

mr. sc. Dalibor Vučić, dipl. ing. prom.
Dean Lalić, dipl. ing. građ.

SUSTAV AUTOMATSKE KONTROLE ŽELJEZNIČKIH VOZILA

1. Uvod

Nakon što su u skladu sa smjernica 440/EC/91 provedene željezničke reforme u zemljama Europske unije, na pruge europskih željezničkih uprava omogućen je pristup brojnim željezničkim prijevoznicima. Zbog mogućih štetnih posljedica loših dinamičkih svojstva vozila upravitelji željezničke infrastrukture već su krajem 90-ih godina prošlog stoljeća osjetili potrebu za uspostavom automatiziranog praćenja voznih karakteristika željezničkih vozila. Preveliko osovinsko opterećenje, neispravni kotači, pregrijane kočnice i osovine te slične nepravilnosti na željezničkim vozilima mogu izazvati velika oštećenja na pruzi, što iziskuje povećana sredstva za njezino održavanje i obnovu.

Osnovna zadaća sustava za automatsku kontrolu željezničkih vozila (AKŽV) jest da tehnički omogućiti zadovoljavanje sve strožih kriterija u cilju povećanja razine sigurnosti i učinkovitosti željezničkog sustava. Da bi sustav AKŽV bio tehničko-tehnološki i organizacijski usklađen, jedinstven i učinkovit, potrebno je uspostaviti cjeloviti sustav koji će imati definirane parametre na cijeloj pružnoj mreži.

Sve to izravno utječe na povećanje razine pouzdanosti i sigurnosti prijevoznih sredstava, povećanje prometne sigurnosti, smanjenje broja odbijenih vagona tijekom primopredaja sa susjednim željeznicama, a samim time i na smanjenje ukupnih troškova prometovanja. Prema čl. 148. Pravilnika o tehničkim uvjetima za sigurnost željezničkoga prometa kojima moraju udovoljavati željezničke pruge (NN 128/08), na predviđena mjesta na prugama HŽ Infrastrukture potrebno je ugraditi sustav za automatsku detekciju nepravilnosti na vozilima.

Osnovne prednosti primjene sustava AKŽV:

- povećanje razine prometne sigurnosti,
- izbjegavanje smetnji u prometu,
- smanjivanje troškova zbog izbjegavanja nesreća,
- smanjeni rizici od prijevoza opasnih tereta,
- smanjeni rizici od nesreća na mostovima i u tunelima,
- povećanje kakvoće putničkoga i teretnog prijevoza,
- povećanje voznih brzina i osovinskih opterećenja,
- produljenje rokova održavanja vozila,
- optimalizacija upravljanja prometom,
- smanjenje radova na održavanju infrastrukture i
- uštede u održavanju infrastrukture.

Kako bi sustav za AKŽV bio učinkovit i isplativ, treba zadovoljiti sljedeće kriterije:

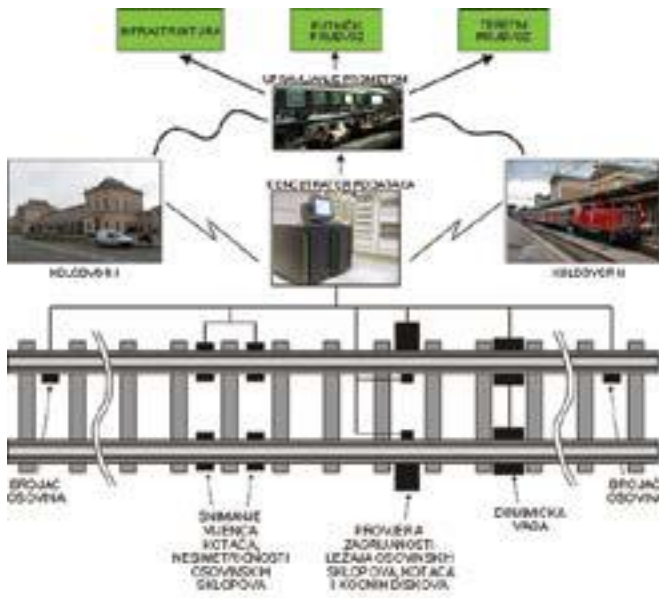
- ne smije na bilo koji način utjecati na redoviti tijek željezničkog prometa, odnosno vlakovi ne moraju smanjivati voznu brzinu pri prolasku kroz mjerne uređaje i postaje,
- u slučaju indikacije prekoračenja promatranih graničnih parametara na vozilima neophodno je imati mogućnost signalnog upozoravanja i detekcije na kojemu se vozilu prekoračenje dogodilo,
- snimljeni mjerni podaci trebaju biti prosljeđeni i dostupni upraviteljima željezničke infrastrukture, a po potrebi i prijevoznicima.

