju glavne (neparne) kampade, a zatim vezne (parne) kampade.



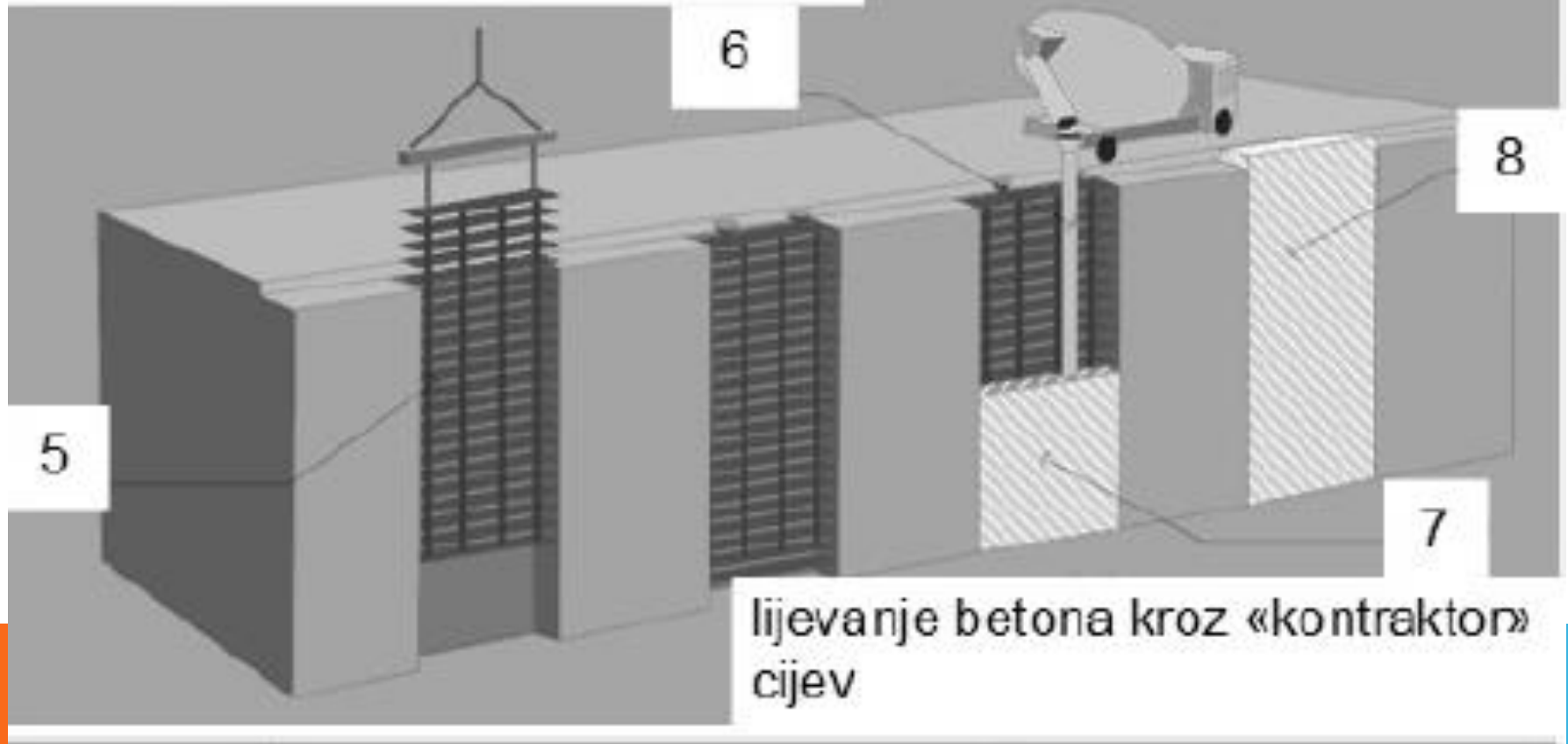
Glavni bager pri iskopavanju kampade

FAZE ISKOPA UGRADNJA BETONA



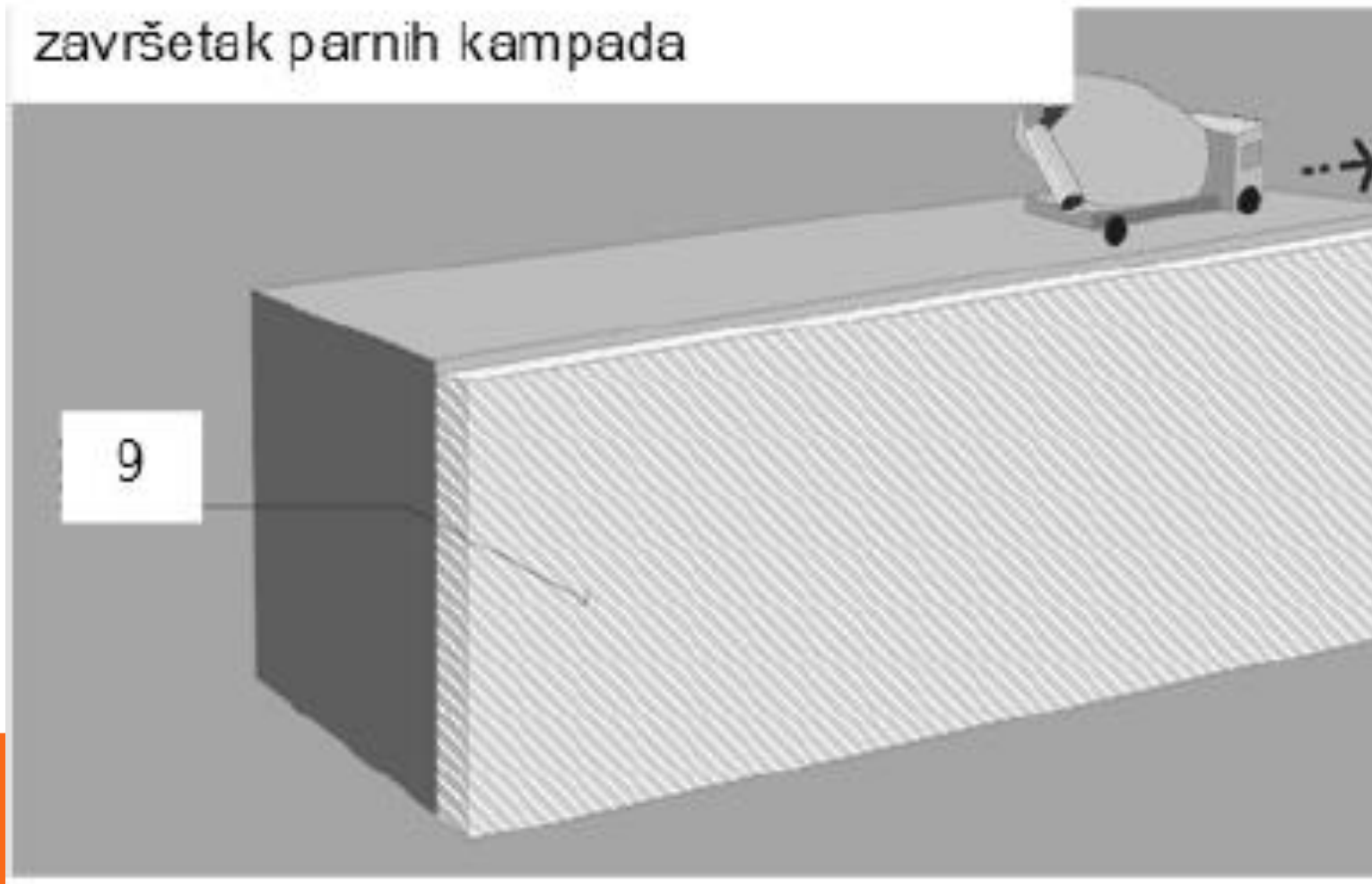
UGRADNJA BETONA

ugradnja armaturnih koševa



ZAVRŠENA DIJAFRAGMA

završetak parnih kampa



RAD U JAMI ZAŠTIĆENOJ DIJAFRAGMOM



PRIMJER 2:

ZAŠTITA GRAĐEVINSKE JAME PODZEMNE GARAŽE VIPNET U ZAGREBU



Izvor:

<https://www.geokon.hr/reference/projektiranje/item/317-zastita-gradevinske-jame-podzemne-garaze-vipnet-na-zitnjaku>

Za potrebe izgradnje podzemne garaže poslovnog objekta u Zagrebu, izrađen je projekat zaštite građevinske jame dubine do 12 m.

