

željeznice 21

ISSN 1333 - 7971

STRUČNI ČASOPIS HRVATSKOG DRUŠTVA ŽELJEZNIČKIH INŽENJERA

3/2026



5

NADSTREŠNICE U ŽELJEZNIČKIM
STAJALIŠTIMA

9

ULOGA HUMANOGA KAPITALA U TEORIJI
ENDOGENOG RASTA: ŽELJEZNIČKI SUSTAV

15

HERMES - ELEKTRIČNE LOKOMOTIVE MOGU
PROMETOVATI I BEZ KONTAKTOG VODA

hdži



Svježa tehnologija za dulji vijek uporabe

Desetljećima stari strojevi posjeduju i dalje enormni radni potencijal. Potpuno iskorištenje moguće sa Originalnim-Retrofit opcijama Plasser & Theurer. Mi obnavljamo sve komponente i agregate. Nadogradnjom proširujemo raspon djelovanja vašeg stroja. Na ovaj način pokrivamo sve dolazne narudžbe. Kontaktirajte nas!



Berlin 2026
22 - 25 Sept.
Hall 26, Stand 270
T2/50 + T3/55



STRUČNI I ZNANSTVENI RADOVI

NADSTREŠNICE NA ŽELJEZNIČKIM STAJALIŠTIMA (Snježana Špehar, dipl. ing. građ.)	5
ULOGA HUMANOG KAPITALA U TEORIJI ENDOGENOG RASTA: ŽELJEZNIČKI SUSTAV (Josip Knežević, mag. ing. traff.; izv. prof. dr. sc. Vladimir Ristanović; Slavko Džalto, mag. ing. traff.)	9
HERMES - ELEKTRIČNE LOKOMOTIVE MOGU PROMETOVATI I BEZ KONTAKTNOG VODA (Tin Viduka, mag. ing. traff.)	15

PREDSTAVLJAMO

PRVIH DESET GODINA NA HRVATSKIM PRUGAMA (Borna Arbanas, član Uprave tvrtke Rail&Sea)	21
---	----

STRUČNO PROMOTIVNI RAD

UNAPRJEĐENJE PRISTUPAČNOSTI ŽELJEZNIČKOG PRIJEVOZA: INFOPULT ZA KORISNIKE NA ZAGREB GLAVNOM KOLODVORU	26
SIEMENS PREDSTAVLJA DIGITALIZIRANU LOKOMOTIVU VECTRON X	28

OSVRTI I KOMENTARI

TRENDOVI U RAZVOJU ŽELJEZNIČKE MREŽE U EUROPI (Dean Lalić, dipl. ing. građ.)	31
STADLER I SIEMENS ORGANIZIRALI INNOTRANS PREVIEW DOGAĐANJA (Toma Bačić, mag. hist. art.)	35
ULAZAK ITALIA NA NJEMAČKO TRŽIŠTE (Toma Bačić, mag. hist. art.)	39

NOVOSTI IZ ŽELJEZNIČKOG SEKTORA

POTPISANI UGOVORI O FINANCIRANJU I KUPOPRODAJI 6 ELEKTROBATERIJSKIH VLAKOVA TE IZGRADNJI HIBRIDNE PUNIONICE U KOLODVORU KOTORIBA	47
RADOVI U ZAGREB RANŽIRNOM KOLODVORU NAPREDUJU PREMA PLANU	49
NOVO STAJALIŠTE SESVETSKA SELA POPRIMA KONAČNI IZGLED	51

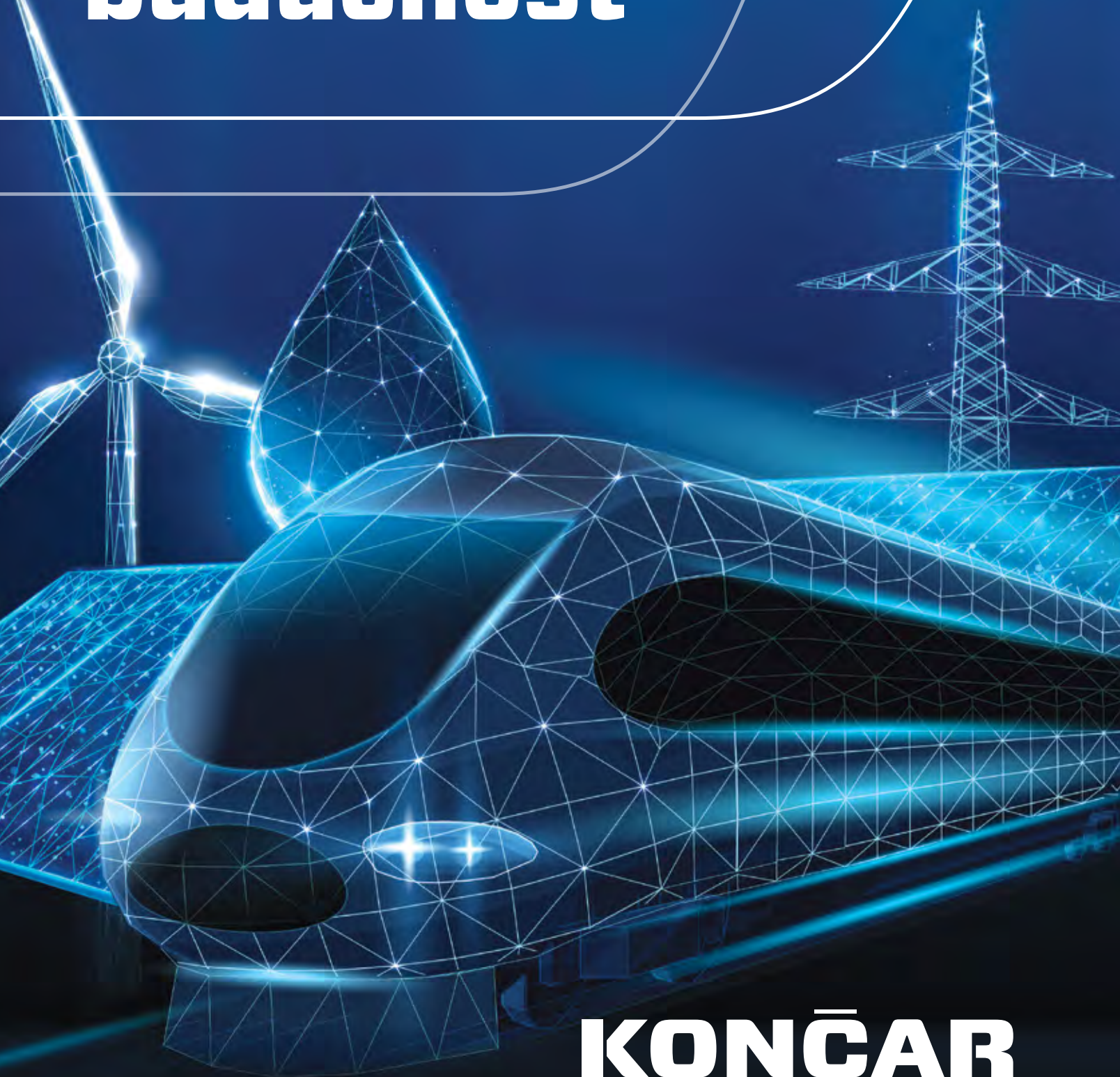
HDŽI AKTIVNOSTI

NOVA FOTOMONOGRAFIJA HDŽI-a: STOLJEĆE I POL ŽELJEZNIČKE PRUGE DIVAČA – PULA	53
VELIKA OBLJETNICA JUŽNE PRUGE: U DUBROVAČKIM LAZARETIMA OTVORENA IZLOŽBA „125 GODINA OD DOLASKA ĆIRA U DUBROVNIK“	55

NASLOVNICA

Izvor: HŽ Putnički prijevoz d.o.o.

Zajedno **gradimo održivu budućnost**



KONČAR

NADSTREŠNICE U ŽELJEZNIČKIM STAJALIŠTIMA

Željezničke nadstrešnice imaju važnu ulogu u oblikovanju našeg iskustva putovanja i doživljaja željezničke infrastrukture. Njezina vizura karakterizira njezin jednoobrazni vizualni identitet i stvara osjećaj sigurnosti, dok sama konstrukcija ispunjava temeljne zahtjeve za građevinu, osiguravajući stabilnost i pristupačnost, trajnost, ali i jednostavnost održavanja.



Snježana Špehar, dipl.
ing. građ.

HŽ Infrastruktura d.o.o.
Zagreb

snjezana.spehar@hzinfra.hr

UDK: 625.1

1. Uvod

Za većinu je putnika nadstrešnica usputno mjesto na kojemu čekaju prijevoz, mjesto na kojemu na trenutak odmaraju tijelo i duh, mjesto gdje se sklanjaju od iznenadnog pljuska ili traže zaklon od sunca. Međutim, taj tihi čuvar perona i uređenih površina ima puno važniju ulogu u našim svakodnevnim putovanjima nego što to primjećujemo na prvi pogled. Osim što vizualnim identitetom naglašava svoju vizuru, konstrukcija nadstrešnice mora zadovoljiti temeljne zahtjeve za građevinu.

2. Nadstrešnice na peronima i uređenim površinama

Nadstrešnice na peronima i uređenim površinama koje se ugrađuju u željezničkim stajalištima sastavljene su od tipskih modularnih elemenata koji im omogućavaju jednoobrazni vizualni identitet, ali i daju mogućnost odabira duljine ovisno o broju putnika.

Prema dokumentaciji HŽ Infrastrukture d.o.o. pod nazivom Osnovni tehnički uvjeti tipskih bočnih nadstrešnica, može se odabrati između triju tipova nadstrešnica:

- TIP I. – duljine 5 m, širine 2 m, visine 2,4 m, koji se sastoji od triju modularnih polja s ugrađenom klupom, vitrinom i kantom za otpatke

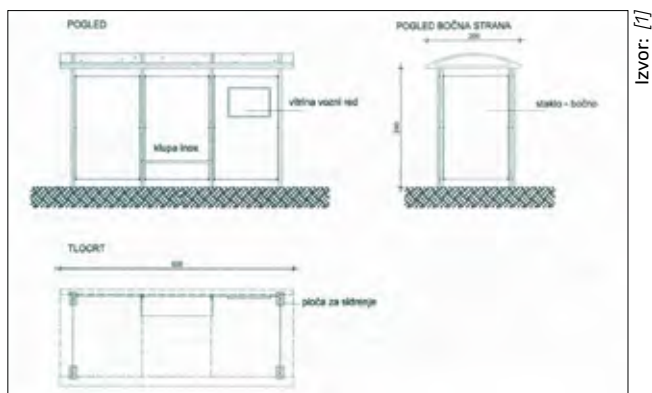
- TIP II. – duljine 10 m, širine 2 m, visine 2,4 m, koji se sastoji od šest modularnih polja s ugrađene dvije klupe, vitrinom i kantom za otpatke
- TIP III. – duljine 15 m, širine 2 m, visine 2,4 m, koji se sastoji od devet modularnih polja s ugrađene tri klupe, vitrinom i kantom za otpatke.

Sama nosiva konstrukcija izrađena je od inox-profila kvalitete AISI 304, a ispunjena polja od kaljenog stakla debelog 10 mm koje drže inox-nosači. Krov konstrukcije napravljen je kao zaobljena ploha s pokrovom od polikarbonatnih ploča deblji-

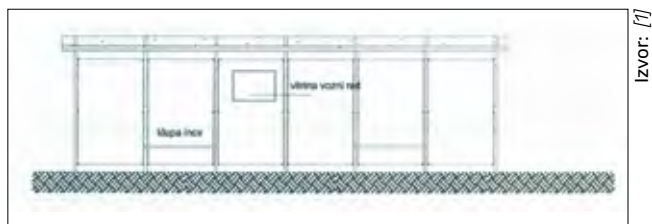
ne 6 mm, koje su najčešće mliječne boje, imaju UV zaštitu i otporne su na tuču. Odvodnja s krova vodi se uzdužnim žljebovima koji na krajevima imaju ispust i smješteni su sa prednje i stražnje strane krova.

Nadstrešnica je dodatno opremljena inox-elementima: klupom za sjedenje, vitrinom za vozni red koja uključuje bravicu, cilindar i ključ za zaključavanje i kantom za otpatke.

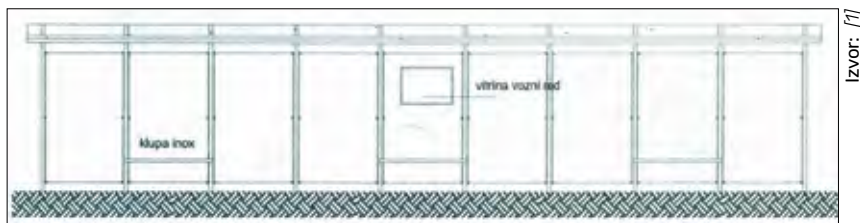
Tipovi II. i III. omogućuju odabir ugradnje smještaja pozicija klupa i vitrine.



Slika 1. Shematski prikaz nadstrešnice TIP I.



Slika 2. Shematski prikaz nadstrešnice TIP II.



Slika 3. Shematski prikaz nadstrešnice TIP III.

Nadstrešnice TIP I., II. i III. najčešće se ugrađuju u manjim ruralnim ili prigradskim naseljima, dok se u željezničkim kolodvorima u gradovima najčešće grade veće i složenije konstrukcije.

