

Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet
Diplomski sveučilišni studij Smjer: **GEOTEHNIKA**

Nasute i potporne građevine 14

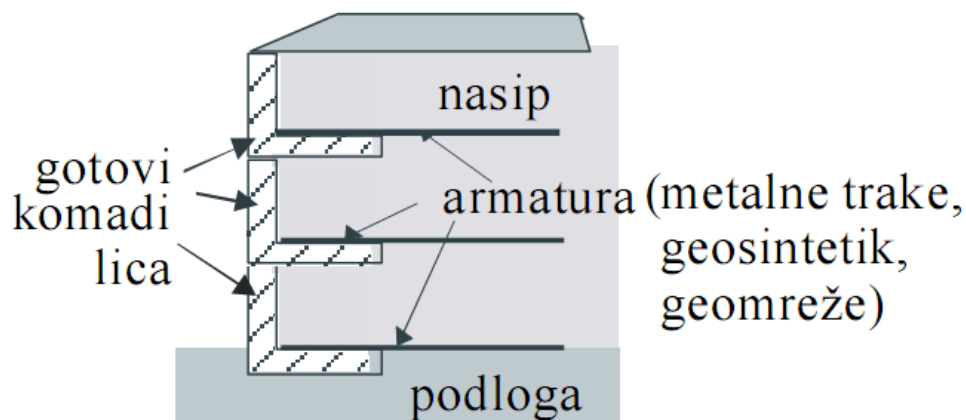
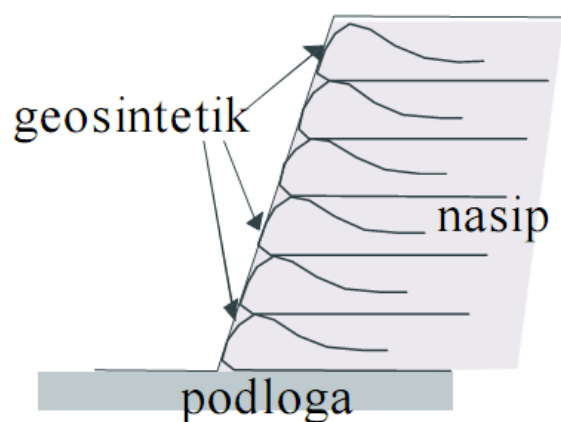
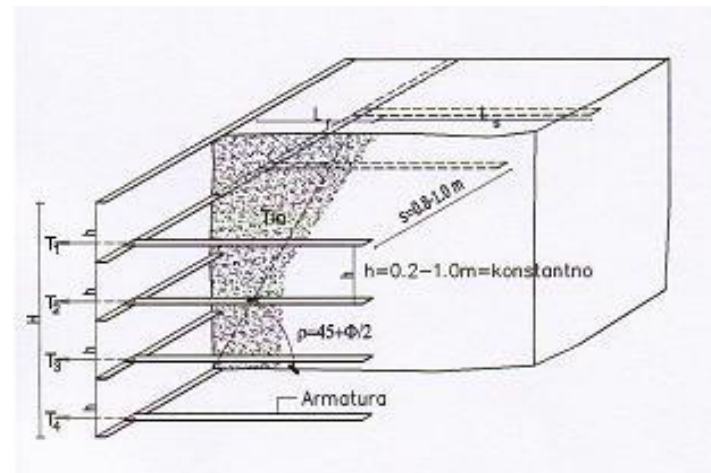
Prof. dr. sc. Tomislav Ivšić
Građevinski fakultet Zagreb

ARMIRANE ZEMLJANE KONSTRUKCIJE

- relativno novi tip zemljanih konstrukcija, kojeg čini tlo (zasip ili prirodno tlo) pojačano gusto raspoređenim vlačnim elementima (“armatura”)
- Osnovna podjela:
 1. izvedene od nasipnog (obično nekoherentnog) materijala – armirano tlo, arm. zemlja, terre armee – Francuska 60-70 tih godina XX stoljeća
 2. izvedene u prirodnom tlu – iskopi pojačani gusto raspoređenim krutim sidrima – čavlane tlo, soil nailing

ARMIRANE ZEMLJANE KONSTRUKCIJE

- ove konstrukcije zasnivaju svoju stabilnost prvenstveno na međudjelovanju armature i okolnog tla
- Lice (fasada) prvenstveno služi sprečavanju lokalne erozije i estetskim razlozima; nema bitnog doprinosa potpori cijele konstrukcije



ARMIRANE ZEMLJANE KONSTRUKCIJE

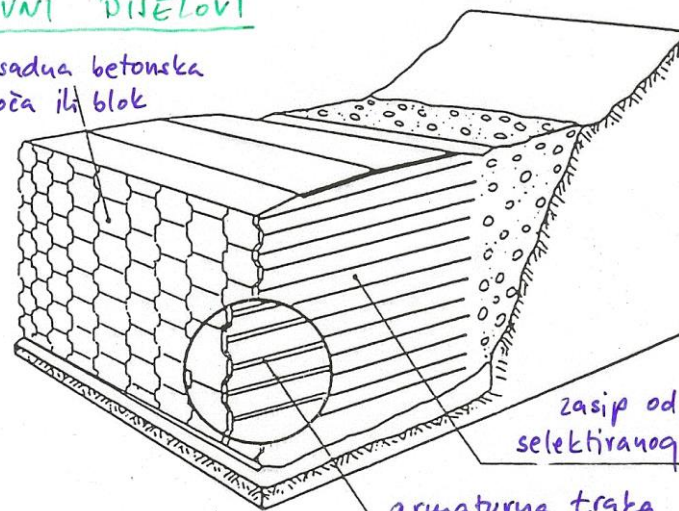
- naizmjenični slojevi zbijenog materijala tla (najčešće nekoherentnog) i vlačnih elemenata – armature
- debljina slojeva i armature ovisi o tipu ispune (tla), te veličini i geometriji konstrukcije

ARMATURA:

- metalne trake (galvanizirani čelik ili aluminij širine 40-60mm (rebrasti)/ 60-80mm(glatki) debljine 2-3mm
- polimeri (geosintetici) – ravninski elementi (geotekstili, geomreže-jednoosne ili dvoosne)
- mreža od pocinčanog čelika s fasadom od kamena - gabioni

