

**POSTUPCI I METODE  
STABILIZACIJE TLA POSTELJICE**

**Stabilizacija zbijanjem**

---

---

# METODE POBOLJŠANJA TLA

---

## 3. POSTUPCI I METODE STABILIZACIJE TEMELJNOG TLA I POSTELJICE

Posteljica predstavlja završni sloj nasipa određene debljine ili sloj tla u usjeku određene dubine uređen tako da odgovara traženim zahtijevima. Ona predstavlja jedan od najvažnijih elemenata prometne površine jer o njoj ovisi nosivost kolnika. Ona mora biti sposobna preuzeti opterećenje od prometa i kolničke konstrukcije bez prekomjernih plastičnih deformacija, te zbog toga i sama mora imati određenu nosivost s kojom se računa i pri dimenzioniranju kolničke konstrukcije. Važno je također da nosivost posteljice tokom godine bude što stalnija, pa su u tom pogledu, pored materijala značajni i konstruktivni uvjeti u kojima se nalazi (odvodnjam nagib i sl.). Također je bitno da posteljica bude homogena. Stoga se na posteljicu postavljaju određeni uvjeti, koji se odnose na kvalitetu materijala iz koje se radi te na njegovu zbijenost. Ukoliko se posteljica izrađuje od materijala koji zadovoljava postavljene zahtjeve kvalitete mehaničko zbijanje materijala tla posteljice smatra se postupkom njegove stabilizacije. Ukoliko materijal posteljice ne zadovoljava postavljene kriterije, odnosno s njime se ne mogu postići propisani uvjeti zbijenosti, bilo da je materijal izvan propisanih granica sastava, bilo da je iznad optimalne vlažnosti, a njegova zamjena ne dolazi u obzir primjenjuje se neki od tradicionalnih (mehanička stabilizacija, stabilizacija vapnom, cementom, letećim pepelom ili bitumenom) ili netradicionalnih (enzimska, ionska, biološka i sl.) postupaka stabilizacije tla.

### 3.1. Stabilizacija tla zbijanjem

Zbijanje zrnatog kamenog materijala, bez promjene granulometrijskog sastava osnovnog materijala uobičajeni je postupak pri izgradnji prometnica i općenito se ne smatra postupkom koji bi se trebao svrstavati u stabilizacijske. No, obzirom da se zbijanjem mijenjaju svojstva ugrađenog materijala, primjerice njegova nosivost, posmična čvrstoća, stišljivost kao i vodopropusnost bez daljnjega se može smatrati stabilizacijskim postupkom.

#### 3.1.1. Zbijanje

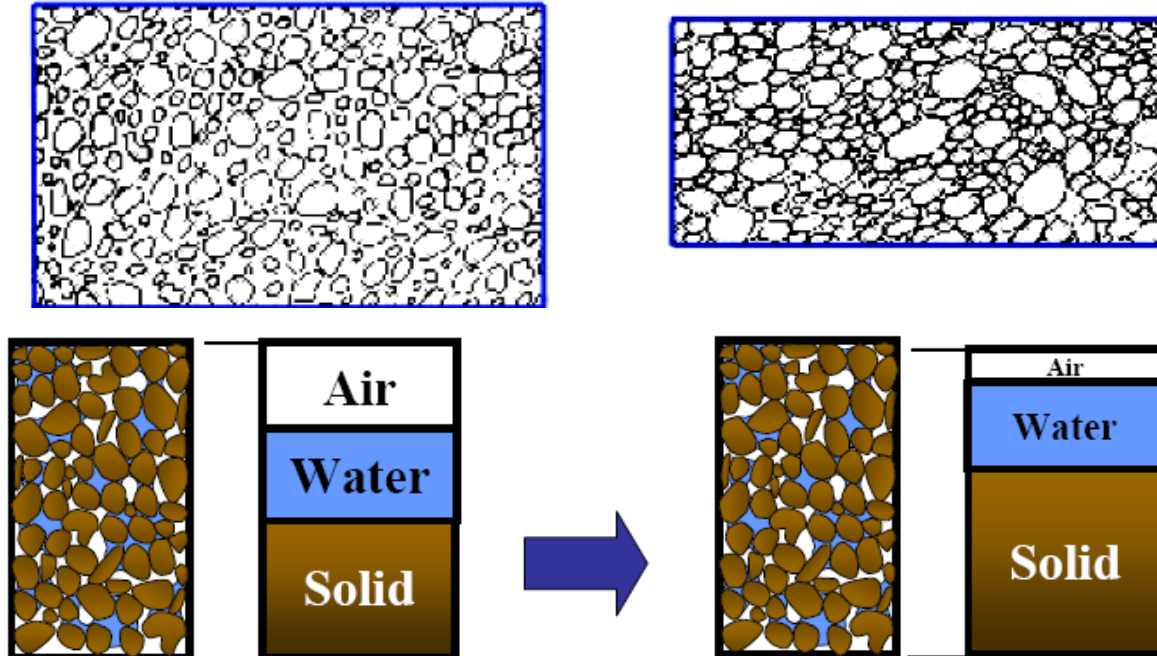
Zadatak zbijanja je popravljavanje građevinsko tehničkih svojstava tla smanjenjem volumena pora ispunjenih zrakom, a djelomično i vodom. Zbog gušćeg slaganja čestica tla povećava se posmična čvrstoća, a smanjuju se stišljivost i vodopropusnost takvog materijala.

