

# ceste i mostovi

GLASILO HRVATSKOG DRUŠTVA ZA CESTE - VIA VITA



## NOVI PUTNIČKI TERMINAL ZRAČNE LUKE ZAGREB

CIM god. 54. br.5 (str. 1-104), Zagreb, rujan/listopad 2008.  
UDK 625.7:624.2/8 › CODEN CSMVB2 › ISSN 0411-6380





HRVATSKE  
CESTE d.o.o.

za upravljanje, gradjenje i  
održavanje državnih cesta  
Voncina 3  
10000 Zagreb  
Hrvatska



- Prostorna, prometna, tehnička i ekonomska istraživanja i analize
- Programiranje i planiranje razvika javnih cesta, ukupno projektiranje za državne ceste
- Projektiranje sa istražnim radovima te izrada stručne podloge za lokacijsku dozvolu za autoceste
- Gradjenje državnih cesta
- Održavanje državnih cesta
- Upravljanje državnim cestama
- Organiziranje financiranja i financiranje gradnje državnih cesta
- Provedba mjera za zaštitu cesta i sigurnost prometa
- Zaštita okoliša od utjecaja prometa na državnim cestama
- Praćenje prometnog opterećenja i prometnih tokova na javnim cestama
- Vođenje jedinstvene banke podataka o javnim cestama

# ceste i mostovi

GLASILO HRVATSKOG DRUŠTVA ZA CESTE - VIA VITA

CIH god. 54, br. 5/2008.

## ceste i mostovi

ROADS AND BRIDGES

IZDAVAČ / PUBLISHER

HRVATSKO DRUŠTVO ZA CESTE - VIA VITA  
Zagreb, Voncina 3

PREDSEDNIK / PRESIDENT

Željko Vivoda

tel. 01/47 22 605 fax 01/47 22 607

E - mail: cim@hdc - via - vita.hr

ceste - i - mostovi@g.hnet.hr

www.hdc - via - vita.hr

MB 3280004

IZDAVAČKI SAVJET / PUBLISHER BOARD

Predsjednik / Publishing Director

Aleksa Ladavac

Članovi / Members

Mate Jurišić, Zdravko Dupljančić, Frane Vekljan,

Josip Sapunar, Ivan Banjad, Đuro Podvezanec,

Luka Miličić, Mate Salaj

UREDNIŠTVO / EDITORS

Urednički odbor / Editorial Board

Glavni i odgovorni urednik / Editor-in-Chief

Miroslav Keller

Izvršni urednik / Executive Editor

Bruno Profaca

Grafički urednik / Layout Editor

Dragutin Novak

Članovi uredničkog odbora / Members of Editorial Board

Mario Crnjak (prostorno i prometno planiranje),

Mario Erežalj (projektiranje), Goran Puž (gradjenje), Baldo

Bakalić (održavanje), Marija Glad (zimska služba), Željko

Schwabe (cestovni kolnici i asfaltna tehnologije),

Zlatko Šavor (cestovni objekti), Stanišavlje Pavlin

(aerodromi), Mladen Gledac (promet), Vladimir Golenić

(informacijski sustavi i ITS), Branimir Palković (tehnička re-

gulativa), Bojan Vivoda (zaštita okoliša), Gordana Mijlković

(ekonomske analize), Miroslav Martinović (legislative),

Edvard Kušen (hrvatska cestovna baština i estetika cesta)

PREPLATA

Pojedinci: 260 kn, poduzeta: 1.200 kn (nije uračunat PDV)