3. Ugradnja nadstrešnica

Budući da se radi o tipskoj modularnoj konstrukciji koja se izrađuje prema radioničkim nacrtima, a zatim spaja u pogonu za proizvodnju i montažu te se nakon montaže transportira na mjesto ugradnje, nadstrešnica TIP I. ugrađuje se u jednome danu, a nadstrešnice TIP II. i TIP III. najviše u dva dana.

Pozicija ugradnje ovisi o građevini na koju se ugrađuje, a definirana je Pravilnikom o tehničkim uvjetima za sigurnost željezničkog prometa kojima moraju udovoljavati željezničke pruge (NN 128/08).

Konstrukcija se ugrađuje tako da se nožica stupa, tj. stopica, vijcima učvršćuje za podlogu. Podloga je najčešće betonska temeljna ploča minimalne debljine od 10 do 15 cm, a može biti i bilo koja druga uz uvjet da je statički stabilna. Nakon ugradnje konstrukciju treba uzemljiti. Takav način izrade i ugradnje nadstrešnica ima višestruke prednosti. Osim što je ugradnja brza, traje relativno kratko te nije potrebna nikakva građevinska mehanizacija koja bi dodatno zauzela prostor, ometala svakodnevni život građana i stvarala buku svojim radom. Željeznički promet teče neometano uz potpunu primjenu sigurnosnih standarda za putnike.

4. Održavanje nadstrešnica

Održavanje nadstrešnice minimalno je i u većini slučajeva s odmakom vremena ne zahtijeva osiguranje dodatnih sredstava.

Redoviti pregled provodi se jednom na godinu te obuhvaća vizualni pregled cijele konstrukcije i čišćenje vodoravnih i okomitih žljebova od nakupine lišća, grančica i pijeska i ostalih nečistoća koje donesu vjetar i kiša.

Što se tiče samo konstrukcije, budući da je ona od inox-materijala, nikakav drugi zahvat na konstrukciji nije potreban osim provjere vijaka na stopicama.

Izvanredno održavanje, kao što i sam izraz govori, provodi se izvanredno, nakon vandalizma, nesavjesnog ponašanja i devastacije pod utjecajem ljudskog čimbenika i u većini slučajeva uključuje zamjenu pojedinog segmenta odnosno puknutog dijela, odnosno stakla.

5. Fotodokumentacija s gradilišta



Izvor: [2]

Slika 4. Nadstrešnica u stajalištu Jelisavci



Izvor: [2]

Slika 5. Stajalište Osijek Dravski Most – AB ploča na betonskim temeljima prije ugradnje nadstrešnice



Izvor: [2]

Slika 6. Nadstrešnica u stajalištu Osijek Dravski Most



Izvor: [2]

Slika 7. Ugradnja nadstrešnice u stajalištu Rokovci



Izvor: [2]

Slika 8. Nadstrešnica u stajalištu Rokovci

6. Zaključak

Zahvaljujući ujednačenome i modernome dizajnu, nadstrešnice u željezničkim stajalištima pružaju prepoznatljiv vizualni identitet svakome prostoru, povezujući estetsku privlačnost s vrhunskom funkcionalnošću i praktičnošću u svakodnevnoj upotrebi.

Svojim dizajnom pružaju skladnu urbanu sliku, a unutrašnjost postaje siguran zaklon i oaza mira koja putnike prati do njihove sljedeće destinacije.

Unatoč brojnim prednostima, nadstrešnice su u urbanim sredinama vrlo često izložene vandalizmu, nesavjesnome ponašanju i devastaciji pod utjecajem ljudskog čimbenika. Namjerno razbijanje staklenih stijena i vitrina, uništavanje koševa za otpatke te šaranje grafitima grubo narušavaju njihovu estetiku i funkcionalnost, stvarajući dojam zapuštenosti, oronulosti i osjećaj nelagode.

LITERATURA

- [1] HŽ Infrastruktura d.o.o.: Osnovni tehnički uvjeti tipskih bočnih nadstrešnica, veljača 2014.
- [2] Fotodokumentacija s gradilišta



Izvor: [2]

Slika 9. Nadstrešnica u stajalištu Vrbanja

SAŽETAK

NADSTREŠNICE NA ŽELJEZNIČKIM STAJALIŠTIMA

Peronske nadstrešnice u željezničkim stajalištima pružaju prepoznatljiv vizualni identitet svakome prostoru, povezujući estetsku privlačnost s vrhunskom funkcionalnošću i praktičnošću u svakodnevnoj uporabi. Sastavljene su od modularnih elemenata, konstrukcije od inox-profila s ispunom od kaljenog stakla i opremljene klupom za sjedenje, vitrinom za vozni red i kantom za otpatke. Njihova je ugradnja brza i ne zahtijeva dodatnu mehanizaciju, a održavanja su minimalna. U većini slučajeva na meti su vandalizma, nesavjesnog ponašanja i devastacije po utjecajem ljudskog čimbenika.

Ključne riječi: tipske peronske nadstrešnice, TIP I., TIP II. i TIP III.

Kategorizacija: stručni rad

SUMMARY

PLATFORM SHELTERS AT RAILWAY STOPS

Platform shelters at railway stops provide a distinctive visual identity to every space, combining aesthetic appeal with top-tier functionality and practicality in everyday use. Composed of modular elements, they feature a stainless steel profile structure with tempered glass infill, equipped with a seating bench, a timetable display case, and a waste bin. Their installation is quick and requires no additional heavy machinery, while maintenance needs are minimal. In most cases, they are the target of vandalism, reckless behavior and devastation caused by the human factor.

Key words: standardized platform shelters, TYPE I, TYPE II and TYPE III

Categorization: professional paper

#buildingeverbetter



Swietelsky d.o.o.
Nova cesta 192
10000 ZAGREB
HRVATSKA
T: +385 1 3689 300
E: swietelsky@swietelsky.hr

swietelsky.com

ULOGA HUMANOGA KAPITALA U TEORIJI ENDOGENOG RASTA: ŽELJEZNIČKI SUSTAV

Razumijevanje izvora dugoročnoga gospodarskog rasta već je dugo jedno od središnjih pitanja ekonomije. Klasične i neoklasične teorije rasta tradicionalno su naglašavale akumulaciju fizičkoga kapitala i rada kao primarne odrednice gospodarske uspješnosti. Međutim, empirijski su dokazi sve više pokazivali da se razlike u gospodarskome rastu među zemljama ne mogu u cijelosti objasniti samo tim čimbenicima.



Josip Knežević, mag.
ing. traff.

HŽ Infrastruktura d.o.o.
Rijeka

josip.knezevic3@hzinfra.hr



izv. prof. dr. sc., **Vladimir Ristanović**

Institut za europske studije
Beograd

vmristanovic@gmail.com



mag. ing. traff., **Slavko Džalto**

Veleučilište u Rijeci

sdzalto@veleri.hr

UDK: 625.1+346.2

1. Uvod

Razvoj teorije endogenog rasta tijekom osamdesetih i devedesetih godina 20. stoljeća pružio je novi okvir za razumijevanje gospodarskog rasta. Znanstvenici poput Paula Romera [10, 11] i Roberta Lucasa [8] tvrdili su da znanje, inovacije i humani kapital treba promatrati kao endogene čimbenike sposobne stvarati trajan gospodarski rast. U tom se okviru humani kapital nametnuo kao ključan izvor poboljšanja produktivnosti, tehnološkog napretka i gospodarske konkurentnosti.

U teoriji endogenog rasta akumulacija znanja, inovacije i humani kapital dje-

luju kao unutarnji izvori rasta, a ne kao vanjski tehnološki šokovi. Lucasovi modeli humanoga kapitala naglašavaju da obrazovanje i stjecanje vještina stvaraju učinke prelijevanja, pa povećanje humanoga kapitala može podizati i individualnu produktivnost i agregatni rast [8]. U željezničkome sustavu taj se mehanizam očituje kroz komplementarnost infrastrukture, stručnog znanja i tehnoloških sustava: bolja željeznička povezanost povećava mobilnost radnika i pristup tržištima rada, dok digitalizacija ubrzava razmjenu podataka, koordinaciju prometa i primjenu novih znanja.

U ovom se radu teorijska perspektiva endogenog rasta primjenjuje na željeznički sustav, koji se ne promatra samo kao fizička infrastruktura, nego kao socio-tehnički sustav koji povezuje infrastrukturu, upravljanje i regulaciju prometa, prijevozne usluge, zaposlenike, organizacijsko znanje i digitalne tehnologije. Cilj je rada objasniti kako ulaganja u obrazovanje i vještine, željezničku povezanost i digitalne željezničke sustave mogu povećati produktivnost, ubrzati tehnološko učenje i stvarati prelijevanja znanja, odnosno mehanizme koji su u središtu teorije endogenog rasta.

2. Teorijska evolucija modela rasta

Shvaćanje gospodarskog rasta tijekom vremena znatno se razvijalo. Rani klasični ekonomisti, među kojima su Adam Smith i David Ricardo, naglašavali su akumulaciju kapitala, specijalizaciju rada i širenje tržišta kao ključne odrednice gospodarskog napretka. Međutim, moderna teorija rasta započela je neoklasičnim modelom koji je razvio Solow [13].

Prema Solowljevom modelu, gospodarska proizvodnja ovisi o fizičkome kapitalu,

radu i tehnološkome napretku. Iako povećanja kapitala i rada pridonose gospodarskome širenju, opadajući granični prinosi s vremenom smanjuju njihovu učinkovitost. Zato se održivi rast može ostvariti samo tehnološkim napretkom.

Proizvodna funkcija može se izraziti kao:

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$$

pri čemu je:

- Y = proizvodnja
- A = razina tehnologije
- K = fizički kapital
- L = radna snaga
- α = parametar koji predstavlja elastičnost proizvodnje s obzirom na fizički kapital, pri čemu vrijedi $0 < \alpha < 1$.

Iako Solowljev model uspješno objašnjava mnoge aspekte gospodarskog rasta, ostavlja jedno važno pitanje bez odgovora: **odakle dolazi tehnološki napredak?**

Teorija endogenog rasta pojavila se kao pokušaj rješavanja tog pitanja. Umjesto da tehnologiju promatraju kao vanjski čimbenik, modeli endogenog rasta tehnološki napredak objašnjavaju ekonomskim odlukama povezanim s obrazovanjem, inovacijama, istraživanjem i oblikovanjem humanoga kapitala.

Ta je promjena iz temelja izmijenila tumačenje gospodarskog rasta. Ljudsko znanje više se nije promatralo samo kao potporni čimbenik, nego kao proizvodna imovina sposobna stvarati rastuće prinosi i samoodrživi rast.

2.1. Humani kapital u Lucasovu modelu

Jedan od najutjecajnijih doprinosa teoriji endogenog rasta dao je Lucas [8], koji je akumulaciju humanoga kapitala istaknuo kao središnju odrednicu rasta.

Lucas [8] uveo je koncept prema kojemu pojedinci ulažu vrijeme i resurse u obrazovanje i stjecanje vještina, čime povećavaju svoju produktivnost. Još važnije, tvrdio je da humani kapital stvara vanjske učinke koji pogoduju širemu gospodarstvu.

Lucasova [8] proizvodna funkcija može se prikazati kao:

$$Y = AK^\alpha(uHL)^{1-\alpha}$$

pri čemu je:

- Y = proizvodnja
- K = fizički kapital
- u = udio vremena posvećen proizvodnim aktivnostima
- H = razina humanoga kapitala
- L = radna snaga
- α = parametar koji predstavlja elastičnost proizvodnje s obzirom na fizički kapital, pri čemu vrijedi $0 < \alpha < 1$.

Ključna implikacija modela jest da učenje stvara učinke prelijevanja. Kada pojedinci stječu znanje, ne poboljšavaju samo vlastitu produktivnost, nego interakcijom, suradnjom i širenjem znanja pridonose produktivnosti drugih.

Taj mehanizam stvara rastuće društvene prinose obrazovanja i pomaže objasniti zašto zemlje sa snažnim obrazovnim sustavima često ostvaruju više stope dugoročnoga gospodarskog rasta. Chen i Kee [3] pokazuju da je povezanost humanoga kapitala i gospodarskog rasta vezana uz stopu rasta produktivnosti i proizvodnje po radniku.

2.2. Humani kapital i prelijevanje znanja

Znanje se temeljno razlikuje od fizičkoga kapitala jer ima obilježja nerivalskog dobra. Primjena znanja jednog pojedinca ne sprječava njegovu istodobnu primjenu od strane drugih.

Naprimjer, kada inženjer razvije novu proizvodnu metodu, temeljno se znanje može replicirati i primijeniti u cijeloj industriji uz razmjerno nizak trošak [14]. Posljedično, društvene koristi znanja često premašuju privatne koristi njegova tvorca.

Ta se pojava uobičajeno naziva prelijevanjem znanja. Prelijevanja znanja jedan su od najvažnijih mehanizama kojima



Slika 1. Faze gospodarskog rasta

humani kapital pridonosi endogenome rastu. Pomažu objasniti zašto ulaganja u obrazovanje i istraživanje mogu stvarati učinke rasta koji se prenose kroz generacije.

