

Dražen Skrba, mag. ing. aedif., univ. spec. aedif.

UPRAVLJANJE IMOVINOM ŽELJEZNIČKE INFRASTRUKTURE

1. Uvod

Željeznički sustav je vrlo složen sustav s nekoliko podsustava koji su međusobno povezani i djeluju jedan na drugog interaktivno. Stoga takvim složenim sustavom treba znati upravljati na odgovarajući način, pri čemu će donošenje odluka o projektnim aktivnostima imati dugoročan utjecaj na cijeli sustav. Imajući u vidu definiciju složenosti (kompleksnosti) projekata [1,2,3,4], očito je da su klasične metode projektnog menadžmenta neprikladne za upravljanje složenim projektima, osobito kod infrastrukturnih projekata kao što su željeznice. Upravljanje takvim složenim projektima karakteriziraju prilagodljivi i fleksibilni procesi koji zahtijevaju i razumiju pojam složenosti koristeći pritom znanja, vještine, kompetencije i kreativnost menadžera, odnosno voditelja složenih projektnih timova.

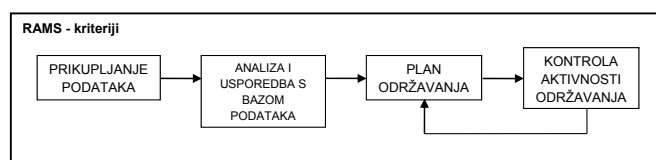
Analizom aktivnosti u dosadašnjim projektima željezničke infrastrukture možemo identificirati bitne skupine aktivnosti, a to su razvojno-investicijske aktivnosti (planiranje), građenje i održavanje. S obzirom na komponentu trajanja i učestalosti, aktivnosti građenja i održavanja podjednako su važne. Ukupna ocjena organizacijsko-projektnih karakteristika bitnih skupina aktivnosti s obzirom na komponentu složenosti (kompleksnosti) projekata i projektnih aktivnosti [3] pokazala je da su aktivnosti održavanja najsloženije, a slijede aktivnosti građenja i planiranja.

Integracijom aktivnosti razvoja, građenja i održavanja u jedinstveni sustav upravljanja imovinom željezničke infrastrukture može se poboljšati postojeće neodgovarajuće stanje upravljanja imovinom. Na taj će način biti omogućeno dosljedno provođenje strategije, povećanje razine učinkovitosti sustava i smanjenje troškova održavanja, a istodobno će za životnog ciklusa svake pojedine imovine biti postignuta i zahtijevana razina kvalitete.

2. Model integriranog sustava upravljanja imovinom [5]

Stalni tehnološki razvoj novih, modernih tehnologija željezničkog prometa utječe na daljnji razvoj i primjenu sustava upravljanja održavanjem željezničkih infrastrukturnih podsustava (eng. *maintenance ma-*

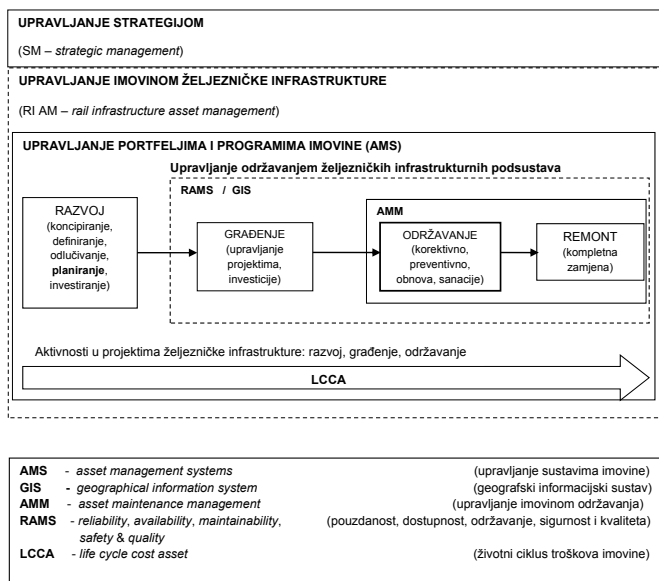
nagement) mijenjajući ga od prvotnog (zastarjelog i neučinkovitog) načina izvođenja aktivnosti održavanja po principu popravaka nakon nastanka kvara (korektivno održavanje) prema današnjem, integriranom sustavu upravljanja, usmjerenom na prevenciju nastanka kvarova (preventivno održavanje), uzimajući u obzir analizu troškova životnog ciklusa (LCC – eng. *life cycle cost*) svakoga pojedinog dijela sustava u cilju smanjenja ukupnih troškova održavanja i kontinuiranog poboljšanja sustava u okvirima predviđenih sredstava (budžeta) kako bi dugoročno zadovoljili pet glavnih kriterija suvremene željezničke infrastrukture (slika 1.), a to su: pouzdanost, dostupnost, održavanje, sigurnost i kvaliteta (RAMS – eng. *reliability, availability, maintainability, safety & quality*).



