



1 NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI O ELABORATU

elaborat : **DIMENZIONIRANJE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE**

naročnik: **Občina Brežice**
Cesta prvih borcev 18
8250 Brežice

investitor: **Občina Brežice**
Cesta prvih borcev 18
8250 Brežice

objekt: **IZGRADNJA PLOČNIKA IN SANACIJA CESTE**
LC024651 ČEZ ČRNC med R1-220/1334 in železniško
progo Ljubljana - Zagreb

vrsta projektne dokumentacije: **PZI (projekt za izvedbo)**

za gradnjo: **vzdrževalna dela v javno korist**

projektant:

mprojekt

PROJEKTIRANJE, NADZOR, SVETOVANJE
Matjaž Avšič s.p.
Krška vas 7D, 8262 Krška vas

direktor:
Matjaž Avšič, dipl.inž.gr.

Odgovorni projektant:
MATJAŽ AVŠIČ, dipl.inž.gr.
IZS-G-2113

Osebni žig :

podpis:



Odgovorni vodja projekta:

Številka projekta: **24 / 13**

številka izvoda:

Brežice, julij 2013



2 DIMENZIONIRANJE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE



DIMENZIONIRANJE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE

narejene za objekt :

IZGRADNJA PLOČNIKA IN SANACIJA CESTE LC024651 ČEZ ČRNC med R1-220/1334 in železniško progo Ljubljana - Zagreb

narejene v skladu z zahtevami:

- 1 Zakon o javnih cestah (Uradni list RS, št. 33/06 – uradno prečiščeno besedilo, 45/08, 57/08 – ZLDUVCP, 42/09, 109/09)
- 2 Zakon o varnosti cestnega prometa (Uradni list RS, št. 56/08 – uradno prečiščeno besedilo, 57/08 – ZLDUVCP, 58/09)
- 3 Uredba o mejnih vrednostih kazalcih hrupa v okolju (Ur. l. RS, št. 105/2005, 34/2008, 109/2009)
- 4 Uredba o kategorizaciji državnih cest (Ur. l. RS, št. 33/1998, 48/1999, 102/1999, 69/2000, 79/2000, 97/2000, 62/2001, 82/2001, 52/2002, 95/2002, 18/2003, 119/2003, 131/2004 Odl.US: U-I-96/02-20, 86/2005, 118/2005, 71/2006, 98/2006, 116/2007, 23/2009)
- 5 Pravilnik o projektiranju cest (Ur. l. RS, št. 91/2005, 26/2006)
- 6 Pravilnik o projektni dokumentaciji (Ur. l. RS, št. 55/2008)
- 7 Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah (Ur. l. RS, št. 46/2000, 110/2006, 49/2008, 64/2008, (65/2008 popr.))
- 8 Tehnični normativi za projektiranje in opremo mestnih prometnih površin
- 9 TSC 08.512: 2005 Varstvo cest – Izvajanje prekopov na vozni površini
- 10 TSC 07.113 Objekti na javnih cestah – Napeljave
- 11 TSC 06.511: 2009 Prometne obremenitve – Določitev in razvrstitev
- 12 TSC 06.520: 2009 Projektiranje – Dimenzioniranje novih asfaltnih voziščnih konstrukcij
- 13 TSC 06.541: 2009 Projektiranje – Dimenzioniranje ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij
- 14 TSC 06.512: 2003 Projektiranje – Klimatski in hidrološki pogoji
- 15 TSC 06.200: 2003 Nevezane nosilne in obrabne plasti
- 16 TSC 06.100: 2003 Kamnita posteljica in povozni plato
- 17 TSC 06.720: 2003 Meritve in preiskave – Deformacijski moduli vgrajenih materialov

Številka projekta: **24 / 13**



DOLOČITEV DIMENZIJ VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE (DIMENZIONIRANJE ZGORNJEGA USTROJA)

1. PODATKI

1.1 Cesta

- kategorija ceste: LC 024651
- dva vozna pasova, širina: 2 X 2.50 m
- največji vzdolžni nagib: $s_{maks} = 4.350 \%$
- načrtovana doba trajanja: 20 let

1.2 Podlaga

- Izračuni CBR

Vrednost CBR (California Bearing Ratio, CBR-Wert) je značilna vrednost deformabilnosti materiala pri posedanju pritisnega bata, določena na osnovi obremenitve, ki povzroči vnaprej določen posedek. V našem primeru smo vrednosti za CBR ocenili iz dobljenih vrednosti EVD. Glede na dobljene rezultate meritev nosilnosti tal (EVD) smo ovrednotili Ev2 in ocenili količnik CBR ([2-3]), ki ju podajamo v spodnji tabeli.