OSNOVNI DIJELOVI

fasadna betonska
ploča ili blok

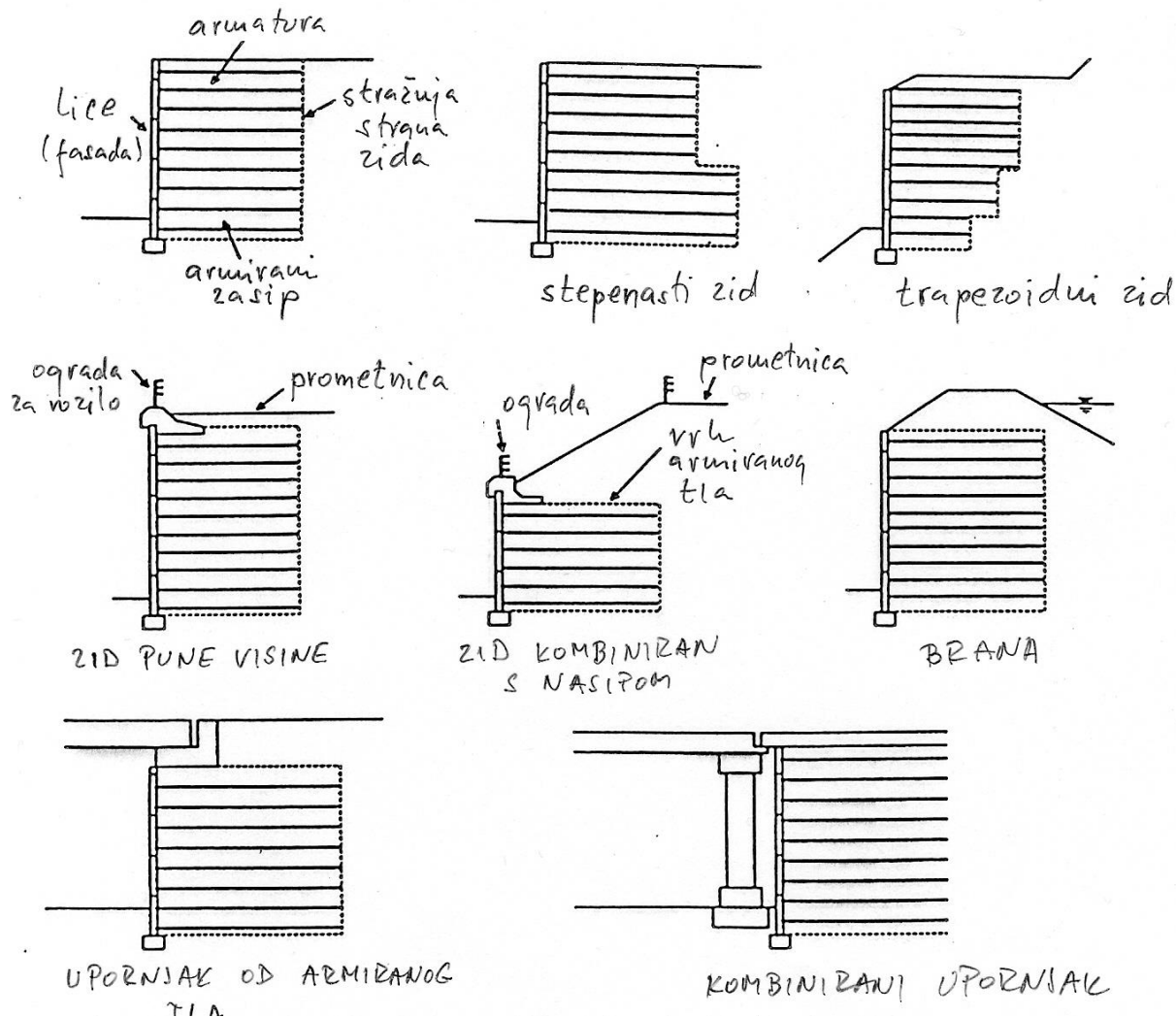


zasip od zbijenog
selektiranog (nekoherentnog) tla

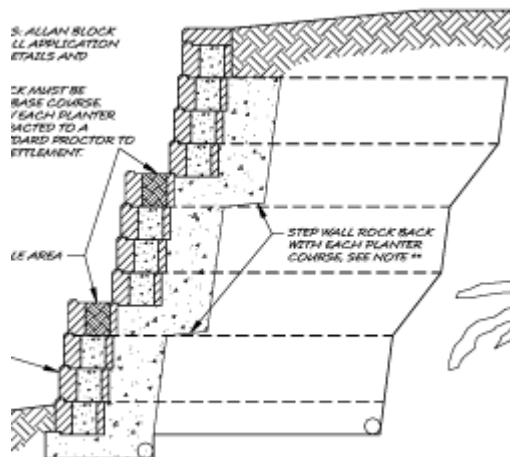
armaturna traka
(ili mreže)