Za inozemstvo: pojedinci: 90 eura, tvrtke: 175 eura

OGLAŠAVANJE

Unutarnja crno-bijela: 1/2 stranice 1.500 kn,

1/1 stranica 2.500 kn Unutarnja u boji: 1/1 stranica

3.000 kn, unutarnja obojna (b) 1/1 stranica 3.750 kn,

zadnja obojna (b) 1/1 stranica 5.500 kn,

Za inozemstvo: unutarnja 1/1 stranica 800 eura,

unutarnja 1/2 stranice 500 eura, 1/4 stranice 300 eura

ŽIRO RAČUN: ZABA 2360000 - 1101356175

GRAFIČKO OBLIKOVANJE I PRIPREMA ZA TISAK

N DESIGN, Bjelovar

TISAK

Vjesnik d.d. Zagreb

NAKLADA

1.400 primjeraka



NASLOVNICA NOVI PUTNIČKI TERMINAL ZAGREBE LUKRE ZAGREB  
COVER: NEW PASSENGER TERMINAL AT THE ZAGREB AIRPORT



# ceste i mostovi

## SADRŽAJ - CONTENTS

5

UVODNIK -  
EDITORIAL

**mr.sc. Miroslav Keller, dipl. ing. građ., glavni i odgovorni urednik**  
SVIM NAŠIM ČITATELJIMA I KOLEGAMA GRAĐEVINARIMA  
ŽELIM ČESTIT BOŽIĆ I SRETNU I USPIješNU 2009. GODINU  
A MERRY CHRISTMAS AND A HAPPY NEW YEAR 2009 TO  
ALL OUR READERS AND CIVIL ENGINEERING COLLEAGUES

6

STRUČNI I ZNANSTVENI ČLANCI -  
TECHNICAL AND RESEARCH PAPERS

6

**Branko Balen, dipl.ing.građ.**

TUNELI NA AUTOCESTI A6 RIJEKA - BOSILJEVO  
TUNNELS IN THE A6 RIJEKA-BOSILJEVO MOTORWAY

14

**Branko Balen, dipl.ing.građ.**

PRIMJENA TEHNOLOGIJE "CIJEVNOG KIŠOBRANA"  
(PIPE ROOF) U PROJEKTIRANJU I IZVEDBI  
TUNELA HRASTOVEC I VRTLINOVEC  
PIPE-ROOF METHOD IN DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE  
HRASTOVEC AND VRTLINOVEC TUNNELS

20

**Damir Kovač, Velimir Ostoić, Tomislav Ostoić**

AUTOMATIZIRANA DETEKCIJA ZASTOJA U  
SIGNALIZIRANOM KRIŽANJU  
AUTOMATIC DETECTION OF TRAFFIC JAMS AT SIGNALIZED  
INTERSECTIONS

24

**Dr. sc. Ante Divić, dipl. ing**

IZGRADNJA VIŠENAMJENSKIH PUNKTOVA NA  
DRŽAVNIM CESTAMA  
PROMETNO-EKONOMSKA OPRAVDANOST I/ILI  
ZAKONSKA OBVEZA  
ESTABLISHMENT OF MULTI-PURPOSE CENTRES ON  
NATIONAL ROADS - TRANSPORT-ECONOMIC FEASIBILITY  
AND/OR LEGAL OBLIGATION

28

**Miloš Martinović**

ODNOSI LI SE "LICENCA ZA GRAĐENJE" I NA  
ODRŽAVANJE CESTA  
IS A "LICENCE TO BUILD" RELEVANT TO ROAD MAINTENANCE

34

**Prof.emer.dr.sc. Ivan Tomić, dipl.ing.građ.**

PRORAČUN BETONSKIH GREDA ARMIRANIH ŠIPKAMA  
OD PAV-A NAPREZANIH POPREČNIM SILAMA  
CALCULATION OF CONCRETE BEAMS REINFORCED BY FRP BARS

40

NOVE TEHNOLOGIJE -  
NEW TECHNOLOGIES

**mr.sc. Miroslav Emling, dipl.ing. Željko Šmitran,**  
**dipl. iur. Marijan Gomojić, ing.**  
SANACIJA ZATVORENIH SUSTAVA ODVODNJE BEZ  
METODE ISKOPAVANJA  
TRENCHLESS REHABILITATION OF CLOSED DRAINAGE  
SYSTEM PIPES