2. Implementacija sustava AKŽV

Na prugama HŽ Infrastrukture tehnički pregled vagona i vlakova kao i pokuse kočenja izvode radnici Tehničkog pregleda vagona i vlakova te strojno, vlakopratno i kolodvorsko osoblje. Tehnički pregled vagona i vlakova obavljaju se u polaznim, krajnjim, obrtnim, ranžirnim i pograničnim kolodvorima, ali i na ukrcajnim mjestima i radilištima, u kolodvorima u kojima se mijenja vučno vozilo i drugdje. Pregled obuhvaća vizualni nadzor ispravnosti dijelova vozila i vlaka kao cjeline, nadzor kinematičkog profila vlaka te provjeru propisanog ukrcaja i osiguranja od pomicanja tereta koji se prevozi. Pregrijanost ležajeva osovinskih sklopova provjerava pregledač vagona koji nadlanicom dodiruje kućišta ležaja, ispravnost tijela kotača provjerava se udaranjem čekića po kontrolirajućoj površini i slušanjem proizvedenog zvuka, a ispravnost profila vijenca kotača provjerava se Q_r mjerilom.

Sastavni je dio investicijskih aktivnosti na osuvremenjivanju postojećih te izgradnji novih željezničkih pruga i povećanje razine sigurnosti primjenom suvremenih tehničko-tehnoloških rješenja. Kako bi se što više smanjio subjektivni utjecaj ljudskih osjetila prilikom provjere ispravnosti sigurnosnih komponenata željezničkih vozila, ali i provjerili dijelovi vozila prilikom gibanja vlaka, a ne samo u stanju mirovanja, razvija se mogućnost primjene infrastrukturnih mjernih uređaja za provjeru ispravnosti pojedinih dijelova željezničkih vozila. Kao

najpovoljnija rješenja i mjesta za ugradnju navedenih uređaja potrebno je razmotriti zajedničke izvedbe s brojačima osovina, uređajima na željezničko-cestovnim prijelazima, uređajima za određivanje zauzetosti određenoga pružnog odsjeka odnosno dionice ili drugim signalno-sigurnosnim uređajima zbog zajedničkog napajanja i povezanosti s upravljanjem prometa.



Slika 1. Principijelna shema rada sustava AKŽV

Prilikom uvođenja sustava AKŽV u primjenu potrebno je omogućiti faznost u izgradnji, sukladno prioritetima koje postavlja upravitelj željezničke infrastrukture, a u skladu s međunarodnom regulativom koja se odnosi na navedeno područje. Pritom je neophodno osigurati modularnost u izvođenju, što znači da svaka pojedinačna jedinica sustava može po potrebi biti tehničko-tehnološki u cijelosti samostalna i prilagođena kako bi se u kasnijim fazama izgradnje sustava uključila u cjelinu bez većih dodatnih zahvata.

3. Infrastrukturni mjerni uređaji

3.1. Osnovne značajke

Infrastrukturni mjerni uređaji omogućuju eliminaciju subjektivnog utjecaja ljudskih osjetila prilikom provjere ispravnosti sigurnosnih komponenata željezničkih vozila te smanjuju rizik od nastanka štetnih posljedica za željezničku infrastrukturu i vozila. Također, primjena mjernih uređaja omogućuje provjeru ispravnosti vozila prilikom gibanja vlaka, čime se smanjuje potreba za zadržavanjem u službenim mjestima, u odnosu na provjeru vozila u stanju mirovanja koju izvode nadležni radnici.

Osnovne grupe infrastrukturnih mjernih uređaja u sastavu sustava AKŽV jesu:

- infracrveni mjerni uređaji za mjerenje zagrijanosti kućišta ležaja osovinskih sklopova, kotača, koč-nih diskova i koč-nih papuča,
- laserski ili ultrazvučni mjerni uređaji za provjeru profila željezničkih vozila, otkrivanje plosnatih i naboranih mjesta na kotrljajućoj površini kotača, snimanje profila vijenca kotača, otkrivanje struk-turnih nepravilnosti u kotaču ili nepravocrtnosti odnosno nesimetričnosti osovinskih sklopova u okretnom postolju te
- uređaji za dinamičko vaganje željezničkih vozila.

Mjerni uređaj sadrži odgovarajuće senzore koji omogućuju praćenje, mjerenje i javljanje promatranih tehničkih karakteristika vozila. Izmjerene vrijednosti šalju se u središnju jedinicu koja može biti koncipirana u obliku koncentratora podataka u mjernoj postaji u kojoj su ugrađeni pojedini mjerni uređaji ili se podaci o mjerenju mogu slati u lokalni ured za upravljanje prometom u najbližem kolodvoru. Pojedini infrastrukturni mjerni uređaji, zajedno s pratećim uređajima za obradu podataka i dojavu, tvore sustav za automatsku kontrolu željezničkih vozila.

