



TSC 06.541 : 2003

PROJEKTIRANJE DIMENZIONIRANJE OJAČITEV OBSTOJEČIH ASFALTNIH VOZIŠČNIH KONSTRUKCIJ

Uporaba: ni obvezna

Pripravil:

Tehnični odbor za pripravo tehničnih
specifikacij za javne ceste TO 06.

Soglasje ministra:

Soglasje ministra, pristojnega za promet, je bilo
izdano, dne 31.3. 2003, pod št. 2641-6/2001/26-0403.

Soglasje ministra, pristojnega za graditev, je bilo
izdano, dne 5.7.2001, pod št. 343-9/98.

Ključne besede:

Ojačitev, asfaltna voziščna konstrukcija, ohranitev, prometna obremenitev, doba trajanja, utrditev ceste, nosilnost, podajnost, debelinski indeks.

Objava izdaje:

Sporočila - objave, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, št. 9 / 2003.

Izdajatelj:

Tehnično specifikacijo za javne ceste je založila in izdala Direkcija Republike Slovenije za ceste.

VSEBINA

1	Predmet tehnične specifikacije.....	3
2	Referenčna dokumentacija	3
3	Pomen izrazov	4
4	Splošno o ojačitvah	5
5	Osnove postopkov za dimenzioniranje ojačitev	5
5.1	Značilnosti materialov	6
5.2	Podajnost.....	9
5.3	Prometna obremenitev	10
5.4	Uporabnost vozne površine	10
5.5	Klimatski in hidrološki pogoji.....	10
6	Vrste postopkov in dimenzioniranje ojačitev	10
6.1	Določitev na osnovi podajnosti	10
6.1.1	Določitev na osnovi diagrama	11
6.1.2	Numerična določitev	11
6.2	Določitev na osnovi ocene stanja	12
6.2.1	Stanje voziščne konstrukcije	12
6.2.2	Stanje prometnih obremenitev.....	12
6.3	Analitični postopek določitve	13
7	Preveritev vpliva zmrzovanja	13

1 Predmet tehnične specifikacije

Tehnična specifikacija za ceste TSC 06.541 določa dimenzije načrtovanih ojačitev obstoječih voziščnih konstrukcij na vseh prometnih površinah, ki so namenjene prometu z motornimi vozili.

Dimenzije ojačitev obstoječih voziščnih konstrukcij na premostitvenih objektih in v predorih je treba določiti z upoštevanjem specifičnih pogojev.

Tehnična specifikacija za ceste TSC 06.541 Projektiranje – Dimenzioniranje ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij je namenjena določitvi

- skupne debeline ojačitve in
- debeline posameznih plasti

za načrtovano ojačitev obstoječe asfaltno voziščne konstrukcije. Tako določena voziščna konstrukcija je v odvisnosti od vpliva

- predvidenih prometnih obremenitev v dobi trajanja,
- obstoječe voziščne konstrukcije,
- kakovosti uporabljenih materialov ter
- hidroloških in klimatskih razmer

potrebna za preprečitev prekomerne utrujenosti (porušitve) strukture materialov v obstoječi voziščni konstrukciji ter ohranitev uporabnosti vozne površine na primerni ravni za zagotovitev varne, udobne in gospodarne vožnje pri optimalni porabi za ohranitev potrebnih sredstev.

Dimenzioniranje ojačitev obstoječih voziščnih konstrukcij po TSC 06.541 temelji na predpostavki, da so vsi navedeni vplivi na obravnavanem odseku ceste podobni in se ne bodo pomembno spremenili od predvidenih. V tem primeru je zagotovljena načrtovana doba trajanja in uporabnosti ojačene obstoječe voziščne konstrukcije, pri čemer pa se ta postopno zmanjšuje.

Vsebine te TSC ni mogoče tolmačiti in izvajati na takšen način, ki bi preprečeval ali pogojeval ustrezno uporabo gradbenih proizvodov, danih v promet v skladu z zahtevami Zakona o gradbenih proizvodov.

2 Referenčna dokumentacija

Tehnična specifikacija za ceste TSC 06.541 se oslanja na naslednje vire:

- **AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures**, AASHTO, Washington, D.C., 1974
- **Asphalt Overlays and Pavement Rehabilitation**, MS-17, The Asphalt Institute, College Park, Maryland, 1977
- **Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen – RStO 86**, FGSV, Köln, 1989
- **Evaluation of AASHTO Interim Guides for Design of Pavement Structures**, NCHRP Report 128, HRB, National Academy of Science, Washington D.C., 1972
- **Fahrbahnverstaerkungen OECD**, Bundesamt für Strassenbau, Bern, 1982
- Haas R., Hudson W.R., **Pavement Management Systems**, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1978
- **Rational Pavement Management**, Studie Centrum Wegebouw, SCW Record 1, Arnhem, 1975
- **Road Note 29**, A guide to the structural design of pavements for new roads, Road Research Laboratory, London, 1970
- **RVS 3.54: 1992** Strassenplanung, Bautechnische Details, Oberbauverstaerkung von Asphalt-strassen
- **SNV 640 738: 1977** Reparatur und Erneuerung von Fahrbahnen, Oberbauverstaerkung in bituminöser Bauweise
- **TGL 22 853: 1969** Anlagen des Strassenverkehrs, Bemessung flexibler Befestigungen, Kriterium der zulässigen Durchbiegung
- **TSC 06.511: 2001** Projektiranje, Prometne obremenitve, Določitev in razvrstitev
- **TSC 06.512: 2003** Projektiranje, Klimatski in hidrološki pogoji
- **TSC 06.520: 2003** Projektiranje, Dimenzioniranje novih asfaltnih voziščnih konstrukcij
- **TSC 06.630: 2003** Lastnosti vozniških površin, Nosilnost