46

NOVOSTI IZ CESTOGRAĐNJE -  
ROAD BUILDING NEWS

**Napisao i snimio: Bruno Profaca**

NAPLAĆENJE AUTOCESTOM DO JOŠ LJEPŠEG MORA  
VIA BEAUTIFUL MOTORWAY TO THE  
EVEN MORE BEAUTIFUL SEA

50

**Bruno Profaca**

PROMOTIVNI OBILAZAK AUTOCESTE RIJEKA - ZAGREB  
PROMOTIONAL VISIT TO RIJEKA-ZAGREB MOTORWAY

52

NOVOSTI S GRADILISTA -  
SITE NEWS

**Zrinka Jurić, Bina-Istra**

POČELA IZGRADNJA PUNOG PROFILA  
ISTARSKOG IPSILONA  
UPGRADING OF THE ISTRIAN Y TO DUAL  
CARRIAGEWAY STARTED

56

NOVI PROJEKTI -  
NEW PROJECTS

**mr.sc. Alex Kindij, dipl. ing. građ.**

NOVI PUTNIČKI TERMINAL ZRAČNE LUKE ZAGREB  
NEW PASSENGER TERMINAL AT THE ZAGREB AIRPORT

62

HRVATSKO DRUŠTVO ZA CESTE - VIA VITA -  
CROATIAN ROAD SOCIETY - VIA VITA

**Melita Milković, dipl. ing. građ.**

OSNOVANO DRUŠTVO ZA CESTE BILOGORA - VIA VITA  
BILOGORA - VIA VITA, A NEW ROAD SOCIETY

64

SAVJETOVANJA -  
CONFERENCES

**Priradili: Tihomir Brzović, Jadranka Juriša, Ivo Jakovljević**

TRÉĆE HRVATSKO SAVJETOVANJE O ODRŽA-  
VANJU CESTA "ODRŽAVANJE CESTA 2008".

TEMA SAVJETOVANJA: NOVOSTI U  
ODRŽAVANJU CESTA

THIRD CROATIAN CONFERENCE ON ROAD  
MAINTENANCE "ROAD MAINTENANCE 2008"

CONFERENCE TOPIC: NEWS IN ROAD MAINTENANCE



74

PRENOSIMO S MEĐUNARODNIH SAVJETOVANJA -  
INTERNATIONAL CONFERENCES SHARING

**Julius B. Wlaschin, Savezna uprava za ceste SAD**  
GOSPODARENJE CESTOVNOM IMOVINOM U  
SJEDINJENIM AMERIČKIM DRŽAVAMA  
TRANSPORTATION ASSET MANAGEMENT IN THE  
UNITED STATES

84

KONCESIJE -  
CONCESSIONS

**Dr. sc. Dario Šilić**

UTJECAJ IFRIC-A 12 NA KONCESIJE - POREZNI  
ASPEKT, OBRAČUN MARŽE, AMORTIZACIJA,  
ISPLATA DIVIDENDI  
IFRIC 12 AND CONCESSION AGREEMENTS - TAXES,  
MARGINS, AMORTIZATION, DIVIDENDS

88

HRVATSKA CESTOVNA BAŠTINA -  
CROATIAN ROAD HERITAGE

**Marija Dejanović**

PUTOVIMA PETRA ZORANIĆA NINJANINA  
IN THE FOOTSTEPS OF PETAR ZORANIC NINJANIN

96

RAZGOVOR -  
INTERVIEW

**Jurica Prskalo, dipl.ing.građ., predsjednik Uprave**  
**HAC-a i predsjednik udruge HUKA**



PO SLUČAJNOM  
UZORKU GRADIO  
SAM AUTOCESTE OD  
MAĐARSKÉ GRANICE  
DO SPLITA

I USED RANDOM SAM-  
PLING IN MOTORWAY  
CONSTRUCTION FROM  
HUNGARY TO SPLIT

RAZGOVARAO: Bruno Profaca  
SNIMIO: Dražen Pajtlar

102

KNJIGE I ČASOPISI -  
BOOKS AND JOURNALS

**Zvonimir Zdenko Šimunjak**

**Dr.sc.Matej Meštrić:**  
Inženjerske konstrukcije za studij i praksu  
"KLASIČAN" REPETITORIJ STRUKE  
PROF. MATEJ MEŠTRIĆ:  
ENGINEERING STRUCTURES FOR STUDY AND PRACTICE  
A CLASSIC OUTLINE



## Uvod

Kako bi se dodatno rasteretio državni proračun, budući da koncesionar financira svoju aktivnu na privatnom tržištu kapitala, obično bez direktnog državnog jamstva, a paralelno tome koncesionar nudi mogućnost održavanja infrastrukture nakon završetka investicijskog ciklusa, koncesije širom svijeta dobivaju sve veću participaciju u financiranju, građenju i održavanju državnih dobara i usluga.