Zbijanjem se smanjuje opasnost da se vezana tla natope vodom i nabubre, kao i da im se znatno povećaju deformacije pod djelovanjem opterećenja (pad nosivosti).

Postignuta zbijenost ovisi o strojevima za zbijanje, kao i o samom postupku zbijanja, te o vrsti tla, sadržaju vode i deformabilnosti podloge. Ovakva kompleksna zavisnost traži poznavanje geomehaničkih svojstava, sposobnosti strojeva za zbijanje, s posebnim osvrtom na njihovo djelovanje na razrahljivanje pri nepravilnoj primjeni, pa poznavanje samih radnih procesa zbijanja i ispitivanje zbijenosti za kontrolu propisane kvalitete. Budući da različiti materijali ne reagiraju jednako na pojedine strojeve za zbijanje razmotrit će se činitelji koji imaju najveći utjecaj na zbijanje:

- vrsta materijala koji se zbija,
- stanje vlažnosti materijala,
- tražena zbijenost materijala,
- primjena strojeva.

# METODE POBOLJŠANJA TLA



Slika 1. Odnosi pojedinih komponenata tla prije i nakon zbijanja

## 3.1.2. Vrste materijala s obzirom na zbijenost

Bez obzira na postojeće klasifikacije materijala tla, tla se obzirom na različita svojstva pri zbijanju dijele u tri grupe:

- krupnozrnata, nevezana (nekoherentna) tla kao što su pijesak, šljunak odnosno njihove mješavine, prirodne kamene drobine - separišni ili slični materijali,
- sitnozrnata vezana (koherentna) tla, kao što su gline, prašine, prašinate gline (ilovače), pjeskovite prašine i les,
- mješovita tla koja su mješavina krupnozrnatih nevezanih i sitnozrnatih vezanih materijala (zaglinjeni pijesci i šljunci te vezana rastrošena kamenita tla).

Napominje se da se tla stabilizirana vapnom ili cementom, sa stanovišta zbijanja ubrajaju u zadnju grupu, mješovita tla.

### 3.1.2.1. Krupnozrnata tla, nevezana (nekoherentna) tla

Krupnozrnatu nevezanu, nekoherentnu materijal praktično je najmanje osjetljiv na vodu; povećanjem udjela sitnih čestica, povećava mu se i osjetljivost na vodu. Kod ovih materijala voda uglavnom nema veći utjecaj na nosivost i deformacije.

Za zbijanje nevezanih, nekoherentnih materijala najvažniji su utjecajni činitelji:

- granulometrijski sastav materijala,
- oblik zrnaca,
- sadržaj vode.

Najvažniji utjecajni činitelj za zbijanje je granulometrijski sastav materijala tla. Kao mjera za granulaciju upotrebljava se koeficijent nejednolikosti »n«.

Tla sa zrnima približno iste veličine, označavaju se kao usko stupnjevana tla (mala vrijednost koeficijenta nejednolikosti »n«), a tla različitih veličina zrnaca, kao široko stupnjevana (visoki koeficijent nejednolikosti »n«). Široko stupnjevane mješavine tla mogu se bolje zbijati, od onih usko stupnjevanih, tj. uz istu energiju zbijanja sa široko

## METODE POBOLJŠANJA TLA

---

stupnjevanim mješavinama postiže se veća suha prostorna težina.

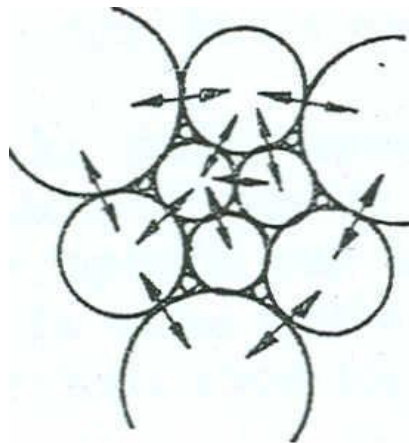
Prema iskustvu mješavine zrnaca s granulometrijskom krivuljom oblika parabole daju najveću suhu prostornu gustoću. S porastom gustoće povećava se posmična čvrstoća, a smanjuje se deformabilnost tla. Ovo se očituje i u povećanju vrijednosti modula stišljivosti tla  $M_s$ , kao i u poboljšanju otpornosti zbijenog sloja na djelovanje gradilišnog prometa.

Mješavine tla s glatkim zaobljenim pojedinačnim zrnima podatljivije su za zbijanje od mješavina s grubim, hrapavim, uglatim pojedinačnim zrnima, ali su deformabilnije i sklonije segregaciji.

Sastav zrnaca krupnozrnatih tala može se mijenjati zbijanjem zbog razaranja slabijih pojedinačnih zrnaca. Mjera ovog smanjenja zrnaca ovisi o mineraloškom sastavu i čvrstoći zrnaca, težini valjka ili vibro-valjka, o veličini amplitude pri vibraciji i slično.