Ovisno od složenosti, sustav AKŽV može sadržavati sljedeće odvojene podsustave:

- podsustav za mjerenje temperature ležajeva, kotača, osovina i koč-nih diskova,
- podsustav za mjerenje težina u pokretu – dinamička vaga,
- podsustav za mjerenje gabarita vozila,
- podsustav za detekciju visećih tereta,
- podsustav za kontrolu iskliznuća,
- podsustav za prepoznavanje vlaka/vagona,
- podsustav za detekciju radioaktivnosti i
- podsustav za ispitivanje grafitnog klizača oduzi-maća struje.

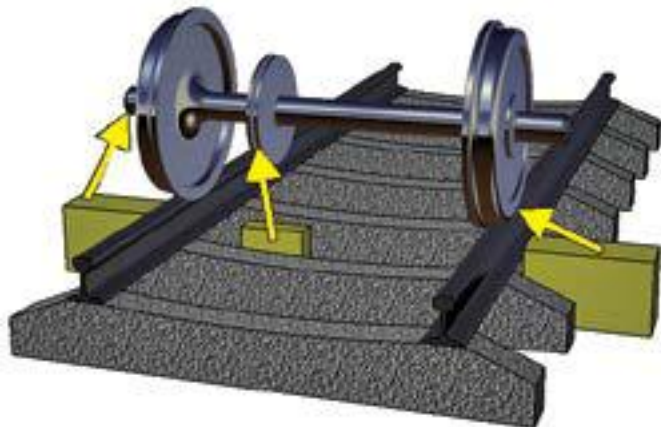
Svi podsustavi trebaju biti povezani u lokalni sustav koji obrađuje podatke i detektira ih prema unesenim parametrima označenima kao granični odnosno alarmantni te ih prosljeđuje u centralni sustav. Sustav treba imati programsku podršku koja će osigurati njegovu modularnost, odnosno jednostavnu nadogradnju i uključivanje novih uređaja. Korisnička sučelja, za prometno osoblje i za službu održavanja, trebaju biti jednostavna za korištenje. Poželjno je izraditi tzv. katalog indikacija prilagođen specifičnim potrebama. Osim toga potrebno je omogućiti jednostavno pretraživanje baza podataka te njihovo prikazivanje u prikladnome obliku, bilo da je riječ o podacima koji se odnose na željeznička

vozila ili o samome sustavu. Izmjereni tehnički podaci analiziraju se radi zaštite infrastrukturnih kapaciteta te procjene stanja osovinskih sklopova i okretnih postolja te planiranja budućih održavanja na infrastrukturi i vozi-lima. Ukoliko su tijekom rada sustava uočene bilo kakve nepravilnosti, informacije se dostavljaju mjerodavnim službama u infrastrukturi, prema potrebi i teretnim ili putničkim prijevoznicima.

3.2. Vrste mjernih uređaja

Infrastrukturni mjerni uređaji koji se primjenjuju u sustavu AKŽV mogu biti infracrveni uređaji za mjerenje zagrijanosti, laserski ili ultrazvučni uređaji za provjeru fizikalnih karakteristika te uređaji za dinamičko mjere-nje mase.

Infracrveni mjerni uređaji otkrivaju pregrijanost ležajeva osovinskih sklopova, disk-kočnica i kotača (slika 2). Pregrijani osovinski ležajevi imaju kraći vijek trajanja, povećavaju otpore gibanja vozila, a uslijed povišene temperature mazivo u kućištu ležaja gubi svoja funkcionalna svojstva. Pregrijanost diskova i kotača ukazuje na velika opterećenja prilikom kočenja ili na blokadu kotača pri kočenju uzrokovanu nepravilnim radom kočnih uređaja, preopterećenjem vozila ili prevelikom brzinom kretanja.



Slika 2. Provjera zagrijanosti osovinskih ležajeva, kotača i kočnih diskova

Laserski ili ultrazvučni mjerni uređaji omogućuju otkrivanje ravnih ili naboranih mjesta na kotrljajućoj površini kotača koja su nastala kao posljedica blokiranja kotača prilikom kočenja i nepravilnog djelovanja uređaja protuklizne zaštite. Ravna i naborana mjesta na kotaču ubrzavaju trošenje tračnica i samog kotača, povećavaju vibracije koje dodatno oštećuju druge komponente infrastrukture i vozila te negativno utječu na vozne osobine i prijevoznu kakvoću (slika 3). Nepravilan

profil vijenca kotača može prouzročiti iskliznuće vozila s mogućim teškim materijalnim i drugim posljedicama.