Slika 1. Planiranje i kontrola provođenja aktivnosti održavanja prema RAMS kriterijima

Kako bismo u HŽ Infrastrukturi promijenili i znatno unaprijedili postojeći model upravljanja imovinom željezničke infrastrukture, potrebno je uvesti i primijeniti model integriranog sustava upravljanja održavanjem željezničke infrastrukture (eng. *railway asset management system*), i to od najranijih faza projektiranja (koncipiranje, definiranje) pa sve do korištenja i održavanja imovine nakon izgradnje (program održavanja) (slika 2.). Takav sustav upravljanja imovinom mora biti sposoban upravljati svim željezničkim infrastrukturnim podsustavima, pružiti podlogu za uspostavu kvalitetnije organizacije sustava razvoja, investicijskog planiranja, građenja i održavanja željezničke infrastrukture, vođenje poslovnih procesa te učinkovitije planiranje resursa. Planiranjem i provođenjem aktivnosti održavanja mora se osigurati i omogućiti zadana razina svojstava (performansi) mreže pruga i pružnih građevina na troškovno učinkovit način za trajanja životnog ciklusa pojedine imovine.

Kao potpora takvome modelu integriranog sustava upravljanja imovinom služe odgovarajući alati, odnosno sustavni inženjering i geografski informacijski sustav koji zajedno omogućuju integrirano planiranje aktivnosti u projektima željezničke infrastrukture. Upravljanje imovinom pomaže menadžerima pri donošenju odluka koje definiraju smjernice za planiranje kratkoročnih i dugoročnih strategija za trajanja životnog ciklusa svake pojedine imovine na troškovno učinkovit način. Kreiranjem i primjenom takvoga informatiziranog sustava upravljanja imovinom možemo znatno ubrzati donoše-



Slika 2. Model integriranog sustava upravljanja imovinom željezničke infrastrukture

nje odluka koje će biti utemeljene na točnim i detaljnim informacijama o stanju željezničke mreže u cjelini.

Upravljanje imovinom željezničke infrastrukture obuhvaća:

- bazu podataka (inventar) o imovini
- provođenje standarda prilikom procjena stanja imovine
- razvoj i primjenu standarda za performanse sustava upravljanja imovinom
- analizu alternativnih rješenja za održavanje ili nadogradnju imovine
- donošenje odluka o dodijeljenim resursima
- provođenje Plana održavanja i Plana investicija
- razvoj i primjenu procesa praćenja performansi imovine (slika 3.)
- prikupljanje informacija iz okružja
- provođenje prilagodbi ako su neophodne.

2.1. Sustavni inženjering i uvođenje procesa praćenja performansi

Sustavni inženjering (eng. *system engineering*) možemo definirati kao skup procesa koji se sastoji od nekoliko međusobno povezanih inženjerskih procesa, formiranih i primijenjenih sa svrhom da omoguću prepoznavanje i analiziranje svih zahtjeva ukupnog (ciljanog) sustava preraspodjelom aktivnosti i zahtjeva na sve podsustave i treće strane. Uključuje sustavni pristup kod projektiranja svih dijelova (sučelja-platforni), upravljanja ukupnim sustavom projektiranih parametara, integracije svih podsustava, provjeravanja i potvrđivanja valjanosti podsustava odnosno integriranog sustava u cjelini. Označava metodološki pristup kod

kojeg su objedinjene sve faze životnog vijeka projekta unutar nekog sustava, a to su projektiranje, građenje, korištenje, održavanje i upravljanje operativnim procesima. Takav pristup sagledavanja cjeline svih procesa unutar promatranog sustava omogućuje da se ostvare očekivanja svih interesnih skupina, dionika i korisnika, a koja su bila na samome početku postavljena prema sustavu. Svi su procesi vrlo složeni, pa je neophodna primjena sustavnog pristupa.