U nevezanim tlima nema sila kohezije, iako se u dobro stupnjevanom tlu s dosta sitnijih čestica može javlja uz prisustvo vode u tlu tzv. »prividna kohezija«. Posebno se oko sitnijih čestica stvara lažan dojam, povezanosti materijala silama kohezije. Pojava je to vidljivija, što je materijal sitnozrnatiji. Saturacijom, ispunom svih šupljina sitnog materijala vodom nestaje »prividna kohezija«, a materijal se pretvara u žitku masu.

Sposobnost preuzimanja opterećenja nevezanog materijala sastoji se iz trenja između pojedinih čestica i „prividne kohezije“.



**Slika 2.** Trenje između pojedinih čestica zrnatog kamenog materijala

Utvrđeno je da je sila koja prevladava za preuzimanje opterećenja u krupnozrnatom materijalu sila trenja između zrnaca, a u sitnozrnatom materijalu „prividna kohezija“.

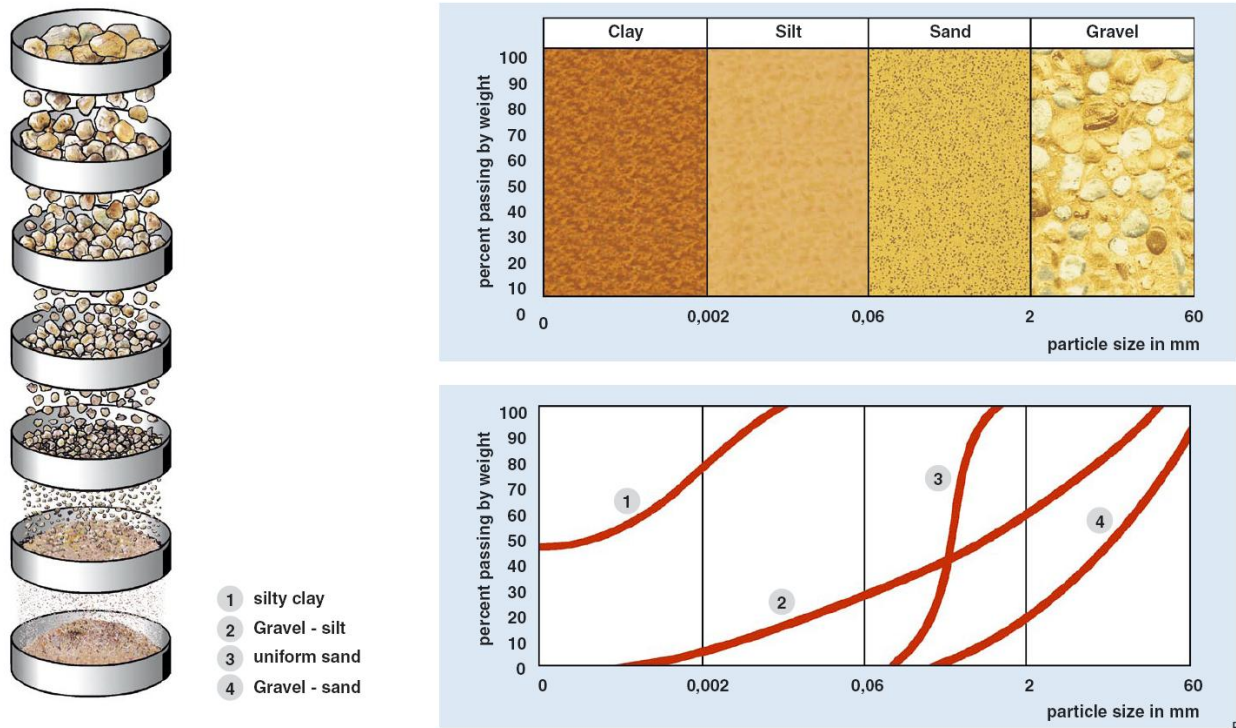
### 3.1.2.2. Sitnozrnata tla, vezana (koherentna) tla

Za zbijanje sitnozrnatih, vezanih, koherentnih tala presudni su utjecajni činitelji:

- sadržaj vode,
- plastičnost,
- sastav zrnaca.

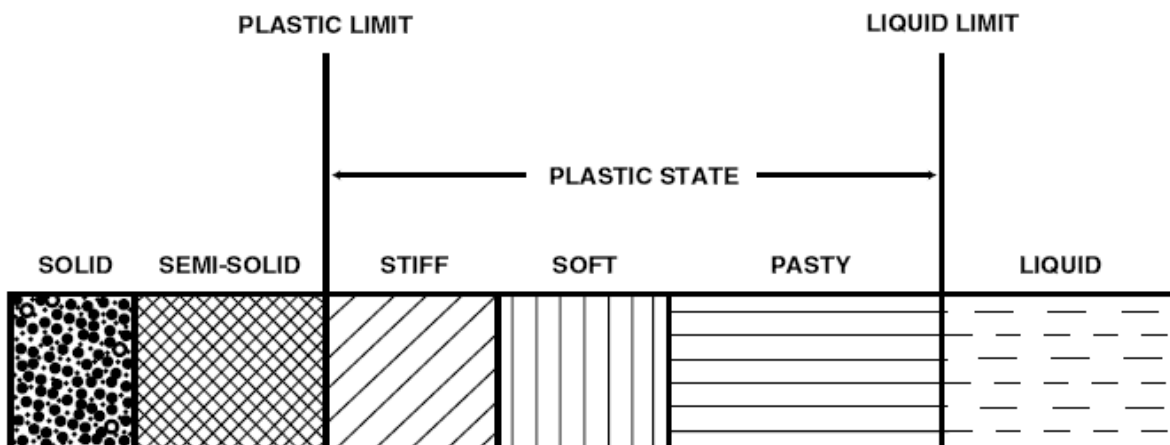
Sitnozrnata tla imaju u jedinici volumena radi veće specifične površine zrnaca, prema krupnozrnatom materijalu, znatno veću sposobnost apsorpiranja vode, kao i izraženiju međusobnu vezu pojedinačnih zrnaca - koheziju.