Važno je da svaka faza jača sljedeću, stvarajući kumulativnu dinamiku razvoja koja se sama održava.

2.3. Humani kapital u digitalnome i zelenome gospodarstvu

Važnost humanoga kapitala znatno se povećala u 21. stoljeću zbog digitalizacije i prelaska prema održivome razvoju.

Tradicionalni gospodarski rast uvelike se oslanjao na fizičku imovinu poput tvornica, strojeva i infrastrukture. Moderna gospodarstva sve više ovise o nematerijalnoj imovini, uključujući znanje, podatke, inovacijske sposobnosti i napredne vještine.

Pojava umjetne inteligencije, automatizacije, tehnologija obnovljive energije i digitalnih platformi povećala je potražnju za visokokvalificiranim radnicima sposobnima stvarati i primjenjivati novo znanje.

Zato ulaganja u obrazovanje sada imaju višestruku svrhu:

- povećanje produktivnosti
- poticanje inovacija
- olakšavanje usvajanja tehnologije
- jačanje okolišne održivosti
- poboljšanje otpornosti na gospodarske šokove.

U tome kontekstu humani kapital ne djeluje samo kao čimbenik proizvodnje, nego kao glavni mehanizam kojim se gospodarstva prilagođavaju strukturnim promjenama.

2.4. Ilustrativni primjer Južne Koreje

Gospodarska transformacija Južne Koreje koristan je primjer odnosa između humanoga kapitala i endogenog rasta.

Tijekom šezdesetih godina 20. stoljeća Južna Koreja imala je ograničene prirodne resurse i relativno niske razine dohotka. Prepoznajući važnost obrazovanja, donositelji politika znatno su ulagali u opće školovanje, tehničko obrazovanje i razvoj sveučilišta

Tijekom sljedećih desetljeća ta su ulaganja pridonijela stvaranju visokokvalificiranih radnika, inženjera i istraživača sposobnih poduprijeti industrijsku modernizaciju i tehnološke inovacije.

Prelazak zemlje s radno intenzivne proizvodnje na napredne industrije poput poluvodiča, elektronike i digitalnih tehnologija pokazuje kako akumulacija humanoga kapitala može postati temelj dugoročnoga gospodarskog rasta.

Južnokorejsko iskustvo podupire središnju postavku teorije endogenog rasta prema kojoj održivi razvoj ne ovisi samo o akumulaciji fizičkoga kapitala, nego i o kontinuiranome ulaganju u znanje i vještine.

3. Od egzogene do endogene teorije rasta

Neoklasični model rasta koji je razvio Robert Solow objašnjava gospodarski rast akumulacijom kapitala, rada i tehnološkog napretka. Iako akumulacija kapitala može kratkoročno povećati opseg proizvodnje, opadajući prinosi s vremenom smanjuju njezin doprinos rastu. Zato održivi dugoročni rast ponajprije ovisi o tehnološkome napretku.

Ključno ograničenje Solowljevog modela jest to što se tehnološki napredak promatra kao egzogeni čimbenik. Model ne objašnjava zašto se tehnologija poboljšava ni kako društva stvaraju inovacije.

Teorija endogenog rasta pojavila se kao odgovor na to ograničenje. Umjesto pretpostavke da se tehnološki napredak događa izvan gospodarskog sustava, endogeni modeli rast objašnjavaju ulaganjima u istraživanje, inovacije, učenje i humani kapital. Stvaranje znanja postaje gospodarska aktivnost koja stvara rastuće prinose i dugoročna povećanja produktivnosti.

Taj teorijski zaokret preusmjerio je pozornost s fizičkoga kapitala prema nematerijalnoj imovini, osobito humanome kapitalu i akumulaciji znanja.

Empirijsku važnost uključivanja humanoga kapitala u modele rasta dodatno potvrđuju Mankiw, Romer i Weil [9], dok Romer [12] naglašava vezu između humanoga kapitala i gospodarskog rasta.

4. Humani kapital kao pokretač endogenog rasta

Humani kapital odnosi se na zalihu znanja, vještina, kompetencija i zdravlja utjelovljenih u pojedincima, koja povećava njihov proizvodni kapacitet. Ulaganja u obrazovanje, osposobljavanje i cjeloživotno učenje povećavaju kvalitetu rada i poboljšavaju gospodarske rezultate.

Lucas [8] tvrdio je da akumulacija humanoga kapitala stvara pozitivne eksternalije jer znanje koje je stekao jedan pojedinac može neizravno koristiti drugima putem interakcije, učenja i širenja znanja. Posljedično, ulaganja u obrazovanje donose društvene prinose veće od privatnih.

U modelima endogenog rasta humani kapital utječe na gospodarski rast kroz nekoliko kanala:

- povećanje produktivnosti rada
- olakšavanje usvajanja tehnologije
- poticanje inovacijskih aktivnosti
- unaprjeđivanje istraživanja i razvoja
- poboljšanje organizacijske učinkovitosti
- ubrzavanje širenja znanja.

Za razliku od fizičkoga kapitala, znanje i vještine nisu neophodno podložni opadajućim prinosima. Kako se znanje akumulira, ono može stvarati dodatno znanje, čime nastaje dinamika rasta koja se sama osnažuje.

5. Mehanizmi koji povezuju humani kapital, željeznički sustav i gospodarski rast

Humani kapital pridonosi gospodarskom rastu kroz tri glavna mehanizma. Prvo, obrazovanje povećava produktivnost radnika jer vještiji radnici učinkovitije se koriste postojećim tehnologijama i prilagođavaju promjenama u proizvodnim procesima. Drugo, humani kapital podupire inovacije: visokoobrazovani pojedinci pridonose istraživanju, tehnološkome razvoju i stvaranju novih proizvoda i usluga. U Romerovu okviru stvaranje znanja postaje središnji izvor gospodarske ekspanzije. Treće, humani kapital povećava apsorpcijski kapacitet gospodarstva, odnosno sposobnost usvajanja i primjene tehnologija razvijenih drugdje [6]. U željezničkome sustavu ti se mehanizmi očituju kroz stručnu primjenu novih signalno-sigurnosnih, komunikacijskih, upravljačkih i održavateljskih tehnologija te kroz prijenos znanja između upravitelja infrastrukture, prijevoznika, industrije i obrazovnih institucija.

Ti mehanizmi stvaraju pozitivan krug u kojemu obrazovanje i osposobljavanje povećavaju produktivnost željezničkog sustava, viša produktivnost i pouzdanost olakšavaju rast prometne aktivnosti, a ostvareni razvoj stvara prostor za nova ulaganja u ljude, infrastrukturu i tehnološke sposobnosti.

6. Praktične ilustracije u željezničkome sustavu

Teorijske postavke endogenog rasta mogu se jasno prikazati na željeznič-

kome sustavu, u kojemu se fizička infrastruktura, humani kapital i digitalne tehnologije međusobno nadopunjuju. Željeznička povezanost može utjecati na humani kapital preko lakšeg pristupa tržištu rada, kraćeg vremena putovanja i intenzivnijih interakcija među radnicima, poduzećima, sveučilištima i istraživačkim institucijama. Pregled OECD-a [4] pokazuje da infrastrukturalna ulaganja mogu poticati rast preko mrežnih eksternalija, ekonomija razmjera i jačanja konkurencije. Iz perspektive endogenog rasta važan je mehanizam kojim željeznica povećava mobilnost znanja, olakšava specijalizaciju i podupire primjenu novih tehnologija. Sljedeći primjeri prikazuju različite oblike tog međudjelovanja.

6.1. Brze željeznice i mobilnost znanja u Kini

Širenje kineske mreže brzih željeznica važan je primjer međudjelovanja infrastrukture i humanoga kapitala. Iako se željeznička ulaganja tradicionalno promatraju kao dodatak fizičkome kapitalu, njihovi dugoročni gospodarski učinci nadilaze prometne usluge.

Poboljšana povezanost povećala je mobilnost kvalificiranih radnika, istraživača i poduzetnika, olakšavajući razmjenu znanja između gradova i regija. Intenzivnija interakcija među sveučilištima, istraživačkim centrima i poduzećima ojačala je inovacijske aktivnosti i ubrzala širenje znanja. Iz perspektive teorije endogenog rasta, željeznička infrastruktura pridonosi rastu ne samo smanjenjem troškova prijevoza, nego i podupiranjem kretanja humanoga kapitala te stvaranjem prelijevanja znanja u cijelome gospodarstvu (vidjeti također [5]).

6.2. Digitalni željeznički sustavi u Europi

Digitalna transformacija europskih željeznica pokazuje rastuću važnost humanoga kapitala u tehnološki intenzivnome željezničkom sustavu. Digitalni željeznički sustavi nisu strateški dokumenti, nego konkretni tehnički i operativni sustavi. Ključni europski okvir jest ERTMS (European Rail Traffic Management System), koji obuhvaća ETCS (European Train Control System), RMR (Railway Mobile Radio) s GSM-R-om i njegovim budućim nasljednikom FRM-

CS-om (*Future Railway Mobile Communication System*) te ATO (*Automatic Train Operation*) [15]. Ti sustavi povezuju nadzor kretanja vlakova, sigurnosne funkcije, radiokomunikaciju i postupnu automatizaciju, čime podupiru interoperabilnost europske željezničke mreže.

Uspješna primjena ERTMS-a, ETCS-a, FRMCS-a i ATO-a ovisi o inženjerima, prometnim stručnjacima, stručnjacima za signalno-sigurnosne i telekomunikacijske sustave, softverskim stručnjacima, analitičarima podataka te operativnome osoblju koje mora biti osposobljeno za rad u digitalnome okružju. Europska komisija među koristima ERTMS-a navodi veću sigurnost, kapacitet i performanse, mogućnost smanjenja troškova održavanja te daljnju digitalizaciju željeznice [16]. Iz perspektive endogenog rasta, tehnološka oprema sama po sebi nije dovoljna: produktivni učinak nastaje kada je digitalna investicija praćena akumulacijom znanja, osposobljavanjem i organizacijskom sposobnošću primjene nove tehnologije.

6.3. Shinkansen i tehnološko učenje u Japanu

Japanski sustav Shinkansen jedan je od najuspješnijih primjera infrastrukturno poduprtoga tehnološkog razvoja. Osim svoje prometne funkcije, projekt je potaknuo ulaganja u inženjersko obrazovanje, istraživačke ustanove i tehnološke sposobnosti.

Kontinuirano unaprjeđivanje željezničkih tehnologija stvorilo je učinke učenja koji su se proširili na druge sektore gospodarstva. Inženjeri i istraživači uključeni u razvoj željeznice pridonijeli su širim industrijskim inovacijama, jačajući tehnološku konkurentnost Japana. To iskustvo pokazuje kako ulaganja u humani kapital i tehnološke sposobnosti mogu stvarati kumulativne učinke rasta u skladu s teorijom endogenog rasta.

Ti primjeri pokazuju da sama željeznička infrastruktura rijetko može objasniti dugoročne razvojne učinke. Rast proizlazi iz međudjelovanja fizičke imovine, humanoga kapitala i tehnoloških sposobnosti potrebnih za stvaranje, primjenu i širenje znanja. U tom je smislu humani kapital mehanizam kojim se ulaganja u željezničku mrežu i digitalne sustave pretvaraju u veću produktivnost, pouz-

danost, inovacijski kapacitet i šire gospodarske učinke (vidjeti također [7]).

Tradicionalni pristupi infrastrukturu često promatraju ponajprije kao sredstvo za prijevoz robe i putnika. Teorija endogenog rasta omogućuje šire tumačenje željezničkog sustava kao platforme za mobilnost ljudi, znanja i inovacija. Zato njegova gospodarska vrijednost ne ovisi samo o kilometrima pruga ili vrijednosti ugrađene opreme, nego i o sposobnosti organizacija i zaposlenika da se raspoloživom infrastrukturom i digitalnim sustavima koriste za sigurniji, pouzdaniji i produktivniji tijek prometa te za povezivanje regionalnih tržišta rada i znanja.

7. Implikacije za javne politike

Teorija endogenog rasta upućuje na to da se razvoj željezničkog sustava ne bi smio svoditi samo na ulaganja u pruge, kolodvore i vozila. Za ostvarivanje dugoročnih učinaka potrebno je istodobno ulagati u ljudske resurse, organizacijsko znanje i sposobnost usvajanja novih tehnologija. Pritom željeznički sektor ima šire gospodarske učinke kroz zaposlenost, dobavne lance, regionalnu povezanost i mobilnost [2], zbog čega je kvaliteta humanoga kapitala relevantna i za prometnu i za razvojnu politiku.

Posebno je važno povezati programe modernizacije s planiranjem kompetencija. Uvođenje ERTMS-a, ETCS-a, FRMCS-a, ATO-a, digitalnih postavnih uređaja, sustava upravljanja prometom i prediktivnog održavanja mijenja strukturu potrebnih znanja i povećava potražnju za digitalnim, inženjerskim i podatkovnim kompetencijama. Zato javna ulaganja u digitalizaciju željeznice trebaju uključivati troškove osposobljavanja, prekvalifikacije, prijenosa znanja i upravljanja organizacijskim promjenama.