Mjerni uređaji trebaju provjeravati profil vijenca kotača i pravocrtnost osovinskih sklopova u okretnome postolju, dojavljivati iskliznuće kotača s tračnice te omogućiti dinamičko vaganje i provjeru osovinskog opterećenja pojedinog vozila. Prekomjerno opterećenje teretnih vagona odnosno prijevoz tereta i roba iznad deklariranih količina ne predstavlja samo problem s komercijalnog i prijevoznog gledišta. Znatno veće poteškoće pojavljuju se prilikom određivanja voznih i prometnih parametara kretanja vlaka (stvarna i potrebna kočna masa, brzina kretanja, vozna vremena itd.) na prugama s velikim nagibima. Osim toga, preopterećena vozila će prilikom kretanja dovesti do trajnih, vidljivih i nevidljivih deformacija i oštećenja na infrastrukturi te konstrukciji vagona, čije posljedice mogu biti veća oštećenja, a u krajnjim slučajevima mogu prouzročiti i nesreću vlaka.



Slika 3. Ravna mjesta na kotrljajućoj površini kotača

Rad infrastrukturnih mjernih uređaja moguće je postaviti za prepoznavanje i dojavljivanje dviju vrsta izmjerenih veličina: upozoravajuće razine i alarmirajuće razine. Na upozoravajućoj razini uređaji očitavaju veličine čije su izmjerene vrijednosti blago izvan dozvoljenih i normalnih granica, ali omogućuju kretanje vlaka do sljedećega službenog mjesta ili kolodvora s radionicom i opremom za pregled i popravak uočene nepravilnosti. Prilikom otkrivanja nepravilnosti na alarmirajućoj razini vlak je potrebno zaustaviti kako ne bi došlo do teških tehničkih i prometnih posljedica ili, ako otkrivena nepravilnost to dozvoljava, nastaviti vožnju smanjenom brzinom do sljedećega kolodvora u kojemu će ovlaštenim osobama biti omogućen stručni pregled u cilju točnog utvrđivanja tehničkog stanja vozila i daljnjeg postupanja s vlakom.

3.3. Primjena mjernih uređaja

Primjenu infrastrukturnih mjernih uređaja prezentirat ćemo na četiri najčešća podsustava koji su uključeni u sustav AKŽV:

3.3.1. Sustav za mjerenje temperature kućišta ležajeva, kotača, osovina i kočnih diskova (tzv. *Hotwheel* i *Hotbox*)

Pregrijani osovinski ležajevi, kotači i disk-kočnice velik su sigurnosni rizik u željezničkome prometu te je stoga težište stavljeno na pravodobnu detekciju pregrijanih osovinskih ležajeva i blokiranih kočnica. Ako se takva vozila ne detektiraju na vrijeme, mogu puknuti ležajevi te kasnije i iskliznuti čitave kompozicije. Sustav se sastoji od šupljega čeličnog mjernog praga u kojemu se montiraju mjerni infracrveni moduli. Postoje dvije vrste modula: moduli za mjerenje temperature



Slika 4. *Hotwheel* i *hotbox*

osovinskih ležajeva (*hotbox detector* – HBD) i moduli za mjerenje temperature kotača i disk-kočnica (*hot wheel detector* – HWD).

3.3.2. Dinamička vaga (tzv. *weigh in motion* – WIM)

Tim podsustavom mjere se sile kojima vozilo preko željezničkih kotača djeluje na infrastrukturu. Na taj način mogu se odrediti težine svake osovine, tj. kotača. Izmjerene sile ujedno daju podatke o nepravilnostima na kotačima kao što su ravna mjesta, pukotine ili nepravilan oblik. Sustav se jednostavno ugrađuje te je pogodan i za stalnu i za privremenu ugradnju. Dinamička vaga za razmatranje ugradbe na postojeće pruge HŽ Infrastrukture može biti u izvedbi mjerenja podataka na tračnici ili na pragu, s parametrima točnosti mjerenja do pet posto bruto mase i brzine do 160 km/h.



Slika 6. Dinamička vaga – spajanje na obje tračnice, mjerenje na 12 mjesta



Slika 5. *Hotwheel* i *hotbox* – prilikom prolaska vlaka



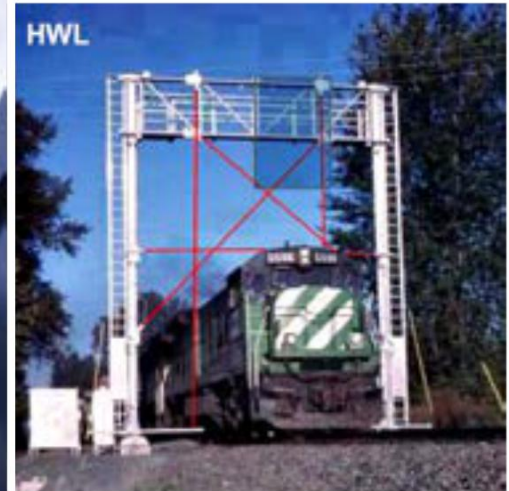
Slika 7. Dinamička vaga s uključno-isključnim točkama