V tehnično specifikacijo TSC 06.541 so z datiranimi in nedatiranimi referencami vključena določila drugih publikacij. Pri datiranih referencah morajo biti poznejša dopolnila ali spremembe upoštevane, če so vključene z dopolnilom ali revizijo. Pri nedatiranih referencah pa velja zadnja izdaja referenčne publikacije.

3 Pomen izrazov

V tej tehnični specifikaciji uporabljeni strokovni izrazi imajo naslednji pomen:

Asfaltna voziščna konstrukcija (asphalt pavement, Asphalt-Fahrbahnbefestigung) je del utrditve prometne površine z asfaltno krovno plastjo; vrsta preostalih nosilnih plasti v voziščni konstrukciji ni opredeljena.

Bitumenski beton (asphalt concrete, Asphaltbeton) je z bitumenskim vezivom vezana zmes kamnitih zrn določenih velikosti, namenjena za izdelavo obrabnih plasti.

Bituminizirani drobljenec (bituminous well graded crushed stone, bituminiertes gebrochenes Mischgut) je asfaltna zmes za nosilne plasti, sestavljena iz popolnoma drobljenih kamnitih zrn, obvitih z bitumenskim vezivom.

Debelinski indeks voziščne konstrukcije (D) (pavement thickness-index, Dickenindex der Fahrbahnbefestigung) je vsota zmnožkov faktorjev ekvivalentnosti (= odpornosti proti utrujanju) posameznih materialov (a_i), vgrajenih v voziščno konstrukcijo, in debelin plasti teh materialov (d_i).

Doba trajanja voziščne konstrukcije (pavement life time, Lebensdauer der Fahrbahnbefestigung) je čas načrtovane primerne uporabnosti vozne površine v pogledu varnosti, udobnosti in gospodarnosti vožnje.

Hidrološki pogoji (hydrological conditions, hydrologische Verhältnisse) so pogoji, ki opredeljujejo stanje voda v tleh v bližini ceste.

Klimatski pogoji (climatic conditions, klimatische Verhältnisse) so pogoji, ki jih opredeljujejo temperature zraka v določenem časovnem obdobju in na določenem kraju ali področju, skozi katero poteka cesta.

Merodajna prometna obremenitev ceste (design traffic loading, massgebende Verkehrsbelastung) je značilna vrednost za prometno obremenitev voziščne konstrukcije enega voznega pasu v načrtovani dobi trajanja, določena na osnovi povprečnega letnega dnevnega prometa (števila vozil) in rasti le-tega ter dodatnih vplivov: števila in širin voznih pasov, največjega vzdolžnega nagiba vozišča in morebitnih dinamičnih učinkov; pomeni vsoto števila prehodov nazivne (nominalne) osne obremenitve (82 kN).

Nosilnost (bearing capacity, Tragfähigkeit) pomeni mehansko odpornost planuma vgrajenega materiala proti (kratkotrajnim) obremenitvam.

Ohranitev (maintenance, Erhaltung) je skupni pojem za ukrepe, ki so namenjeni ohranitvi substance in uporabne vrednosti objekta.

Ojačitev (strengthening, Verstärkung) pomeni vgraditev ene ali več dodatnih plasti materiala na obstoječo konstrukcijo za izboljšanje njene nosilnosti in/ali ohranitev njene uporabnosti na primerni ravni.

Podajnost (deflection, Durchbiegung) je posedek površine pod določeno obremenitvijo kot merilo stanja (razpoložljive nosilnosti) konstrukcije v času meritve; sestoji iz elastične in plastične komponente.

Povprečni letni dnevni promet (PLDP) (average daily traffic, durchschnittlicher täglicher Verkehr) je na osnovi podatkov štetij prometa iz vrednoteno povprečno dnevno število motornih vozil, ki je v določenem letu prečilo izbrani prerez ceste.

Prometna obremenitev (traffic loading, Verkehrsbelastung) je obremenitev, izražena s številom vozil (PLDP) ali številom prehodov nazivne (nominalne) osne obremenitve (NOO 82 kN), ki bo prečilo izbrani prerez ceste v izbrani dobi trajanja.

Utrditev ceste je skupni izraz za plasti materialov, vgrajenih v voziščno konstrukcijo in v posteljico.

Vozišče (carriageway, Fahrbahn) je enakomerno neprekinjeno utrjeni del cestišča, primeren za vožnjo vozil.

4 Splošno o ojačitvah

Ojačitev obstoječe asfaltne voziščne konstrukcije je mogoče izvršiti z

- nadgradnjo,
- delno zamenjavo ali
- popolno zamenjavo.

Pri postopku nadgradnje je ena plast (preplastitev) ali več novih plasti asfaltnih zmesi (ojačitev) vgrajenih na obstoječo voziščno konstrukcijo.