TABELA 4. Izmerjene vrednosti meritev nosilnosti tal (EVD) ter ocenjene vrednosti Ev2 in CBR

Oznaka lokacije	Kota merjenja (m)	E _{vd} (MPa)	E _{v2} (MPa)	Ocenjen CBR (%)
J-1	-0,90	27,44	54,88	7 %
J-2	-0,85	35,90	71,79	> 7 %

- hidrološki pogoji:

Na lokaciji kjer je predvidena rekonstrukcija ceste in izgradnja pločnika smo ocenili sledeče pogoje. Na podlagi tabele po Domenico in Schwartz ([4]), ki razvrščata tla na podlagi količnika vodoprepustnosti, spodaj podajamo zgolj ocenjene propustnosti podlage za:

- Zapeščen do zameljen prod (GS-GM) ki znaša okoli $3 \cdot 10^{-5}$ do $3 \cdot 10^{-2}$ m/s, kar pomeni, da so tla srednje do dobro prepustna.

Po tehnični regulativi TSC 06.512/2003 DRCS je za dimenzioniranja voziščnih konstrukcij upoštevana vrednost globine zmrzovanja. Na obravnavanem območju je globina zmrzovanja $h_m = 75$ cm. Hidrološke pogoje upoštevamo kot ugodne, zemljine pod voziščno konstrukcijo pa so dobro do srednje odporne proti učinku zamrzovanja (GM-GS).

- klimatski pogoji

$$h_{min} \geq 0,7 \cdot h_m = 0,7 \cdot 75 \text{ cm} = 52,50 \text{ cm}$$

Na podlagi geološko-geomehanske sestave in hidroloških lastnosti tal, lahko zaključim, da je material pod voziščno konstrukcijo zmrzlinso neodporen.



1.3 Promet (začetni)

PLDP = 2500 voz./dan

Tip vozila	Struktura	Število
osebna vozila	90 %	2247
avtobusi	0 %	3
lahka tovorna vozila	8 %	200
težka tovorna vozila	2 %	50
težka tovorna vozila s prikolico	0 %	0
SKUPAJ:	100 %	2500

- letni porast: 3 %

1.4 Materiali za voziščno konstrukcijo

Material	Faktor ekvivalentnosti materiala a_i
bitumenski beton	$a = 0,42$
bituminizirani drobljenec	$a = 0,35$
s cementom stabilizirani drobljenec	$a = 0,20$
drobljenec	$a = 0,14$



2 Določitev

2.1 Posteljica

Minimalna nosilnost na planumu posteljice: $\text{CBR} = 7 \%$, $E_{v2} = 45,00 \text{ MN/m}^2$

2.2 Prometna obremenitev

Ugotovljeni začetni PLDP pomeni naslednjo prometno obremenitev na dan (T_d):

Vrsta vozila	Število vozil	Faktor ekvivalentnosti FEV (tabela 6)	Število (T_d) prehodov NOO (nominalne osne obremenitve)
osebno vozilo	2247	0,00003	0,0674
Avtobus	3	0,85	2,55
lahko tovorno vozilo	200	0,005	1,00
težko tovorno vozilo	50	1,00	50
težko tovorno vozilo s prikolico	0	1,25	0,00
Skupaj:	500		53,61

Določitev faktorjev:

