

MIROLJUB SAMARDAKOVIĆ, dipl. inž. gradj.,
 Građevinski fakultet u Nišu

Samardaković, M. (1985): Kriterijumi za ocenu kvaliteta i zbijenosti materijala u donjem stroju i donjem nosećem (tamponskom) sloju kolovozne konstrukcije i pogodna sredstva za njihovo zbijanje, *Zbornik radova*, predavanje na *Seminaru za inovaciju znanja iz oblasti projektovanja i građenja puteva*, Građevinski fakultet u Nišu i Društvo za puteve SR Srbije, Niš, str. 73-105

KRITERIJUMI ZA OCENU KVALITETA I ZBIJENOSTI
MATERIJALA U DONJEM STROJU I DONJEM NOSEĆEM
(TAMPONSKOM) SLOJU KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE I
POGODNA SREDSTVA ZA NJIHOVO ZBIJANJE

Posle ukazivanja na potrebu obezbedjenja što veće homogenosti sloja, na mogućnosti odredjivanja neophodne debljine sloja za ostvarivanje njegove zahtevane zbijenosti-nosivosti, kao i na neke od korelacija pokazatelja zbijenosti, u radu se daju kvantitativni kriterijumi za ocenu kvaliteta i zbijenosti materijala u donjem stroju i "tamponskom" sloju, sa osvrtom na poboljšanje posteljice i zaštitu od zamuljivanja. U najvećem delu, kriterijumi sadrže zahteve odgovarajućih jugoslovenskih standarda i odgovarajuće regulative. Pogledi i merila u radu daju se na osnovu navedene domaće i strane literature, kao i obimne prakse Odeljenja za geotehniku Instituta građevinskog fakulteta u Nišu i autora u ovoj oblasti. Prikazuje se sažeto uputstvo za izbo r pogodnog sredstva za zbijanje u zavisnosti od vrste tla i gradilišnih uslova.

1. Uvod

Kolovozne konstrukcije, kao i drugi objekti u građevinarstvu, projektuju se grade i eksploatišu uz težnju da se poštuju opšteprihvaćeni osnovni principi građevinarstva: stabilnost, ekonomičnost, funkcionalnost, recionalnost i lep izgled objekta. Ako prihvatimo geotehničku definiciju da je teren područje u kome medjusobno dejstvo objekta i okolne sredine ima bitan uticaj na stabilnost i funkciju objekta i nje-

govih delova u uslovima gradjenja i eksploatacije, onda i kod puteva, kao linijskih objekata koji leže na terenu tj. kod kolovozne konstrukcije kao površinskog dela objekta, mora da se prihvati činjenica da je teren deo objekta, pa ga u svim fazama projektovanja, gradjenja i eksploatacije puta tako treba i tretirati. Ovo u toliko pre što je učešće terena u ukupnoj masi objekta mnogo veće nego kod drugih objekata pa je i relativno koštanje popravke terena veće, zbog čega se osobine terena u glavnom prihvataju takve kakve su, a one su obično daleko lošije od osobina materijala u konstrukciji.

Deo terena na kome neposredno leži kolovozna konstrukcija, pa mu se zbog toga posvećuje nešto veća ali sigurno još uvek nedovoljna pažnja, jeste posteljica (završni sloj nasipa ili "uredjeni" sloj useka). Pri rekonstrukciji ulica i izradi saobraćajnica i raznih platoa u krugovima fabrika i slično, vrlo često se događa da kvalitet (sastav i/ili vlažnost) materijala u posteljici ne omogućava njegovo sabijanje do potrebne nosivosti. Zbog nepostojanja nadzora ili njegove nedovoljne energičnosti i stručnosti, ovaj problem se često „prevazilazi“ na štetu investitora tj. društva (koji, opet, štedi na istražnim radovima ili oni nisu kvalitetni), tako što se umesto odvodnjavanja, stabilizovanja, zamene tla ili izmene konstrukcije vrši prekomerno snižavanje kriterijuma za ocenu kvaliteta i zbijenosti ili se prećutno oni u opšte ne uzimaju u obzir.

Pored ovoga, s obzirom da se donji noseći tzv. tamponski sloj u glavnom radi od neseparisanog šljunka i da se kao takav "primitivan" posebno ne priprema za ugradjivanje niti obavlja skupocenim bitumenom, obično se vodi računa o njegovoj zbijenosti, a kvalitet se zapostavlja. Kvalitet je suviše često narušen velikim prisustvom sitnozrnih frakcija ili u toku ugradjivanja i kasnije dolazi do zamuljivanja frakcijama koje sa vodom prodiru iz posteljice. Time se smanjuje čvrstoća na smicanje, povećava deformabilnost a onemogućava se jedna od osnovnih funkcija tampona - povećanje debljine kolovozne konstrukcije do veličine ekvivalentne dubine dejstva mraza, koja je u našim krajevima 70-90 cm.

Ovakvim zanemarivanjem kvaliteta i zbijenosti materijala u donjem stroju (u glavnom zbog nedovoljnog prosušivanja i odvodnjavanja) i kvaliteta materijala u tamponskom sloju nivo

upotrebljivosti kolovoza fleksibilnih konstrukcija ne održava se na projektovanom nivou, a kod krutih konstrukcija stvaraju se svi uslovi za njihovo razaranje, posebno u vreme kravljenja leda u tamponu posle dugih mrazeva. Joksić (1973) u svojoj knjizi navodi da je u toku opita AASHO vršeno ispitivanje uzroka koji su dovodili do pojave kolotruga različite dubine na ispitivanim vrstama kolovoznih konstrukcija, kao i funkcije odnosno nivoa slojeva u kolovoznoj konstrukciji, koji su uticali na pojavu kolotruga. Zaključak je sledeći:

- a) kolovozna konstrukcija je bila uzročnik pojave kolotruga u..... 91% slučaj. od čega na pojedine slojeve dolazi:
 - habajući sloj (kolovozni zastor)..... 42% "
 - noseći sloj (gornja podloga)..... 14% "
 - osnovni sloj (donja podloga)..... 45%
- b) zemljište u donjem stroju puta je bilo uzročnik pojave kolotruga u..... 9% " .

U našim, skromnijim uslovima, kada se iz navedenih razloga najviše pažnje posvećuje specifično najskupljim materijalima sa bitumenom, smatramo da su "doprinosi" donje podloge (koji je i po AASHO opitu znajačan) i donjeg stroja stvaranju kolotruga još veći, zbog čega ovim radom i skrećemo pažnju na njih.

Kolovozna konstrukcija ima zadatak da u najnepovoljnijim uslovima — koji su zbog jako složenih osobina materijala (posebno tla), opterećenja i graničnih naponsko-deformacionih uslova teorijski i praktično neodredivi — obezbedi prenos saobraćajnog opterećenja do nižih delova terena, tako da ne dodje do štetnih deformacija ni loma materijala u pojedinim slojevima i konstrukcije u celini. S obzirom da koncentracija napona (a za homogen materijal i deformacija) opada sa porastom odstojanja od opterećenja — što je za vartikalne normalne naponе prikazano dijagramima njihove raspodele i izobarama za idealan poluprostor i dvoslojni sistem sa hrapavim kontaktom na sl.1 — racionalno je u napregnutijoj zoni upotrebiti kvalitetniji i skuplji materijal veće čvrstoće i manje deformabilnosti.

bazi njegovog kvaliteta (koji se obično malo poznaje i delimično kontroliše) i nosivosti donjeg stroja (koja se obično usvaja a ne kontroliše tj. ne zna se ništa).

Pored pomenutih faktora [(1) opterećenje, (2) kvalitet i raspored materijala u konstrukciji, (3) nosivost donjeg stroja - tla], konvencionalne poluempirijske metode za dimenzionisanje uzimaju u obzir i (4) uticaj hidroloških prilika i dubinu dejstva mraza.

Pošto ova četiri faktora nisu podjednako merodavna za određivanje kvaliteta i debljine materijala u pojedinim slojevima konstrukcije, kriterijumi za ocenu kvaliteta i zbijenosti materijala u slojevima odabiraju se pre svega u zavisnosti od najmerodavnijih uticaja, o čemu će biti reči kasnije.

Savremene metode za dimenzionisanje kolovodnih konstrukcija su analitičke i grafičke. One obuhvataju sve više drugih uticajnih faktora (relativnu nosivost slojeva preko faktora ekvivalentne debljine za različite materijale, brzinu vozila, temperaturu i vreme kao uticaje na osobine bitumenskih materijala, nivo usluge, bezbednost, ekonomičnost), a umesto vertikalnih normalnih komponenti uvode sve komponentalne napone, tj. glavne normalne napone i trenje između slojeva. Sve veći značaj dobija uticaj cikličnog opterećenja na trajne deformacije i zamor materijala, posebno stišljivog tla u posteljici (Radojković, 1982).

U svojoj knjizi Cvetanović (1982) izlaže savremene metode i moderne (još ovovremenije) metode sa numeričkim postupkom dimenzionisanja pomoću računara a u članku (1982a), s pravom insistirajući na poboljšanju prakse i standarda u oblasti dimenzionisanja, predlaže da se ovakvi numerički postupci uvedu kao osnovni i u odgovarajući Pravilnik o tehničkim normativima. To bi nesumnjivo bilo višestruko korisno, posebno u izmenjenim uslovima kada bi istražnim radovima, prethodnim i kontrolnim ispitivanjima bile obezbeđene sve pretpostavke za saglasno ponašanje projektovane i izvedene konstrukcije, što se za sada (npr. konstantan kvalitet šljunka separisanjem ili tucanika) u glavnom radilo pri gradnji autoputa. Za sve ostale saobraćajnice (javne i u krugu RO)

takvi uslovi su stvar dalje budućnosti, kada će se modernijim metodama dimenzionisati slojevi od "modernijih" materijala.

Zalažući se za unapredjivanje stručne, projektantske i izvodjačke prakse naučnim metodama i rezultatima, smatramo da je u sadašnjim uslovima neophodno više postepenih praktičnih koraka u inovaciji znanja i usavršavanju stručnjaka putne operative i obezbeđivanju optimalnog prilaza u izboru metoda projektovanja, ispitivanja, gradjenja i kontrole i održavanja. Isto se odnosi i na izbor materijala - napraviti što kvalitetniju i jeftiniju konstrukciju ali sa materijalom koga imamo (Cmiljanić, 1982). U izboru gradjevinskog kamena (i šljunka) i lokacije pogodnog nalazišta korisno može da posluži studija istog autora (1983).