Nasuprot sustavnom inženjeringu, obilježje konvencionalnog načina planiranja njegova je usmjerenost na pojedinačne elementarne dijelove sustava. Specijalisti u pojedinim područjima izrađuju projekt neovisno, na temelju nedovoljno poznatih ulaznih parametara. Često izostaju saznanja o utjecaju varijanti tehničkih rješenja na funkcioniranje cjelokupnog sustava. Ako na samome početku ne postoje točna saznanja o zahtjevima korisnika i nisu jasno utvrđeni tehnički i funkcionalni zahtjevi, sustav neće moći udovoljiti očekivanjima korisnika. U tome slučaju posljedice mogu biti znatni dodatni troškovi zbog potrebne prilagodbe projekta ili smanjeni radni učinak.

Budući da je HŽ Infrastruktura jedan iznimno složeni sustav koji se mora integrirati s drugim postojećim europskim željezničkim mrežama, daljnji razvoj i razvojne aktivnosti moraju se temeljiti na metodološkome pristupu sustavnog inženjeringa. U tu svrhu imamo definirane europske standarde EN50126, EN50128 i EN 50129 koji se primjenjuju prilikom svih aktivnosti sustavnog inženjeringa.

Mnogi od zahtjeva definirani su u europskim tehničkim specifikacijama za interoperabilnost (TSI - eng. *European Technical Specifications for Interoperability*). Navedene specifikacije omogućuju svim željezničkim vozilima koja su u skladu s njima da voze europskim željeznicama. Stoga je prije samog početka razvoja sustava potrebno izraditi tzv. integralni plan sigurnosti (eng. *integral safety plan*) koji specificira i opisuje sigurnosne ciljeve sustava i njegovih dijelova. Takav se plan dalje razrađuje na tzv. sigurnosne koncepte (eng. *safety concepts*) koji predstavljaju osnovu, odnosno najnižu razinu zahtijevanih specifikacija. Izazov je formirati nadogradnju, tzv. sustave imovine (eng. *systems assets*) kojima trebamo znati upravljati (AMS - eng. *asset management systems*), i to na takav način da su uvijek dostupni, bez obzira na strogo definirane sigurnosne uvjete. Kako bismo omogućili dostupnost zadanog cilja, moramo pripremiti i strogo pratiti RAM plan i RAM program kroz sve faze životnog vijeka imovine, izvršavajući pritom više različitih aktivnosti kao što su:

- opsežne RAM analize
- analize ugovornih penala i kazni

- ovjeravanja i potvrđivanja
- pregledi, procjene, prosudbe, recenzije, tzv. *auditi* (eng. *audits*) na svim razinama
- organizacije, svakog pojedinog infrastrukturnog projekta.

Bezuvjetna dostupnost ciljeva zahtijeva uvođenje pristupa životnom vijeku imovine uzimajući u obzir operabilnost i aspekte održavanja od najranijeg početka razvoja te veliku pozornost usmjerenu na smanjenje troškova životnog vijeka (LCC). Takav pristup doveo je do infrastrukturnih rješenja koja zahtijevaju relativno skromnu pozornost kod održavanja. Analize ugovornih penala i kazni, tj. svih plaćanja, provode se uz pomoć sustava za praćenje prihoda (RAS - eng. *revenue accounting system*). Ovjeravanja i potvrđivanja provode se u uskoj suradnji s klijentima (ministarstva, javne institucije i drugi). Uključuju primjenu programa za usklađeni prikaz temeljen na prikupljenim podacima i rezultatima pregleda, analizi, simulaciji, testovima i vanjskom certificiranju, a koji na kraju bivaju zaključeni odobravanjem i prihvaćanjem sustava imovine te planova i procedura za daljnji tijek aktivnosti održavanja.

Program za ovjeravanje i potvrđivanje mora se provoditi kontinuirano i primjenjivati za operativnog životnog vijeka željezničkog sustava održavanja i zamjene elemenata. Time će biti omogućeno neometano provođenje aktivnosti održavanja na zahtijevanoj razini sigurnosti i dostupnosti (RAM). Proces praćenja izvedbe (prometovanja) i karakteristika željezničkog sustava (eng. *performance-monitoring process*) mora se također uvesti i svakodnevno pratiti kako bi se mogao znati

postotak (%) dostupnosti željezničke infrastrukture (sustava) i prema njemu te uvjetima ugovora uskladiti režim plaćanja.