Do isteka razdoblja koncesije koncesionar ima za cilj financirati, graditi, upravljati i održavati infrastrukturu koja je predmet koncesije, ukoliko se od koncesionara zahtjeva da i rukovodi izgrađenom infrastrukturom, nizim puštanjem u promet. Računovodstveni način knjiženja investicija, u većini slučajeva koncesija predstavljao je investiciju kao materijalnu imovinu, dok bi njezina amortizacija obično išla linearnom metodom do kraja isteka koncesije ili metodom amortizacije po dijelovima imovine za vrijeme trajanja svakog pojedinih dijela imovine.

IFRIC 12 (International Financial Reporting Interpretations Committee) ili Tu-mačenje br. 12 međunarodnog odjela za tumačenje financijskih izvještaja na snazi je od 1. siječnja 2008. godine. Primjena prije 2008 nije obavezna ukoliko se dokaže da je nemoguće primjeniti IFRIC 12 za predhodne godine. Retroaktivna primjena IFRIC-12 interpretacije radi se u skladu s MRS-om 8 (promjene u računovodstvenim standardima) i primjenjuje se na računovodstvo koncesionara od samog početka koncesije. Ukoliko dokažete da je to usklađenje za predhodne godine nemoguće, u tom slučaju potrebno je primjeniti IFRIC 12 od 01.01.2008. godine i to prema financijskoj ili nematerijalnoj metodi ili kombinacijom ovih dviju metoda.

Ova interpretacija međunarodnih računovodstvenih standarda (MRS-ovi) primjenjuje se na ugovorne aranžmane na temelju kojih privatno društvo sudjeluje u razvoju, financiranju, poslovanju i održavanju infrastrukture namijenjene javnom sektoru. Očakle, IFRIC 12 primjenjuje se na javno privatna partnerstva utemeljena kroz ugovor o koncesiji.

S jedne ugovorne strane imamo koncesionara ili operatera (prema IFRIC-u 12 nema razlike) koji pružaju uslugu infrastrukture korisnicima, dok s druge strane imamo koncedenta, koji djeluje kao javna institucija (Država, općina, državna institucija itd) i dodjeljuje infrastrukturu koncesionaru da ju gradi, financira i upravlja njome, a često da ju i održava za vrijeme trajanja koncesijskog razdoblja definiranim ugovorom o koncesiji.

## Privatni kapital u javnoj infrastrukturi

Ideja međunarodnog odbora za računovodstvene standarde (IASB) bila je prije svega odrediti smjernice prikazivanja imovine koncesija u javnom privatnom partnerstvu. Budući da se radi o privatnom kapitalu uloženom u javnu infrastrukturu (autoceste, bolnice, željeznice, voda, struja itd) IASB je odlučio da prikazivanje imovine tih društava ne bi trebalo biti u optici materijalne imovine, nego nematerijalne, financijske ili kombinacije te dvije. Pored ostalih uvjeta, glavni razlog tog interpretacije je prijenos infrastrukture u potpuno vlasništvo javnoj ustanovi nakon isteka ugovora o koncesiji bilo besplatno ili uz određenu naknadu.

IFRIC 12 nastupa kao odgovor prevelikoj različitosti koncesija i načinu prikazivanja računovodstva pojedinih koncesija kroz ugovorne aranžmane ("Build-Operate-Transfer" modeli i "Rehabilitate-Operate-Transfer" modeli). Ova interpretacija nije samo jedan standard nego predstavlja zajedničku interpretaciju više MRS-ova (npr 7,11, 18, 23, 32, 37, 38, 39) koji se primjenjuju na jednu koncesiju za vrijeme investicije (CAPEX-i) i za vrijeme održavanja investicije (OPEX-i).