Smatramo da će razmena značajnog iskustva učesnika Savetovanja, u duhu pogleda iznetih u ovom radu, biti korisna za sve učenike i njihov daljirad u projektovanju, izvodjenju i kontroli gradjenja donjeg stroja i tamponskog sloja, koji se često neopravdano zapostavljaju kao pozicije. Korišćenja literatura i standardi dati su na kraju teksta a analizirani uticajni faktori, osobine materijala i kriterijumi za njihovo ocenjivanje zadržani su u okvirima faktora i metoda koje su obuhvaćene tim standardima, odgovarajućom regulativom i savremenom stručnom praksom. S obzirom da je kvalitativni (opisni) deo kriterijuma u glavnom poznat i dat u pomenutoj literaturi, u daljem tekstu daju se u glavnom kvantitativni (brojčani) delovi kriterijuma i podaci potrebni za rad u praksi u ovoj oblasti.

2. O vrstama ispitivanja, homogenosti sloja i korelaciji rezultata

2.1. Vrste ispitivanja

Na osnovu rezultata istražnih radova i predhodnih (geomehaničkih) ispitivanja ocenjuje se podobnost u pogledu kvaliteta i sposobnosti zbijanja materijala za ugradjivanje u donji stroj i donji noseći (tamponski) sloj. Tekućim kontrolnim ispitivanjima (koje vrši izvodjač) i kontrolnim ispitivanjima (koje vrši ovlašćeni predstavnik investitora)

proverava se i ocenjuje kvalitet i zbijenost ugrađenog materijala u slojeve ovih pozicija, na osnovu standarda i tehničkih uslova iz projektne dokumentacije, koja treba da sadrži rezultate prethodnih ispitivanja.

2.1.1. Ispitivanje kvaliteta

Ispitivanje kvaliteta vrši se pre svega u cilju identifikovanja osnovnih fizičko-mehaničkih osobina koherentnog (sitnozrnog) i nevezanog (krupnozrnog) zrnastog materijala ili kamena, na osnovu čega se vrši prepoznavanje materijala i njihova klasifikacija - svrstavanje u neku od osnovnih grupa materijala, prema nekoj od važećih a trebalo bi prema jedinstvenoj jugoslovenskoj klasifikaciji koja još ne postoji.

Za koherentno tlo klasifikacija se vrši na osnovu određenog granulometrijskog sastava i granica konsistencije. Uz to se proverava procenat organskih primesa i bubrenja a za tlo posteljice i laboratorijska CBR_2 vrednost, koja treba da bude veća od 3% da bi materijal bio podoban. Sposobnost zbijanja i vlažnost pri kojoj tlo treba da se ugrađuje određuje se standardnim opitom Proctor-a.

Za nevezani zrnasti materijal (šljunkovito-peskoviti), kameni i mešoviti materijal za nasip i posteljicu, uz obavezu da se u nasip ugrađuje materijal postojan na atmosferske uticaje, kontroliše se granulometrijski sastav tj. najkrupnije zrno i gradacija zrna prema koeficijentu neravnomernosti (C_u) a u posteljici i procenat prašine i gline.

Za nevezani materijal, za izradu donjeg nosećeg (tamponskog) sloja ispituje se granulometrijski sastav i procenat prašine i gline, oblik zrna, procenat organskih primesa i lakih čestica, procenat mekih (trošnih) zrna, ocenjuje se mineraloško-petrografski sastav, postojanost agregata na mrazu i krupnijih zrna na mrazu tj. pri dejstvu natrijum-sulfata, upijanje vode i habanje po metodi Los Angeles. Prema drugim iskustvima predlaže se i ocena podobnosti na bazi graničnih zahtevanih veličina koeficijenta poroznosti, zapreminske težine u suvom stanju, optimalne vlažnosti pa i

vrednosti CBR za uzorke zbijene po modifikovanom postupku Proctor-a. Smatramo da je ovakva provera CBR vrednosti zbijenog agregata jedan od pravih načina da se oceni podobnost materijala za upotrebu u tamponskom (nevezanom) sloju. I za ovaj materijal treba proveravati vlažnost pri zbijanju. Kvalitet materijala za stabilizovani nosivi sloj nije predmet ovog rada.

2.1.2. Ispitivanje zbijenosti

Zbijenost koherentnih materijala u podtlu, nasipu i posteljici ispituje se određivanjem stepena zbijenosti (S_d) na bazi ostvarene zapreminske težine u suvom stanju (γ_d) i težine u suvom stanju određene standardnim opitom Proctor-a (γ_{dmax}). Istovremeno se kontroliše i vlažnost materijala. Kontrola zbijenosti ovog materijala može da se vrši i opitom krutom kružnom pločom prečnika 30 cm, određivanjem modula stišljivosti prema JUS U.B1.046. Pored ove dve ravnopravne metode, zbijenost-nosivost ovakvog tla može se kontrolisati i terenskim opitom CBR₁ a eventualno i laboratorijskim CBR₂ na neporemećenim uzorku iz sloja, ili indirektno, na druge načine (pomoću denzimetara i dr.).

Zbijenost nevezanog (krupnozrnog) prirodnog materijala, drobljenog šljunka, kamena ispituje se za materijale sa najvećim zrnom širine manje od 200 mm opitom pločom prečnika 30 cm ili opitom CBR. Prema prethodno uradjenom opitu najveće i najmanje zbijenosti (koji nije propisan JUS-om), zbijenost se može oceniti određivanjem indeksa gustine (I_D) posle merenja zapreminske težine u suvom stanju ili koeficijenta poroznosti ugradjenog materijala. Ako se određuje zapriminska težina materijala u sloju onda se može odrediti i stepen zbijenosti po modifikovanom postupku Proctor-a ali opit max. i min. zbijenosti više odgovara prirodi krupnozrnog tla. Zbijenost kamenog materijala u nasipu ispituje se povremeno, na zahtev nadzornog organa, preko zapreminske težine materijala u jami čije dimenzije zavise od granulacije kamena.

Ne treba zaboraviti da zbijenost - nosivost jednog sloja zavisi od zbijenosti-nosivosti nižeg sloja, od vrste i stanja (kvaliteta) tla u sloju koji se zbija i naročito od njegove debljine, što se u praksi po nekad svesno ili nesvesno previdja.

Kao pokazatelj nosivosti posteljice i tamponskog sloja za krute kolovozne konstrukcije koristi se (a retko ispituje) korelacijom određena veličina Westergaard-ovog modula reakcije tla (K).

2.2. Homogenost sloja

Pri ispitivanju kvaliteta i zbijenosti materijala u jednom sloju ili u nasipu u celini, treba voditi računa o potrebi da sloj, deo objekta i objekat (nasip, deonica), u celini bude što homogeniji tj. da ima što ujednačenija svojstva u svim tačkama.

Uz brigu o relativno ujednačenom rasporedu mernih mesta i njihovom dovoljnom broju, sa težnjom da se pokriju i najslabija mesta, potrebno je za svaku seriju ispitivanja izvršiti statističku obradu dobijenih rezultata (pored literature od pomoći mogu da budu JUS A.A2.010 i 011) i dati ocenu homogenosti sloja, deonice (min 500 m), zone nasipa ili nasipa u celini u pogledu kvaliteta i zbijenosti materijala. Povećanje homogenosti sloja u donjem stroju postiže se njegovim vlaženjem ili prosušivanjem, zbijanjem, zamenom tla ili mehaničkom i hemijskom stabilizacijom.

Kriterijumi za ocenu homogenosti još nisu kompletno obrađeni JUS-om a u praksi se gotovo ne primenjuju.

Za kontrolu kvaliteta i zbijenosti posteljice JUS U.E8.010 upućuje da se ispitivanja obavljaju u serijama sa najmanje 5 opita u seriji a da jedan od pet rezultata može biti manji od minimalnog zahtevanog, s tim da po apsolutnoj vrednosti ne odstupa više od:

- 5% pri merenju zapreminskih težina u suvom stanju,
- 10% pri merenju modula stišljivosti M_S (pločom) ili (nemačkog) modula deformabilnosti E_{v2} .

Ako je broj opita manji od 5, potrebno je da svi rezultati ispitivanja budu veći od minimalne zahtevane vrednosti.

JUS U.E9.024, koji obradjuje zahteve za ugradjeni sloj stabilizacije hidrauličkim vezivima, nalaže da se noseći sloj od stabilizovanog tla smatra homogenim ako je koeficijent varijacije (K_V) serije merenja zbijenosti:

- u gornjem nosećem sloju $K_V < 30\%$
- u donjem nosećem sloju $K_V < 50\%$.

Koeficijent izračunava se obrascima

$$K_V = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100 \quad (\%)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad , \text{ gde su:}$$

X_i - rezultati merenja zbijenosti u sloju,

$\bar{x}$ - aritmetička sredina svih merenja zbijenosti na ispitivanom potezu stabilizacije,

σ - standardna devijacija.

Smatramo da kriterijum za ovaj noseći sloj nije strog i da se takav može primeniti i za ispitivanja kvaliteta i zbijenosti posteljice i nevezanog donjeg nosećeg (tamporskog) sloja.

Ozbiljniji a sažet pristup ovoj problematici, sa osvrtom na kriterijume za ocenu homogenosti može se naći u stranoj literaturi (npr. Bowles, 1979 ili Hilf, J.W., 1975).

2.3. Korelacije pokazatelja nosivosti

U slučaju potrebe za korelacijom pokazatelja zbijenosti ($S_d = 100 \gamma_d / \gamma_{dmax}$ (%)) odnosno zbijenosti-nosivosti (CBR, M_S, E_v, k), statičkog (E_{stat}) i dinamičkog (E) modula i eventulano indeksa gustine (I_D), treba imati u vidu da se

na istom tlu svaki od ovih pokazatelja određuje potpuno različitom opremom, različitom veličinom, brzinom i brojem opterećenja (npr. opiti pločom kojim se dobijaju M_S , E_v , k), ili se određuju na osnovu potpuno različitih, međusobno neuslovljenih osobina tla i agregata. Kako su, pored toga, mehaničke osobine jednog koherentnog, nevezanog pa i kamenog materijala različite pri različitim nivoima i stanjima napona i deformacije, vremena^{im} trajanja tih stanja, brzinama njihovih promena itd., to je jasno da osim eventualnih približnih empirijskih veza između pojedinih pokazatelja zbijenosti-nosivosti nikakve druge ne mogu da postoje. Pored toga, veličine pojedinih pokazatelja za istu zbijenost u istom tlu i okolnoj sredini razlikuju se za različite debljine ispitivanog sloja, jer veličina i oblik zone efektivnog dejstva opterećenja pri opitu u istom sloju zavise (pored veličine opterećene površine, veličine specifičnog opterećenja, krutosti i oblika ploče i dr.) i od debljine sloja (sl.1). Zato se umesto modula deformacije s pravom inicira uvođenje pojma krutosti sloja, analogno krutosti linijskog nosača (EI).