ARMIRANE ZEMLJANE KONSTRUKCIJE

Primjeri primjene

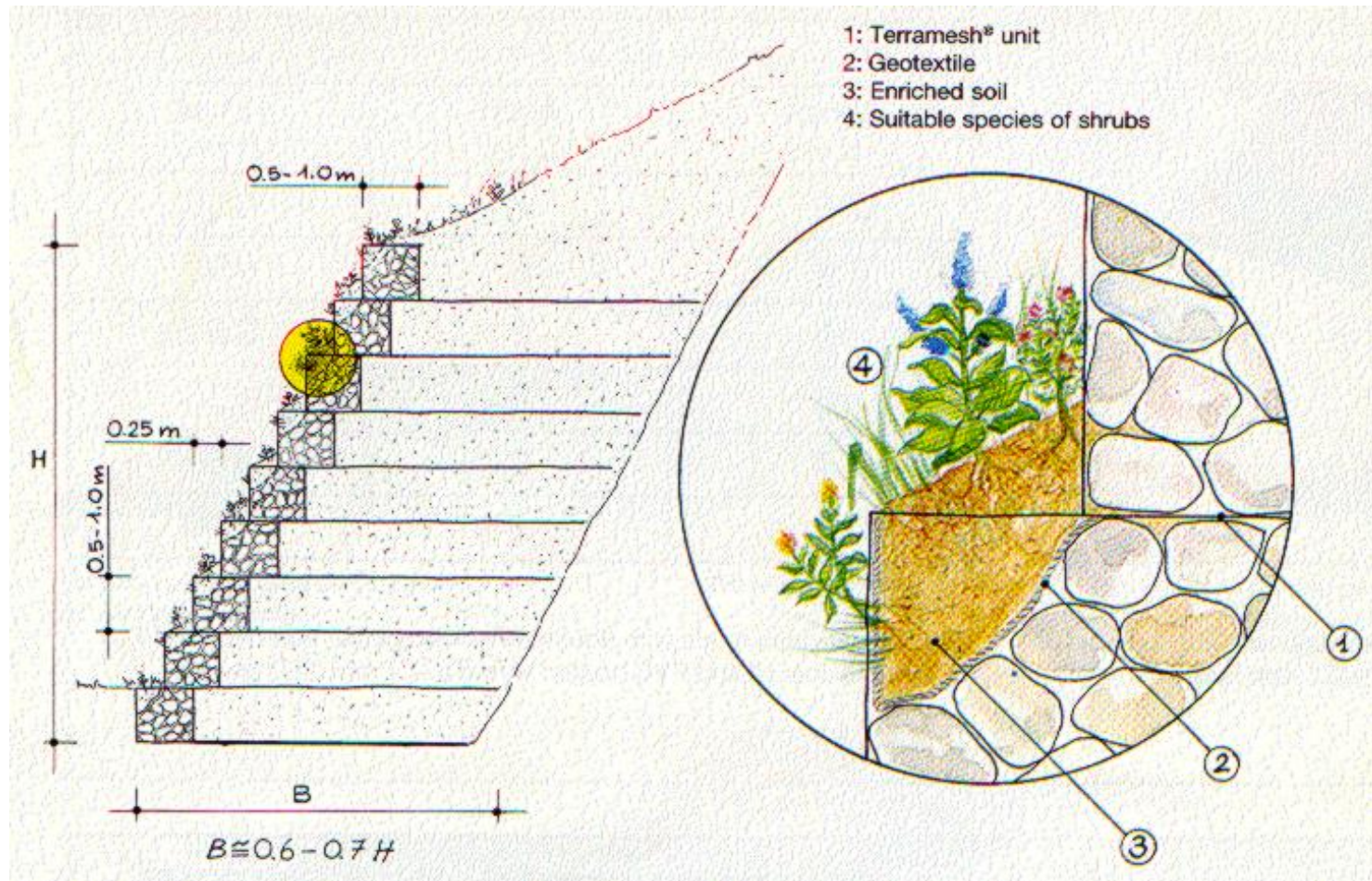


ARMIRANE ZEMLJANE KONSTRUKCIJE



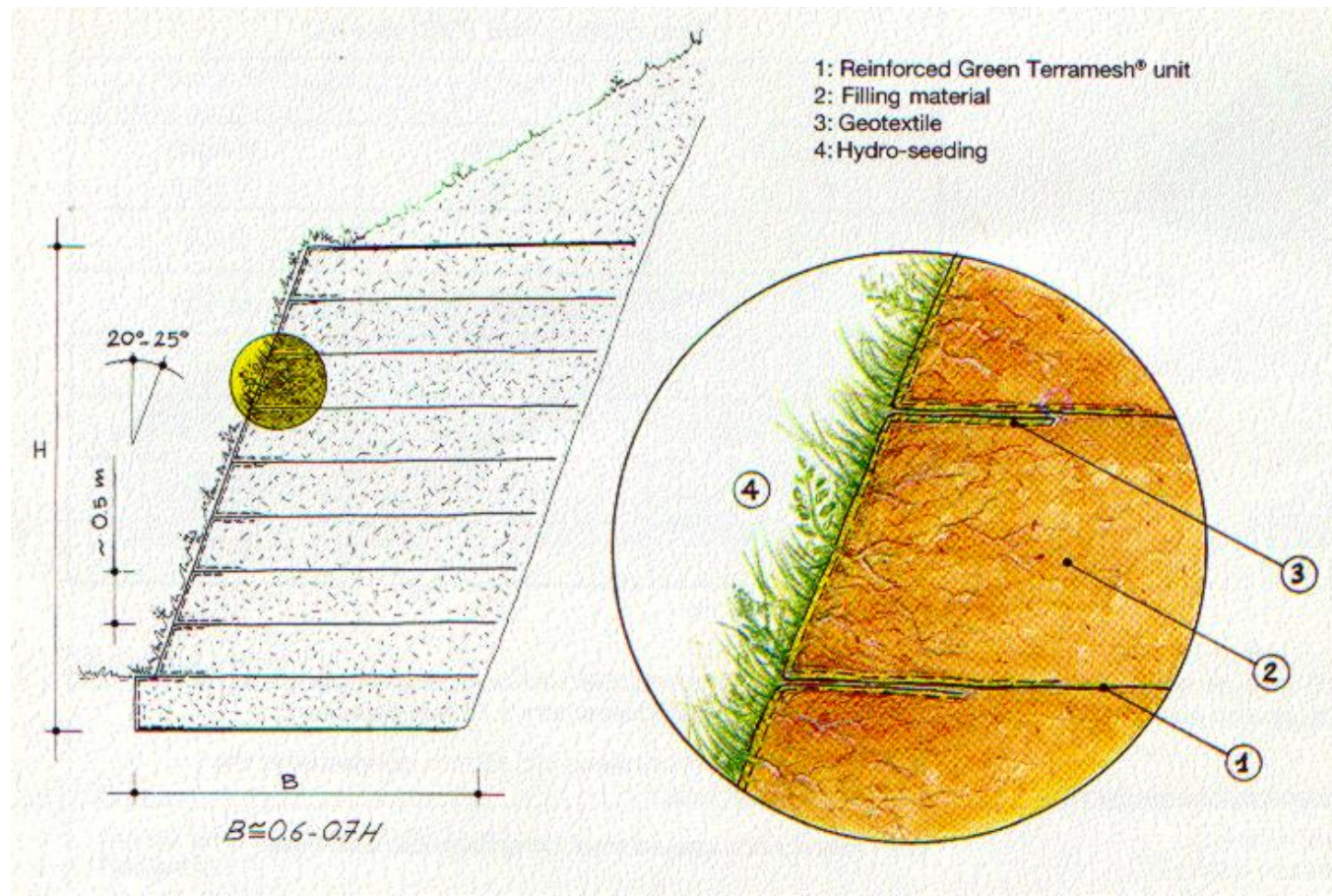
ARMIRANE ZEMLJANE KONSTRUKCIJE

Sistem Terramesh

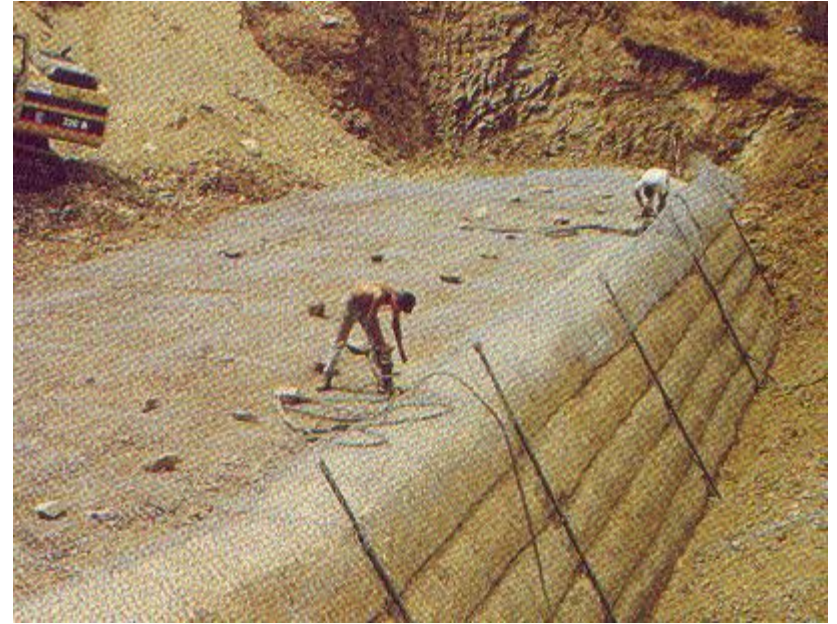


ARMIRANE ZEMLJANE KONSTRUKCIJE

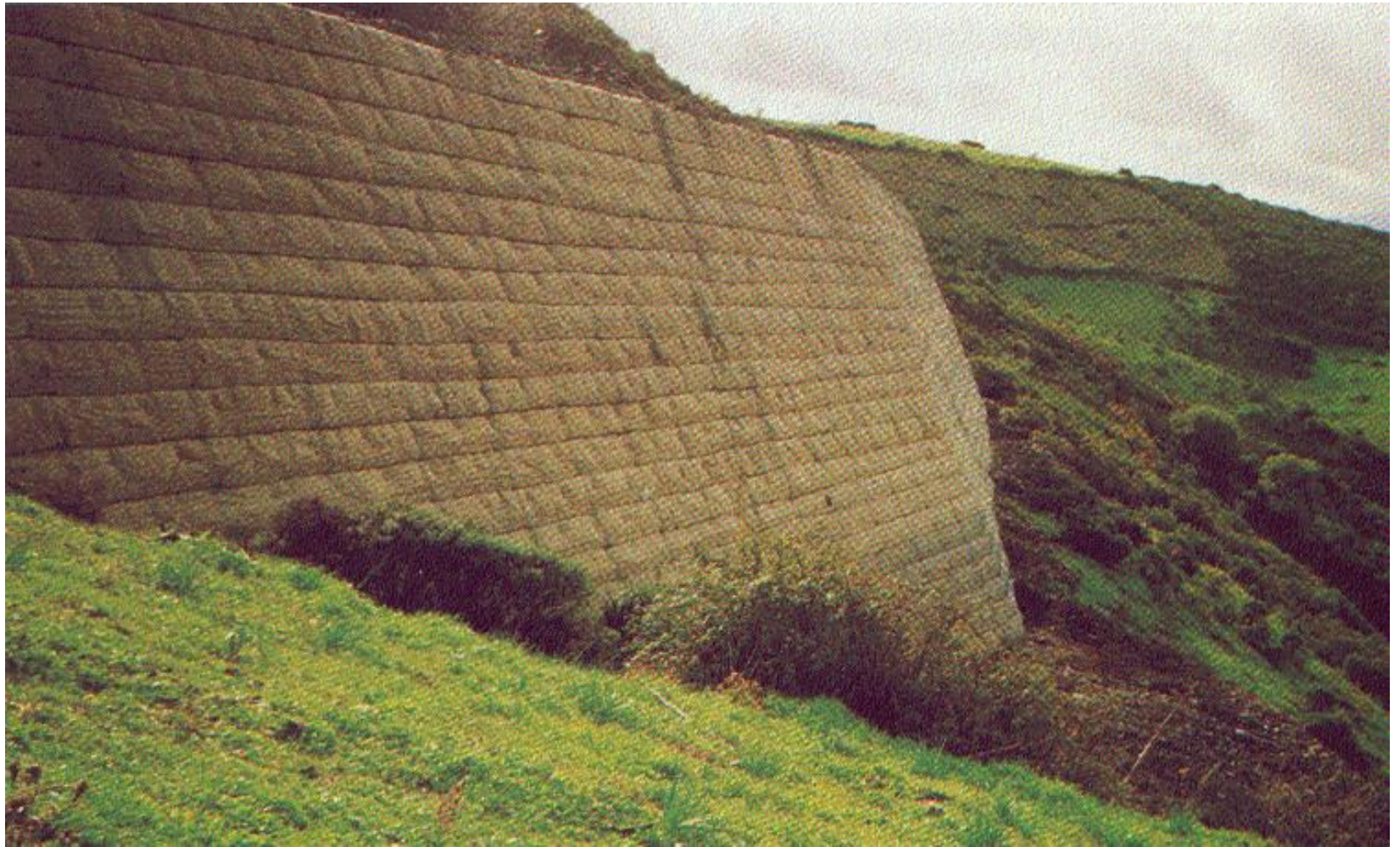
Sistem Terramesh



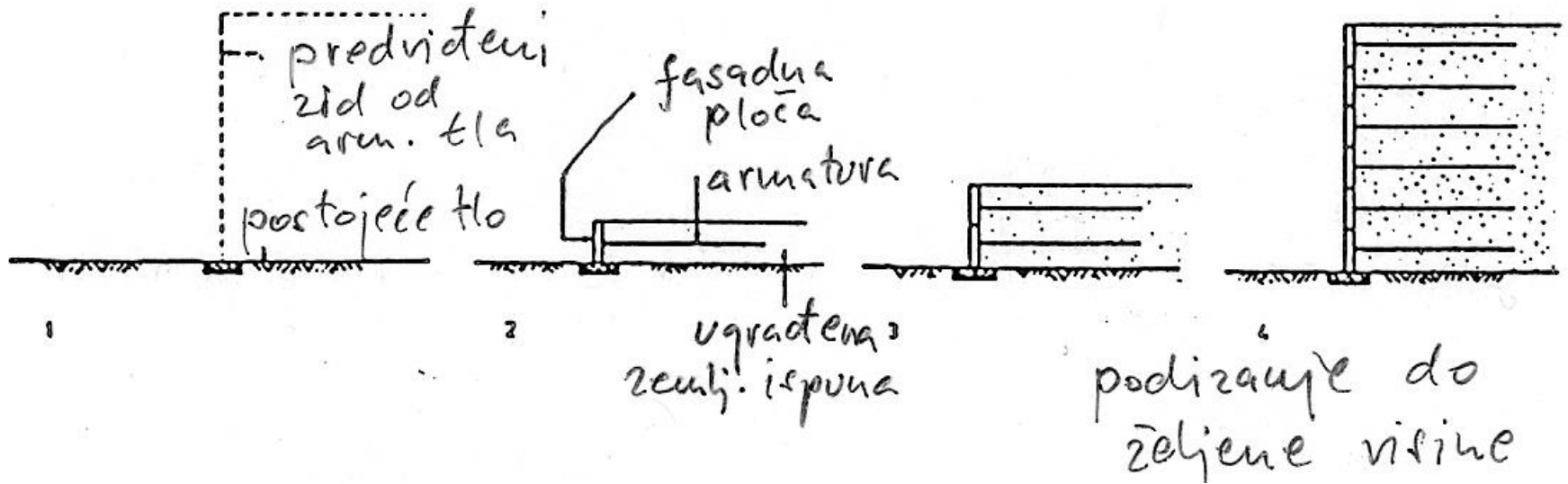
