

PRIMJENA UPRAVLJAČKIH INFORMACIJSKIH SUSTAVA U GOSPODARENJU CESTOVNOM INFRASTRUKTUROM

APPLICATION OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS IN ROAD INFRASTRUCTURE MANAGEMENT

Ivan Marović*, Robert Maršanić**, Marijana Cuculić*

Sažetak

U pogledu upravljanja prostorom, naročito s aspekta prostorne ekonomije, mnoge odluke koje se pritom donose imaju dugoročne utjecaje na okoliš. Stoga se kao imperativ nameće da rubni uvjeti procesa donošenja odluka budu, ne samo transparentni, već i usklađeni s ciljevima održivog razvoja. Pritom cestovna infrastruktura predstavlja jednu od najsloženijih linijskih građevina u prostoru čije bi cjelovito upravljanje trebalo imati rješenje za najrazličitije tipove problema, od strukturiranih do nestrukturiranih, koji se javljaju na svim razinama odlučivanja. U cilju rješavanja takvih problema upravljački informacijski sustavi (UIS) mogu donositeljima odluka pomoći da primijene odgovarajuće modele i metode tijekom procesa donošenja odluka. U radu je dan pregled različitih tipova UIS-a koji se mogu primijeniti i koristiti u gospodarenju cestovne infrastrukture. Također, u radu se diskutira o načinu odabira primjerenog UIS-a kao i načinu interakcije između podataka i modela u jednom takvom upravljačkom sustavu.

Ključne riječi: upravljački informacijski sustavi, donošenje odluka, upravljanje projektima, cestovna infrastruktura

Abstract

In the field of spatial management, especially from the point of view of spatial economics, many decisions have long-term effects on the environment. Therefore, it

* Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, Radmile Matejčić 3, 51000 Rijeka

E-mail: {ivan.marovic,marijana.cuculic}@gradri.uniri.hr

** Županijska uprava za ceste Primorsko-goranske županije, Nikole Tesle 9, 51000 Rijeka

E-mail: ravnatelj@zuc.hr

is essential that the boundary conditions of the decision-making process are not only transparent, but also aligned with the sustainable development goals. At the same time, road infrastructure represents one of the most complex linear structures in the area, and its comprehensive management should respond to various types of problems, from structured to unstructured, which occur at all levels of decision-making. To solve such problems, management information systems (UIS) can help decision makers to apply appropriate models and methods during the decision-making process. This paper provides an overview of the different types of UIS that can be used in road infrastructure management. The method of selecting an appropriate UIS and the method of interaction between data and models in such a management system are also discussed.

Key words: *management information systems, decision making, project management, road infrastructure*

1. Uvod

Poslovno odlučivanje u današnjem dobu karakteriziraju brze i diskontinuirane promjene [1] pa nije moguće valjano donositi odluke ukoliko nisu pravodobno omogućene sve potrebne kvalitetne informacije menadžerima tj. donosiocima odluka. U tom smislu, imperativ informacije je i na njenoj kvaliteti i pravovremenosti, naročito u pogledu upravljanja prostorom gdje mnoge odluke imaju dugoročne utjecaje na okoliš [2]. Razvojem informacijskih i komunikacijskih tehnologija te primjenom informatičkih resursa, korištenje računala u poslovima upravljanja razvilo se od rutinske obrade podataka i sustava za transakcijsku obradu podataka (TOP) do specijaliziranih upravljačkih informacijskih sustava (UIS) i efikasne podrške odlučivanju putem različitih menadžerskih sustava za podršku (MSP). Pritom je glavni cilj i imperativ pružanje djelotvorne podrške donositelju odluke u procesu odlučivanja bez obzira na tip organizacije ili projekta, kao i njihovu organizacijsku strukturu.

U ovom su kontekstu realizirana brojna istraživanja u graditeljstvu [3-13], koja su vodila ka identificiranju postupaka „formalizacije“ odlučivanja, sve u cilju boljeg i efikasnijeg korištenja informatičkih resursa koji su naglim razvojem računala bili na raspolaganju. Naročito je to vidljivo pri gospodarenju urbanom infrastrukturom gdje su se razvili različiti sustavi za podršku odlučivanju (SPO) [3,5-10], koji su jedan od alata specijaliziranih menadžerskih sustava proizašlih iz upravljačkih informacijskih sustava.

