

Manfred Sommergruber, dipl. ing.(FH).

INOVATIVNO PRAĆENJE VLAKOVA ZA VISOKU RAZINU RASPOLOŽIVOSTI I ISPLATIVE SUSTAVE ZAŠTITE PRUŽNIH PRIJELAZA

Sustavi zaštite pružnih prijelaza kao željeznička aplikacija postavljaju znatne zahtjeve u cijelome svijetu kada je riječ o sigurnosti, pouzdanosti i isplativosti. Zato željeznički prijevoznici i integratori sustava neprestano ocjenjuju nova i inovativna rješenja. Niz dokazanih pristupa temeljenih na detekciji kotača i brojanju osovina detaljnije su analizirani u ovome članku i o njima će se raspravljati s obzirom na različite opcije dostupne za proširenje i optimizaciju.

1. Izazovi i rješenja

Suvremeni sustavi zaštite pružnih prijelaza suočavaju se s nekoliko izazova. Različiti koncepti često se ocjenjuju između suprotstavljenih prioriteta gospodarskih kriterija i najviših zahtjeva dostupnosti i sigurnosti. Kao što je to slučaj u mnogim područjima primjene signalne i sigurnosne tehnologije, sustavi za detekciju kotača i brojači osovina danas su u većini država svijeta i u tome segmentu uspostavljeni kao najsuvremeniji. Moderni proizvodi kao što je Frauscher Advanced Counter FAdC, rješenje za brojač osovina tvrtke Frauscher, omogućuju razvoj prilagođenih, visokodostupnih i isplativih rješenja za zaštitu pružnih prijelaza zahvaljujući otvorenim sučeljima i fleksibilnim opcijama konfiguracije. Integracija modernijih dijagnostičkih sustava koji prenose informacije mobilnim uređajima radiokomunikacijom omogućava lakše planiranje mjera preventivnog održavanja i znatno smanjenje troškova životnog ciklusa.

1.1. Uvjeti okoliša i infrastrukture

Posebno kada je riječ o komponentama koje se ugrađuju u decentralizirane sustave uz prugu, zahtjevi vezani uz različite utjecaje na okoliš gotovo da se nisu promijenili u posljednjih nekoliko godina.

Komponente vanjske i unutarnje opreme sustava za detekciju kotača i brojača osovina koji se koriste na pružnim prijelazima moraju raditi u skladu s trenutačno važećim standardima u rasponu temperature okoline od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Budući da se razina korištenja energetske elektronike u vlakovima tijekom godina povećala, danas je mnogo važnije nego što je to bilo prije da rješenja na pružnim prijelazima i komponente povezanih sustava za brojanje osovina ili detekciju kotača, osobito senzori kotača, glatko funkcioniraju kada su pod elektromagnetskim utjecajima. Relevantni zahtjevi definirani su u dokumentu sa specifikacijama „TS 50238-3 – Interoperabilnost između željezničkih vozila i sustava za detekciju kotača“. Novi kočni sustavi kao što su kočnice s magnetskom mrežom ili kočnice s vrtložnim strujama također su dodatni izazovi.

Inovativne dodatne funkcije mogu se koristiti za rješavanje drugih neizbježnih vanjskih utjecaja kada su učinci pod određenim okolnostima izvan raspona definiranih normama i standardima. Oni su detaljnije opisani u odjeljku 2.4.

1.2. Povezivanje aktivacijskih točaka

Ako se postojeći sustavi kao što su kolosiječni strujni krugovi zamijene novijim rješenjima, velika se vrijednost općenito pridaje korištenju resursa iz postojeće infrastrukture kao što su kabelski sustavi. Posebno se moraju uzeti u obzir kvaliteta postojećih kabela i njihova otpornost na elektromagnetske utjecaje. Ako postojeći kabelski sustav ne zadovoljava zahtjeve ili ako se uspostavi temeljno nova infrastruktura, mogu se odabrati različiti pristupi. Uz trasiranje kabela postoji i opcija, na primjer kod Frauscher Advanced Counter FAdC-a, za postavljanje komunikacijskih struktura temeljenih na Ethernetu. Oni omogućuju integraciju elemenata s neovisnim napajanjem i prijenos informacija preko radija. Danas je moguće koristiti širok raspon standardnih komponenata koje jamče odgovarajuću razinu dostupnosti. Ta je tema detaljnije obrađena u odjeljku 2.6.