Slika 8. Snimanje gabarita



Slika 9. Snimanje gabarita s detekcijom temperature vagona



Slika 10. Nadziranje gabarita laserskim zrakama

3.3.3. Mjerenje gabarita vozila – snimanje vlaka s detekcijom elemenata izvan gabarita, pregrijanost tereta i detekcija vatre

Kompozicije s nepravilno utovarenim teretom koji izlazi izvan slobodnog profila velik su rizik za pružne građevine poput tunela i mostova. Slobodni je profil presjek prostora koji mora ostati slobodan iznad i pokraj kolosijeka da bi vozila koja se kreću kolosijekom mogla prolaziti bez smetnji. Slobodni profil omogućuje neometan prolazak željezničkih vozila koja, zajedno s teretom koji prevoze, udovoljavaju statičkome (utovarnome) profilu. Sustav za nadzor slobodnog profila (tzv. *high-wide load detector* – HWL) sastavljen je od niza infracrvenih setova senzora. Svaki set sastoji se od odašiljača i prijemnika, a pojedini su setovi montirani na posebnome portalu na pruzi.

Pozicija senzora na portalu mora se definirati na temelju slobodnog profila pripadajuće pruge. Prema tome, detekcijski profil sustava je vrlo prilagodljiv te isključivo ovisi o specifičnim zahtjevima krajnjeg korisnika. Nadzor gabarita može biti proveden i kao nadzor kroz presjek laserskih linija, postavljenih na portalu na pruzi.



Slika 11. Sustav za detektiranje visećih tereta između tračnica – na pruzi

3.3.4. Detektiranje visećih tereta

Taj podsustav uključuje mjerne uređaje koji se postavljaju između tračnica, a služe za detekciju tereta koji vise s vagona a koji mogu oštetiti pragove, ali i za detekciju iskliznuća vagona. Svi navedeni podsustavi povezani su u lokalni sustav koji obrađuje podatke, detektira ih, prema unesenim parametrima označenima kao granični odnosno alarmantni, te prosljeđuje u centralnu postaju, gdje se kod dispečera i prometnika na upravljačkome zaslonu vizualno i zvučno javlja alarm. Ovisno o hitnosti dojavljene informacije dispečer odnosno prometnik postupa prema utvrđenome načinu rada.

4. Mjerne postaje

Mjerne su postaje (engl. *Check point*) mjesno fiksni objekti u kojima se tijekom vožnje vlakova ispituje ispravnost stanja pojedinih (definiranih) komponenti željezničkih vozila infrastrukturnim mjernim uređajima u mjerenoj postaji. Mjerni uređaji zajedno s pratećim



Slika 12. Primjer mjerne postaje [6]

uređajima i opremom tvore osnovni sustav za kontrolu željezničkih vozila (slika 1). Sustav obvezno treba sa-državati koncentrator podataka koji prikuplja i obrađuje podatke prikupljene iz različitih mjernih uređaja, odno-sno senzora koje oni sadrže. Koncentrator podataka omogućuje povezivanje i integraciju različitih mjernih sustava u jedan cjeloviti sustav kao i slanje podataka i dojava u centralnu postaju i lokalno mjesto za uprav-ljanje prometom.

Glavni je zadatak mjernih postaja prikupljanje izmje-renih podataka s različitih infrastrukturnih uređaja i njihovo sažimanje u jedan jedinstveni protokol o vlaku, koji se dalje prosljeđuje na lokalno upravljačko mjesto i u centralnu postaju. Koncentracija podataka neophod-na je kako bi se učinkovito proveli obrada, selekcija i redukcija informacija prikupljenih sa svih mjernih uređaja sadržanih u mjernoj postaji te potom formirale i slale jedinstvene podatkovne poruke-informacije putem informatičke mreže. Na taj se način povećavaju brzina i učinkovitost prijenosa informacija od mjernih uređaja do korisnika, ali se i manje opterećuju komunikacijski su-stavi. Sukladno svojoj namjeni, koncentrator podataka sadrži odgovarajuće informatičke i druge elektroničke uređaje i opremu.

Osim toga u koncentratoru podataka u mjernoj postaji prati se status mjernih uređaja i pripadnih senzora. Koncentrator podataka sadrži kontrolne mehanizme putem kojih može razlikovati je li neki infrastrukturni mjerni uređaj potpuno funkcionalan, djelomično u kvaru i još uvijek u funkciji, djelomično u kvaru i više ne funk-cionira, ili je potpuno u kvaru i neispravan.