Gospodarenje cestama podrazumijeva sustavni proces održavanja i poboljšanja postojeće cestovne mreže s ciljem osiguranja kontinuiteta u odvijanju prometa na učinkovit i siguran način uz ispunjenje zahtjeva isplativosti i zaštite okoliša [14], što predstavlja ključnu ulogu u

prikupljanju, organizaciji, analizi i diseminaciji podataka u svrhu potpore odlučivanju. Primarna funkcija sustava gospodarenja cestama, kao najveće linijske građevine u nekoj jedinici lokalne samouprave, jest poboljšati učinkovitost donošenja odluka, pružiti povratne informacije o posljedicama donesenih odluka i osigurati dosljednost donošenja odluka na različitim razinama unutar iste organizacije [15], kao i imati međusobno povezane sustave između različitih korisnika iste infrastrukture (npr. dolazak hitne službe na lokaciju koristeći cestovnu mrežu).

U cilju rješavanja takvih problema UIS-i i SPO-i mogu pomoći donositeljima odluka da primijene odgovarajuće modele i metode tijekom procesa donošenja odluka. Stoga je u radu dan pregled različitih tipova UIS-a koji se mogu primijeniti i koristiti u gospodarenju cestovne infrastrukture. Također, u radu se diskutira o načinu odabira primjerenog UIS-a, odnosno SPO-a, kao i načinu interakcije između podataka i modela u jednom takvom upravljačkom sustavu.

2. Razvoj upravljačkih informacijskih sustava

Počeci istraživanja i razvoja problema odlučivanja granaju se u dva smjera: dio istraživanja koji je usmjeren na informacije te preostala istraživanja koja su vodila u smjeru proučavanja samog odlučivanja. Posljedično, 60-tih godina prošlog stoljeća javila se podjela pri kojoj je došlo do zasebnog razvoja informatike koja se temeljila na elektroničkoj obradi podataka s jedne strane te operativnih istraživanja, sustavnog inženjerstva i sustavne analize koje su se temeljile na analizi postizanja danog cilja [16] tj. postupcima modeliranja i formaliziranja procesa odlučivanja s druge strane. Glavni naglasak je bio na razvoju softvera te su zahtjevi za informacijama uglavnom bili dobro definirani, dok je osnovnu prednost predstavljala brzina obrade podataka. U sami proces odlučivanja, a pogotovo u njegovu fazu koja se odnosi na pripremu odluke, nije se zalazilo.

S druge strane, operativna istraživanja (OI) i sustavno inženjerstvo (SI) čine jedinstveni koncept tzv. „hard“ sustavnog razmišljanja, koje se bazira na činjenici da se svaka ljudska aktivnost može sagledati kao sustav za ostvarivanje određenih ciljeva. Kasniji razvoj uvjetovao je Simon [15], koji se u svom nastojanju da ustanovi pravu znanost o administrativnom ponašanju i donošenju bitnih odluka okrenuo modelima ponašanja. On je smatrao da je za izgradnju modela OI nužno zanemariti određene aspekte i parametre problema te da se na taj način stvara pojednostavljen matematički model, tj. model koji predstavlja samo neke aspekte problema koji ne daje optimalna rješenja, već ona rješenja koja su optimalna za

problem formaliziran u modelu. Pritom Simon stavlja naglasak na heurističke modele i programe koji teže simulaciji procesa definiranja i ostvarivanja ciljeva te ukazuje na mogućnost diferenciranja između kategorija problema s obzirom na mogućnost programiranja, odnosno na probleme koji se mogu programirati i one koji se ne mogu programirati.

Takva podjela je imala značajan utjecaj na kasniji razvoj sustavne podrške odlučivanju jer je ukazala da se efektivnost odluke može poboljšati ako se prošire granice racionalnosti koje su uočljive kod individualnih procesa odlučivanja. Simon je ujedno ukazao na činjenicu da bolje razumijevanje strukture problema može omogućiti razvijanje novih strategija u kojima se računala mogu koristiti za davanje podrške donositeljima odluka čiji su problemi slabo strukturirani.