Dr. sc. Dario Sitić

Međunarodni odjel za tumačenje  
financijskih izvještajaUTJECAJ IFRIC-a 12  
NA KONCESIJEPorezni aspekt, obračun marže,  
amortizacija, isplata dividendiU mnogim zemljama, pa tako i u Hrvat-  
skoj, ugovorni aranžmani kroz koncesijedobivaju sve više važnosti kroz različite  
oblike participiranja privatnog kapitala  
u javnim infrastrukturom kao što su ce-  
ste, mostovi, tuneli, zatvori, aerodromi,  
telekomunikacije. Koncesije svoje mjesto  
takoder pronalaze u građenju i održavanju  
infrastrukture vezanih za pojedine izvore  
energije: nafti, solarnoj energiji, plinu i  
vodi.

Cim god. 54, br. 5 (str. 84-87), Zagreb, rujanj/listopad 2008.

PROMETNO INFORMACIJSKI SUSTAV  
VIDEO SUSTAVI I AUTOMATSKA DETEKCIJA INCIDENATA  
LASERSKA DETEKCIJA VISINE VOZILA  
SUSTAV PREPOZNAVANJA REGISTARSKIH OZNAKA  
LED KATADIOPTRI I OZNAKE EVAKUACIJSKIH PUTEVAPROMET  
PROJEKT  
ZAGREB-HRVATSKAd.o.o. za inženjering, proizvodnju i trgovinu - Budmanijeva 5, 10000 Zagreb, Hrvatska  
t: 1 1795 1 6060 900 f: 1 1795 1 6060 900



**Branko Balen, dipl.ing.grad.**

**TUNELI NA  
AUTOCESTI  
A6 RIJEKA -  
BOSILJEVO**

Zapadni nortal tunela Javorova kosa

## Sažetak

Autocesta A6 Rijeka – Bosiljevo dio je cestovnog smjer-  
a Budimpešta –Varadzin – Zagreb. Rijeka označenog kao  
europski smjer E55, koji povezuje zemlje sjajne Europe s  
lukom Rijeka, a preko nje s cilijem svijetom. Autocesta A6  
Rijeka – Bosiljevo povezana je s Pymskim smjerom E57 pre-  
ma Jadranskom moru i uvrštena je u projekt transeurope-  
ske ceste sjever-jug (TEM). Trasa autoceste prolazi kroz  
Gorski Kotar, s raznolikim geološkim područjima, s pretež-  
ito kraskim fenomenima, speleološkim objektima kao što je  
kaverna u umetlu Vrata, kojom prolazi trasa autoceste.

# IZ OBLASTI IZ OBLASTI

HRASTIN ( $L_t = 278$  m,  $L_{10} = 223$  m), TUHOBIĆ ( $L_t = 2140$  m,  $L_{10} = 2143$  m),  
VRATARAL ( $L_t = 257$  m,  $L_{10} = 262$  m), SLEME ( $L_t = 835$  m,  $L_{10} = 858$  m), SOPAČ ( $L_t = 752$  m,  
 $L_{10} = 775$  m), LUČICE ( $L_t = 576$  m,  $L_{10} = 590$  m), VREŠEK ( $L_t = 881$  m,  $L_{10} = 874$  m), JA-  
VOROVA KOŠALA ( $L_t = 1460$  m,  $L_{10} = 1430$  m), PODVUGLES ( $L_t = 610$  m,  $L_{10} = 595$  m),  
ROZMAN BROD ( $L_t = 528$  m,  $L_{10} = 508$  m),  
ČARDAK ( $L_t = 601$  m,  $L_{10} = 601$  m),  
KARLOVAČAC ( $L_t = 1130$  m,  $L_{10} = 1126$  m).

Ukupna dužina svih tunela iznosi  $\Sigma L = \Sigma L_1 + \Sigma L_2 = 10.048 + 10.045 = 20.093$  km, što na ukupnu dužinu autoceste A6 Rijeka - Bosiljevo od 81,25 km iznosi 12,37 posto, a iznosi sveukupnu dužinu.