Planirana je izgradnja podzemne garaže na tri etaže pod zemljom, površine 90x33 m u osnovi. Dno građevinske jame je ispod nivoa podzemne vode, pa je projektom bilo potrebno osigurati stabilnost iskopa i rad u suvom.

Dubina iskopa za tri etaže podzemne garaže daje prosječnu dubinu građevinske jame od 9,20 m. Osnovni problem je predstavljalo temeljno tlo na lokaciji koje se sastoji od šljunaka do većih dubina, tako da su se mogli očekivati veliki dotoci podzemne vode u građevinsku jamu. Osim toga potrebno je bilo osigurati stabilnost postojećeg objekta u koji je plitko temeljen, a nalazi se na udaljenosti ~10,0 m od planiranog objekta podzemne garaže.

Konstrukcija zaštite građevinske jame izvedena je **kombinacijom dvije različite tehnologije, čeličnih I profila i čeličnih talpi**. Prvo su u suvom dijelu tla izvedeni zabijani I profili dužine 6 m zabijani na osnom razmaku 0,50 m i međusobno povezani naglavnom gredom. To je izvedeno po obodu građevinske jame na sjeverozapadnoj, jugozapadnoj i jugoistočnoj strani budućeg objekta.

Uporedo sa iskopom, na predviđenim dubinama, ugrađena su štapna sidra. Na dubini 5,0 m. izvedena je konstrukcija od čeličnih talpi dužine 10 m koja se sa čeličnim I profilima povezuje naglavno-sidrenom gredom.

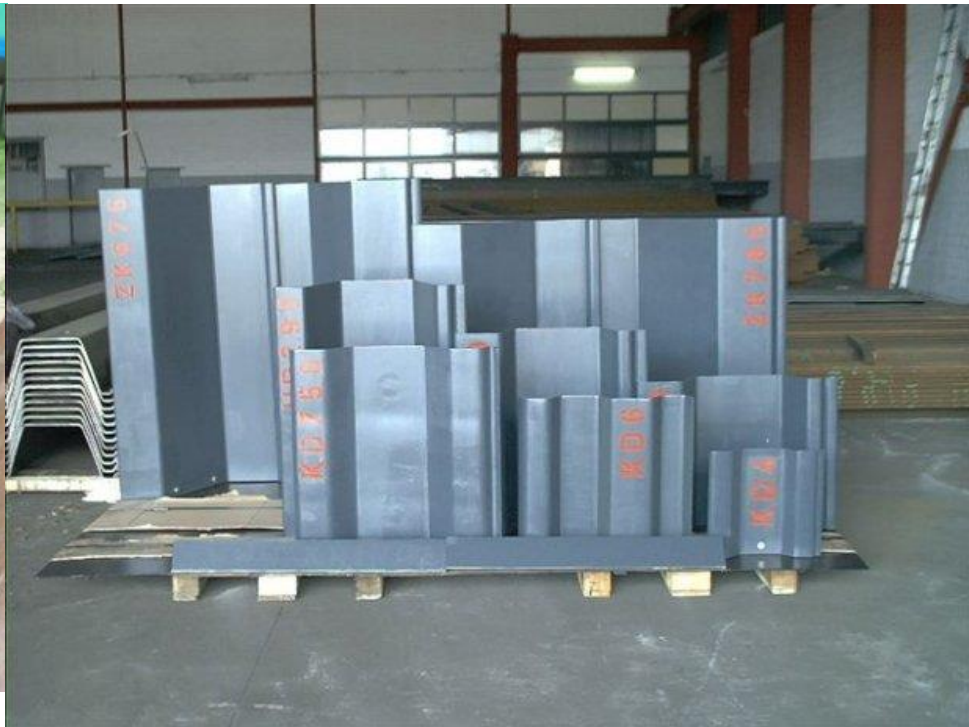
Osiguranje rada u suvom ostvareno je ugradnjom vodonepropusne obodne konstrukcije od talpi koja je prodirala 6,0 m ispod dna građevinske jame. Time je produžen put vodi, te su ostvareni manji dotoci u građevinsku jamu.