S obzirom na mnoštvo metoda i pokazatelja osobina materijala, ipak još mora da se koriste u glavnom nedovoljno pouzdane korelacije navedenih pokazatelja.

2.3.1. Korelacije CBR i pokazatelja određenih opitima pločom

U našoj stručnoj literaturi egzistira Tabela 1 sa navedenim napomenama.

Za određenu korelaciju može da posluži i Tabela 1 na str. 40 ove publikacije, data za pomoć pri pretpostavljanju pokazatelja nosivosti donjeg stroja prilikom dimenzionisanja konstrukcije.

Tabela 1. Korelacija izmedju različitih pokazatelja nosivosti planuma donjeg stroja

CBR ₂ %	M _S MN/m ²	E _{vl.} MN/m ²	E _{v2} MN/m ²		K MN/m ³
			koher.tlo	nekoher.tlo	
2	2,5	6,6	10,7	-	14
3	4	9	15,0	-	19
4	6	10,9	18,5	-	24
4,5	7	12	20,0	-	26
5	8	12,9	22,0	(43)	27
5,6	9,5	14	-	(45)	-
6,2	11	15	25,0	-	31
7	13	16,2	27,5	(50)	34
8	15,5	18	30,0	-	38
9	18	19,5	30,0	(58)	41
9,6	19	20,5	-	(60)	43
10	20	21	35,0	(61)	44
12,5	28	25	(42,0)	-	52
13,6	31	27	(45,0)	-	55
15	35	28,3	-	76	58
16,4	40	30	-	80	62
20	50	35	-	90	71
24	60	40	-	100	81
28	70	-	-	110	91
32,5	80	50	-	118	-
34	83	51	-	120	106
37,5	90	-	-	126	-
40	-	57,5	-	131	120
43,5	100	62,5	-	137	-
50	110	68	-	147	141

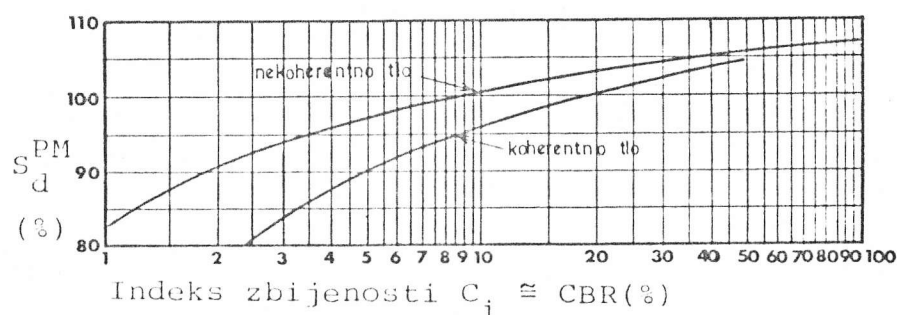
Napomena:

- Navedene vrednosti su orijentacione, a tačne treba odrediti odgovarajućim ispitivanjima.
- Vrednosti CBR za koherentna tla primeljive su za njihovu optimalnu zbijenost i vlažnost (stepen zasićenja $S_R \geq 90\%$).
- Za koherentna tla korelacija izmedju CBR i M_S tj. E_v važi za $CBR \leq 12\%$.

2.3.2 Korelacija CBR i S_d^{PM}

Terenskim ispitivanjima u SAD pokazano je da će zbijenost datog sloja u konstrukciji pod saobraćajem biti funkcija ukupnog opterećenja, rasporeda guma vozila, pritiska u gumama, broja prelaza i dubine datog sloja. Pod ovakvim uticajima projektovanja vrednost CBR sloja u konstrukciji označena je kao indeks zbijenosti (C_i), koja se mora razlikovati od izmerene vrednosti CBR u sloju.

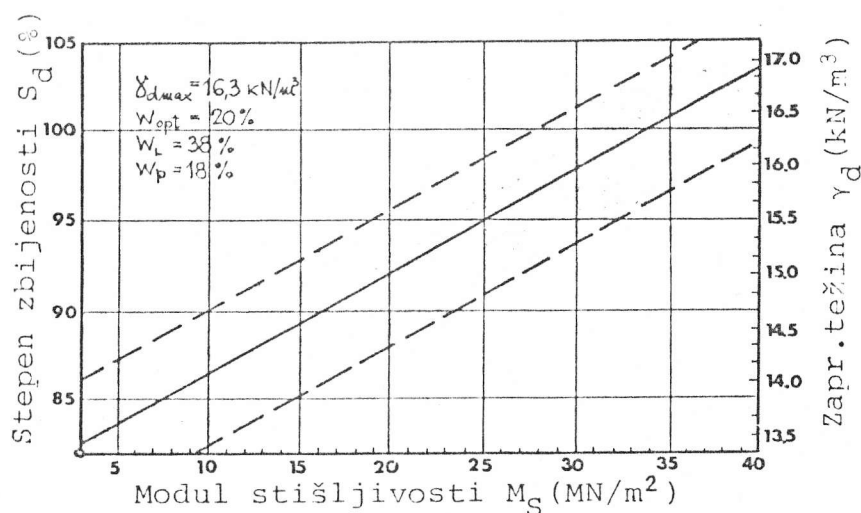
Dobijen je i dijagram zavisnosti stepena zbijenosti po modifikovanom opitu Proctor-a (S_d^{PM}) od C_i , koji prikazuje mo na Sl.2 (prema Horonjeff i McKelvey, 1983).



Sl.2 Odnos CBR i stepena zbijenosti po modifikovanom opitu Proctor-a (S_d^{PM}) za koherentno i nekoherentno tlo

2.3.3. Korelacija M_S , S_d i γ_d

Na osnovu terenskih i laboratorijskih ispitivanja našeg tipičnog sitnozrnog materijala (peskovito-glinovita prašina-les), koga u praksi zovemo ilovača, Joksić (1973) je dobio dijagram na Sl.3, sa zonom korelacije M_S , S_d po standardnom opitu Proctor-a u γ_d . Ostali pokazatelji ovog materijala, uobičajeni za naše sitnozrnije koherentno tlo, dati su na dijagramu.



Sl.3 Korelacija M_S , S_d i γ_d za peskovito-glinovitu prašinu-les

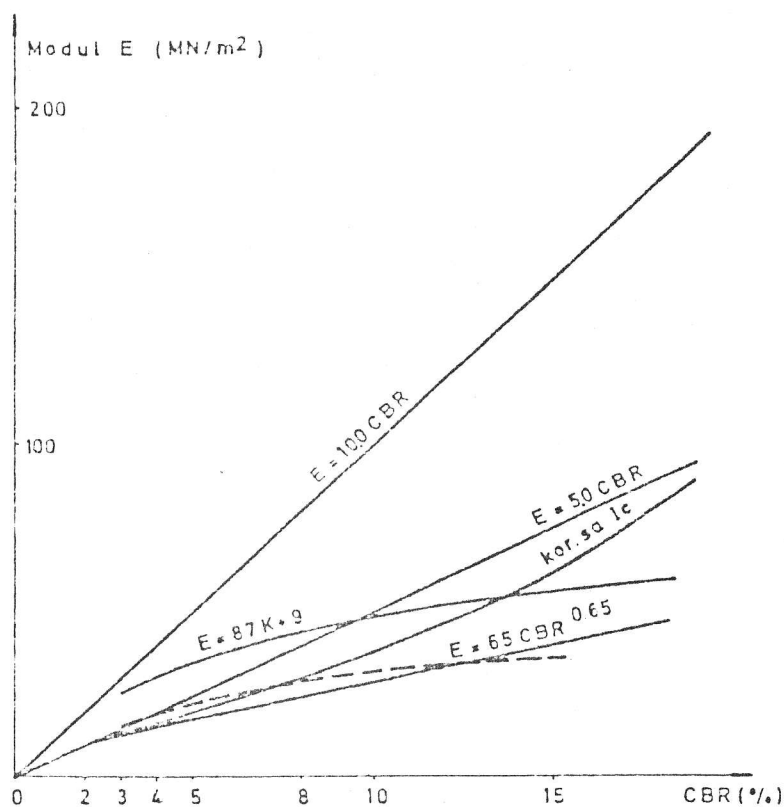
Za ovakvu zavisnost, za koju se ispostavilo da može da bude pravolinijska, izvedena je Tabela 2, sa približnim odnosom S_d i M_S za sitnozrna koherentna tla.

Tabela 2. Korelacija S_d i M_S za koherentna tla

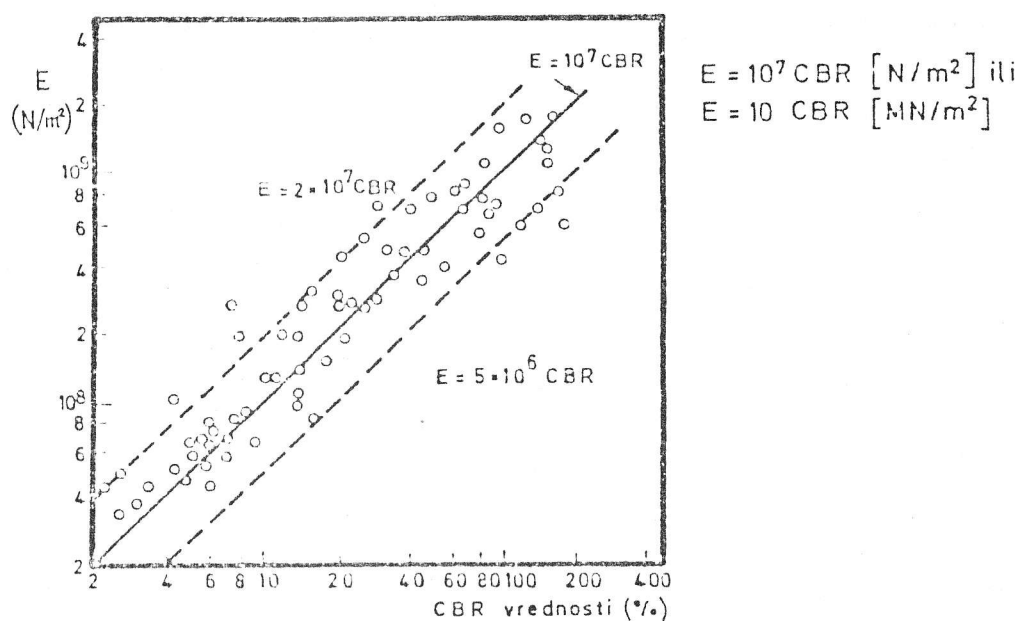
Zahtevani stepen zbijenosti S_d (%)	Minimalna vrednost modula stišljivosti M_S (MN/m ²)
90 - 95%	15 - 25
95 - 100%	25 - 30
preko 100%	preko 35

2.3.4 Korelacija dinamičkog modula (E) i ostalih pokazatelja

Neke savremene metode za dimenzionisanje umesto konvencionalnih pokazatelja uvode i koriste tzv. dinamički modul elastičnosti, koji vernije povezuje napone i deformacije u datom materijalu a pod uslovima trajanja opterećenja, temperature, vlažnosti tog materijala u kolovoznoj konstrukciji. Kako se on teško može direktno izmeriti, obično se određuje približno, na osnovu standardnih ispitivanja CBR, pločom i sl. Njihova korelacija nije precizno izvršena pa se odvdje prilažu dijagrami sa zonama korelacije E i CBR za koherentna tla (sl.4) i nekoherentna tla (sl.5).



