

Kontrolna tabla za praćenje performansi rada naplatnih stanica

Gordana Radivojević^{a,b*}, Gorana Šormaz^b, Bratislav Lazić^b

^a Saobraćajni Fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

^b Institut Mihajlo Pupin, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

PODACI O RADU

DOI: 10.31075/PIS.67.04.02

Stručni rad

Primljen: 18/11/2021

Prihvaćen: 10/12/2021

Korespondent autor:

g.radivojevic@sf.bg.ac.rs

Ključne reči:

Poslovna inteligencija

Kontrolna tabla

Naplata putarine

Poslovne performanse

REZIME

Poslovna inteligencija (engl. Business Intelligence – BI) je savremeni pristup obradi velikih količina podataka i njihovoj transformaciji u kvalitetne informacije. Kontrolne table su jedna vrsta BI aplikacija koja unapređuje sistem donošenja odluka dajući značaj kognitivnim i sposobnostima ljudske percepcije. Način prezentacije i vizuelizacije podataka i informacija na kontrolnoj tabli obezbeđuju kvalitetnije, pouzdanije i brže odlučivanje. U radu je prikazana kontrolna tabla za praćenje performansi rada naplatnih stanica na autoputu koja omogućava analizu saobraćajnih tokova i angažovanih resursa na nivou jednog dana. Performanse rada obuhvataju različite karakteristike koje opisuju funkcionisanje procesa i aktivnosti i mogu se dobiti za svaku stanicu u sistemu naplate putarine. Projektovana kontrolna tabla omogućava prikaz performansi rada, kvalitetnu vizuelizaciju podataka, brzo i jasno zaključivanje o radu sistema, i dobru osnovu za donošenje odluka.

1. Uvod

Sistem za naplatu putarine obuhvata sve deonice autoputeva u Republici Srbiji. Na centralnom nivou sistema se prikupljaju i obrađuju podaci sa nižih hijerarhijskih nivoa koji se odnose na funkcionisanje opreme, realizaciju procesa naplate i protok vozila na autoputu. Centralni nivo omogućava monitoring, planiranje i upravljanje poslovnim procesima i aktivnostima na svim naplatnim stanicama. Praćenje performansi rada naplatnog sistema predstavlja osnovu za donošenje odluka na svim nivoima.

Cilj ovoga rada je opis kontrolne table za praćenje performansi rada naplatnih stanica. Rad obuhvata pet poglavlja. U prvom delu su opisane performanse rada naplatnih stanica. Drugi deo obuhvata opis poslovne inteligencije i kontrolnih tabli i značaj njihove primene u poslovnim sistemima. U trećem delu je opisana kontrolna tabla za praćenje performansi rada naplatnih stanica. Na kraju, u četvrtom delu su data zaključna razmatranja i pravci budućeg razvoja.

2. Performanse rada naplatnih stanica

Performanse rada naplatnih stanica obuhvataju različite parametre, pokazatelje i karakteristike rada koji omogućavaju praćenje funkcionisanja sistema u

cilju što boljeg odvijanja saobraćaja na autoputu. Naplatne stanice omogućavaju ulazak i izlazak vozila sa autoputa. Organizacija rada naplatnih stanica zavisi od kapaciteta stanica i angažovanih resursa, i utiče na zadržavanje vozila na stanicama, formiranje redova i zadovoljstvo korisnika autoputa. Rad naplatnih stanica se može opisati primenom teorije redova čekanja (engl. Queueing Theory – QT). QT se koristi za opisivanje različitih poslovnih i organizacionih procesa u kojima se radi o usluga klijenata. Klijenti dolaze u sistem koji im pruža uslugu i posle usluge napuštaju sistem. Broj klijenta koji dolaze, način i organizacija usluge utiču na karakteristike sistema i (ne)postojanje reda čekanja. QT definiše matematičke relacije između intenziteta dolaznog potoka, usluge i odlaznog potoka klijenata. U literaturi postoji standardni način za opisivanje i klasifikaciju sistema redova čekanja (engl. Queueing System – QS) (Thomopoulos, 2012). Prema ovoj klasifikaciji, proces naplate putarine se može opisati kao QS sa oznakom $M/M/k/FIFO/\infty/\infty$. Karakteristike ovog sistema su:

- Dolazak klijenta u sistem je Poasonov potok sa parametrom $\lambda(M)$,
- Odlazak klijenta iz sistema – usluga klijenata je Poasonov potok sa parametrom $\mu(M)$,
- Postoji više servera za istovremenu uslugu klijenata (broj naplatnih traka je k),

- Pravilo opsluge je prvi došao prvi opslužen (engl. First In First Out – FIFO),
- Kapacitet sistema je neograničen (k klijenata na opsluzi + neograničen broj klijenata u redu = ∞), i
- Veličina populacije iz koje klijenti dolaze je neograničena (∞).

Osnovni cilj QS je obezbeđenje što efikasnije opsluge klijenata i racionalnije upotrebe resursa (servera opsluge). Efikasna opsluga klijenta podrazumeva minimizaciju vremena provedenog u sistemu (čekanje i opsluga) a racionalizacija resursa se odnosi na što manji broj kanala (servera) opsluge. Neki pokazatelji rada QS su (Thomopoulos, 2012):

- Koeficijent iskorišćenja sistema ($\rho = \lambda / (k \cdot \mu)$),
- Prosečan broj klijenata na opsluzi (L_s),
- Prosečan broj klijenata u redu (L_q),
- Prosečno vreme provedeno na opsluzi (W_s),
- Prosečno vreme provedeno u redu (W_q),
- Nivo opsluge (verovatnoća da klijent neće čekati – SL), itd.

