

MORTOVI, INJEKCIJSKE SMJESE

SVEUČILIŠTE
JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU

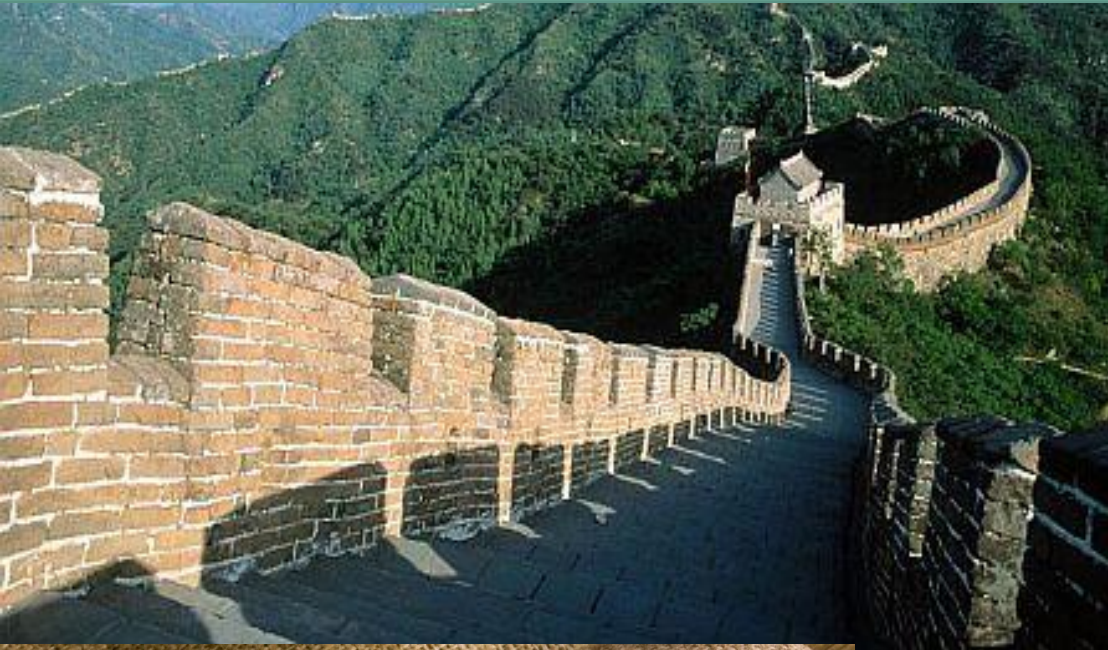


JOSIP JURAJ STROSSMAYER
UNIVERSITY OF OSIJEK

- Mort (lat. mortarium) =zgnječiti, zdrobiti, sprešati
- Prvi mort =blato i glina, 6500 god. pr.Kr.
 - Obradiva, ljepljiva pasta
 - Koristi se kao vezivo
 - Popunjava praznine



Arheološko nalazište Mehrgarh, Pakistan



Kineski zid



Riža

Glavni sastojci morta:

- Ljepljiva rižna juha
- Vapno

MORT

Mort se sastoji od:

- Agregata (pijesak)
- Veziva (cement, vapno)
- Vode
- Dodataka
- Kemijska formula:



Pijesak



Cement

Veživo

- Cement i vapno
- Veživo utječe na:
 - fizikalna i kemijska svojstva morta
 - čvrstoću
 - stvrdnjavanje
 - njegovu reakciju s okolnim materijalima
- Nazivi prema vrsti veživa:
 - Vapneni mort - osnovno veživo vapno
 - Hidraulični mort - osnovno veživo cement ili hidraulično vapno

Agregat

- Pijesak granulacije do 4 mm
- Prirodnog ili umjetnog podrijetla
- Temperatura pijeska $< 40^{\circ} \text{C}$

