

# Rekonstrukcija kolnika Brenovečke ceste u Zagrebu

---

**Džonbić, Amir**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:685366>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-06**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





# Sveučilište Sjever

**Odjel za Graditeljstvo**

**Završni rad br. 260/GR/2016**

## **Rekonstrukcija kolnika Brenovečke ceste u Zagrebu**

**Student**

Amir Džonbić, 4603/601

**Mentor**

Aleksej Aniskin, mag. ing. geing., predavač

# REKONSTRUKCIJA KOLNIKA BRENOVEČKE CESTE U ZAGREBU

**AUTOR RADA: AMIR DŽONBIĆ**

**MENTOR: ALEKSEJ ANISKIN, mag.ing.geoing.,predavač**

**Sažetak:** U ovom završnom radu opisani su uvjeti za rekonstrukciju kolnika, tipovi kolničkih konstrukcija, vijek trajanja kolničke konstrukcije te na primjeru su prikazani radovi vezani za rekonstrukciju Brenovačke ceste od broja 187 do broja 191 u mjestu Čučerje u Zagrebu.

Završni rad govori općenito o cestama i pojmu rekonstrukcije, te u kojim se slučajevima izvodi. Obrađena je podjela tipova kolničkih konstrukcija te su navedeni osnovni tipovi kolničkih konstrukcija. Obrađuje se pojava trajnosti kolničkih konstrukcija, također se navodi ispitivanje uz pomoć kojeg se može procijeniti preostali vijek trajanja, te potreba za tipom održavanja radi produženja vijeka trajanja. Opisana je rekonstrukcija Brenovačke ceste, gdje je naveden tehnički opis i lokacija zahvata, projektirani geometrijski elementi trase te pojedine faze građevinskih radova.

**Gljučne riječi:** Rekonstrukcija ceste, uvjeti rekonstrukcije, trajnost kolničke konstrukcije, ispitivanje kolničke konstrukcije, održavanje ceste

**Abstract:** This graduate work describes the conditions for the reconstruction of the pavement, types of roads pavements, the life of the pavement structure and the example shows the works related to reconstruction of roads Brenovačke from the number 187 to number 191 in Čučerje in Zagreb. Graduate work speaks generally about the roads and the concept of reconstruction, and in which cases is performed. Processed division types of pavements structures and a list of basic types of pavement structures. Deals with the concept of sustainability pavement structures, also referred to trial with the help of which one can estimate the remaining useful life, and the need for the type of maintenance to extend its life. The paper describes the reconstruction of Branovačka road where indicated technical description of the project site, designed geometric elements route these individual stages of construction work.

**Key words:** reconstruction of roads, terms of reconstruction, durability of road construction, testing of road construction, maintenance of roads.

## 1. UVOD

Moderan projekt ceste je projekt sigurne i udeobne ceste.

Projektantska praksa pokazala je da cesta nije samo skup geometrijskih elemenata, nego jedan kompleksan sustav koji se mora promatrati sa više strana i potpuno zadovoljiti spregu vozača.

Pojam „Rekonstrukcija ceste“ ne opisuje sam postupak u potpunosti, jer je taj proces najčešće puno više od uklanjanja i zamijene postojeće konstrukcije ceste.

U tijeku rekonstrukcije se obično obnavlja više vrsta infrastrukture sadržane u trupu ceste. U većini slučajeva su to podzemne cijevi kanalizacije, kablovi struje i telefona, te drugi prateći objekti koji se moraju rekonstruirati pored same ceste.

U stvari, zamjena i popravci infrastrukture i ostalih pratećih objekata često čine glavninu posla u takvom projektu, a ne zamjena same kolničke konstrukcije.

Ti podzemni sustavi opskrbljuju komunalna poduzeća i krajnje korisnike tj. vlasnike nekretnina. Obično se svaki od tih sustava sastoji od glavne distribucijske linije, koja

se proteže cijelom dužinom ceste, te manjih pojedinačnih opskrbnih vodova koji se odvajaju od glavne linije na svaku pojedinu imovinu.

Uz zamjenu ili popravak pratećih komunalnih objekata, može se dogoditi da je potrebno ukloniti i zamijeniti temeljno tlo, koje je ispod površine ceste, ukoliko se zaključi da je isto izgubilo potrebna nosiva svojstva.

Na kraju se u tom procesu rekonstruiraju sve vanjske površine ceste, što uključuje kolnik, rubnjak, rigol i pješačku ili biciklističku stazu.

Struktura ceste je višeslojna, pa se ispod vanjskih asfaltnih površina nalazi zbijeni tamponski sloj šljunka i nasipa dubine u rasponu od 15 centimetara do jednog metra. Ti slojevi donjeg stroja pružaju solidan i čvrst oslonac za cestu, rubnjak i pješačku stazu.

## 2. REKONSTRUKCIJA KOLNIKA BRENOVEČKE CESTE U ZAGREBU

### 2.1. Rekonstrukcija ceste

Ne opisuje sam postupak u potpunosti, jer je taj proces najčešće puno više od uklanjanja i zamijene postojeće konstrukcije ceste. U tijeku rekonstrukcije se obično obnavlja više vrsta infrastrukture sadržane u trupu ceste. U većini slučajeva su to podzemne cijevi kanalizacije,

kablovi struje i telefona, te drugi prateći objekti koji se moraju rekonstruirati pored same ceste.

**2.2. Tipova kolničkih konstrukcija** kolnička konstrukcija je susat koji se sastoji od materijala koji su unaprijed određeni te se ugrađuju u više međusobno povezanih slojeva. Namjena kolničke konstrukcije je da preuzme opterećenje od prometa. Završni slojevi trebaju biti izvedeni tako da imaju dostatnu čvrstost i hrapavu površinu, da se spriječi proklizavanje u zavojima. Kolnička konstrukcija je sistem koji se sastoji od materijala ugrađenih, mehaniziranim načinom rada u više cjelovitih slojeva.

Prema vrsti završnog sloja mogu se podijeliti dvije osnovne skupine:

- konstrukcije s asfaltnim završnim slojem
- konstrukcije s betonskim završnim slojem

### 2.3. Trajnost kolničkih konstrukcija

Kolničke konstrukcije se uobičajeno projektiraju na određeno projektno razdoblje. Projektno razdoblje ili razdoblje dimenzioniranja znači broj godina nakon kojih treba obaviti prvo veće presvlačenje kolnika. Životni vijek ili trajnost asfalta u prosjeku je 25 godina.

Osim toga na trajnost kolničke konstrukcije utječe:

- Kvaliteta ugrađenih materijala
- Kvaliteta gradnje
- Klimatski uvjeti
- Uvjeti održavanja

Prema rezultatima ispitivanja "AASHO Road Test" provedenih u kasnim 1950-ima, empirijski je utvrđeno da je efektivna količina oštećenja na cestama uslijed djelovanja prometnog opterećenja su proporcionalni četvrtoj potenciji težine osovine približno proporcionalna četvrtoj potenciji težine osovine. Gotovo sve ceste zahtijevaju neki oblik održavanja prije nego što dosegnu kraj svog radnog vijeka. Proaktivni koncesionari/upravitelji koriste napredne tehnike upravljanja održavanjem kolnika da bi kontinuirano pratili uvjete na cesti i raspored preventivnih tretmana održavanja kako bi se produžio vijek trajanja njihovih cesta.

## 3. ZAKLJUČAK

Pokazano je da se rekonstrukcija ceste izvodi zbog više razloga, ponekad zbog dotrajalosti konstrukcije ceste ili njezinih pojedinih strukturnih elemenata, ali također i zbog nedostatne uslužnosti i dotrajalosti infrastrukture.

Naglašena je važnost učinkovitog upravljanja cestama kao bi se produžio vijek trajanja ceste, te su navedeni osnovni postupci manjih popravaka na kolničkim konstrukcijama i metode praćenja stanja ceste. Također je pokazana osnovna razlika između pojma projektnog razdoblja i vijeka trajanja kolnika. Navedeni su osnovni tipovi asfaltnih i betonskih kolničkih konstrukcija.

Prikazan je način rekonstrukcije sa predviđenim fazama rekonstrukcije prikazan je na praktičnim primjeru rekonstrukcije Brenovečke ceste u mjestu Čučerje u Zagrebu.

Ponekad je mnogo jeftinije zadržati dobru cestu u dobrom stanju, nego rekonstruirati lošu cestu. Iz navedenoga se može zaključiti da je rekonstrukcija ceste vrlo kompleksan postupak na koji se odlučuje iz više razloga uključujući i opći javni interes za tu cestu, te je vrlo važno u samoj fazi projektiranja voditi računa o projektnom razdoblju, načinu održavanja, kako bi rekonstruirana cesta u potpunosti odslužila svoj vijek trajanja.

## 4. LITERATURA

1. [http://www.infovisual.info/05/img\\_en/026%20Cross%20section%20of%20a%20road.jpg](http://www.infovisual.info/05/img_en/026%20Cross%20section%20of%20a%20road.jpg)
2. ZAKON O GRADNJI  
[http://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_12\\_153\\_3221.html](http://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_12_153_3221.html)
3. ZAKONA O CESTAMA  
[http://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011\\_07\\_84\\_1790.html](http://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_07_84_1790.html)
4. <http://mainstreetmaterials.com/msmv3/wpcontent/uploads/2011/07/deery-sealantsworkerapplying-sealant-2.jpg>
5. <https://i.ytimg.com/vi/PN9XoQCISZs/maxresdefault.jpg>
6. <http://dpw.lacounty.gov/gmed/lacroads/images/Micro-Milling1.jpg>
7. <http://www.igga.net/assets/IGGA3.jpg>
8. <https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT8Hq7wwkgp9w2uv5bzJ5Nf3o69VP62SIA9oFd4cHIM9irIZ89>
9. <http://www.pavementinteractive.org/wpcontent/uploads/2010/05/CaulkingSlot.jpg>
10. OPĆI TEHNIČKI UVJETI ZA RADOVE NA CESTAMA, KNJIGA III – KOLNIČKA KONSTRUKCIJA ZAGREB, PROSINAC 2001, Institut Građevinarstva Hrvatske, Zagreb,
11. Legac, I., (2006.), Cestovne prometnice 1, Sveučilište u Zagrebu,
12. Babić, B. (1997), Projektiranje kolničkih konstrukcija, Zagreb 1997
13. <http://www.gradimo.hr/clanak/kolnickakonstrukcija/>  
13341 11.02.2007
14. <https://en.wikipedia.org/wiki/Road>

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za graditeljstvo

PRISTUPNIK Amir Džonbić

MATIČNI BROJ 4603/601

DATUM 28. VI. 2016.

KOLEGIJ Prometnice

NASLOV RADA Rekonstrukcija kolnika Brenovečke ceste u Zagrebu

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Reconstruction of Brenovečka road pavement in Zagreb

MENTOR Aleksej Aniskin

ZVANJE predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. dr.sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ., predavač
2. Aleksej Aniskin, mag.ing.geoinž., predavač
3. Željko Kos, struč. spec.ing.aedif., predavač
4. dr.sc. Božo Soldo, red. prof.
5. mr.sc. Tomislav Koprek, prdavač

VŽKC

MMI

## Zadatak završnog rada

BROJ 260/GR/2016

OPIS

Pristupnik treba u radu opisati općenito o rekonstrukcijama cesta i kolnika, te detaljnije opisati načine rekonstrukcije kolnika, te uvjete pri kojima se ista izvodi. Opisati rekonstrukciju kolnika u konkretnom slučaju (Brenovačka cesta), te opisati pojedine faze rekonstrukcije. U zaključku je potrebno napraviti osvrt na kvalitetu i način izvedbe rekonstrukcije, te kako ista utječe na stabilnost i trajnost prometnice.

