

## PRAKTIČNA PRIMENA MOBILNIH BROJAČA SAOBRAĆAJA U CILJU PLANIRANJA SAOBRAĆAJNE MREŽE

Aleksandar Petrić, GMP Gramont-NS, Novi Sad, [aleksandar.petric@gmpns.co.rs](mailto:aleksandar.petric@gmpns.co.rs)

Goran Đokić, GMP Gramont-NS, Novi Sad, [goran.djokic@gmpns.co.rs](mailto:goran.djokic@gmpns.co.rs)

Milana Krnjajac, GMP Gramont-NS, Novi Sad, [milana.krnajac@gmpns.co.rs](mailto:milana.krnajac@gmpns.co.rs)

*Rezime: Predmet rada je praktična primena mobilnih brojača saobraćaja u cilju planiranja saobraćajne mreže na deonicama puteva u naselju i van naselja. U radu su istaknute brojne prednosti mobilnih brojača saobraćaja, kao i određena ograničenja. Brojanje saobraćaja sprovodi se radi prikupljanja podataka o intenzitetu i strukturi saobraćajnih tokova, što je važan ulazni parametar za dalju analizu. Rezultati analize frekvencije saobraćaja čine osnovu za regulisanje i planiranje saobraćaja; daju uvid u postojeće stanje saobraćaja, i ukazuju na potrebe za rekonstrukciju postojećih, izgradnju novih saobraćajnih pravaca i ostale mere poboljšanja postojećeg i budućeg saobraćaja.*

*Ključne reči: brojanje saobraćaja, analiza frekvencije saobraćaja, mobilni brojači, planiranje saobraćaja*

### 1. UVOD

Za opisivanje saobraćajnog toka definisani su osnovni parametri, i to: protok vozila, gustina i brzina saobraćajnog toka, vreme putovanja i jedinično vreme putovanja vozila u toku, vremenski interval i rastojanje sleđenja vozila u toku. [1]. Ovi parametri se utvrđuju analizom frekvencije saobraćaja, a ulazni podaci za ovu analizu se dobijaju brojanjem saobraćaja. Brojanje saobraćaja može biti statičko ili dinamičko, a obavlja se ručno ili automatski, pri čemu automatski brojači saobraćaja mogu biti fiksni ili mobilni u zavisnosti od načina postavljanja. U radu je prikazana praktična primena automatskih mobilnih brojača saobraćaja. Brojanje saobraćaja pruža uvid u trenutno stanje saobraćaja, a dalja analiza i obrada dobijenih podataka predstavljaju osnovu za planiranje izgradnje buduće saobraćajne mreže i rekonstrukcije postojeće, planiranje načina regulisanja saobraćaja, i mera za poboljšanje postojećeg i budućeg saobraćaja.

Rad se sastoji od pet poglavlja. Nakon uvodnog dela, opisan je postupak postavljanja i način rada mobilnih brojača saobraćaja. U trećem poglavlju je opisano prikupljanje podataka sa mobilnih brojača, a zatim način obrade i analize prikupljenih podataka, kao i ograničenja na koja se nailazi prilikom primene brojača u praksi. Peto poglavlje sadrži zaključak rada.

### 2. MOBILNI BROJAČI SAOBRAĆAJA

Postoji više tipova mobilnih brojača saobraćaja, a u radu su opisani brojači proizvođača „MH Corbin“ model NC300 (Slika 1), jer su korišćeni u praksi, u primerima koji su prikazani u radu.



Slika 1: Mobilni brojač „MH Corbin“ NC300

Ovi mobilni brojači su automatizovani i potpuno samostalni, odnosno ne zahtevaju spoljne senzore kao kod mehaničkih brojača (indukcione petlje ili nagazne cevi), što im daje prednost u odnosu na druge vrste mobilnih brojača. Dizajnirani su tako da obezbede veliku tačnost pri merenju broja vozila, brzine kretanja i dužine vozila, temperature podloge, a njihovo postavljanje i uklanjanje je vrlo jednostavno i brzo.

### **2.1. Postavljanje i način rada mobilnih brojača saobraćaja**

Svi senzori i delovi koji čine brojač su smešteni u aluminijumsko kućište. Prilikom postavljanja brojača na odgovarajuće mesto za brojanje, on se postavlja ispod poliuretanskog zaštitnog poklopca, koji izgledom podseća na rampu ili platformu, a pričvršćuje se za podlogu pomoću osam vijaka. Zbog toga su ovi brojači prilično otporni na spoljašnje meteorološke i mehaničke uticaje, kao što su: kiša, nevreme, prašina, i slično. Još jedna karakteristika koja odlikuje ove brojače je kućište malih dimenzija, koje pruža potpunu sigurnost i zaštitu senzora, a sa druge strane, slabo je uočljivo vozačima u saobraćaju, što obezbeđuje tačnije informacije o stvarnom trenutnom stanju.