# METODE POBOLJŠANJA TLA



Slika 3. Vrste tla prema veličini čestica

Njihova svojstva zbijanja i deformabilnosti zbog toga su proporcionalna sadržaju vode i njihovim plastičnim svojstvima. Porastom sadržaja vode sitnozrnato tlo prelazi od čvrstog, preko polučvrstog i mekanog u kašastu konzistenciju. U istom slijedu smanjuje se njegova čvrstoća, prionljivost čestica jedne uz drugu («kohezija») i nosivost, a povećava se njegova deformabilnost.

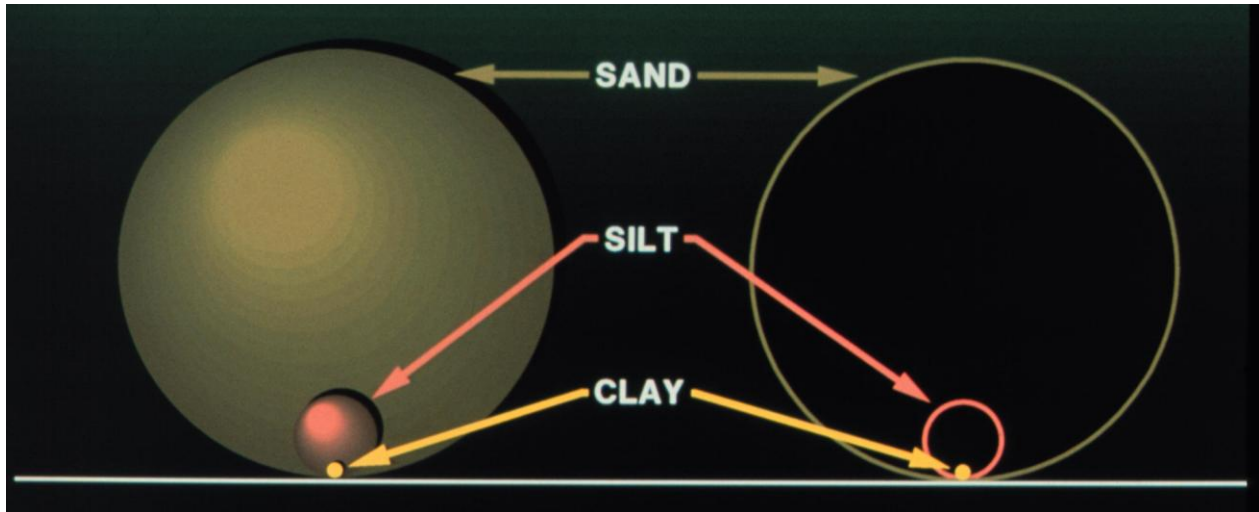


Slika 4. Granice konzistencije sitnozrnatih, vezanih tala

Različite mogućnosti vezanja vode sitnozrnih tala ovise o njihovoj plastičnosti, tj. o razlici sadržaja vode između granica tečenja i granice skupljanja. Vezana tla su pri zbijanju osjetljivija na promjene sadržaja vode, ako im je plastičnost manja. S porastom plastičnosti tla, smanjuju se apsolutne vrijednosti postignute suhe gustoće, uz jednako utrošenu energiju zbijanja. Porastom gustoće slaganja zrnaca u zbijenom

## METODE POBOLJŠANJA TLA

tlu, pa i uz porast plastičnosti smanjuje se propusnost tla i time i mogućnost primanja vode. Tako se smanjuje opasnost da se tlo razmekša i nabubri.



Slika 5. Odnos veličine čestica pijeska, praha i gline

Zbijanje sitnozrnatih tala moguće je zbog njihove relativno neznatne vodopropusnosti samo dok još u tlu postoji dio zrakom ispunjenih pora. Tla koja su blizu potpunog zasićenja vodom mogu se zbijati samo ograničeno, kako je to već prije navedeno, izvlačenjem vode iz tla (npr. odvodnjom ili zračenjem) ili podizanjem graničnog sadržaja vode (npr. stabilizacijom dodatkom vapna).

Porastom vlažnosti, općenito pada nosivost sitnozrnatog tla. Iz toga razloga ekonomičnije je zbijati vezani materijal uz još maksimalnu moguću vlažnost, pri kojoj se još može dobiti tražena gustoća materijala. Stroj za zbijanje tada djeluje na veću dubinu (radi slabije nosivosti tla), pa tako zbijava veću količinu materijala tla.