U radu je potrebno obraditi sljedeće podnaslove:

1. Uvod
2. Uvjeti rekonstrukcije cesta
3. Tipovi kolničke konstrukcije.
4. Trajnost kolničkih konstrukcija.
5. Rekonstrukcija kolničke konstrukcije Brenovačke ceste - način izvedbe
6. Zaključak

ZADATAK URUČEN

06.07.2016



POTPIS MENTORA



**IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, AMIR ĐEONBIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom REKONSTRUKCIJA KOLNIKA BRENOVEČKE CESTE U ZAGREBU (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Amir Đeonbić  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, AMIR ĐEONBIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom REKONSTRUKCIJA KOLNIKA BRENOVEČKE CESTE U ZAGREBU (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Amir Đeonbić  
(vlastoručni potpis)

## **Predgovor**

U Republici Hrvatskoj je u javne ceste razvrstano ukupno 26.963,90 km cesta (stanje: lipanj 2013. godine, Narodne novine, broj 66/2013) i to: 1.413,10 km autocesta, 6.867,70 km državnih cesta, 9.703,40 km županijskih cesta i 8.979,70 km lokalnih cesta. Kao i svaki drugi građevinski objekt ceste se s vremenom troše i razaraju uslijed različitih vanjskih djelovanja.

Sigurnosti prometa na cestama se ostvaruje sustavnim održavanjem cestovne infrastrukture, kako redovitim održavanjem tako i potrebnim obnovama i rekonstrukcijama cestovne mreže.

Ovaj rad se bavi rekonstrukcijama cesta, u njemu su prikazani uvjeti pri kojima je za cestu potrebna rekonstrukcija, a razmotren je i pojam trajnosti kolničke konstrukcije, također je prikazana rekonstrukcija Brenovačke ceste u mjestu Čučerje, područje Zagreba od st. 0+000 do st. 0+180 sa svim popratnim fazama gradnje.

## Sažetak

U ovom završnom radu opisani su uvjeti za rekonstrukciju kolnika, tipovi kolničkih konstrukcija, vijek trajanja kolničke konstrukcije te na primjeru prikazani radovi vezani za rekonstrukciju Brenovačke ceste od broja 187 do broja 191 u mjestu Čučerje u Zagrebu. Rad je podijeljen u 6 poglavlja.

U prvom poglavlju se govori općenito o cestama i pojmu rekonstrukcije, te u kojim se slučajevima izvodi, te se navode osnovni razlozi rekonstrukcije cesta.

U drugom dijelu navedena je definicija rekonstrukcije i sve potrebne postupke koje potrebno poduzeti prije rekonstrukcije, također su navedeni osnovni tipovi manjih zahvata na kolničkim konstrukcijama i način snimanja oštećenja na kolnicima.

U trećem poglavlju obrađena je podjela tipova kolničkih konstrukcija te su navedeni osnovni tipovi kolničkih konstrukcija.

U četvrtom djelu se obrađuje pojam trajnosti kolničkih konstrukcija, također se navodi ispitivanje uz pomoć kojeg se može procijeniti preostali vijek trajanja, te potreba za tipom održavanja radi produljenja vijeka trajanja.

Peto poglavlje opisuje rekonstrukcije Brenovečke ceste, gdje je naveden tehnički opis i lokacija zahvata, projektirani geometrijski elementi trase te pojedine faze građevinskih radova.

U zaključku je napravljen osvrt na cjelokupni rad te je naglašena važnost rekonstrukcije i faktore na koje pri rekonstrukciji treba obratiti pažnju.

**Ključne riječi:** Rekonstrukcija ceste, uvjeti rekonstrukcije, trajnost kolničke konstrukcije, ispitivanje kolničke konstrukcije, održavanje



## **Popis korištenih kratica**

<b>HRN</b>	Hrvatska norma
<b>NN</b>	Narodne novine
<b>AC</b>	Asfalt beton (asphalt concreat)
<b>MNS</b>	Mehanički zbijeni nosivi sloj
<b>IRI</b>	International Roughness Indeks (Međunarodni indeks hrapavosti)
<b>AASHO</b>	American Association of State Highway Officials (Američka službena udruga predstavnika državnih cesti)

## Sadržaj

1.	Uvod .....	5
2.	Uvjeti rekonstrukcije ceste .....	7
3.	Tipovi kolničkih konstrukcija .....	13
3.1.	Asfaltne kolničke konstrukcije.....	14
3.2.	Betonske kolničke konstrukcije .....	15
3.3.	Konstrukcije s završnim slojem tučenca i šljunka .....	18
3.4.	Konstrukcije sa završnim slojem od malih i velikih kocki .....	19
4.	Trajnost kolničkih konstrukcija .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 0
5.	Rekonstrukcija kolničke konstrukcije Brenovečke ceste.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 3
5.1.	Tehnički opis i lokacija rekonstrukcije ceste .....	23
5.2.	Računski elementi .....	24
5.3.	Elementi poprečnog presjeka .....	24
5.4.	Predviđena kolnička konstrukcija .....	24
5.5.	Odvodnja.....	25
5.6.	Prometna signalizacija i oprema ceste .....	25
5.7.	Horizontalna prometna signalizacija.....	26
5.8.	Vertikalna prometna signalizacija.....	26
5.9.	Građenje .....	26
5.10.	Instalacije .....	27
5.11.	Uvjeti za nesmetano kretanje .....	27
5.12.	Mjere zaštite od požara .....	27
5.13.	Mjere zaštite okoliša .....	27
5.14.	Ostalo .....	28
5.15.	Program kontrole i osiguranja kakvoće .....	28
6.	Zaključak .....	335
7.	Literatura .....	33

# 1. Uvod

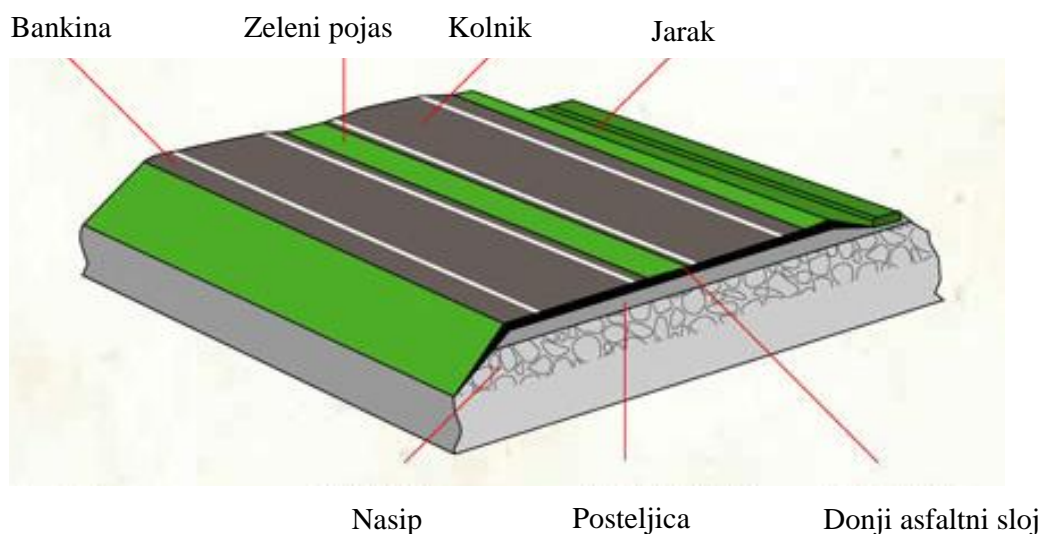
Moderan projekt ceste je projekt sigurne i udobne ceste. Projektantska praksa pokazala je da cesta nije samo skup geometrijskih elemenata, nego jedan kompleksan sustav koji se mora promatrati sa više strana i potpuno zadovoljiti spregu vozač – vozilo - okolina.

Pojam „Rekonstrukcija ceste“ ne opisuje sam postupak u potpunosti, jer je taj proces najčešće puno više od uklanjanja i zamijene postojeće konstrukcije ceste. U tijeku rekonstrukcije se obično obnavlja više vrsta infrastrukture sadržane u trupu ceste. U većini slučajeva su to podzemne cijevi kanalizacije, kablovi struje i telefona, te drugi prateći objekti koji se moraju rekonstruirati pored same ceste.

U stvari, zamjena i popravci infrastrukture i ostalih pratećih objekata često čine glavninu posla u takvom projektu, a ne zamjena same kolničke konstrukcije. Ti podzemni sustavi opskrbljuju komunalna poduzeća i krajnje korisnike tj. vlasnike nekretnina. Obično se svaki od tih sustava sastoji od glavne distribucijske linije, koja se proteže cijelom dužinom ceste, te manjih pojedinačnih opskrbnih vodova koji se odvajaju od glavne linije na svaku pojedinu imovinu.

Uz zamjenu ili popravak pratećih komunalnih objekata, može se dogoditi da je potrebno ukloniti i zamijeniti temeljno tlo, koje je ispod površine ceste, ukoliko se zaključi da je isto izgubilo potrebna nosiva svojstva. Na kraju se u tom procesu rekonstruiraju sve vanjske površine ceste, što uključuje kolnik, rubnjak, rigol i pješačku ili biciklističku stazu.

Struktura ceste je višeslojna (slika 1), pa se ispod vanjskih asfaltnih površina nalazi zbijeni tamponski sloj šljunka i nasipa dubine u rasponu od 15 centimetara do jednog metra. Ti slojevi donjeg stroja pružaju solidan i čvrst oslonaca za cestu, rubnjak i pješačku stazu.



Slika *Error! No text of specified style in document..1* Poprečni presjek ceste [1]

Dva su osnovna razloga zbog kojeg se izvodi rekonstrukcija ceste:

- Prvo, dotrajalost kolnika te ostale cestovne infrastrukture, kojoj joj je operativni vijek trajanja završio. U gradnji većine cestovne infrastrukture, koja je izgrađena prije četrdeset ili pedeset godina, koristili su se materijali i građevinske tehnike, s kojima se očekivao operativni vijek trajanja od 70 do 100 godina. Nakon tog vremena, a ovisno o tome koliko se cesta koristila, pojedini cestovni elementi će se potrošiti, polomiti ili izgubiti svoju funkciju. Kako bi se osiguralo nesmetano korištenje infrastrukture vrlo je važno odgovorno i pravilno raspolagati javnim financijama, te na vrijeme zamijeniti potrebne dotrajale dijelove infrastrukture.
- Drugo, starija infrastruktura možda nema dovoljne kapacitete za potrebnu razinu uslužnosti, npr. prijevoza materijala, također može biti da je cesta preuska te ima premalu propusnost za današnji automobilski promet. Drugi primjer bi mogao biti da je glavni vodovodni ili kanalizacijski vod koji opslužuje susjedna kućanstva uz ceste premali jer su se u međuvremenu proširila. U cilju poboljšanja takvog stanja, nedovoljni kapaciteti infrastrukture će se povećati rekonstrukcijom kako bi zadovoljili postojeće i buduće potrebe.