Dodatne dinamične obremenitve (povprečni pogoji vožnje): $f_d = 1,08$

Razdelitev prometne obremenitve: $f_{pp} = 0,50$

Širina prometnega pasu: $f_{sp} = 2,00$

Vzdolžni nagib nivelete: $f_{nn} = 1,05$

Trajanje voz. konstr. in povečanje prometa: $f_{tp} = 28$

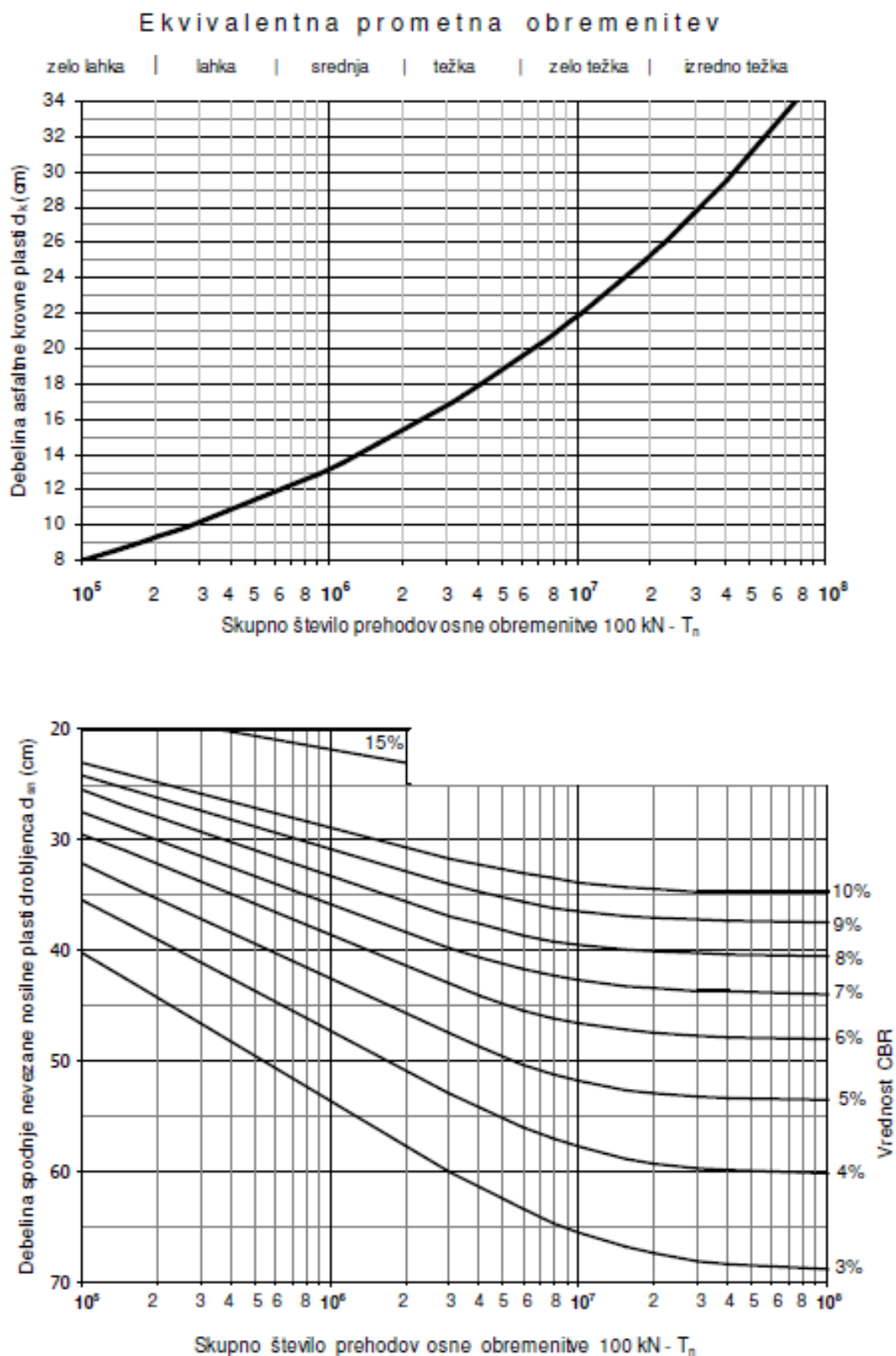
V načrtovani dobi bo znašala prometna obremenitev:

$$T_n = 365 \times T_d \times f_{pp} \times f_{sp} \times f_{nn} \times f_d \times f_{tp}$$

$$T_{20} = 6,2 \times 10^5$$

2.3 Voziščna konstrukcija

Za prevzem predvidenih prometnih obremenitev v načrtovani dobi trajanja je potrebna voziščna konstrukcija z naslednjimi debelinskimi indeksi (na podlagi uporabe spodnjega diagrama):