Na strateškoj razini Strategija za održivu i pametnu mobilnost Europske komisije čini politički okvir za zelenu i digitalnu transformaciju prometa, ali sama po sebi nije digitalni željeznički sustav [17]. Konkretni digitalni željeznički sustavi poput ERTMS-a i FRMCS-a zahtijevaju tehničke standarde, interoperabilnost i odgovarajuće kompetencije zaposlenika. Zbog toga se prometna strategija i razvoj humanoga kapitala moraju provoditi koordinirano.

Iz perspektive javnih politika, cilj ne bi trebao biti samo nabava tehnologije, nego izgradnja sposobnosti željezničkog sustava da se tom tehnologijom trajno koristi, da je održava i unaprjeđuje. To zahtijeva suradnju upravitelja infrastrukture, željezničkih prijevoznika, regulatornih tijela, proizvođača opreme, sveučilišta i strukovnih obrazovnih institucija.

Prioriteti javnih politika u željezničkome sustavu jesu:

- povezivanje infrastrukturnih i digitalnih investicija s planovima razvoja kompetencija zaposlenika
- sustavno osposobljavanje za ERTMS, ETCS, FRMCS, automatizaciju, upravljanje podacima i kibernetičku sigurnost
- jačanje strukovnog, visokoškolskog i cjeloživotnog obrazovanja za željeznička zanimanja
- poticanje suradnje između željezničkog sektora, industrije, sveučilišta i istraživačkih institucija
- uvođenje mjerljivih pokazatelja učinaka digitalizacije na sigurnost, kapacitet, pouzdanost i produktivnost
- planiranje generacijske obnove, prijenosa stručnog znanja i prilagodbe radnih mjesta tehnološkim promjenama.

Takav pristup omogućuje da se ulaganja u željeznicu promatraju kao zajedničko ulaganje u fizički, digitalni i humani kapital. Upravo njihova komplementarnost određuje u kojoj će se mjeri infrastrukturna modernizacija pretvoriti u višu produktivnost, pouzdaniju uslugu, brže širenje znanja i dugoročnu konkurentnost željezničkog sustava.

8. Zaključak

Teorija endogenog rasta čini prikladan okvir za razumijevanje zašto razvoj željezničkog sustava ne ovisi samo o akumulaciji fizičke infrastrukture. Dugoročni učinci nastaju kada se ulaganja u pruge, kolodvore, signalno-sigurnosne i komunikacijske sustave povežu s akumulacijom znanja, razvojem vještina, tehnološkim učenjem i inovacijama.

U željezničkome sustavu humani kapital djeluje kao poveznica između infrastrukturne investicije i njezina stvarnog učinka. Kvalificirani zaposlenici omogu-

ćuju sigurnu i učinkovitu primjenu tehnologije, prilagodbu operativnih procesa te prijenos znanja među organizacijama i regijama. Na taj način željeznička povezanost može podupirati mobilnost radne snage i širenje znanja, dok digitalizacija povećava sposobnost sustava da se raspoloživom infrastrukturom koristi produktivnije.

Primjeri brzih željeznica u Kini, digitalnih željezničkih sustava u Europi i Shinkansen u Japanu pokazuju različite oblike komplementarnosti fizičkoga i humanoga kapitala. Posebno europski razvoj ERTMS-a, ETCS-a, FRMCS-a i ATO-a potvrđuje da tehnološka modernizacija zahtijeva stalno osposobljavanje stručnog i operativnog osoblja te organizacijsku sposobnost upravljanja složenim digitalnim sustavima.

Za donositelje javnih politika iz toga proizlazi potreba da se željezničke investicije planiraju integrirano: uz fizičku modernizaciju mreže potrebno je osigurati razvoj kompetencija, cjeloživotno učenje, prijenos stručnog znanja, suradnju obrazovnih institucija i industrije te mjerljivo praćenje učinaka digitalizacije na sigurnost, kapacitet, pouzdanost i produktivnost.

Zaključno, željeznički sustav može pri-donositi endogenome gospodarskom rastu kada djeluje kao infrastruktura mobilnosti i istodobno kao platforma za cirkulaciju znanja, tehnološko učenje i inovacije. Zato održivi učinak proizlazi iz usklađenog razvoja fizičkoga kapitala, digitalnih sustava i humanoga kapitala, a ne iz pojedinačnog ulaganja u bilo koju od tih sastavnica.

LITERATURA

- [1] Becker, G. S. (1964). Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. University of Chicago Press.
- [2] CER (2025). The Economic Footprint of Railway Transport in Europe, Study for the Community of European Railway and Infrastructure Companies (CER), Oxford Economics, September 2025.
- [3] Chen, D. H. C., & Kee, H. L. (2005). Knowledge and Endogenous Growth. World Bank Policy Research Working Paper 3539. [https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstream-s5d141de2-e9a7-5b1a-9aaa-4f02095e141e/content](https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstream/s5d141de2-e9a7-5b1a-9aaa-4f02095e141e/content)
- [4] Égert, B., Kožluk, T., & Sutherland, D. (2009). Infrastructure and Growth: Empirical Evidence. OECD Economics Department Working Papers, No. 685, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/225682848268>
- [5] ITF. (2014). The Economics of Investment in High-Speed Rail, ITF Round Tables, No. 155, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789282107751-en>
- [6] Izushi, H. & Huggins, R. (2004). Empirical analysis of human capital development and economic growth in European regions. In: Impact of education and training. Third report on vocational training research in Europe: background report. Des-cy, P.; Tessaring, M. (eds). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004 (Cedefop Reference series, 54) https://www.cedefop.europa.eu/files/BgR3_Izushi.pdf
- [7] Kumagai, J., Yoo, S. & Managi, S. (2023). Railway Expansions and Human Capital Growth: A 20-Year Causal Analysis in Tokyo, Faculty of Economics, Fukuoka University. <https://conference.wdc-jp.com/seeps/2024/program/contents/common/doc/PR0097.pdf>
- [8] Lucas, R. E. (1988). On the Mechanics of Economic Development. Journal of Monetary Economics, 22(1), 3-42.
- [9] Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. Quarterly Journal of Economics, 107(2), 407-437.
- [10] Romer, P. M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. Journal of Political Economy, 94(5), 1002-1037.
- [11] Romer, P. M. (1990a). Endogenous Technological Change. Journal of Political Economy, 98(5), S71-S102.
- [12] Romer, P. M. (1990b). Human capital and growth: Theory and evidence, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, Elsevier, 32(1), 251-286.
- [13] Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. Quarterly Journal of Economics, 70(1), 65-94.
- [14] Vourvachaki, E., Jerbashian, V. & Slobodyan, S. (2014). Specific and General Human Capital in an Endogenous Growth Model, CERGE-EI Working Paper Series 520 (ISSN 1211-3298) <https://www.cerge-ei.cz/pdf/wp/Wp520.pdf>
- [15] European Commission (n.d.). What is ERTMS and how does it work? Directorate-General for Mobility and Transport. https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/ertms/what-ertms-and-how-does-it-work_en (pristupljeno 1. rujna 2026).
- [16] European Commission (n.d.). What are the benefits? European Rail Traffic Management System (ERTMS), Directorate-General for Mobility and Transport. https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/ertms/what-are-benefits_en (pristupljeno 1. rujna 2026).
- [17] European Commission (2020). Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future. COM(2020) 789 final, Brussels, 9 December 2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2020:789:FIN>

SAŽETAK

ULOGA HUMANOGA KAPITALA U TEORIJI ENDOGENOG RASTA: ŽELJEZNIČKI SUSTAV

Rad analizira ulogu humanoga kapitala u teoriji endogenog rasta s posebnim osvrtom na željeznički sustav. Polazi se od postavke da znanje, vještine, inovacije i tehnološko učenje predstavljaju endogene izvore dugoročnoga gospodarskog rasta. Željeznički sustav promatra se kao složen socio-tehnički sustav u kojemu se učinci ulaganja u infrastrukturu ostvaruju u interakciji s kvalificiranim zaposlenicima, organizacijskim znanjem i digitalnim tehnologijama. Posebna se pozornost posvećuje mehanizmima kojima željeznička povezanost povećava mobilnost rada i dostupnost tržišta, dok digitalni sustavi poput ERTMS-a, ETCS-a, GSM-R-a/FRMCS-a i ATO-a povećavaju interoperabilnost, sigurnost, kapacitet i produktivnost. Primjeri brzih željeznica u Kini, digitalizacije željeznica u Europi i Shinkansen u Japanu ilustriraju kako ulaganja u humani kapital i tehnološke sposobnosti stvaraju prelijevanja znanja. Zaključno, održivi razvoj željezničkog sustava zahtijeva usklađena ulaganja u infrastrukturu, ljude i digitalne sustave, čime se jačaju produktivnost, inovacijski kapacitet i dugoročna konkurentnost gospodarstva.

Ključne riječi: humani kapital, teorija endogenog rasta, prometna povezanost, željeznički sustav, prelijevanje znanja

Kategorizacija: stručni rad

SUMMARY

THE ROLE OF HUMAN CAPITAL IN ENDOGENOUS GROWTH THEORY: THE RAILWAY SYSTEM

The paper analyses the role of human capital in endogenous growth theory with particular reference to the railway system. It is based on the proposition that knowledge, skills, innovation and technological learning are endogenous sources of long-term economic growth. The railway system is viewed as a complex socio-technical system in which the effects of infrastructure investment arise through interaction with qualified employees, organisational knowledge and digital technologies. Special attention is paid to the mechanisms through which rail connectivity increases labour mobility and access to markets, while digital systems such as ERTMS, ETCS, GSM-R/FRMCS and ATO improve interoperability, safety, capacity and productivity. Examples of high-speed rail in China, railway digitalisation in Europe and the Shinkansen in Japan illustrate how investments in human capital and technological capabilities generate knowledge spillovers. The paper concludes that sustainable development of the railway system requires coordinated investment in infrastructure, people and digital systems, thereby strengthening productivity, innovation capacity and long-term economic competitiveness.

Key words: human capital, endogenous growth theory, transport connectivity, railway system, knowledge spillovers

Categorization: professional paper



CENOZA
P R O M E T

**VAŠ PARTNER U IZGRADNJI, REMONTU
I ODRŽAVANJU ŽELJEZNIČKE INFRASTRUKTURE**

Cenoza promet d.o.o. / Milutina Barača 54 / 51000 Rijeka / www.cenoza.com / 051 732 113

HERMES – ELEKTRIČNE LOKOMOTIVE MOGU PROMETOVATI I BEZ KONTAKTNOG VODA

Dekarbonizacija željezničkog prometa i smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima potiču razvoj novih rješenja za napajanje željezničkih vozila na neelektrificiranim i djelomično elektrificiranim prugama. U tome kontekstu razvijen je HERMES (Hydrogen Repowering Management System), koncept vanjskoga vodikova energetskog sustava namijenjen produljenju autonomije električnih lokomotiva izvan dosega kontaktne mreže, uz zadržavanje njihova osnovnoga vučnog sustava.



Tin Viduka, mag.ing.traff.

Altpro

t.viduka@altpro.hr

UDK: 629.4

1. Električna vuča i bez kontaktnog voda

HERMES (*Hydrogen Repowering Management System*) vanjski je vodikov energetski sustav koji postojećoj električnoj lokomotivi omogućuje nastavak vožnje tamo gdje nema kontaktnog voda. Umjesto gradnje potpuno nove lokomotive uz postojeću flotu ili duboke preinake postojećega vozila, izvor energije prilagođava se lokomotivi: na zasebnome vagonu proizvodi se i pretvara električna energija te se lokomotivi isporučuje napajanje kompatibilno s njezinim postojećim vučnim sustavom.

Lokomotiva pritom ostaje električno vučno vozilo. Strojovoda njome upravlja na uobičajen način, dok HERMES prati zahtjev za snagom i samostalno upravlja proizvodnjom energije, baterijskim međuspremnikom, pomoćnim funkcijama i zaštitama. Na elektrificiranoj dionici lokomotiva se napaja iz kontaktnog voda, a nakon kontrolirane promjene izvora može nastaviti električnu vuču napajana HERMES-om.

Takav pristup odgovara na konkretno ograničenje današnje željeznice. Električna vuča energetski je učinkovita, tehnički zrela i bez štetnih emisija, ali

vezana je uz dostupnost kontaktne mreže. Na njezinu kraju električnu lokomotivu u pravilu treba zamijeniti dizelskom. Zato operater mora održavati zasebnu dizelsku flotu, osigurati dodatno osoblje i provesti promjenu lokomotive ili završiti vožnju električnog vlaka na granici elektrificirane dionice.

Razmjer tog ograničenja nije malen. HŽ Infrastruktura upravlja mrežom dugom 2617 km, od čega je 1013 km, odnosno približno 39 posto, elektrificirano. Zato oko 1600 km hrvatskih pruga nema kontaktni vod [1]. U Europskoj uniji 2024. bilo je elektrificirano 57,6 posto od ukupno 201 314 km mreže. Članice koje su blizu potpunoj elektrifikaciji rijetke su. Luksemburg je dosegao 96,7 posto, a Belgija 88,0 posto. Švicarska, izvan EU-a, izniman je primjer s 99,8 posto elektrificirane mreže [2]. Na drugoj strani spektra, više od 99 posto teretnih i međugradskih putničkih lokomotiva u SAD-u i dalje se oslanja na dizelsko gorivo [3].