## 2. Uvjeti rekonstrukcije ceste

Prema zakonu o gradnji [2] Rekonstrukcija građevine je izvedba građevinskih i drugih radova na postojećoj građevini kojima se utječe na ispunjavanje temeljnih zahtjeva za tu građevinu ili kojima se mijenja usklađenost te građevine s lokacijskim uvjetima u skladu s kojima je izgrađena (dograđivanje, nadograđivanje, uklanjanje vanjskog dijela građevine, izvođenje radova radi promjene namjene građevine ili tehnološkog procesa i sl.), odnosno izvedba građevinskih i drugih radova na ruševini postojeće građevine u svrhu njezine obnove

Prema Zakonu o cestama [3] poslovi građenja i rekonstrukcije javnih cesta obuhvaćaju:

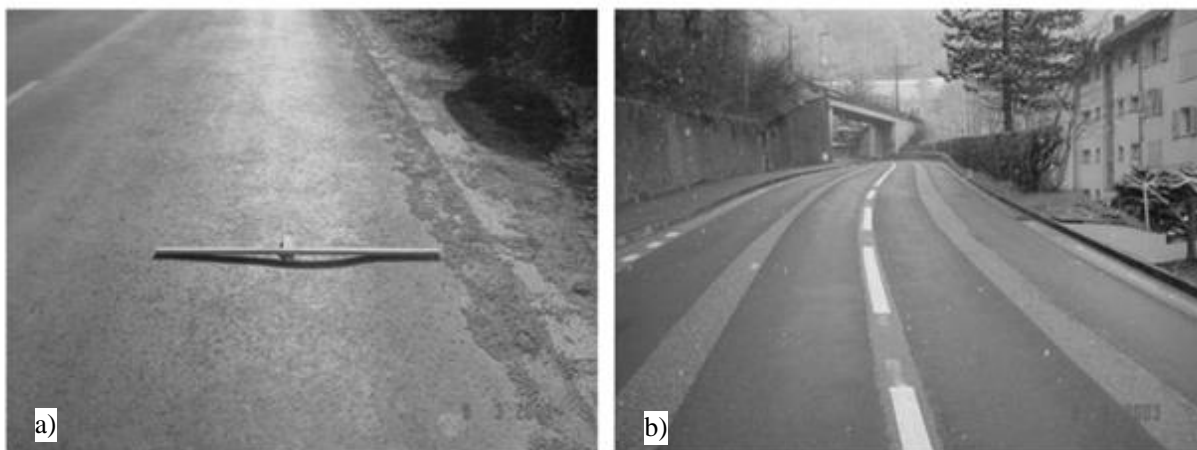
- pripremu, izradu i ustupanje izrade potrebnih studija te njihovu stručnu ocjenu,
- pokretanje postupka procjene utjecaja zahvata na okoliš, odnosno pokretanja postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš,
- pokretanje postupka ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu,
- ustupanje usluga projektiranja s istražnim radovima,
- ustupanje usluga projektiranja opreme, pratećih objekata i prometne signalizacije,
- ishodaenje lokacijskih, građevinskih i uporabnih dozvola, odnosno drugih akata na temelju kojih je dopušteno građenje i uporaba građevine po posebnom propisu,
- ustupanje radova izmjestanja komunalne i druge infrastrukture,
- ustupanje geodetskih radova,
- ustupanje radova građenja i rekonstrukcije,
- ustupanje usluga stručnog nadzora građenja,
- organizaciju tehničkog pregleda i primopredaju javne ceste te dijelova javne ceste i objekata na korištenje i održavanje,
- investitorski nadzor nad provođenjem projekata,
- ustupanje revizije projekata u odnosu na osnovne uvjete kojima javna cesta mora udovoljiti u pogledu sigurnosti prometa.

Javne ceste se planiraju, projektiraju, grade, rekonstruiraju i održavaju na način [3]:

- sukladan najnovijim stručnim saznanjima iz područja projektiranja i gradnje te s ekonomskim načelima i mjerilima za procjenu opravdanosti njihove gradnje,
- da omogućuju sigurno prometovanje svih sudionika u prometu, kao i sukladnost javnih cesta s drugim zahvatima u prostoru i s okolišem kroz koji se protežu,
- sukladan uvjetima koji su određeni ovim Zakonom i propisima za njegovu provedbu, zakonom kojim se uređuje prostorno uređenje i gradnja i propisima za njegovu provedbu, propisima kojima je uređena zaštita okoliša te propisima o sigurnosti prometa na cestama.

Prije rekonstrukcije ceste se uspoređuju po nizu kriterija, uključujući gustoću prometa, vrsti ceste, stanju na cesti (npr. oštećeni kolnik, oštećenja drvom / štete od korova, dubinska oštećenja na kolnicima, probleme s rubnjacima). Ovi kriteriji se određuju na temelju inspeksijskog nadzora (*Slika Error! No text of specified style in document..2 Mjerenje dubine kolotruga pomoću letve i klina (a), sanacija kolotruga (b)* *Slika Error! No text of specified style in document..2*), terenskih snimanja, poznatih nedostataka, pritužba i zahtjeva vozača, te podacima o nesrećama.

Za učinkovito upravljanje, inženjeri podijele dijelove cestovne mreže u "segmente" koji se redovito pregledavaju. Segment ceste je obično dionica ceste koja se proteže među dva susjedna raskrižja. Svaki segment zatvorene ceste se pregledava i ocjenjuje svake 2 godine. Osim toga je dobro skupiti informaciju od okolnih stanovnika ili ih poticati da ju dostave u službu održavanja. Inspekcije pregledavaju stupanj krpanja, količinu pukotina, hrapavost i izgled. Segmenti se ocjenjuju na skali od najbolje do najgore, koristeći ocjene od 1 do 5. Kolnička konstrukcija i završni habajući sloj asfalta se obično rekonstruira kada ocjena općeg stanja kolnika dosegne vrijednost približno 3,5. Cilj bi trebao biti da se cesta održava s 'popravicima' tijekom cijelog vijeka trajanja sve dok ocjena njihovog stanje ne padne ispod 3. kada je potrebna potpuna rekonstrukcija.



*Slika Error! No text of specified style in document..2 Mjerenje dubine kolotruga pomoću letve i klina (a), sanacija kolotruga (b)*

Tretmani za održavanje asfaltnog betona općenito uključuju tanke presvlake asfaltnim slojevima, krpanje pukotina (*Slika Error! No text of specified style in document..3*), rekonstrukciju površinskog sloja, špricanje bitumenom (*Slika Error! No text of specified style in document..4*), mikro frezanje (*Slika Error! No text of specified style in document..5*) ili površinsko dijamant brušenje (*Slika Error! No text of specified style in document..6*) i druge površinske

obrade. Tanko presvlačenje kolnika čuva, štiti i poboljšava funkcionalno stanje ceste, te smanjuje potrebu za rutinskim održavanjem, što dovodi do produljenja radnog vijeka, bez povećanja strukturalnog kapaciteta.

Održavanje starijih betonskih kolnika u kojima se pojavljuje nejednoliko slijeganje, rasjedanje/uzdizanje ploča na spojevima, uključuje tehniku nazvanu „dowel bar retrofit“ tj. ponovna ugradnja povezničkih šipki na spoju ploča (*Slika Error! No text of specified style in document..7*). Taj proces uključuje rezanje utora (*Slika Error! No text of specified style in document..8*) u asfaltu na svakom spoju ploča, stavljanje vezničkih šipki u te otvore, a zatim njihovo punjenje veznim betonom. Ova metoda može produžiti vijek trajanja betonskog kolnika za još 15 godina.



*Slika Error! No text of specified style in document..3 Krpanje pukotina [4]*



*Slika Error! No text of specified style in document..4 Špricanje bitumenom [5]*

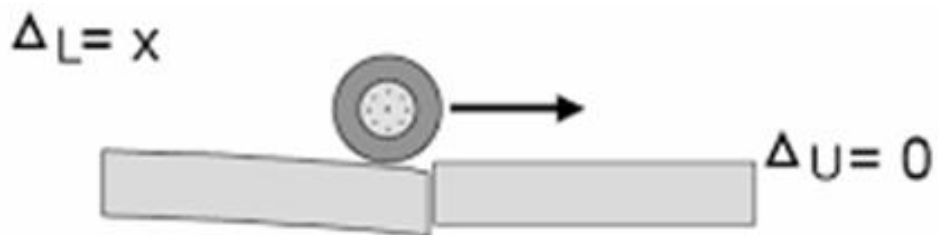


*Slika Error! No text of specified style in document..5 Mikro frezanje [6]*

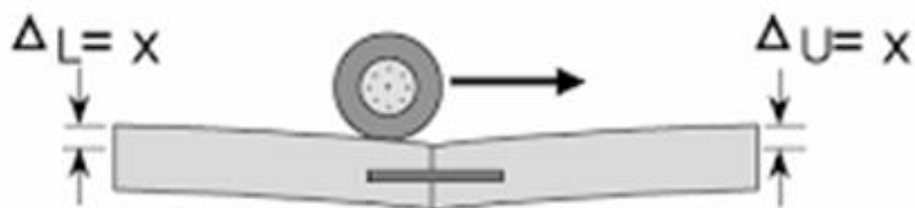




Slika *Error! No text of specified style in document.*6 Površinsko dijamant brušenje [7]



Loš prijenos opterećenja (slijeganje susjedne ploče)



Dobar prijenos opterećenja (zamjena spojnih šipki)

Slika *Error! No text of specified style in document.*7 Ugradnja poveznih šipki na spoju ploča [8]



Slika *Error! No text of specified style in document..8* Rezanje utora za postavljanje spojnih šipki

[9]

Četiri su osnovna indikatora stanja kolnika koji se ispituju:

- *Oštećenost površine kolnika* koja se obično izražena kao postotak površine zahvaćene oštećenjima u odnosu na ukupnu površinu promatranog – homogene dionice, te se dobiva na temelju podataka video snimke kolnika (*Slika Error! No text of specified style in document..9*).
- *Ravnost* (uzdužna – IRI i kolotrazi – dubina cm)
- *Hrapavost* / otpor trenju površine kolnika,
- *Defleksije* (nosivost) mjerena kao vertikalni nagib ispod standardno opterećenog kotača (osovina od 82 kN)



*Slika Error! No text of specified style in document..9 Opći snimak (a) i detaljni snimak (b) kolnika, fragment video snimke.*

### 3. Tipovi kolničkih konstrukcija

Kolnička konstrukcija je sustav koji se sastoji od materijala koji su unaprijed određeni te se ugrađuju u više međusobno povezanih slojeva. Namjena kolničke konstrukcije je da preuzme opterećenje od prometa, te ga prenese na donje dijelove (posteljicu) smanjenog do tog stupnja da ne dođe do nikakvih štetnih posljedica niti za kolničku konstrukciju, niti za samu posteljicu. Jedan od važnijih slojeva je završni sloj kolničke konstrukcije (zastor). Zastor je površinski sloj kolnika koji izravno preuzima opterećenje prometa i prenosi ga na podlogu [10].

Završni slojevi trebaju biti izvedeni tako da imaju dostatnu čvrstu ravnu i hrapavu površinu, da se spriječi proklizavanje u zavoju. Sve te osobine zastora utječu na brzinu i kvalitetu vožnje, potrošnje goriva, trošenje guma, zamaranje vozača, putnika itd. Posebno je važna ravnost zastora. Ona se određuje pomoću koeficijenta ravnosti koji je zbroj veličine vertikalnih pomaka osovine. Vrijednost koeficijenta ravnosti predočuju se u centimetrima po kilometru ceste [11].

Završni cestovni sloj (zastor) preuzima sve vanjske vertikalne i horizontalne sile. On mora biti tako izveden da je otporan prema meteorološkim utjecajima. Debljina zastora se kreće u raznim dimenzijama od 2-5 cm za asfaltnog pa do 7 cm za betonski zastor, dok kod malih kocki je to između 8 i 10 cm.