1.3. Sučelja i fleksibilnost

Fleksibilnost sučelja brojača osovina i sustava za detekciju kotača odlučujući je čimbenik za učinkovitost rješenja za pružne prijelaze, osobito s obzirom na zahtjeve kao što su različita vremena, brzo vrijeme reakcije ili mogućnost korištenja releja i optospojnica. Releji se do danas smatraju najčešće korištenim sučeljima u željezničkome sektoru. Zbog sve većih zahtjeva moderni brojači osovina, sustavi za detekciju kotača i rješenja za

pružne prijelaze moraju biti sposobni pružiti širok raspon informacija. Kada se koriste releji, mogućnosti prijenosa informacija mogu se povećati samo ako su instalirani dodatni kabeli. Kao što je već navedeno u odjeljku 1.2., jasno je vidljiv trend korištenja serijskih sučelja i odgovarajućih mrežnih protokola kod sustava zaštite pružnih prijelaza.

2. Postojeći i novi projekti sustava zaštite pružnih prijelaza

Brojači osovina i sustavi za detekciju kotača čine sučelje između vlaka i sustava kontrole pružnog prijelaza. Zato je važno zajamčiti da ta poveznica radi savršeno, čak i pod utjecajima opisanim u odjeljku 1. Zbog toga su u nastavku opisani dobro poznati projekti rješenja pružnih prijelaza i njihove mogućnosti za rješavanje prethodno navedenih zahtjeva. Također su prikazani inovativni pristupi i njihove kombinacije kako bi se ponudila optimizirana rješenja, posebno u pogledu dostupnosti i troškovne učinkovitosti.

2.1. Detekcija kotača

Sustavi za detekciju kotača Frauscher omogućuju razvoj isplativih sustava kontrole pružnih prijelaza na temelju praćenja vlakova. Za aktiviranje pružnoga prijelaza koristi se sigurnosni impuls smjera [1], koji se već proizvodi tijekom prigušenja pojedinačnoga senzorskog sustava. Čak i ako dođe do kvara, na primjer s napajanjem ili sensorom kotača, pružni prijelaz sigurno je zatvoren. Međutim, pružni prijelaz deaktivira se na temelju sigurnosnoga isklopnog impulsa, koji se emitira kada se ispravno prelazi preko obaju senzorskih sustava, a preko kojih vlak izlazi iz područja pružnog prijelaza. Ako dođe do po-

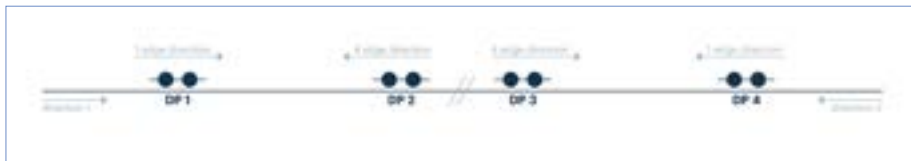
greške, taj se impuls ne emitira i pružni prijelaz ostaje zatvoren. Taj se dizajn može izvesti ugradnjom senzora na četiri kotača (DP na slici 1.). S obzirom na to da vlakovi mogu prolaziti kroz područje pružnog prijelaza polako ili se čak mogu zaustaviti unutar toga područja, to načelo treba odgovarajuću evaluaciju u skladu s pojedinačnim zahtjevima.