Istodobno se u Europskoj uniji, Švicarskoj i Norveškoj koristi približno 14 500 električnih lokomotiva. Njihov dug ži-

votni vijek velika je postojeća tehnička i gospodarska vrijednost [4]. Uobičajeni odgovor na neelektrificiranu mrežu jest nabava ili razvoj novoga dizelskog, baterijskog ili vodikova vozila. HERMES polazi od suprotnog pitanja: može li se novi izvor energije prilagoditi postojećoj električnoj lokomotivi? Takav pristup zadržava vozilo i njegove dokazane funkcije, dok proizvodnju, skladištenje i pretvorbu energije izdvaja u zasebnu mobilnu cjelinu.

2. Energija prilagođena lokomotivi

Pojam *repowering* u nazivu HERMES označuje obnovu i proširenje pogonske sposobnosti zamjenom izvora energije, a ne pretvaranje električne lokomotive u vodikovu lokomotivu. Lokomotiva ostaje električno vučno vozilo. HERMES joj izvan kontaktne mreže osigurava jednofazno napajanje od 25 kV, 50 Hz, standardni sustav električne vuče u Hrvatskoj, kojim se lokomotiva već koristi. Uz ciljane izmjene izlaznoga pretvaračkog i transformatorskog stupnja te pripadajućih zaštita sustav se može prilagoditi i drugim sustavima napajanja, bez promjene temeljne koncepcije.



Izvor: [6]

Slika 1. Ilustracija sustava HERMES s električnom lokomotivom

Iz perspektive lokomotive HERMES je alternativna vanjska elektroenergetska mreža. Vučni motori, glavni vučni pretvarači, kočni sustav i temeljna filozofija upravljanja ne mijenjaju se. Zahvati na lokomotivi ograničeni su na jasno definirano visokonaponsko, sklopno, komunikacijsko i upravljačko sučelje. Kada HERMES nije spojen ili odabran, lokomotiva zadržava izvornu funkciju napajanja iz kontaktnog voda.

Vodikovi spremnici, gorivni članci, baterijski međuspremnik i energetska elektronika ne zauzimaju prostor u lokomotivi niti uvjetuju potpunu rekonstrukciju njezina rasporeda. Životni ciklus izvora energije odvaja se od životnog ciklusa vozila: modul se može servisirati ili tehnološki nadograditi bez razvoja nove lokomotive. U budućnosti može se prilagoditi različitim kompatibilnim vozilima, dok lokomotiva bez njega ostaje uporabiva na elektrificiranoj mreži.

Za strojovodu HERMES nije dodatni pogonski sustav kojim mora neposredno upravljati. Srojovoda odabire izvor napajanja, pokreće postupak uspostave rada i nastavlja upravljati lokomotivom njezinim uobičajenim komandama. HER-

MES prati traženo opterećenje te usklađuje proizvodnju energije, rad baterijskog međuspremnika, hlađenje, pomoćne potrošače i zaštitne funkcije.

3. Zašto vanjski energetska vagon

HERMES je smješten na teretnome vagonu duljine 60 stopa i podijeljen na modul za skladištenje vodika u gabaritu standardne ISO jedinice od 20 stopa te na modul za proizvodnju i pretvorbu energije u gabaritu jedinice od 40 stopa. Time se spremnik visokotlačnog vodika odvaja od prostora s gorivnim člancima, baterijskim međuspremnikom, pretvaračima, transformatorom i upravljačkom opremom.

Odabir standardnih ISO dimenzija ima praktičnu vrijednost. Poznata geometrijska ovojnica olakšava provjeru željezničkog profila, prolaska kroz tunele i zavoje te odnosa prema infrastrukturnim objektima. Ne zamjenjuje konačnu provjeru konkretne pruge, ali smanjuje broj nepoznanica. Istodobno omogućuje da se moduli ili oprema do mjesta upotrebe i servisa prevoze i drugim prijevoznim sredstvima prilagođenima kontejnerske prijevozu: cestom, brodom ili

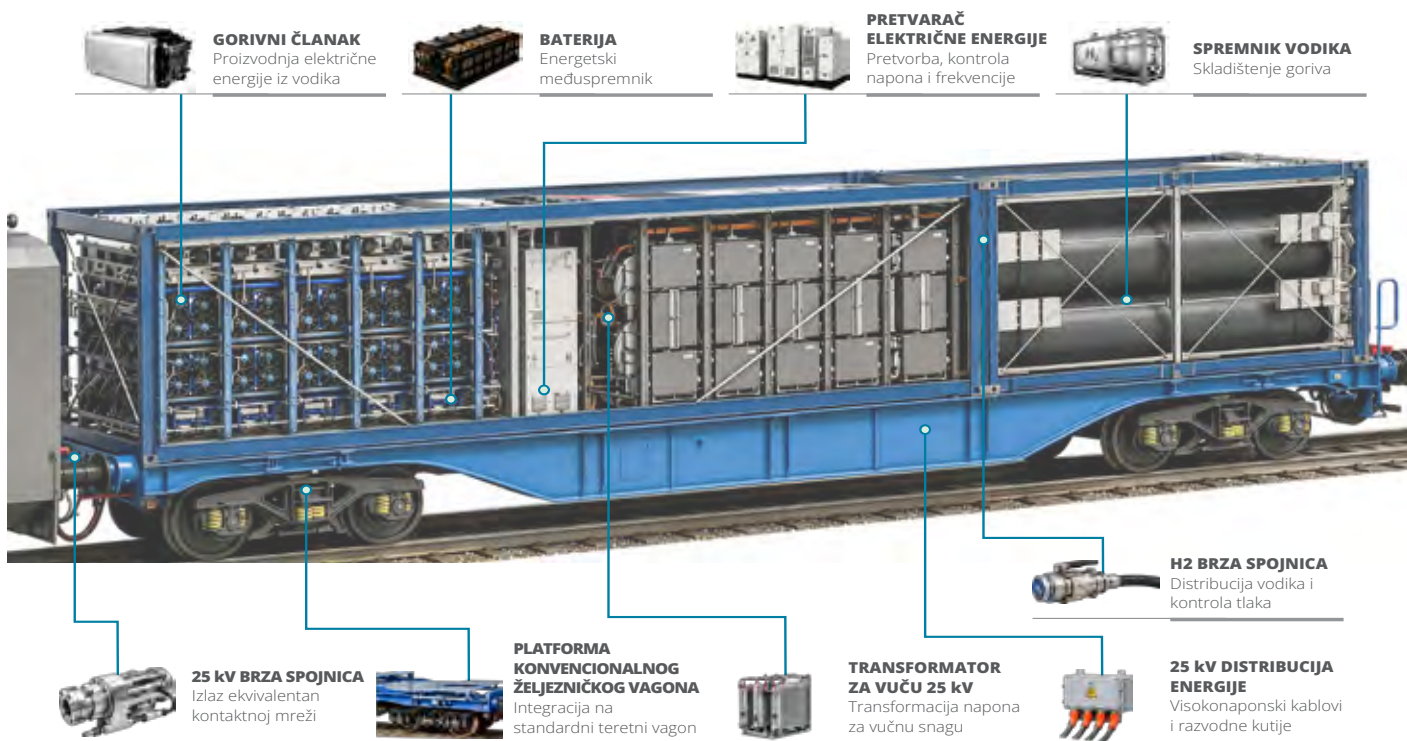
željeznicom. Tako standardne dimenzije pojednostavljaju manipulaciju, skladištenje, logistiku i buduću industrijalizaciju.

Modul za skladištenje vodika zamišljen je kao zamjenjiva cjelina. Umjesto da se cijeli vlak zadržava na punionici, može se ukloniti ispražnjeni modul i postaviti prethodno napunjeni, uz minimalan broj brzih spojki za vodikove, električne i komunikacijske veze. Aktualna konfiguracija predviđa približno 500 kg vodika pri tlaku do 500 bara. Modularna arhitektura ostavlja prostor za druge kapacitete i tlakove u budućim izvedbama [6,7].

Cjelokupan napunjen i operativan sustav projektira se za smještaj unutar željezničkog profila GA, najveću brzinu vagona od 120 km/h, osovinsko opterećenje do 20 t po osovini i rad pri temperaturi okoliša od -20 °C do +40 °C.

4. Od vodika do 25 kv

Električnu energiju proizvode PEM gorivni članci raspoređeni u dva funkcionalno neovisna ogranka. Vodik se dovodi kroz regulirani sustav s ventilima, filtriranjem te nadzorom tlaka i protoka. Gorivni



Izvor: [7]

Slika 2. Komponente sustava HERMES

članci pretvaraju kemijsku energiju vodika u istosmjernu električnu energiju, bez lokalnih emisija ugljikova dioksida iz procesa proizvodnje električne energije. Ukupna instalirana električna snaga gorivnih članaka na početku radnog vijeka iznosi približno 1,7 MW. BOL (*Beginning of Life*) označuje početne performanse novog sklopa. Nazivni izlaz HERMES-a od 1,5 MVA ne deklarira se samo prema toj početnoj vrijednosti, nego uz uračunano starenje gorivnih članaka i raspoloživu snagu u stanju EOL (*End of Life*), odnosno na kraju predviđenoga radnog vijeka. Time se tražene performanse vežu uz životni vijek sustava, a ne samo uz njegove najbolje početne uvjete [7].

Zahtjev lokomotive za snagom brzo se mijenja pri pokretanju, ubrzanju, promjeni nagiba i radu pomoćnih sustava. Zato gorivni članci pokrivaju osnovni i prosječni energetska zahtjev, dok baterije služe kao međuspremnik s vrlo brzim odzivom. Međuspremnik je dimenzioniran tako da može pokriti puni zahtjev sustava od 1,5 MVA tijekom približno osam minuta. Njegova uloga nije samostalan pogon vlaka, nego preuzimanje naglih i duljih prijelaznih opterećenja te održavanje gorivnih članaka u stabilnijem radnom području.

Energija se iz istosmjernih sabirnica pretvara preko energetskih pretvarača, a vučni transformator podiže napon na jednofaznih 25 kV, 50 Hz. U sklopu izolirane električne arhitekture transformator galvanski odvaja HERMES od vučnoga kruga lokomotive. Time se tok energije vodi za to predviđenim vodovima, umjesto da se električni krug zatvara neželjenim putovima preko tračnica, kotača, konstrukcije vagona ili drugih elektromehaničkih spojeva.

Dva neovisna energetska ogranka stvaraju funkcionalnu redundanciju. Ako jedan ogranak nije raspoloživ, drugim se može izolirati koristiti uz smanjene performanse. S oba raspoloživa ogranka HERMES daje puni nazivni izlaz od približno 1,5 MVA.

Projektirane performanse proizišle su iz analiza, simulacija i procjena stvarnih trasa i prijevoznih zadataka, uz istodobno vrednovanje cijene sustava, praktičnosti upotrebe, dimenzija, mase, logistike i raspoloživosti komponenata.

Cilj je postići uporabu cjelinu koja može pokrenuti i voziti odgovarajuću kompoziciju u predviđenim uvjetima, uz realan odnos sposobnosti i složenosti.

5. Sučelje s lokomotivom i promjena izvora

Prototipna integracija razvija se za električnu lokomotivu serije 1141 (četveroosovinska lokomotiva ASE/Končar, čije su prve izvedbe u prometu od kraja šezdesetih godina 20. stoljeća) [5]. Na prednjemu i stražnjemu dijelu lokomotive, u donjem području nosivog okvira, predviđeni su namjenski priključci od 25 kV. Smještanjem priključka izvan krova izbjegavaju se rad na visini i stvaranje neočekivanoga područja visokog napona oko pantografa na neelektrificiranoj pruzi. HERMES se može nalaziti ispred ili iza lokomotive, a sustav na temelju potvrđenog spoja, sigurnosne petlje i komunikacije utvrđuje koja je strana priključena.

Unutar lokomotive dodatna visokonaponska sklopna oprema bira između kontaktnog voda i HERMES-a. Izvori se ne mogu spojiti paralelno. Fizički sklopni raspored, električne blokade i upravljačka logika koja se nadograđuje u lokomotivu osiguravaju da prema vučnome transformatoru može biti spojen samo jedan izvor, uz definirano neutralno stanje u kojemu nijedan nije aktivan. Napon se smije pojaviti samo na potvrđeno priključenoj strani; suprotna strana ostaje odvojena, bez napona i opasnosti.

Promjena izvora planirana je kao kontrolirani postupak dok vlak stoji u stanici ili na drugome prikladnom mjestu. Pri prelasku s kontaktnog voda pantograf se spušta i izolira, odabire se HERMES, provjeravaju priključak, sigurnosna petlja, izolacija i raspoloživost sustava te se tek nakon što su zadovoljeni svi preduvjeti, uspostavlja 25 kV. Strojovoda na zasebnome sučelju vidi količinu vodika, raspoloživu snagu, upozorenja i stanje sustava, ali ne upravlja pojedinačnim gorivnim člancima, baterijama, ventilima ili rashladnim krugovima.

Nakon što se uspostavi napajanje, lokomotiva na komande vuče reagira na uobičajen način. Ako zahtjev prijeđe raspoloživu snagu, HERMES ograničava izlaz unutar sigurnih granica i strojovodi pri-

kazuje raspoloživu sposobnost. U uvjetima koji zahtijevaju prekid rada izlaz od 25 kV uklanja se, a sustav prelazi u una-prijed definirano sigurno stanje. Tako se operativna jednostavnost za strojovodu oslanja na automatiziranu energetska i sigurnosnu logiku u pozadini.