Najvažniji je zadatak sustavnog inženjeringa objediniti i uskladiti različite zahtjeve velikog broja dionika uključenih u projekt i postići sustav koji će biti prihvatljiv svim stranama: klijentima, privatnim partnerima, investitorima, vlastima, zajednici, vlasniku (upravitelju infrastrukture), željezničkim prijevoznim tvrtkama i široj javnosti. No javnost je ta koja će dati konačnu ocjenu te iskusiti dobrobiti i druge benefite koje može pružiti jedan takav moderan, siguran i učinkovit željeznički infrastrukturni podsustav.

2.2. Geografski informacijski sustav (GIS)

Geografski informacijski sustav (GIS) pridonosi boljem donošenju odluka prilikom upravljanja imovinom željezničke infrastrukture, prateći informacije o stanju željezničke mreže, ostvarenom prometu i aktivnostima održavanja. Možemo ga primijeniti kao alat potpore za upravljanje poslovnim područjima unutar organizacije kao što su:

- upravljanje građevinskim i infrastrukturnim podsustavima
- upravljanje građenjem i zaštitom okoliša
- upravljanje rizicima
- upravljanje nabavom (lancem opskrbe materijalom i dr.)
- analiza prijevoza putnika i roba
- planiranje kapaciteta
- marketing.

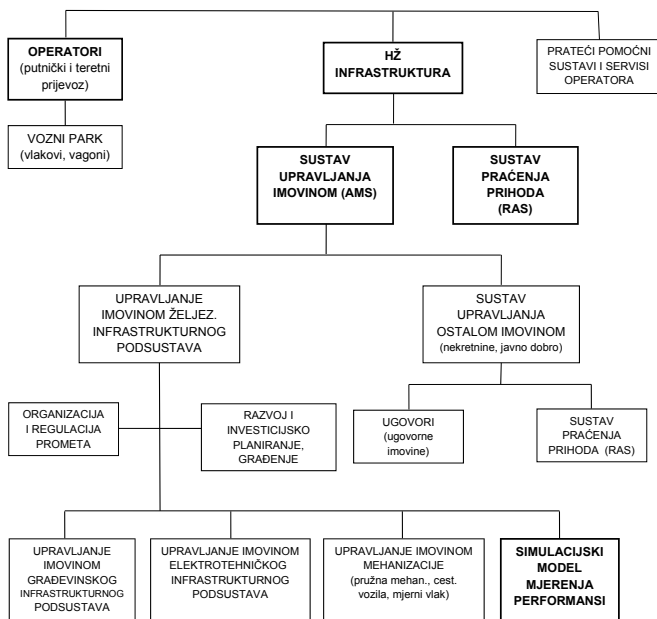
Geografski informacijski sustav je informatički sustav za snimanje, pohranu, obradu, prikaz i analizu geografskih informacija. Njegova ga funkcionalna složenost čini drugačijim od ostalih upravljačkih sustava za pohranu podataka (eng. *database management systems*). Ima mogućnost smislenog pronalaženja veza i međuovisnosti unesenih podataka. Svaki pohranjeni podatak geografski je događaj koji je vezan uz jedinstvenu lokaciju željezničke mreže.

Glavne karakteristike GIS sustava jesu:

- mogućnost geovizualizacije
- analitička sposobnost
- upravljanje bazom podataka
- snimanje i pohrana prostornih i topoloških međuovisnosti georeferentnih dijelova.

GIS sustav sastoji se od sljedećih komponenti koje su neophodne za njegovo funkcioniranje:

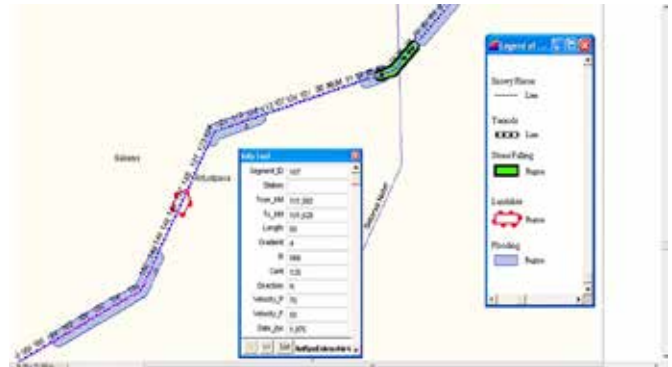
- odgovarajuća oprema i softver za pohranu, analizu i prikaz geografskih podataka