Preporučeni granulometrijski sastav pijeska za žbuke

NAMJENA	SLOJ	FRAKCIJA PIJESKA
VANJSKA ŽBUKA	špric – vezni sloj	0-4, 0-8
	gruba žbuka	0-2, 2-4
	fina žbuka	ovisno o završnoj obradi
UNUTRAŠNJA ŽBUKA	špric – vezni sloj	0-4
	gruba žbuka	0-2; 0-4
	fina žbuka	0-1; 0-2

Voda

- Voda za piće:
 - pH vrijednost $> 4,5$
 - Temperatura $< 80^{\circ} \text{C}$
- Ne smiju se koristiti:
 - Muljevita voda
 - Voda onečišćena otpadnim vodama tvornica

Dodaci

- Kemijskim ili fizikalnim djelovanjem mijenjaju svojstva morta
- Vrste dodataka:
 - plastifikatori
 - Zguščivači
 - Stabilizatori
 - usporivači i ubrzivači vezanja
 - ubrzivači očvršćivanja
 - dodaci za poboljšanje zadržavanja vode
 - dodaci za bolje injektiranje
 - za vodoodbojnost

Vrste mortova

- Prema namjeni:
 - mort za zidanje
 - za žbukanje
 - za fugiranje
 - za podlijevanje strojeva
 - sanacijski mort
 - injekcioni mort
- Prema obradivosti i konzistenciji:
 - prskani mort
 - tekući
 - plastični
 - zemno-vlažni mort

- Prema sastavu:
 - vapneni mort
 - cementni
 - produžni
 - gipsani
 - lako agregatni mort
 - epoksidni mort

- Prema maksimalnom zrnu agregata:
 - fini
 - grubi

- Prema mjestu proizvodnje:
 - transportni
 - gradilišni mort

Portland cement mort

- Izumio ga je Joseph Aspdin 1794. te patentirao 18. prosinac 1824.
- Prava konzistencija morta kada lopatica može stajati bez pridržavanja
- Ne bi se trebao koristiti za sanaciju građevina izgrađenih vapnenom žbukom
- 5 vrsta PC morta: M, S, N, O i K



PC mort spreman za upotrebu

Vapneni mort

- Glavni sastojak: vapnenac koji sadrži minerale glina
- Koristi se najčešće za sanaciju zgrada
- Svojstva vapnenog morta:
 - Porozan
 - Propustan
 - Fleksibilan materijal
 - Veća kompaktilnost sa tradicionalnim materijalima od PC morta
 - Kraći vijek trajanja u odnosu na kamene materijale
- Dodaci kojima utječemo na njegovu učinkovitost:
- Cigla, prašina, leteći pepeo, se životinjske dlaka

Pucolanski mort

- Glavni sastojak: vulkanski pepeo
- Otkriven u Italiji u regiji oko Vezuva
- Svojstvo:
 - ubrzava vezanje, čak i pod vodom
- Boja:
 - crna
 - bijela
 - siva
 - crvena

Protupožarni mort

- Kombinacija je praha pomiješanog s vodom (perlit ili vermikulit)
- Pasivna je zaštita od požara, a koristi se za zaštitu zidova, podova, stropova i drugo
- Dodaju se pigmentacije za razlikovanje od drugih mortova



Greda obložena protupožarnim mortom

Mort za žbukanje

- Prema primjeni:
 - Normalni mort za žbukanje (GP) – vanjsko i unutarnje žbukanje
 - Laki mort za žbukanje (LW) – gustoća manja od 1300kg/m^3
 - Plemeniti mort za žbukanje (CR) – boju je dobio od agregata ili dodanog pigmenta
 - Mort za vanjsko žbukanje (OC) – proizveden od normalnog ili lakog zrna agregata
 - Mort za saniranje ili reparaturni mort (R) – velika poroznost, ali mala kapilarna vodljivost, pogodan za vlažne zidove koji imaju u sebi soli otopljene u vodi
 - Mort za toplinsku izolaciju (T) – specifična toplinska sposobnost

- Prema mjestu proizvodnje i načinu proizvodnje:
 - gradilišni mort
 - mort proizveden u tvornici
- Prema konceptu proizvodnje:
 - mort proizveden prema receptu
 - mort ispitanog sastava