2.2. Brojanje osovina

Izazovi spomenuti u odjeljku 2.1., a koji su u vezi sa sporim vlakovima ili vlakovima koji se zaustavljaju, mogu se riješiti korištenjem brojača osovina, na primjer Frauscher Advanced Counter FAdC-a. U toj se konstelaciji pružni prijelazi općenito aktiviraju čim se status susjedne dionice kolosijeka prebaci na „zauzeto“ [1]. Nakon što cijeli vlak prođe kroz dionicu, signalizira se „slobodno“ i pružni se prijelaz deaktivira. Mogući su različiti tipovi dizajna, ovisno o ekonomičnosti i operativnim zahtjevima. Ako pružni prijelaz ima samo jednu dionicu kolosijeka (TS na slici 2.), vlak cijelom dužinom mora proći preko tog dijela. Tek tada se pružni prijelaz može deaktivirati. To dovodi do dužeg čekanja na nastavak prometa na prijelazu. Integracija dvaju dodatnih senzora kotača može povećati učinkovitost pružnog prijelaza (slika 3.). Čim se jedna od dviju dionica kolosijeka prebaci u način

rada „slobodno“, pružni se prijelaz deaktivira. U toj konstelaciji može se uzeti smjer prelaska iz slijeda prigušenja. Kako bi se utvrdilo nalazi li se vlak izravno na pružnome prijelazu, obje kolosiječne dionice moraju se procijeniti zajedno. To se postiže implementacijom odgovarajuće logike u sustav kontrole pružnih prijelaza.

U sklopu istoga dizajna može se uspostaviti i dodatna kolosiječna dionica (slika 4.), čime se može smanjiti složenost u sustavu upravljanja pružnim prijelazom jer kolosiječna dionica TS 2 pokazuje nalazi li se vlak na pružnome prijelazu. Osim toga ta verzija radi slično kao prethodno opisana varijanta s četiri senzora kotača. Pružni prijelaz obično se deaktivira čim se izvijesti da su slobodni i dionica otočnoga kolosijeka TS 2 i, ovisno o smjeru prelaska, susjedni kolosiječni dio. Ta se arhitektura već dokazala diljem svijeta na brojnim pružnim prijelazima. Budući da rješenja za sustave upravljanja pružnim prijelazima temeljena na brojanju osovina funkcioniraju bez obzira na brzinu vlaka koji prolazi, nisu potrebna nikakva posebna pravila za željeznička vozila koja se kreću sporo ili miruju. Ti sustavi uglavnom omogućuju ispunjavanje glavnih ključnih zahtjeva za dobro poznata rješenja za pružne prijelaze koja su ugrađena u signalizacijski sustav.



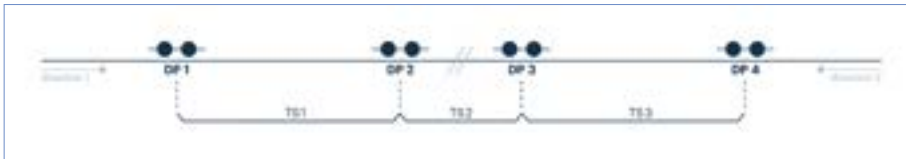
Slika 1. Sustav kontrole pružnog prijelaza detekcijom kotača



Slika 2. Pružni prijelaz koji koristi jednokolosiječnu dionicu



Slika 3. Pružni prijelaz temeljen na brojanju osovina i dionicama dvaju kolosijeka



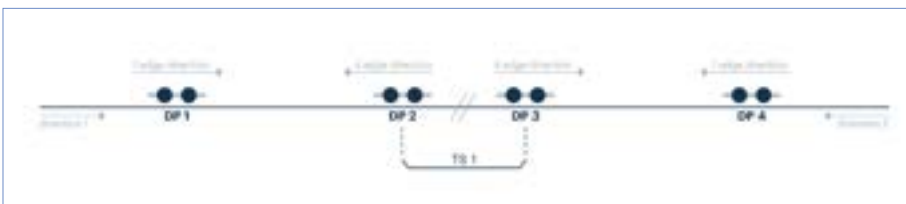
Slika 4. Integriranje dionice otočnoga kolosijeka smanjuje složenost unutar sustava kontrole pružnog prijelaza

2.3. Kombiniranje detekcije kotača i brojanja osovina

Ako se kombiniraju sustavi detekcije kotača i brojači osovina, pod određenim okolnostima broj potrebnih dodatnih operativnih propisa može se još više smanjiti. Taj pristup omogućuje stvaranje rješenja za pružne prijelaze bez potrebe za integracijom u stvarni signalizacijski sustav jer se za aktivaciju može koristiti ne samo indikacija „slobodno-zauzeto“, već i siguran impuls smjera. Uz navedeno mogu se optimizirati i praćenje skretanja ili sljedeći vlakovi.