Sistem Terramesh - izvedba



Sistem Terramesh - izvedba

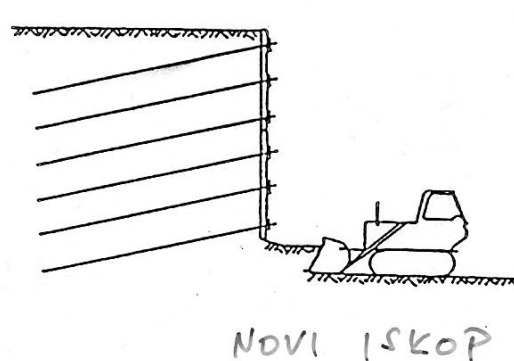
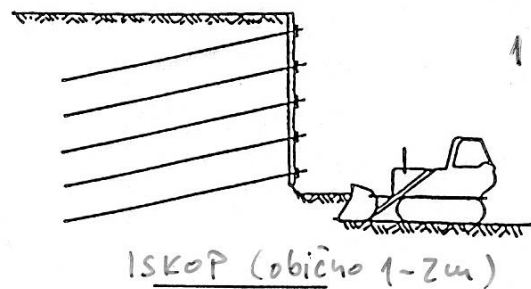


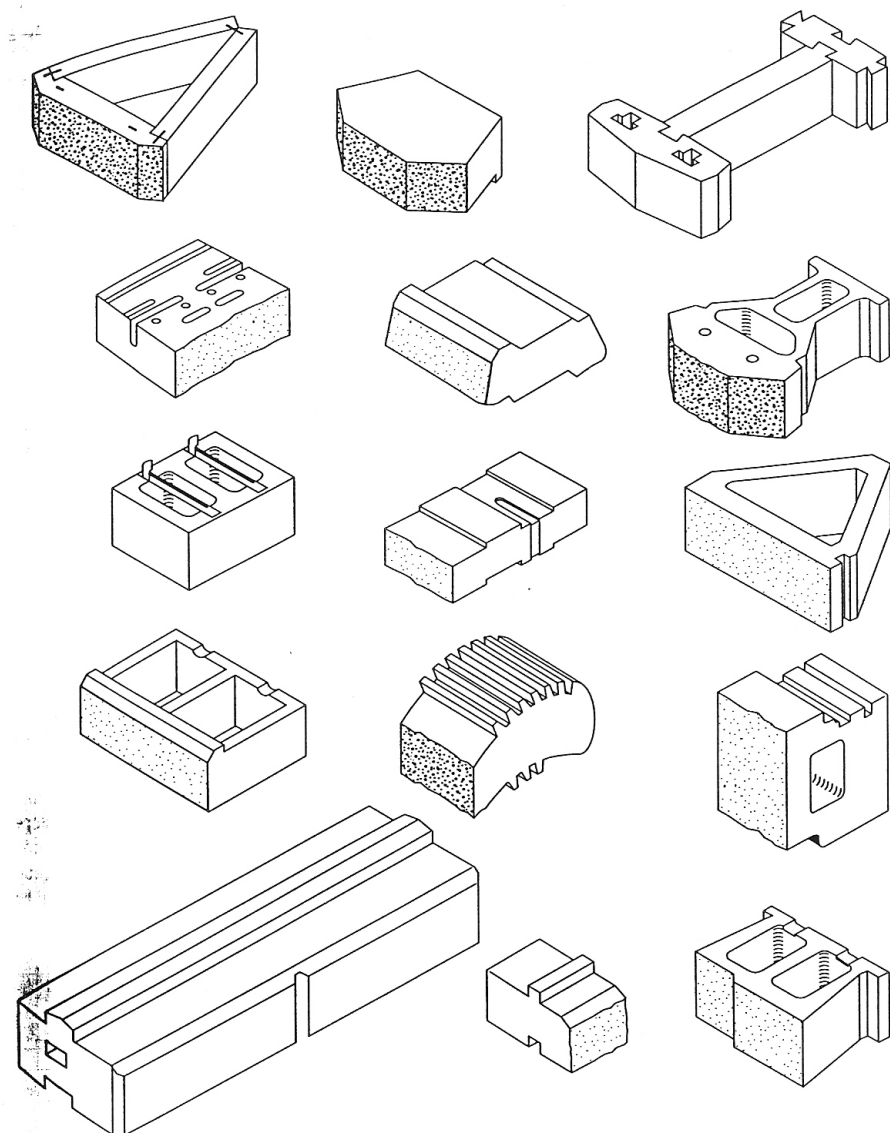
Redoslijed izvedbe – armirani nasip



Redoslijed izvedbe - čavlane tlo

- gradnja “odozgo”, koristi se prvenstveno za iskope sa strmim stranicama
- “čavli” - kruti čelični elementi (bušeni, zabijeni, upucani), probleme korozije