Mort za zidanje

- Vrste:
 - mort za zide opće namjene
 - tankoslojni mort za zide s najvećim zrnom agregata do 2 mm
 - lagani mort za zide čija je gustoća suhog očvrslog morta manja od 1300 kg/m^3

Klase mortova za zidanje prema čvrstoći

Klasa	M 1	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Čvrstoća N/mm^2	1	2,5	5	10	15	20	d

- Proces upijanja vode utječe na razvoj čvrstoće morta

Ispitivanja morta

- Mehanička ispitivanja:
 - tlačna čvrstoća
 - vlačna čvrstoća savijanjem
- Prijanjanje morta za podlogu:
 - pull off metoda



Uzorci ugrađeni u kalupe

Ispitivanje čvrstoće na vlak savijanjem:

- Ispituje se na uzorcima starima 28 dana
- Prizmice 4 x 4 x 16cm



$$\sigma_s = \frac{M}{W}$$

Gdje je:

σ_s - čvrstoća na vlak (N/mm²)

M - moment otpora poprečnog presjeka

W - moment savijanje (Nmm)

Instrument za ispitivanje
vlačne čvrstoće

Ispitivanje čvrstoće na tlak:

- Ispituje se na uzorcima starima 28 dana
- Prizmice 4 x 4 x 16cm



Instrument za ispitivanje
tlačne čvrstoće

$$\sigma_P = \frac{P}{F}$$

Gdje je:

σ_p - čvrstoća na tlak (N/mm²)

P - sila pri slomu uzorka (kN)

F - ispitna površina uzorka (mm²)

Pull off metoda

- Koristi se za ispitivanje:
 - vlačne čvrstoće betona
 - prionjivosti morta za podlogu
 - procjenu tlačne čvrstoće ispitivanjem vlačne čvrstoće
- Mjeri se sila čupanja okrugle pločice s površine betona
- Pločice za ispitivanje su promjera 50 ± 0.5 mm i visine 20 mm

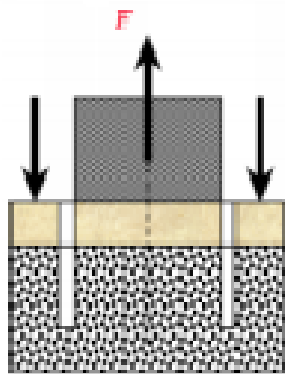


Uređaj za ispitivanje
pull off metodom

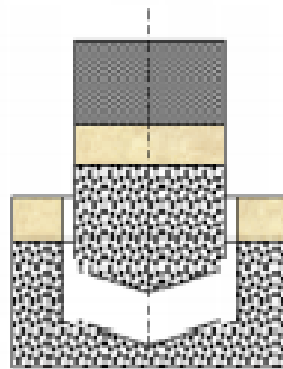


Pločice za ispitivanje

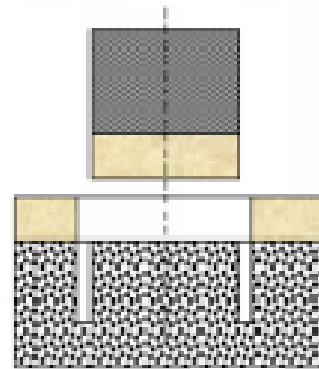
- Na jednom mjernom mjestu provodi se pet ispitivanja, kod minimalno tri ispitivanja tip sloma treba biti pravilan
- Ispitivanje se ne uzima u obzir ukoliko se slom dogodi na ljepilu između pločice i površine