Ako je u strukturi prikazanoj na slici 5. vlak koji stiže preko senzora kotača DP1 već prešao udaljenost uključne točke u točki DP1 i TS 1, pružni je prijelaz deaktiviran. Kada bi vlak u tome trenutku, na primjer u blizini željezničkoga kolodvora, gdje se obavlja manevriranje i radi u smjenama, skrenuo preko DP4 pri

izlasku iz područja pružnog prijelaza i ponovno krenuo natrag prema prijelazu, kada bi koristio samo dionice kolosijeka kao na slici 4., više se ne bi aktivirao. Taj se scenarij može poboljšati kada se koriste sustavi za detekciju kotača. Ako je vlak prilikom polaska već dosegnuo DP4, drugim riječima, kada je prešao preko njega najmanje jednom osovinom, a zatim se vraća, za aktiviranje pružnog prijelaza može se upotrijebiti sigurnosni impuls smjera opisan u odjeljku 2.1. Kombinacija sustava za detekciju kotača i brojača osovina stvara sinergiju koja, kada se koristi, omogućuje optimizaciju rješenja za prijelaze korištenjem prednosti obaju pristupa. Na taj se način mogu razviti inovativna rješenja za različite specifične scenarije i zahtjeve pružnih prijelaza. U tome kontekstu u sljedećim odjeljcima detaljnije je obrađeno to kako se taj pristup može provoditi što je isplativije moguće i kako se razina dostupnosti može još više povećati.



Slika 5. Impulsi smjera iz sustava za detekciju kotača mogu se kombinirati s informacijama o slobodnim kolosijecima iz brojača osovina

2.4. Inovativni koncepti za veću razinu dostupnosti

Kao što je već spomenuto u prvome odjeljku, stalno se pojavljuju novi izazovi, koji u nekim slučajevima zahtijevaju potpuno nove koncepte kako bi ih se prevladalo. Zato Frauscher Advanced Counter FAdC nudi mogućnost primjene dodatnih inovativnih funkcija. Na temelju toga mogu se razviti arhitekture prilagođene ispunjavanju specifičnih zahtjeva, čime se također povećava razina dostupnosti cjelokupnoga rješenja za pružne prijelaze.

2.4.1. Neizbježni utjecaji

Neizbježni utjecaji mogu biti različiti. To uključuje vanjske utjecaje poput udara groma ili vršnoga napona izvan normativnih zahtjeva. Zbog svoje izvanredne robusnosti senzori kotača Frauscher i komponente sustava također su visokodostupni pod tim utjecajima [2]. Ostali čimbenici mogu uključivati testiranje na mjestu na kojemu je pružni prijelaz namjerno pogrešno aktiviran. Funkcije koje su standardno implementirane u brojač osovina Frauscher FAdC kao što su CHC za kontrolu glave za brojanje i STS nadzor kolosiječne dionice mogu pomoći u sprječavanju nastanka kvarova kao posljedica takvih utjecaja [3]. S patentiranom funkcijom CHC senzori kotača mogu se prebaciti u stanje pripravnosti ako su susjedni dijelovi kolosijeka slobodni (slika 6.). Ako se status jedne od tih dionica promijeni u „zauzeto“, senzor kotača aktivira se i vlakovi se mogu pouzdano pratiti. Vanjski unos podataka za to na DP1 i DP4 može se dobiti iz zavravljenja temeljenoga na mrežnim mogućnostima brojača osovina Frauscher FAdC, bez potrebe za integriranjem sustava zaštite pružnog prijelaza. Funkcija na taj