### 3.1.2.3. Mješovita tla

Na zbijanje mješovitih tla, koja predstavljaju mješavine krupnozrnatih nevezanih i sitnozrnatih vezanih materijala utječu osobito ovi činitelji:

- odnos u mješavini krupnijih i sitnih zrna,
- sadržaj vode finih zrnaca,
- sastav i plastičnost finih zrnaca.

Miješovita tla osim pijeska, šljunka i većeg kamenja sadržavaju vezana sitna zrna mulja i gline. Mješovitim tlima pripadaju zaglinjeni pijesci i šljunci te vezana rastrošena kamenita tla, muljeviti, glinoviti pijesci i šljunci, otpaci iz kamenolama pomiješani s glinom, iskopi u miješanom materijalu zemlja-kamen itd. Tipično je za sve ove mješavine materijala, da njihov sastav varira u širokim granicama, te da su im plastična svojstva finih zrnaca vrlo različita. Svojstva zbijanja i deformabilnost određeni su sadržajem vode i plastičnošću sitnih zrnaca, granulometrijskim sastavom i oblikom krupnih zrna, kao i neposrednim odnosom mješavine sitnih i krupnih zrna.

Postignuta suha prostorna težina raste pri istoj energiji zbijanja s povećanjem udjela krupnih zrna, ali nakon izvjesne granice počinje padati, zbog nemogućnosti krupnozrnatog materijala da ispuni sve šupljine između većih zrnaca.

Drugim riječima, da sama krupnija zrna u jednom materijalu ne daju najveću suhu

## METODE POBOLJŠANJA TLA

prostornu težinu iz razloga što su između zrna postoje velike šupljine (pore). Najviše vrijednosti suhe prostorne težine postižu se pri udjelu finih zrnaca od 5 do 30%, pri čemu je viši udio u prvoj liniji karakterističan za muljevite glinovite pijeske s usko stupnjevanim krupnozrnatim udjelom tla u mješavini.

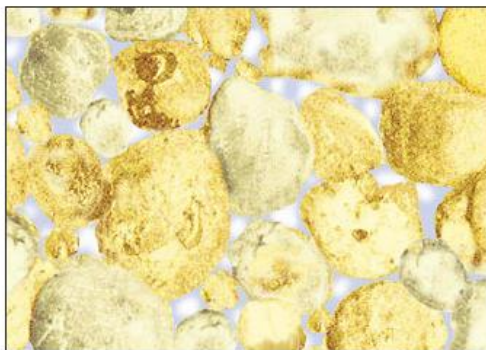
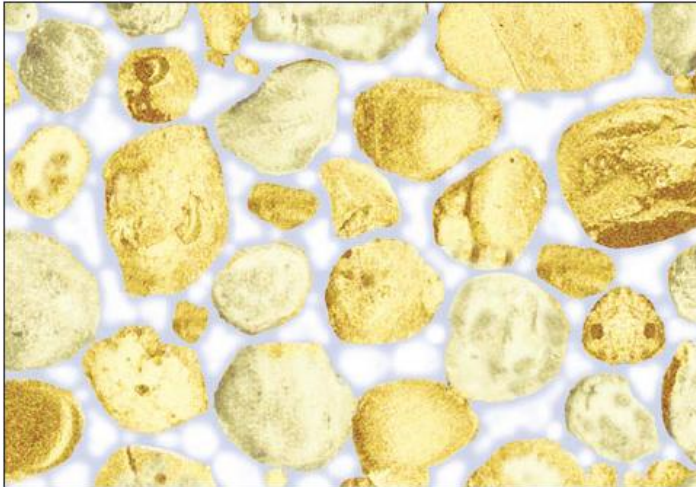
Deformacijsko ponašanje mješavina bit će uvjetovano sadržajem vode sitnozrnatih tala u mješavini. Uz sadržaje vode ispod optimalnog,  $W_{opt}$  dobivenog Proctorovim pokusom, pokazuju već neznatne količine grubih zrna jasna poboljšanja deformacijskog ponašanja. Uz visoki sadržaj vode ta se poboljšanja javljaju tek kod velikih količina grubih sastojaka. Inače prijelaz ponašanja miješanih tala od vezanih na nevezana tako je pomičan, da ga nije moguće ograničiti graničnim vrijednostima.

Kratko rečeno, u potpuno raskvašenom zemljanom materijalu samo velika količina npr. tucanika ili lomljenog kamenog materijala (bolje šljunka) dovest će do poboljšanja. U malo rakvašenom materijalu već mala količina krupnozrnatog materijala (tucanika, šljunka) pokazuje vidna poboljšanja.