# 1 Osnovne značajke svih tunela

#### 4.1. Decikriranja i tehnološka izvedbe tunela

Projekiranje i tehnologija izvedbe tunela tenjeći se na postavkama "Nove austrijske tunelske metode" (NATM). Ova metoda primjerena je ovom našim kraštim podzemljima i geološkim formacijama danih u prognoznom geotehničkom profilu tunela.

U svojoj primjeni, ova metoda dobivajela je i manje modifikacije, a naročito u probuju tunela kroz rasjedne zone, geološke odvale i speleološke objekte (spilje i kaverne). Tehnologija prolaza i probu tunela kroz ovakve zone zahtijevala je rješavanja na licu mjesta, svaki put različita i specifične u odnosu na položaj, pružanje i veličinu zahvata.

Geotehnička opažanja i mjerenja provodila su se radi kontrole stabilnosti podzemnog iskopa tunela u tijeku gradnje.

Sastavi dio NATM, u probju tunela, je mjerenje konvergentnih pomaka. Podaci konvergentnih pomaka u njeimim profilima tunela moraju biti dostupni u svakom momentu probja tunela. O njima ovisi odabir i količina podgradnih elemenata u podgradnome sklopu, a u konačnosti i ekonomičnost probja tunela.

## 1.2. Geotehnički istražni radovi

Geološko-geofizike i geotekničke istražne radove za lijeve (sjeverne) cijevi tunela: Hrasten, Tuniboc, Vrata, Slene, Sopč, Lučice i Vrsek proveo je "Geonexpert", institut poduzeća "Geoteknika" iz Zagreba u veljači 1994. god. Za sve ostale tunele i desne tumorske cijevi navedenih tunela ove radove proveo je IGH d.d. iz Zagreba. Na osnovi rezultata istražnih radova, definirane su geološke karakteristike stijenske mase i dati prognozi uzdužni geoteknički profil terena u kojem se vrši proboj i izgradnja tunela.

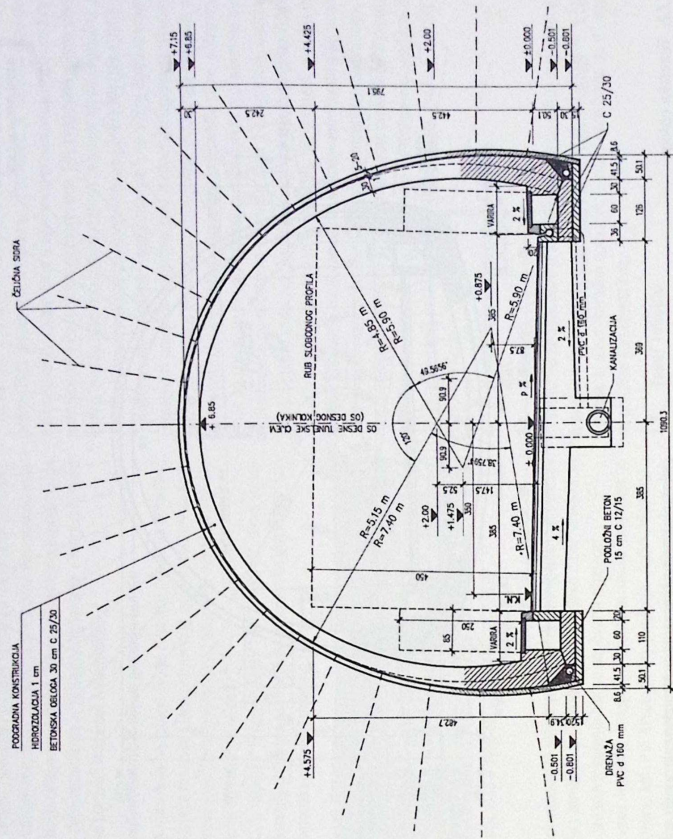
Verifikacijom kategorije stijenske mase "in situ" ili utvrđenim odstupanjem od prognoziranih geološkog profila tunela i uz geoteknička mjerenja konvergentnih pomaka, dnevno se vrši korekcija uzgradnih sklopova u probju tunela. Kategorizacija stijenske mase vršena je u probju tunela dnevno temeljem geomorfološke klasifikacije ili "RMR" sustava (Bieniawski 1973, 1979) i "Q" sustavom (Barton, Lien, Lunde 1974).