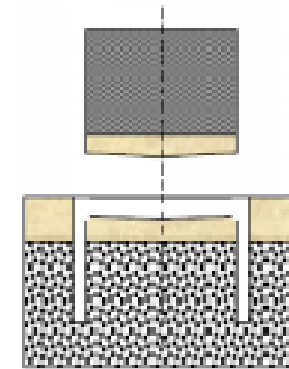
Smjer sile čupanja



Slom u podlozi



Slom na kontaktu
podloge i morta



Slom u mortu

Prikaz nastanka loma u
ovisnosti o području sloma

Klase morta

- Prema mehaničkoj se čvrstoći određuju klase morta.
- Razlikujemo:
 - M I (vapneni mort)
 - M II (vapno/cement hidraulični mort; do 2,50 N/mm²)
 - M IIa (vapno/cement mort; do 5,00 N/mm²)
 - M III (cementni mort; do 10 N/mm²)
 - M III (cementni mort; do 20 N/mm²)

Oznaka morta

- Oznaka sadržava:
 - broj, naziv i datum izlaženja europske norme
 - ime produkta ili vrstu morta
 - naziv proizvođača
 - datum proizvodnje, odnosno odgovarajući kod

CE
IME ili OZNAKA PRODUKTA kao i adresa proizvođača 00
EN 998 - 1
Primjer: Normalni mort za vanjsko žbukanje Otpornost na požar: Klase A1 Prionjivost: 0,3 N/mm ² Upijanje vode : W1 Koeficijent paropropusnosti : μ25 Toplinska vodljivost: λ 0,93W/mK Trajna prionjivost ili otpornost na smrzavicu ovisno o mjestu primjene morta za žbukanje

Primjer sadržaja CE – OZNAKE i
etikirung na proizvodima

MORTOVI ZA SANACIJU

- Koriste se za :
 - Sanaciju i održavanje tradicionalnih zgrada
- Svojstva održavanja tradicionalnih zgrada:
 - zamjenski mortovi ne bi trebali biti čvršći ili teži od materijala što je korišten izvorno
 - cementni mort može prouzrokovati probleme ukoliko se koristi za sanaciju zgrada građenih vapnenom žbukom

Sanacijska žbuka

- Svojstva:
 - Poroznost (poroznost > 40 vol.- %)
 - Ima sposobnost difuzije vodene pare
 - Smanjenom kapilarna vodljivost
- Koristi se za:
 - Žbukanje, popravke i sanaciju starih objekata i zidova
 - Sanaciju zidova od kapilarne vlage
 - Sanaciju zidova zasićenih topivim solima

Betofix RM

- Svojstva:
 - Brzo veže i suši
 - Udružuje antikorozivnu zaštitu, grubi i fini mort u jednom proizvodu
 - Laka obrada i prijanjanje za podlogu
- Primjenjiv je za brojna područja kod sanacije betona:
 - Brza sanacija betona u području fasada
 - Za sanaciju oštećenja na površini betona, armiranog betona i lakog betona
 - Mineralna antikorozivna zaštita za armirani čelik
 - Brzovezni mineralni mort za popunjavanje i zatvaranje šupljina
 - Brzovezna mineralna masa za popunjavanje i zatvaranje šupljina, pora i neravnina

Prednosti:

- Potpuna sanacija betona u svega nekoliko sati
- Višenamjenski brzovezni mort koji se može primjenjivati kao antikorozivna zaštita te kao grubi i fini mort
- Lagana obrada sa velikom izdašnošću
- Razvlači se bez tragova prekida i nanosi iznad glave
- Neravnine se mogu poravnati gletanjem
- Željena debljina nanošenja, velika vlačna čvrstoća
- Odlična prionjivost
- Bez velikih zatezanja i pukotina
- Brzo se veže s vodom i nakon 2 – 3 sata može se premazivati
- Otporan na mraz
- Za upotrebu u unutarnjem i vanjskom području
- Strojno obradiv

Mort s dodatkom polimera

- Koristi se za:
 - Sanaciju oštećenih betonskih površina
 - Sanaciju građevina izloženih većim mehaničkim i fizikalnim opterećenjima ili kemijskoj koroziji
- Sastoji se od:
 - Cementa
 - Kremenog pijeska granulacije do 2 mm
 - Specijalnih kemijskih dodataka, a to su: lateks, mikrosilika, dodatak za ekspanziju, antipjenilac, modificirana metilceluloza, mineralni stabilizator, superplastifikator, hidratizirano vapno, polipropilenska vlakna i mikrovlakna