### 3.1.3. Ponašanje različitih vrsta tla pri zbijanju

#### Nekoherentna tla

Rahlo nevezano tlo zbija se djelovanjem vibracija tako da se materijal tla pod vibracijama zbog gotovo nestalih sila unutrašnjeg trenja (uslijed vibracija), a uz djelovanje vlastite težine i djelomično prisutne težine stroja za zbijanje, počinje slagati tako, da manja zrna upadaju u šupljine između većih zrnaca. Na taj način dobivamo gušću strukturu nevezanog materijala. Ako su vibracije prenesene na tlo od



stroja za zbijanje vrlo velike, a iznad materijala koji vibrira nema težine (stroja ili materijala) da stvori tzv. "prigušeno titranje", materijal će se u gornjem sloju razrahliti, a katkada i segregirati. Opterećenje se prenosi izravno trenjem sa česticu na česticu, tj. prigušenje i ublažavanje djelovanja vibracija vrlo je malo. Za nevezani materijal jačina vibracija (veličina amplituda) ima relativno malo značenje pri zbijanju. Druga je posljedica izravnog preuzimanja sile bez prigušenja veća dubina djelovanja strojeva za zbijanje. Sadržaj vode relativno malo djeluje na deformacijske sposobnosti kao i na nosivost tla.

Slika 6. Raspored zrna nekoherentnog tla prije i nakon zbijanja

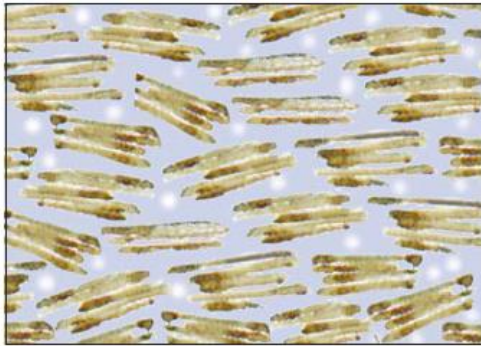
---

# METODE POBOLJŠANJA TLA

---

## Koherentna tla

Kod koherentnih tala slabijim vibracijama se ne može svladati prisutna sila kohezije radi zbijanja materijala. Da bi se ta sila svladala, treba dovoljno velika udarna sila



stroja za zbijanje, tj. dovoljno velika amplituda, odnosno dostatno velika težina stroja za zbijanje tla.

Zbijanje vezanog tla pojedinačnim snažnim udarcima, tj. velikom amplitudom, odnosno veća težina stroja ima veće značenje, nego na nevezanom zemljanom materijalu. Vezano tlo, kad sadržava glinu koja ima pojedinačne čestice u obliku plosnatih listića ili sitnih kuglica, formira u prirodi raznoliku strukturu: lančanu, mrežastu ili pahuljastu. Ovakva struktura vezanog tla »upija« (prigušuje, amortizira) opterećenja ili udarce izazvane strojem za zbijanje znatno bolje, nego nevezano tlo.

**Slika 7.** Raspored čestica koherentnog tla prije i nakon zbijanja

Vezano tlo se osim toga znatno razlikuje od nevezanog u ponašanju uz veći ili manji sadržaj vlage. Vezani zemljani materijal može se zbijati samo dok mu je sadržaj vode niži od granice tečenja odnosno dok je relativno suh.

U vezanom materijalu posmična sila ovisi o vlažnosti, s tim da s povećanjem vlažnosti pada i kod granice tečenja praktično dostiže vrijednost blizu nuli.

Drugim riječima vlažnost ima vrlo velik utjecaj na zbijanje vezanog materijala, kao i veći udari (amplitude), odnosno veća težina stroja.

## Miješana tla (sitno i krupnozrnata)

Za miješana tla teže je dati određene karakteristike za zbijanje i to zbog nedefiniranosti postotka vezanog, odnosno nevezanog materijala u miješavini.

Ipak se može konstatirati da vibracije stroja trebaju biti veće amplitude (manji broj titraja). Osim toga, budući da za vezani materijal treba i veća težina (radi svladavanja sila kohezije), strojevi za zbijanje moraju biti i znatno teži. Ovisnost mogućnosti zbijanja miješanih materijala o vodi, uvjetovana je u prvom redu postotkom sitnih čestica, s tim, da što je veći postotak sitnih čestica veća je i zavisnost od vode.