Građevinska jama je podijeljena na 3 odvojene sekcije. Sekcije su podijeljene pregradnim talpama, i crpene su bunarima postavljenim ispod dna građevinske jame. Na taj je način snižen je nivo vode u građevinskoj jami dovoljno za rad u suvom.

Izvor:

<https://www.geokon.hr/reference/projektiranje/item/317-zastita-gradevinske-jame-podzemne-garaze-vipnet-na-zitnjaku>

Čelični profili i talpe



Građevinska jama sa zaštitom

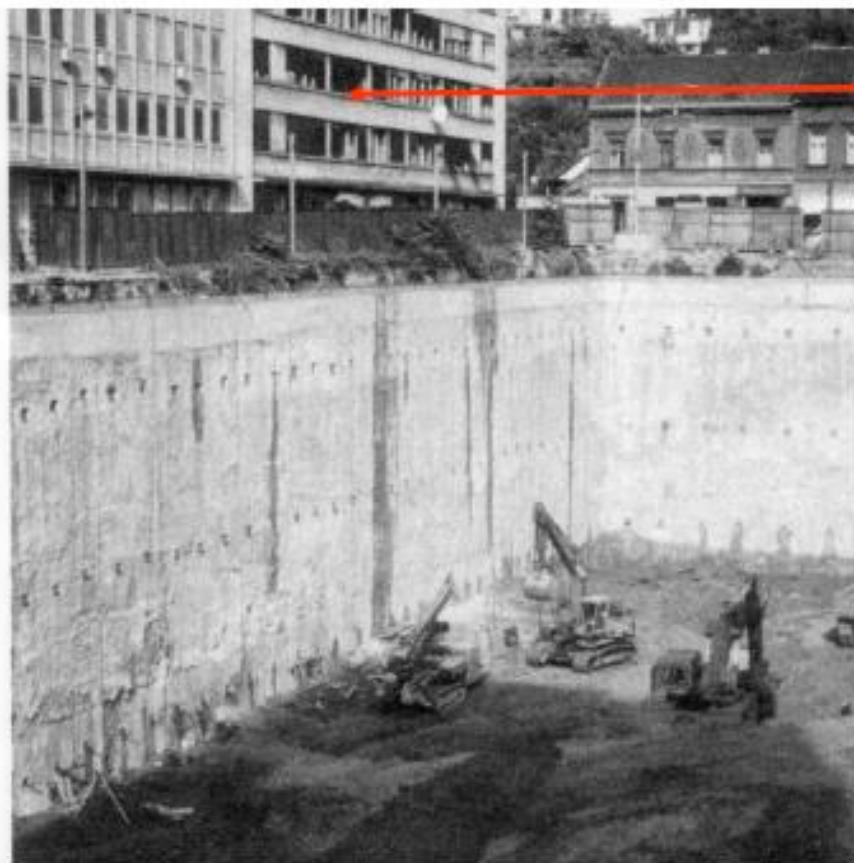


ARMIRANOBETONSKE DIJAFRAGME SA PRIVREMENIM SIDRIMA