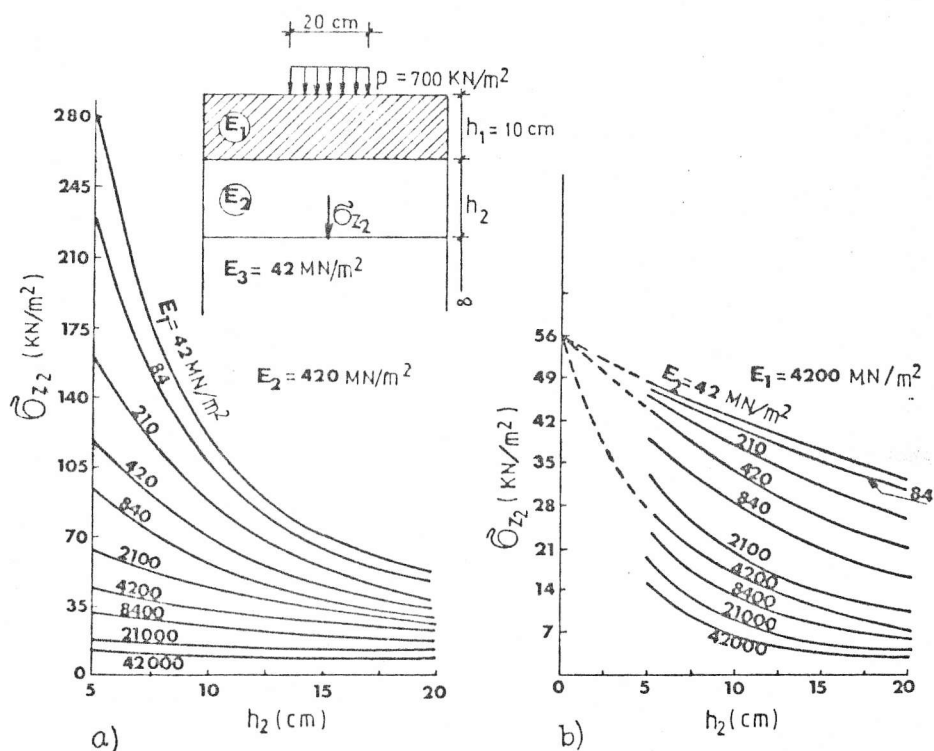
Sl.4 Korelacija odnosa CBR-modul E za koherentna tla



Sl.5 Odnos dinamičkog modula elastičnosti i CBR-a za nevezane materijale

Uz pretpostavku da to može da se ostvari uredjivanjem posteljice i ugradjivanjem prirodnog neseparisanog šljunka (jer se obično sve drugo-separisani materijal, drobljeni šljunak ili stabilizacija - do krajnosti izbegava), mora da se ima u vidu da kvalitetan materijal u datim uslovima nosivost i stabilnost može da postigne samo uz dovoljnu, neophodnu debljinu sloja.

Horonjeff i McKelvey (1983) navode dijagrame, objavljene 1980. godine, sa kojih se vrlo plastično vidi uticaj debljine podloge i modula elastičnosti slojeva na vertikalni napon u posteljici (sl.7).

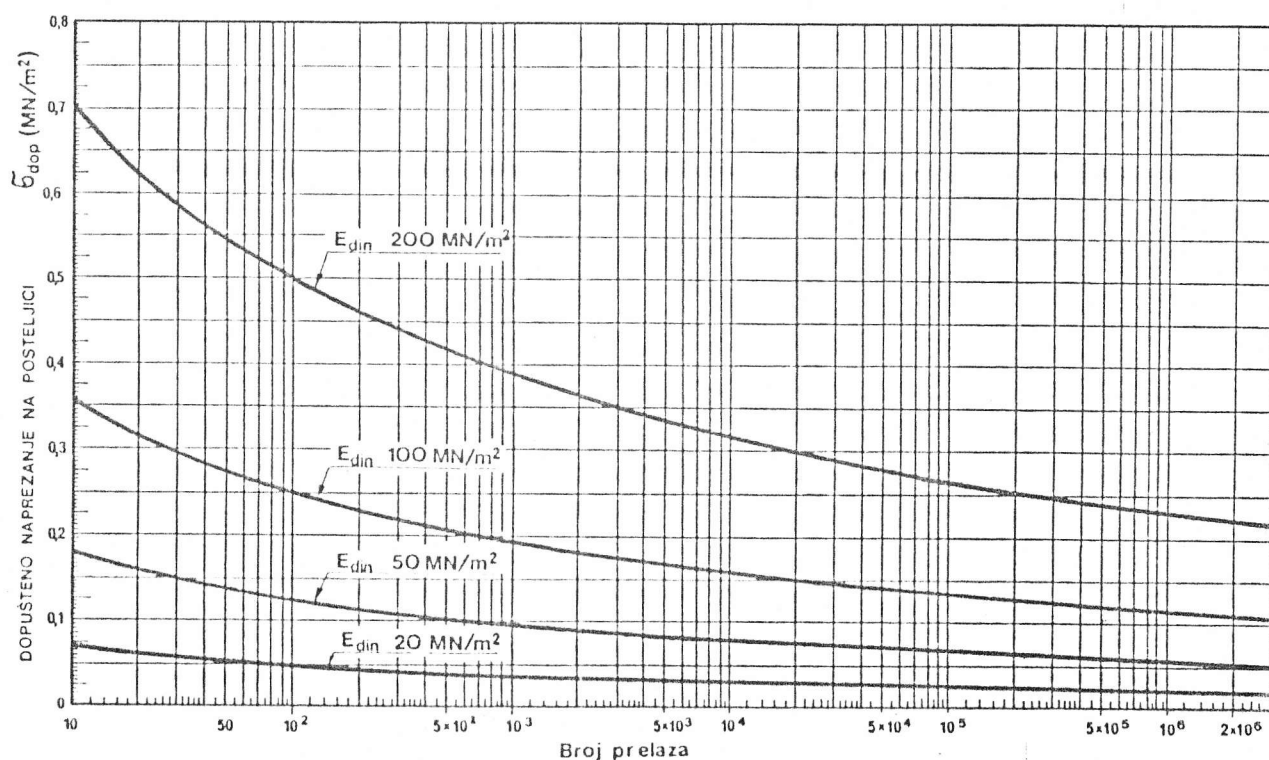


Sl.7. Uticaj debljine podloge i modula elastičnosti slojeva na vertikalni napon u posteljici

Na sl.7a) menja se modul elastičnosti gornjeg sloja a na sl.7b) menja se modul elastičnosti podloge-nosećeg sloja. Kako se vidi, uz ostale uslove kao na slici, za različite module gornjeg sloja naponi u posteljici praktično ne zavise od debljine podloge ako je ona debela bar 15 cm. S druge strane, za konstantan modul gornjeg sloja (što je slučaj u tipskoj kolovoznoj konstrukciji) naponi u posteljici se bitno menjaju pri promeni modula ili debljine podloge.

Pri tome, za debljine podloge veće od 15 cm promena napona sa promenom modula podloge je skoro konstantna dok sa porastom debljine napon sve sporije opada.

Jasno se uočava da za željeni napon u posteljici i određenu nosivost podloge - tampona on mora da dostigne odgovarajuću debljinu.



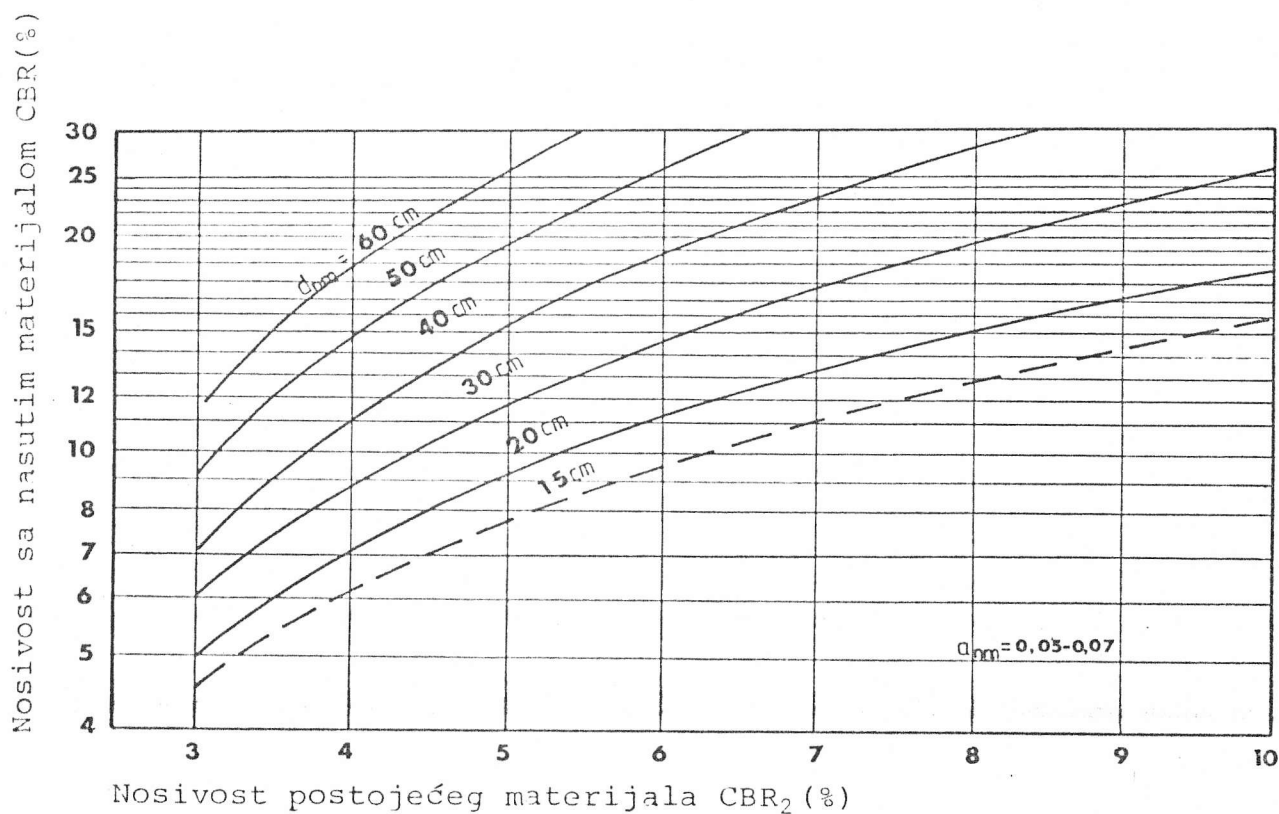
Sl.8. Dozvoljeni naponi u posteljici ili donjem nosećem sloju od nevezanog materijala u zavisnosti od njegovog din.modula i saobrać. opterećenja