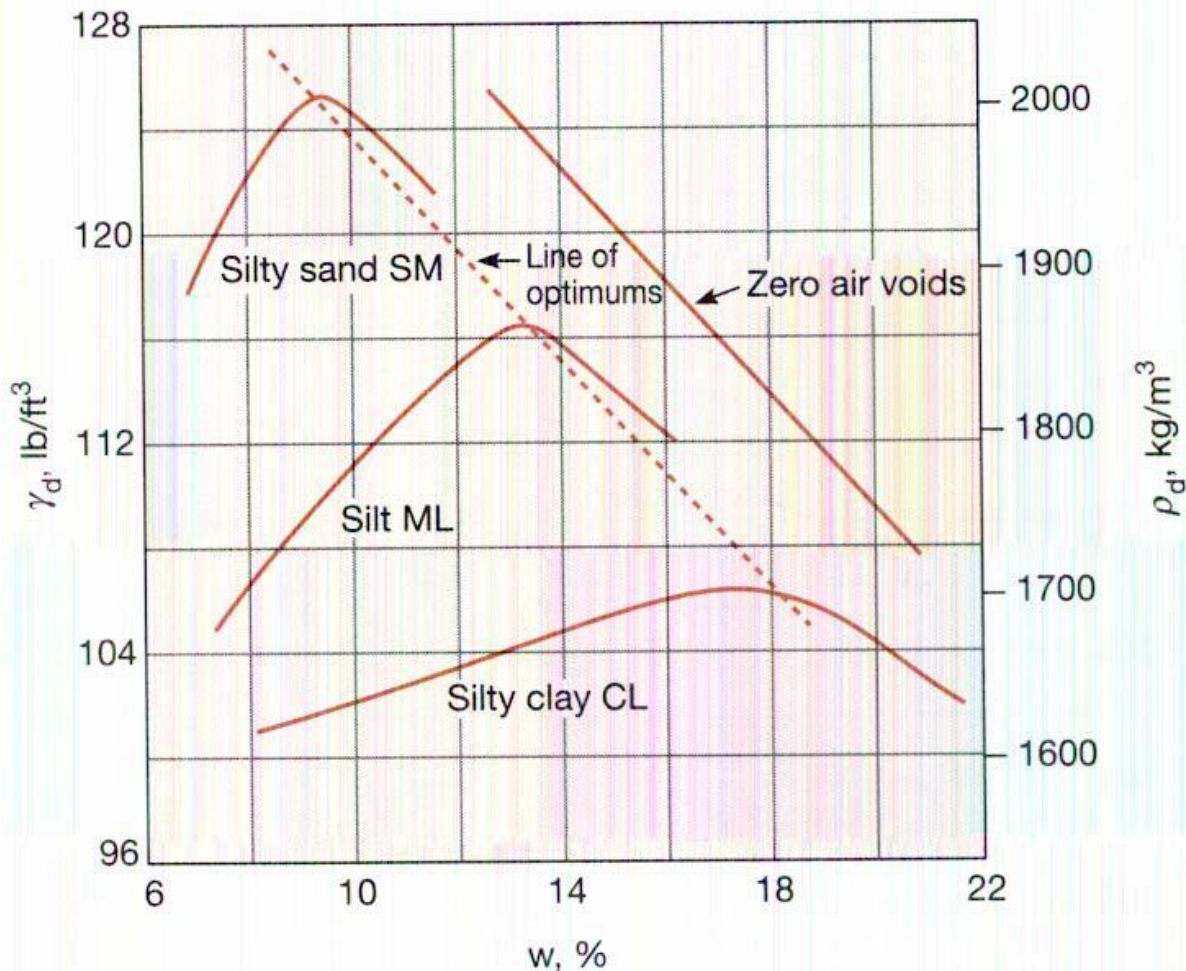


## METODE POBOLJŠANJA TLA

### 3.1.4. Utjecaj vlažnosti materijala na zbijanje Proctorov pokus - analiza i zaključci

Temelj za procjenu ponašanja nekog materijala pri zbijanju je Proctorov pokus. Na slici 2 prikazane su krivulje zbijanja za različite materijale ali za istu energiju zbijanja. Pri tome je vidljivo da sitnozrnata tla traže veću količinu vode za postizanje optimalnih uvjeta zbijanja od krupnozrnatijih.

Na slici 3 prikazan je Proctorov dijagram s nanesenim rezultatima standardnog Proctorovog pokusa s određenom razinom utrošene energije zbijanja kao i rezultat modificiranog Proctorovog pokusa sa propisanom utrošenom energijom zbijanja. Osim ove dvije krivulje na dijagramu je ucrtana još i linija zasićenja zbijenosti tog materijala (linija koja prikazuje maksimalnu zbijenost materijala, bez pora sa zrakom) te linija sa 5% odnosno 12% zračnih pora u materijalu, tako da je vidljiva ovisnost između vlažnosti materijala, suhe prostorne težine i sadržaja zrakom ispunjenih pora.



Slika 8. Krivulje zbijanja za različita tla a iste energije zbijanja

Da bismo se uspješno mogli služiti ovim dijagramom, treba pri zbijanju materijala upamtiti ovo:

- potpuno suh materijal slabo se zbija. Povećanjem vlažnosti čestice materijala se »podmazuju« i lakše se slažu u gustu formaciju. Trenje između čestica kao i kohezija materijala općenito se smanjuju s povećanjem vlažnosti. To ujedno

## METODE POBOLJŠANJA TLA

---

znači da se uz veću vlažnost djelovanje strojeva za zbijanje prenosi na veću dubinu, tj. na veću količinu materijala.