6. Sigurnost kao dio arhitekture

HERMES u jednoj mobilnoj cjelini objedinjuje vodik pod visokim tlakom, istosmjerne napone do približno 950 V, jednofazni izlaz od 25 kV, znatna toplinska opterećenja i dinamičke utjecaje željezničkoga prometa. Zato sigurnost nije izdvojeni podsustav koji se dodaje nakon energetskog dijela. Ona određuje podjelu sustava, način povezivanja, slijed uključivanja, mogućnosti izoliranja pojedinih dijelova i svako dopušteno radno stanje.

Na vodikovoj strani zaštita obuhvaća aktivne i pasivne sigurnosne elemente spremnika, normalno zatvorene ventile, ograničenje i nadzor protoka, regulaciju tlaka, otkrivanje vodika, otkrivanje i gašenje požara te vođenje rasterećenja i mogućih ispusta prema sigurnim zonama. Prije pokretanja instalacija se kontrolirano tlači i provjerava stabilnost tlaka. Odstupanje zaustavlja postupak prije aktiviranja proizvodnje energije.

Električni dio izveden je s trajnim nadzorom izolacije glavnih istosmjernih i izmjeničnih sabirnica, uključujući vod od 25 kV. Visokonaponska sigurnosna petlja nadzire priključke, sklopne uređaje i kontinuitet energetskog puta; njezin prekid onemogućuje uključivanje ili nalaže brzo uklanjanje energije. Temperatura se nadzire na gorivnim člancima, baterijama, pretvaračima, transformatoru i rashladnim sustavima. Ovisno o događaju, sustav može ograničiti snagu, izolirati jedan ogranak ili provesti potpuno isključenje.

Zaustavljanje u nuždi dostupno je na HERMES-u i u upravljačnici lokomotive. Aktiviranjem se prioritarno uklanja izlaz od 25 kV, odvajaju energetske sabirnice i baterije, zaustavljaju pretvarači i rotirajući sklopovi te zatvara dovod vodika. Ključne funkcije ne oslanjaju se isključivo na programsku naredbu, nego izravno djeluju preko hardverskih blokada, sklopnika, rastavljača i ventila.



Izvor: [6]

Slika 3. Sustav HERMES

7. Područje primjene i razvojni potencijal

Najizravnija primjena HERMES-a jest na prugama s malim ili srednjim prometnim opterećenjem na kojima puna elektrifikacija ima dugo razdoblje povrata, ali postoji potreba za izravnim vlakovima koji voze s elektrificirane na neelektrificiranu dionicu. Potencijal postoji i kod privremenih prekida napajanja, radova i obilaznih vožnji te ondje gdje se mobilni izvor velike električne snage mora premješati između različitih lokacija. HERMES rješava pitanje elektrifikacije za vlasnika željezničke infrastrukture, a i pitanje operativne učinkovitosti električnoga voznog parka kod vlasnika željezničkih vozila.

Vanjski vagon ne veže novu energetska tehnologiju uz jedno vozilo tijekom cijeloga njegova vijeka. Spremnik, gorivni članci, baterijski međuspremnik i pretvarači mogu se razvijati brže od lokomotive, pa se ulaganje može rasporediti na više kompatibilnih vozila i scenarija.

Ista razvojna osnova može se prilagoditi drugim lokomotivama, dizelsko-električnim vozilima te mobilnim ili stacionarnim energetskim primjenama.

HERMES pritom nije univerzalna zamjena za elektrifikaciju. Na prometno opterećenim koridorima kontaktna mreža ostaje energetski i operativno najpovoljnije rješenje. Prednost vanjskog izvora pojavljuje se ondje gdje trajna infrastruktura nije razmjerna opsegu prometa, gdje je potreban prijelaz između različito opremljenih dijelova mreže ili gdje mobilnost izvora ima posebnu vrijednost.

Jednako je važno razlikovati lokalne emisije od ukupnoga okolišnog učinka. Gorivni članci tijekom rada ne emitiraju ugljikov dioksid iz izgaranja, ali stvarni doprinos dekarbonizaciji ovisi o načinu proizvodnje, komprimiranja i dopreme vodika. Zato buduća komercijalna primjena mora istodobno vrednovati tehničku izvedivost, raspoloživost goriva, cijenu energije, logistiku i emisije kroz cijeli životni ciklus.

8. Zaključak

HERMES se temelji na jednostavnoj, ali razvojno snažnoj inverziji: umjesto da se električna lokomotiva pretvara u vozilo prilagođeno novome gorivu ili da se uz postojeću flotu razvija potpuno novo vučno vozilo, izvor energije prilagođava se lokomotivi. Time se čuvaju njezini temeljni vučni, kočni, upravljački i zaštitni sustavi, a vodikova i energetska tehnologija smješta se u zasebnu mobilnu cjelinu s vlastitim upravljanjem i zaštitama. Takav pristup odvaja životni ciklus vozila od energetskog izvora, ne zauzima prostor u lokomotivi i omogućuje nadogradnju bez razvoja novoga vučnog vozila. Njegova praktična vrijednost mora se dokazati sigurnom integracijom, razumljivim operativnim postupkom, pouzdanim upravljanjem energijom i stvarnim performansama cijele kompozicije.

LITERATURA

- [1] HŽ Infrastruktura d.o.o.: Network Statement 2025, opis željezničke mreže, elektrifikacije i sustava 25 kV, 50 Hz, Zagreb, 2024.
- [2] Eurostat: Characteristics of the railway network in Europe, podaci za 2024., ažurirano u veljači 2026.
- [3] U.S. Department of Transportation, Research and Technology: An Action Plan for Rail Energy and Emissions Innovation, 2024.
- [4] Europska komisija: Work Plan 2022 of the European Coordinator for ERTMS - Second Edition, procjena europske flote električnih lokomotiva, Bruxelles, 2022.
- [5] Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu: Konačno izvješće o željezničkoj nesreći lokomotive serije 1141, tehnički opis serije, Zagreb, 2018.
- [6] ALTPRO d.o.o.: HERMES Requirement Specification, verzija 3, interna projektna dokumentacija, Zagreb, 2025.
- [7] ALTPRO d.o.o.: HERMES System Definition, verzija 1, interna projektna dokumentacija, Zagreb, 2025.

SAŽETAK

HERMES – ELEKTRIČNE LOKOMOTIVE MOGU PROMETOVATI I BEZ KONTAKTNOG VODA

HERMES (Hydrogen Repowering Management System) vanjski je vodikov energetski sustav koji postojećoj električnoj lokomotivi omogućuje nastavak vožnje izvan kontaktne mreže bez promjene njezina osnovnoga vučnog sustava. Na teretnome vagonu objedinjuje zamjenjivi spremnik za približno 500 kg vodika pri tlaku do 500 bara te proizvodnju, međuspremanje i pretvorbu energije u jednofazni izlaz od 25 kV, 50 Hz i 1,5 MVA. Dva neovisna energetska ogranka, baterijski međuspremnik i višeslojne zaštite omogućuju brz odziv, funkcionalnu redundanciju i kontroliranu promjenu izvora. Integracija s lokomotivom serije 1141 i demonstracija na relaciji Zapešić – Zabok – Krapina trebaju potvrditi primjenjivost koncepta na djelomično elektrificiranim mrežama.

Ključne riječi: HERMES, vodik, električna lokomotiva, vanjski izvor energije, neelektrificirana pruga, 25 kV AC

Kategorizacija: stručni rad

SUMMARY

HERMES – ELECTRIC LOCOMOTIVES CAN ALSO OPERATE WITHOUT AN OVERHEAD CONTACT LINE

HERMES (Hydrogen Repowering Management System) is an external hydrogen energy system that enables an existing electric locomotive to continue operating off the overhead contact line without modifying its core traction system. Integrated onto a freight wagon, it combines an interchangeable storage tank for approximately 500 kg of hydrogen at pressures up to 500 bar with energy generation, intermediate storage, and power conversion into a single-phase output of 25 kV, 50 Hz, and 1.5 MVA. Two independent power branches, a battery buffer, and multi-layered protection features ensure rapid dynamic response, functional redundancy, and a controlled source transfer. Its integration with a Class 1141 locomotive and demonstration on the Zapešić – Zabok – Krapina line aim to prove the concept's viability on partially electrified rail networks.

Key words: HERMES; hydrogen; electric locomotive; external power source; non-electrified railway line; 25 kV AC

Categorization: professional paper

PODUPIRUĆI ČLANOVI HDŽI-a



HŽ INFRASTRUKTURA



HŽ PUTNIČKI PRIJEVOZ



Osigurajte nesmetano odvijanje prometa – nema zaustavljanja

Roxtec brtve za kabele i cijevi štite željezničku infrastrukturu od vode, požara, dima, glodavaca, neželjenih vibracija te elektromagnetskih smetnji.

- Certificirana inženjerska rješenja
- Jednostavno za projektiranje, instalaciju i održavanje
- Rezervni kapacitet za buduće ugradnje

Roxtec d.o.o.
Samoborska 147
10090 Zagreb/ Hrvatska

+385 1 2444 172
hr-market@roxtec.com www.roxtec.com/hr





PRVIH DESET GODINA NA HRVATSKIM PRUGAMA

Liberalizacija u teretnome željezničkom prometu donijela je novu dinamiku na domaće tržište, a tvrtka Rail&Sea već desetljeće prati taj val specifičnim pristupom poslovanju. Specijalizacijom za složene logističke projekte, specifične relacije i ekološki održiva rješenja ta tvrtka dokazuje da željeznica može biti konkurentna i fleksibilna alternativa cestovnome prijevozu. U povodu njihove desete obljetnice rada s članom Uprave tvrtke Rail&Sea Bornom Arbanasom razgovarali smo o stupnju liberalizacije tržišta, infrastrukturnim izazovima, potencijalu bimodalnog prijevoza te strategijama za privlačenje i zadržavanje deficitarnih kadrova u ovoj zahtjevnoj industriji.

Ž21: Tvrtka Rail&Sea d.o.o. već desetljeće uspješno posluje na hrvatskome tržištu kao privatni teretni željeznički prijevoznik. Molimo Vas da ukratko predstavite poslovanje tvrtke.

Rail&Sea d.o.o. osnovan je s jasnom idejom da željeznica može biti konkurentno, pouzdano i održivo rješenje i u onim prijevozima koji se na prvi pogled čine gotovo nemogućima ili potpuno neatraktivnima za željeznički promet. Upravo smo se kroz proteklih deset godina specijalizirali za takve izazove – složene logističke projekte, izolirane tokove robe, tehnički zahtjevne dionice i tržišne niše u kojima je potrebno više kreativnosti, operativnog znanja i upornosti nego u standardnim modelima prijevoza.

Naše poslovanje ne temelji se samo na prijevozu robe od točke A do točke B, nego na pronalaženju rješenja tamo gdje ih drugi možda ne vide odmah. Klijentima pristupamo individualno, analiziramo stvarne mogućnosti željeznice i nastojimo oblikovati održive logističke modele koji mogu zamijeniti ili nadopuniti cestovni prijevoz. U tome nam pomaže fleksibilnost privatnog prijevoznika, iskustvo operativnih timova i spremnost da preuzmemo projekte koji zahtijevaju dodatan angažman. Na taj način Rail&Sea gradi svoju poziciju na tržištu – ne kao prijevoznik koji bira samo najjednostavnije poslove, nego kao partner za kompleksne željezničke izazove.

Ž21: Kako procjenjujete trenutnu dinamiku i stupanj liberalizacije tržišta željezničkog prijevoza u Republici Hrvatskoj te koje su ključne konkurentne prednosti koje Vaša tvrtka pruža klijentima?

Liberalizacija tržišta željezničkog prijevoza u Republici Hrvatskoj donijela je važne pomake i otvorila prostor za veći izbor korisnika, razvoj novih poslovnih modela i aktivniju ulogu privatnih prijevoznika. Ipak, tržište je i dalje u procesu sazrijevanja. Da bi liberalizacija u praksi dala svoj puni učinak, nije dovoljno samo formalno otvoriti tržište; potrebno je razviti stabilan, transparentan i komercijalno održiv sustav u kojemu svi sudionici posluju prema jasnim i usporedivim pravilima.

Ravnopravna tržišna utakmica moguća je tek kada cijeli sektor funkcionira na zdravim tržišnim osnovama, bez neravnoteža koje proizlaze iz naslijeđenih struktura, različitih početnih pozicija ili ovisnosti o rješenjima koja nisu dugo-ročno održiva. U tome smislu daljnje jačanje tržišnih principa, transparentnosti i odgovornosti svih sudionika ključno je za razvoj konkurentne željeznice u Hrvatskoj.

Rail&Sea svoju konkurentsku prednost gradi na fleksibilnosti, brzini odlučivanja, operativnoj prilagodljivosti i individualnome pristupu klijentu. Naš cilj nije



Borna Arbanas, član Uprave tvrtke Rail&Sea

ponuditi standardiziranu uslugu, već razumjeti konkretan logistički izazov i pronaći rješenje koje je tehnički izvedivo, komercijalno održivo i pouzdano u svakodnevnoj operativi. Posebno smo usmjereni na projekte u kojima željeznica na prvi pogled možda ne izgleda kao očito rješenje, ali se uz dovoljno znanja, koordinacije i upornosti može pretvoriti u učinkovitu i održivu alternativu.