Postopek delne zamenjave obsega

- nadomestitev dela poškodovane obstoječe voziščne konstrukcije (npr. zelo razpokanih, zdrobljenih ali deformabilnih plasti asfaltnih zmesi) z novimi plastmi ustreznih materialov ali
- obdelavo dela obstoječe voziščne konstrukcije na mestu vgradnje z ustreznim postopkom za obnovitev izbranih značilnosti materialov (npr. stabiliziranje nevezane zmesi zrn, remix ipd.)

Pri popolni zamenjavi je treba po odstranitvi celotne poškodovane obstoječe voziščne konstrukcije zgraditi na ponovno urejenem planumu podlage (posteljice) novo voziščno konstrukcijo. Z ustreznim postopkom pripravljene materiale obstoječe voziščne konstrukcije je mogoče ponovno uporabiti.

Izbira postopka preplastitve ali ojačitve je odvisna

- od primernosti obstoječih plasti za del nove voziščne konstrukcije,
- od vnaprej določenih omejitev (npr. omejena višina vozišča ali nosilnost objektov ipd.) ter
- od vplivov na okolje in
- od gospodarnosti.

V tej tehnični specifikaciji so obravnavane predvsem potrebne ojačitve asfaltnih voziščnih konstrukcij po postopku nadgradnje. Osnovni pogoj za njeno uporabo pa je podrobno poznavanje vseh značilnosti obstoječega stanja voziščne konstrukcije in zagotovljeni optimalni pogoji za odvodnjavanje.

Zelo deformabilne materiale v obstoječi voziščni konstrukciji je praviloma treba odstraniti. Uporabiti jih je mogoče samo, če so z ustreznim postopkom predelani ali pa nadgrajeni z dovolj stabilnimi plastmi.

Na odsekih cest, kjer je promet s težkimi tovornimi vozili upočasnen ali kanaliziran ali kjer je velik učinek horizontalnih sil prometa na vozišče (zaradi zaviranja ali pospeševanja), je treba te vplive upoštevati z izbiro ustreznih materialov za ojačitev.

Osnovni pogoj za potrebno analizo vzrokov za nastale poškodbe in odločitev o nujnosti in možnosti ustrezne ojačitve obstoječe voziščne konstrukcije je raziskava in presoja stanja celotne obstoječe voziščne konstrukcije kot tudi posameznih v njo vgrajenih materialov.

Predvsem je potrebno:

- z vizualno oceno stanja določiti jakost in obseg poškodb
- z meritvami vzdolžne in prečne ravnosti ugotoviti deformacije in enakomernost utrditve ceste
- z meritvami podajnosti obstoječe voziščne konstrukcije ugotoviti nosilnost in njeno enakomernost, v določenih primerih tudi vrednosti E-modulov vgrajenih materialov (npr.: z meritvami z deflektometrom s padajočo utežjo – FWD)

in/ali na primeren način (npr. s sondažnim izkopom)

- ugotoviti zlepljenost plasti vgrajenih asfaltnih zmesi
- preiskati uporabnost obstoječih materialov (asfaltnih zmesi, nevezanih zmesi zrn) v novi voziščni konstrukciji ali njihovo primernost za nadgraditev
- izvršiti meritve nosilnosti na planumu plasti nevezanega materiala.

5 Osnove postopkov za dimenzioniranje ojačitev

Za določitev potrebnih dimenzij plasti za ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij je treba uporabiti postopke, ki temeljijo

- na podajnosti ali izjemoma
- na stanju

obstoječe vozne površine.

Za primerjavo oziroma preveritev je mogoče uporabiti tudi analitične postopke za izvednotenje potrebne ojačitve.

Osnovni parametri pri določanju potrebnih dimenzij ojačitev so:

- značilnosti materialov v voziščni konstrukciji
- podajnost obstoječe voziščne konstrukcije
- prometna obremenitev
- doba trajanja voziščne konstrukcije
- uporabnost vozne površine na koncu dobe trajanja
- klimatski in hidrološki pogoji.

5.1 Značilnosti materialov

Pri izbiri materialov za ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij je treba upoštevati:

- kakovost materiala,
- vlogo posamezne vrste in plasti materiala v voziščni konstrukciji ter
- gospodarnost uporabe.

Kakovost materialov, načrtovanih za uporabo pri ojačitvi obstoječih asfaltnih konstrukcij, mora ustrezati zahtevam, določenim v veljavni tehnični regulativi.

Medsebojna razmerja odpornosti teh materialov proti utrujanju, ki ga pogojujejo prometne in klimatske obremenitve, t.i. količniki ekvivalentnosti materiala ali količniki zamenjave (a_i), določeni na osnovi rezultatov AASHO testa, omogočajo potrebne primerjave pri določanju vrste in dimenzij posameznih plasti za ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij kot tudi za oceno njihove še preostale sposobnosti prevzema prometnih obremenitev (t.i. preostale vrednosti debelinskega indeksa).

Povprečne (informativne) vrednosti količnikov ekvivalentnosti proizvedenih novih materialov so navedene v razpredelnici 1.