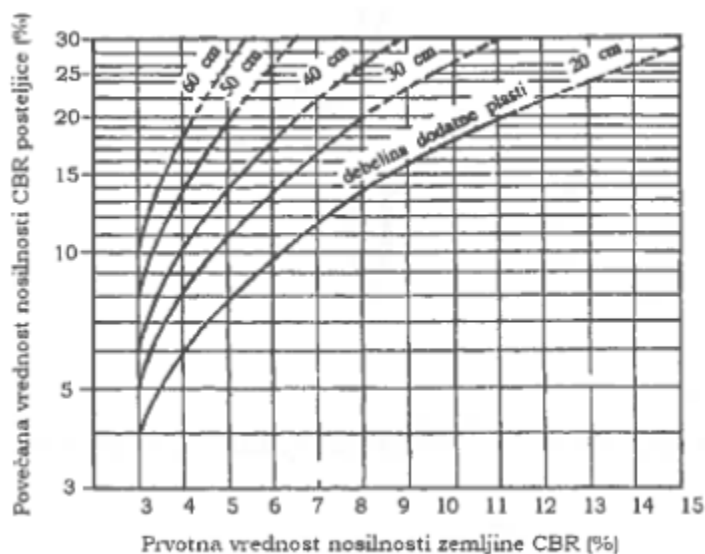


Slika 9: Diagram za določitev dimenzij osnovnih plasti novih asfaltnih voziščnih konstrukcij

Kontrola nosilnosti posteljice:

Premalo nosilno podlago iz nevezanega materiala je mogoče izboljšati z vgraditvijo dodatne plasti primerne materiala, npr. naravnega ali drobljenega kamnitega materiala. Potrebno debelino plasti takšnega materiala za povečanje prvotne vrednosti nosilnosti CBR na izbrano večjo vrednost CBR je – pri zemljinah v podlagi – mogoče določiti s pomočjo diagrama 3:

Diagram 3: povečana vrednost nosilnosti CBR posteljice



Prvotno vrednost nosilnosti zemljine CBR 7% je potrebno poboljšati z dodatnim slojem kamnite grede v debelini 30 cm, da zagotovimo CBR planum kamnite grede Ev2 ≥ 80 MPa (CBR ≥ 15 %). Potrebna debelina $d_{\text{potr}}=30$ cm, CBR=15%

Določitev debelin plasti zgornjega ustroja:

$$D_p = a_{rk} \times d_k + a_{rn} \times d_{sn}$$

$$D_p = 0,38 \times 12 \text{ cm} + 0,14 \times 21 \text{ cm} = 7,50 \text{ cm}$$

Vrsta materiala/ plasti	Debelina plasti [cm]	Količnik ekvivalentnosti	Debelinski indeks (D) [cm]
asfaltna krovna plast	$d_k = 12 \text{ cm}$	$a_{rk} = 0,38$	$D_k = 4,56 \text{ cm}$
nevezana nosilna plast	$d_{sn} = 21 \text{ cm}$	$a_{rn} = 0,14$	$D_s = 2,94 \text{ cm}$
Skupaj	$h = 33 \text{ cm}$		$D_p = 7,50 \text{ cm}$



Vrsta plasti/materiala	Debelina plasti (d_i) [cm]	Faktor ekvivalentnosti materiala (a_i)	Debelinski indeks ($a_i \times d_i$) [cm]
Obrabno zaporna plast: AC 11 surf B50/70 A3	$d_1 = 4$ cm	$a_0 = 0,42$	1,68 cm
Vezana zgornja nosilna plast: AC 22 base B50/70 A3	$d_2 = 9$ cm	$a_{zv} = 0,35$	3,15 cm
s cementom stabilizirana zmes zrn:	$d_3 = 0$ cm	$a_{sv} = 0,20$	0,00 cm
Spodnja nevezana nosilna plast: TD 0/32 mm	$d_4 = 20$ cm	$a_{sn} = 0,14$	2,80 cm
Skupaj:	$d = 38$ cm		$D_i = 7,63$ cm

Kontrola: $D_i > D_p$; 7,63 cm > 7,50 cm

Dokaz zadostnega debelinskega indeksa za **izbrano** voziščno konstrukcijo

Kontrola zmrzlinke odpornosti:

Glede na neprimerno odpornost materiala v posteljici (torej pod voziščno konstrukcijo) proti učinkom mraza in glede na ugodne hidrološke pogoje na območju trase načrtovane ceste lahko preverimo minimalno potrebno debelino voziščne konstrukcije:

$$h_{min} \geq 0,7 \times h_m$$

$$h_{min} \geq 0,7 \times 0,75 \geq 52,50 \text{ cm}$$

Določitev voziščne konstrukcije po kriteriju zmrzlinke odpornosti:

Vrsta plasti/materiala	Debelina plasti (d_i) [cm]
Obrabno zaporna plast: AC 11 surf B50/70 A3	4 cm
Vezana zgornja nosilna plast: AC 22 base B50/70 A3	9 cm
s cementom stabilizirana zmes zrn	0 cm
Spodnja nevezana nosilna plast: TD 0/32 mm	20 cm
Kamnita posteljica $D_{max}=60$ mm	30 cm
Skupaj:	63 cm



Ustrezna voziščna konstrukcija je zgrajena iz naslednjih plasti materialov:

Vrsta plasti/materiala	Debelina plasti (d_i) [cm]
Obrabno zaporna plast: AC 11 surf B50/70 A3	4 cm
Vezana zgornja nosilna plast: AC 22 base B50/70 A3	9 cm
s cementom stabilizirana zmes zrn	0 cm
Spodnja nevezana nosilna plast: TD 0/32 mm	20 cm
Kamnita posteljica $D_{\max}=60$ mm	30 cm
Skupaj:	63 cm



2.4 Dimenzioniranje konstrukcije pločnika in vozišča

Zagotovijo se naslednje nosilnosti:

planum temeljnih tal vsaj $Ev2 \geq 45$ MPa (CBR 7 =%)

planum kamnite grede $Ev2 \geq 80$ MPa (CBR ≥ 15 %), zgoščenost 98 %

planum tampona $Ev2 \geq 100$ MPa, $Ev2 / Ev1 \leq 2,2$, zgoščenost ≥ 98 %

V kolikor se na planumu raščenih tal pri izvedbi ne doseže predvidene nosilnosti CBR = 7 %, se debelina kamnite posteljice ustrezno poveča. Na planumu raščenih tal, planumu KG in tampona so ob izvedbi obvezne meritve nosilnosti.

Pločnik

Na predvideni trasi pločnika je predvidena odstranitev humusa, ter izkop raščenega terena do globine 60 cm. Glede na globino prodiranja mraza 75 cm in $h_{min} \geq 52,50$ cm se predvidi konstrukcija pločnika, ki bo izveden s kamnito gredo (KG 60) izvedena na planum temeljnih tal debeline 30 cm. Nad kamninsko posteljico se izvede valjani tampon (nevezna plast-tamponski drobljenec TD 32) debeline 20 cm. Krovna plast pločnika se izvede z bitumenskim betonom AC 8 surf B70/100 A5 v debelini 5 cm.

Del konstrukcije pločnika	Oznaka	Debelina sloja
Bitumenski beton B70/100 A5	AC 8 surf	5 cm
Tamponski drobljenec	TD 32	20 cm
Kamnita greda – zmrzljivo odporen material	KG 60	30 cm
Skupaj		55 cm

Del pločnikov bo zaključenih ob AB podpornih zidovih. Preostali del bo zaključen s spušenimi oziroma poglobljenimi vrtnimi robniki dim. 8/20/100 cm, ki bodo položeni na betonski temelj po detajlu.

Vozišče

Obstoječa voziščna konstrukcija bo odstranjen v celoti. Nova konstrukcija se izvede na kamnito gredo (KG 60) debeline 30 cm. Nad kamninsko posteljico se izvede valjani tampon (nevezna plast-tamponski drobljenec TD 32) debeline 20 cm. Krovna plast vozišča se izvede z zgornjo nosilno plastjo bituminizirani drobljenec AC 22 base B50/70 A3 debeline 9 cm in obrabno zaporno plastjo bitumenski beton AC 11 surf B50/70 A3 debeline 4 cm.

Del voziščne konstrukcije	Oznaka	Debelina sloja
Bitumenski beton B50/70 A3	AC 11 surf	4 cm
Bituminizirani drobljenec B50/70 A3	AC 22 base	9 cm
Tamponski drobljenec	TD 32	20 cm
Kamnita greda – zmrzljivo odporen material	KG 60	30 cm
Skupaj		63 cm

Viški izkopnega materiala se odpeljejo na ustrezno deponijo. Viške materialov ni dovoljeno nekontrolirano odlagati na teren in zasipavati poplavnega območja vodotokov.

V zmesi zrn kamnite posteljice in voziščne konstrukcije ne sme biti škodljivih primesi humusnih ali drugih organskih snovi.