

Doc.dr.sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš, d.i.g.

Doc.dr.sc. Diana Car-Pušić, d.i.g.

Mario Tkalec, d.i.g.

Sveučilište u Rijeci Građevinski fakultet u Rijeci

# **MOGUĆNOSTI UNAPRJEĐENJA PRAKSE IZVOĐENJA PREKOPA NA GRADSKOJ CESTOVNOJ MREŽI**

## 1. Uvod

Izvođenje građevinskih radova na gradskim prometnicama u postojećim uvjetima odvijanja prometa u gradovima vrlo je složen zadatak. Prometno prekapacitirana gradska mreža vrlo je osjetljiva na svaku promjenu u odvijanju prometa. Izvođenje prekopa, na dijelu ili cijelom presjeku prometnice, neposredno negativno utječe na razinu uslužnosti prometne mreže određene ulice ili zone, a posredno izaziva i niz drugih negativnih efekata.

Posredni negativni efekti mogu se svrstati u kategoriju ekonomskih (gubitak radnih sati sudionika u prometu), ekoloških (onečišćenje zraka od vozila koja stoje i čekaju prolaz) i zdravstvenih (stres zbog onemogućavanja pravovremenog dolaska na cilj ili zbog neispunjenog zadatka).

Problematici izvođenja prekopa općenito, pa tako i na gradskoj mreži, pristupa se u razvijenim zemljama (EU, SAD, Australija) sustavno. Nastoje se standardizirati svi dijelovi ovoga procesa, a pribjegava se i kažnjavanju sudionika u procesu ukoliko se ne pridržavaju predviđenih procedura.

U svrhu unaprjeđenja izvedbe prekopa razvijena su programska rješenja temeljena na informacijskoj tehnologiji (GIS) koja omogućavaju objedinjavanja nekoliko segmenata u postupku izvedbe radova na prekopima. Jedno od takvih je računalni programski paket RoSy Digg - sustav za upravljanje izvedbom prekopa na cestovnoj mreži koji objedinjava problematiku dozvola za izvedbu prekopa i nadziranja tijeka izvedbe radova na prekopima. [1].

Australske i američke komunalne agencije organiziraju službe podrške korisnicima koje daju informacije o mreži kablova u presjeku prometnice sa ciljem sprječavanja mogućih nezgoda pri izvođenju prekopa [2].

Pretpostavka za obje navedene mogućnosti unaprjeđenja izvedbe prekopa jest postojanje jedinstvenog GIS sustava za komunalne

instalacije i katastar područja kojeg se želi obuhvatiti sustavom.

Cilj je ovog rada ispitati praksu izvedbe prekopa u hrvatskim gradovima, i to posebno detaljno na primjeru Grada Rijeke, te kao način unaprjeđenja izvedbe prekopa ponuditi modele dinamičkih planova za izvedbu tipičnih poprečnih i uzdužnih prekopa. Modeli imaju za cilj ponuditi optimalna organizacijsko-tehnološka rješenja i dinamiku izvođenja karakterističnih poprečnih i uzdužnih prekopa na gradskim prometnicama.

## 2. Izvođenje prekopa – praksa hrvatskih gradova

### 2.1. Postojeća praksa

Za potrebe ovog rada nastojala se usporediti praksa hrvatskih gradova vezana za organizaciju izvedbe prekopa kako bi se utvrdilo postojanje potrebe za definiranjem modela dinamike izvedbe tipičnih prekopa. Ograničenim istraživanjem koje je provedeno pretraživanjem internetskih stranica nekoliko hrvatskih gradova i neposrednim kontaktom sa nadležnima (Rijeka, Pula) nastojalo se prikupiti osnovne podatke o načinu na koji se u pojedinim gradovima organizira i prati izvedba prekopa na nerazvrstanim cestama: tko izdaje suglasnosti za izvedbu radova, eventualno postojanje tehničkih uvjeta za radove na prekopima, način kontroliranja dinamike izvedbe radova, informiranje javnosti o radovima, korištenje GIS tehnologije u komunalnom gospodarenju gradskom prometnom mrežom i slično.

Kroz neposredni kontakt sa nadležnima u Gradovima Rijeci i Puli došlo se do podatka da ovi gradovi imaju tehničke smjernice za izvedbu radova na prekopima.