Na sl.8. daje se veličina dozvoljenog normalnog napona u posteljici ili donjem nosećem sloju od nevezanog materijala u zavisnosti od njegovog dinamičkog modula i broja prelaza ekvivalentnog vozila (prema Babiću, 1981). Vidi se da dozvoljeno naprezanje treba da opada sa brojem opterećivanja. Sa ovim dozvoljenim opterećenjem može se ući u dijagrame na sl.7 i tražiti smernice za teorijski optimalna (približna) rešenja konstrukcije.

Dijagram na sl.9 može da posluži za određivanje potrebne debljine kamenog materijala ili šljunka ako je zadat njegov CBR i poznat CBR posteljice. Dijagram je uradjen

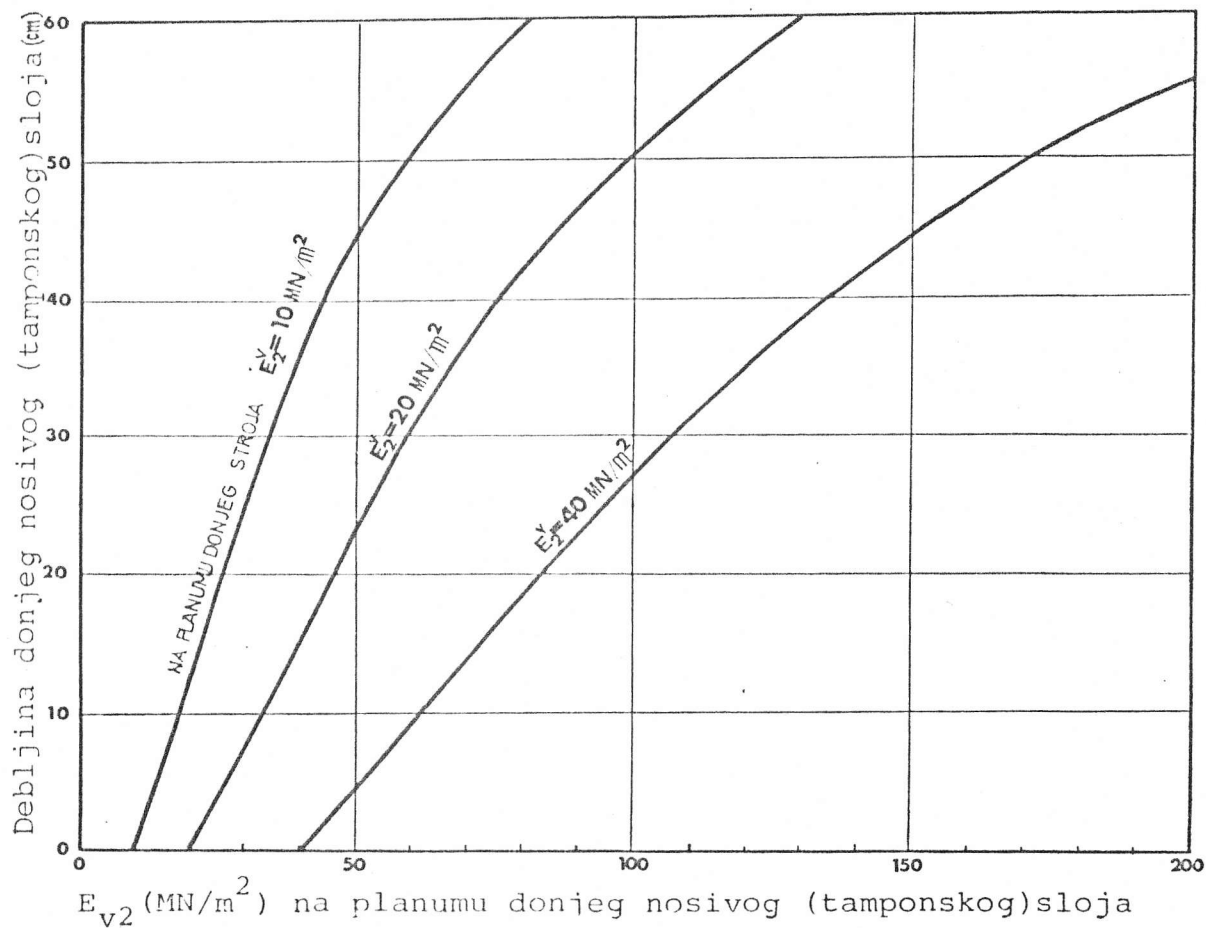
za nasuti materijal sa faktorom ekvivalentne debljine 0,05-0,07. Za drugačije materijale može se koristiti ovaj dijagram uz ranije pomenutu tabelu ekvivalentnih debljina (Žmavc, 1978).

Korisna primena ovog dijagrama može da bude i kod dimenzionisanja ojačanja - poboljšanja posteljice nasutim materijalom.

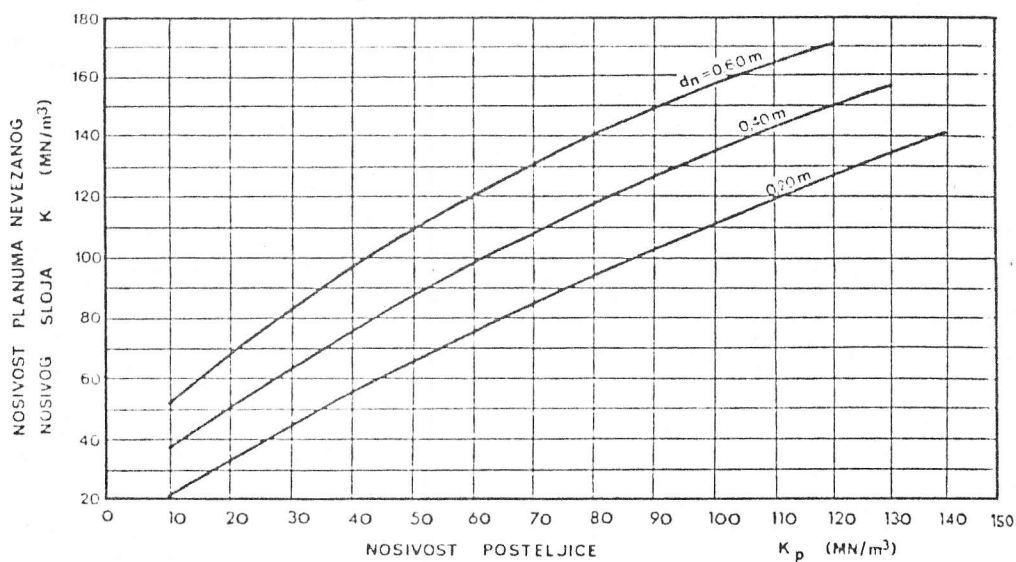


Sl.9 Dijagram za određivanje potrebne debljine nasutog materijala ($a=0,05-0,07$) u zavisnosti od njegovog CBR i CBR posteljice.

Dijagram na Sl.10 može da ima istu namenu na osnovu (nemačkog) modula deformacije posteljice i tampona (Djukić, Jenko, Šutić, 1967), a dijagram na Sl.11 takodje, na bazi modula reakcije tla i nosećeg sloja u krutoj kolovoznoj konstrukciji (Švajcarska metoda prema Babiću, 1981).

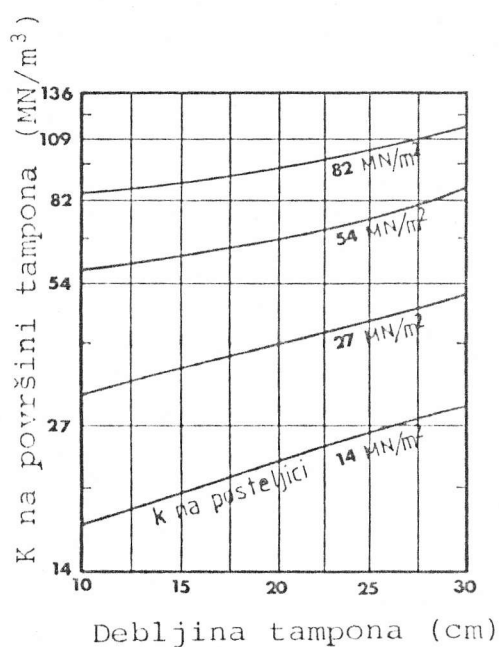


Sl.10 Potrebna debljina tampona na bazi E_{v2} tampona i posteljice

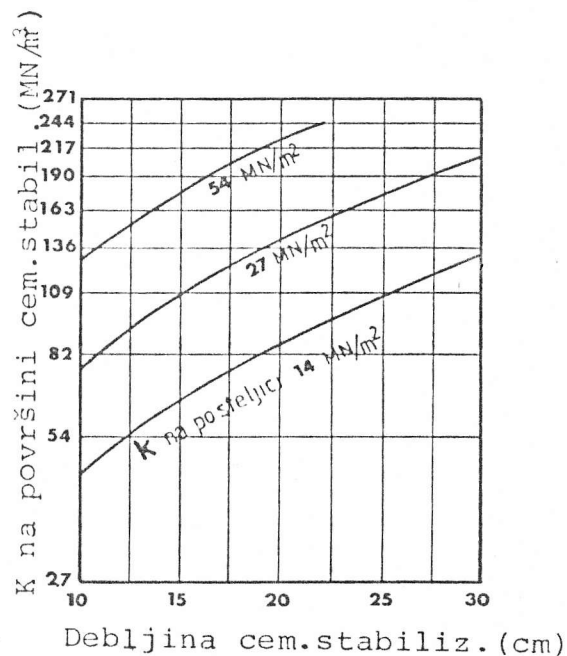


Sl.11. Potrebna debljina tampona u krugoj konstrukciji na bazi modula reakcije tampona i posteljice