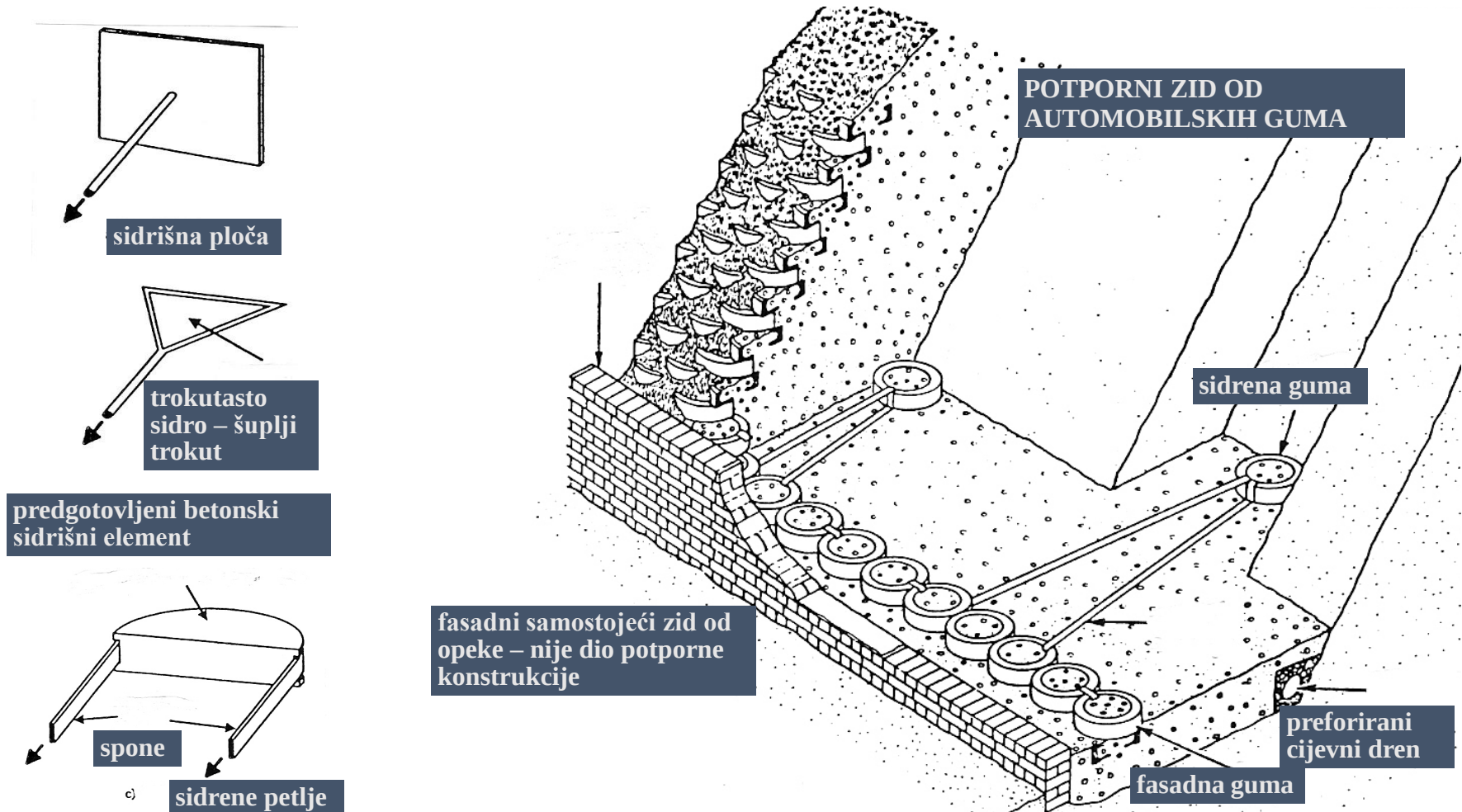


ARMIRANO TLO

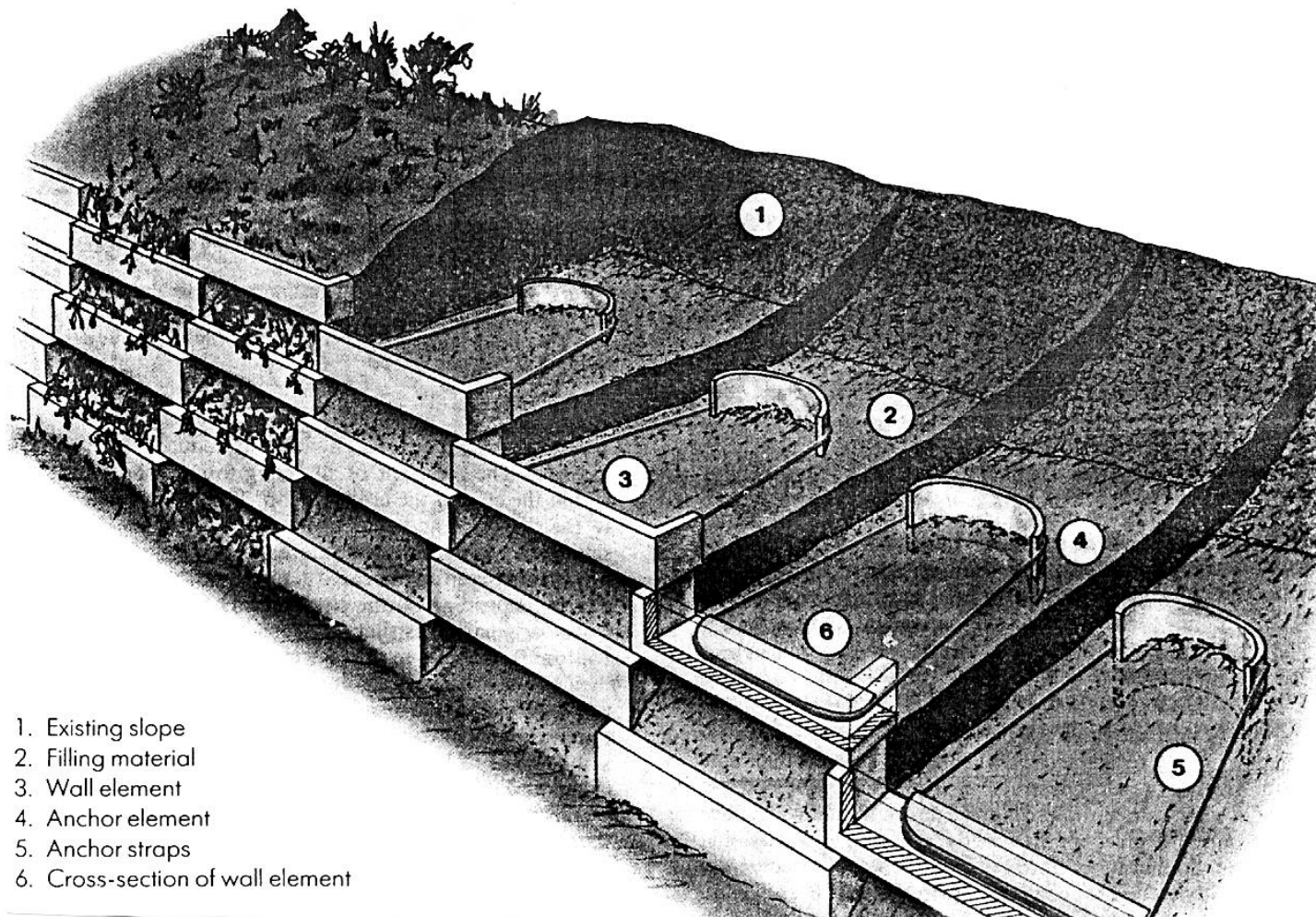
Tipovi predgotovljenih
blokova za pričvrščenje
armature na fasadnoj strani
zida

Sidrene nasipane konstrukcije

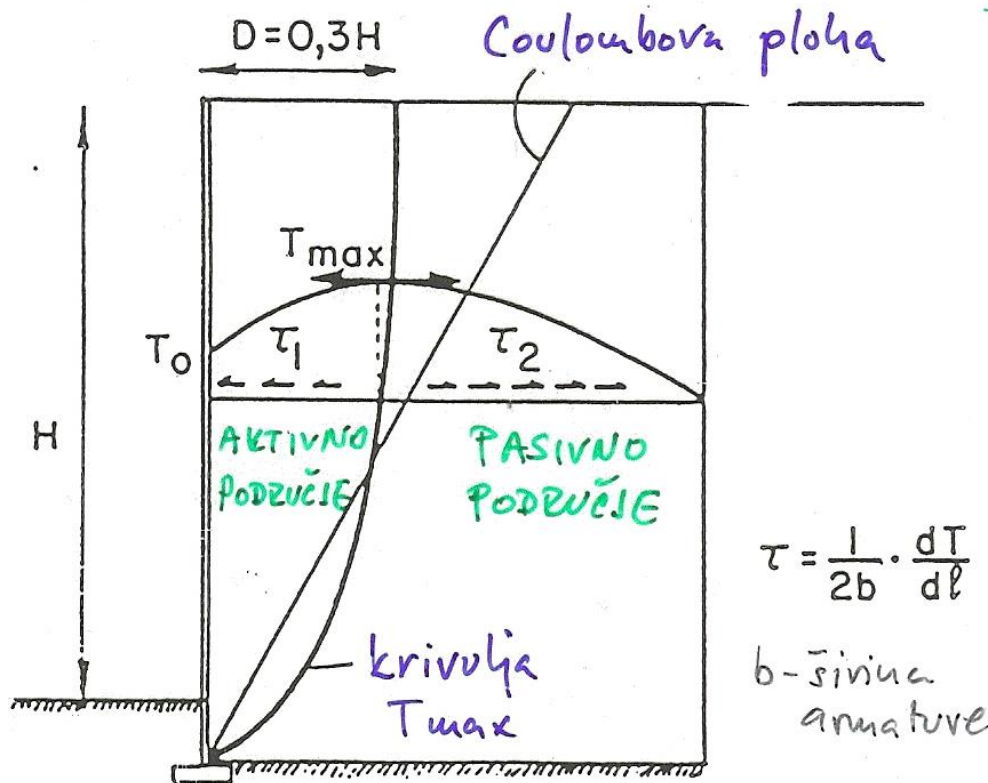
- fasade imaju mjestimične sidrene blokove ili sidrišta umjesto gusto raspoređene armature