Dimenzionisanje QS podrazumeva određivanje potrebnog broja kanala opsluge koji će za očekivane intenzitete dolaznog i odlaznog potoka klijenata obezbediti stabilan rad sistema ($\rho \leq 1$). Kvalitet rada QS se opisuje očekivanim (prosečnim) brojem klijenata u redu (L_q) i očekivanim (prosečnim) vremenom koje klijent provede u redu (W_q). Kriterijumi određivanja potrebnog broja kanala opsluge su i maksimalan broj klijenata u redu (L_q) i maksimalno vreme čekanja (W_q). U uslovima funkcionisanja QS intenzitet dolaska klijenata u sistem (λ) je promenljiv pa u skladu sa time i broj kanala opsluge treba da bude promenljiv.

Stanice na autoputu mogu biti ulazne i izlazne i na njima se identifikuje ulazak, odnosno izlazak vozila sa autoputa. Stanice su projektovane i dimenzionisane prema prognoziranom intenzitetima saobraćajnih tokova. U skladu sa time, na svakoj stanici postoji određeni broj traka (servera opsluge). Na stanicama sa velikim obimom rada postoje reverzibilne trake koje, u zavisnosti od intenziteta saobraćaja, mogu menjati režim rada (ulazne ili izlazne). Trake na stanicama mogu biti za:

- Magnetne kartice – automatsko ili ručno izdavanje i ručna naplata magnetnih kartica vozilima koja ulaze i izlaze sa autoputa,
- ENP (elektronska naplata putarine) – ulazak i izlazak vozila na autoput bez zaustavljanja za vozila koja imaju TAG uređaj,
- Kombinovani prolaz – za vozila sa magnetnom karticom i TAG uređajem.

U zavisnosti od vrste trake razlikuje se vreme opsluge vozila pri ulasku i izlasku na autoput. ENP trake omogućavaju najbržu opslugu jer vozila prolaze bez zaustavljanja. Na naplatnim stanicama u Srbiji postoji

ograničenje brzine od 40km/h za vozila koja imaju TAG. To znači da se mora uzeti u obzir vreme opsluge jer postoje vremenski gubici zbog usporavanja i ubrzavanja vozila pri prolasku kroz stanicu. Trake za izdavanje i naplatu magnetnih kartica i kombinovane trake zahtevaju zaustavljanje vozila. Prema podacima iz Priručnika za kapacitet autoputa (TRB, 2000), prosečno vreme opsluge vozila na ulaznim stanicama je 3.6s a na izlaznim stanicama 12s. Na osnovu ovih podataka, intenziteti opsluge su:

- Izdavanje magnetnih kartica – $\mu = 1000$ voz/h
- ENP ulazak vozila – $\mu = 2000$ voz/h
- Naplata magnetnih kartica – $\mu = 300$ voz/h
- ENP naplata vozila – $\mu = 2000$ voz/h

Navedeni podaci predstavljaju maksimalne vrednosti intenziteta opsluge jer u realnosti ove vrednosti mogu biti nešto manje (npr. do 25%) zbog različitih faktora (karakteristike opreme na stanicama, načini plaćanja, dozvoljena brzina prolaza na ENP trakama, ručni režim izdavanja magnetnih kartica itd.).

Na svakoj stanici postoji određen maksimalan broj traka koje nisu uvek u funkciji. Rad i otvaranje traka zavise od procene intenziteta saobraćaja i perioda vršnog opterećenja. Prema dosadašnjim iskustvima najopterećeniji periodi su jutarnji i popodnevni delovi dana, dani vikenda i letnji meseci (jul i avgust).

U skladu sa očekivanim intenzitetima saobraćaja planira se broj traka na ulazu i izlazu i angažovanje inkasanta koji rade na ulazu (ručna distribucija magnetnih kartica) i izlazu (ručna naplata putarine). U toku rada je moguće otvaranje i zatvaranje traka, a odluku o tome donose šefovi stanica. Ovakve promene se dešavaju u uslovima naglih promena intenziteta saobraćaja kako bi se obezbedila odgovarajuća opsluga vozila i racionalnije iskoristili resursi.

U opštem slučaju, performanse naplatnih stanica se mogu posmatrati sa dva aspekta:

- Sa aspekta poslovnog sistema – performanse omogućavaju praćenje rada sistema, načina funkcionisanja poslovnih procesa, praćenje efikasnosti u cilju boljeg planiranja, raspodele resursa i ekonomičnijeg poslovanja.
- Sa aspekta korisnika – performanse ukazuju na kvalitet pružene usluge i nivo (ne)zadovoljstva korisnika.

Performanse rada naplatnih stanica sa aspekta poslovnog sistema (JP Putevi Srbije) obuhvataju:

- Ukupan broj vozila koja su ušla na autoput (za ulazne trake),
- Ukupan broj vozila koja su izašla sa autoputa (za izlazne trake),
- Minimalni intenzitet dolaznog potoka,

- Prosečan intenzitet dolaznog potoka,
- Maksimalan intenzitet dolaznog potoka,
- Broj ulaznih traka za distribuciju magnetnih kartica,
- Broj izlaznih traka za ručnu naplatu,
- Broj ulaznih traka za ENP,
- Broj izlaznih traka za ENP,
- Broj inkasanata na ulazu,
- Broj inkasanata na izlazu, itd.

Zadovoljstvo korisnika – vozača i putnika u vozilima, može se opisati vremenom provedenim u sistemu usluge. Korisnici žele da što brže prođu na ulaznim i naplatnim stanicama bez čekanja u redu. Performanse rada naplatnih stanica sa aspekta korisnika autoputa (vozača i putnika u vozilima) obuhvataju:

- Minimalan broj vozila u redu,
- Prosečan broj vozila u redu,
- Maksimalan broj vozila u redu,
- Minimalno vreme provedeno u redu,
- Prosečno vreme provedeno u redu,
- Maksimalno vreme provedeno u redu, itd.