način zadovoljava zahtjeve u skladu sa CENELEC SIL 4. Ako je senzor u stanju mirovanja, slobodno definiran broj prigušenja može se suzbiti. Time se jamči to da se pružni prijelaz ne može aktivirati bez zauzeća susjednih dijelova kolosijeka. Neizbježni utjecaji mogu nastati i dok vlak prolazi preko pružnoga prijelaza. U tome slučaju okidači mogu biti metalni dijelovi koji vise s vlaka ili vanjski utjecaji izvan normativnih zahtjeva. U takvim slučajevima funkcija STS omogućuje nastavak rada stvaranjem virtualnih kolosiječnih dionica, koje omogućuju sigurno i automatsko resetiranje neispravnih kolosiječnih dionica.

Ako se obje funkcije koriste zajedno (slika 6.), razina dostupnosti cijeloga pružnog prijelaza može biti još veća jer je broj potrebnih ručnih resetiranja sveden na najmanju moguću mjeru. S obzirom na to da su te funkcije dostupne u FAdC-u te da ih je potrebno aktivirati, nema dodatnih početnih troškova, a troškovi životnoga ciklusa dugoročno se mogu svesti na minimum.

2.4.2. Dugoročna ograničenja

Osim pristupa za povećanje razine dostupnosti u slučaju neizbježnih utjecaja Frauscher nudi mogućnosti za rješavanje dugoročnih ograničenja. U tu svrhu, korištenjem funkcije STS, mogu se stvoriti dodatne kolosiječne dionice kao što je prikazano na slici 6. One se moraju implementirati u proces evaluacije. To znači da se čak i trajna ograničenja mogu tolerirati jer se vlakovi mogu snimati preko dodatnih dionica koje još uvijek funkcioniraju. Zato se radovi na održavanju ili popravci koji moraju biti izvedeni ne moraju obaviti odmah, a željeznički se

promet može nastaviti. Kombinirajući tu funkciju s odgovarajućim preventivnim dijagnostičkim informacijama može se uštedjeti novac jer se radovi na održavanju mogu bolje planirati.

2.4.3. Uzimanje u obzir vozila za održavanje

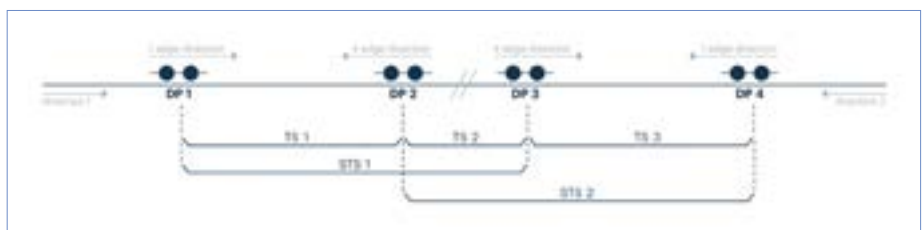
Daljnje posebne izazove predstavljaju željezničko-cestovna vozila, koja se obično postavljaju na prugu na pružnim prijelazima. U kontekstu načela brojanja osovina za prijavu dijelova kolosijeka kao zauzetih ili slobodnih prema broju dolaznih ili izlaznih osovina, vozila koja su postavljena na kolosijek, u sredini jedne od tih dionica mogu uzrokovati kvarove.

U varijantama različite složenosti funkcije CHC i STS navedene u prethodnim odjeljcima mogu podržati odgovarajuća rješenja. Prije implementacije tih pristupa potrebno je implementirati potrebne sigurnosne koncepte na temelju odgovarajuće procjene sigurnosti i, ako je to potrebno, treba uspostaviti nove operativne propise.