Strukturiranost ili definiranost problema predstavlja najvažniju karakteristiku s obzirom na moguće metode i postupke podrške odlučivanju o tom konkretnom problemu [4]. Pritom, stupanj strukturiranosti je odgovor na pitanje je li problem poznat i zna li se pouzdano što treba uraditi da bi se problem riješio. Navedeno je usko vezano uz hijerarhijsku strukturu upravljanja i odlučivanja (Slika 1) gdje, iako se odlučivanje javlja na svim razinama (strateškoj, taktičkoj i operativnoj), struktura problema opada rastom razine odlučivanja. Na Slici 1 prikazana je hijerarhijska struktura upravljanja i odlučivanja kroz sve tri razine, dok su strelice označene brojevima i predstavljaju: (1) karakteristike sustava, ponašanje sustava, informacije i podatke, (2) alternativna rješenja, kriterije, (3) kompromisno rješenje, investicijski program te (4) planiranje posebnih rješenja.



Slika 1. Hijerarhijska struktura upravljanja i odlučivanja [4]

Da bi problem bio dobro tj. potpuno strukturiran, potrebno je da ima poznate sve komponente rješenja (da je sam problem točno određen, da su precizno definirani ulazni podaci, alternative ili strategije mogućih rješenja, kao i sami postupak analize i izbora konačnog rješenja) [4]. S obzirom na strukturiranost, problemi se razlikuju od potpuno određenih (dobro strukturiranih) do potpuno neodređenih (loše strukturiranih), pri čemu je se između ova dva ekstrema nalazi čitav spektar djelomično ili nedovoljno strukturiranih problema. Dobro strukturirani problemi se vrlo uspješno rješavaju metodama i tehnikama optimalizacije te od 1960-ih godina do danas praktična primjena operativnih istraživanja široko prodire u gotovo sva područja aplikativnih znanosti, a posebno u niže razine upravljanja poduzećima, kao i upravljanja projektima.

Fazu elektroničke obrade podataka zamijenila je tzv. faza upravljačkih informacijskih sustava za koju je karakteristično korištenje računala većih kapaciteta te korištenje programa i modela iz drugih disciplina u cilju rješavanja problema planiranja. Većina autora UIS definira kao sustav s tri osnovne funkcije:

- zadovoljavanje zahtjeva za obradom podataka
- opskrbliivanje rukovodstva potrebnim informacijama za podršku planiranju, kontrolu realizacije i općenito proces odlučivanja
- davanje raznih izvještaja po zahtjevu okruženja.

Pritom filozofija UIS-a podrazumijeva da se ponašanja u organizaciji mogu prikazati pridruženim modelima različitog stupnja agregacije. Uspješan spoj računalnih sustava te matematičkih i statističkih modela rezultirao je brzim rastom broja kvantitativnih tehnika za rješavanje poslovnih problema. Daljnji razvoj UIS-a [3,4] išao je u smjeru integriranja informacijske i organizacijske komponente poduzeća u jedinstven sustav s izraženijim naglaskom na informatičku tehnologiju (tzv. „integralni upravljački informacijski sustav“).

S druge strane, kvantitativne metode za podršku poslovnom odlučivanju razvijale su se zasebnom logikom djelomično orijentiranom problemima, a djelomično metodama. Na taj su način i operativna istraživanja i sustavna analiza stvorile niz postupaka bez zajedničkih elemenata nazvanih „košarom trikova“ [17] čije je korištenje bilo izuzetno popularno. Iz navedenog se može uočiti utjecaj na razvoj potreba iz prakse, što je rezultiralo zastupljenijim korištenjem tehnika iz područja OI od strane „neprofesionalaca“ dok su „profesionalci“ težili većoj matematičkoj sofisticiranosti odnosno razvoju teorija.

Ovakav razvoj OI krajem 70-tih godina ulazi u krizu koju je Ackoff [18] sažeo u jednoj rečenici: „Budućnost OI je prošlost“. Osim njega, i Zimmermann [19] je govorio o većem interesu za teoriju nego za primjenu te naglašava odsutnost adekvatne teorije u određenim ključnim područjima. Integralni upravljački informacijski sustavi ubrzo upadaju u krizu jer se nije uspjelo odgovoriti na složene zahtjeve za integralnim upravljanjem poduzećem. Naime, klasični UIS-i su se pokazali idealnim u ovladavanju informacijama o prošlosti i tekućem poslovanju u stabilnim uvjetima, ali je njihova primjenjivost vrlo slaba u stalno mijenjajućim uvjetima okoline organizacije i budućem djelovanju organizacije.