Organizacija rada stanica na autoputu obuhvata dimenzionisanje potrebnog broja ulaznih i izlaznih stanica u skladu sa očekivanim intenzitetima saobraćajnih tokova i raspoloživim resursima (broj ulaznih i izlaznih traka, broj inkasanata, karakteristike opreme itd.). Jasno je da se ne može obezbediti funkcionisanje sistema tako da ne postoji čekanje vozila. Pri organizaciji rada moguće je primeniti različite kriterijume: vreme čekanja, broj vozila u redu, broj aktivnih traka i dr. Na primer, maksimalno vreme koje korisnici provedu u sistemu ne može biti veće od 20s. To će obezbediti visok nivo zadovoljstva korisnika ali će dovesti do neadekvatne iskorišćenosti resursa sistema jer će u periodima manjeg intenziteta saobraćaja neke trake biti neiskorišćene.

3. Poslovna inteligencija

Poslovna inteligencija (engl. Business Intelligence – BI) je savremeni pristup obradi velikih količina podataka, njihovoj transformaciji u kvalitetne informacije i mogućnostima prezentacije u formi koja odgovara korisnicima. Istorijski posmatrano, BI je nastavak razvoja IS koji pružaju podršku donošenju odluka u poslovnom sistemu.

BI je skup metodologija, procesa, arhitektura i tehnologija koji transformišu sirove podatke u smislene i korisne informacije i znanje. BI obezbeđuje poslovne informacije i analize ključnih poslovnih procesa, donošenje kvalitetnih odluka na različitim upravljačkim nivoima i poboljšanje performansi u poslovnom sistemu. Sistemi poslovne inteligencije obuhvataju različite forme izveštavanja kako bi korisnicima obezbedili kvalitetne i pravovremene informacije o ključnim poslovnim procesima u realnom ili skoro realnom vremenu (Radivojević, 2016).

Razvoj informacionih tehnologija (engl. Information Technology – IT) je omogućio razvoj savremenih platformi za rad sa velikim količinama podataka. Sa jedne strane, neprekidno raste obim podataka koji se generišu i čuvaju u poslovnim sistemima, a sa druge strane, sve je veći broj korisnika i njihovih potreba za dobijanjem kvalitetnih informacija i novih znanja. BI zadovoljava zahteve poslovnih sistema jer omogućava dobijanje informacija, brzo, pouzdano i u odgovarajućoj formi.

BI sistem se može posmatrati sa različitih aspekata. BI sistem omogućava transformaciju podataka u informacije i znanje i time stvara nove uslove za odlučivanje u poslovnom sistemu. Donosioci odluka u poslovnom sistemu koriste BI analitiku kao podršku donošenju kvalitetnih i pravovremenih odluka na svim upravljačkim nivoima. Prava vrednost BI sistema se ogleda u dodatnoj vrednosti koja se stvara: kvalitetnije sagledavanje sopstvenih resursa, sprovođenje promena u poslovnom sistemu, poboljšanje poslovnih performansi, otvaranje novih tržišta, sticanje novih korisnika, i dr.

Kontrolne table (engl. Dashboards) su jedna vrsta BI aplikacija koja je postala veoma popularna i često se primenjuje u praksi. Primena kontrolnih tabli unapređuje sistem donošenja odluka dajući značaj kognitivnim i sposobnostima ljudske percepcije. Način prezentacije i vizuelizacije podataka i informacija obezbeđuju kvalitetnije, pouzdanije i brže odlučivanje. Kontrolna tabla prikuplja podatke iz različitih izvora (baze podataka, ERP sistem, druge BI aplikacije itd.) i prikazuje ih u formi koja korisniku omogućava sagledavanje stanja procesa i aktivnosti. Što se podataka tiče, kontrolna tabla predstavlja vrh ledenog brega – korisnik vidi pokazatelje rada i po potrebi detaljnije analizira izabrane pokazatelje kako bi otkrio uzroke loših performansi (Yigitbasioglu, Velcu, 2012).

Kontrolna tabla ima mnogo funkcionalnosti i u skladu sa time brojne karakteristike i prednosti (McKown, 2016):

1. Transparentnost podataka – Podaci su najvrednija imovina svake kompanije. Dobro projektovana kontrolna tabla omogućava jednostavan uvid u sve relevantne podatke.
2. Pristup podacima – Podaci se prikupljaju iz različitih izvora, sistematizuju na odgovarajući način i prikazuju u formi koja preko jedinstvenog interfejsa obezbeđuje brz uvid u veliku količinu podataka.
3. Bolje donošenje odluka – Kontrolne table omogućavaju različite forme prikazivanja podataka prilagođenju ljudskoj percepciji i razmišljanju što značajno poboljšava kvalitet zaključivanja i podršku donošenju odluka.
4. Odgovornost – Način obrade, sistematizacije i prikazivanja podataka može da ukaže na način funkcionisanja procesa, kritična mesta u poslovanju i međusobne relacije i uzročno-posledične veze između procesa.

5. Interaktivnost – Kontrolne table imaju mogućnost selektovanja i filtriranja podataka, pregled promena u nekom vremenskom periodu, izbor nivoa detaljnosti, komunikaciju sa grafičkim prikazima, sve u zavisnosti od potreba korisnika.
6. Gejmifikacija – Gejmifikacija predstavlja primenu mehanizama igara i načina razmišljanja u poslovnom kontekstu. Kontrolna tabla omogućava novi način percepcije informacija stvarajući kod korisnika potrebu za interakcijom i delovanjem u cilju unapređenja sistema.