Sidrene nasipane konstrukcije



Način djelovanja armiranog tla



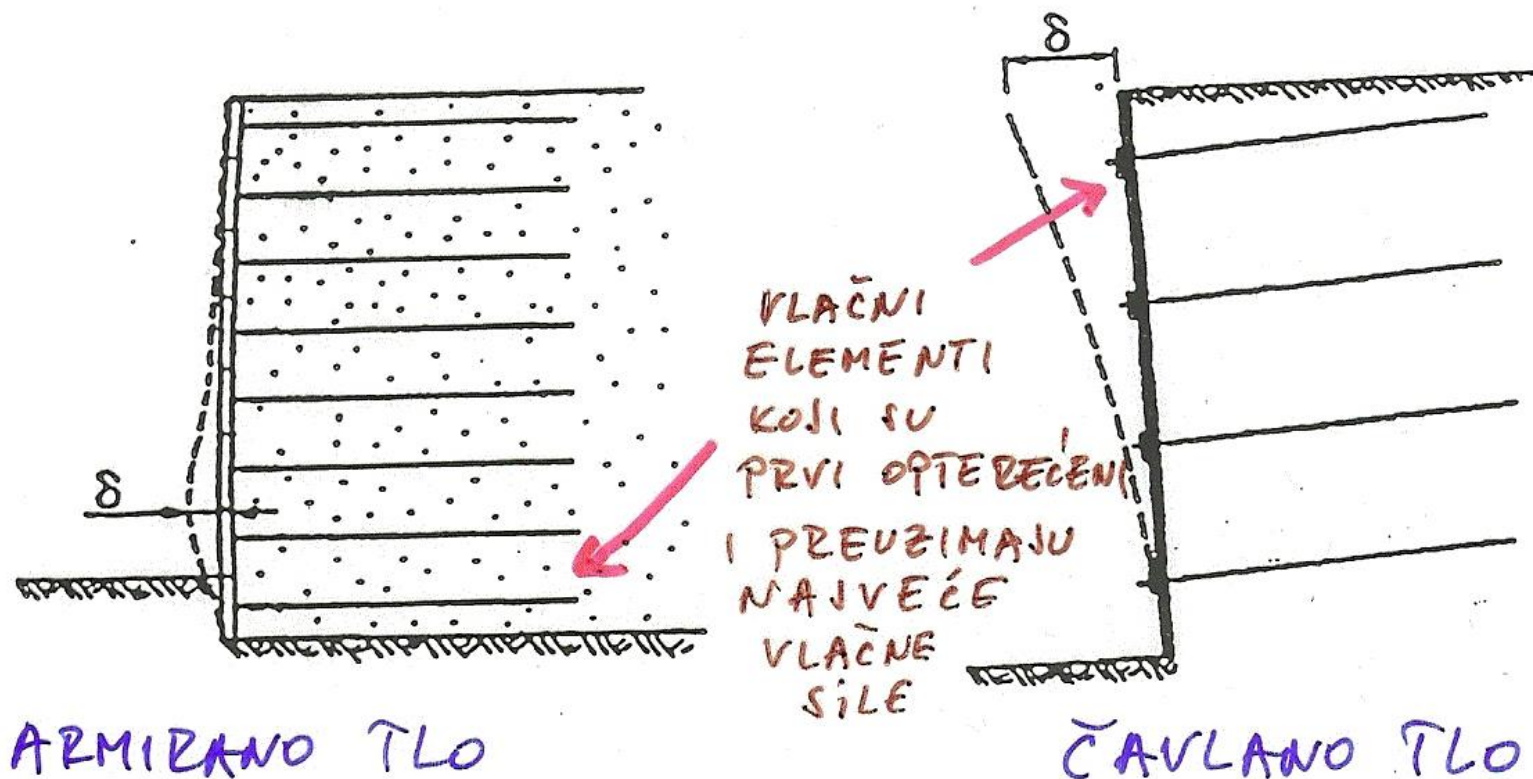
$$\tau = \frac{1}{2b} \cdot \frac{dT}{d\ell}$$

b – širina armature

- s porastom visine zida raste težina nadsloja i razvijaju se posmična naprezanja. S porastom visine raste i tendencija za pomacima zida prema vanjskoj strani
- vanjskim pomacima odupire se armatura u kojoj se javlja vlačno naprezanje – od trenja
- s porastom težine rastu normalna naprezanja na armaturu, pa i trenje (čvrstoća kontakta)
- aktivna zona: tlo se pomiče prema van i "vuče" armaturu
- pasivna zona: posmična naprezanja uzduž kontakta djeluje prema unutra kao "reakcija" – princip sidra

Oblik deformacije armiranih zemljanih konstrukcija

- ovisi o redoslijedu izvedbe

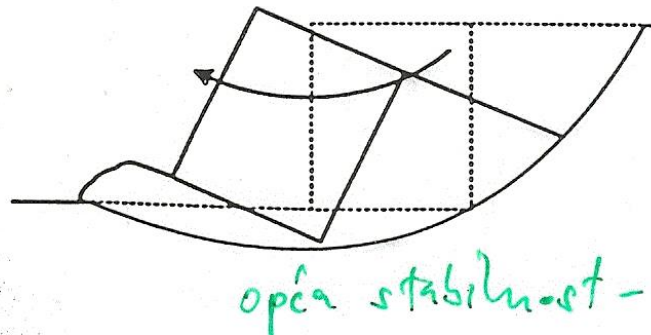
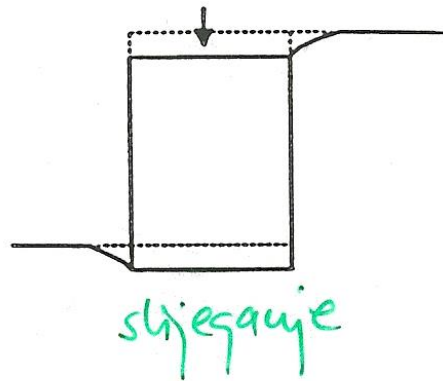
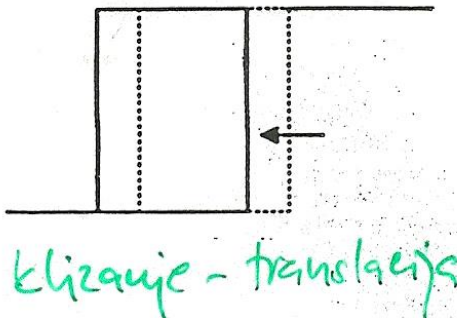
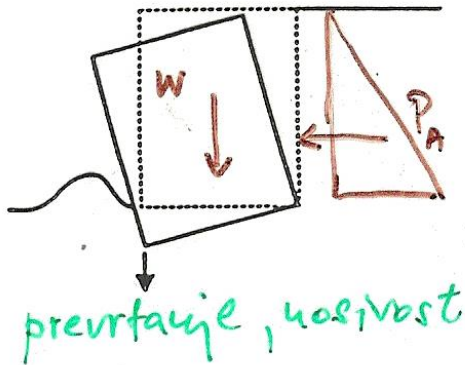


Provjere stabilnosti armiranog tla

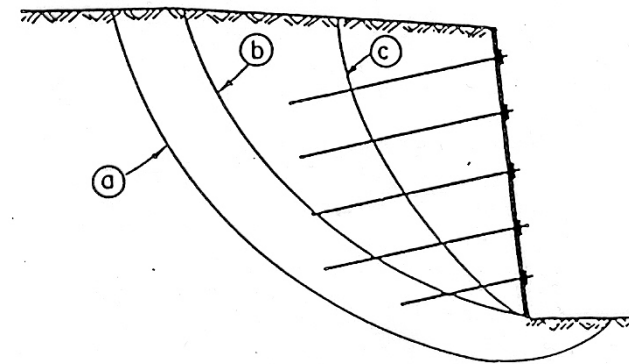
- uvodi se niz pojednostavnjujućih pretpostavki ili iskustvenih preporuka npr. širina zida $\sim 0.8H$, zadovoljenje Rankineovih pretpostavki, linearna raspodjela pritiska po dubini...
- Provjera obuhvaća:
 - a) VANJSKU STABILNOST (zid od armiranog tla je jedna cjelina koja se ponaša kao kruti gravitacijski zid
 - b) UNUTRAŠNJU STABILNOST – provjere armature (dužina, provjera presjeka na vlačni slom- prekid, potrebna duljina sidrenja u stabilni dio zasipa-čupanje);
 - razmatra se stabilnost blokova raznih veličina i oblika; provjera se obavlja i za faze izvedbe, jer su često kritična međustanja