Početak 80-tih godina, upotreba računala za podršku odlučivanju ušla je u novu fazu, fazu sustava za podršku odlučivanju (SPO). Bannister [20] je sumirao koncept SPO i ukazao na njegovu razliku prema postojećim sustavima koji podržavaju procese odlučivanja. Prema njemu, SPO je sustav koji:

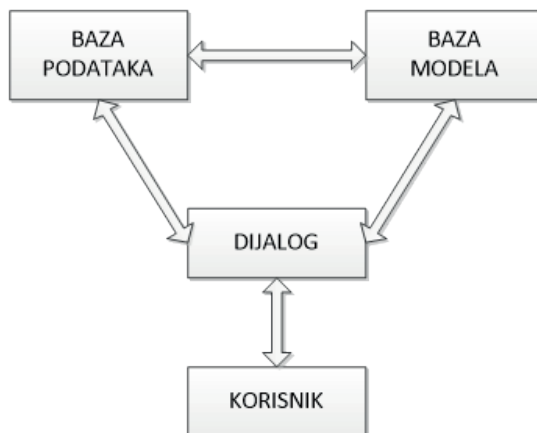
- je oblikovan za „reagiranje“ na probleme
- se prilagođava „gužvama“
- ne pretendira kazati donositeljima odluke što treba raditi, već ističe posljedice mogućih tijekova aktivnosti
- uči vremenom
- daje robusna, zdrava, brza i fleksibilna rješenja.

Pritom je važno istaknuti da su za razvoj SPO-a ključne postavke postavili Keen i Morton [21] definirajući potrebe za pomaganjem rukovodioca u procesu donošenja odluka kod slabo strukturiranih problema, osiguranja podrške umjesto prosuđivanja o poslovnim problemima te unapređenja efikasnosti procesa odlučivanja. Navedeno upućuje na SPO kao novu tehnologiju upravljanja koja reafirmira važnost informatike, operacijskih istraživanja i sustavne analize za menadžment u gospodarskim i drugim sustavima, kao što su npr. nekretnine ili infrastruktura unutar područja grada, kao i u značajno složenim i promjenjivim uvjetima djelovanja koji su karakteristika današnjeg vremena. Važnije od svega navedenog jest da SPO odgovara na dinamičko okruženje, koje je jedna od osnovnih ključnih karakteristika graditeljstva.

Istraživanje razvoja tehnološke osnove SPO-a praktično ukazuje na dva perioda: (i) period od početka 1980-ih godina, u kojem su se tehnološka dostignuća UIS-a preslikavala u SPO te period od 1990-ih do danas, u kojem se razvija autentična tehnološka osnova SPO-a. Najizravniji utjecaj razvoja autentične tehnološke osnove dao je Sprague [22] kada je identificirao tri tipa sustava: SPO specifične namjene, SPO generatori i SPO

pomagala. Pritom su jaz između ova tri tipa sustava prvi premostili Sprague i Carlson [23] definiranjem: baze podataka, baze modela i korisničkog sučelja.

Na Slici 2 prikazan je konceptualni model SPO-a Turbana [24] koji se sastoji od tri osnovna podsustava: podsustava upravljanja podacima (baza podataka, sustav upravljanja bazom podataka, katalog svih podataka u bazi podataka, pretraživač), podsustava upravljanja modelima (baza modela, sustav upravljanja bazom modela, jezik modeliranja, katalog modela u bazi modela, izvršavanje) i podsustava dijaloga. Uvođenjem hijerarhijskih razina odlučivanja u konceptualni model SPO-a gdje se interakcija podataka i modela događa na svim razinama prvi je uveo Jajac [3] u područje upravljanja urbanom cestovnom infrastrukturom, što je omogućilo razvoj u području upravljanja cestovnom infrastrukturom kao i u drugim smjerovima graditeljstva. Navedeni razvoj SPO-a odvija se i danas, naročito u pogledu oblikovanja novih modela i uključivanju novih tehnologija u proces odlučivanja.



Slika 2. Konceptualni model SPO-a [4]

Kako je već prije navedeno, donošenje odluka jest proces gdje govorimo o procesu biranja između više mogućnosti. Radi se generičkom procesu koji se može primijeniti na sve oblike organiziranih aktivnosti u svrhu postizanja zadanih ciljeva, a sastoji se od prepoznavanja i biranja mogućih rješenja. Sami proces odlučivanja rezultira odlukom tj. odabirom akcije koju treba poduzeti ili strategije koju treba primijeniti u praksi. Općenito, ne postoji jedinstveni model procesa odlučivanja budući da je u njega uključeno mnogo varijabli, raznovrsnih odluka, kao i pristupa donositelja odluka. Proces donošenja odluke slijedi integralni pristup gdje se od dna prema vrhu moraju proći određene akcije da bi donositelj odluke

mogao kvalitetno odlučiti o izboru rješenja na temelju kvalitetno pripremljenih i dostupnih informacija i kriterija (Slika 3).