Na izbor završnog sloja utječu sljedeći čimbenici:

- Prometno opterećenje
- Geometrijsko tehnički elementi ceste
- Vrsta prometa
- Klimatski uvjeti
- Kvaliteta donjeg ustroja
- Ekonomika izgradnje

Kolnička konstrukcija je sistem koji se sastoji od materijala ugrađenih, mehaniziranim načinom rada u više cjelovitih slojeva. Prema vrsti završnog sloja (zastora) mogu se podijeliti na dvije osnovne skupine :

- konstrukcije s asfaltnim završnim slojem
- konstrukcije s betonskim završnim slojem

Kolničke konstrukcije s asfaltnim završnim slojem smatraju se najčešće fleksibilnim (savitljivim) konstrukcijama, iako neke vrste (sa cementno stabiliziranim nosivim slojevima) imaju veliku krutost pa se nekada nazivaju polukrutim kolničkim konstrukcijama.

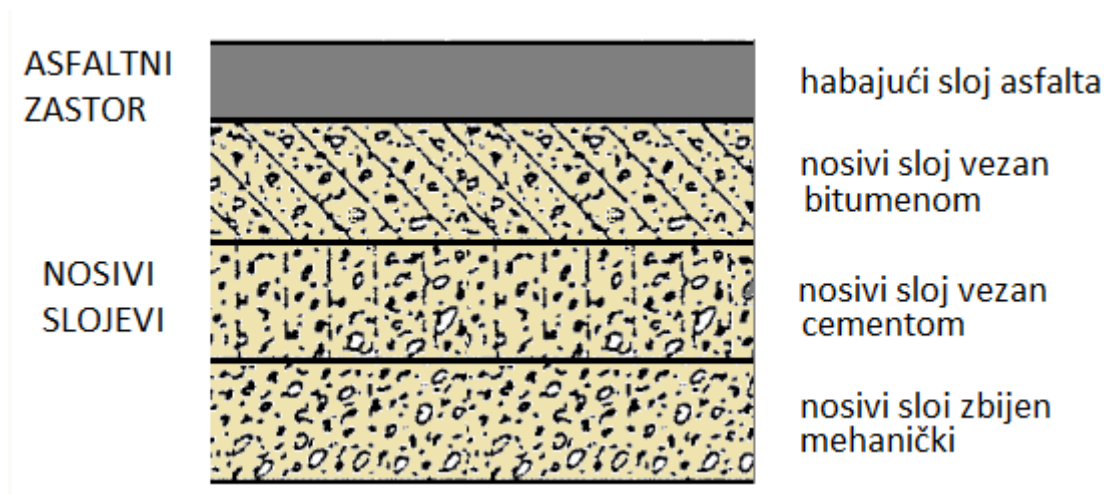
Kolničke konstrukcije s betonskim završnim slojem (zapravo se radi o betonskoj ploči), zbog velike krutosti nazivaju se krutim kolničkim konstrukcijama.

### 3.1. Asfaltne kolničke konstrukcije

Asfaltne kolničke konstrukcije su sistemi koji se sastoje se od asfaltnog zastora i nosivih slojeva povezani nekim vezivom ili načinom ugradnje. Suvremeni tzv. tamni zastori najviše su se počeli upotrebljavati modernizacijom cestogradnje. Rade se sa minimumom šupljina, pri čemu je kameni skelet sastavljen od recepture odmjerenih količina pijeska, kamenog brašna i sitneži. U mješavini treba se nalaziti što manji udio šupljina, time se postižu dvije bitne svrhe manji utrošak samog asfalta kao veznog sredstva i sve ostale pretpostavke za tvorbu umjetnog kamena. Po tom principu izvode se naredne vrste zastora od cementnog betona.

Prema položaju i ulozi u kolničkoj konstrukciji slojevi asfaltnog betona mogu biti krupnozrnati i sitnozrnati habajući. Vezni sloj se koristi za težak i srednje težak promet, a za lakši promet je dostatan samo habajući zastor.

U habajućem sloju kolnika za najteži promet preporuča se upotreba samo plemenite kamene sitneži eruptivnog podrijetla kao što su bazalt i dijabaz, dok se za lakše opterećene ceste upotrebljavaju manje zahtjevni agregati [12].



Slika **Error! No text of specified style in document..10** Shematski prikaz asfaltne konstrukcije

[11].

Kao što se iz slike vidi konstrukcija ima asfaltni zastor (habajući sloj) te nosive slojeve, od kojih je najgornji izrađen od znatog kamenog materijala vezanog bitumenom, zatim slijedi sloj od znatog kamenog materijala stabilizacijom pomoću hidrauličkih i veznih sredstava i konačno sloj od znatog kamenog materijala zbijenog mehaničkim putem, bez upotrebe veznog sredstva.

Takva sastav kolničke konstrukcije općenito se primjenjuje kod težih prometnih opterećenje.

U novije vrijeme pojavljuju su težnje da se kolnička konstrukcija izvodi u cijelosti od materijala povezanih određenim vezivima, tako da nema nosivog mehanički zbijenog sloja [11].

Za slabije prometno opterećenje može sloj stabiliziran cementom potpuno izostati pa bitumenski slojevi dolaze na nosivi sloj od strojno zbijenoga kamenog materijala.

Tablica 1. Rasponi debljina slojeva kolničke konstrukcije [11]

Sloj	Debljina sloja, cm
Habajući asfaltni sloj	2 do 8
Bitumenizirani nosivi sloj	5 do 12
Cementom stabiliziran nosivi sloj	15 do 25
Nevezani nosivi sloj	20 do 45

Kod asfaltnih konstrukcija važno je da kvaliteta materijala primijenjenih kod konstrukcije sve bolja u višim slojevima, a slabija u donjim slojevima konstrukcije. Tablica 1. prikazuje promjenu debljinu svakog pojedinog sloja konstrukcije.

Debljine i značajke pojedinih materijala daju kolničkoj konstrukciji određeni stupanj savitljivost, stoga se takve konstrukcije nazivaju savitljivim kolničkim konstrukcijama.

Ako se kolnička konstrukcija promatra u određenom kratkom vremenskom intervalu, može se uzeti da je njeno ponašanje uglavnom elastičnog karaktera, tj., ona se pod opterećenjem kotača vozila savija u dostatnoj mjeri, a nakon smanjenja opterećenja vraća se u prvobitan položaj. Kod dugotrajnog prometnog opterećenja situacija se mijenja, dolazi do klasičnog zamora materijala čime se pojavljuju plastične deformacija i pukotine [12].

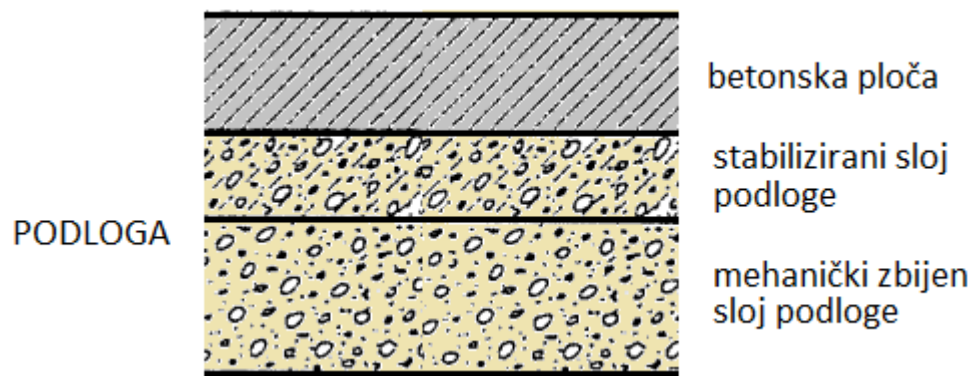
### 3.2. Betonske kolničke konstrukcije

Krute kolničke konstrukcije većim dijelom se sastoje od betonske ploče na podlozi od nevezanog stabiliziranog mehanički zbijenog kamenog materijala.

U davna vremena kada je čovjek mikromigracijama stvarao ugažene putove i staze, a još prije pet tisuća godina u starom Babilonu otpočelo je promišljanje o takvim betonskim kolničkim konstrukcijama, Babilonci, se nisu zaustavili na tome, već su prešli i na samo građenje.

Nakon brojnih civilizacija koje su preferirale takvu gradnju, došlo je do višestoljetne stanke koja je završena 30-tih godina prošlog stoljeća kada su njemački inženjeri ponovno uveli u uporabu betonske kolnike, što je ustvari sistem koji se sastoji od više slojeva

određenih materijala ugrađenih mehaničkim načinom, pri čemu završni sloj sustava čini betonska ploča [12].



Slika *Error! No text of specified style in document.*11 Shematski prikaz betonske kolničke ploče [11].

Sastav krute kolničke konstrukcije prikazan je na slici 3. Najvažniji dio krute kolničke konstrukcije je betonska ploča. Podloga nema neko općenito značenje po pitanju prijenosa opterećenja, no mora biti iznimno kvalitetno izrađena kako ne bi s vremenom došlo do njene erozije i stvaranja šupljina što bi povećalo vjerojatnost oštećenja betonske ploče. Debljina ploče može biti od 15 do 25 cm. Cementom stabilizirani sloj podloge debeo je 15 do 20 cm, a ako je stabiliziran bitumenom, debeo je 8 do 10 cm. Nevezani sloj podloge debeo je najčešće 20 do 40 cm.

Modul elastičnosti betonske ploče mnogo je manji nego modul elastičnosti asfaltnih slojeva, stoga su i progibi betonskih ploča pod opterećenjem mnogo manji od progiba savitljivih konstrukcija što povećava mogućnost pojave pukotina. Stoga betonske konstrukcije raspodjeljuju opterećenje na veliku površinu da bi smanjile tlak. Ipak i ove konstrukcije rade elastično (znatno manje nego asfaltne), pod opterećenjem se savijaju, a nakon rasterećenja vraćaju se u prvobitan položaj.

Dugotrajno opterećenje i kod njih kao i kod svakog materijala uzrokuje umor, što za posljedicu dovodi do stvaranje pukotina [12].

Ovakav sistem uglavnom se primjenjuje na prometnicama namijenjenim za teška prometna opterećenja i velika toplinska naprezanja, ali ih se može naći, primjerice, i na zrakoplovnim pistama, i to na površinama koje su namijenjene za manevriranje zrakoplova.

U suštini, moderne betonske kolničke konstrukcije dijelimo na tri glavna tipa: besprekidno armirani, prednapeti i oni koji su izvođeni kao dilatirani nearmirani kolnik, na koji se ujedno i danas najviše nailazi. Radi se o staroj izvedbi kojoj je najveći problem bio problematične razdjelnice.

No, razvitkom novih tehnologija taj je problem uspješno riješen, uvođenjem posebnih masa za ispunjavanje razdjelnica. Kolnik na takav način se sastoji od četiri sloja, od kojih je najdonji podtlo, nakon kojeg ide nosivi sloj debljine od 15 do 40 centimetara,

na njega dolazi cementni sloj, čija se minimalna debljina ne bi smjela kretati ispod 15 centimetara, te na kraju završni sloj je betonska ploča debljine od 15 do 30 centimetara.

Prednost takvih kolnika nad ostalim, koji su najviše rasprostranjeni cijelom Europom i Amerikom, leži u jednostavnosti izvedbe i kvalitete materijala kojim se popunjavaju razdjelnice, pri čemu se ne može zanemariti i jeftina cijena izvedbe.

Betonski kolnik izvodi se pomoću dilatacija zbog otklona negativnih utjecaja temperaturnih naprezanja, budući da na betonsku kolničku konstrukciju temperatura igra vrlo nezanemariv utjecaj.

Za kolničke konstrukcije debljine od oko 22 centimetra normalna duljina ploče je pet metara, a njezina širina iznosi oko 3,5 metara, što je i širina samog prometnog traka.

Razdjelnice betonskih kolnika dijele se najčešće na prostorne, pritisnute i prividne razdjelnice. Prostorne razdjelnice, širine su od 1,8 do 2,5 centimetara, a dijele ploče po njihovoj debljini te tako omogućavaju nesmetano pomicanje uzrokovano djelovanjem temperaturnih naprezanja na cestu.