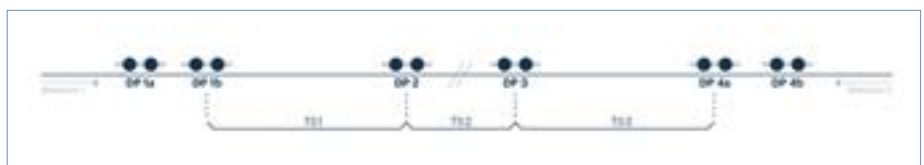
2.5. Rješenja za pružne prijelaze ovisne o brzini

Tijekom vremena i dalje se raspravlja o implementaciji informacija o brzini u rješenjima za pružne prijelaze s obzirom na potencijal povećanja razine učinkovitosti sustava zaštite pružnih prijelaza [1]. Putnički i teretni vlakovi često koriste iste kolosijeke, ali voze različitim brzinama. Kada je riječ o pružnim prijelazima na takvim trasama, rezultat je takav da iako su aktivirani u istoj točki, ostaju aktivni različito vrijeme zbog različitog vremena prolaska različitih tipova vlaka.

Tipom arhitekture prikazanim na slici 7. planira se točno izmjeriti brzina približavanja vlakova na dvije točke. U tu je svrhu na svakoj točki aktivacije na određenoj udaljenosti ugrađen dodatni senzor koji omogućuje izračun vremena/udaljenosti kako bi se klasificiralo prometuje li vlak iznad ili ispod određene brzine. To bi onda sustavu pružnog prijelaza omogućilo da odredi hoće li ili neće aktivirati prijelaz odmah ili nakon unaprijed konfiguriranog kašnjenja. Potrebno je u cijelosti razmotriti šire operativne implikacije poduzimanja proračuna brzine na taj diskretni način.



Slika 6. CHC kontrola glave za brojanje i nadzor dionice kolosijeka STS nude niz mogućnosti za povećanje razine dostupnosti.



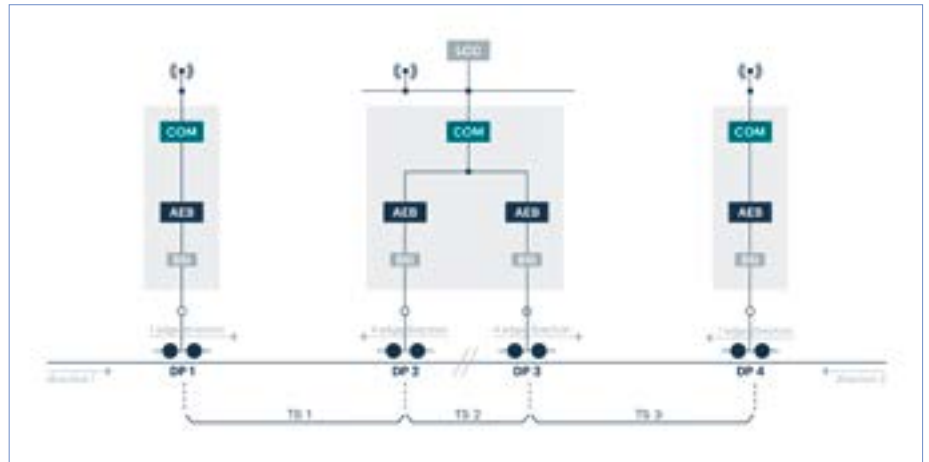
Slika 7. Za provedbu mjerenja brzine u dvije točke dva dodatna senzora kotača ugrađuju se na kratkoj udaljenosti od aktivacijskih točaka

2.6. Bežično povezivanje aktivacijskih točaka

Do danas se pružni prijelazi u udaljenim područjima često ne nadziru. Razlog je obično neadekvatna ili nepostojeća infrastruktura. Iz financijskih se razloga takvi pružni prijelazi obično ne moderniziraju. Visoki financijski izdaci ponajprije su povezani s potrebnim kabliranjem za aktivacijske točke, koje su, ovisno o maksimalnoj dopuštenoj brzini pruge, obično udaljene od 0,5 do 1,5 kilometara od stvarnoga pružnog prijelaza. Zato je mogućnost bežičnoga povezivanja znatan potencijal za uštede. Moderni brojači osovina kao što je Frauscher Advanced Counter FAdC imaju Ethernet sučelja i mogu sigurno slati informacije bežičnim vezama kao što su mobilne mreže (slika 8.) [4]. Budući da se redovito bilježi napredak u području opskrbe i skladištenja energije temeljene na solarnoj energiji, mogu se razviti i inovativni pristupi stvaranju rješenja za pružne prijelaze na udaljenim pružnim dionicama.