Svojstva morta:

- mala vodoupojnost
- otporan na koroziju
- čvrstoća na savijanje nakon 7 dana do 7 MPa
- čvrstoća na savijanje nakon 28 dana do 10 MPa
- tlačna čvrstoća nakon 7 dana do 38 MPa
- tlačna čvrstoća nakon 28 dana do 50 MPa



Izvedena sanacija betonske površine s mortom s dodatkom polimera

INJEKTIRANJE

- Jedina metoda stabilizacije terena
- Sastoji se od ubrizgavanja suspenzija, emulzija ili otopina u tlo pod pritiskom, kroz bušotine.



Ručna pumpa za injektiranje



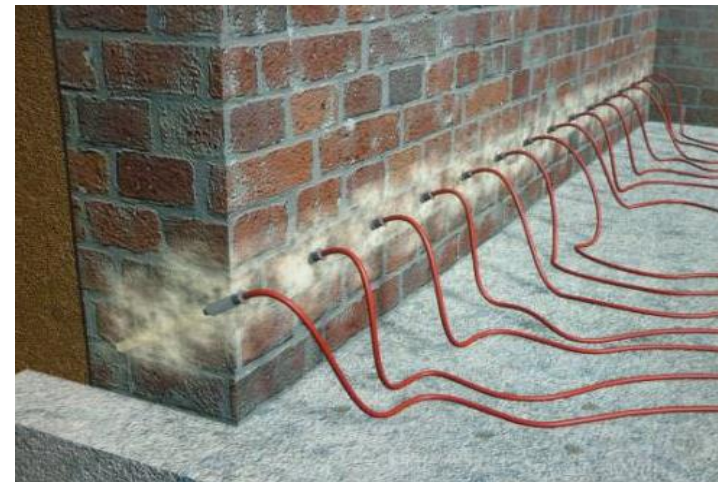
Stroj za injektiranje

Zadaća injektiranja:

- smanjenje vodopropusnosti
- povećanje čvrstoće i smanjenje deformabilnosti temeljnog tla
- pretvaranje diskontinuiranih građevina – izgrađenih od betonskih elemenata u masivne homogene građevine
- fiksiranje armatura i zatega za prednapinjanje
- ispunjavanje kontaktnih fuga između građevine i tla



Ručno injektiranje zidova



Strojno injektiranje zidova

Osnovni faktori koje moramo poznavati prije postavljanja zahtjeva za injekcijske zahvate:

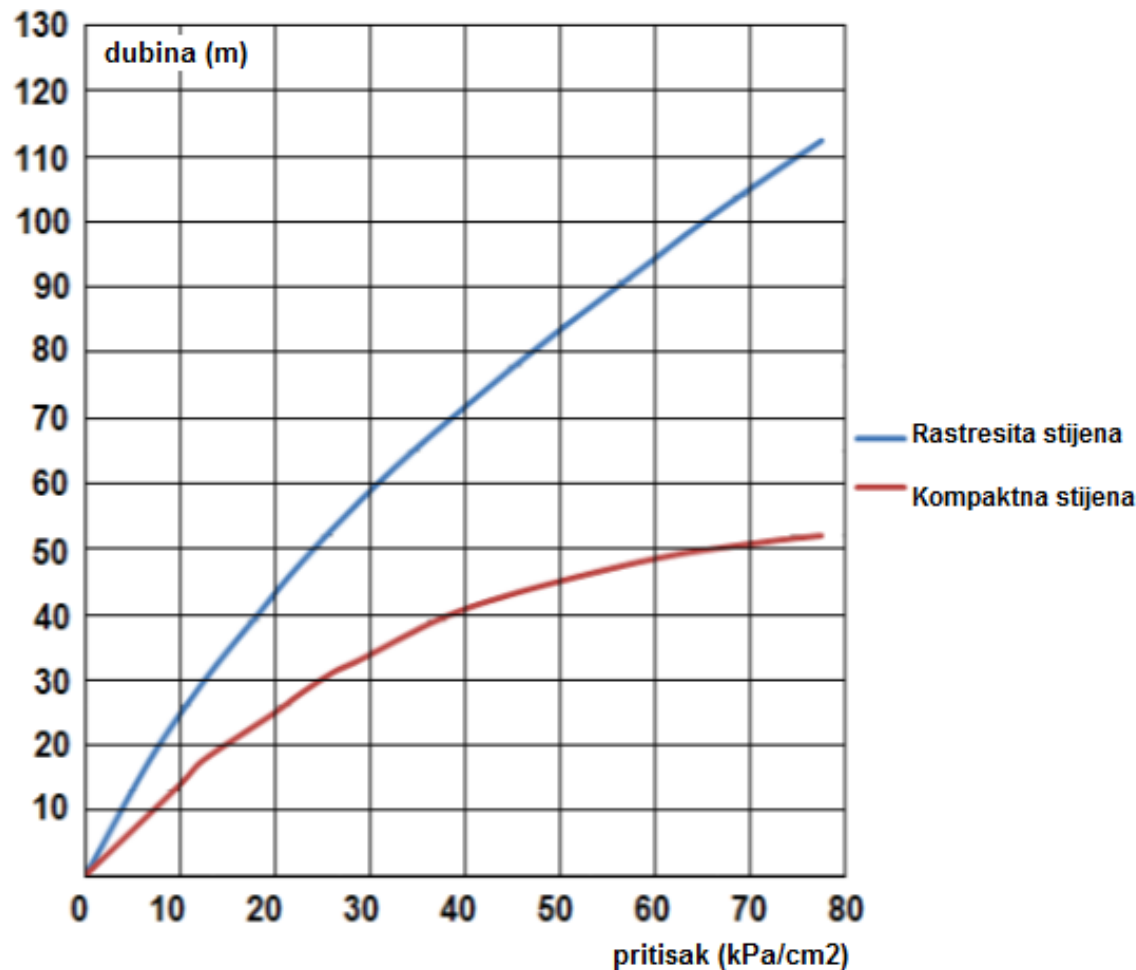
- Geološki faktori - vrsta stijena, uslojenost te tektoniku užeg šireg područja
- Petrografski faktori - sastav i strukturu stijene, kemijske osobine stijene
- Hidrogeološki faktori - karakter nadzemne i podzemne vode, njeno kretanje i kemijski sastav
- Tehnički faktori - tehničke karakteristike objekta
- Faktori injektiranja

Faktori injektiranja:

- Gustoća bušotina - razmak između bušotina u jednom redu i razmak među redovima
- Dubina i nagib bušotina
- Injekcijska smjesa
- Pritisak injektiranja
- Sistem i redosljed injektiranja
- Kontrola uspjeha izvedenog injektiranja

Tlak injektiranja

- Pritisak kod injektiranja ima funkciju:
 - savladati hidrauličke otpore u cjevovodima i tlu
 - povećati neznatnom deformacijom tla propusnost
 - Izazvati kretanje injekcijske smjese u tlu unutar predviđenog radijusa oko injekcijske bušotine
 - da se u tlu iscijedi višak vode iz injekcijske smjese u najsitnije pore i pukotine



Orijentacijski pritisak injektiranja za različite dubine

- Mjeri se se manometrom.
- Ako pritisak postepeno raste, sastavni dijelovi u injekcijskoj smjesi normalno se talože u pokotinama te se voda postepeno odvaja.