Vrednost i značaj kontrolne table su povezani sa njenim karakteristikama, načinom vizuelizacije i primenom u poslovnom sistemu. U praksi se primenjuju kontrolne table sa punim skupom funkcionalnosti (interaktivne mogućnosti detaljnog analiziranja) ali i jednostavna rešenja sa statičnim skupom podataka (Yigitbasioglu, Velcu, 2012). U literaturi se navode različite podele ali se izdvajaju tri tipa kontrolnih tabli (McKown, 2016):

- Operativne kontrolne table – Ovo je najčešći tip kontrolne table koji prikazuje podatke o dnevnim aktivnostima i procesima koji se ažuriraju u realnom vremenu. Osnovni cilj je sveobuhvatno prikazivanje različitih karakteristika sistema kako bi korisnici imali mogućnost nadzora i upravljanja sistemom u (skoro) realnom vremenu.
- Analitičke kontrolne table – One koriste istorijske podatke i u različitim formama prikazuju podatke i informacije o više poslovnih procesa i aktivnosti, omogućavajući korisnicima izbor, pretraživanje i interakciju. Analitičke kontrolne table na jednom mestu prikazuju kako su procesi realizovani u cilju uočavanja međuzavisnosti i trendova.
- Strateške kontrolne table – One prikazuju podatke o pokazateljima rada i merama performansi. Cilj je praćenje mera performansi poslovnog sistema na višim upravljačkim nivoima kako bi se pratila realizacija planova i strategija.

Kontrolne table se mogu posmatrati kao alat za upravljanje, podrška poslovnom odlučivanju, nadzor aktivnosti i procesa, aplikacije za vizuelizaciju podataka. U literaturi ima mnogo primera primene u različitim poslovnim sistemima, na različitim organizacionim nivoima, za prikazivanje različitih podataka i informacija, sa statičnim i dinamičnim prikazima, i sl. Praksa u ovoj oblasti se mnogo brže razvijala od naučnih istraživanja koja se bave značajem, efektima i preporukama za projektovanje kontrolnih tabli. Neke naučne studije su proučavale motivaciju, faze primene i izbor metrike ali su i dalje prisutni različiti stavovi o projektovanju i primeni. U opštem slučaju, pri projektovanju treba imati u vidu sledeće stavove:

- Kontrolne table se projektuju u skladu sa zadacima kojima treba da odgovore;
- Načini vizuelizacije podataka i informacija treba da budu u skladu sa razmišljanjem, zaključivanjem i odlučivanjem neposrednih korisnika;
- Primena statičnih i dinamičnih prikaza zavisi od organizacionog nivoa (operativni, upravljački) i svrhe (nadzor u realnom vremenu, pregled istorijskih podataka);
- Nivo interakcije zavisi od potreba neposrednih korisnika, mogućnosti prikaza veće količine podataka i informacija (za različite vremenske periode, aktivnosti, procese itd.), dodatnih analiza i detaljnijih prikaza podataka.

Danas je na tržištu velika ponuda kontrolnih tabli koje se mogu primeniti u različitim poslovnim sistemima. Za neposredne korisnike je od značaja pitanje *kada i u kojim uslovima je opravdano ulaganje u kontrolne table*. Generalno, neki razlozi za razvoj i primenu kontrolnih tabli su:

- Problemi u pregledu velike količine podataka iz različitih izvora,
- Obimni izveštaji u različitim formatima (tabele, grafikoni) koji zahtevaju dosta vremena za analizu i povezivanje podataka,
- Nemogućnost brzog i pouzdanog zaključivanja i pravovremenog reagovanja na osnovu velikog broja različitih izveštaja,
- Problemi u praćenju performansi svih procesa i reagovanju u realnom vremenu itd.

4. Kontrolna tabla vs. standardni izveštaji

Razvoj ICT (engl. Information and Communication Technology), IS (engl. Information System), računarskih tehnologija i softverskih aplikacija je doveo do njihove primene u svim oblastima. U poslovnim sistemima se generišu, čuvaju i obrađuju velike količine podataka o realizaciji poslovnih aktivnosti i procesa. Sistemi izveštavanja u poslovnim sistemima se uglavnom zasnivaju na tradicionalnim pristupima i izveštajima koji su standardni deo IS i ERP sistema (engl. Enterprise Resource Planning). Izveštaji se projektuju pri razvoju sistema i namenjeni su različitim organizacionim i upravljačkim nivoima. Oni obuhvataju podatke iz prethodnog perioda i prikazuju ih u standardnim tabelarnim i grafičkim formama. Klasični izveštaji nemaju mogućnost analize podataka o različitim poslovnim procesima, praćenja poslovnih performansi u realnom vremenu, povezivanja podataka sa različitim organizacionim nivoima, planiranja koje usaglašava poslovne strategije i finansijske ciljeve.

Standardni izveštaji sadrže veliku količinu podataka i informacija, to su tabele na više strana koje zahtevaju znanje, koncentraciju i vreme za analizu, percepciju i zaključivanje. U njima je teško otkriti anomalije, odstupanja i nepravilnosti koji ukazuju na poremećaje u funkcionisanju procesa. Neposredni korisnici ovih izveštaja treba da poseduju znanja, iskustvo i veštine kako bi na pravi način analizirali podatke, uočili trendove i došli do pouzdanih zaključaka.