Slika 3. Informacijski tok u procesu donošenja odluka [4]

Iz svega navedenog može se zaključiti da su tijekom zadnjih pedesetak godina razvoja definirani brojni sustavi za potporu odlučivanju i upravljanju (prethodno spomenuti UIS i SPO).

3. Mogućnosti primjene upravljačkih informacijskih sustava u gospodarenju cestovnom infrastrukturom

Kroz prikazani razvoj upravljačkih informacijskih sustava može se uočiti da su se različiti pristupi i sustavi razvijali s obzirom na potrebe, ali i mogućnosti prikupljanja i obrade podataka. Pritom je najveći iskorak u cjelovitom, odnosno integralnom promišljanju rješavanja problema vezanih za gospodarenje cestovnom infrastrukturom omogućila konceptualizacija SPO kao specifičnog informacijskog sustava namijenjenog taktičkoj i strateškoj razini koji može pružiti pomoć u procesu donošenja odluka kroz izravnu interakciju podataka i modela.

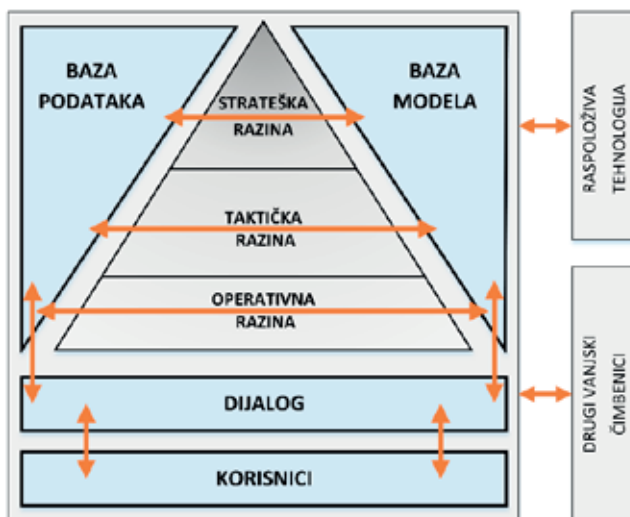
Pritom se pri gospodarenju cestovnom infrastrukturom fokus može staviti na dvije osnovne razine: razinu cestovne mreže te razinu projekta. Dok je razina mreže usmjerena na osiguranje najučinkovitije upotrebe proračunskih sredstava za cijelu cestovnu mrežu kojom se upravlja, razina projekta usmjerena je na određeno područje koje je identificirano kao ono važno za potencijalno poboljšanje. Pritom pri gospodarenju cestovnom infrastrukturom treba imati u vidu četiri osnovna modula [25]:

- osnovni podaci o cestovnoj mreži

- ocjena stanja kolnika
- modeli za predviđanje promjene stanja kolnika
- modeli za definiranje koristi i troškova.

Iako svaki od navedenih modula ima svoju genezu nastanka i rubne uvjete u kojima se može realizirati s aspekta prostorne ekonomije, važno je navedeno obuhvatiti integralno u jedinstveni sustav koji bi omogućio davanje takvih odluka koje bi bile ne samo u skladu s gospodarskim ciljevima dotične cestovne infrastrukture, već i u skladu s očuvanjem okoliša, a napose i ciljevima održivog razvoja. Valja naglasiti da cestovna infrastruktura predstavlja jednu od najsloženijih i najsveobuhvatnijih linijskih građevina u nekom prostoru čije bi cjelovito upravljanje trebalo odgovoriti na najrazličitije tipove problema od tehničkih, preko društvenih i ekonomskih do okoliša.

Jedan takav cjeloviti pristup omogućen je razvojem sustava za podršku odlučivanju pri upravljanju urbanom cestovnom infrastrukturom [7], a prikazan je Slici 4. Osnovno obilježje dotičnog SPO-a je otvorenost sustava prema vanjskim utjecajima kao i razvoju novih tehnologija, no za to su obilježje zaslužni koncepti opisani u prethodnom poglavlju.