Slika 3. Prijedlog uvođenja procesa praćenja performansi sustava kao dio sustava za upravljanje imovinom HŽ Infrastrukture

- uneseni podaci:
- administrativni podaci
- opći točtni podaci o pružnoj trasi, krivinama, radijusima, nagibima te opterećenjima i brzinama
- opći podaci o gornjem i donjem pružnom ustroju te pružnim građevinama
- podaci o mjerenju geometrije kolosijeka
- pregledi i ocjene stanja (opće stanje pruge, zastora, pričvrstnog pribora, pragova, tračnica)
- baze podataka o izvedenim radovima (remonti, podbijanja, pojedinačne zamjene i radovi)
- ucrtana mreža sa svim prugama
- stručno osoblje.

Princip je taj da se cijela željeznička mreža koja je prethodno geodetski snimljena i u obliku geografske karte unesena u računalo mora podijeliti na segmente odnosno pružne dionice s obzirom na karakteristične podatke o prugama (oznaka pruge, relacija, stacionaža u km, udaljenost, radijusi krivina, nagib, tip i starost materijala gornjeg ustroja itd.) tako da se u GIS okružju može vrlo brzo i lako doći do tih podataka jednim pritiskom miša po karti (slike 4. i 5.). Na isti su način unesene i sve pružne građevine s njihovim tehničkim podacima i vanjskim utjecajima (mjesto ugrožena odronjavanjem kamenja, nanosima snijega, pojavom leda, poplavama, kritična mjesta u okolnom tlu s obzirom na pojavu klizišta). Podaci o mjerenju geometrije pruge izmjereni mjernim vlakom također se unose u GIS okružje gdje se analiziraju, grafički prikazuju i međusobno uspoređuju. Sve dobivene informacije sudjeluju u procesima planiranja, projektiranja, izrade planova izgradnje, održavanja, rasporeda aktivnosti te donošenja odluka o kratkoročnim i dugoročnim strategijama upravljanja imovinom željezničke infrastrukture. GIS određuje lokaciju događaja na imovini, njezine veze ili utjecaje na sljedeći događaj ili imovinu, a koji mogu biti ključni čimbenici za donošenje odluka o projektiranju, izgradnji ili održavanju.

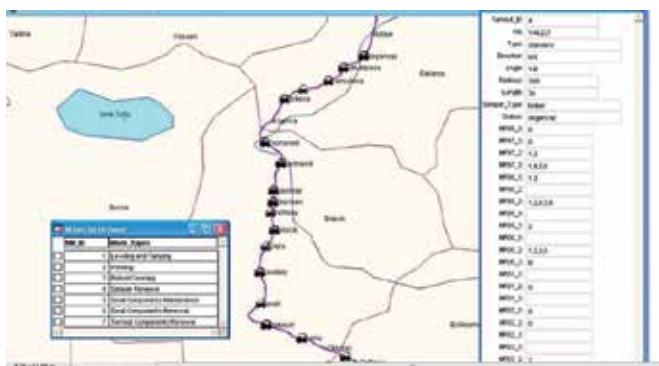


Slika 5. GIS prikaz pružnih građevina s podacima o čimbenicima vanjskog utjecaja na njih [6]

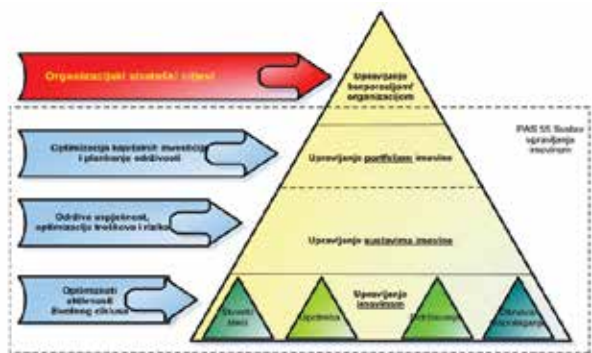
2.3. PAS 55 specifikacije i norme sustava za upravljanje imovinom [7]

Uvođenjem zasebnih organizacijskih jedinica za upravljanje imovinom željezničke infrastrukture, koje su sastavljene od multidisciplinarnih timova i čiji je primarni zadatak pronalaženje najboljeg načina iskorištavanja i održavanja svakog dijela portfelja imovine, postižu se znatni rezultati u povećanju razine produktivnosti.