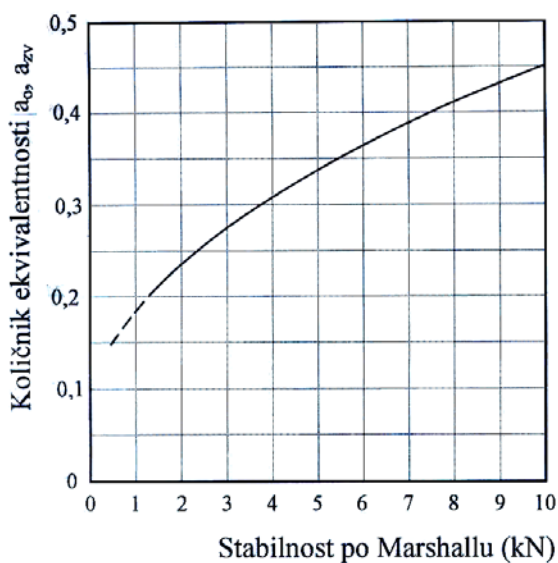
V primeru bistvenih odstopanj kakovosti proizvedenih novih materialov od povprečnih vrednosti je treba določiti ustrezne količnike ekvivalentnosti z diagramov na slikah 1 do 4.

Razpredelnica 1: Povprečne vrednosti količnikov ekvivalentnosti osnovnih cestogradbenih materialov

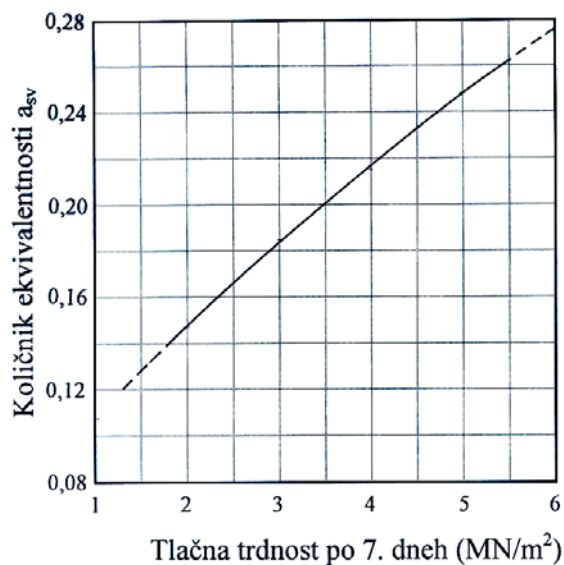
Vrsta materiala	Količnik ekvivalentnosti - a_i
- za obrabno plast:	
- bitumenski beton	$a_o = 0,42$
- drobir z bitumenskim mastiksom	$a_o = 0,42$
- za zgornjo vezano nosilno plast:	
- bituminizirani drobljenec	$a_{zv} = 0,35$
- bituminizirani prodec	$a_{zv} = 0,28$
- za spodnjo vezano nosilno plast:	
- stabilizirana zmes kamnitih zrn	
- z bitumnom	$a_{sv} = 0,24$
- s cementom	$a_{sv} = 0,20$
- za spodnjo nevezano nosilno plast:	
- drobljenec	$a_{sn} = 0,14$
- prodec	$a_{sn} = 0,11$ ¹⁾

Legenda:

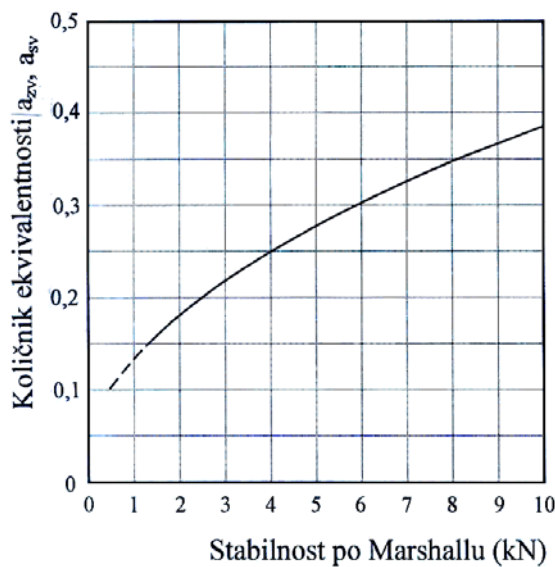
¹⁾ omejen z debelino plasti 40 cm



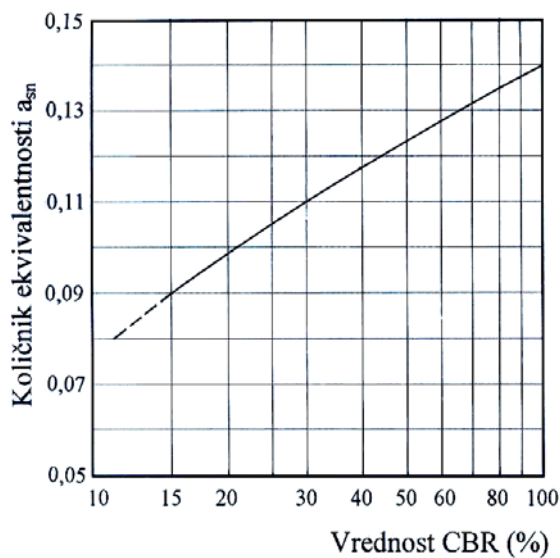
Slika 1: Količniki ekvivalentnosti za bitumenski beton a_0 in bituminizirani drobljenec a_{zv}



Slika 3: Količniki ekvivalentnosti za zmes kamnitih zrn, stabilizirano s cementom