Za preuzimanje opterećenja koriste se i moždanici izrađeni od čelika, pritom same razdjelnice zalijevaju se posebnim masama, često je to bitumenskom. Pritisnute razdjelnice se pojavljuju na lokacijama gdje dolazi do spoja dviju ploče a spajanje se vrši ugrađivanjem sidara.

Prividne razdjelnice se opet izvode na način da se s donje strane ugradi letva, a s gornje strane zarezuje utor, mogu biti uzdužne i poprečne. Najčešće je riječ o postupku izvedbe razdjelnica koji je izašao iz primjene.

Kod kolničke ploče dilatiranih betonskih kolnika, postoje dvije varijante izvedbe. jedna je ona gdje su ploče nepovezane te između njih nema prijenosa opterećenja, a kod druge varijante ploče su povezane, a opterećenje preuzimaju moždanici.

Dijametar i duljina moždanika, izrađenog od rebrastog čelika, ovisi o debljini ploče pa tako imamo u slučaju gdje je ploča debela između 15 i 18 cm dijametar moždanika 2 cm, a debljina 5,5 centimetara, dok je dijametar sidra 1,2cm i debljina 40 cm.

Kod ploče debljine preko 24 centimetra moždanici će imati dijametar za 0,7 cm veći te će biti deblji za puna dva centimetra. U takvom će se slučaju i promjer sidra udvostručiti (2,5 cm), dok će debljina "skočiti" na 60 centimetara.



Do naprezanja dilatiranih betonskih kolnika dolazi zbog djelovanja opterećenja uzrokovano prometo, te zbog temperaturnih razlike temperature pri površini i na dnu ploče.

No, ne može se zanemariti niti razlika u vlažnosti ploče, nejednoliku nosivost tla te ispunu dilatacijskih razdjelnica. Jednoliki porast temperature u betonskoj ploči, uzrokuje tlačna naprezanja, dok, se sa padom temperature pojavljuju vlačna naprezanja zbog skupljanja materijala, što naposljetku ima za rezultat pojavu neželjenih pukotina.

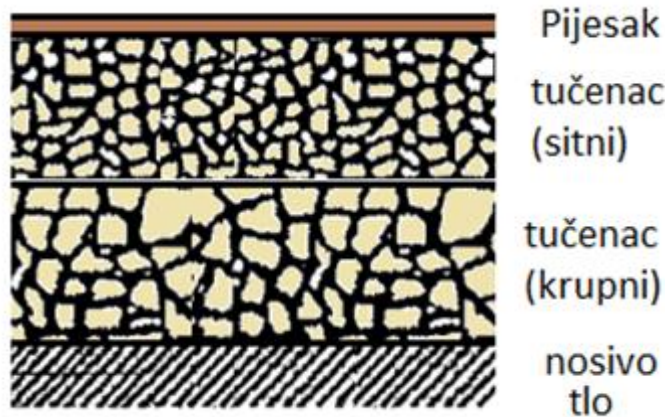
Ugradnjom dilatacija, navedena tlačna i vlačna naprezanja se poništavaju i sprječava se nastanak neželjenih pukotina [13].

### 3.3. Konstrukcije s završnim slojem tučenca i šljunka

Konstrukcije završnog sloja od tučenca mogu se izvoditi na postojećim podlogama od lomljenog kamena, na koju se postavi sloj tučenca debljine 6-15 cm.

Na stabilnom i čvrstom trupu ceste, gdje sile nisu velike izvodi se zastor od tučenca bez podloge tzv. macadam nazvan po John Loudon McAdam-u.

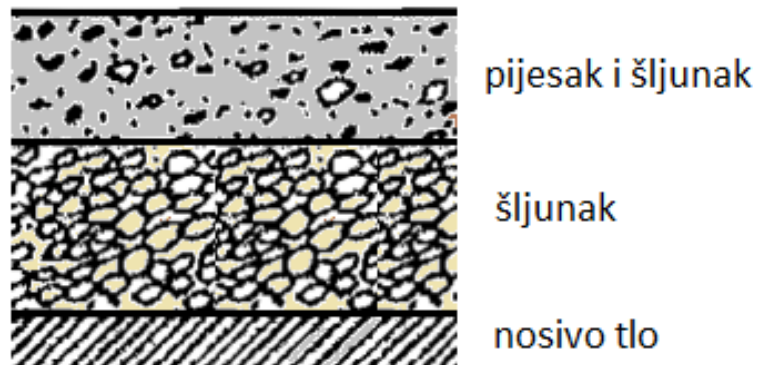
Debljina mu je od 15 do 25 cm a ugrađuje se u dva ili tri sloja mehaničkim putem (valjanjem) i dodavanjem kamene sitneži uz prskanje vodom. Za niže slojeve koristi se kamen većih frakcija, a idući prema vrhu frakcije postaju sve manje. *Slika Error! No text of specified style in document..12* prikazuje debljine ali i frakcije pojedinih slojeva zastora od tucanika.



*Slika Error! No text of specified style in document..12* Shematski prikaz zastora od tucanika [11].

Debljina je vibriranog tučenca za laki promet 15 cm a za srednji 20 cm a za teški promet 25 cm.

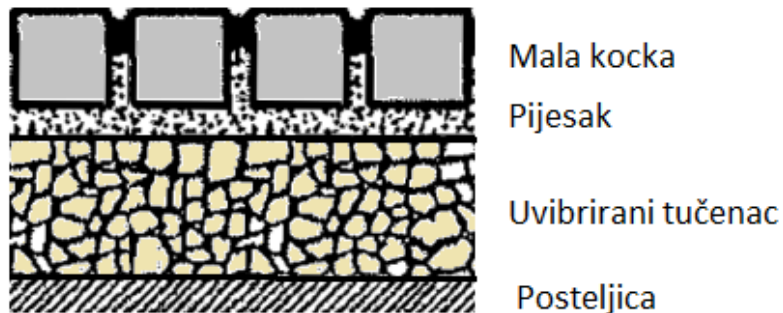
Zastor od šljunka radi se na jednak način kao i podloga od šljunka, s time što se šljunak nanosi u dva sloja i zbija se mehanički te se na njega uvalja sloj pijeska. Namjena tog kolnika je za ceste sa slabijim prometnim opterećenjem. *Slika Error! No text of specified style in document..13* prikazuje raspored materijala kod ove vrste konstrukcije [11].



*Slika Error! No text of specified style in document..13 Shematski prikaz zastora od šljunka [11].*

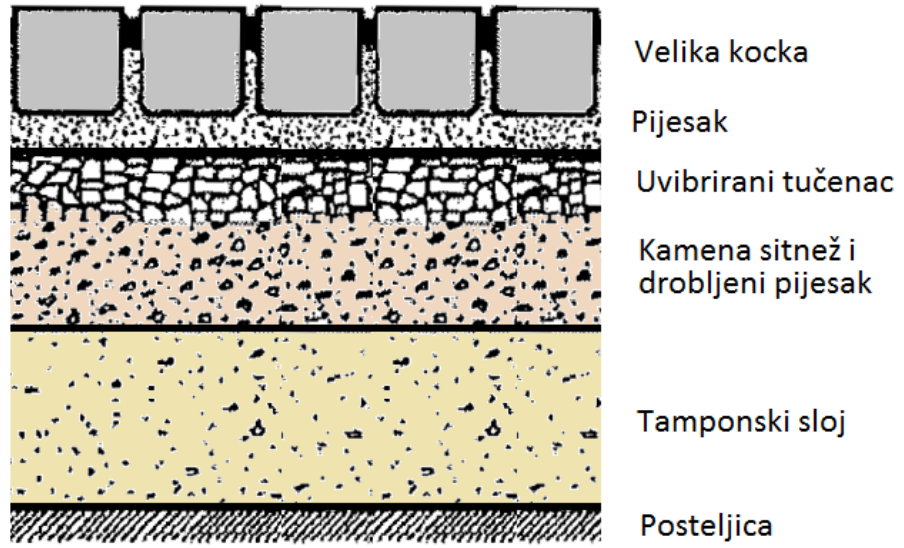
### 3.4. Konstrukcije sa završnim slojem od malih i velikih kocki

Zastor od malih kocki izvodi se za ceste s teškim prometom, a postavlja se na podlogu od lomljenog kamena, tučenca ili betona. Na slici 6. vidi se raspored slojeva takve kolničke konstrukcije [11].



*Slika Error! No text of specified style in document..14 Shematski prikaz zastora od malih kocki [11].*

Namjena zastor od velikih kocki služi za težak promet, a polaže se na podlogu od kamena, betona, šljunka i pijeska. *Slika Error! No text of specified style in document..15* prikazuje raspored slojeva kod kolničke konstrukcije sa završnim slojem od velikih kocki [11].



Slika *Error! No text of specified style in document.*15 Shematski prikaz zastora od velikih kocki

## 4. Trajnost kolničkih konstrukcija

Kolničke konstrukcije se uobičajeno projektiraju na određeno *projektno razdoblje*. Projektno razdoblje ili razdoblje dimenzioniranja znači broj godina nakon kojih treba obaviti prvo veće presvlačenje (pojačanje) kolnika [12]. Ovaj se pojam ne smije zamijeniti s "trajnošću" kolnika, tj. vremenom u kojem dolazi do potpunog propadanja kolničke konstrukcije. Presvlačenjem pri kraju razdoblja dimenzioniranja može se vijek trajanja kolničke konstrukcije produžiti za neki daljnji niz godina.

U novije vrijeme dimenzioniranje se obavlja tako da se unaprijed predviđa određeni način održavanja, time se mogu postići ekonomičnija rješenja. Za razdoblje dimenzioniranja prema metodi AASHO uzima se vrijeme od 20 godina i za to su razdoblje prilagođeni nomogrami za dimenzioniranje. Može se, međutim, uzeti i drugačije projektno razdoblje, i to tako da se razmjerno smanji ili poveća veličina prometnog opterećenja.

Kao i svaki drugi građevinski objekata, stanje cesta se pogoršava tijekom vremena. Životni vijek ili trajnost asfalta u prosjeku je 25 godina, međutim, postoje brojni čimbenici koji mogu utjecati na njegov životni vijek, kao što su nagomilavanja oštećenja od djelovanja vozila, utjecaj klime, te obavljanje rutinskog održavanja.

Osim toga na trajnost kolničke konstrukcije utječe:

- Kvaliteta ugrađenih materijala
- Kvaliteta gradnje
- Klimatski uvjeti
- Uvjeti održavanja

Prema rezultatima ispitivanja "AASHO Road Test" provedenih u kasnim 1950-im, empirijski je utvrđeno da je efektivna količina oštećenja na cestama uslijed djelovanja prometnog opterećenja su proporcionalni četvrtoj potenciji težine osovine približno proporcionalna četvrtoj potenciji težine osovine [14]. Očekivano oštećenje koje napravi tipičan traktor-prikolica koji ima masu 36,287 t iznosit će 7.800 puta više nego putničko vozilo mase 1,8 t.