Koncentrator je podataka u mjernoj postaji iz sigur-nosnih razloga izveden redundantno. Osim jednog aktivnog računala, koncentrator podataka sadrži i drugo, potpuno istovjetno računalo koje se nalazi u stanju tzv. hladne pripravnosti (*Cold Standby*). Čim aktivno računalo samodijagnozom ustanovi pogrešku, ono automatski aktivira redundantno računalo te se, nakon slanja dojava s dijagnozom u centralnu postaju, samostalno isključuje. Ako je aktivno računalo u takvu kvaru da ne može ni odaslati dojavu s dijagnozom, ni aktivirati svoje redundantno drugo računalo, reagira centralna postaja unutar sustava. Ako se automatski prepoznaje da koncentrator podataka više ne radi ispravno, daljinski se uključuje redundantno računalo koje je u stanju pripravnosti te se defektno računalo isključuje uključno-isključnom sklopkom. Korisnik tada, kao i u nekome drugom slučaju, dobiva prijavu i novo Izvješće o problemu. Taj koncept jamči visoku razinu sigurnosti u radu mjernih postaja.

Mjerne postaje definirane su kao tipski projekti uz uvažavanje konkretnih parametara i zahtjeva lokacija na kojima se postaje ugrađuju. Mogu se integrirati razli-

čiti infrastrukturni mjerni uređaji, različitih konfiguracija i s različitim razmještajem unutar postaja.

Osim toga, varirati mogu i karakteristike mjernih uređaja, odnosno senzora koje sadrže kao što su preci-znost, točnost ili vrijeme izračuna izmjerenih podataka. Iz toga proizlazi da su pojedine mjerne postaje jedin-stvene po svojoj strukturi i organizaciji, bez obzira na tipizaciju i konceptualnu sličnost svih postaja sadržanih u jednome sustavu AKŽV.

Mjerne postaje potrebno je ugraditi na najprometnijim prugama (koridorskim i magistralnim) odnosno na prugama sa znatnim opsegom teretnog prijevoz, na prugama s infrastrukturnim ograničenjima (veliki uzduž-ni nagibi, građevine smanjenoga slobodnog profila ili nosivosti i sl.) te na ostalim prugama koje je potrebno uključiti u mrežu sustava AKŽV kako bi se uspostavio cjeloviti nadzor željezničkih vozila na cjelokupnoj mreži.

Mjerne postaje trebaju biti smještene na specifičnim mjestima na željezničkoj mreži kako bi se postigla što veća učinkovitost i relevantnost prikupljenih podataka. Kriteriji za odabir lokacija proizlaze iz same namjene mjernih postaja te načina njihove organizacije i čin-njenice pripadnosti željezničkome infrastrukturnom sustavu. S obzirom na to da su svi elementi sustava za automatsku kontrolu željezničkih vozila, uključivo i mjerne postaje, sastavni dio željezničkoga infrastruk-turnog sustava, potrebno ih je smjestiti na zemljištu pod nadzorom upravitelja infrastrukture.

Osnovi kriteriji za određivanje lokacija za postavljanje mjernih postaja:

- prometno-tehnološki uvjeti i mogućnost isključe-nja neispravnih vozila,
- opseg prometa na željezničkoj mreži,
- blizina graničnih kolodvora,
- blizina glavnih željezničkih čvorišta,
- pruga u pravcu duljine min. 200 (150) m,
- blizina trase s većim uzdužnim nagibima (>20 ‰),
- blizina specifičnih pružnih građevina (mostovi većih raspona, dugački tuneli, visoki nasipi i sl.),
- raspoloživost elektrotehničkih instalacija i
- mogućnost pristupa terenskim vozilom.

5. Sustav AKŽV na mreži HŽ Infrastrukture

U skladu s obvezama koje proizlaze iz Pravilnika o tehničkim uvjetima za sigurnost željezničkoga pro-meta kojima moraju udovoljavati željezničke pruge (NN 128/08), HŽ Infrastruktura je 2014. krenula s

aktivnostima na pripremi uspostave sustava AKŽV na željezničkim prugama koje su u njezinoj nadležnosti. Nakon cjelovite analize problema te prikupljanja relevantnih podataka, iskustava i tehničko-tehnoloških rješenja iz okruženja, izrađeno je ldejno rješenje sustava za automatsku kontrolu željezničkih vozila u prometu na mreži HŽ Infrastrukture [1].

Za svaku mjernu postaju na mreži HŽ Infrastrukture određen je kilometarski položaj stacionaže pruge na kojoj bi postaja trebala biti smještena, određen je kilometarskih položaj službenih mjesta na pruži između kojih se nalazi postaja, definirana je razina opremljenosti mjerne postaje te su navedeni i drugi infrastrukturni elementi u neposrednoj blizini lokacije mjernih postaja (stacionaže željezničko-cestovnih prijelaza, signala, telefonskih ormarića, pružnih građevina i dr.).

Prema razini opremljenosti, mjerne postaje s koncentracijom podataka podijeljene su u tri tipa:

- TIP 1: *Hotwheel* i *hotbox*, dinamička vaga s detekcijom ravnih dijelova kotača, detektiranje višecijeg tereta i nadzor gabarita,
- TIP 2: *Hotwheel* i *hotbox*, dinamička vaga s detekcijom ravnih dijelova kotača i
- TIP 3: *Hotwheel* i *hotbox*.