Slika 2: Količniki ekvivalentnosti za bituminizirani prodec a_{zv} in zmes kamnitih zrn, stabilizirano z bitumnom a_{sv}



Slika 4: Količniki ekvivalentnosti za nevezano zmes kamnitih zrn (drobljenec, prodec)

Delež še preostale sposobnosti obstoječih materialov za prevzem prometnih obremenitev je na osnovi ocene trenutnega stanja asfaltne voziščne konstrukcije mogoče določiti z informativnimi količniki, navedenimi v razpredelnici 2, po enačbi:

$$D_{ob} = \sum a_j \cdot d_j \cdot u_j \quad [cm]$$

kjer pomeni:

- D_{ob} - debelinski indeks obstoječe voziščne konstrukcije
 a_i - količnik ekvivalentnosti novega materiala (razpredelnica 1)
 d_i - debelina plasti
 u_i - količnik še preostale uporabne vrednosti materiala (razpredelnica 2)

Razpredelnica 2: Informativni količniki še preostale uporabne vrednosti obstoječih plasti materialov

Klasifikacija materiala	Opis stanja asfaltne voziščne konstrukcije (vizualna ocena)	Količnik u
IV	Nevezana nosilna plast:	
	- zmes zrn prodca ($a_{sn} = 0,11$):	
	- neodporna proti heterogenemu zmrzovanju – CBR ≥ 10 %	0,5
	- odporna proti heterogenemu zmrzovanju – CBR ≥ 40 %	0,9
III	- zmes zrn drobljenca ($a_{sn} = 0,14$):	
	- neodporna proti heterogenemu zmrzovanju – CBR ≥ 10 %	0,6
	- odporna proti heterogenemu zmrzovanju – CBR ≥ 40 %	0,9
	Vezana spodnja nosilna plast:	
II	- stabilizirana s cementom ($a_{sv} = 0,20$):	
	- zelo razpokana	0,7
	- malo razpokana	0,9
	- stabilizirana s bitumnom ($a_{sv} = 0,24$):	
I	- zelo razpokana	0,6
	- malo razpokana	0,9
	Vezana zgornja nosilna plast:	
	- bituminizirani prodec ($a_{zv} = 0,28$):	
	- zelo razpokana in deformirana	0,4
	- zelo razpokana	0,5
	- zelo deformirana	0,65
	- malo razpokana in/ali deformirana	0,8
	- nepoškodovana	0,9
	- bituminizirani drobljenec ($a_{zv} = 0,35$):	
	- zelo razpokana in deformirana	0,4
	- zelo razpokana	0,5
- zelo deformirana	0,65	
- malo razpokana in/ali deformirana	0,8	
- nepoškodovana	0,9	
Obrabnozoporna plast ($a_o = 0,42$)		
- zelo razpokana, se lušči in/ali drobi	0,3	
- zelo razpokana in deformirana	0,4	
- zelo razpokana	0,5	
- zelo deformirana	0,65	
- malo razpokana in/ali deformirana	0,8	
- nepoškodovana	0,9	

Debelinski indeks obstoječe asfaltne voziščne konstrukcije D_{ob} je mogoče določiti tudi z uporabo t.i. modificiranega švicarskega indeksa (MSI), ki vključuje jakost in obseg značilnih poškodb na asfaltne vozišču (razpok, obrabe, udarnih jam in krp), po enačbi:

$$D_{ob} = D_{no} \cdot k_s \quad [cm]$$

kjer pomeni:

Razpredelnica 3: Količniki poškodovanosti obstoječega asfaltne vozišča k_s

opis	Gostota prometa		Vrednosti MSI		
	mejne vrednosti PLDP				
izredno velika	> 20000		< 2,2	2,2 do 2,8	> 2,8
zelo velika	> 10000 do 20000		< 2,3	2,3 do 2,9	> 2,9
velika	> 5000 do 10000		< 2,4	2,4 do 3,0	> 3,0
srednja	> 2000 do 5000		< 2,5	2,5 do 3,1	> 3,1
majhna	> 1000 do 2000		< 2,6	2,6 do 3,2	> 3,2
zelo majhna	< 1000		< 2,7	2,7 do 3,3	> 3,3
količnik poškodovanosti - k_s			0,7	0,7 do 0,4	0,4

5.2 Podajnost

Podajnost obstoječe asfaltne voziščne konstrukcije je praviloma treba določiti z deflektografom Lacroix po postopku, podrobno opredeljenem v TSC 06.630. Uporabiti je mogoče tudi drugačne postopke (npr. FWD ali Benkelmanovo gred), za katere je ugotovljena uporabna korelacija in so opredeljeni v ustrezni tehnični regulativi.

Meritve podajnosti morajo biti izvedene v obdobju najmanjše nosilnosti voziščnih konstrukcij (obdobje odtajevanja, tj. spomladi). V primeru, ko so meritve podajnosti izvedene izven navedenega obdobja, je treba rezultate meritev podajnosti korigirati s količnikom c , za katerega znašajo informativne vrednosti:

- $c = 1,2 \dots 1,6$ če je obrabna plast nerazpokana, v ustrezno dimenzionirano nevezano nosilno plast pa vgrajena zmes kamnitih zrn, ki je malo do srednje občutljiva na zmrzovanje (F2)
- $c = 1,6 \dots 2,0$ če je obrabna plast na vozišču razpokana, v nevezano nosilno plast pa vgrajena zmes kamnitih zrn, ki je srednje občutljiva na zmrzovanje

D_{no} - debelinski indeks nove voziščne konstrukcije (ob izgradnji, določen po TSC 06.520)

k_s - količnik poškodovanosti

Količniki poškodovanosti k_s so opredeljeni v odvisnosti od vrednosti MSI in gostote prometa na državnih cestah v razpredelnici 3.