Slika 4. Arhitektura sustava za podršku odlučivanju pri upravljanju urbanom cestovnom infrastrukturom [7]

Ukratko, sama arhitektura sustava za podršku odlučivanju pri upravljanju urbanom cestovnom infrastrukturom sastoji se od baze podataka, baze modela i korisničkog sučelja pri čemu se interakcija između

podataka i informacija s jedne strane te metoda i pristupa s druge strane odvija na pojedinoj razini odlučivanja. Pritom baza podataka može biti oblikovana na različite tablične, grafičke ili systemske načine, pri čemu se često koriste geografski informacijski sustavi (GIS) s različitim podlogama. S druge strane, baza modela je otvorena za različite modele, metode i pristupe (npr. AHP [7-13], PROMETHEE [8, 10-13], AI [9,13], i dr.), pri čemu se koriste oni koji na promatranj razini odlučivanja i u promatranom trenutku korisniku mogu dati najbolju moguću povratnu informaciju. Cjeloviti pregled metoda koje se pritom mogu koristiti je prikazan u radovima [26-28], u kojima je fokus stavljen na područje graditeljstva i upravljanja projektima u području graditeljstva. Naravno, otvorenost arhitekture sustava za podršku odlučivanju poput prethodno spomenutog ili nekih drugih sustava [3,4,29], omogućava implementaciju novih modela, metoda i pristupa kojima bi se postojeći strukturirani, polustrukturirani i nestrukturirani problemi rješavali još efikasnije i efektivnije.

Jedan od ključnih dijelova SPO-a i hijerarhijske strukture koja ga koristi jest generiranje hijerarhijske strukture ciljeva, njihovo usklađivanje i poravnanje s ciljevima održivog razvoja. Upravo o dobrom povezivanju informacija s terena u sustav, korištenju primjerenih modela i postavljenoj strukturi ciljeva ovisi održivost rješenja, s naglaskom na okruženje i ljude koji su u direktnom kontaktu s tom infrastrukturom.

Stoga je u Tablici 1 prikazan pregled informacijskih sustava (IS) koji se mogu koristiti u gospodarenju cestovnom infrastrukturom s obzirom na mjesto njihove primjene, kao i njihove ključne osobine. Zasigurno svi sustavi imaju svoje mjesto za primjenu u tako kompleksnom sustavu kao što je cestovna infrastruktura.

Tablica 1. Pregled informacijskih sustava koji se mogu koristiti u gospodarenju cestovnom infrastrukturom

Informacijski sustavi	Primjena	Osobine
Sustavi za transakciju podataka (TOP)	Vođenje svakodnevnih i rutinskih poslovnih transakcija; Osiguranje evidencije o elementarnim aktivnostima i transakcijama; Povezuju organizaciju i glavni su proizvođači informacija; Podržavaju procesiranje poslovnih i drugih operacija u	Namijenjeni operativnoj razini; Fokusirani na podatke; Djelotvoran transakcijski proces; Optimalno pohranjivanje i procesiranje podataka; Upravljanje datotekama; Izlazne informacije ovog sustava predstavljaju ulazne

	poduzeću	informacije drugim IS-ima (pogotovo UIS-u i MIS-u)
Sustavi za automatizaciju uredskog poslovanja	Pri uobičajenim radnjama u uredu; Obuhvaćaju različita programska rješenja potrebna za obradu dokumenata i poruka	Podržavaju službeničke i menadžerske funkcije na gotovo svim razinama odlučivanja u poduzeću
Upravljački informacijskih sustavi (UIS)	Služe funkcijama planiranja, kontrole i pripreme odluka na operativnoj i taktičkoj razini; Osiguravaju menadžerima izvješća i izravan pristup podacima o sadašnjem i prošlom poslovanju poduzeća potrebnim za brže i efikasnije donošenje odluka	Usmjereni na informacije koje dobiva od TOP-a; Namijenjeni svim razinama odlučivanja u poduzeću; Strukturirani informacijski tokovi; Integrirano stjecanje informacija i planiranje funkcija IS-a; Sustavi za upravljanje podataka hijerarhijskog mrežnog tipa
Menadžerski sustavi za podršku (MSP) poput sustava za podršku odlučivanju (SPO) ili Ekspertnih sustava (ES)	Sustavi namijenjeni za podršku menadžerskih aktivnosti na svim razinama odlučivanja; Proces rješavanja problema na srednjim i višim razinama menadžmenta; Cilj sustava nije donošenje odluka, već pružanje seta informacija i pomagala koje će menadžeru omogućiti donošenje odluke	Namijenjeni taktičkoj i strateškoj razini; Pružanje pomoći u procesu donošenja odluka u rješavanju nestrukturiranih problema kroz izravnu interakciju korisnika s podacima i modelima; Kombinacija tehnika modeliranja i analize s bazom podataka i tehnikama prikazivanja podataka