Upravljanje izvedbom prekopa na nerazvrstanim cestama u svim istraživanim gradovima (Pula, Rijeka, Osijek, Split), osim u Zagrebu, ide preko gradskih komunalnih odjela. U Gradu Zagrebu, nadležnost nad

upravljanjem i održavanjem nerazvrstanih cesta ima gradsko komunalno poduzeće Zagreb-holding u kojeg je integrirano komunalno poduzeće Zagrebačke ceste.

Spomenuto ograničeno istraživanje je pokazalo da način pristupa problematici prekopavanja nerazvrstanih cesta na gradskom području značajno ovisi o veličini grada i složenosti prometnih uvjeta u gradu. Tako se uočava da gradovi Rijeka i Zagreb imaju praksu sustavnog informiranja svojih građana o predviđenim radovima vezanim za prekope. Na web stranicama ovih gradova moguće je vidjeti i privremenu regulaciju prometa za vrijeme izvedbe radova kao i podatke o periodu izvedbe radova (npr. za Grad Zagreb je moguće vidjeti predviđeni dan i sat početka i završetka izvedbe pojedinog prekopa).

## **2.2. Primjer postupka odobravanja i praćenja izvedbe prekopa – Grad Rijeka**

### **2.2.1. Regulatorna veza za prekopavanje nerazvrstanih cesta**

U Gradu Rijeci upravnim poslovima vezanim za izvođenje prekopa na gradskoj mreži temeljem *Odluke o nerazvrstanim cestama i javno-prometnim površinama na području grada Rijeke* [3] upravlja Odjel gradske uprave za komunalni sustav, Direkcija plana, razvoja i izgradnje.

Spomenuta Odluka iz 2005. godine u više članaka elaborira uvjete prekopavanja nerazvrstanih cesta.

Odlukom se, osim spomenutog definiranja nadležnosti nad upravljanjem izvedbe prekopa, definiraju i drugi važni elementi ustupanja radova na prekopavanju nerazvrstanih cesta [3]:

- definirano je da troškove dokumentacije i radova na prekopima snosi vlasnik instalacija (članak 17.)
- sadržaj suglasnosti, vrijeme izvedbe, prometnu signalizaciju, način početka i završetka radova (članak 23.)

- kontrolu izvedbe radova i postupanje u slučaju utvrđivanja manjkave kvalitete radova (članak 24. i 25.)

- period godine u kojem se ne smiju izvoditi radovi, te vremenski period nakon prekopa ulice unutar kojeg ponovno prekopavanje povlači obavezu uređivanja zastora na cijeloj širini ceste (članak 26.)

Izvedbu prekopa, osim navedene Odluke u izvedbenom dijelu, reguliraju *Tehničke smjernice za izvedbu prekopa i saniranje kolničkih konstrukcija prekopanih javno-prometnih površina za područje Grada Rijeke* [4].

Tehničke smjernice osim uvodnog dijela u kojem se problematizira izvedba prekopa iz aspekta svjetskih iskustava u gospodarenju gradskim cestama pobliže definiraju:

- građevno-tehnička načela, materijale, zahtjeve te ispitivanje i dokazivanje kvalitete materijala i izvedenih radova, preuzimanje radova
- radove na uklanjanju kolnika (za različite vrste kolničkih konstrukcija)
- radove na iskupu materijala (zaštita, propisi)
- radove vezane uz ispunjavanje i zbijanje prekopa (postupak, zbijanje)
- radove vezane uz obnovu kolnika (za različite vrste kolničkih konstrukcija)
- privremenu prometnu signalizaciju za izvedbu komunalnih prekopa

Tehničke smjernice donose i čitav niz dodataka i priloga koji detaljnije obrazlažu ranije navedeno.

### **2.2.2. Ustupanje radova**

Odjel gradske uprave za komunalni sustav početkom godine prikuplja godišnje (ili petogodišnje planove) komunalnih poduzeća vezane za radove na instalacijama unutar mreže nerazvrstanih cesta na temelju kojih planira radove za određenu godinu.

Tijekom godine se mjesečno održavaju tzv. koordinacije sa predstavnicima svih komunalnih poduzeća na području Grada sa svrhom operacionalizacije i koordinacije

aktivnosti na realizaciji spomenutih planova za radove na instalacijama.