Pri izbiri vrednosti korekturnega količnika c je treba upoštevati tudi klimatske in hidrološke pogoje.

Če je obrabna plast na vozišču zelo razpokana in klimatski ter hidrološki pogoji neugodni, je treba vrednost korekturnega količnika c določiti z meritvami.

Meritve podajnosti ne smejo biti izvedene, če je katerakoli plast v obstoječi voziščni konstrukciji zmrznjena ali če je temperatura obrabne plasti višja od 25 °C.

Homogeni odseki podajnosti obstoječe voziščne konstrukcije morajo biti določeni na osnovi pogoja, da znaša količnik variacije

$$k_v = \frac{s}{d} < 0,35$$

kjer je:

$$- \text{standardni odklon } s = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{n-1}} \quad (\text{mm}/100)$$

$$- \text{povprečna podajnost } \bar{d} = \frac{\sum d_i}{n} \quad (\text{mm}/100)$$

Merodajno vrednost podajnosti obstoječe voziščne konstrukcije d_m je treba določiti po enačbi

$$d_m = c \cdot (\bar{d} + k_{pr} \cdot s) \quad (\text{mm}/100)$$

kjer pomeni:

k_{pr} – količnik vpliva prometne obremenitve, ki znaša za ceste

- s težkim prometom $k_{pr} = 2,0$
- s srednjim prometom $k_{pr} = 1,6$
- z lahkim prometom $k_{pr} = 1,3$

5.3 Prometna obremenitev

Merodajno prometno obremenitev za določitev potrebne ojačitve obstoječe voziščne konstrukcije za načrtovano dobo trajanja n let T_n je treba določiti po TSC 06.511.

Razvrstitev povprečnih dnevni in merodajni (skupni) prometnih obremenitev v dobi trajanja (20 let) v značilne skupine je prikazana v razpredelnici 4.

Razpredelnica 4: Razvrstitev prometnih obremenitev v skupine

Skupina prometne obremenitve	Število prehodov nominalne osne obremenitve 82 kN	
	na dan	v 20. letih
- izredno težka	nad 3000	nad 2×10^7
- zelo težka	nad 800 do 3000	nad 6×10^6 do 2×10^7
- težka	nad 300 do 800	nad 2×10^6 do 6×10^6
- srednja	nad 80 do 300	nad 6×10^5 do 2×10^6
- lahka	nad 30 do 80	nad 2×10^5 do 6×10^5
- zelo lahka	do 30	do 2×10^5

5.4 Uporabnost vozne površine

Uporabnost vozne površine je kot ciljna vrednost določena z indeksom vozne sposobnosti p , ki znaša

- za nova, idealno ravna asfaltna vozišča $p = 5,0$,
- za popolnoma dotrajana (porušena) vozišča, po katerih promet ni več mogoč, $p = 0$.

Kot merodajna mejna vrednost indeksa vozne sposobnosti na koncu dobe trajanja voziščne konstrukcije je sprejeta vrednost $p_k = 2,0$, ki pomeni sicer še uporabno, vendar skrajno mejno uporabnost vozne površine.

5.5 Klimatski in hidrološki pogoji

Merodajne vplive klimatskih in hidroloških pogojev za določitev mejnih debelin voziščnih konstrukcij je treba določiti na osnovi analize pogojev in smernic za zaščito, ki so podrobno opredeljene v TSC 06.512.

6 Vrste postopkov in dimenzioniranje ojačitev

Za določitev ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij je treba uporabiti predvsem postopke, ki so zasnovani

- na rezultatih meritev podajnosti in
- na vizualni oceni stanja.

Analični postopki so namenjeni predvsem ojačitvam v posebnih pogojih.

6.1 Določitev na osnovi podajnosti

Celotno potrebno debelino ojačitve obstoječe asfaltno voziščne konstrukcije h_{oj} je treba določiti na osnovi

- iz vrednotene merodajne podajnosti obstoječe voziščne konstrukcije d_m ,
- opredeljene mejne vrednosti podajnosti v odvisnosti od prometne obremenitve d_{do} in
- načrtovane prometne obremenitve T_n ,

bodisi

- na osnovi ustreznega diagrama ali
- z numeričnim postopkom.

6.1.1 Določitev na osnovi diagrama

Na osnovi pri AASHO testu ugotovljene medsebojne odvisnosti

- kakovosti značilnih materialov, vgrajenih v voziščne konstrukcije,
- prometnih obremenitev in
- podajnosti voziščnih konstrukcij, merjene z Benkelmanovo gredjo,

je prirejen diagram za določitev potrebne debeline ojačitve obstoječe asfaltne voziščne konstrukcije na osnovi merodajnih vrednosti podajnosti, izvrednotenih na osnovi rezultatov meritev podajnosti z deflektografom Lacroix (slika 5).