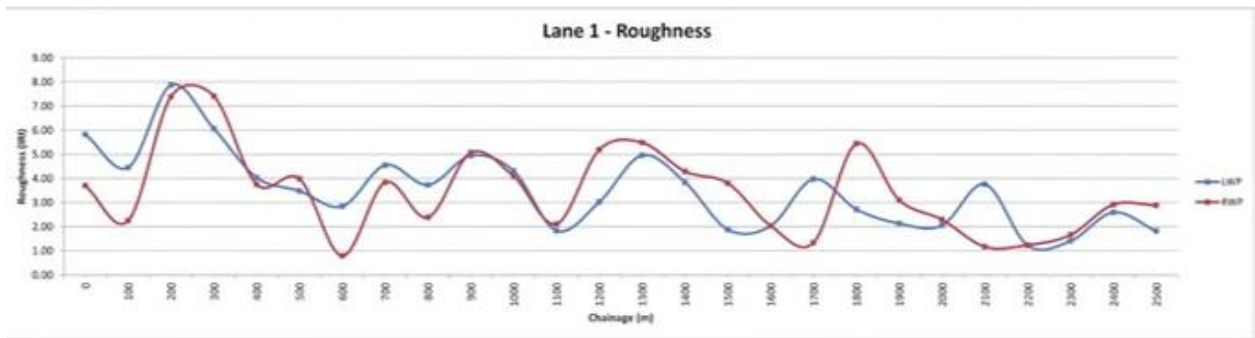
Nova, kvalitetno izgrađena cesta sa asfaltnim zastorom trajat će najmanje 15 godina prije nego što će biti potrebna veća rekonstrukcija. Međutim, površinske obrade ili zamjena površinskih slojeva asfalta svakih 7-10 godina može produljiti vijek trajanja na 20 godina. Mnogo je jeftinije zadržati dobru cestu u dobrom stanju, nego rekonstruirati lošu cestu. Pri odabiru vijeka trajnosti za dionicu ceste treba obratiti posebnu pažnju na troškove održavanja.

Npr. u nekim dijelovima Ujedinjenog Kraljevstva standardni vijek trajanja je 40 godina za nove asfaltne i betonske kolnike. Neki asfaltni kolnici izvedeni su kao trajni kolnici s očekivanim vijekom trajanja više od 50 godina. Mnogi asfaltni kolnici izgrađeni prije 35 godina, iako nisu dizajnirani kao trajni kolnici, ostali su u dobrom stanju dugo nakon isteka njihova vijeka trajanja. Mnogi betonski kolnici izgrađeni u 1950-im značajno su nadživjeli svoj životni vijek. Npr. Ceste kao što su "Wacker Drive" u Chicago, glavni dvoetažni vijadukti u centru grada, su rekonstruirani sa projektiranim vijekom trajanja od 100 godina [14].

Gotovo sve ceste zahtijevaju neki oblik održavanja prije nego što dosegnu kraj svog radnog vijeka. Pro-aktivni koncesionari/upravitelji koriste napredne tehnike upravljanja održavanjem kolnika da bi kontinuirano pratili uvjete na cesti i raspored preventivnih tretmana održavanja kako bi se produžio vijek trajanja njihovih cesta. Tehnički napredne upravitelji prate stanje cestovne mreže površine sa sofisticiranom opremom, kao što su laserski profilometri (*Slika Error! No text of specified style in document..16*). Ove mjere uključuju mjerenja zakrivljenost ceste, poprečni nagib, neravnost, hrapavost, kolotrage i teksturu te se kao rezultat dobiva uzdužni profil (*Slika Error! No text of specified style in document..17*). Ti podaci se naknadno unose u sustav za upravljanje kolnicima koji preporučuje najbolje održavanje ili građevinski tretman za ispravljanje nastale štete.



*Slika Error! No text of specified style in document..16 Laserski profilometri montirani na tehničko vozilo [15]*

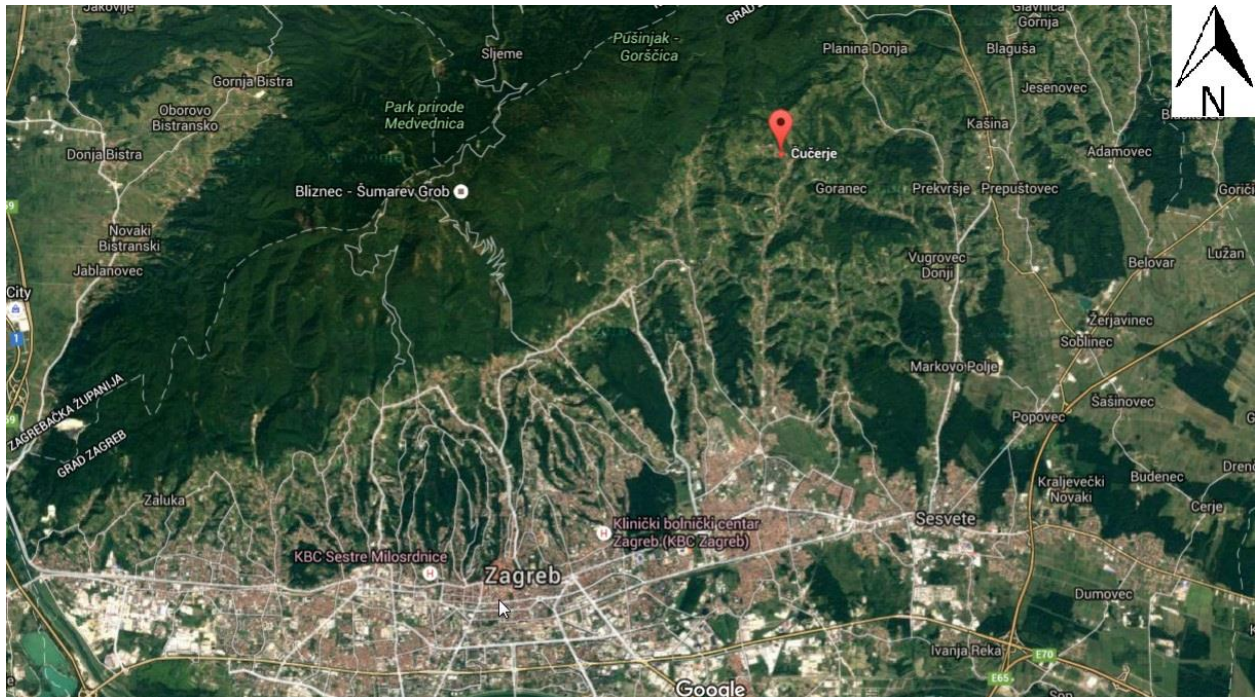


*Slika Error! No text of specified style in document..17 Uzdužni profil - rezultat snimanja profilometrom*

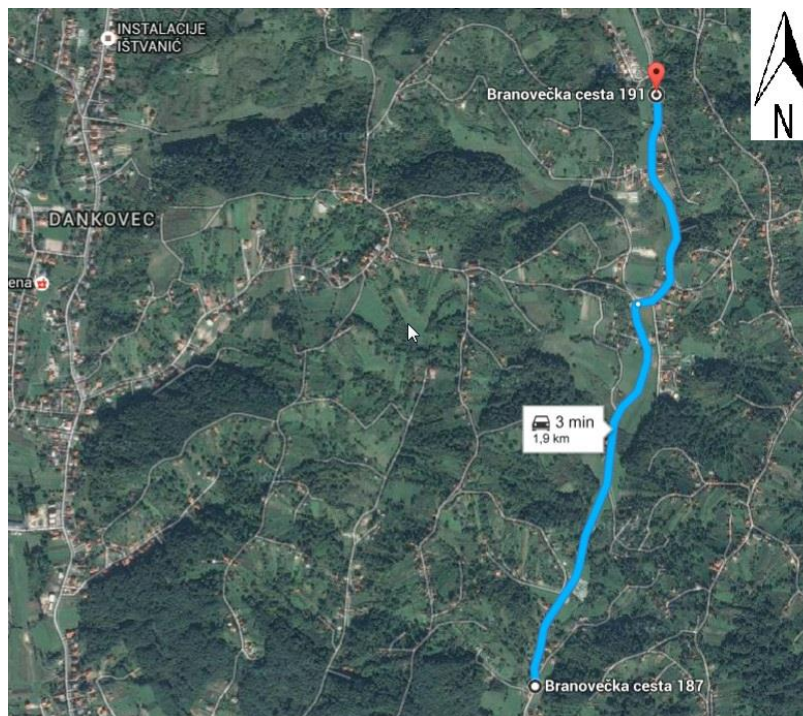
## 5. Rekonstrukcija kolničke konstrukcije Brenovečke ceste

### 5.1. Tehnički opis i lokacija rekonstrukcije ceste

Dionica Brenovečka ceste koja se rekonstruira se nalazi u sjeveroistočnom djelu Zagreba u mjestu Čučerje (Slika *Error! No text of specified style in document..18*) u Branovečkoj ulici od broja 187 do broja 191 (Slika *Error! No text of specified style in document..19*).



Slika *Error! No text of specified style in document..18* Prikaz lokacije Čučerja



Slika *Error! No text of specified style in document..19* Brenovečka cesta od broja 187-191

Pregledom na terenu utvrđeno je da je postojeći kolnik Branovečke ulice je u ne adekvatnom stanju, te se predviđa rekonstrukcija kompletnog kolnika i postojećeg propusta.

U tu svrhu izrađen je projekt rekonstrukcije kolnika u duljini cca 180 m, širina novog kolnika je 5,50 m. Projektom se također predviđa rekonstrukcija postojećeg propusta na stacionaži 0+051,60, te će se izvesti pero za autobusno stajalište na cesti duljine 15,00 m, širine 2,00m s tipskom zatvorenom nadstrešnicom (3 modula) duljine 5,00 m i širine 1,60 m.

## 5.2. Računski elementi

Projektirana os je duljine 179,17m. Širina kolnika je 5,50 m. Horizontalni i vertikalni elementi prometnice izračunati su prema računskoj brzini od 50 km/h.

Minimalni primijenjeni horizontalni i vertikalni elementi iznose:

- horizontalni elementi:  
pravac  
minimalni polumjer horizontalne krivine  $R=15,00$  m
- vertikalni elementi:  
uzdužni nagib  
konveksni polumjer zaobljenja nivelete  
konkavni polumjer zaobljenja nivelete

## 5.3. Elementi poprečnog presjeka

*Normalni poprečni presjek Autobusno stajalište*

kolnik	$2 \times 2,75 \text{ m} =$	5,50 m
pješачka staza/peron	$1 \times 2,00 \text{ m} =$	2,00 m
nadstrešnica	$1 \times 1,60 \text{ m} =$	1,60 m
ukupno:		8,60 m

*Normalni poprečni presjek OS-1, 0+000,00 - 0+179,17*

kolnik	$2 \times 2,75 \text{ m} =$	5,50 m
ukupno		5,50 m

## 5.4. Predviđena kolnička konstrukcija

*Kolnička konstrukcija kolnika*

- 4.0 cm habajući sloj od asfalt betona, AC 11 surf 50/70
- 8.0 cm bitumenizirani nosivi sloj, AC 16 base 50/70
- 40.0 cm mehanički zbijeni nosivi sloj od nevezanog kamenog materijala,



MNS 0/63 mm,  $M_s = 100 \text{ MN/m}^2$

#### *Konstrukcija pješačke staze*

4.0 cm habajući sloj od asfaltbetona, AC 11 surf 50/70

8.0 cm bitumenizirani nosivi sloj, AC 16 base 50/70

25.0 cm mehanički zbijeni nosivi sloj od nevezanog kamenog materijala,  
MNS 0/63 mm,  $M_s > 80 \text{ MN/m}^2$

Mehanički zbijeni nosivi sloj (MNS) kolnika od drobljenog kamena debljine je 40cm, pri čemu se isti ugrađuje na uređenu posteljicu sa min. modulom stišljivosti posteljice  $M_s = 20 \text{ MN/m}^2$ . Minimalni modul stišljivosti mehanički zbijenog nosivog sloja je  $M_s = 100 \text{ MN/m}^2$  za kolnika i  $M_s = 80 \text{ MN/m}^2$  za pješačku stazu.