Postupak izdavanja rješenja kojim se odobrava izvedba radova na nerazvrstanim cestama i drugim javnim površinama je slijedeći:

- (1) Investitor podnosi zahtjev za izvedbu prekopa prilog kojem je situacija trase polaganja vodova, kopija katastarskog plana sa naznačenom trasom i ukoliko postoji prometno rješenje privremene regulacije prometa
- (2) Na temelju zahtjeva (unutar 30 dana) Odjel gradske uprave za komunalni sustav donosi pozitivno ili negativno mišljenje.
- (3) Ukoliko je zahtjev za izvedbu prekopa odobren, investitor (komunalno poduzeće) dostavlja Odjelu obavijest o početku radova.

Prije početka radova Odjel gradske uprave za komunalni sustav izdaje rješenje koje se temelji na zakonima vezanim uz lokalnu samoupravu, općem pravnom postupku te odluci o nerazvrstanim cestama i javno-prometnim površinama na području Grada Rijeke.

Rješenjem se regulira:

- područje izvedbe prekopa;
- trajanje radova na izvedbi prekopa;
- izvođač radova (odgovorna osoba na gradilištu i osoba ovlaštena od investitora);
- obaveze investitora po završetku radova i u slučaju prekoračenja roka;
- obaveze investitora vezane za korištenje okolnog prostora ili štete koje nastaju uslijed radova na prekopu;
- uvjete izvođenja radova (navode se posebni uvjeti vezani za privremenu prometnu signalizaciju, deponiranje materijala i radove vezane uz kolničku konstrukciju te dostupnost zone izvedbe prekopa);
- postupanje po završetku radova (npr. nadoknadu nastale štete i slično)

- garantni rok (otklanjanje uočenih nedostataka, početak i duljina garantnog roka)
- uputa o pravnom lijeku.

### **2.2.3. Informiranje o radovima**

Grad Rijeka za informiranje građana o izvedbi prekopa na mreži nerazvrstanih cesta i javno-prometnih površina koristi različite medije. Na mrežnim stranicama Grada redovito i na vrijeme (unaprijed) se objavljuju podaci o radovima koji se planiraju na gradskoj cestovnoj mreži. Uz obavijest o planiranim radovima na prekopima u pravilu se omogućava i uvid u rješenje kojim se radovi odobravaju (vidi 4.2.). Kada se radi o opsežnijim radovima na prekopima, koji uvjetuju promjene u režimu prometa određene ulice ili zone, na mrežnim stranicama Grada su dostupna i prometna rješenja privremene regulacije prometa (u grafičkom obliku). Dnevno se podaci o radovima na komunalnoj infrastrukturi (pa tako i izvedba prekopa) oglašava i kroz jedinstveni broj službe za obavješćivanje 112 koja potom iste objavljuje putem javnih medija (radio, lokalna televizija) i na mrežnim stranicama.

### **2.2.4. Zaključak**

U Gradu Rijeci se može prepoznati višegodišnja sustavna želja odgovornih za unaprjeđivanjem izvedbe prekopa na cestovnoj mreži kojom upravlja Grad Rijeka. Iz regulative i postupaka koji se provode u Gradu Rijeci može se iščitati prioritetna briga i potreba Grada za osiguravanjem kvalitete izvedenih radova kao važnog elementa u gospodarenju gradskom prometnom mrežom (postoje tehničke smjernice za izvedbu prekopa, a rješenjem kojim se dozvoljava izvedba radova se eksplicitno navode standardi izvedbe radova, način uklanjanja nedostataka i detalji vezani uz garantni rok). Građani su detaljno i kroz različite medije informirani o radovima koji se planiraju što se može smatrati pozitivnim jer omogućava građanima planiranje npr. pri odabiru puta unaprijed znaju na kojim

gradskim prometnicama se odvijaju radovi te ih mogu zaobići.

Uočava se, međutim, da dinamika izvedbe radova nije prepoznata kao element izvedbe prekopa na kojem je moguće postići unaprjeđenja, odnosno, uštede/racionalizaciju vremena i time posredno novca.