I Portland Cement Association daje dijagrame sa kojih se može oceniti uticaj debljine nevezanog nosećeg sloja na njegov modul reakcije (sl.12a) i isto to za sloj cementne stabilizacije (sl.12b).



a)



b)

Sl.12 Uticaji debljine nevezanog nosećeg sloja (a) i cementom stabilizovanog sloja (b) na njihov modul reakcije

4. KRITERIJUMI ZA OCENU KVALITETA I ZBIJENOSTI MATERIJALA U DONJEM STROJU

U pravilno dimenzionisanoj kolovoznoj konstrukciji, posteljica i slojeva nasipa sa podtlom naprežu se u dozvoljenim granicama. Od ostalih uticajnih faktora za dimenzionisanje, za posteljicu i nasip najznačajniji su hidrološki i klimatski uticaji. Kako se u ove pozicije puta najčešće, kao najjeftiniji i najrasprostranjeniji, ugrađuju sitnozrni koherentni materijali, to je kod izbora kriterijuma za ocenu kvaliteta i zbijenosti po pravilu najvažnija ocena njihovog ponašanja pri vlaženju, sušenju i dejstvu mraza, pri čemu oni treba da u što većoj meri očuvaju svoju čvrstoću i mehaničke osobine i dovoljnu zbijenost-nosivost. Pošto je ocenjeno da materijali sa CBR manjim od 5% zahtevaju nesrazmerno jače kolovozne konstrukcije, a osetljivi su na raskvašavanje, ovakvi se materijali ne preporučuju za pos-

Tabela 3. Kriterijumi za ocenu kvaliteta i zbijenosti materijala u podtlu, nasipu i posteljici

Svojstva			Podtlo				Slojevi nasipa				Posteljica			
			koher.	mešav.	nevez.	kamen	koher.	mešav.	nevez.	kamen	koher.	mešav.	nevez.	kamen
Kvalitet materijala	Koeficijent neravnomernosti Cu						≥ 9				≥ 9			> 4
	Prečnik najv.zrna D _{max} (mm)						-	≤ d/2 (≤ 400)			-	≤ 60 (10% do 70)		≤ 100
	Zrna sitnijih od 0,06 mm (%)												≤ 10	
	Granica tečenja w _L (%)						< 65				< 50			
	Indeks plastičnosti I _p (%)						< 30				< 20			
	Organskih primesa (%)						< 6				< 6			
	Bubrenje posle 4 dana (%)						< 4				< 3			
	CBR u laboratoriji (%)										> 5			
	Po Proctor-u	γ _{dmax} (kN/m ³)					> 15,0			(≥ 17,5)	> 16,5			
		w _{opt} (%)					< 25				< 20			
Odstupanje od w _{opt} (%)						± 2				± 2				
Zbijenost	Po Proctor-u $S_d = \frac{\gamma_d}{\gamma_{dmax}} \cdot 100 (\%)$	≥ 2m ispod kol. zastora	≥ 95				≥ 95			(≥ 100)				-
		< 2m ispod kol. zastora	≥ 97	≥ 100	(≥ 100)	≥ 100			≥ 100			-		
	Opit pločom M _s (MN/m ²)	≥ 2m ispod kol. zastora	≥ 20	≥ 25	=	≥ 20	≥ 30	≥ 35	za D _{max} < 200 mm ≥ 40	-	-	-	-	
		< 2m ispod kol. zastora			-	≥ 25	≥ 35	≥ 40		≥ 25	≥ 35	≥ 40	≥ 50	
Geometrija sloja	Debljina sloja d (cm)		20-30				20-30	30-60		50-100	30	30-50		
	Ravnost površ.sloja (cm/4m)									± 3	± 5			
	Popr.pad površ.sloja (%)						≥ 4				≥ 4			

teljicu jer se ne može obezbediti osnovna, pretpostavka njihove funkcije - dovoljna i homogena zbijenost i vlažnost.

Na osnovu jugoslovenskih standarda, referata Babića i dr. (1979), nekih stranih standarda i stručne prakse, u Tabeli 3 daju se osnovni kvantitativni kriterijumi za ocenu kvaliteta i zbijenosti materijala u podtlu, slojevima nasipa i posteljici puteva i drugih saobraćajnica. Dati su i zahtevani geometrijski elementi sloja (debljina, ravnost i poprečni pad) za koherentne, mešovite, nevezane materijale i kamen, prema već ustaljenoj kvalitativnoj podeli. Kako se vidi, kriterijumi za ocenu kvaliteta kamena i nevezanog materijala su malobrojni jer osobine ovih materijala najčešće prevazilaze zahteve za tretirane pozicije.

5. KRITERIJUMI ZA OCENU KVALITETA I ZBIJENOSTI NEVEZANOG MATERIJALA U DONJEM NOSEĆEM (TAMPONSKOM) SLOJU

S obzirom na položaj i funkciju donjeg nosećeg (tamponskog) sloja u kolovoznoj konstrukciji, materijal u njemu izložen je znatno većim naprezanjima pri gradjenju i eksploataciji puta nego u posteljici, u potpunosti je izložen dejstvu mraza (što kod posteljice nije slučaj) i mora da zadrži svoju čvrstoću i mehaničke osobine (deformabilnost) pri čestim promenama vlažnosti (ma da se projektuje i izvodi tako da voda iz njega otiče po površini posteljice).

Zbog toga se u ovaj sloj ugrađuje krupnozni kameni materijal u vidu:

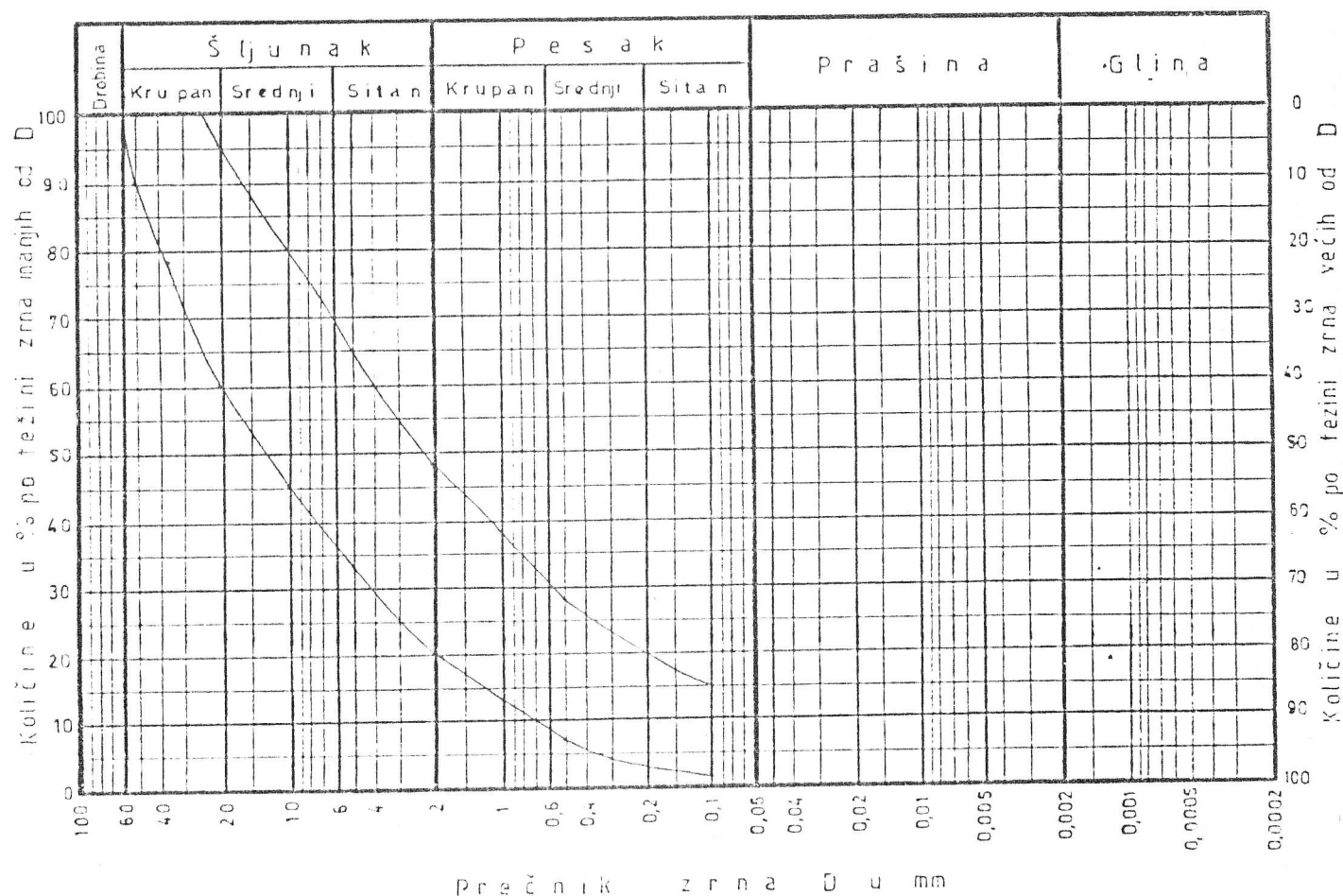
- neseparisanog šljunka, nevezanog, u kome oko 80% mase čine obla zrna veličine preko 2 mm,
- separisanog šljunka,
- drobljenog šljunka, sa najmanje 90% mase drobljenog zrna (zrna sa preko 50% lomljene površine), separisanog ili neseparisanog,
- prirodne drobine, sa zrnima uglastog oblika,

- drobljenog kamenog materijala, neseparisanog ili separisanog.

Ovi materijali pre svega mora da imaju dovoljnu čvrstoću i postojanost zrna, otpornost zrna i agregata na dejstvo mraza (što zavisi od granulometrijskog i mineraloško-petrografskog sastava), da se dobro zbijaju i zadržavaju zbijenost i nosivost pod vodom (o uticaju pornih pritisaka u potopljenom tamponu neće biti reči jer su to vanredni uslovi) i da budu što više vodopropusni.

Osnovni kvantitativni kriterijumi za ocenu kvaliteta nevezanog šljunka u donjem nosećem (tamponskom) sloju, sa podacima o potrebnoj debljini, ravnosti i poprečnom padu sloja dati su u Tabeli 4.