Naravno, treba voditi računa da je uspostava baze cestovnih podataka i implementacija standarda održavanja cesta dijelom obuhvaćena zakonskim i podzakonskim aktima Republike Hrvatske u području cestogradnje. Također ona predstavlja preduvjet za implementaciju kvalitetnog sustava gospodarenja cestovnom infrastrukturom. Uz navedeno treba naglasiti da način vrednovanja stanja kolnika nije propisan i uvelike ovisi o postavljenim prioritetima pojedinih uprava za ceste. S obzirom da na stanje cestovnih kolnika utječu različiti parametri, postoje različita istraživanja o načinima vrednovanja [30-32], međutim nema

jednoznačnog stajališta, što često dovodi da se vrednovanja na različitim područjima provode različito. Saznanje da su u okviru europskog COST projekta [33] dane smjernice za načine vrednovanja ipak pruža sigurnost i omogućava konzistentnije pristupe vrednovanju podataka te stvaranje kvalitetnih informacija na temelju kojih donositelji odluka mogu donijeti odluke.

4. Zaključak

U radu su se predstavili alati upravljanja cestovnom infrastrukturom čijim korištenjem se može odgovoriti na najrazličitije tipove problema, od strukturiranih do nestrukturiranih, a koji se javljaju na svim razinama odlučivanja. U cilju rješavanja takvih problema različiti informacijski sustavi, poput upravljačkih informacijskih sustava i sustava za podršku odlučivanju, donositeljima odluka mogu pomoći da koristeći potrebne informacije primijene odgovarajuće modele i metode u pravom trenutku tijekom procesa donošenja odluka. Pregledom različitih tipova informacijskih sustava ukazano je na i diskutiralo se o onom primjerenom koji se može koristiti u gospodarenju cestovnom infrastrukturom.

Nastavak istraživanja usmjerit će se na detaljnu kvantitativnu ocjenu primjenjivosti navedenih upravljačkih informacijskih sustava na primjeru cestovne mreže u Primorsko-goranskoj županiji, kao i na razvoj novih modela i pristupa rješavanja polustrukturiranih i nestrukturiranih problema u procesu donošenja odluka pri gospodarenju cestovnom infrastrukturom.

Literatura

- [1] Sikavica, P., Bebek, B., Skoko, H., Tipurić, D. (1999) Poslovno odlučivanje. Zagreb: Informator.
- [2] Krešić, I. (1981) Prostorna ekonomija: Osnove teorije, lokacije, razmještaja i organizacije u prostoru. Zagreb: Informator.
- [3] Jajac, N. (2010) Modeliranje sustava za podršku odlučivanju o razvoju i održavanju urbane cestovne infrastrukture. Doktorska disertacija. Split: Ekonomski fakultet u Splitu.
- [4] Marović, I. (2013) Sustav za podršku odlučivanju u upravljanju vrijednostima nekretnina. Doktorska disertacija. Zagreb: Građevinski fakultet u Zagrebu.
- [5] Bielli, M. (1992) A DSS Approach to Urban Traffic Management. *European Journal of Operational Research*, 61(1-2), 106-113.