Provjere stabilnosti armiranog tla

Vanjska stabilnost



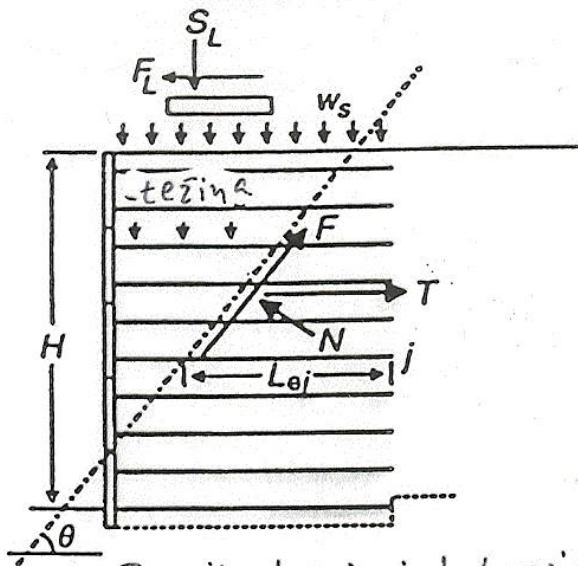
Provjere kliznih
ploha izvan i unutar
armirane zemljane
mase



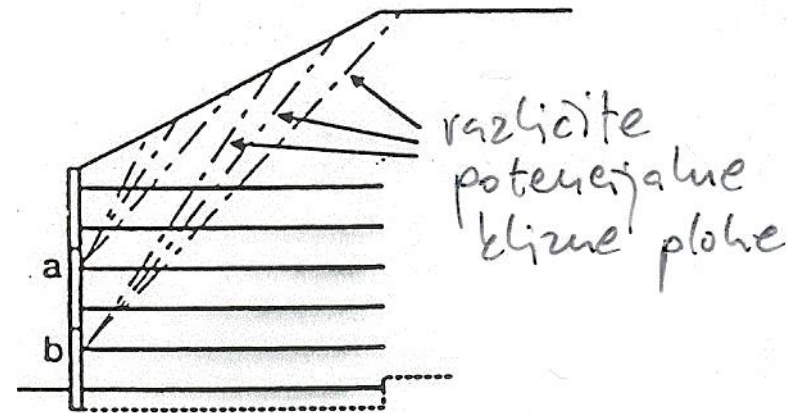
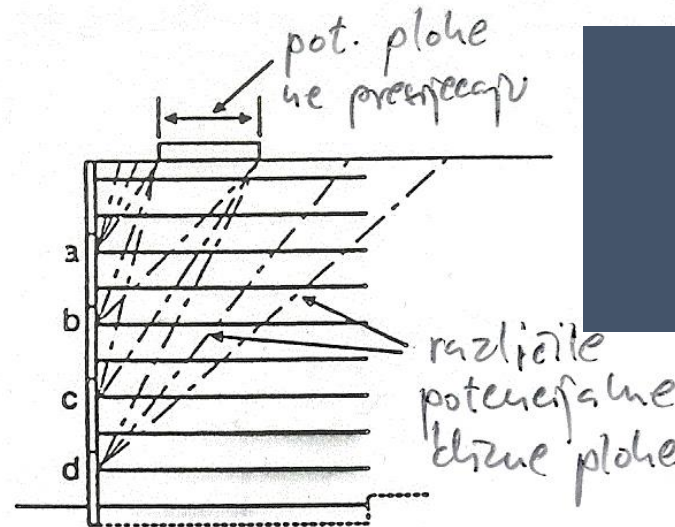
Provjere stabilnosti armiranog tla

Unutrašnja stabilnost

a) metoda usidrenog bloka



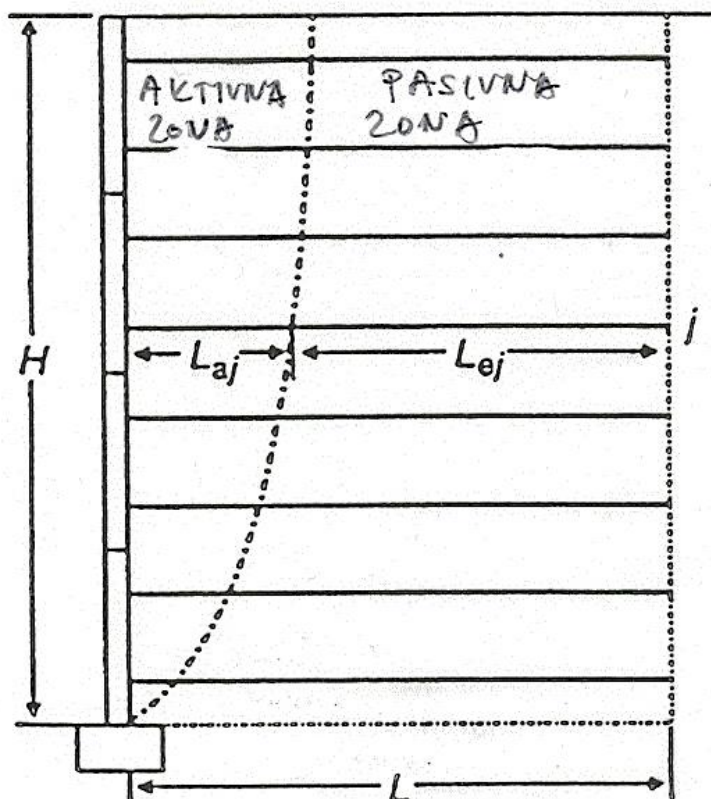
F - sile trenja i kohezije
 T - ukupna vlačna sila koju preuzima armatura
 N - normalna komp. reakcija



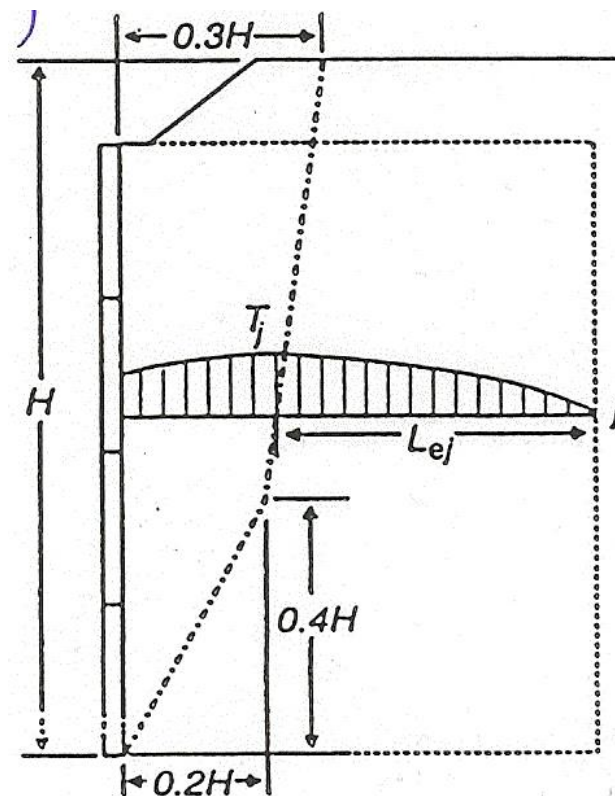
Provjere stabilnosti armiranog tla

Unutrašnja stabilnost

b) empirijska metoda (coherent gravity)

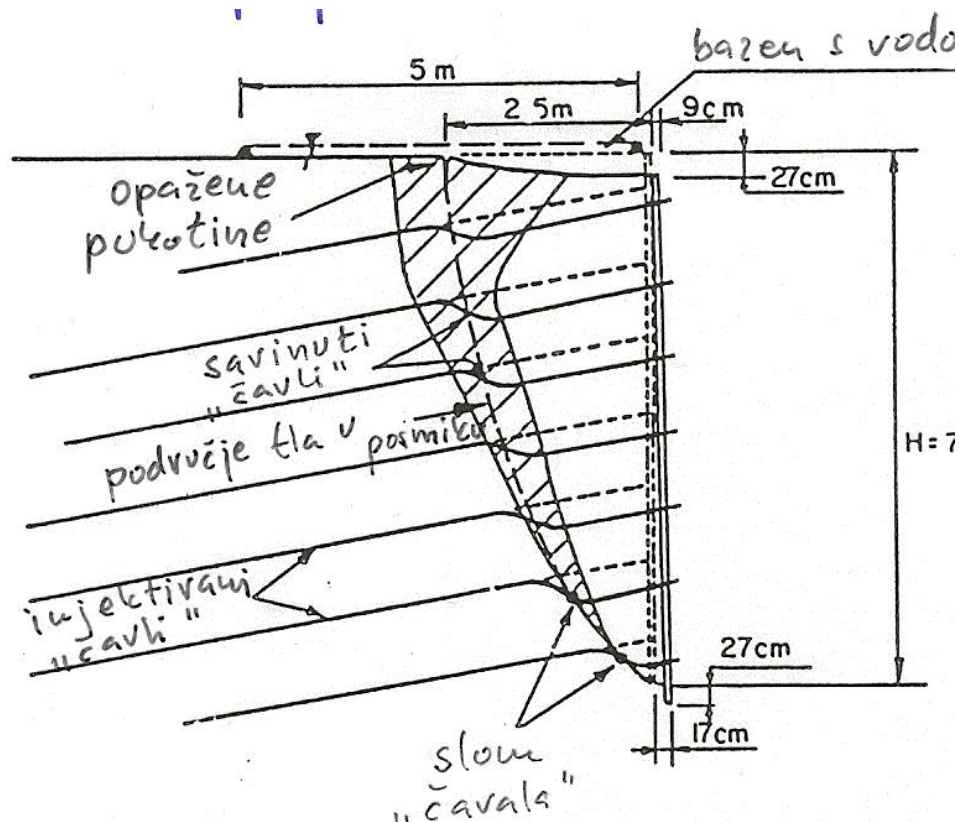


- pretpostavljena krivulja $T_{\max}$ - eksperimentalno
- aproksimacija krivulje ravnim linijama