Ono što se kao značajnije predlaže, jeste uvođenje i u našu praksu ocene podobnosti na osnovu ispitivanja uzoraka šljunka zbijenog po modifikovanom postupku Proctora i određivanja njegovog CBR.



Sl.13 Zona povoljnog granulometrijskog sastava nevezanog materijala (peskovitog šljunka) u donjem nosećem (tamponskom) sloju.

Tabela 4. . Kriterijumi za ocenu kvaliteta nevezanog šljunka u donjem nosećem sloju

S v o j s t v a		Zahtevane veličine	Ispituje se prema
Kvalitet materijala	Granulometrijski sastav	Prema JUS U.E9.020 (sl.13)	JUS U.B1.018
	Koeficijent neravnomernosti Cu	15-100 (za drobljenik 15-50)	- " -
	Prečnik najv.zrna Dmax (mm)	≤ 60 (≤ 10% do 70)	- " -
	Zrna sitnijih od 0,09 mm (%)	≤ 8	JUS B.B8.036
	Zrna sitnijih od 0,06 mm (%)	≤ 5	- " -
	Zrna sitnijih od 0,02 mm (%)	≤ 3	JUS B.B1.018
	Grudvi od zrna slepljenih pri sušenju (%)	0	JUS B.B8.038
	Zrna čiji je odnos dužine i debljine $l/d > 3$, $D > 5$ mm (%)	≤ 40	JUS B.B8.048
	Organskih primesa i lakih čestica (%)	≤ 5	JUS B.B8.040 i 034
	Mekih (trošnih) zrna, $D > 8$ mm (%)	≤ 7	JUS B.B8.037
	Mineral.petrografski sastav	Prema JUS. U.E9.020	
	Kao agregat, pri dejstvu mraza pod nepovoljnim uslov.	siguran	Geomeh.kriter.
	Upijanje vode, na zrnima $D > 5$ mm (%)	≤ 1,6 (≤ 3,0)	JUS B.B8.031
	Gubitak mase pri dejstvu Na_2SO_4 posle 5 ciklusa (%)	≤ 12	JUS B.B8.044
	Habanje po metodi Los Angeles (%)	≤ 45	JUS B.B8.045
	Na uzorku zbijenom po modif.postupku Proctor-a	γ_{dmax} (kN/m^3)	JUS U.B1.038
		w_{opt} (%)	- " -
		koef.poroznosti e	potapanjem
		CBR ₂ (%)	> 40 (za drobljenik > 80)
Geometrija sloja	Odstupanje od w_{opt} (%)	± 2	JUS U.B1.012
	Debljina sloja (cm)	20-50	
	Ravnost površine sloja (cm/4m)	± 1	
	Poprečni pad površine sloja (%)	prema projektu	

Većina kriterijuma sadržana je u JUS U.E9.020 i 022, kao i zona povoljnog granulometrijskog sastava, data na sl.13.

Kriterijumi za ocenu zbijenosti nevezanog materijala u ovom sloju daju se u Tabeli 5. U njoj su najmanje zahtevane veličine modula stišljivosti (M_S) i stepena zbijenosti po modifikovanom postupku Proctar-a (S_d^{PM}) u nevezanom sloju, kad su iznad njega vezani slojevi različite ukupne debljine.

Tabela 5. Kriterijumi za ocenu zbijenosti nevezanog materijala u donjem nosećem (tamponskom) sloju

Slojevi koji dolaze iznad nosećeg sloja od nevezanog zrnastog materijala	M_S (MN/m ²)	S_d^{PM} (%)
Asfaltni zastor, bitumenizirani noseći slojevi i noseći slojevi stabilizovani hidrauličnim vezivima ukupne debljine veće od 40 cm.	50	95
Asfaltni zastor i bitumenizirani noseći slojevi ukupne debljine veće od 15 cm <u>ili</u> asfaltni zastor, bitumenizirani noseći slojevi i noseći sloj stabilizovan hidrauličnim vezivima ukupne debljine 30 do 40 cm.	70	98
Asfaltni zastor i bitumenizirani noseći slojevi ukupne debljine manje od 15 cm.	90	100

Uz sve dobre osobine donjeg nosećeg sloja od nevezanog zrnastog materijala, on u toku gradjenja (ako je čist i kvalitetan) gubi stabilnost u površinskoj zoni pod dejstvom gradilišnog saobraćaja i propušta vodu od kiša do posteljice koja se razmekšava i, pokrivena, teško suši. To upućuje na veću primenu vezanih materijala, najčešće sa hidrauličnim vezivom, i izradu dvoslojnog donjeg nosećeg sloja.

U uslovima kod postojanja mogućnosti zamuljivanja nevezanog materijala glinovito-prašinovitim česticama (koje najčešće pod opterećenjem pri zbijanju tampona ili pod saobraćajem kreću sa vodom iz sitnozrne meke posteljice naviše) neophodne je, zbog stabilnosti konstrukcije i omogućavanja zbijanja tampona, ispod tampona uraditi tzv. sloj čistoće. U novije vreme umesto njega često se polaže filc određenih osobina.

Sloj čistoće sprečava zamuljivanje tampona jer igra ulogu filtra pri procedjivanju vode iz posteljice u tampon. Izvodi se u debljini 10-15 cm., od prirodnog ili drobljenog šljukovitog peska ili granulirane zgure iz visokih peći. Granulometrijski sastav određuje se prema filterskom pravilu Terzaghi-ja, na bazi granulacije posteljice. Kako navodi Papo (1983), materijal za sloj čistoće ne sme sadržavati glinske materijale, glinaste, liskunske i grafitne škriljce, glinene peščare, laporovite čestice, a organskih primesa sme da bude toliko da rastvor natrijum-hidroksida oboji najviše do tamnožute boje.

Prema američkim propisima materijal za sloj čistoće treba da bude frakcija 0/5 mm sa najviše 3% zrna sitnijih od 0,02 mm ispod fleksibilne i $D_{85} \geq 2$ mm ispod krute kolovozne konstrukcije, sa $C_u \leq 20$. Kod nas se preporučuje (bez dimenzioniranja granulacije) frakcija 0,2-6 mm.

6. IZBOR POGODNOG SREDSTVA ZA ZBIJANJE

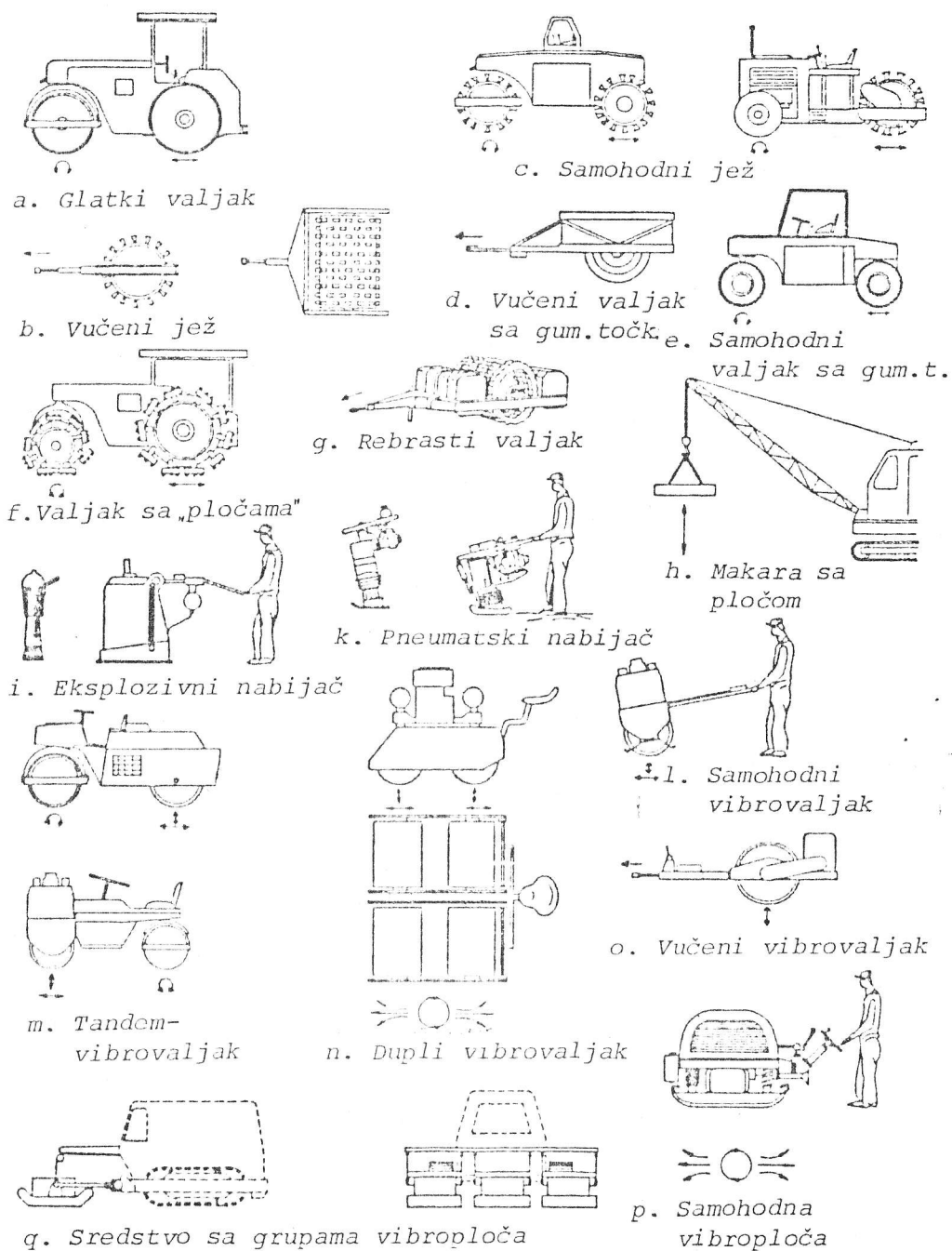
Polazeći od osnovnog pravila da se koherentni materijali zbijaju statičkim sredstvima (da bi bilo koliko-toliko vremena za konsolidaciju tj. opadanje priraštaja parnog pritiska u tlu ispod sredstava) a da se nezvezani materijali zbijaju dinamičkim sredstvima - udarima i vibracijama (pri čemu se smanjuje trenje između zrna i ona se međusobno uglavljaju), zbijanje se u praksi vrši obično sredstvima koja su na raspolaganju, a ne onima koja bi bila optimalna za datu vrstu i stanje tla i gradilišne uslove.