- u suhom materijalu energija stroja za zbijanje troši se na svladavanje trenja, koje je znatno veće u suhom nego u vlažnom materijalu. U vezanom materijalu ova energija troši se u prvom redu na mrvljenje i usitnjavanje materijala.
- poboljšanje uvjeta zbijanja ide do određene granice povećanja vlažnosti, za svaku određenu energiju zbijanja, koju zovemo »optimalna vlažnost« ( $W_{opt}$  %), a odgovarajuću suhu prostornu težinu, maksimalnom prostornom težinom ( $\gamma_{smax}$  gr/cm<sup>3</sup>). Daljnjim povećanjem vlažnosti postiže se sve manja suha prostorna težina zato, što u određenom volumenu ima sve više vode, a manje krutih čestica (voda se u prikazu suhe prostorne težine  $\gamma_{smax}$  ispari).
- općenito vrijedi pravilo, da se povećanjem energije zbijanja povećava vrijednost suhe prostorne težine  $\gamma_{smax}$ , dok optimalna vlažnost opada.
- Ova ista konstatacija može se formulirati i na drugi način: manja suha prostorna težina od  $\gamma_{smax}$  može se postići manjom energijom zbijanja, ali s većom vlažnosti materijala od  $W_{opt}$ . Ipak i to ne treba shvatiti doslovce jer pri zbijanju nevezanog materijala nakon postizanja određene gustoće materijala, daljnjim zbijanjem može doći do segregacije materijala, a time sasvim sigurno i do pada vrijednosti  $\gamma_{smax}$ .
- uspoređujući karakterističnu Proctorovu krivulju s linijom zasićenja zbijenosti istog materijala može se zaključiti: povećanje suhe prostorne težine nekog materijala povećanjem energije zbijanja nije ekonomično, kada taj materijal ima vlažnost veću od optimalne vlažnosti ( $W_{opt}$ ). Ekonomično je i preporučuje se povećati energiju zbijanja radi povećanja vrijednosti suhe prostorne težine, samo kad materijal ima vlažnost manju od optimalne
- kad se traži suha prostorna težina od 100%  $\gamma_{smax}$ , ta se suha prostorna težina može postići određenom energijom zbijanja samo uz vlažnost, koja je vrlo blizu optimalnoj vlažnosti  $W_{opt}$  toga materijala,
- kad se traži manja suha prostorna težina npr.  $\gamma_s = 0,95\% \gamma_{smax}$  ona se može postići u mnogo širim granicama vlažnosti sa standardnom energijom zbijanja i teoretski gledano svejedno je, uz koju se vlažnost zbijanje izvodi u tim određenim granicama.
- praksa je, međutim, pokazala da se zbijanjem uz vlažnost blizu gornje granice od  $\gamma_s = 0,95 \gamma_{smax}$  mogu postići znatno veći učinci zbijanja i do preko 50% (manja nosivost tla veće vlažnosti, te time djelovanje stroja za zbijanje na veću dubinu i veća podatljivost tla na zbijanje).

Da je bolje zbijanje uz veću vlažnost (naravno, kad se uz tu vlažnost još može postići tražena gustoća materijala) proizlazi i iz drugog stavka ovog razmatranja gdje je rečeno, da se manja suha prostorna težina od  $\gamma_{smax}$  može postići s manjom energijom zbijanja, ali uz veću vlažnost materijala od  $W_{opt}$ .

### 3.1.5. Utjecaj sadržaja vode

Sadržaj vode je za zbijanje tla od posebnog značenja. Sposobnost zbijanja krupnozrnatih tala zavisi utoliko više od sadržaja vode ukoliko je materijal šire stupnjevan. Usko stupnjevani pijesci i šljunci su naprotiv pri zbijanju pod manjim utjecajem sadržaja vode. Sva krupnozrnata tla široko stupnjevana imaju već uz manji

## METODE POBOLJŠANJA TLA

---

sadržaj vode »prividnu koheziju«, koja smanjuje opasnost od segregacije i razlabavljenja mješavine. Kad je takva mješavina previše suha, potrebno ju je navlažiti prije zbijanja.

Sposobnost zbijanja sitnozrnatih tala i vezanih mješavina tala zavisna je u određenim granicama od sadržaja vode, te time i od vremenskih prilika.

Obje vrste tla, mogu se zadovoljivo zbijati samo u određenim granicama sadržaja vode. Kad su prevlažne, ne može se bez daljnjega istisnuti zatvoreni zrak iz finih pora. Kad su ove dvije vrste tla presuhe, a sastoje se od pahuljica i sadržavaju veći postotak pora ispunjenih zrakom, ne mogu se zadovoljivo i ravnomjerno zbiti. Naknadno ova tla bogata zračnim porama pokazuju pri povećanju vlažnosti omekšanje, smanjenje posmične čvrstoće i nosivosti. Stvaraju se »vreće« i veća slijeganja.

Krivulja zbijanja (Proctorova krivulja) krupnozrnatog tla teče strmije i područje pogodne vlažnosti za zbijanje biti će to uže, što su zrnca tla neravnomjernije stupnjevana.

U sitnozrnatom tlu raste optimalni sadržaj vode s rastućom plastičnošću, i područje između graničnih vrijednosti pogodnih vlažnosti za zbijanje bit će veće. Muljevita tla imaju zbog toga samo jedno usko područje promjene sadržaja vode, tako da je njihova sposobnost zbijanja vrlo ovisna i o nepoznatim promjenama sadržaja vode.

### 3.1.6. Utjecaj deformabilnosti podloge

Uspjeh zbijanja sloja nekog materijala ne ovisi samo o materijalu tog sloja i primijenjenoj mehanizaciji za zbijanje, nego u znatnoj mjeri i o deformacijskim sposobnostima podloge. Ako su deformacije podloge prevelike, može se dogoditi, da se nanoseni sloj ne može zbiti na traženu vrijednost zbog toga jer podloga apsorbira energiju zbijanja. Ovaj je utjecaj veći i jasnije izražen na tlima, koja treba zbijati u neznatnim visinama nasipnog sloja na mekanoj podlozi.

Ovo vrijedi prije svega za prve slojeve nasipa do posteljice, za nosive slojeve preko slabog nasipa ili usjeka i za slojeve za zaštitu od smrzavice.