Kriterij završetka injektiranja

- Mjerila prema kojima se utvrđuje da je injektiranje jedne etaže u bušotini završeno.
- Trajanje injektiranja:
 - kod cementnih suspenzija vremenom početka vezivanja injekcijske smjese (2 do 4 sata)
 - kod kemijskih injekcija početkom koagulacije

Kontrola uspjeha injektiranja

- Utvrđuje se:
 - bušenjem kontrolnih bušotina radi uvida u rasprostiranje injekcijske smjese i zapunjavanja postojećih šupljina u terenu
 - ispitivanjem vodopropusnosti u kontrolnim ili ponovno izbušenim bušotinama laboratorijskim pregledom izvađene jezgre iz kontrolnih bušotina
 - mjerenjem podzemnog vodostaja u bušotinama nizvodno od izvedene injekcijske zavjese
 - ispitivanjem modula elastičnosti prije i poslije izvršenog injektiranja
 - izradom potkopa u područje injekcijske zavjese

Osnovne karakteristike injekcijskih smjesa

- Viskozitet - svojstvo tekućina da stvaraju neki otpor protiv međusobnog pomicanja
- Čvrstoća – mehaničke karakteristike
- Sedimentacijski volumen - iz suspenzije koja se ubrizgava u tlo talože se najprije krupne, a zatim sve sitnije čestice, dok na kraju na površini ne ostane bistra voda
- Otpornost na eroziju – otpornost na mehaničko i kemijsko djelovanje

Vrste injekcijskih smjesa

- Suspenzije, emulzije i otopine

Suspenzije

- Mješavina čestica nekog materijala i tekućine
- S obzirom na vrstu stabilizatora:
 - Suspenzije cementa
 - Suspenzije cementa i pijeska
 - Suspenzije cementa i bentonita
 - Suspenzije cementa i gline
 - Suspenzije cementa, bentonita i pijeska
 - Suspenzije cementa, gline i pljeska

Emulzije

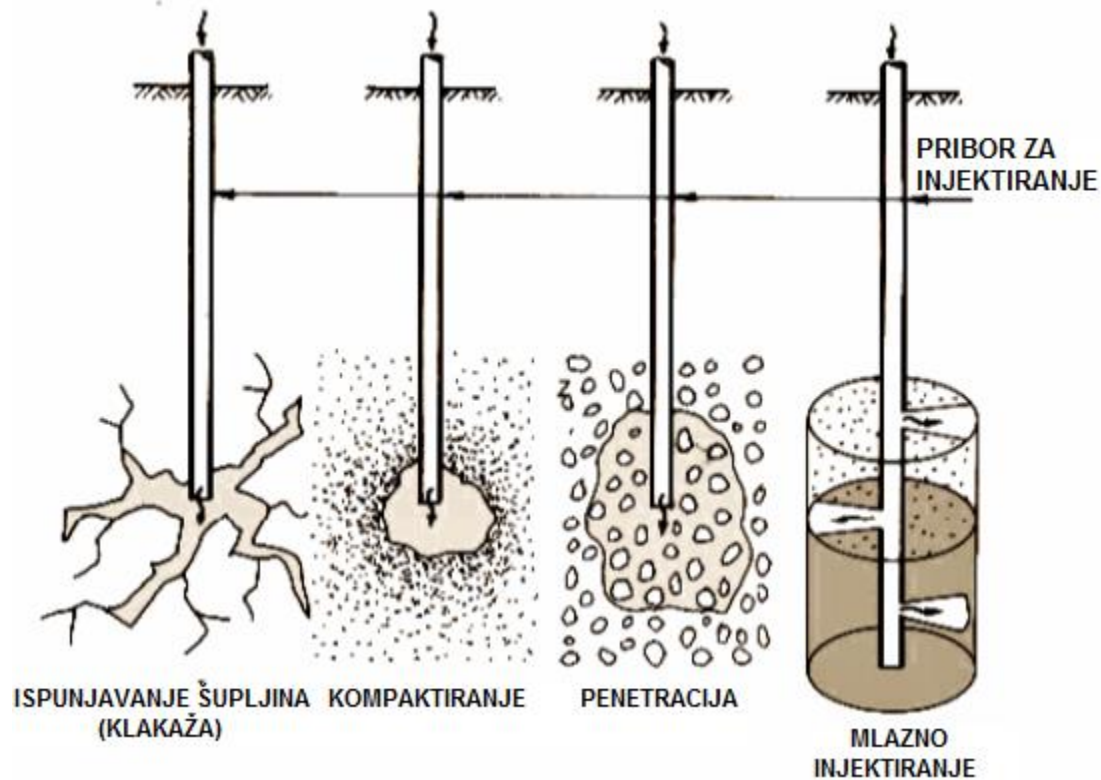
- Mješavina dviju tekućina
- Vrste emulzija:
 - bitumen
 - gumeni lateks u vodi
 - crnogorične smole u alkalijama