Predviđeno je ukupno 25 mjernih postaja na cjelokupnoj mreži, kojima će biti uspostavljen cjeloviti nadzor nad vozilima koja voze po željezničkim prugama HŽ Infrastrukture. Kako bi se mjerne postaje mogle na učinkovit način implementirati u postojeći željeznički sustav te kako bi se ravnomjerno rasporedila investicijska sredstva, predložena je faznost izgradnje. Prema dobivenim procijenjenim podacima iz ponuda, ukupni troškovi izgradnje i implementacije cjelovitog

Lokacija Mjernih postaja na prugama HŽI



Slika 13. Prikaz smještaja mjernih postaja na mreži HŽ Infrastrukture

sustava za automatsku kontrolu željezničkih vozila na željezničkoj mreži HŽ Infrastrukture, u tri faze u trajanju od tri godine, procijenjeni su na 14,1 milijuna eura.

Za predviđenih 25 lokacija, na kojima bi se HŽ Infrastruktura opremila uređajima za dinamičko praćenje stanja nadziranih sklopova vozila te prilikom neispravnosti dojavljivali izvangranični rezultati i tako stvorili preduvjeti za isključivanje takvih neispravnih vozila, predlaže se sljedeća faznost izgradnje:

1. FAZA

Uključuje mjerne postaje broj 2. Sesevski Kraljevec, 4. Jankovci, 5. Drnje, 9. Drivenik i 12. Kula Norinska. Faza 1. odnosi se na ugradnju uređaja na navedenim mjernim postajama u 2017. (ili ranije u skladu s izrađenom tehničkom dokumentacijom, podlogama te financijskim sredstvima). Financijska sredstva potrebna za 1. fazu procjenjuju se na iznos od 3,6 milijuna eura.

2. FAZA

Uključuje mjerne postaje broj 1. Brdovec, 3. Rajić, 6. Horvati, 8. Moravice, 11. Sikirevci, 13. Donji Kraljevec, 16. Pađane, 19. Majur, 21. Vrbanja, 22. Novi Dvori i 25. Đurđenovac. Druga faza obuhvaća ugradnju uređaja na navedenim mjernim postajama u 2018. (ili prije u skladu s izrađenom tehničkom dokumentacijom, podlogama te financijskim sredstvima). Financijska sredstva potrebna za 2. fazu procjenjuju se na iznos od 6,1 milijuna eura.

3. FAZA

Uključuje mjerne postaje broj 7. Gornje Dubrave, 10. Darda, 14. Mraclin, 15. Latin, 17. Sedramić, 18. Buzet, 20. Erdut, 23. Čakovec i 24. Pitomača. Treća faza obuhvaća ugradnju uređaja na navedenim mjernim postajama u 2019. (ili prije u skladu s izrađenom tehničkom dokumentacijom, podlogama te financijskim sredstvima). Financijska sredstva potrebna za 3. fazu procjenjuju se na iznos od 4,4 milijuna eura.

5. Zaključak

Glavni je cilj uvođenja i primjene sustava automatske kontrole željezničkih vozila povećanje razine sigurnosti i osuvremenjivanje željezničkog prometa u cjelini. Sustav omogućuje smanjivanje utjecaja ljudskog čimbenika prilikom pregleda vozila te pravodobno otkrivanje nedostataka na vozilima. Kontinuirano se prati stanje vozila i stanje promatranih parametara željezničke infrastrukture, u međudodnosu s utjecajem koji željeznička vozila imaju na infrastrukturu. Sve to provodi se bez remećenja redovitoga željezničkog prometa, a vozila nije potrebno opremiti dodatnim uređajima i opremom.

Primjerice, pravodobnom detekcijom ravnih mjesta na kotačima željezničkih vozila troškovi održavanja infrastrukture mogu se smanjiti čak do 20 posto. Sličan slučaj je i s vozilima kojima osovinsko opterećenje premašuje dopuštene vrijednosti. Osim toga ravna mjesta na kotačima negativno utječu na udobnost u vožnji i ubrajaju se među glavne uzroke povećane emisije buke i vibracija u željezničkome prometu, što nepovoljno utječe na okoliš te iziskuje velike troškove u pogledu primjene dodatnih mjera zaštite.