Ako već raspolažemo određenim sredstvima za zbijanje pa nememo veliki izbor, onda je moguće izvršiti izbor debljine sloja koji se zbija i optimalnu energiju zbijanja (frekvencu vibracija, težinu sredstva - kad ona može da se menja, broj prelaza sredstvom, pritisak u gumama i veličinu kontaktne površine), kao i prilagoditi vlažnost materijala. To se najbolje uspeva izradom probnih deonica sa različitim glavnim parametrima.

Tabela 6. Podobnost sredstava (P), debljina sloja (D) i broj prelaza (N) sredstva za zbijanje u zavisnosti od vrste tla i gradilišnih uslova

Sredstvo za zbijanje			V r s t a t l a												Gradilišni uslovi				Napomena	
			Krupnozrno (nevezano) <u>pesak-šljunak</u>			Sitnozrna (vezana) <u>prašina-glina</u> do vezani pesak			Mešovito tlo (vezano) sa malo kamena			K a m e n (nevezan) drobina i blokovi do 400 mm			Nasip		Is-			
															usek	puna	Radna površ.	izau		
																				ob-ro
P	D	N	P	D	N	P	D	N	P	D	N	P	P	P	P					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
statičko	Glatki valjak	a	0	10-20	4-8	0	10-20	4-8	0	10-20	4-8				0	0			0-najpogodnije	
	J e ž	b,c				*	20-30	8-12	0	20-30	8-12	0 ¹	20-30	8-12	0	*			*-preporučljivo	
	Valjak sa gum.točk.	Samohodan	e	*	20-30	6-10	*	20-30	6-10	0	20-30	6-10				*	*			
		vučen	d	*	30-50	6-10	*	30-40	6-10	*	30-40	6-10					*			
	Valjak sa "pločama"	f					*	20-30	6-8	*	20-30	6-8				*	*			
dinamičko	Pebrasti valjak	g				0	20-30	6-10	*	20-30	6-10	0 ¹	30-40	8-12	0	*			1. Samo za trošne i meke stene 2. Preporučuje se za suva tla 3. Za zatvaranje rova i druga utiskivanja tla 4. Priključak lakšeg sredstva,samo za sužene površine 5. Broj udara na jednom mestu 6. Efekat centrafugalne sile	
	Makara	h				0 ²	50-70	2-4 ⁵	*	50-70	2-4 ⁵	*	50-80	2-4 ⁵	*	0				
	Ekspl. nabijač	i	0	20-50	3-5	*	20-40	3-5	0	20-50	3-5	0 ¹	30-50	3-5	*	0	0	0		
	Pneumatički nabijač	k	0 ³	20-40	2-4	0 ³	10-20	2-4	0 ³	20-30	2-4				0		*	*		
	lak (<5t)	l	*	30-50	3-5				0	20-40	3-5				0	*				
	Vibro-valjak	srednji	o	*	40-60	3-5	0 ²	20-30	3-4	*	30-50	3-5	0	40-60	4-6		*			
		težak (>8t)	o	*	50-80	3-5	0 ²	30-40	3-4	*	40-60	3-5	*	50-100	4-6		*			
	Dupli	lak (<2,5t)	n	* ⁴	20-40	4-6	0 ⁴	10-20	5-8	0 ⁴	20-30	5-8				*	0	0		0
	vibrovaljak	težak(>2,5t)	n	*	30-50	4-6	0	10-30	5-8	*	20-40	5-8	0 ¹	30-50	5-8	*	*	0		
	Tandem	lak (<5t)	m	*	20-40	4-6										*	0			
		vibrovaljak	težak(>5t)	m	*	30-50	4-6			0	20-40	5-8				*	*			
	Vibro-jež			0	30-50	3-5	*	20-40	6-10	*	20-40	6-10	* ¹	30-50	6-10	0	*			
Vibro-ploče	lak (2t) ⁶	p	*	20-40	5-8				0	10-20	5-8				*	0	*	*		
	teške(2t)	q	*	30-60	4-6	0	20-30	6-8	0	20-40	4-6	0 ¹	30-50	4-6	*	*	0	0		

1. Samo za trošne i meke stene
2. Preporučuje se za suva tla
3. Za zatvaranje rova i druga utiskivanja tla
4. Priključak lakšeg sredstva, samo za sušene površine
5. Broj udara na jednom mestu
6. Efekat centrafugalne sile



Sl.14. Pregled sredstava za površinsko zbijanje tla

I pored značajnog iskustva učesnika Savetovanja u ovom poslu, smatramo da će biti od koristi veoma sažeto, pregledno i dosta sadržajno uputstvo za izbor preporučenog i najpogodnijeg sredstva za zbijanje, odgovarajuće debljine sloja i broja prelaza sredstva za osnovne grupe tla i gradilišnih uslova. Uputstvo se daje u vidu Tabele 6 i njoj pripadajuće Sl.14. kako ga iz zapadnonemačkih uputstava navode Smoltczyk i Hilmer (1982).

7. ZAKLJUČNE NAPOMENE

Zaključujući dosta obimno izlaganje i analizu ove manje-više poznate pa zbog toga rutinskim pristupima vrlo često zapostavljane materije, naglašavamo da je u radu zahvaćen u glavnom geomehanički aspekt ispitivanja i ocene materijala u donjem stroju i donjem nosivom sloju kolovoznih konstrukcija. Nije dovoljno osvetljena kvalitativna strana problema, što se ostvaruje kroz geološki, inženjersko-geološki ili kroz kompletan geotehnički prlaz, što nije bila ni namera.

Odgovarajuća pažnja navedenim pozicijama puteva, saobraćajnica i platoa u fazi istražnih radova (kad se oni vrše), projektovanja, izvodjenja i eksploatacije (sa održavanjem), sigurno bi uštedela značajna društvena sredstva. To se posebno odnosi na pripremu tla (odvodnjavanje, prosušivanje, homogenizovanje) pri izvodjenju i uredno odvodnjavanje u toku eksploatacije.

Kod izrade donjeg nosivog sloja slabosti posteljice prenose se u ovaj sloj, najčešće zbog odsustva sloja čistoće, nepažljivog zbijanja u hidrološki nepovoljnim uslovima i prljavog šljunka. Visok procenat prašine i gline u šljunku omogućava vrlo dobro zbijanje u suvim uslovima ali u vlažnim periodima i posle dejstva mraza nosivost se bitno smanjuje i ne može se povratiti, što uvek dovodi do oštećenja i deformacija konstrukcije. Nema se dovoljno u vidu da se čist, kvalitetan šljunak teže zbija ali da takav ostaje i pod vodom.

Zbog toga, za ovakav šljunak treba obezbediti povoljne hidrološke uslove bar u vreme gradjenja, jer će on sa slojem čistoće ostati zbijen i kasnije. Poslednjih godina sve je manje kvalitetnog šljunka za ovakve namene ali nova pozajmišta - šljunkare nerado se otvaraju.

U iznetim kriterijumima za ocenu kvaliteta i zbijenosti materijala ima manjih odstupanja od standarda kao i odredjenih dopuna, učinjenih na osnovu stručnog iskustva u ovoj oblasti i ocene da će kao takvi biti korisniji u praksi prethodnih i kontrolnih ispitivanja.

Cilj rada bio je i taj da kroz detaljnije sagledavanje kriterijuma za ocenu kvaliteta i zbijenosti materijala u donjem stroju i donjem nosećem (tamponskom) sloju od strane svih učesnika Savetovanja, njihova saradnja sa laboratorijama bude još veća i pravovremenija. Na taj način oni neće međusobno prenositi odgovornost za kvalitet izvedenih radova već će je međusobno deliti, na veće zadovoljstvo i društvenu korist. Ako je ovakav napor bio potreban, onda neće ostati bez pozitivnih rezultata.

KORIŠĆENA LITERATURA

- 1 BABIĆ, B. (1981) - Projektiranje kolničkih konstrukcija, Fakultet građevinskih znanosti, Zagreb.
- 2 BABIĆ, B. i dr. (1979) - Klasifikacija, svojstva i ispitivanje materijala za puteve, Put i saobraćaj br. 5-6, 1980.
- 3 BOWLES, J.E. (1979) - Physical and Geotechnical Properties of Soils, McGraw-Hill, New York.
- 4 CMILJANIĆ, S. (1983) - Studija o vrstama, kvalitetu i rezervama tehničkog građevinskog kamena u SR Srbiji..., Institut za puteve i "Srbijaput", Beograd.
- 5 CMILJANIĆ, S. (1982) - O posledicama usvajanja predloženih izmena tehničkih uslova o kvalitetu kamenih materijala u standardima JUS U.E9.021 i JUS U.E4.014, Savetovanje o kolovoznim konstrukcijama, DPS i UP, Beograd marta 1982.
- 6 CVETANOVIĆ, A. (1982) - Osnovi puteva, Naučna knjiga, Beograd.
- 7 CVETANOVIĆ, A. (1982a) - Osvrt na pravilnike, uputstva i JUS-eve koji se odnose na dimenzionisanje kolovoznih konstrukcija, Savetovanje o kolovoznim konstrukcijama, DPS i IP, Beograd, marta 1982.
- 8 DJUKIĆ, Ž., JENKO, P., ŠUTIĆ, J. (1967) - Privremena uputstva za dimenzionisanje kolovoznih konstrukcija, JDP, Beograd, 1968.
- 9 HILF, J.W. (1975) - Compacted Fill, Chap. 7 in Foundation Engineering Handbook (editors Winterkorn, H.F. and Fang, H.-Y.), Van Nostrand Reinhold, New York.
- 10 HORNJEFF, R., McKelvey, F.X. (1983) - Planning and Design of Airports, McGraw-Hill, New York.

11. JOKSIĆ, Z. (1973) - Nosivost fleksibilnih kolovoznih konstrukcija, Institut za ispitivanje materijala SRS, Beograd.
12. PAPO, I. (1983) - Kolničke konstrukcije - materijali i izrada, Gradjevinski institut, Zagreb.
13. RADOJKOVIĆ, Z. (1982) - Vertikalna deformacija i zamor posteljice kao osnova kriterijuma za optimalni sastav fleksibilne kolovozne konstrukcije. Doktorska disertacija, Gradjevinski fakultet, Niš.
14. SMOLTCZYK, U., HILMER, K. (1982) - Bangrundverbesserung, Kap. 2.5 in Grundbau Taschenbuch, Teil 2 (Herausg. Smoltczyk, U.), W. Ernst und Sohn, Berlin.
15. ŽMAVC, J. (1978) - Predlog pravilnika o tehničkim normativima za dimenzionisanje kolovoznih konstrukcija novih puteva. SDPJ, Beograd.