Otopine

- mješavine dviju tekućina ili soli, jedna se potpuno otapa u drugoj
- Vrste otopina:
 - sistem s trenutnom koagulacijom
 - sistem s tempiranom koagulacijom
 - soli Sb, As, Bi, Su, Fe
 - silicijev ili titanov klorid u organskom otapalu

Vrste injektiranja

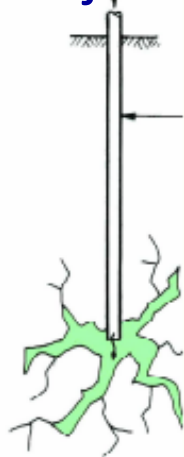
- Klakaža, kompaktiranje, penetracija i mlazno injektiranje



Shematski prikaz vrsta injektiranja

Klakaža

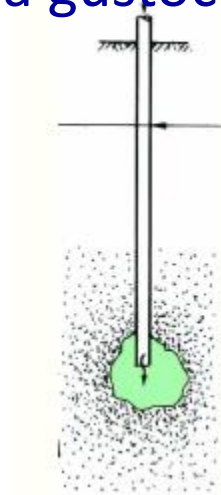
- Injekcijska smjesa utiskuje se u tlo pod visokim tlakom što uzrokuje hidraulički lom tla. Nastalu pukotinu ispunjava injekcijska smjesa, a okolno tlo se zbija.



Klakaža

Kompaktiranje

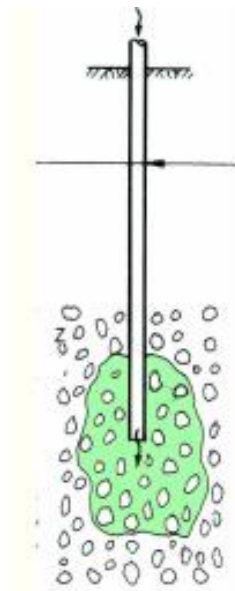
- Injekcijske smjese utiskuju se u stišljivo tlo, djeluje poput radijalne hidrauličke preše pa dolazi do pomaka čestica tla i povećanja gustoće okolnog tla.



Kompaktiranje

Penetracija

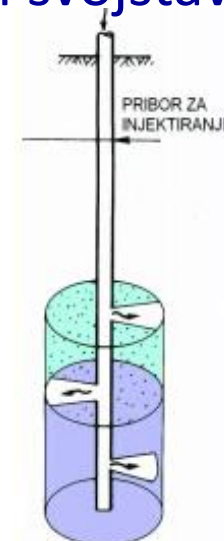
- Injekcijska smjesa utiskuje se u tlo pod niskim tlakom, tako da ne dolazi do promjene obujma i strukture tla.



Penetracija

Mlazno injektiranje

- Razbijanjem strukture tla čestice se miješaju (in-situ) s vezivnim sredstvom pa nastaje homogenizirana masa poboljšanih svojstava.



Mlazno injektiranje

- Izbor sanacijskog morta je ključan za uspješno izvođenje radova.
- Originalni i sanacijski mort moraju imati veliku kompaktibilnost.
- Pravilna i dobro planirana sanacija s kvalitetnim proizvodima štedi novac.
- Treba planirati sezonski rad sa mortom kako bi izbjegli njegov neuspjeh.
- Rješenja za sanaciju kao i mort moraju biti racionalna, efikasna, ponekad i inovativna te isto tako prihvatljiva i s ekološkog stajališta.