Prilikom razvoja i formiranja sustava za upravljanje imovinom većina željezničkih tvrtki u svijetu koristi javno dostupne specifikacije uvjeta i normi, među kojima su najpoznatije britanske PAS 55 (eng. *Publicly Available Specification*) norme. Razvio ih je Institut za upravljanje imovinom (*Institute of Asset Management*) u Velikoj Britaniji u suradnji s Institucijom za britanske standarde (*British Standards Institution*) te drugih organizacija i stručnjaka koji se bave područjem upravljanja imovinom. PAS 55 se ne smatra standardom, već samo vrijednom zbirkom specifikacija i načina primjene upravljanja imovinom. On definira sustav upravljanja imovinom: „Takav sustav je primarno dizajniran tako da pruža potporu donošenju i provođenju strateškog plana kako bi ostvarila očekivanja svih dionika“.



Slika 4. GIS prikaz podataka o trenutnom stanju i do sada izvedenim radovima održavanja na promatranoj pružnoj dionici [6]



Slika 6. Prikaz PAS 55 javno dostupnih specifikacija sustava upravljanja imovinom [7,8]

PAS 55 definira pojam upravljanja imovinom kao sustavne, koordinirane aktivnosti i prakse kroz koje organizacija optimalno i održivo upravlja svojom fizičkom imovinom i njihovom združenom uspješnošću, rizicima i rashodima za trajanja njihova životnog ciklusa u cilju ostvarivanja svojega organizacijskog strateškog plana (slika 6.).

3. Zaključak

Svaka organizacija željezničke infrastrukture, pa tako i HŽ Infrastruktura, mora težiti učinkovitome sustavu upravljanja ne samo postojećom imovinom, već i onom novostečenom, vodeći računa o ukupnim troškovima korištenja i održavanja za njezina vijeka trajanja. Koristeći saznanja o životnim troškovima tijekom svih faza životnog ciklusa imovine, osobito u najranijim fazama projektiranja imovine (koncipiranje i definiranje), krajnji rezultat jest smanjenje troškova i povećanje razine učinkovitosti sustava u cjelini.

Za potporu sustavima upravljanja imovinom željezničke infrastrukture postoji velik broj softverskih rješenja i programa [9], čijim se uvođenjem i primjenom omogućuje poboljšanje postojećeg sustava upravljanja imovinom, osobito u smanjenju troškova održavanja i povećanju razine učinkovitosti. To su napredni programski alati koji pružaju potporu menadžerima u donošenju odluka i provođenju strategije, a inženjerima i voditeljima projekata za planiranje aktivnosti građenja i održavanja željezničke infrastrukture.

HŽ Infrastruktura uvidjela je potrebu uvođenja jednog od takvih informatičkih sustava za upravljanje imovinom željezničke infrastrukture i početkom srpnja 2015. krenula je u opsežan projekt uvođenja integriranog sustava upravljanja imovinom kako bi modernizirala poslovanje i učinkovito pratila trendove u svom području poslovanja po uzoru na europske tvrtke sličnoga profila [10]. Sustav će HŽ Infrastrukturi omogućiti kvalitetnije i učinkovitije upravljanje i održavanje cjelokupne imovine kroz brojne opcije. Neke od njih su upravljanje zalihama (smanjivanje nepotrebnih i isteklih zaliha), optimiziranje nabave i nabavnih planova, precizna i točna evidencija inventara, upravljanje radnim nalogima i aktivnostima preventivnog održavanja te nadzor nad svim komponentama željezničke infrastrukture.

Zahvaljujući brzom dostupnosti svih relevantnih podataka sustav omogućuje učinkovitije planiranje i kvalitetno izvještavanje u svakome trenutku, odnosno u realnome vremenu. Osim toga, sustav omogućuje potporu procesima upravljanja i nadzora nad imovinom HŽ Infrastrukture i javnoga dobra, što uključuje kontinuirano praćenje i raspored održavanja, prijavu kvarova, cjelokupni nadzor željezničke infrastrukture te povezivanje s GIS podsustavom.

Poboljšanjem radnih procesa i višom razinom upravljanja radnim zadacima i organizacijom aktivnosti održavanja željezničkoga infrastrukturnog podsustava omogućit će se povećanje razine pouzdanosti i dostupnosti te postizanje zadane razine kvalitete željezničke infrastrukture, a kroz unapređenje sposobnosti nadzora infrastrukture povećat će se i sigurnost (zadovoljeni RAMS kriteriji).