### **3. Modeli za izvođenje prekopa na gradskoj mreži**

#### **3.1. Pregled modela**

Primjer Grada Rijeke pokazuje da se unutar problematike prekopavanja gradskih prometnica pažnja opravdano usmjerava na kvalitetu izvedbe radova i koordinaciju prekapanja gradskih prometnica kako bi se osiguralo da se iste ulice u određenom roku neće iznova prekopavati. Iz razgovora s predstavnikom Odjela za komunalni sustav Grada Rijeke, zamijećeno je da se zbog više razloga, od kojih je najistaknutiji objektivni razlog nepostojanje baze podataka objedinjene u geografski informacijski sustav (GIS), dinamici izvođenja ne pridaje jednako velika pažnja, kao i kvaliteti. Naime, nepostojanje GIS-a onemogućava pravovremeni uvid u postojeće instalacije, prije početka radova, što često dovodi produžetka rokova. Ponuđeni modeli izvođenja s predloženom dinamikom trebali bi doprinijeti skraćenju i održanju planiranih rokova izvođenja, ali jednaku važnost u tom smislu ima i uspostava jedinstvene baze podataka za sve vrste instalacija sa GIS podrškom.

Na temelju analize i usporedbe značajnijih organizacijsko-tehnoloških elemenata izvođenja prekopa, provedene u sklopu istraživanja, utvrđeni su karakteristični pokazatelji i dinamika izvođenja za uobičajene vrste prekopa na gradskim prometnicama. Strukturna shema modela prikazana na slici 1. prikazuje osnovnu podjelu prekopa na gradskim prometnicama na poprečne i uzdužne prekope, karakteristične modele A i B za poprečne prekope, te modele C i D za uzdužne prekope.

Nadalje su modeli, unutar svake od spomenutih grupa A, B, C i D strukturirani temeljem bitnih tehničkih, te organizacijsko-tehnoloških pokazatelja izvođenja, prema sljedećoj shemi:

**Modeli tipa A** - poprečni prekopi duljine 6 m preko prometnice s dva prometna traka.

**Modeli A1 do A3** - izrada priključka sa plastičnom PEHD cijevi **Ø200 mm, Ø400mm i Ø600 mm**, na glavni vod za vodovod, kanalizaciju, plin, telekomunikaciju ili visokonaponski cjevovod.

**Modeli tipa B** - poprečni prekopi duljine 12 m preko prometnice s četiri prometna traka.

**Modeli B1 do B3** – izrada priključka sa plastičnom PEHD cijevi **Ø200 mm, Ø400mm i Ø600 mm** na glavni vod za te iste instalacije.

**Modeli tipa C** definiraju izvođenje uzdužnih prekopa duljine 50 m preko prometnice s dva prometna traka.

**Modeli C1 do C3** - izrada podzemne instalacije sa plastičnom PEHD cijevi **Ø200 Ø400 mm i Ø600 mm** za vodovod, kanalizaciju, plin, telekomunikaciju ili visokonaponski cjevovod.

**Modeli D** namijenjeni su uzdužnim prekopima duljine 100 m

**Model D1 do D3** – izrada podzemne instalacije sa plastičnom PEHD cijevi **Ø200 mm, Ø400 mm Ø600 mm**.

Za svaki od spomenutih modela poprečnih i uzdužnih prekopa učinjena je detaljna analiza svih bitnih organizacijskih i tehnoloških elemenata i pokazatelja izvođenja (radna snaga, mehanizacija, normativi, uvjeti rada), te je na temelju toga predložena odgovarajuća tehnologija izvođenja za prethodne, pripremne, glavne i završne radove. Na temelju predložene tehnologije i utvrđenih količina radova za svaki tip prekopa, primjenom software-a za dinamičko planiranje MS Project 2000, izrađen je karakterističan dinamički plan čime je zapravo definirana i organizacija i dinamika izvođenja za sve karakteristične tipove prekopa.