2.7. Isplativa i inovativna rješenja za pružne prijelaze temeljena na serijskim sučeljima

Kao što je već spomenuto, različite vrste sučelja imaju različite prednosti. Kombiniranje različitih pristupa do sada je uvijek bilo skupo. Uobičajena relejna sučelja koja se i danas koriste mogu ponuditi mogućnosti za visokokvalitetan prijenos informacija, ali uz određenu cijenu kada je u pitanju implementacija dodatnih kanala ako se više informacija treba prenositi u različitim smjerovima. Korištenje mrežnih protokola, na primjer protokola Frauscher Safe Ethernet FSE, koji je posebno razvijen za korištenje u željezničkom sektoru, omogućuje da se širok raspon informacija prenosi



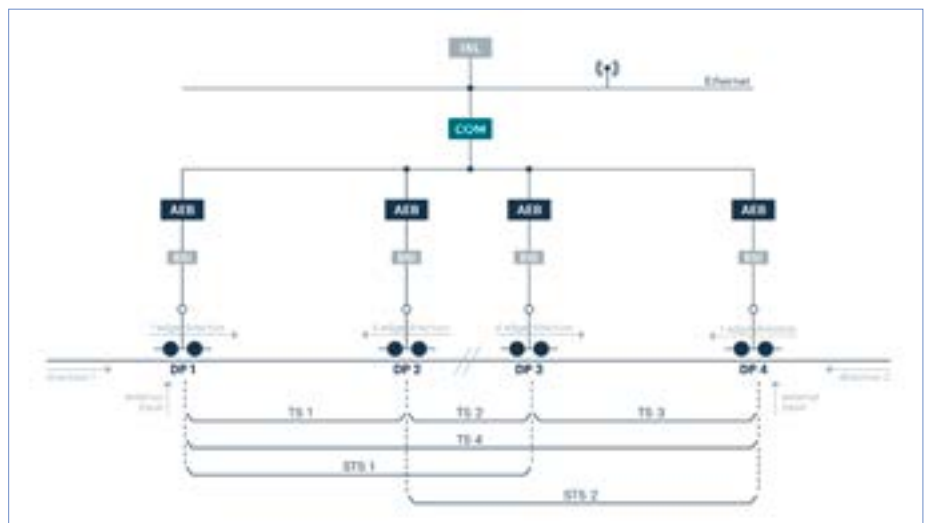
Slika 8. Zahvaljujući Ethernet sučelju Frauscher Advanced Counter FAdC može slati informacije bežičnim vezama u sustav kontrole željezničkog prijelaza (LCC).

dvosmjerno, sigurno i ekonomično jednom vezom. Uz slobodno definirane skupove podataka FSE se može koristiti za prijenos informacija o brojanju osovina i detekciji kotača, a može se čak i kombinirati. Podaci iz funkcija CHC i STS također mogu biti dostupni. To omogućuje stvaranje prilagođenih rješenja za pružne prijelaze korištenjem kombiniranih pristupa optimizaciji dostupnosti i isplativosti relevantnih sustava (slika 9.).

Dugoročno troškovi životnoga ciklusa znatno su niži jer nije potrebno toliko prostora ili hardvera, a postoji i mogućnost jednostavnog i predvidljivog održavanja.

3. Zaključak

Prijevoznici moraju prepoznati to da korištenje sustava za brojanje osovina za kontrolu pružnog prijelaza pruža integratoru/dizajneru sustava znatno više kombinacija funkcija za postizanje sigurnog upravljanja pružnim prijelazom. Uz tu fleksibilnost dolazi i odgovornost integratora sustava da ima iskustvo u isporuci tih sustava i da u cijelosti razumije implikacije njihovih dizajnerskih odluka. Preporuča se da primjenu napredne funkcionalnosti pružnih prijelaza poduzima organizacija koja je prošla odgovarajuću obuku vezanu uz pojedinosti svih relevantnih sustava.