ČAVLANO TLO - POKUSI

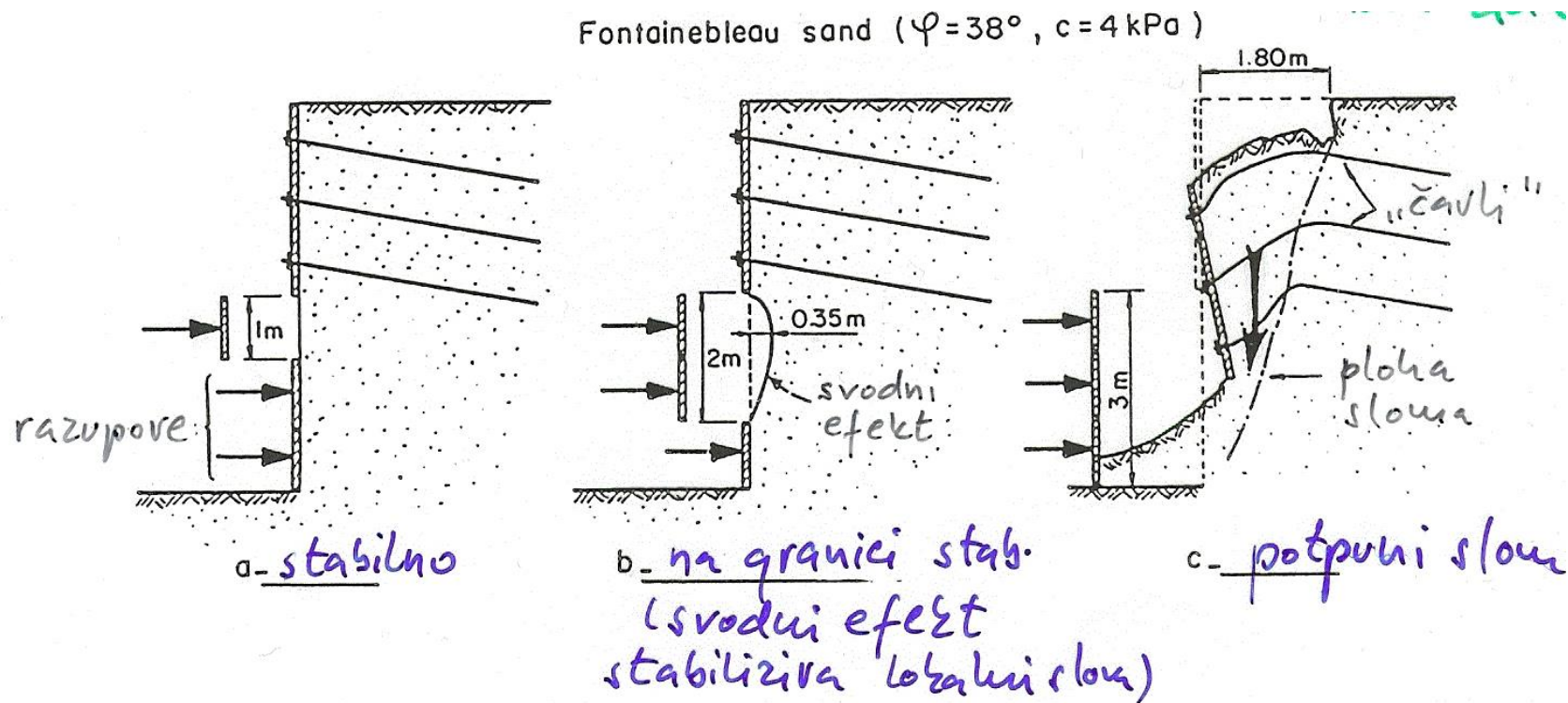
- pokusi u pravom mjerilu (1986 – 1990)
- francuski projekt Clouterre → preporuke za projektiranje
- instrumentirani zidovi od čavlanog tla dovedeni do sloma



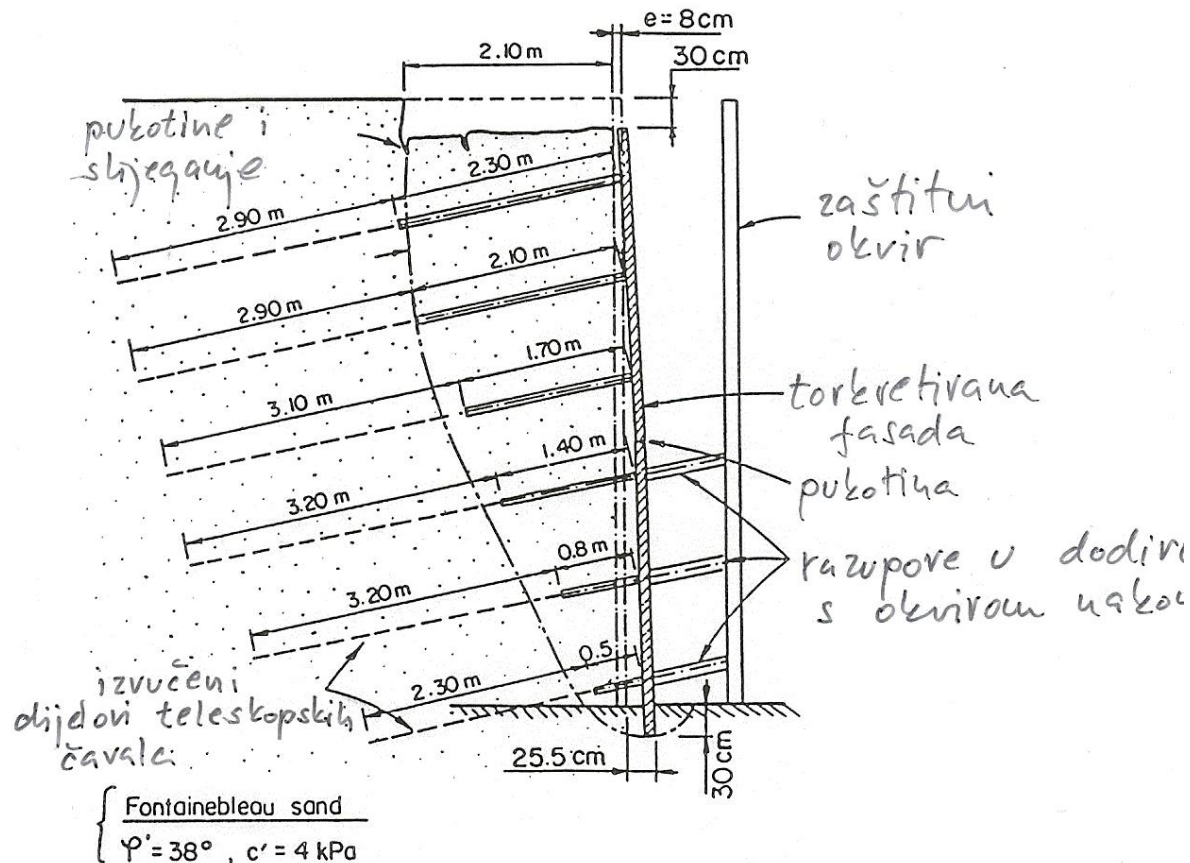
1. pokus – slom
vlačnih elemenata
saturacijom tla
odozgo → redukcija
prividne kohezije i
povećanje ukupne
težine

ČAVLANO TLO - POKUSI

- 2. pokus – slom povećanjem nepoduprtog iskopa
 - do 1m stabilno, do 2m lokalni slom,
 - iskop 3m – lokalni slom napreduje do vrha



ČAVLANO TLO - POKUSI



- 3. pokus – slom prekratkim sidrima
 - tijekom pokusa postepeno je reducirana duljina sidara do pojave velikih slijeganja i pukotina