Mobilni brojači se mogu postaviti direktno na mesto gde je potrebno snimiti saobraćajni tok, odnosno direktno na kolovoz, most, parking, u garaži, ili u oblasti gradnje na makadamu, jer senzor koji poseduju može u različitim uslovima obezbediti podatke neophodne za analizu saobraćajnog toka. Prednost ovih brojača je to što za detekciju nije potreban fizički kontakt brojača sa vozilom, već je dovoljno da vozilo prođe iznad brojača. Senzor koristi VMI (*Vehicle Magnetic Imaging*) tehnologiju, pomoću koje se detektuju sva vozila koja prođu kroz magnetno polje brojača [2]. S obzirom da svako motorno vozilo ima delove sastavljene od čelika, kada vozilo prođe iznad brojača, delovi od čelika izazivaju određenu promenu u magnetnom polju brojača, koji dalje indukuje električni signal koji senzoru javlja da je došlo do promene u magnetnom polju. Na osnovu toga, brojač može odrediti tačan broj vozila, izmeriti brzinu kretanja vozila, i klasifikovati vozila na osnovu njihove dužine.

Prilikom postavljanja brojača na podlogu, važno je postaviti ga na sredinu saobraćajne trake (kako bi vozila prolazila iznad brojača), tako da strelica na brojaču bude usmerena u pravcu kretanja saobraćajnog toka. Treba izbegavati postavljanje brojača u blizini horizontalnih krivina ili širokih saobraćajnih traka gde vozila mogu zaobići brojač. Takođe, brojač ne treba postavljati na metalnim mostovima, jer se ne može neutralisati uticaj metalne konstrukcije na magnetno polje brojača, i samim tim brojanje vozila je ometeno, i može dovesti do nerelevantnih podataka. Ali ukoliko je brojanje na mostu neophodno za

istraživanje, brojač se može postaviti pre ili posle mosta. Na sledećoj slici je prikazan primer ispravno postavljenih mobilnih brojača u dvosmernoj ulici u naselju (Slika 2).



Slika 2: Mobilni brojači „MH Corbin“ NC300 postavljeni u dvosmernoj ulici u naselju

Dužina snimanja saobraćajnog toka primarno zavisi od kapaciteta baterije i gustine saobraćajnog toka. Ovi brojači poseduju komplet od tri punjive, litijum-jonske baterije, koje imaju veoma dug vek trajanja, i omogućavaju klasifikaciju 300.000 vozila u periodu od tri sedmice [2]. Stepennapunjenosti baterija se određuje pomoću HDM (*Highway Data Management*) softvera.

### 3. PRIKUPLJANJE, OBRADA I ANALIZA PODATAKA SA MOBILNIH BROJAČA SAOBRAĆAJA

Za preuzimanje snimljenih podataka i komunikaciju između brojača i računara koristi se HDM (*Highway Data Management*) softver i interfejs adapter. Brojač čuva podatke o svakom detektovanom vozilu, a zatim HDM preuzima snimljene podatke i smešta ih po intervalima koji su zadati od strane korisnika. Vremenski intervali snimanja se mogu podesiti na više načina u zavisnosti od cilja analize i mogu biti od 1 do 120 minuta. Na primer, brojači se mogu podesiti tako da prikupljaju podatke o vozilima tokom celog dana u vremenskim intervalima od 10 minuta ili 1 sat, ili drugačije. Takođe, mogu se postaviti da prikupljaju podatke o vozilima samo u vršnim periodima dana, sa vremenskim intervalima od 1 minut. Brojači NC300 koriste HDM verziju 9.4.3, koji objedinjuje podatke o broju vozila, brzini, klasifikaciji, gustini toka, vremenu sleđenja vozila, temperaturi podloge, i da li je kolovoz vlažan ili suv. Prikupljeni podaci prikazani su u formi izveštaja i grafikona, i sačuvani u .rtf (*Rich Text Format*) i .ttx (*Trados TagEditor*) fajlovima, a na sledećoj slici je prikazan primer (Slika 3).