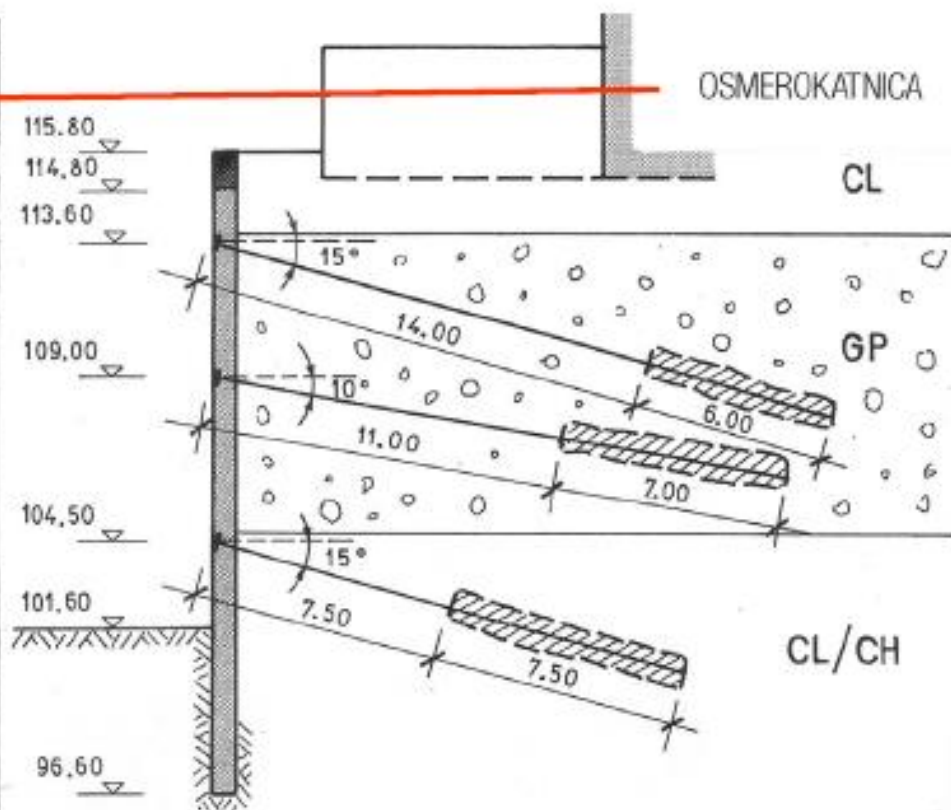
Sidrene armirano-betonske dijafragme mogu u potpunosti biti dijelovi buduće građevine, ali mogu biti projektovane tako da je dijafragma trajna, a sidra privremena.

Opterećenje koje u početku nose sidra, može kasnije preuzeti građevina izvedena unutar građevinske jame zaštićene takvom dijafragmom.

pogled na dijafragmu



projekt - poprečni presjek



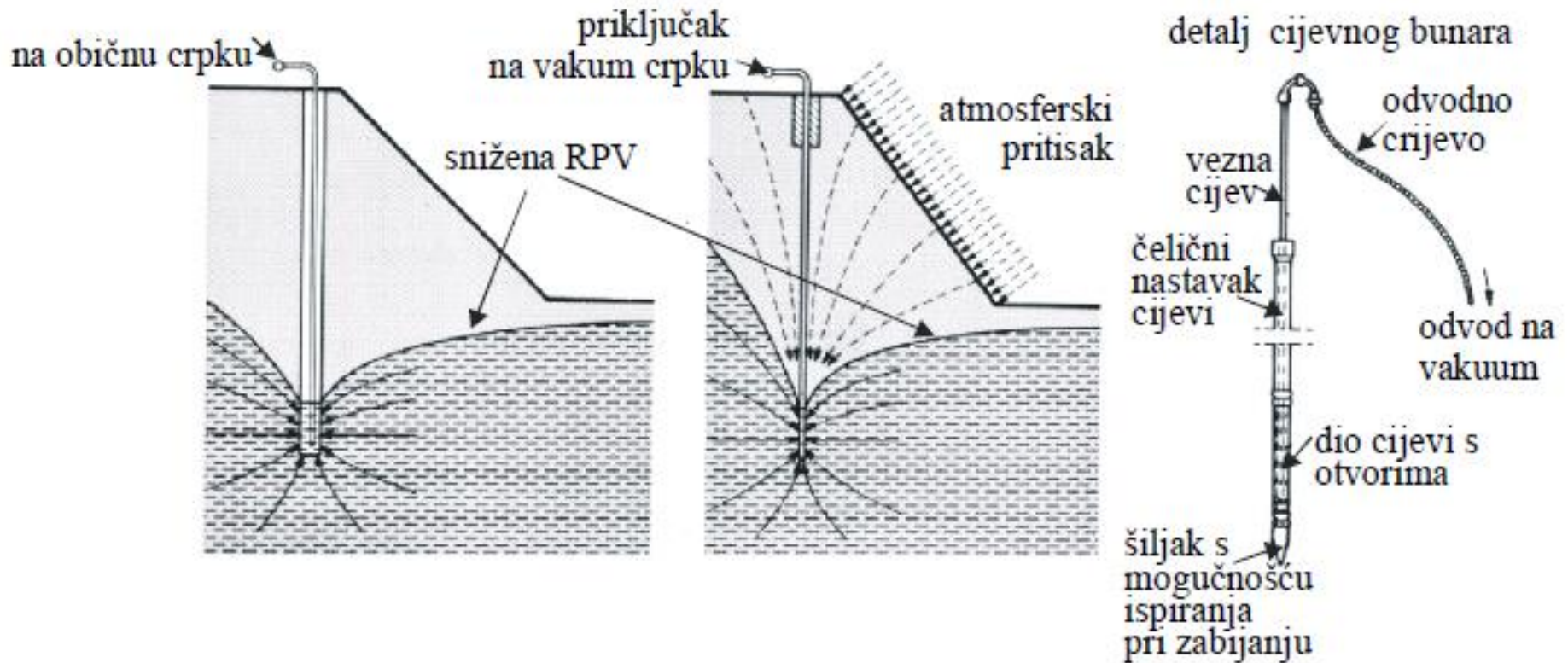
SNIŽAVANJE NIVOA VODE U GRAĐEVINSKOJ JAMI