### **5.5. Odvodnja**

Odvodnja sa novoprojektiranih kolnika i pješačke staze riješena je jednostrešnim poprečnim, te uzdužnim nagibima prema novoprojektiranim slivnicima i potoku Jalševcu. Poprečni nagib kolnika je od 2,5% do 6,00% s uklopom na postojeći nagib na krajevima zone obuhvata. Poprečni nagib pješačkog perona izvest će se u nagibu od 1,5% prema cesti.

Odvodnja posteljice projektirana je poprečnim nagibom posteljice od 4,0% prema novoprojektiranom drenažnom jarku s drenažnom cijevi promjera  $\varnothing = 150 \text{ mm}$  koja se spaja na novoprojektirane slivnike i potok Jalševac, dok se slivnici spajaju na postojeći mješovitu kanalizaciju. U slučaju nailaska na nepredviđene postojeće instalacije predviđa se izvedba slivnika s izmaknutom taložnicom.

### **5.6. Prometna signalizacija i oprema ceste**

Prometna signalizacija i oprema ceste projektirana je u skladu s Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/2005, NN 64/2005; NN 155/2005) i pripadajućim hrvatskim normama.

Prometno rješenje usklađeno je s postojećim stanjem.

### **5.7. Horizontalna prometna signalizacija**

Horizontalnu prometnu signalizaciju je potrebno izvesti prema situaciji u nacrtima. Za oznake na kolniku mora biti upotrijebljen materijal ili boja koji zadovoljavaju sve hrvatske norme. Oznake na kolniku ne smiju biti više od 0,6 cm iznad razine kolnika.

Elementi horizontalne signalizacije:

- široka isprekidana crta žute boje, širine 30 cm, duljine punog/praznog polja 1/1 prema normi HRN U.S4.223
- oznaka autobusnog stajališta, žute boje, prema normi HRN U.S4.233

## 5.8. Vertikalna prometna signalizacija

*Elementi vertikalne signalizacije:*

U skladu s Pravilnikom, tipski prometni znakovi su veličine:

- osnovica trokuta  $a = 90$  cm za znakove opasnosti,
- osnovica kvadrata  $a=60$  cm za znakove obavijesti
- osnovica dopunske ploče  $d = 60$ cm

## 5.9. Građenje

Prije početka radova Izvoditelj je dužan izvijestiti nadzornog inženjera o odabranoj tehnologiji građenja, dinamici odvijanja radova te se informirati o svim instalacijama koje se mogu oštetiti nepažnjom tijekom izvođenja radova.

Na mjestima izvođenja radova u blizini instalacija iskope obaviti ručno, a njihov položaj točno utvrditi probnim iskopima.

Nakon uklanjanja humusnog sloja i postojeće kolničke konstrukcije, iskopa zemlje te izvedbe nasipa (ukoliko je predviđeno) potrebno je otpočeti sa radovima na izradi posteljice. Nadzorni inženjer će nakon ispitivanja stupnja zbijenosti ( $S_z = 100\%$ ), ravnosti i visinske točnosti posteljice upisom u građevinski dnevnik odobriti navoženje i ugradnju nosivog sloja od drobljenog kamena. Ugradnju (zbijanje) kamena potrebno je vršiti vibro valjcima.

Poslije kontrole ravnosti i zbijenosti nosivog sloja od drobljenog kamena nadzorni inženjer odobrava ugradnju asfaltnih slojeva.

Proizvodnja, transport i ugradnja asfaltne mase mora u svemu odgovarati zahtjevima iz „Općih tehničkih uvjeta za radove na cestama”.

## 5.10. Instalacije

Izvoditelj je dužan prije početka radova probnim iskopima pronaći i iskolčiti točan položaj postojećih instalacija na području zahvata. Investitor je dužan pravovremeno obavijestiti nadležna poduzeća za svaki pojedinu instalaciju glede osiguranja stručnog nadzora nad izvedbom zaštite, odnosno eventualno potrebnog izmještanja postojećih instalacija na području zahvata.

Ukoliko tijekom radova dođe do oštećenja instalacija uslijed nepridržavanja gore navedenog, izvoditelj radova je u obvezi izvršiti sanaciju o svom trošku.

## 5.11. Uvjeti za nesmetano kretanje

Kod izrade tehničke dokumentacije korištene su odrednice i poštivani uvjeti iz PRAVILNIKA O OSIGURANJU PRISTUPAČNOSTI GRAĐEVINA OSOBAMA S INVALIDITETOM I SMANJENE POKRETLJIVOSTI (NN 78/2013).

Na pješačkoj stazi predviđena je ugradnja taktilnih površina.

### **5.12. Mjere zaštite od požara**

Prometno rješenje, kolnička konstrukcija, širina prometnica kao i radijusi zakrivljenosti prometnih površina projektirani su u skladu sa važećim Zakonom o zaštiti od požara (NN 92/10).

Kolnička konstrukcija projektirana je na način da podnese osovinski pritisak od 100 kN, što odgovara osovinskom pritisku teških vatrogasnih vozila, odnosno u skladu je s Pravilnikom o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN br. 35/94, 55/94 i 142/03).

Ovaj prikaz mjera se odnosi na protupožarnu zaštitu i zaštitu od eksplozija.

Kod izvođenja potrebno je pridržavati se važećih propisa i zakona:

- Zakon o zaštiti od požara,
- Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima,
- Odluka o zaštiti od požara,
- Pravilnik o tehničkim normativima za vanjsku hidrantsku mrežu kao i svih drugih važećih normativa i propisa koji reguliraju ovu problematiku.

### **5.13. Mjere zaštite okoliša**

Ovim glavnim projektom propisuju se mjere koje treba poduzeti za zaštitu okoliša od nepovoljnih utjecaja kako građenja tako i korištenja prometnice, a naročito u pogledu sigurnosti svih sudionika u prometu i zaštite od zagađenja podzemnih vodonosnih slojeva.

Tijekom izvođenja građevinskih i drugih radova treba spriječiti svako upuštanje ili odlaganje krutih otpadnih i potencijalno opasnih tvari u tlo. U svim fazama izvođenja građevinskih radova treba osigurati uvjete za sigurno i udobno kretanje pješaka.

Sve građevinske jame, rovovi i otvori revizijskih okana trebaju biti ograđeni sigurnosnom ogradom, odnosno pokriveni odgovarajućim pokrovima. Također treba osigurati noćnu rasvjetu svih površina dostupnih prolaznicima i odgovarajuću prometnu signalizaciju.

Po završetku građevinskih i drugih radova treba odstraniti sav preostali materijal, opremu, ograde i slično kako sa površina gradilišta, tako i iz kontaktnih zona.

Stanje uređenja okolnih područja treba, po završetku radova, biti barem onakvo kakvo je zatečeno pri početku radova.

### **5.14. Ostalo**

Svi radovi određeni ovim projektom moraju biti izvedeni u skladu sa važećim propisima i hrvatskim normama, a posebno sa „Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama”.

Izmjene i dopune koje se tijekom radova ukažu kao nužnost mogu se izvršiti samo uz suglasnost investitora, projektanta i nadzornog inženjera.

Količine koje proisteknu iz tako dogovorenih radova obračunati će se prema građevinskoj knjizi.

## **5.15. Program kontrole i osiguranja kakvoće**

### **Općenito**

Da bi se osigurala stalna kvaliteta sastavnih materijala te da bi se imao odgovarajući uvid u kakvoću sastavnih materijala potrebno je:

- kontrolirati kakvoću materijala
- osigurati odgovarajuću dokumentaciju o kakvoći materijala
- za ispitivanje materijala primjenjivati metode ispitivanja, norme i propise dane u tehničkim uvjetima.

### *Kontrola kvalitete*

Kontrola kakvoće sastoji se od:

- ispitivanja pogodnosti tekuće kontrole
- kontrolnog ispitivanja
- provjere kvalitete uskladištenog materijala

### *Ispitivanje pogodnosti*

Pogodnost materijala s obzirom na njegovu namjenu utvrđuje se prethodnim laboratorijskim ispitivanjem. Svojstva materijala moraju zadovoljiti zahtjeve Općih tehničkih uvjeta. Uzorkovanje i ispitivanje obavlja poduzeće za kontrolu kvalitete.

### *Tekuća kontrola*

Tekuća ispitivanja obavljaju se radi kontrole tehnološkog procesa. Tekuća ispitivanja obavlja proizvođač u vlastitom laboratoriju ili ih, o njegovom trošku, obavlja poduzeće za kontrolu kvalitete. Učestalost i vrste tekućih ispitivanja propisani su Općim tehničkim uvjetima, ovisno o vrsti i namjeni materijala.

### *Kontrolno ispitivanje*

Kontrolno ispitivanje obavlja se radi provjere usklađenosti kvalitete proizvoda sa svojstvima i karakteristikama propisanim u Općim tehničkim uvjetima. Kontrolna ispitivanja može obavljati jedino poduzeće za kontrolu kvalitete koje obavlja uzorkovanje materijala. Učestalost i vrste ispitivanja propisani su u Općim tehničkim uvjetima, ovisno o vrsti i o namjeni materijala. Za materijale koji podliježu obaveznom atestiranju zavoda za

normizaciju, uzorkovanje i ispitivanje radi izdavanja atesta obavlja isključivo ovlaštena tvrtka.

#### *Provjera kontrole uskladištenog materijala*

Ispitivanjem se utvrđuje kvaliteta materijala uskladištenog na deponijima, silosima, cisternama i si. slučajevima:

- kad svojstva i karakteristike nisu praćene tijekom proizvodnje
- radi provjere svojstava i karakteristika, a prema posebnom zahtjevu ili potrebi

Uzorkovanje i ispitivanje obavlja poduzeće za kontrolu kvalitete.

#### **Dokumentacija**

Izveštaj o prethodnom ispitivanju kvalitete s ocjenom pogodnosti materijala Izveštaj o pogodnosti materijala mora sadržavati ove podatke:

- opći dio: naziv materijala, mjesto uzorkovanja, podatke o naručitelju ili proizvođaču, datum uzorkovanja i završetka ispitivanja, namjenu materijala i laboratorijsku oznaku uzorka
- rezultate svih laboratorijskih ispitivanja propisanih priloženim tehničkim uvjetima za tu vrstu materijala
- ocjenu kvalitete materijala s obzirom na vrstu i namjenu
- mišljenje o pogodnosti materijala s obzirom na namjenu

#### *Izvešće o tekućoj kontroli*

Rezultati tekućih ispitivanja moraju se redovito upisivati u laboratorijsku dokumentaciju (laboratorijski dnevnik ili knjigu i si.). Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda, proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koji se odnose na isporučene količine.

#### *Izvešće o kontrolnom ispitivanju*

Izvešće o kontrolnom ispitivanju mora sadržavati ove podatke:

- opći dio: naziv proizvoda, podatke o proizvođaču i naručitelju, mjesto, način i datum uzorkovanja, količinu uzorka, završetak ispitivanja i laboratorijsku oznaku uzorka
- rezultate laboratorijskih ispitivanja
- ocjenu kvalitete materijala

#### *Atest*

Za materijale koji podliježu obaveznom atestiranju izdaje se atestna dokumentacija prema propisima.

#### *Uvjerenje o kvaliteti proizvoda*

Uvjerenje o kvaliteti proizvoda izdaje se poslije tri najmanje uzastopna kontrolna ispitivanja proizvoda kojima je ustanovljena propisana kvaliteta. Uvjet za izdavanje uvjerenja o kvaliteti je redovita evidencija rezultata tekuće kontrole. Rok važenja uvjerenja o kvaliteti proizvoda može biti najviše jedna godina. Uvjerenje o kakvoći proizvoda mora sadržavati ove podatke:

- opći dio: naziv proizvoda, deklaraciju, mjesto, podatke o proizvođaču i naručitelju, datum uzorkovanja te laboratorijsku oznaku uzorka
- pregledni prikaz rezultata kontrolnih ispitivanja na osnovi kojih se izdaje uvjerenje
- ocjenu kvalitete i mišljenje o uporabljivosti s obzirom na stalnost kakvoće proizvoda, namjenu materijala i svojstvo primarne sirovine
- rok važenja uvjerenja: stalnost kvalitete proizvoda do isteka roka važenja uvjerenja o kvaliteti prati sa kontrolnim ispitivanjem.