Racionalno upravljanje zalihama i optimizacija nabave dovest će do smanjenja operativnih troškova. Povećana transparentnost koja će se moći postići uvođenjem jedinstvenog sustava upravljanja imovinom omogućit će detaljno praćenje troškova vezanih uz imovinu i resurse.

Literatura:

- [1] Baccarini, D.: The concept of project complexity – a review, *International Journal of Project Management*, Vol. 14 , No. 4, 1996, pp. 201-204
- [2] Bosch-Rekveltd, M., Jongkind, Y., Mooi, H., Bakker, H., Verbraeck, A.: Grasping project complexity in large engineering projects: The TOE (Technical, Organizational and Environmental) framework, *International Journal of Project Management* 29, 2011, pp.728-739
- [3] Antoniadis, D. N.: Managing complexity of interconnections in projects: A framework for decision making, *International Centre for complex project management – white paper*, UK, 2010
- [4] Williams, T. M.: The need for new paradigms for complex projects, *International Journal of Project Management* , 17(5), 1999, pp. 269-273
- [5] Skrba, D.: Analiza aktivnosti u projektima željezničke infrastrukture, *Specijalistički rad*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2013.
- [6] Guler, H., Akad, M., Ergun, M.: *Railway Asset Management System in Turkey: A GIS Application*, FIG Working Week 2004 Athens, Greece, May 22-27, 2004.
- [7] Katičić, Lj.: Upravljanje imovinom – asset management, članak na ebizmags 04.11.2009., <http://www.ebizmags.com/asset-management-upravljanje-imovinom/>, 12.02.2013.
- [8] ISO standardi, http://www.railexpress.com.au/archive/2012/march/march-14th_2012/analysis-strategic-asset-management, 19.02.2013.
- [9] *Railway Track Maintenance Planning Systems*, http://www.reocities.com/capecanaverall/7678/r_models.htm, 18.02.2013.
- [10] KING ICT d.o.o., <http://www.king-ict.hr/hz-infrastruktura-uvodi-informaticki-sustav-za-upravljanje-imovinom>, 18.10.2015.

UDK: 656.21

Adresa autora:

Dražen Skrba, mag. ing. aedif., univ. spec. aedif.
HŽ Infrastruktura d.o.o., Mihanovićeve 12, 10000 Zagreb
Upravljanje željezničkim infrastrukturnim podsustavima
drazen.skrba@hzinfra.hr

SAŽETAK

U ovome stručnom radu obrađeno je područje koje se bavi razvojem i primjenom sustava za upravljanje imovinom željezničke infrastrukture. Prikazan je model integriranog sustava upravljanja imovinom željezničke infrastrukture koji omogućuje poboljšanje zastarjelog i neučinkovitog načina upravljanja imovinom i izvođenja aktivnosti održavanja po principu popravaka nakon nastanka kvara (korektivno održavanje) prema budućem, integriranom sustavu upravljanja imovinom i aktivnostima održavanja, usmjerenom na prevenciju nastanka kvarova (preventivno održavanje), uzimajući u obzir analizu troškova životnog ciklusa troškova (LCC) svakoga pojedinog dijela sustava.

Ključne riječi: *upravljanje, imovina, infrastruktura, aktivnosti, razvoj, građenje, održavanje, planiranje, složenost, integrirani sustav, proces, RAMS kriteriji, životni ciklus troškova, sustavni inženjering, geogr informacijski sustav, PAS 55, kvaliteta*

SUMMARY

MANAGEMENT OF RAILWAY INFRASTRUCTURE ASSETS

This specialist paper covers the area of development and application of railway infrastructure asset management system. An integrated system model of railway infrastructure asset management was shown, which enables the improvement of outdated and inefficient way of asset management and performance of maintenance activities based on the principle of repairs after the malfunction has occurred (corrective maintenance) compared to the future, integrated asset management system and maintenance activities, aimed at prevention of malfunction occurrence (preventive maintenance), taking into consideration life-cycle cost analysis (LCC) of each separate part of the system.

Key words: *maintenance, assets, infrastructure, activities, development, construction, maintenance, planning, complexity, integrated system, process, RAMS criteria, life-cycle cost, systematic engineering, geographic information system, PAS 55, quality*