BI omogućava prevazilaženje navedenih problema i daje nove mogućnosti poslovnim sistemima u uslovima brzih promena procesa, aktivnosti i okruženja. BI se odnosi na sve poslovne procese i aktivnosti, obuhvata sve podatke i transformiše ih u pouzdane i kvalitetne informacije, obezbeđuje provremenjeni odgovor na poslovna pitanja. Primena kontrolnih tabli na različitim organizacionim nivoima omogućava dobijanje prave informacije u pravo vreme i na pravom mestu.

U poređenju sa standardnim izveštajima, kontrolne table sadrže manje podataka i informacija, nalaze se na jednom ekranu, mogu da prikazuju stanje procesa u realnom vremenu, omogućavaju povezivanje podataka iz različitih segmenata, ukazuju na odstupanja i trendove, obezbeđuju brže i kvalitetnije zaključivanje i odlučivanje. Kontrolne table prikazuju podatke na različitim nivoima detaljnosti i vizuelizuju ih na način koji odgovara neposrednim korisnicima. Upotreba grafičkih formi, boja i simbola smanjuje količinu prikazanih podataka i unapređuje percepciju, zaključivanje i odlučivanje.

5. Kontrolna tabla za praćenje performansi rada

Sistem za nadzor i upravljanje naplatom putarine omogućava automatsko evidentiranje, čuvanje i obradu podataka o svim aktivnostima i procesima na naplatnim trakama i stanicama. Centralni nivo sistema je u online vezi sa svim stanicama na autoputevima i obezbeđuje praćenje rada, upravljanje sistemom i planiranje poslovnih procesa (IMP, 2015).

Centralni nivo sistema je implementiran na Oracle Fusion Middleware tehnološkoj platformi i ima višeslojnu arhitekturu (engl. Multi-Tier) vođenu događajima (engl. Event-Driven) koja je sastavljena od servisa (engl. Service-Composed). Sloj podataka je razvijen kao kombinacija transakcionog (engl. Online transaction processing – OLTP) i analitičkog (engl. Online analytical processing – OLAP) modela. Model podataka obuhvata bazu podataka (Oracle Database 12c Standard Edition) i skladište podataka (engl. Data Warehouse – DWH).

Poseban modul centralnog nivoa je Analitika i izveštavanje koji je razvijen na Oracle Business Intelligence Publisher platformi. U okviru ovog modula je razvijena kontrolna tabla za praćenje performansi naplatnih stanica.

Postupak projektovanja kontrolne table u Oracle BI Publisher-u obuhvata sledeće korake (Oracle, 2021):

1. Kreiranje modela podataka,
2. Kreiranje forme i rasporeda i
3. Pregled i definisanje karakteristika.

Model podataka sadrži opis, strukturu i relacije između podataka koji se prikazuju na kontrolnoj tabli. Potrebno je izabrati skupove podataka iz baze i za svaki skup napisati SQL upit koji definiše podatke i informacije za prikazivanje na kontrolnoj tabli. Modeli podataka mogu biti jednostavni (sadrže jedan skup podataka) ili veoma kompleksni (sadrže više skupova podataka, definicija, parametara). Za jednu kontrolnu tablu se kreira jedan ili više modela podataka u zavisnosti od kompleksnosti i skupa informacija koje treba da budu prikazane.

Forma i raspored (engl. layout) obuhvataju različite načine prikazivanja podataka na kontrolnoj tabli. To mogu biti tabele, dijagrami, grafikoni i drugi formati prezentacije podataka i informacija. Kontrolna tabla sadrži više blokova (celina) u kojima se na različite načine prikazuju podaci. Svaki blok se povezuje sa odgovarajućim modelom podataka i načinom vizuelizacije.

Karakteristike kontrolne table definišu osnovne elemente i parametre izvršavanja. To obuhvata definisanje fontova, formatiranje, definisanje vremenske zone, izbor izlaznih formata (interactive, HTML, PDF, Excel, RTF) itd. U ovom koraku se definiše i redosled izvršavanja kada kontrolna tabla obuhvata više kartica koje se odnose na različite skupove i nivoe detaljnosti podataka i informacija.

Kontrolna tabla za praćenje performansi naplatnih stanica je razvijena sa idejom da omogući analizu saobraćajnih tokova i angažovanih resursa (broj ulaznih i izlaznih traka, broj inkasanata) na nivou jednog dana. Skup definisanih performansi omogućava detaljan uvid u funkcionisanje rada naplatne stanice u jednom 24-časovnom periodu. Arhitektura modula za performanse rada stanica je prikazana na slici 1.

Osnovne komponente ovog modula su:

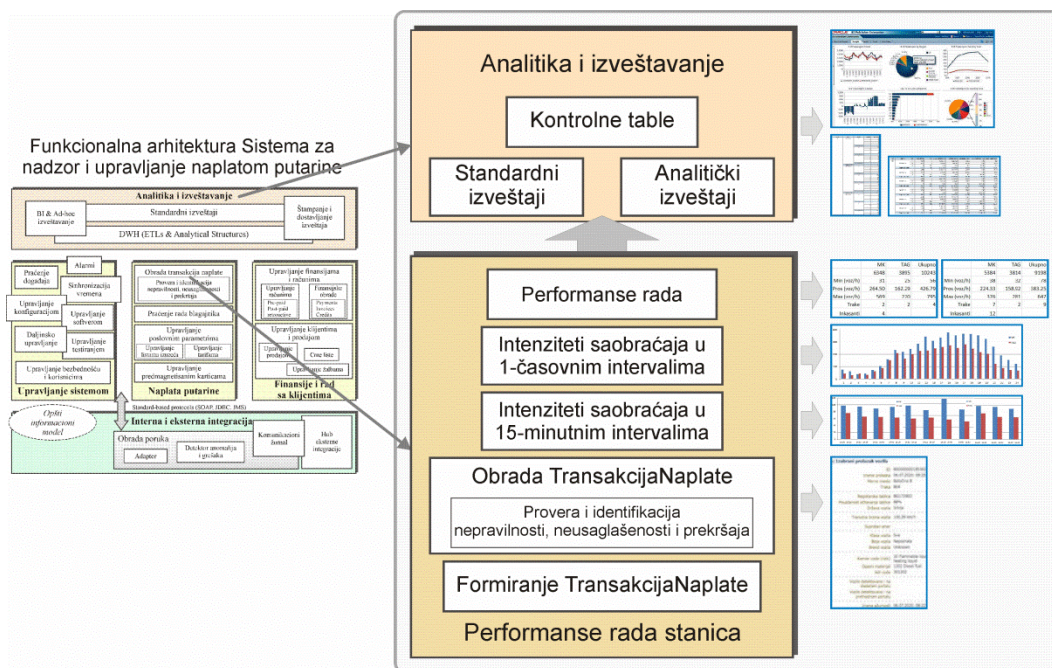
- Formiranje *TransakcijaNaplate*,
- Obrada *TransakcijaNaplate*,
- Određivanje intenziteta saobraćaja i
- Performanse rada.

Formiranje *TransakcijaNaplate* se radi za svako vozilo koje je ušlo na stanici. *Transakcija* sadrži sve podatke o vozilu i karakteristikama procesa (traka, vreme ulaska, tip korisnika, podaci o TAG-u itd.). Obrada *TransakcijaNaplate* se radi za svako vozilo koje je izašlo na stanici. Podaci o procesu plaćanja putarine (traka, vreme ulaska, tip korisnika, podaci o TAG-u itd.) se pridružuju, prethodno formiranoj transakciji, koja sada sadrži sve podatke o vozilu koje je koristilo autoput (IMP, 2015).

Intenziteti saobraćaja u 15-minutnim intervalima se izračunavaju na osnovu podataka o prolasku vozila na ulaznim i izlaznim trakama stanice. Prema preporukama Priručnika za kapacitet autoputa (TRB, 2000), merodavni intervali za detaljnu analizu i obradu podataka o saobraćaju su periodi od 15 minuta. Na osnovu njih se izračunavaju intenziteti saobraćaja u 1-časovnim intervalima. Ovi intenziteti sadrže podatke o tipovima korisnika (magnetna kartica, TAG), trakama i vremenu opsluge itd.

Performanse rada obuhvataju različite karakteristike koje opisuju funkcionisanje procesa i aktivnosti i mogu

se dobiti za svaku stanicu u sistemu naplate putarine. Modul analitika i izveštavanje obuhvata standardne i analitičke izveštaje i kontrolne table. Standardni i analitički izveštaji prikazuju podatke o radu naplatnih stanica u tabelarnoj formi i odnose se na finansije, saobraćaj, primenu TAG-ova, upravljanje sistemom itd. Svi izveštaji se mogu dobiti na različitim nivoima detaljnosti, u zavisnosti od zadatih ulaznih parametara (put, stanica, inkasant, period, medijum, klijent, i dr.). Izveštaji su namenjeni različitim službama i upravljačkim nivoima operatora naplate putarine (JP Putevi Srbije) (IMP, 2015).



Slika 1. Arhitektura modula za performanse rada stanica

Kontrolna tabla prikazuje performanse rada za izabrani put, stanicu i datum (24-časovni period). Projektovana kontrolna tabla obuhvata četiri kartice: Dan, Sat, Trake i Nivo. U karticama su prikazane performanse rada na različitim nivoima detaljnosti.

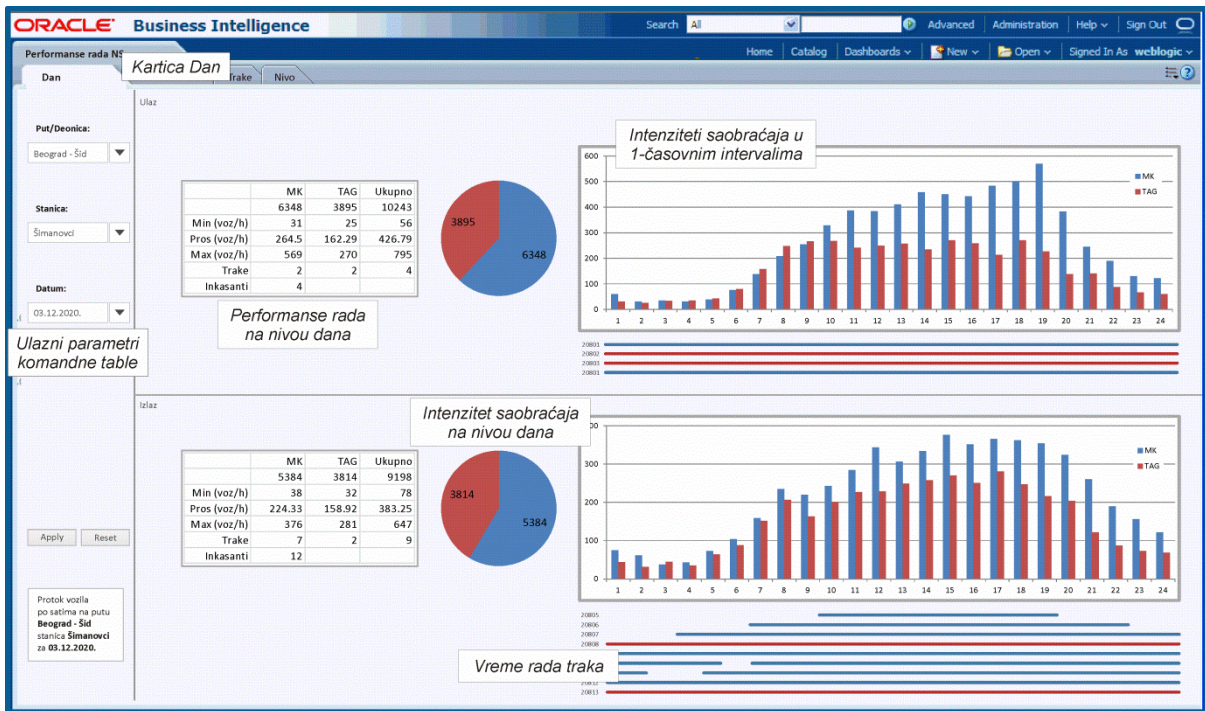
Na slici 2 je prikazan izgled kontrolne table sa performansama rada stanice Šimanovci, na putu Beograd–Šid za 03.12.2020. godine. Performanse rada stanice prikazane u tabelama obuhvataju skup podataka o minimalnim, prosečnim i maksimalnim intenzitetima saobraćaja za oba tipa korisnika (magnetna kartica, TAG) i podatke o resursima (broj traka i broj inkasantata). Grafički prikaz kontrolne table obuhvata:

- Ukupan broj vozila koja su ušla/izašla na stanici u toku dana sa magnetnom karticom i TAG-om,
- Broj vozila koja su ušla/izašla na stanici u toku dana sa magnetnom karticom i TAG-om (1-časovni intervali) i

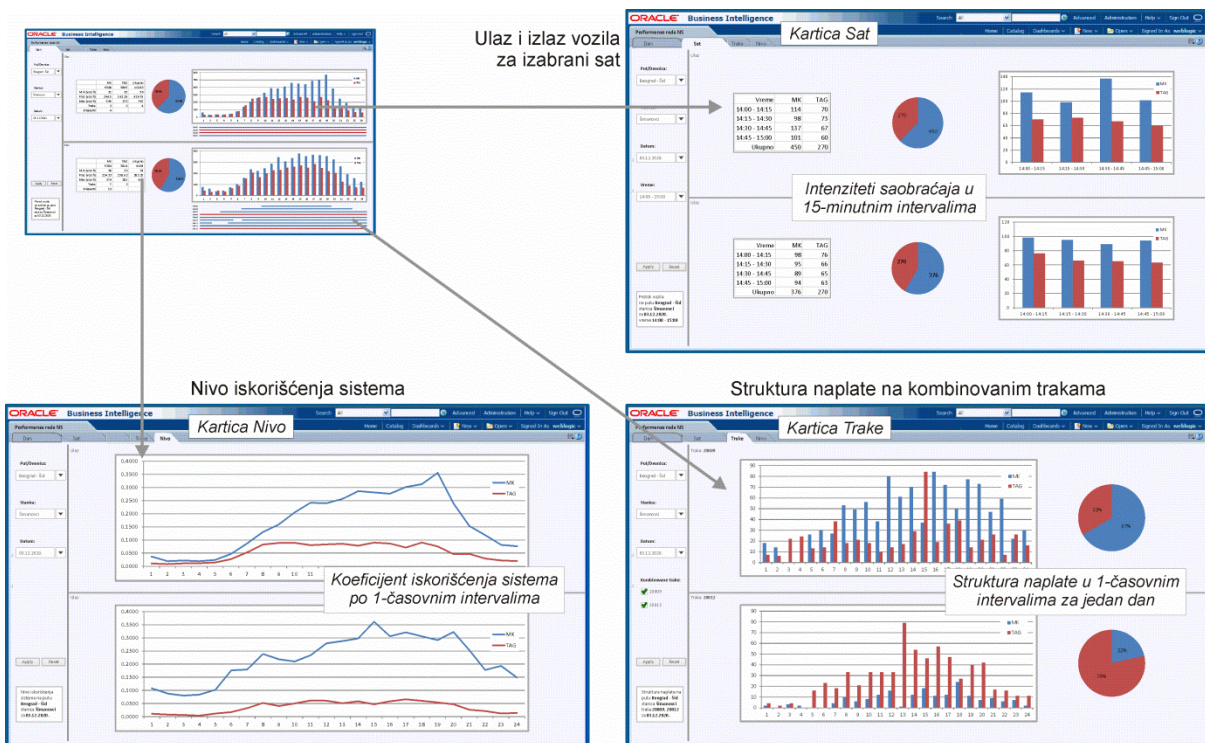
- Broj i tip ulaznih/izlaznih traka (magnetne kartice, TAG-ovi, kombinovani prolaz) i period rada.

Kontrolna tabla omogućava dobijanje detaljnijih prikaza u dodatnim karticama (slika 3):

- Pregled vozila na ulaznim i izlaznim trakama za izabrani sat (kartica Sat) – Za svaki sat se mogu dobiti detaljni intenziteti saobraćaja (magnetne kartice, TAG-ovi) koji se zasnivaju na 15-minutnim intervalima.
- Struktura naplate na kombinovanim trakama (kartica Trake) – Analiza rada svake kombinovane trake omogućava dobijanje jasnije slike o tipu korisnika (magnetne kartice, TAG-ovi) koji su plaćali putarinu na toj traci.
- Nivo iskorišćenja sistema (kartica Nivo) – Za analizu rada stanice se može koristiti grafički prikaz koeficijenta iskorišćenja sistema za svaki sat u toku dana. Grafikoni iskorišćenja se prikazuju za ulazne i izlazne trake po tipu korisnika (magnetne kartice, TAG-ovi).