#### *Uvjerenje o kvaliteti sirovine*

Kvaliteta i svojstva sirovine koja se koristi za proizvodnju pojedinih vrsta sastavnih materijala utvrđuje se laboratorijskim ispitivanjem. Po završenim ispitivanjima izdaje se uvjerenje o kvaliteti uporabljivosti sirovine s obzirom na namjenu. Uvjerenje o kvaliteti primarne sirovine mora sadržavati ove podatke:

- opći dio: naziv materijala, mjesto, podatke o naručitelju, datum uzorkovanja i završetka
- rezultate laboratorijskih ispitivanja
- ocjenu kvalitete i mišljenje o uporabljivosti sirovine s obzirom na vrstu namjene
- rok važenja uvjerenja.

#### *Izvešće o provjeri kvalitete uskladištenog materijala*

Izvešće o provjeri kvalitete materijala deponiranog na deponijima ili uskladištenog u silose, cisterne i si. izdaje se na osnovi laboratorijskih ispitivanja i mora sadržavati ove podatke:

- opći dio: naziv materijala, podatke o naručitelju i proizvođaču, mjesto i datum uzorkovanja te završetka ispitivanja, laboratorijsku oznaku uzorka
- približnu količinu uskladištenog materijala
- način uzorkovanja i približnu količinu skupnog uzorka

- rezultate kontrolnih ispitivanja propisanih priloženim tehničkim uvjetima za tu vrstu materijala
- ocjenu kvalitete
- mišljenje o kvaliteti i uporabljivosti uskladištenog materijala s obzirom na namjenu.

## 6. Zaključak

Pokazano je da se rekonstrukcija ceste izvodi zbog više razloga, ponekad zbog dotrajalosti konstrukcije ceste ili njezinih pojedinih strukturnih elemenata, ali također i zbog nedostatne uslužnosti i dotrajalosti infrastrukture.

Naglašena je važnost učinkovitog upravljanja cestama kao bi se produžio vijek trajanja ceste, te su navedeni osnovni postupci manjih popravaka na kolničkim konstrukcijama i metode praćenja stanja ceste. Također je pokazana osnovna razlika između pojma projektnog razdoblja i vijeka trajanja kolnika. Navedene su osnovi tipovi asfaltnih i betonskih kolničkih konstrukcija.

Prikazan je način rekonstrukcije sa predviđenim fazama rekonstrukcije prikazan je na praktičnim primjeru rekonstrukcije Brenovečke ceste u mjestu Čučerje u Zagrebu.

Ponekad je mnogo jeftinije zadržati dobru cestu u dobrom stanju, nego rekonstruirati lošu cestu.

Iz navedenoga se može zaključiti da je rekonstrukcija ceste vrlo kompleksan postupak na koji se odlučuje iz više razloga uključujući i opći javni interes za tu cestu, te je vrlo važno u samoj fazi projektiranja voditi računa o projektnom razdoblju, načinu održavanja, kako bi rekonstruirana cesta u potpunosti odslužila svoj vijek trajanja.

U Varaždinu, 7.VII.2016.

U Varaždinu, 1.9.2016



## 7. Literatura

1. [http://www.infovisual.info/05/img\\_en/026%20Cross%20section%20of%20a%20road.jpg](http://www.infovisual.info/05/img_en/026%20Cross%20section%20of%20a%20road.jpg)
2. ZAKON O GRADNJI  
[http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_12\\_153\\_3221.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_12_153_3221.html)
3. ZAKONA O CESTAMA  
[http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011\\_07\\_84\\_1790.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_07_84_1790.html)
4. <http://mainstreetmaterials.com/msmv3/wp-content/uploads/2011/07/deery-sealants-worker-applying-sealant-2.jpg>
5. <https://i.ytimg.com/vi/PN9XoQCISZs/maxresdefault.jpg>
6. <http://dpw.lacounty.gov/gmed/lacroads/images/Micro-Milling1.jpg>
7. <http://www.igga.net/assets/IGGA3.jpg>
8. <https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT8Hq7wwk9w2uv5b-zJ5Nf3o69VP62SIA9oFd4cHIM9irIZ89>
9. <http://www.pavementinteractive.org/wp-content/uploads/2010/05/CaulkingSlot.jpg>
10. OPĆI TEHNIČKI UVJETI ZA RADOVE NA CESTAMA, KNJIGA III – KOLNIČKA KONSTRUKCIJA ZAGREB, PROSINAC 2001, Institut Građevinarstva Hrvatske, Zagreb,
11. Legac, I., (2006.), Cestovne prometnice 1, Sveučilište u Zagrebu,
12. Babić, B. (1997), Projektiranje kolničkih konstrukcija, Zagreb 1997
13. [http://www.gradimo.hr/clanak/kolnicka-konstrukcija/13341\\_11.02.2007](http://www.gradimo.hr/clanak/kolnicka-konstrukcija/13341_11.02.2007)
14. <https://en.wikipedia.org/wiki/Road>
15. [https://i.ytimg.com/vi/rcDFVxcb\\_\\_Q/maxresdefault.jpg](https://i.ytimg.com/vi/rcDFVxcb__Q/maxresdefault.jpg)

## Popis slika

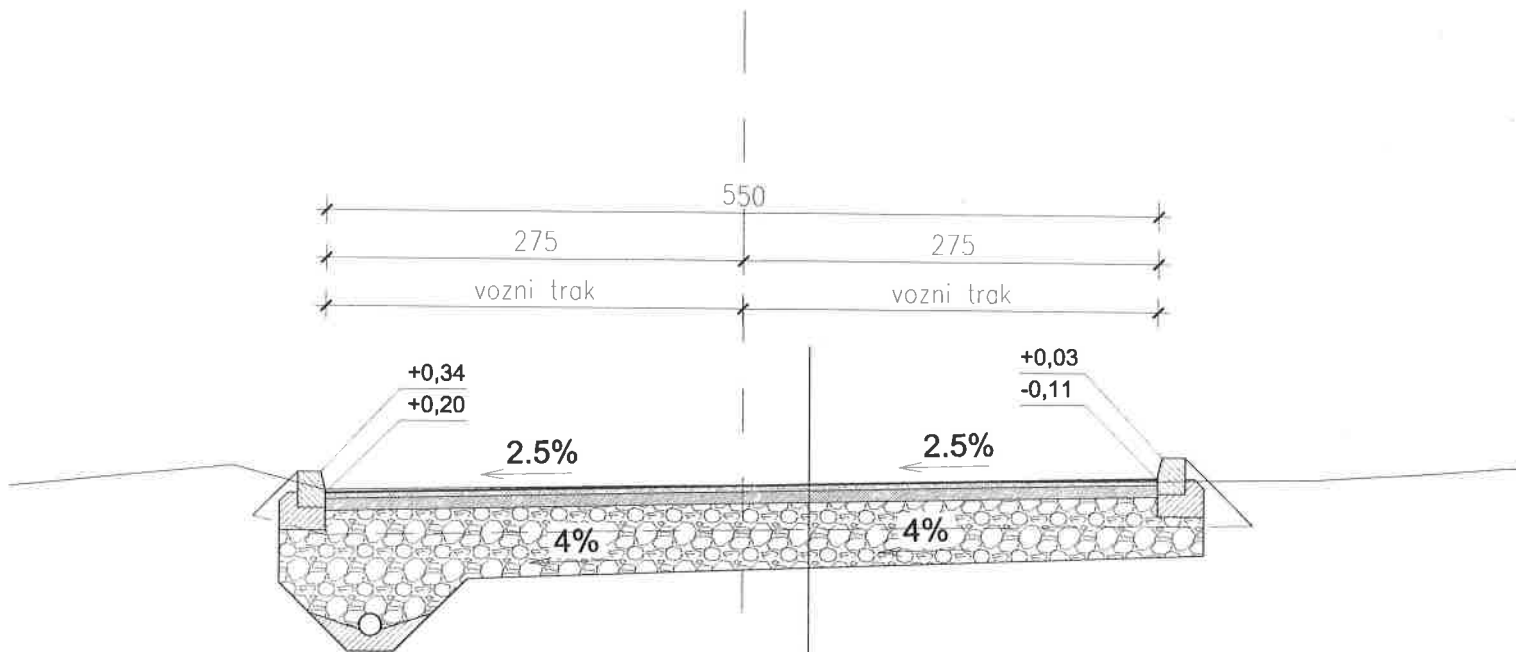
<a href="#">Slika 1.1 Poprečni presjek ceste</a> .....	6
<a href="#">Slika 2.1 Mjerenje dubine kolotraga pomoću letve i klina (a), sanacija kolotraga (b)</a> .....	9
<a href="#">Slika 2.2 Krpanje pukotina [4]</a> .....	10
<a href="#">Slika 2.3 Špricanje bitumenom [5]</a> .....	10
<a href="#">Slika 2.4 Mikro freziranje [6]</a> .....	11
<a href="#">Slika 2.5 Površinsko dijamant brušenje [7]</a> .....	11
<a href="#">Slika 2.6 Ugradnja poveznihi šipki na spoju ploča [8]</a> .....	12
<a href="#">Slika 2.7 Rezanje utora za postavljanje spojnih šipki [9]</a> .....	12
<a href="#">Slika 2.8 Opći snimak (a) i detaljni snimak (b) kolnika, fragment video snimke</a> .....	13
<a href="#">Slika 3.1 Shematski prikaz asfaltne konstrukcije [11]</a> .....	15
<a href="#">Slika 3.2 Shematski prikaz betonske kolničke ploče [11]</a> .....	17
<a href="#">Slika 3.3 Shematski prikaz zastora od tucanika [11]</a> .....	19
<a href="#">Slika 3.4 Shematski prikaz zastora od šljunka [11]</a> .....	20
<a href="#">Slika 3.5 Shematski prikaz zastora od malih kocki [11]</a> .....	20
<a href="#">Slika 3.6 Shematski prikaz zastora od velikih kocki [11]</a> .....	21
<a href="#">Slika 4.1 Laserski profilometri montirani na tehničko vozilo [15]</a> .....	23
<a href="#">Slika 4.2 Uzdužni profil - rezultat snimanja profilometrom</a> .....	24
<a href="#">Slika 5.1 Prikaz lokacije Čučerja</a> .....	25
<a href="#">Slika 5.2 Brenovečka cesta od broja 187-191</a> .....	25

## **Prilozi**

1. Građevinska situacija
2. Uzdužni presjek
3. Normalni poprečni presjek



## NORMALNI POPREČNI PRESJEK OS-1, 0+000,00 - 0+179,17



- HABAJUĆI SLOJ AC 11 surf 50/70.....4 cm
- NOSIVI SLOJ ASFALTA AC 16 base 50/70.....8 cm
- NOSIVI SLOJ OD ZRNATOG KAMENOG  
MATERIJALA BEZ VEZIVA MNS (0/63 mm).....40 cm  
\*modul stišljivosti mjereno metodom kružne ploče prema normi  
HRNU.B1.016.  $M_s \geq 100 \text{ MN/m}^2$
- POSTELJICA  
\*modul stišljivosti mjereno kružnom pločom  $\phi 30 \text{ cm}$   $M_s \geq 40 \text{ MN/m}^2$