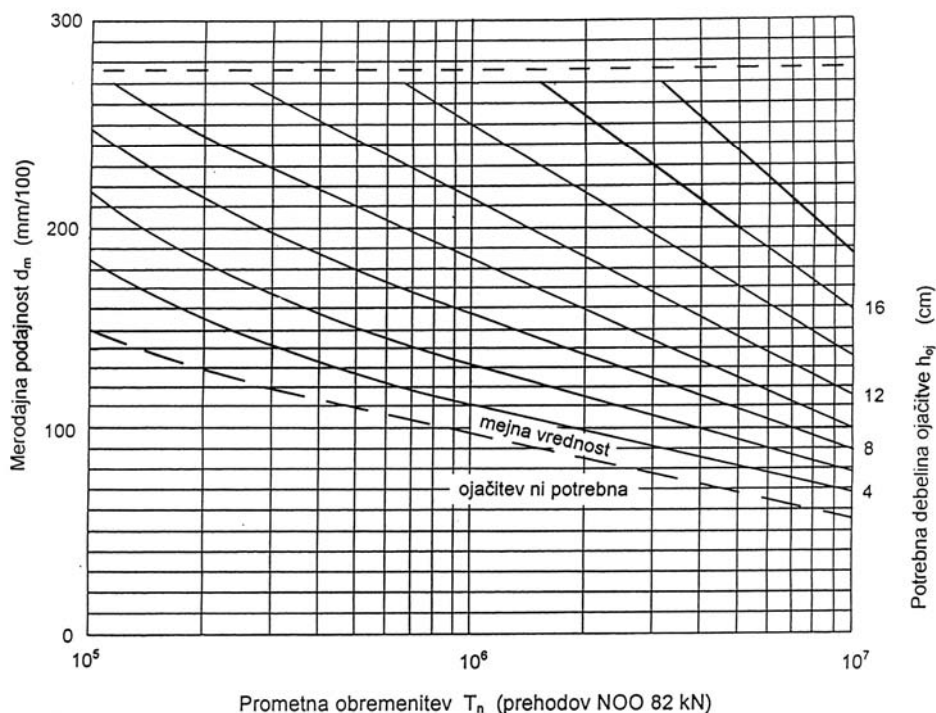
Potrebni debelinski indeks plasti ojačitve D_{oj} je treba določiti po enačbi

$$D_{oj} = 0,42 \cdot h_{oj} = a_o \cdot h_o + a_{zv} \cdot h_{zv}$$

kjer pomeni:

- a_o - količnik ekvivalentnosti asfaltne zmesi za obrabno plast (po razpredelnici 1)
- h_o - debelina obrabne plasti asfaltne zmesi
- a_{zv} - količnik ekvivalentnosti asfaltne zmesi za zgornjo vezano nosilno plast
- h_{zv} - debelina zgornje vezane nosilne plasti asfaltne zmesi

Slika 5: Diagram za določitev potrebne debeline ojačitve obstoječe asfaltne voziščne konstrukcije h_{od}



Na osnovi tega diagrama je mogoče določiti potrebno ojačitev samo za tiste asfaltne voziščne konstrukcije, ki imajo v nevezani nosilni plasti vgrajeno zmes kamnitih zrn, odporno proti zmrzovanju.

Kot mejna vrednost je na diagramu označena vrednost podajnosti ojačene asfaltne voziščne konstrukcije v času najmanjše nosilnosti.

Najmanjša debelina plasti za ojačitev je 4 cm.

Kot potrebna debelina ojačitve h_{oj} je označena povprečna vrednost, ki pa na nobenem mestu ne sme biti manjša za več kot 20 %.

6.1.2 Numerična določitev

V primeru, ko je merodajna podajnost d_m pod kolesno obremenitvijo 50 kN manjša od 2,5 mm, se logaritem vrednosti podajnosti spreminja proporcionalno z debelino ojačitve. Zato je mogoče določiti potrebno ojačitev asfaltne voziščne konstrukcije po enačbi:

$$h_{oj} = 50 \cdot \frac{\log d_m}{\log d_{do}}$$

kjer pomeni:

- d_m – merodajna vrednost podajnosti obstoječe voziščne konstrukcije,
 d_{do} – dovoljena podajnost, ki je v odvisnosti od skupine prometne obremenitve in načrtovane dobe trajanja opredeljena v razpredelnici 5.

Numerična določitev potrebne ojačitve asfaltne voziščne konstrukcije je primerna predvsem za informativno preveritev debeline, določene na osnovi merodajne podajnosti.

6.2 Določitev na osnovi ocene stanja

Potrebno debelino ojačitve obstoječe asfaltne voziščne konstrukcije na osnovi ocene stanja je mogoče določiti z upoštevanjem

- potrebne voziščne konstrukcije (D_{po}) in uporabnosti obstoječe voziščne konstrukcije (D_{ob}) ali
- načrtovanih prometnih obremenitev (T_{po}) in že prevzete prometne obremenitve (T_{ob}).

Razpredelnica 5: Mejne vrednosti podajnosti asfaltne voziščne konstrukcije d_{do}

Skupina prometne obremenitve	Načrtovana doba trajanja			
	5 let	10 let	15 let	20 let
	Dovoljena podajnost d_{do} (mm)			
izredno težka	0,8	0,7	0,6	0,5
zelo težka	0,9	0,8	0,75	0,7
težka	1,2	1,0	0,9	0,8
srednja	1,5	1,2	1,1	1,0
lahka	1,7	1,4	1,2	1,1
zelo lahka	1,8	1,6	1,4	1,2

6.2.1 Stanje voziščne konstrukcije

Preostalo sposobnost obstoječe voziščne konstrukcije za prevzem prometnih obremenitev je treba opredeliti z debelinskim indeksom D_{ob} , kot je navedeno v tč. 5.1.