Dobiveni su sljedeći pokazatelji vremena izvođenja prekopa uz uvjet primjene predviđene organizacije i tehnologije :

1. Prema modelima **A1-A3 i B1-B2** – **1-2 radna dana**
2. Prema modelu **B3** **3 radna dana**
3. Prema modelu **C1** **5 radnih dana**
4. Prema modelu **C2** **7 radnih dana**
5. Prema modelu **C3 i D1** **9 radnih dana**
6. Prema modelu **D2** **14 radnih dana**
7. Prema modelu **D3** **17 radnih dana.**

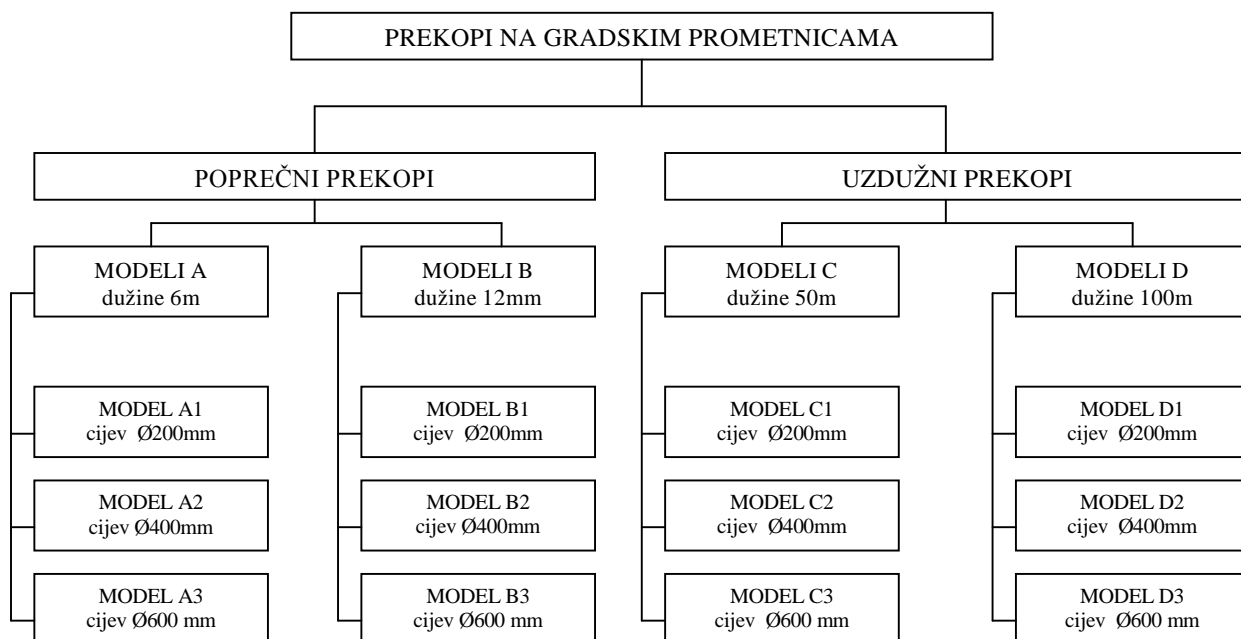
Kao što je već spomenuto, model D3 definira uvjete i dinamiku izvođenja uzdužnih prekopa duljine 100 m.

#### 1. ZNAČAJKE PROMETNICE:

- gradska prometnica širine kolnika 12 m sa četiri prometna traka.

#### 2. PREDVIĐENI RADOVI:

- izrada prekopa (rezanje i razbijanje asfalta, iskop rova, planiranje dna rova)



Slika.1. Modeli prekopa na gradskim prometnicama [5]

Usporedbom s rezultatima iz prakse u većim hrvatskim gradovima, generalno se može reći da su vremena izvođenja u stvarnosti dulja, što se može pripisati lošijoj pripremi i organizaciji izvođenja, od one predviđene modelima. Ili, drugim riječima, primjenom predviđenih organizacijsko-tehnoloških rješenja, moguće je skratiti izvedbu prekopa na gradskim prometnicama sa svim pratećim pozitivnim efektima.

### 3.2. Primjer analize za model D3 (prekop duljine 100m, Ø600 mm)

#### 2. PREDVIĐENI RADOVI:

- izrada prekopa (rezanje i razbijanje asfalta, iskop rova, planiranje dna rova)
- instalaterski radovi (postavljanje i montiranje cijevi)
- saniranje prekopa (izrada i zbijanje sloja od pijeska, materijala iz iskopa i sloja tucanika, asfaltiranje kolnika)

#### 3. UVJETI IZVOĐENJA:

- izrada prekopa vrši se na dva prometna traka određenog smjera, dok su druga dva traka u funkciji
- za cijev promjera **Ø600 mm** dimenzija rova je **1.2 x 1.7 x 100m**