### Date/Time/Volume/Average Speed/Temperature Report

Date And Time Range		Period Volume	Average Speed	Roadway Temperature	Roadway Surface Wet/Dry
HI-Star ID: 3393      Begin: sep.08.06 08:00      End: sep.08.06 16:00 Street: Bubanj Potok      Lane: Od Lestana      Hours: 8.00 State: Sr      Oper: SAL      Period: 10 City: Lestane      Posted: 97      Raw Count: 2587 County: Srbija      AADT Factor: 1      AADT Count: 7.761					
pet, 09.08.2006					
[14:30-14:40]		59	63 KPH	41 C	Dry
[14:40-14:50]		38	65 KPH	40 C	Dry
[14:50-15:00]		67	60 KPH	40 C	Dry
[15:00-15:10]		47	56 KPH	40 C	Dry
[15:10-15:20]		71	60 KPH	39 C	Dry
[15:20-15:30]		60	54 KPH	39 C	Dry
[15:30-15:40]		58	52 KPH	39 C	Dry
[15:40-15:50]		56	56 KPH	39 C	Dry
[15:50-16:00]		56	65 KPH	38 C	Dry
sep.08.06 08:00					
sep.08.06 16.00		2587	58 KPH	34 C	

Slika 3: Primer izveštaja u HDM-u

Kako bi se proširile mogućnosti prikaza i obrade izveštaja i grafikona sačuvanih u rtf fajlu, HDM se može integrisati sa *Microsoft Office*-om, pri čemu se brzo i lako mogu preneti svi prikupljeni podaci u Excel fajl.

#### 4. ANALIZA FREKVENCIJE SAOBRAĆAJA U PRAKSI I OGRANIČENJA MOBILNIH BROJAČA SAOBRAĆAJA

Pored svih pomenutih prednosti i jednostavnosti korišćenja mobilnih brojača, postoje i određena ograničenja na koja se nailazi u praksi.

Jedno od ograničenja je pogrešna klasifikacija vozila kada se kreću vrlo blizu jedan iza drugog. Ovo ograničenje je primećeno pri analizi frekvencije saobraćaja u urbanoj celini naseljenog mesta. Karakteristike lokacije su izrazito uske ulice, većinom jednosmerne, koje prolaze između objekata, pretežno prizemnih kuća, zbog čega ne postoji mogućnost proširenja kolovoza, a pešaci i biciklisti se kreću po kolovozu, jer ne postoje površine namenjene njihovom kretanju. Nakon obrade podataka sa brojača, primećeno je da je zabeležen prolazak par autobusa i teretnih vozila. Znajući da tim ulicama ne prolaze autobusi i teretna vozila, ustanovljeno je da je brojač pogrešno klasifikovao vozila. S obzirom da se klasifikacija vozila vrši na osnovu dužine vozila, brojač je vozila koja su prošla vrlo blizu jedno iza drugog prepoznao i klasifikovao kao autobus ili teretno vozilo.

Sledeće ograničenje odnosi se na neklasifikovana vozila. Prilikom brojanja često se pojavi oko 3% neklasifikovanih vozila. Do toga dolazi kada vozila zaobiđu brojač, odnosno prođu pored umesto iznad brojača. Naime, ovo ograničenje je zapaženo brojanjem saobraćaja van naselja, na mestima gde su saobraćajne trake veće širine, kada je brojač postavljen u horizontalnoj krivini, a posebno na deonicama puta gde je dozvoljeno preticanje vozila. Vozilo koje prođe pored brojača, prođe kroz njegovo magnetno polje i bude identifikovano, ali brojač ne može odrediti dužinu vozila, pa samim tim ga ne može klasifikovati.