Potrebno debelino voziščne konstrukcije za prevzem v prihodnje načrtovane prometne obremenitve, opredeljeno z debelinskim indeksom D_{po} , je treba določiti po postopku za novogradnje (po TSC 06.520). Pri tem je treba upoštevati nosilnost obstoječe voziščne konstrukcije = podlage z vrednostjo CBR =15%.

Potrebni debelinski indeks ojačitve znaša

$$D_{oj1} = D_{po} - D_{ob} \quad (\text{cm})$$

V primeru, ko debelina nevezane nosilne plasti ustrezne zmesi kamnitih zrn v obstoječi voziščni konstrukciji h_{snob} glede na nosilnost podlage ne ustreza povečani prometni obremenitvi T_{po} , je treba potrebno večjo debelino nevezane nosilne plasti h_{snpo} upoštevati z dodatnim debelinskim indeksom

$$D_{oj2} = 0,11 \cdot (h_{snpo} - h_{snob}) \quad (\text{cm})$$

Za celotni potrebni debelinski indeks

$$D_{oj} = D_{oj1} + D_{oj2} \quad (\text{cm})$$

je treba določiti debelino dodatne krovne plasti za ojačitev obstoječe asfaltne voziščne konstrukcije po enačbi

$$D_{oj} = a_o \cdot h_o + a_{zv} \cdot h_{zv}$$

6.2.2 Stanje prometnih obremenitev

Postopek določitve potrebne ojačitve obstoječe asfaltne voziščne konstrukcije na osnovi prometnih obremenitev je primeren samo, ko na vozni površini še niso zaznavne utrujenostne poškodbe vgrajenih materialov.

Ker je obstoječa asfaltna voziščna konstrukcija od načrtovane prometne obremenitve T_n že prevzela del T_{n1} , je sposobna prevzeti še preostali del, tj.

$$T_{n2} = T_n - T_{n1}$$

To sposobnost voziščne konstrukcije je smiselno mogoče ovrednotiti z ustreznim debelinskim indeksom D_{ob} (po TSC 06.520).

Nadaljnji postopek določitve debeline ojačitve obstoječe asfaltne voziščne konstrukcije je enak opisanemu pod tč. 6.2.1.

6.3 Analitični postopek določitve

Poleg postopkov za določitev potrebne ojačitve asfaltnih voziščnih konstrukcij na osnovi njihove podajnosti in ocene njihovega stanja je mogoče uporabiti tudi analitične postopke, ki temeljijo na računalniških programih.

Osnovni potrebni podatki za analitični postopek izvedenja načrtovane ojačitve so:

- značilnosti obstoječe voziščne konstrukcije:
 - debeline plasti
 - moduli elastičnosti materialov
 - nosilnost podlage

- predvidena prometna obremenitev v načrtovani dobi trajanja
- uporabnost ceste na koncu načrtovane dobe trajanja, ob upoštevanju lokalnih razmer.

Analitični postopki določitve potrebne ojačitve so primerni predvsem za preveritev nastopajočih napetosti zaradi upogibnateznih obremenitev ojačene asfaltne voziščne konstrukcije.

7 Preveritev vpliva zmrzovanja

Za ojačeno asfaltno voziščno konstrukcijo je treba preveriti tudi vpliv zmrzovanja in odtajevanja.

Glede na odpornost obstoječe voziščne konstrukcije in podlage pod njo ter za ojačitev vgrajenega materiala in glede na hidrološke pogoje so določene najmanjše potrebne debeline voziščnih konstrukcij h_{min} (razpredelnica 6).

Razpredelnica 6: Najmanjše potrebne debeline ojačenih asfaltnih voziščnih konstrukcij h_{min}

Odpornost materiala pod voziščno konstrukcijo proti učinkom zmrzovanja in odtajevanja	Hidrološki pogoji	Debelina voziščne konstrukcije h_{min}
odporen	ugodni neugodni	$\geq 0,6 h_m^*$ $\geq 0,7 h_m$
neodporen	ugodni neugodni	$\geq 0,7 h_m$ $\geq 0,8 h_m$

* h_m – globina prodiranja mraza

V primeru, da je skupna debelina proti zmrzovanju odpornih materialov v ojačeni asfaltni voziščni konstrukciji manjša od – po razpredelnici 6 – določene najmanjše potrebne debeline h_{min} , je treba debelino ojačitve ustrezno povečati. V primeru, da bi bila ojačitev z dodano debelejšo krovno plastjo asfaltnih zmesi negospodarna, je treba vgraditi na obsto-

ječo voziščno konstrukcijo kot prvo nevezano nosilno plast zmesi drobljenih kamnitih zrn, nad njo pa – glede na potrebni debelinski indeks ojačitve – še ustrezno krovno plast (tkim. sendvič). Minimalna debelina takšne nevezane nosilne plasti zmesi drobljenih kamnitih zrn mora znašati 10 cm.

Ljubljana, april 2003