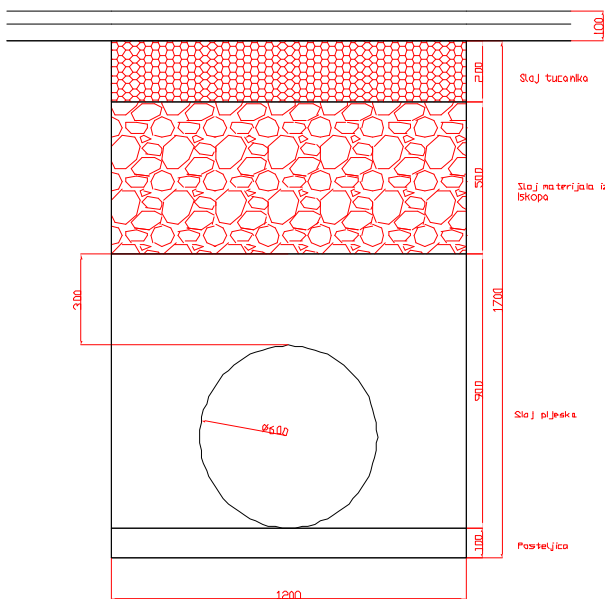
- udaljenost deponije do 10 km
- materijal i oprema na vrijeme su dopremljeni na gradilište

#### 4. POTREBNA MEHANIZACIJA:

- bager, pila za asfalt, pneumatski čekić, vibronabijač –žaba, kiper, mini valjak

#### 5. POTREBNA RADNA SNAGA:

- Aproksimativni minimalni broj radnika za izradu prekopa  
7 radnika - 2 VKR, 2KVR, 3 PKR



Slika 2. Presjek rova za model D3 [5]

### TEHNOLOGIJA RADA ZA MODEL D3

#### PRETHODNI RADOVI

1. Utvrđivanje i označavanje podzemnih instalacija

#### PRIPREMNI RADOVI

1. Postavljanje privremenih prometnih znakova i signalizacije
2. Ograđivanje gradilišta zaštitnom ogradom

#### GRAĐEVINSKI RADOVI

1. Strojno zarezivanje asfaltnog zastora debljine do  $d=10$  cm.

2. Razbijanje asfaltne površine na mjestu prekopa sa strojnim utovarom i odvozom na deponiju.
  3. Strojni iskop kanalskog rova za smještaj cijevi dimenzija  $1.2 \times 1.7 \times 100$  m. Rad u III. kategoriji tla. Materijal se odbacuje sa strane rova do 1m udaljenosti.
  4. Strojna ugradnja i zbijanje materijala za izradu posteljice. Razastiranje materijala vrši se ručno.
  5. Ugradnja PEHD cijevi do 600 mm. Sa ugradnjom svih brtvi i dodatnih elemenata.
  6. Strojna ugradnja i zbijanje pijeska 0-4 kao zaštita postavljene cijevi. Nasip mora biti visine 30 cm iznad cijevi. Razastiranje se izvodi ručno.
  7. Strojno zatrpavanje kanala probranim materijalom iz iskopa. Materijal u rovu potrebno je zbiti vibro pločama. Razastiranje se izvodi ručno.
  8. Strojna izrada sloja od tučanika u debljini od 20 cm kao podloge za asfaltiranje. Materijal je potrebno zbiti prema propisima iz tehničkih normi. Materijal se razastire ručno.
  9. Strojno zarezivanje asfalta 15 cm od rubova rova.
  10. Razbijanje i ručni iskop razbijenog materijala sa utovarom.
  11. Ručno razrahljivanje i strojno zbijanje rubova koje je kod izrade prekopa kritično područje jer se obično na tim mjestima događa slijeganje.
  12. Utovar i odvoz viška materijala na deponiju
  13. Asfaltiranje javne površine nakon izrade prekopa
- #### ZAVRŠNI RADOVI
1. Uklanjanje ograde i privremenih znakova i signalizacije, te odvoz strojeva sa gradilišta.