Da bi se mogli vršiti zemljani radovi, a kasnije i drugi građevinski, potrebno je sniziti nivo podzemne vode (P.V.) do ispod dna građevinske jame.

To se postiže pumpanjem vode i sprečavanjem dotoka na nekoliko načina:

1. Ukoliko se radi o manjem dotoku, P.V. se može crpsti ili direktno iz građevinske jame (putem okna sa nižim dnom) ili iz bunara iskopanih oko građevinske jame, u koje se onda slijeva P.V. zbog razlike nivoa;
– podzemna voda se u tlu ponaša po zakonu o spojenim sudovima ali sa značajnim usporenjem zbog otpora tla.
2. Posebni uređaji kojima se istovremeno crpi voda i postavlja prepreka daljem dotoku P.V. u građevinsku jamu nazivaju se **vakum pumpe sa iglo filterima**.

ODVODNJAVANJE POMOĆU BUNARA



Postoje dvije različite vrste uspravnih drenaža, tj. crpljenje vode pomoću:

- klasičnih bunara većeg prečnika
- cijevnih bunara

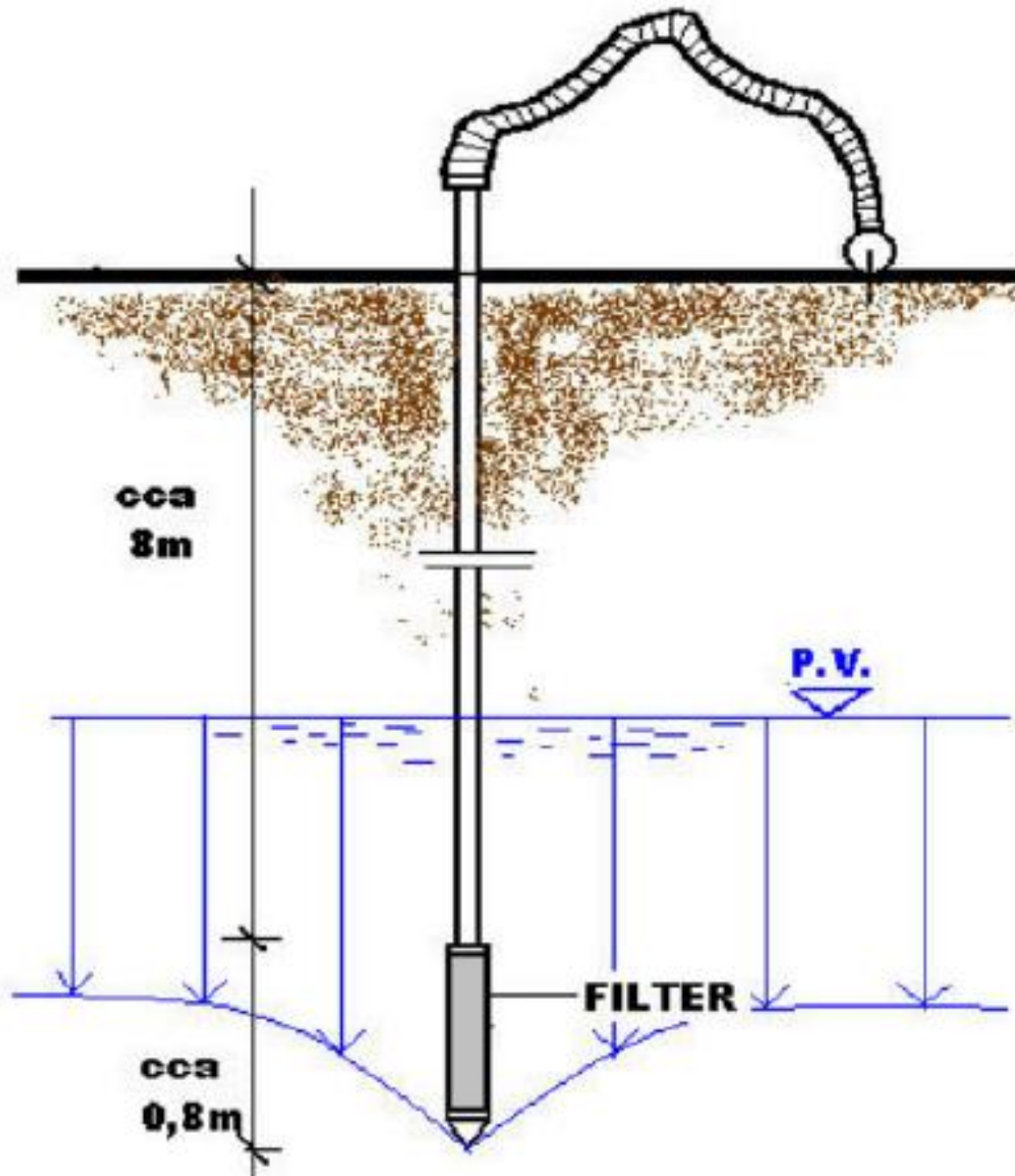
UPOTREBA IGLOFILTERA

Iglofilteri se sastoje od:

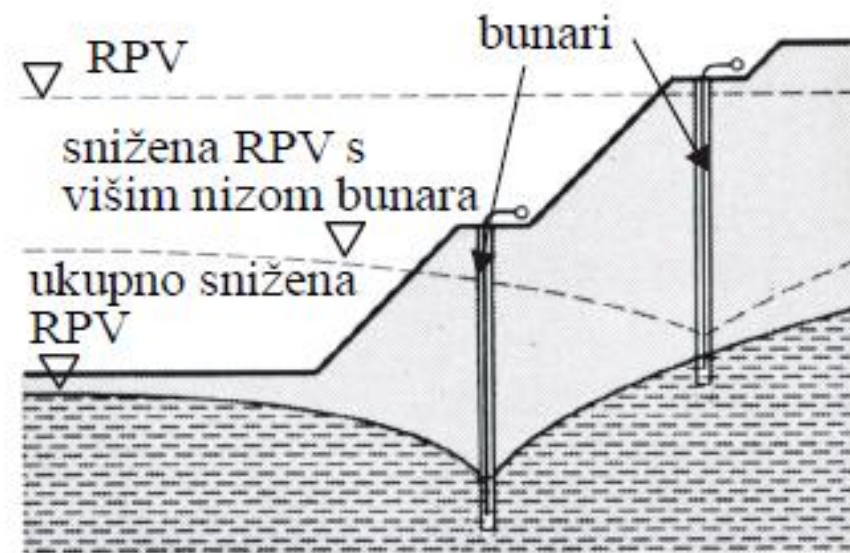
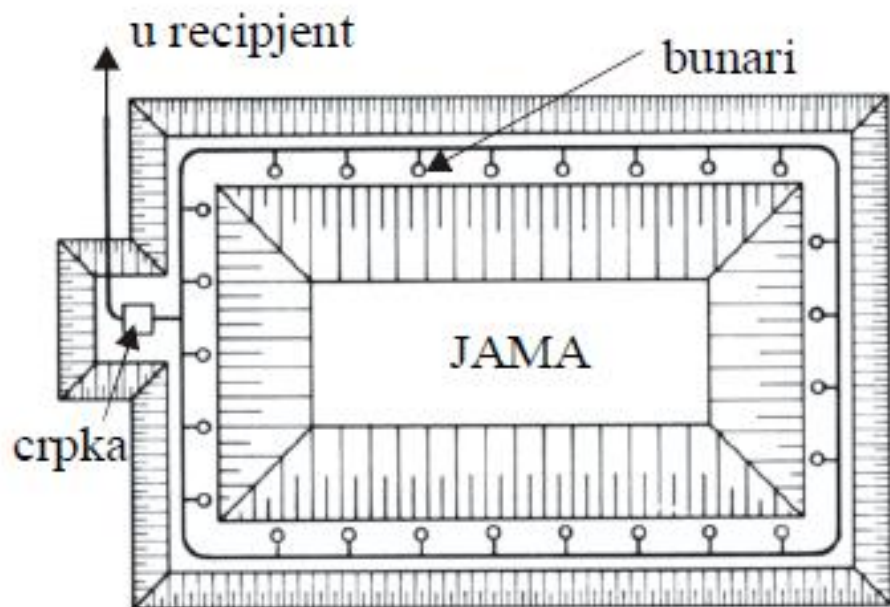
- čelične cijevi (prosječne dužine 8 m)
- usisnog dijela od finog filtra sa šiljkom za zabijanje.

Preko fleksibilnog priključka spojen je na sabirnu cijev iz koje se pumpa voda (cijeli sistem je u podpritisku).

Na mjestu zabijanja i crpljenja snižava se nivo P.V. Postavljanjem redova iglofiltera sa svih strana građevinske jame snižava se nivo P.V. do ispod dna iskopa.



IGLOFILTERI – CIJEVNI BUNARI; POLOŽAJ U OSNOVI I PRESJEKU



SNIŽAVANJE NIVOVA VODE IGLOFILTERIMA



SNIŽAVANJE NIVOVA VODE IGLOFILTERIMA



PRIMJENA PREGRADA ZA SNIŽAVANJE NIVOA P.V.

Pregrade u terenu (izvode se) od:

- čeličnih talpi,
- ab konstrukcija,
- smrzavanjem tla i
- geotekstilima.

Pregrade u terenu znatno usporavaju ali ne sprečavaju protok vode tako da je potrebno osim početnog i povremeno ili stalno pumpanje tokom rada.

Pregrade u terenu se proračunavaju slično potpornim konstrukcijama (oplatama) kod iskopa, zavisno od pritiska zemlje i vode i statičke sheme

POSTUPAK ZAMRZAVANJA TLA OKO TEMELJNE JAME

Ova je metoda vrlo razvijena u zemljama koje obiluju pješčanim tlom, gdje se pokazala vrlo efikasna.

Zamrzavanje se vrši oko građevinske jame ili samo s jedne njene strane kao bi se dobila vodonepropusna pregrada.

Postoji više tehnologija zamrzavanja tla.

Jedna je pomoću **slanog rastvora** koji se **hladi i utiskuje u tlo** dok se ne dobije dovoljno debeli zamrznuti sloj tla.

Na slici je prikazan jedan takav primjer osiguranje građevinske jame od uticaja podzemne vode.

U ovom slučaju zaleđeno tlo osim što je vododrživo, mora biti i nosivo.

POSTUPAK ZAMRZAVANJA