Jedan od uslova za sprovođenje postupka brojanja predstavlja neophodnost zaustavljanja saobraćaja prilikom postavljanja i uklanjanja brojača. Zbog toga, neophodno je dobro isplanirati i organizovati postavljanje i uklanjanje brojača, jer u suprotnom taj proces bi narušio bezbednost svih učesnika u saobraćaju. U praksi se primenjuju različita rešenja za prevazilaženje ovog ograničenja, u zavisnosti od karakteristika lokacije. Na primer, kada se brojači postavljaju u manje prometnim ulicama i na parkinzima, potrebno je angažovati vozilo koje će stajati ispred mesta gde se postavlja ili uklanja brojač sa uključena sva četiri pokazivača pravca, i potrebno je postaviti trougaoni znak upozorenja ispred zaustavljenog vozila na propisan način, a osoba koja postavlja brojač treba na sebi imati fluorescentni prsluk. Ovo je jednostavniji postupak postavljanja i uklanjanja brojača, koji se može primeniti i na bulevarima i prometnijim ulicama, a sa složenijim karakteristikama lokacije, i postupak postavljanja i uklanjanja brojača je složeniji. Na primer, kada je potrebno brojače postaviti na autoput, zbog velikih brzina kretanja vozila, postupa se kao u slučaju kratkotrajnih radova na putu. U tom slučaju, neophodno je angažovati projektnu organizaciju radi izrade projekta saobraćaja i saobraćajne signalizacije za vreme izvođenja radova, i izvođače radova koji će postupiti po projektu. Vreme trajanja samog postavljanja i uklanjanja brojača sa podloge je oko 15 minuta, što je prilično kratko, ali sam proces planiranja i organizacije postavljanja i uklanjanja brojača je složeniji i zahteva više vremena.

Mobilni brojači imaju visoku jediničnu cenu koštanja. A za studije i istraživanja je potrebno upotrebiti više brojača istovremeno, kako bi podaci bili relevantni, i kako bi se brojanjem mogle obuhvatiti sve potrebne lokacije, jer su predmet istraživanja često čvorišta, deonice puteva, kao i cela naselja i kordoni. Zbog toga je često isplativije angažovati projektne organizacije koje poseduju mobilne brojače saobraćaja, i imaju iskustva u radu sa istim. Za relevantnost podataka brojanje se mora obaviti u merodavnim periodima godine, i merodavnim danima u sedmici. Na primer, saobraćajni tok u vreme godišnjih odmora, školskih raspusta, većih manifestacija i slično, nije merodavan, jer te okolnosti utiču na značajnije promene u saobraćajnom toku. Pored toga, dani vikenda, kao i petak i ponedeljak se ne smatraju merodavnim danima za brojanje saobraćaja. I to je još jedan razlog za potrebu angažovanja projektnih organizacije koje su stručne u ovoj oblasti.

Kako bi se prevazišla ograničenja, vrlo je važno dobro proceniti koja je lokacija adekvatna za postavljanje brojača, odnosno na kom mestu će brojač dati najrelevantnije podatke. Takođe je bitno isplanirati sve pre samog postupka postavljanja, jer je saobraćaj dinamičan, i lako može doći do propusta koji mogu imati loše posledice.

## 5. ZAKLJUČAK

Predmet rada je praktična primena mobilnih brojača saobraćaja u cilju planiranja saobraćajne mreže. Predstavljen je način rada automatskih mobilnih brojača saobraćaja proizvođača „MH Corbin“ model NC300, njihove glavne karakteristike, prednosti, kao i određena ograničenja na koja se može naići u praksi. Opisan je način obrade, analize i prikazivanja podataka sa brojača. Brojanje saobraćaja sprovodi se radi prikupljanja podataka o intenzitetu i strukturi saobraćajnih tokova, što su ulazni parametri za analizu frekvencije saobraćaja, na osnovu koje se vrši saobraćajno i urbanističko planiranje, planiranje buduće saobraćajne mreže, rekonstrukcija postojeće i izgradnja novih

saobraćajnih pravaca. Može se zaključiti da su mobilni brojači saobraćaja vrlo koristan alat za dobijanje podataka o osnovnim parametrima saobraćajnog toka, a na osnovu kojih se dalje mogu raditi mnoge značajne prognoze i donositi važne odluke.

## LITERATURA

- [1] Kuzović, Ljubiša. 2000. Kapacitet i nivo usluge drumskih saobraćajnica. Beograd: Saobraćajni fakultet.
- [2] *MH Corbin. Operations Manual. Portable Traffic Analyzer NC300.*

## SUMMARY

### THE APPLICATION OF PORTABLE TRAFFIC ANALYZERS FOR THE PLANNING OF A TRAFFIC NETWORK

*Abstract: The subject of this paper is the application of a portable traffic analyzer in order to plan the traffic network in the settlement and outside the settlement. The paper highlights numerous advantages of portable traffic analyzers, and some limitations. Traffic counting is carried out in order to collect data on the intensity and structure of traffic flows, which is an essential input parameter for the following analysis. The results of traffic frequency analysis form the basis for traffic regulation and planning. It provides insight into the current state of traffic, as well as the needs for the reconstruction of existing, construction of new traffic routes, and other measures to improve existing and future traffic.*

*Key words: traffic counting, traffic frequency analysis, portable traffic analyzers, traffic planning*