Slika 2. Performanse rada stanice za 24 časa



Slika 3. Mogućnosti detaljnog pregleda performansi rada stanice

Grafički prikaz omogućava brzo i jasno informisanje o periodima smanjenog ili povećanog saobraćajnog opterećenja, učešću vozila sa TAG uređajima u ukupnom obimu saobraćaja, vremenu rada ulaznih i izlaznih traka, broju inkasanta na ulaznim i izlaznim trakama itd.

Primena kontrolne table omogućava brojne efekte:

- Praćenje performansi rada stanice u 24-časovnom periodu i kvalitetno donošenje odluka o raspodeli resursa za sledeći dan,

- Dobra osnova za odlučivanje na operativnom nivou i primenu organizacionih mera koje mogu da unaprede performanse rada,
- Kvalitetna vizuelizacija podataka i prikaz uzročno-posledičnih veza između različitih karakteristika saobraćaja i organizacije rada procesa na stanici,
- Brzo i jasno zaključivanje o stanju sistema bez analize različitih obimnih tabelarnih izveštaja, itd.

6. Zaključak

Primena BI i kontrolnih tabli je neminovnost u svim poslovnim sistemima. Postojanje velike količine podataka o realizaciji poslovnih procesa i aktivnosti je dovelo do potrebe i mogućnosti za kvalitetnijom obradom i prezentacijom podataka i informacija. U Sistemu naplate putarine se generišu, čuvaju i obrađuju podaci o radu naplatnog sistema i prolasku svakog vozila na autoputu. Na osnovu obrade podataka donose se odluke na različitim upravljačkim nivoima. Realna potreba je da sistem odlučivanja bude u (skoro) realnom vremenu s obzirom na prirodu procesa naplate i uticaj koji odluke imaju na funkcionisanje saobraćaja.

U postojećem Sistemu za nadzor i upravljanje naplatom putarine izveštavanje se zasniva na tradicionalnim tabelarnim i grafičkim izveštajima. Oni opisuju sve segmente rada ali su obimni, detaljni i zahtevaju dosta vremena za pregled i analizu. Uvođenje kontrolnih tabli neće zameniti postojeće izveštaje ali će u značajnoj meri unaprediti sistem izveštavanja i odlučivanja. U radu je opisana kontrolna tabla za praćenje performansi rada naplatne stanice na nivou jednog dana koja predstavlja prvi korak u unapređenju postojećeg sistema. U toku je dalji razvoj koji se odnosi na dodavanje novih funkcionalnosti i mogućnosti detaljnijeg prikaza još nekih indikatora performansi koji su od značaja za neposredne korisnike. Dodatni razvoj treba da obuhvati:

- Prikaz dodatnih indikatora performansi za ulazne i izlazne trake u skladu sa zahtevima neposrednih korisnika;
- Razvoj novih modela vizuelizacije podataka i performansi koji će omogućiti brže i kvalitetnije zaključivanje i donošenje odluka;
- Predlog smanjenja angažovanih resursa koji će za isti obim saobraćaja obezbediti slične ili bolje performanse;
- Razvoj novih kartica kontrolne table u skladu sa realnim potrebama i načinom odlučivanja korisnika u planiranju i angažovanju resursa, itd.

Napomena

Ovaj rad je finansiran od strane MNTR Republike Srbije, u okviru projekta TR 36005 (2011-2021).

Dashboard for performance monitoring of toll stations

Gordana Radivojević, Ph.D. TE

Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade, Institute Mihajlo Pupin, University of Belgrade, Serbia

Gorana Šormaz, M.Sc. EE

Institute Mihajlo Pupin, University of Belgrade, Serbia

Bratislav Lazić, M. Sc. EE

Institute Mihajlo Pupin, University of Belgrade, Serbia

Abstract: Business Intelligence (BI) is a modern approach to the processing of large amounts of data and their transformation into quality information. Dashboards are a type of BI application that improves the decision-making system by giving importance to cognitive and human perception abilities. The way of presenting and visualizing data and information on the dashboard provides better, more reliable and faster decision-making. The paper presents a dashboard for performance monitoring of toll stations on the highway, which allows the analysis of traffic flows and engaged resources at the level of one day. Performance includes various characteristics that describe the functioning of the process and activities and can be obtained for each station in the toll collection system. The designed dashboard enables the display of business performance, quality data visualization, fast and clear inference about the operation of the system, and a good basis for decision making.

Key words: Business Intelligence, Dashboard, Tolling System, Business Performances.

Literatura

- [1] Thomopoulos, N., (2012). Fundamentals of Queuing Systems: Statistical Methods for Analyzing Queuing Models, Springer, New York.
- [2] Transportation Research Board – TRB, Highway Capacity Manual, Special Report 209. Transportation Research Board, Washington, DC. 2000.
- [3] Radivojević, G. (2016). Upravljanje informacijama u logistici, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- [4] Yigitbasioglu, O., Velcu, O. (2012). A review of dashboards in performance management: Implications for design and research, International Journal of Accounting Information Systems, 13, pp. 41-59.
- [5] McKown, A. (2016). What is The Purpose of a Dashboard?, Dostupno na: www.idashboards.com, [Pristupano 08.10.2021.]
- [6] Institut Mihajlo Pupin. (2015). Projekat Sistem naplate putarine u Republici Srbiji, Korisnik: JP Putevi Srbije.
- [7] Oracle. (2021). [on line] Oracle BI Publisher: Reporting for Oracle Applications, Available at: www.oracle.com/technetwork/middleware/bi-publisher [Accessed 13 July 2021]