### 1.3. Konstrukciia tunela

Konstrukcija tunela sastoji se iz dva osnovna dijela: tunelske podgrade i tunelske obloge

### 1.3.1. Tunelska podgrada

Podgradni sklop kod svih tunela osnovni je nosiv dio konstrukcije poprečnog presjeka tuneleste cijevi. U statičkom pogledu predstavljaju trajnu nosivu konstrukciju, koja stabilizira stijensku masu i u interaktivnom djelovanju sa stijenskom masom preuzima i nosi sva opterećenja. Na dionici tunela s približno istim karakteristikama



**slika 1.** Poprečni presiek tunela bez podnožnog svoda

kama stijenske mase, primjenjuje se ista konstrukcija podgradnog sklopa tj. ugrađenog i usklađenog skupa konstruktivnih elemenata.

Pripremljeni su slijedeći nosivi elementi podgradnog sklopa: Mlazni beton je C 25/30. Nanosio se je u slojevima 2,5-5 cm. Najmanja ukupna debljina mlaznog betona iznosi 5 cm, čime se sprečava površinska degradacija stijenske mase i opadanje manjih komada stijenskog materijala uslijed agresivnog djelovanja zraka i vode na kon iskopa i zbog tehnoloških razloga postavljanja hidroizolacije u tunelu. Može se reći da je mlazni beton prema sposobnostima preuzimanja opterećenja (uz sustavno sidrenje) daleko najjači podgradni element.

Čelični lukovi, u početku TH-21, a kasnije rešetkasti zavareni lukovi od čelika kvalitete B 500 B, upotrebljavaju se za rano preuzimanje opterećenja. Da bi primjena bila efikasna, potrebno je osigurati kontakt luka i stijenske mase po cijeloj dužini luka. Čelični lukovi posebno su osjetljivi na neravnomjerno opterećenje.

Nosivost im je relativno mala, no uz sudjelovanje s betonom, u kojem predstavljaju krutu armaturu, znatno povećavaju nosivost podgradnog sklopa. Čelične zavarene mreže B 500 B upotrebljavaju se u kombinaciji s mlaznim betonom debljine  $\phi 10$  cm. Uobicajeno se primjenjuju mreže "O" i "R". Kod većih debljina mlaznog betona ( $>25$  cm) primjenjuje se dvostruka mreža.

Adhezijska stapna sidra "SN" izrađuju se od rebrastog čelika B 500 B, profila  $\varnothing 25 \times \varnothing 32$ , podložnom pločicom  $200 \times 200 \times 12$  mm. Sidro se ugrađuje u bušotinu  $\varnothing 38-43$  mm koja je po cijeloj duljini ispunjena normalno vezujućim smjesom za injektiranje. Sidra su se ugrađivala prije značajnijih pomaka stijenske mase, a nosivost se je kontrolirala testom čupanja.

Sustavnim sidrenjem povećava se ili održava čvrstoća stijenske mase i pridonosi se ravnomjernoj raspodjeli opterećenja oko podzemnog otvora. Pojedinačnim sidrenjem otklanjaju se lokalne pojave nestabilnosti i smanjuje mogućnost geoloških odvala stijenske mase.

Probijna podgrada koristila se je u obliku celiničnih plastica i "koplja" iz rebrastog čelika B 500 B, profila  $\phi=25$ , dužine 3,4 m. "Koplja" su se ugradila u bušotine po obodu tunelskog profila na udaljenosti 30-50 cm, a iznad celiničnih lukova. Služe kao efikasna primarna zaštita u dijelu nepodgrađenog tunelskog iskopa uz čelo tunela. Probijna podgrada omogućava nesmetanu ugradnju nosivih elemenata podgrađnog sklopa.

U primjeni probojne podgrade "kopanja" postoje dobra iskustva naročito u proboju tunela kroz rasjedne zone, zone sa samcima i kamenim kršjem, u zonama V tunelske kategorije stijenske mase i u zonama tunela s plitkim nadslojern.