Slika 9. Mogućnost pružanja informacija preko različitih sučelja omogućuje realizaciju pojedinačnih rješenja kao i korištenje inovativnih funkcija.

Literatura:

- [1] Grunding, G.; Pucher, C.: Raddetektion und Achszählung als zentrale Elemente zur Steuerung von BÜSA, SIGNAL+DRAHT (105) 12/2013, S. 14-19
- [2] Pointner, F.; Kalteis, H.: Zuverlässige Radsensoren als Basis für hochverfügbare Systeme, SIGNAL+DRAHT 4/2017, S. 49-58
- [3] Rosenberger, M.; Pointner, F.: Hochverfügbarkeit: Definition, Einflussfaktoren und Lösungen, SIGNAL+DRAHT 6/2015, S. 6-12
- [4] Lugschitz, S.; Pucher, C.: Neue Anwendungen durch Kommunikation von Achszählern über offene Netzwerke, SIGNAL+DRAHT 10/2014, S. 23-28

UDK: 625.1+614.8.084

Adresa autora:

Manfred Sommergruber
 Frauscher Sensortechnik GmbH
 e-pošta:
 manfred.sommergruber@frauscher.com

SAŽETAK

INOVATIVNO PRAĆENJE VLAKOVA ZA VISOKU RAZINU RASPOLOŽIVOSTI I ISPLATIVE SUSTAVE ZAŠTITE PRUŽNIH PRIJELAZA

Kao i svi sustavi, provjereni i novi pristupi implementacije sustava kontrole pružnih prijelaza imaju različite karakteristike. Prednosti različitih dizajna najočitije su kada se varijante koje se već koriste kombiniraju s novim idejama. Implementacija takvih kombiniranih rješenja povećava razinu dostupnosti, a istodobno pruža potencijal za uštede. U kontekstu sve većeg raspona sučelja, više ne nastaju eksponencijalno veći troškovi. Velika prednost u tome pogledu korištenje je serijskih protokola. Željeznički prijevoznici mogu birati između različitih opcija bez brige o nepredviđenim troškovima zbog dodatnih troškova ožičenja ili većih troškova životnoga ciklusa.

Ključne riječi: pružni prijelaz, brojači osovina, inovativna rješenja, primjena na željeznici

Kategorizacija: stručni rad

SUMMARY

INNOVATIVE TRACKING OF TRAINS FOR HIGH-AVAILABILITY AND COST-EFFECTIVE LEVEL CROSSING PROTECTION SYSTEMS

Like all systems, tried-and-tested and new approaches for implementing level crossing control systems have varying characteristics. The benefits of the different designs are most apparent when variants which are already being used are combined with new ideas. The implementation of combined solutions like these increases availability whilst at the same time providing potential for savings. In light of the ever-increasing range of interfaces, no exponentially higher costs arise any more these days. A particular advantage in this respect is the use of serial protocols. Railway operators can choose from various options without having to worry about unforeseen costs due to additional wiring expenses or increased life cycle costs.

Key words: level crossing, axle counters, innovative solutions, railway application

Categorization: professional paper



STRAIL – prestižan sustav

- ◆ nova 1.200 mm unutarnja ploča poboljšana stabilnost
- ◆ vlaknima ojačana struktura, doprinosi rješavanju pitanja stalnih povećanja opterećenja
- ◆ brza i lagana ugradnja, lagano rukovanje > smanjenje troškova



STRAILway > plastični prag s mogućnošću reciklaže

- ◆ ekološki prihvatljiv zahvaljujući korištenju sekundarnih sirovina
- ◆ mogućnost obrade kao drveni prag (napr. piljenje, glodanje, blanjanje)
- ◆ preostali materijala nakon obrade – 100% pogodan za reciklažu



KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG

STRAIL sustav za željezničko cestovne prijelaze | STRAILastic sustav za prigušenje buke u kolosijeku | STRAILway plastični pragovi
 D-84529 Tittmoning, 0bb. // Goellstr. 8 // telefon +49|8683|701-0 // fax -126 // info@strail.de