Iza taksativno navedenih grupa i vrsta radova, dati su detaljni tehnološki opisi za svaku od navedenih grupa radova (prethodni,

pripremni, građevinski i završni radovi), dokaznice mjera i primijenjeni normativi rada. Na temelju količina i normative izračunata su trajanja aktivnosti, te definiran dinamički plan gantogram koji utvrđuje redoslijed odvijanja radova, te njihovo ukupno trajanje.

Kao što je već ranije spomenuto, provedena analiza i dinamički plan za model D3 pokazali su da je optimalno trajanje za ovaj prekop 17 dana

#### 4. Zaključak

Provedeno istraživanje ukazalo je na činjenicu da u sustavu izvođenja prekopa na gradskim prometnicama kod nas postoji još velik prostor za moguća poboljšanja u smislu kvalitete izvedbe i skraćivanja roka. S obzirom na nepostojanje objedinjene baze podataka o komunalnoj infrastrukturi (GIS-a) u većini gradova i općina, kod izvedbe prekopa pojavljuju se i dodatni rizici, pored onih uobičajenih koji prate svako gradilište (npr. vremenske nepogode, organizacijski problemi i sl.), a vezani su upravo uz nepostojanje cjelovite vjerodostojne baze podataka o podzemnim instalacijama. U situaciji relativno kratkih planiranih rokova za izvedu prekopa, takav rizik može izazvati u relativnom odnosu veliko prekoračenje roka (npr. 50-100 %). Uobičajena planerska i izvođačka praksa je procjenjivanje rizika i produljenje roka za uobičajenih 10 – 20 % u odnosu na planirano vrijeme izvođenja.

Kao jedna od mogućih mjera odgovora riziku prepoznata je izrada tipskih modela koji na jednostavan i praktičan način objedinjuju sve bitne tehničke, tehnološke i organizacijske pokazatelje izvođenja koji kao rezultat daju odgovarajući dinamički plan za tu vrstu prekopa. Objedinjavanje modela u katalog modela za izvedbu prekopa te aktivno korištenje kataloga u procesu odobravanja i nadziranja prekopavanja gradskih cesta kvalitetno je rješenje za osiguravanje racionalizacije vremena izvedbe radova.

U uvjetima gradskog prometa npr. Grada Rijeke gdje kroz glavne cestovne

koridore na prilazu centru grada dnevno prolazi nekoliko desetaka tisuća vozila, svaka prostorna barijera (što prekop svakako jest) značajno utječe na protočnost prometa. Uspostava baze podataka o komunalnim instalacijama na gradskoj prometnoj mreži te nastojanje nadležnih na minimalnim duljinama izvedbe radova na gradskoj mreži (što uključuje radove na prekopima, ali i druge vrste radova na održavanju cestovne mreže) te primjerena privremena prometna signalizacija preduvjeti su unaprjeđenja kvalitete izvođenja prekopa u uvjetima gradskog prometa. S obzirom na prevladavajuće, vrlo složene, prometne uvjete u većim gradovima u Hrvatskoj svako unaprjeđenje doprinosi kvaliteti prometne ponude pa u tom smislu i ponuđeni modeli izvedbe prekopa..

#### 5. Literatura

[1]<http://www.callbeforeyoudig.com/>

Pristupljeno: 05. prosinac 2008.

[2][http://www.eltrap.co.il/media/uploads/Ro\\_Sy\\_Pavemet\\_Managemnt\\_System\\_and\\_Asset\\_Management\\_FWD\\_LWD\\_HWD\\_SHWD\\_GB.pdf](http://www.eltrap.co.il/media/uploads/Ro_Sy_Pavemet_Managemnt_System_and_Asset_Management_FWD_LWD_HWD_SHWD_GB.pdf), Pristupljeno: 15. prosinac 2008.

[3] Odluka o nerazvrstanim cestama i javno – prometnim površinama na području Grada Rijeke, Grad Rijeka, Službene novine – Službeno glasilo Primorsko-goranske županije, Godina XIII, broj 6, 2005.

[4] Tehničke smjernice za izvedbu prekopa i saniranje kolničkih konstrukcija prekopenih javno-prometnih površina za područje grada Rijeke, Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, voditelj: prof.dr.Mate Sršen, Zagreb, 2005.

[5] Tkalec, M., Modeli za izvođenje prekopa na gradskoj uličnoj mreži, Diplomski rad, Sveučilište u Rijeci Građevinski fakultet u Rijeci, 2007.