- [6] Quintero, A., Konare, D., Pierre, S. (2005) Prototyping an Intelligent Decision Support System for Improving Urban Infrastructures Management. *European Journal of Operational Research*, 162(3), 654-672.
- [7] Jajac, N., Knezić, S., Marović, I. (2009) Decision Support System to Urban Infrastructure Maintenance Management. *Organization, Technology & Management in Construction: An International Journal*, 1(2), 72-79.
- [8] Jajac, N., Marović, I., Baučić, M. (2014) Decision Support Concept for Managing the Maintenance of City Parking Facilities. *Electronic Journal of the Faculty of Civil Engineering Osijek-e-GFOS*, 5(9), 60-69.
- [9] Jajac, N., Marović, I., Hanak, T. (2015) Decision Support for Management of Urban Transport Projects. *Građevinar*, 67(2), 131-141.
- [10] Jajac, N., Marović, I., Mladineo, M. (2015) Planning Support Concept to Implementation of Sustainable Parking Development Projects in Ancient Mediterranean Cities. *Croatian Operational Research Review*, 5(2), 345-359.
- [11] Marović, I., Završki, I., Jajac, N. (2015) Ranking Zones Model – a Multicriterial Approach to the Spatial Management of Urban Areas. *Croatian Operational Research Review*, 6(1), 91-103.
- [12] Jajac, N., Rogulj, K., Radnić, J. (2017) Selection of the Method for Rehabilitation of Historic Bridges – A Decision Support Concept for the Planning of Rehabilitation Projects. *International Journal of Architectural Heritage*, 11(2), 261-277.
- [13] Marović, I., Androjić, I., Jajac, N., Hanak, T. (2018) Urban Road Infrastructure Maintenance Planning with Application of Neural Networks. *Complexity*, doi: 10.1155/2018/5160417.
- [14] Sršen, M. (2011) Terminološki četverojezični rječnik cestovnog inženjerstva s pojmovnikom. Zagreb: Aspecta.
- [15] Hudson, S.W., Hudson, W.R, and Carmichael, R.F. (1992) Minimum Requirements for Standard Pavement Management Systems. In *Pavement Management Implementation*, eds F.B. Holt & W.L., Gramling, STP 1121, American Society for Testing and Material.
- [16] Checkland, P. (1983) O.R. and the Systems Movement: Mappings and conflicts. *Journal of the Operational Research Society*, 34(8), 661-675.
- [17] Simon, H.A. (1960) *The New Science of Management Decision*. New York: Harper and Row.
- [18] Ackoff, R.L. (1979) The Future of Operational Research in Past. *Journal of Operational Research Society*, 30(2), 93-104.
- [19] Zimmermann, H.J. (1982) Trends and New Approaches in European Operational Research. *Journal of Operational Research Society*, 33(7), 597-603.

- [20] Bannister, F.E. (1984) Decision Support Systems - New opportunities for O.R., Operational Research '84 – Proceedings of the 10th IFORS International Conference on Operational Research, Editor: Brans, J.-P., Washington, 1984., Elsevier Science Publishers, 103-111.
- [21] Keen, P.G.W., Morton, M.S.S. (1978) Decision Support System: An Organizational Prospective, Reading: Addison-Wesley Publishing Co.
- [22] Sprague, R. H. (1980) A Framework for the Development of Decision Support Systems. MIS Quarterly, 4(4): 1-26.
- [23] Sprague, R., Carlson, E. (1982) Building Effective Decision Support Systems, New Jersey: Prentice-Hall.
- [24] Turban, E. (1993) Decision Support and Expert Systems: Management Support Systems, New York: Macmillan Publishing Company.
- [25] Ismail, N., Ismail, A., Atiq, R. (2009) An Overview of Expert Systems in Pavement Management. European Journal of scientific research. 30(1), 99-111.
- [26] Steyawan, A., Nainggolan, J., Budiarto, A. (2015) Predicting the Remaining Service Life of Road Using Pavement Condition Index. Procedia Engineering, 125. 417-423.
- [27] Al-Mansour, A., Lee, K.-W.W., Al-Qaili, A.H. (2022) Prediction of Pavement Maintenance Performance Using an Expert System. Applied Sciences 12, 4802.
- [28] Hu, A.; Bai, Q., Chen, L. Meng, S., Li, Q., Xu, Z. (2022) A Review on Empirical Methods of Pavement Performance Modelling. Construction and Building Materials, 342(B), Article 127968.
- [29] COST projekt 354 Indikatori ponašanja cestovnih kolnika
- [30] Deluka-Tibljaš, A., Karleuša, B., Dragičević, N. (2005) Review of Multicriteria-Analysis Methods Application in Decision Making about Transport Infrastructure, Građevinar, 65(7), 619-631.
- [31] Marović, I., Tijanić, K., Šopić, M. Car-Pušić, D. (2020) Group Decision-Making in Civil Engineering Based on AHP and PROMETHEE Methods. Scientific Review Engineering and Environmental Sciences, 29(4), 474-484.
- [32] Darko, A., Chan, A.P.C., Ameyaw, E.E., Owusu, E.K., Parn, E. & Edwards, D.J. (2019) Review of Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) in Construction. International Journal of Construction Management, 19(5), 436-452.
- [33] Krpan, Lj., Pupavac, D., Maršanić, R. (2021) A Framework for the Selection of Projects at the County Level in Croatia. Hrvatska i komparativna javna uprava, 21(2), 355-377.