Mjerne postaje, zajedno s pratećim upravljačkim i drugim komponentama, čine sustav za automatsku kontrolu željezničkih vozila. Izgradnjom i implementacijom navedenog sustava uvelike bi se smanjio utjecaj ljudskoga čimbenika pri pregledu željezničkih vozila te bi se omogućilo to da se nedostaci otkrivaju pravodobno i na taj način sprječavaju moguće štete na infrastrukturnim kapacitetima. Primjena mjernih postaja u sklopu sustava AKŽV, zajedno s njihovom integracijom u upravljački i sigurnosni željeznički sustav, nezaobilazan je doprinos povećanju razine sigurnosti prometa. Osim što prevenira ranim prepoznavanjem nepravilnosti, svodi štete na minimum te sprječava nastanak naknadnih šteta, velik je dobitak za sigurnost te pozitivno utječe na poslovanje željezničkog sustava u cjelini. Pravodobnim uočavanjem i prepoznavanjem nepravilnosti na željezničkim vozilima omogućuje se brza reakcija i time povećava raspoloživost infrastrukturnih kapaciteta.

Rezultati mjerenja koje producira sustav AKŽV omogućuju i poduzimanje mjera za optimalizaciju održavanja željezničkih vozila, za identifikaciju te za strateško praćenje oštećenja na vozilima. Primjenom sustava AKŽV omogućuje se stalno povećanje kvalitete usluge željezničkog prometa, a time i povećanje prihoda upravitelju infrastrukture.

Literatura:

- [1] Vučić, D.; Lalić, D.; Bošnjak, M.; Novačić, B.: Idejno rješenje sustava za automatsku kontrolu željezničkih vozila u prometu na mreži HŽ Infrastrukture, Zagreb, ožujak 2015.
- [2] Vučić, D.; Lalić, D.: Mjerne postaje HŽ Infrastrukture d.o.o. - Sustav za automatsku kontrolu željezničkih vozila - AKŽV, KoREMA, studeni 2015.
- [3] Eisenbrand, E.: Hot box detection in European railway networks, RTR Special, pp.1-11., 2011.
- [4] Plichta, D.; Vinščak, D.; Jakuš, M.; Muždalo, M.; Bek, S.: Studija i Idejna rješenja središnjeg upravljanja željezničkim prometom, Zagreb, prosinac 2011.

- [5] Dorđević, Ž.; Kerner, J.; Schöbel, A.; Mirković, S.: Merna stanica Batajnica za dinamičku kontrolu željezničkih vozila, konferencija ŽELKON 2010, Niš, pp. 189–192., listopad 2010.
- [6] RH-200: Pravilnik o tehničkim uvjetima za sigurnost željezničkog prometa kojima moraju udovoljavati željeznička vozila, Narodne novine 147/08.
- [7] Thales Austria: Check point project GySEV, System design

UDK: 656.21; 656.25

Adresa autora:

mr. sc. Dalibor Vučić, dipl. ing. prom.
dalibor.vucic@hzninfra.hr
Dean Lalić, dipl. ing. građ.
dean.lalic@hzninfra.hr
HŽ Infrastruktura d.o.o.
Mihanovićeveva 12
10000 Zagreb

SAŽETAK

Sustav automatske kontrole željezničkih vozila (AKŽV) nezaobilazan je doprinos povećanju razine sigurnosti upravljanja željezničkim prometom u cjelini. Sustav AKŽV omogućuje prevenciju kvarova i izvanrednih događaja ranim prepoznavanjem nepravilnosti, svodenjem šteta na minimum i sprječavanjem naknadnih šteta te tako izravno utječe na sigurnost prometa i omogućuje uštede u eksploataciji željezničke infrastrukture i vozila. Osnovna je jedinica sustava AKŽV mjerna postaja koja sadrži infrastrukturne mjerne uređaje potrebne za nadzor stanja željezničkih vozila te prateće uređaje i opremu. Pravodobnim se uočavanjem i prepoznavanjem nepravilnosti omogućuje brza reakcija i time povećava raspoloživost infrastrukturnih i mobilnih kapaciteta u cilju povećanja učinkovitosti željezničkog sustava.

Ključne riječi: sustav automatske kontrole željezničkih vozila, mjerne postaje, prometna sigurnost, održavanje željezničke infrastrukture, održavanje željezničkih vozila

SUMMARY

SYSTEM FOR AUTOMATIC CONTROL OF RAILWAY VEHICLES

System for automatic control of railway vehicles (ACRV) represents an unavoidable contribution to the increase of safety level in the management of railway traffic as a whole. The ACRV system enables prevention of malfunctions and irregular events by means of early detection of irregularities, reducing damages to the minimum and preventing additional damages, which directly affects traffic safety and enables savings in the operation of railway infrastructure and vehicles. The basic unit of the ACRV system is the measuring station, which includes infrastructure measuring devices required for the supervision of the status of railway vehicles and accompanying devices and equipment. Timely detection and recognition of irregularities enables a speedy reaction, which increases the availability of infrastructure and mobile capacities with the aim of increasing the efficiency of the railway system.

Key words: system for automatic control of railway vehicles, measuring stations, traffic safety, maintenance of railway infrastructure, maintenance of railway vehicles