Ž21: Naziv „Rail&Sea“ sugerira snažnu sinergiju željezničkog i pomorskog prometa. Kakva je Vaša suradnja s hrvatskim lukama te kako komentirate logističke izazove u povezivanju jadranskih luka s ključnim europskim koridorima, s obzirom na stanje postojeće infrastrukture?

Naziv „Rail&Sea“ doista proizlazi iz početne ideje s kojom je tvrtka osnovana – razvoja logističkih rješenja koja po-

vezuju željeznički i pomorski prijevoz. U prvim fazama poslovanja ta je sinergija bila važan dio našeg identiteta, jer smo logistiku promatrali kao cjelinu u kojoj se različiti modeli prijevoza moraju učinkovito nadopunjavati. Kasnijim razvojem poslovanja ta su se dva segmenta organizacijski razdvojila: pomorska logistika nastavila se razvijati kroz zasebnu tvrtku i pod novim nazivom, dok je naziv „Rail&Sea“ ostao vezan uz željezničku logistiku i operativno djelovanje u željezničkome prijevozu.

Kao željeznički prijevoznik u Hrvatskoj vrlo dobro surađujemo s lukama, osobito zato što dio naših partnera i projekata svoje prijevozne lance započinje ili završava upravo u lučkim sustavima. Luke su prirodne točke povezivanja pomorskog i željezničkog prometa, a njihova učinkovitost izravno utječe na kvalitetu i konkurentnost cijeloga logističkog lanca. Zbog toga nam je dobra koordinacija s lukama, terminalima, korisnicima prijevoza i upraviteljem infrastrukture vrlo važna u svakodnevnome operativnom planiranju.

Hrvatske luke imaju vrlo dobar geografski položaj i znatan potencijal za povezivanje s tržištima srednje i jugoistočne Europe. Međutim, taj se potencijal može u cijelosti iskoristiti samo ako ga prati odgovarajuća željeznička infrastruktura. Izazovi se najčešće odnose na kapacitete pojedinih dionica, brzine, duljinu korisnih kolosijeka, organizaciju prometa i uska grla na pristupnim pravcima prema lukama.

Pritom treba posebno istaknuti da postojeći i neophodni radovi na željezničkoj infrastrukturi, iako dugoročno pozitivni, kratkoročno znatno otežavaju poslovanje. U takvim uvjetima trošak organizacije prijevoza i angažman resursa znatno su veći, dok je istodobno trajanje prijevoza često osjetno duže. To izravno utječe na našu konkurentnost i pouzdanost u odnosu na cestovni prijevoz, osobito kod klijenata kojima su vrijeme isporuke i stabilnost logističkog lanca presudni. Željeznica tada ne gubi potencijal, ali gubi dio tržišne prednosti koju bi u normalnim infrastrukturnim uvjetima trebala imati.

Smatramo da daljnja ulaganja u željezničko povezivanje jadranskih luka s europskim koridorima moraju ostati jedan



od prometnih prioriteta Hrvatske. Bez snažne, kapacitetne i pouzdane željezničke veze luke ne mogu ostvariti svoj puni potencijal, a željeznica ne može preuzeti onu ulogu koju bi trebala imati u održivome i konkurentnome teretnom prijevozu.

Ž21: Poznato je da je Rail&Sea uspješno revitalizirao željeznički teretni prijevoz u Istri. Možete li ukratko elaborirati izazove tog projekta te planirate li slične inicijative na drugim izoliranim ili tehnički manje razvijenim dionicama?

Revitalizacija željezničkoga teretnoga prijevoza u Istri bila je vrlo zahtjevan projekt jer je riječ o prometno izoliranome području s nizom infrastrukturnih, tehničkih i organizacijskih ograničenja. U početku je malo toga upućivalo na to da bi željeznica na tome području mogla ponovno postati konkurentno i dugoročno održivo prijevozno rješenje. Trebalo je izgraditi novi operativni model, prilagoditi ga lokalnim uvjetima, ponovno uspostaviti povjerenje korisnika te uskladiti interese i mogućnosti svih sudionika uključenih u prijevozni lanac.

Iskustvo iz Istre pokazalo nam je da početna tržišna neatraktivnost nekog projekta ne znači nužno da željeznica nema potencijala. Često je riječ o prijevozima koji zahtijevaju više pripreme, kreativnosti, operativnog znanja i ustrajnosti nego standardni željeznički poslovi. Upravo u takvim projektima vidimo priliku za vlastiti doprinos, ali i jednu od ključnih specijalnosti tvrtke Rail&Sea.

Aktivno radimo na razvoju sličnih projekata u drugim dijelovima Hrvatske. Kao što je to u početku bio slučaj s Istrom, riječ je o projektima koji na prvi pogled željeznici ne daju velike izgleda te zbog svoje složenosti, ograničenih početnih količina ili zahtjevnih operativnih uvjeta uglavnom nisu u fokusu drugih prijevoznika. Mi im, međutim, pristupamo kao dugoročnim razvojnim prilikama. Nastojimo utvrditi može li se povezivanjem više robnih tokova, prilagodbom operativnog modela i bliskom suradnjom s lokalnim gospodarstvom uspostaviti održiv željeznički prijevoz.

Takvi se projekti ne mogu realizirati preko noći. Oni zahtijevaju vrijeme, povjerenje partnera i spremnost na ulaganje resursa prije nego što se pokažu puni komercijalni rezultati. Ipak, primjer Istre potvrđuje da se uz dobru pripremu i ustrajnost željeznici može otvoriti prostor i ondje gdje ga tržište u početku gotovo uopće ne prepoznaje.

Ž21: U svojim izlaganjima često ističete važnost jedinstvenoga europskog željezničkog tržišta, tehničkih standarda i upravljanja kapacitetima. S kojim se ključnim infrastrukturnim ograničenjima i uskim grlima susreću Vaši operativni timovi tijekom svakodnevnog rada na hrvatskim prugama?

Naši se operativni timovi svakodnevno susreću s ograničenim kapacitetima pojedinih dionica, smanjenim brzinama, ograničenjima duljine i mase vlakova te čestim promjenama u organizaciji pro-

meta zbog radova na infrastrukturi. Budući da željeznica funkcionira kao međusobno povezan sustav, svako odstupanje na jednoj dionici može se prenijeti na ostatak prijevoznog lanca i znatno otežati pravodobno planiranje lokomotiva, osoblja i ostalih operativnih resursa.

Rail&Sea dio je europske grupacije koja posluje u više država Europske unije, a većinu međunarodnih prijevoza samostalno obavlja kroz tri ili četiri države. Zbog toga naše operacije ne ovise samo o stanju infrastrukture u Hrvatskoj, nego i o raspoloživosti i organizaciji kapaciteta duž cijeloga međunarodnog prijevoznog puta.

Radovi, zatvaranja pruga i privremena ograničenja u pojedinim državama često nisu dovoljno međusobno koordinirani. Kada se radovi istodobno izvode na više dijelova prijevoznog pravca, pojedinačni se problemi ne zbrajaju, nego se njihov utjecaj gotovo eksponencijalno povećava. Kašnjenje nastalo u jednoj državi može uzrokovati gubitak trase ili raspoloživog osoblja u sljedećoj, poremetiti planirani obrtaj lokomotive te izazvati dodatna čekanja i troškove duž cijelog puta. Posljedice su dulje vrijeme prijevoza, veći angažman resursa i smanjena pouzdanost usluge prema krajnjemu korisniku.

Upravo se na takvim primjerima vidi da jedinstveno europsko željezničko tržište ne može postojati samo na regulatornoj razini. Potrebni su bolja prekogranična koordinacija radova i zatvaranja pruga, usklađenje upravljanje kapacitetima, pravodobna razmjena informacija te operativna pravila koja će omogućiti da međunarodni teretni vlak doista bude tretiran kao jedinstven prijevoz od polazišta do odredišta, a ne kao niz odvojenih nacionalnih operacija.

Ž21: Vaš korporativni slogan „We move green“ prati primjena inovativnih rješenja poput bimodalnih kontejnera MULTIBOX STONE, koji učinkovito zamjenjuju cestovni prijevoz. U kojoj mjeri hrvatski klijenti prepoznaju važnost smanjenja ugljičnog otiska i koliki je potencijal za daljnji razvoj bimodalnog prijevoza u regiji?

Svjest hrvatskih klijenata o potrebi smanjenja ugljičnog otiska neprekidno raste,

osobito među tvrtkama koje posluju u međunarodnim opskrbnim lancima i imaju jasno definirane ciljeve održivosti. Međutim, ekološka prednost sama po sebi najčešće nije dovoljna za promjenu postojećega logističkog modela. Klijentu istodobno moramo ponuditi pouzdano, operativno jednostavno i ekonomski održivo rješenje. Upravo zato naš slogan „We move green“ nije samo komunikacijska poruka, nego pristup prema kojemu razvijamo vlastitu specijaliziranu opremu i konkretne modele prebacivanja robe s ceste na željeznicu.

Naša ponuda nije ograničena na jedan tip kontejnera. Obuhvaća čitavu obitelj MULTIBOX rješenja namijenjenih za prijevoz sirovina, građevnog materijala, kamena, pijeska, gline, otpada i pakirane robe. Ovisno o potrebama klijenta i načinu utovara ili istovara, raspoložemo različitim izvedbama kontejnera: s dvostrukim vratima, zaklopkom, rolo-čeradom, bočnim vratima ili konstrukcijom prilagođenom istovaru klanjem. U ponudi su i izvedbe MULTIBOX BULK i MULTIBOX ECO volumena 32 m³ i nosivosti do 33 tone te MULTIBOX STONE volumena 26 m³ i nosivosti do 32,5 tona, s podom od Hardox čelika namijenjenim prijevozu teških rasutih materijala poput kamena.

Za prijevoz suhih rasutih tereta razvijamo i segment SILO Logistics, koji uključuje vlastite 30-stopne tlačne silo-kontejnere volumena 42 m³. Takva su rješenja namijenjena mineralnim sirovinama, kemijskim praškastim proizvodima i određenim vrstama otpada. Silo-kontejneri mogu se prevoziti kao dio postojećih vlakova ili u sklopu zasebnih cjelovitih vlakova, čime se model može prilagoditi količinama, dinamičnim proizvodnjom i potrebama pojedinog korisnika.

Naša je prednost u tome što klijentu ne nudimo samo kontejner ili željeznički prijevoz, već, prema potrebi, možemo oblikovati integrirano logističko rješenje iz jednog izvora. Ono može obuhvatiti kontejnere, vagone, terminalsku manipulaciju, prekrcajnu opremu i cestovnu dostavu na početnome ili završnome dijelu prijevoza. Dostupni su i različiti modeli najma opreme, dok digitalno praćenje kontejnera i kontrola zaliha omogućuju bolju preglednost i upravljanje cijelim logističkim procesom.

Potencijal za razvoj takvih rješenja u Hrvatskoj i regiji smatramo vrlo velikim. Posebno su zanimljive industrije s većim i redovitim količinama robe, u kojima se danas znatan dio prijevoza obavlja kamionima. Naš je cilj pokazati da prelazak na željeznicu ne mora značiti gubitak fleksibilnosti. Naprotiv, odgovarajućom kombinacijom specijaliziranih kontejnera, vagona, terminala i cestovnog prijevoza na prvoj i posljednjoj dionici moguće je oblikovati sustav koji je istodobno učinkovit, skalabilan i ekološki prihvatljiv.

U tome vidimo i važnu tržišnu prednost tvrtke Rail&Sea: ne čekamo da se roba prilagodi željeznici, nego razvijamo opremu i logistički koncept kojim željeznicu prilagođavamo stvarnim potrebama robe i klijenta. Upravo takav pristup može omogućiti da se znatne količine teških, rasutih i specijaliziranih tereta dugoročno prebace s ceste na željeznicu.

Ž21: Željeznički sektor u cijeloj Europi suočava se s nedostatkom kvalificirane radne snage, posebno strojovođa i prometno-transportnog osoblja. Kako se Rail&Sea nosi s tim izazovom, na koji način privlačite i educirate mlade kadrove te što smatrate presudnim za zadržavanje zaposlenika u ovoj zahtjevnoj industriji?

Nedostatak kvalificirane radne snage jedan je od najvećih izazova željezničkog sektora u Europi, a Hrvatska nije iznimka. U Rail&Seau nastojimo ovom pitanju pristupiti dugoročno, ulaganjem u edukaciju, mentorstvo i razvoj zaposlenika. Mlade kadrove privlačimo jasnom perspektivom profesionalnog razvoja, radom s modernom opremom i mogućnošću sudjelovanja u međunarodnim logističkim procesima. Važno je pokazati da željeznica nije industrija prošlosti, nego sektor koji ima ključnu ulogu u zelenoj tranziciji i budućnosti održive mobilnosti. Za zadržavanje zaposlenika presudni su sigurni i kvalitetni radni uvjeti, pošten odnos, mogućnost usavršavanja, dobra organizacija rada i osjećaj pripadnosti timu. U zahtjevnoj operativnoj industriji posebno je važno da ljudi osjećaju da se njihov rad cijeni i da imaju prostor za profesionalni napredak.

Razgovor vodio: Tomislav Prpić

*Donosi
vrijednost,
svuda.*

10 godina u Hrvatskoj

Kolosiječni pragovi PB 85 K



Skretnički pragovi



Specijalni pragovi FS 150



Zidovi za zaštitu od buke



Leonhard Moll d.o.o.
Pogon Vinkovci
Alojzija Stepinca 4
HR-32100 Vinkovci
Tel.: +385 91 4255 835

www.moll-betonwerke.de
info@moll-betonwerke.de

UNAPRJEĐENJE PRISTUPAČNOSTI ŽELJEZNIČKOG PRIJEVOZA: INFOPULT ZA KORISNIKE U ZAGREB GLAVNOM KOLODVORU

Veliki prometni terminali poput željezničkih i autobusnih kolodvora ključna su čvorišta s visokom fluktuacijom putnika različitih dobnih skupina i specifičnih potreba. U takvim okružjima nerijetko se javlja potreba za žurnom komunikacijom sa službujućim osobljem radi dobivanja informacija, prijave izgubljene prtljage, pružanja zdravstvene pomoći ili rješavanja sigurnosnih incidenata. Dodatni je izazov prostorna disperzija lokacija koje nisu pod izravnim nadzorom osoblja, što može nepovoljno utjecati na brzinu reakcije u hitnim situacijama.

Izazovi i problemi u javnome željezničkom prijevozu

Kako bi se navedeni izazovi prevladali i unaprijedila pristupačnost usluga, tvrtka Elektrokem razvila je informacijski pult prilagođen osobama s invaliditetom i osobama smanjene pokretljivosti. Taj pult omogućuje putnicima jednostavan pristup i izravnu komunikaciju s nadležnim osobljem unutar prometnog terminala. Kao moguć dio strategije unaprjeđenja željezničkih prijevoznih usluga, prvi takav sustav u Hrvatskoj implementiran je u zagrebačkome Glavnom kolodvoru.

Pristup rješavanju problema

Suvremena prometna infrastruktura sve se intenzivnije oslanja na napredne komunikacijske sustave koji omogućuju neposrednu povezanost korisnika s



Slika 1. Ugrađen infopult na ulazu u vestibul Zagreb GK

operativnim centrima. Implementacija komunikacijskih točaka za hitne pozive i pomoć doprinosi povećanju razine sigurnosti, omogućuje brži pristup informacijama te osigurava pravodobnu reakciju u izvanrednim situacijama. U skladu s navedenim infopult omogućuje izravnu audio i videokomunikaciju sa službujućim osobljem kolodvora, odnosno unutarnjim prometnikom vlakova, čime se optimira korisničko iskustvo te jamči učinkovito pružanje potrebne pomoći i informacija putnicima.

Načelo rada sustava

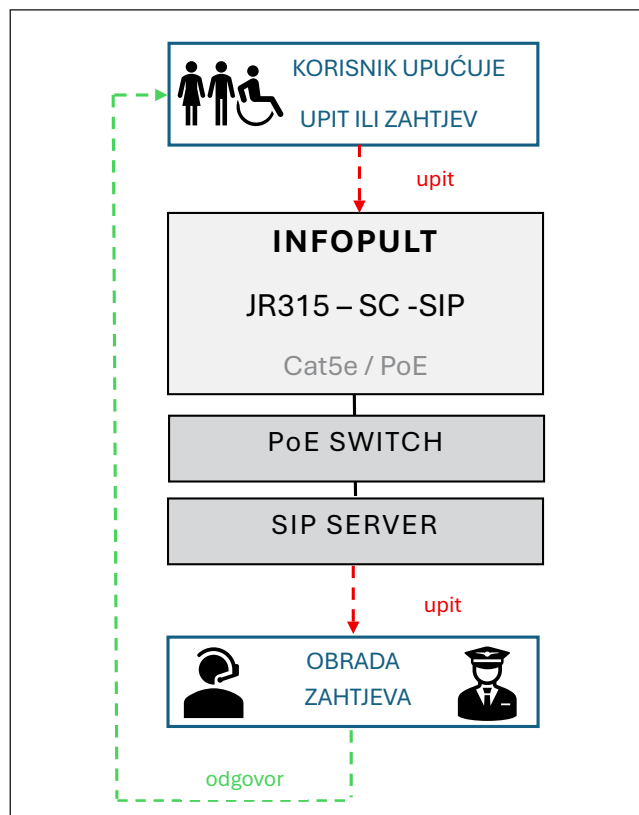
Infopult predstavlja informacijsko-sigurnosni komunikacijski kanal namijenjen izravnoj interakciji između korisnika željezničkog prijevoza i operativnog osoblja. Uređaj je opremljen IP video-interfonom JR315-SC-SIP, utemeljenim na SIP tehnologiji, koji osigurava visokokvalitetan prijenos slike i zvuka u stvarnome vremenu. Takav modalitet komunikacije posebno je prilagođen osobama oštećena sluha, omogućujući vizualnu podršku tijekom razgovora.

Tehničke komponente sustava obuhvaćaju:

1. HD kameru razlučivosti 1280 x 720
2. mikrofoni s tehnologijom potiskivanja buke
3. zvučnik snage 2 W
4. PoE napajanje.

S obzirom na to da je predviđen za vanjsku montažu, infopult je konstruiran za pouzdan rad u temperaturnome rasponu od -30 do +65 °C. Stupanj zaštite IP65 jamči visoku otpornost na prodor krutih čestica i tekućina, dok certifikat IK10 osigurava otpornost na mehanička oštećenja i vandalizam. U cilju osiguranja pristupačnosti osobama koje koriste slušna pomagala uređaj je integriran s indukcijskom petljom.

Prilikom projektiranja uređaja naglasak je stavljen na intuitivno rukovanje i pristupačnost. Korisničko sučelje uključuje dvije tipke postavljene na različitim visinama, čime je omogućena jednostavna upotreba svim kategorijama korisnika, uključujući osobe u invalidskim kolicima.



Slika 2. Dijagram tijeka korisničkog upita na infopultu

Što dalje?

Tvrtka Elektrokem konstruirala je i donirala informacijski pult, koji je instaliran u zagrebačkome Glavnom kolodvoru, najvažnijemu željezničkom čvorištu u Republici Hrvatskoj. Tom suradnjom Elektrokem i HŽ Infrastruktura nastojali su konkretno doprinijeti podizanju razine kvalitete željezničkih usluga i unaprjeđenju pristupačnosti, s posebnim naglaskom na osobama smanjene pokretljivosti i osobama s invaliditetom.

Uspješna implementacija tog sustava čini temelj za potencijalno širenje primjene sličnih rješenja u ostale željezničke kolodvore i na javne prometne površine. Budući razvoj projekta može obuhvatiti instalaciju dodatnih komunikacijskih točaka, povezivanje sa sustavima videonadzora te integraciju s digitalnim servisima za informiranje putnika.



Slika 3. Korištenje infopulta



SIEMENS PREDSTAVLJA DIGITALIZIRANU LOKOMOTIVU VECTRON X

Vectron X sjedinjuje provjerenu tehnologiju lokomotiva s digitalnim funkcionalnostima, uključujući funkcije temeljene na aplikacijama i sučelja za rješenja trećih strana.

Digitalizirana upravljačnica s pametnim ekranom, TrainPlayem, funkcionalnostima aplikacija i povezošću gotovo u stvarnome vremenu poboljšava korisničko iskustvo i operativnu učinkovitost.

Vectron X proširuje portfelj Siemens Xcelerator kao dio otvorenoga, modularnoga digitalnog ekosustava sa standardiziranim sučeljima.



Siemens Mobility predstavio je sljedeću generaciju visokodigitaliziranih lokomotiva za teretni i putnički prijevoz – Vectron X. Nova se lokomotiva temelji na vodećoj platformi Vectron, koja se u dnevnome prometu dokazala s gotovo 3000 prodanih jedinica.

Vectron X objedinjuje tu provjerenu tehnologiju s funkcionalnostima temeljenima na aplikacijama, otvorenim sučeljima za pružatelje usluga trećih strana i središnjim pametnim ekranom u upravljačnici. To omogućuje kontinuirani razvoj lokomotive u skladu s budućim zahtjevima korisnika te njezinu fleksibilnu prilagodbu različitim operativnim potrebama. Vectron X olakšava upravljanje i povećava transparentnost za prijevoznike. Aplikacije temeljene na podacima, ciljano održavanje i funkcionalnosti utemeljene na aplikacijama pomažu optimizirati operativne troškove i

povećati razinu učinkovitosti korištenja svakog vozila.

Svojom otvorenom arhitekturom temeljenome na softveru Vectron X dio je sustava Siemens Xcelerator, Siemensove otvorene digitalne poslovne platforme. Ona bešavno povezuje željeznička vozila, operacije, usluge i infrastrukturu, čime omogućuje integraciju partnerskih rješenja standardiziranim sučeljima.

„Lokomotivom Vectron X nastavljamo svoj razvoj u europskog predvodnika na tržištu te u sklopu portfelja Siemens Xcelerator stvaramo skalabilnu digitalnu platformu koja se razvija zajedno sa zahtjevima naših korisnika. Standardizirana sučelja i softverske funkcionalnosti omogućuju učinkovitije poslovanje tijekom cijeloga životnog ciklusa“, rekao je **Michael Peter**, izvršni direktor tvrtke Siemens Mobility.

„Vectron X savršeno povezuje stvarni i digitalni svijet uvođenjem digitalnih funkcija izravno u lokomotivu. Pametni ekran, aplikacije, TrainPlay i povezivost gotovo u stvarnome vremenu pojednostavljaju upravljanje te rad lokomotive čine transparentnijim i znatno učinkovitijim. Vectron X objedinjuje provjerene performanse Vectrona s inteligentnim softverom, stvarajući jasnu dodanu vrijednost za prijevoznike, strojovođe i timove za održavanje“, rekao je **Andre Rodenbeck**, izvršni direktor Odjela za vozni park u tvrtki Siemens Mobility.

App Store i digitalizirana upravljačnica

Upravljačnica lokomotive Vectron X temelji se na digitalnome konceptu upravljanja. On nadopunjuje provjerenu upravljačnicu Vectrona, s kojom su strojovođe diljem Europe već dobro

upoznati. Središnji 11,6-inčni pametni ekran objedinjuje ključne aplikacije i informacije izravno u upravljačnici, od operativnih podataka i informacija o ruti do aplikacija trećih strana dostupnih u App Storeu. Uz to odabrane aplikacije specifične za korisnike i prijevoznike, koje strojovođe trenutno koriste na pametnim telefonima ili tabletima, naprimjer, za planiranje zadataka, operativnu koordinaciju ili pristup informacijama specifičnima za korisnika, bit će prikazane izravno na pametnome ekranu ili zrcaljene putem sustava TrainPlay. Time se pojednostavljuje upravljanje i omogućavaju učinkovitiji radni procesi. Tim pristupom Siemens Mobility prvi put u željeznički promet uvodi rješenje slično sustavu CarPlay, pretvarajući upravljačnicu u digitalno radno okruženje koje omogućuje jednostavniji pristup informacijama i znatno pojednostavljuje procese.

Funkcionalnosti daljinskog upravljanja

Siemens Mobility u željeznički promet uvodi i nove digitalne funkcije za pripremu vozila. Funkcija Remote Start omogućuje aktiviranje lokomotive na daljinu, čime se znatno ubrzava spremnost za uključivanje u promet i povećava operativna fleksibilnost.



Povezivost gotovo u stvarnome vremenu i prediktivno održavanje

Jedna od ključnih značajki lokomotive Vectron X njezina je sveobuhvatna povezivost. Lokomotiva može prenositi operativne podatke gotovo u stvarnome vremenu i sigurno se povezivati s digitalnim sustavima. To predstavlja osnovu za rano otkrivanje nepravilnosti, preciznije mjere održavanja i znatno sma-

njenje broja neplaniranih kvarova. Na taj se način pridonosi stabilnosti operacija i dodatno povećava raspoloživost. Napredne funkcije dijagnostike, analitike i praćenja stanja također pružaju veću transparentnost u pogledu tehničkog stanja lokomotive. Na taj način prijevoznici mogu bolje procijeniti tehničko stanje pojedinačnih sustava. Održavanje se može preusmjeriti s reaktivnog na proaktivni pristup, čime se znatno povećava raspoloživost vozila.



**ZAMJENA POSTOJEĆIH PRUŽNIH
PROPUSTA**



**SANACIJA NESTABILNOSTI
NASIPA ŽELJEZNIČKIH PRUGA**



**MEHANIČKO ODRŽAVANJE PRUŽNOG
POJASA ZATVORENIH PRUGA**



**MEHANIČKO ODRŽAVANJE PRUŽNOG
POJASA POD PROMETOVANJEM**



Društvo Bindo d.o.o. s tradicijom dužom od 35 godina na hrvatskom tržištu, pozicionirala se kao jedan od lidera u pružanju specijaliziranih usluga i radova u šumarstvu i građevinarstvu.

Primjenjujemo najviše profesionalne, ekološke te sigurnosne standarde koji su potvrđeni ISO standard certifikatima te smo na tržištu priznati kao pouzdan partner prepoznatljive kvalitete.



TRENDOVI U RAZVOJU ŽELJEZNIČKE MREŽE U EUROPI

Tekst: Dean Lalić, dipl. ing. građ.

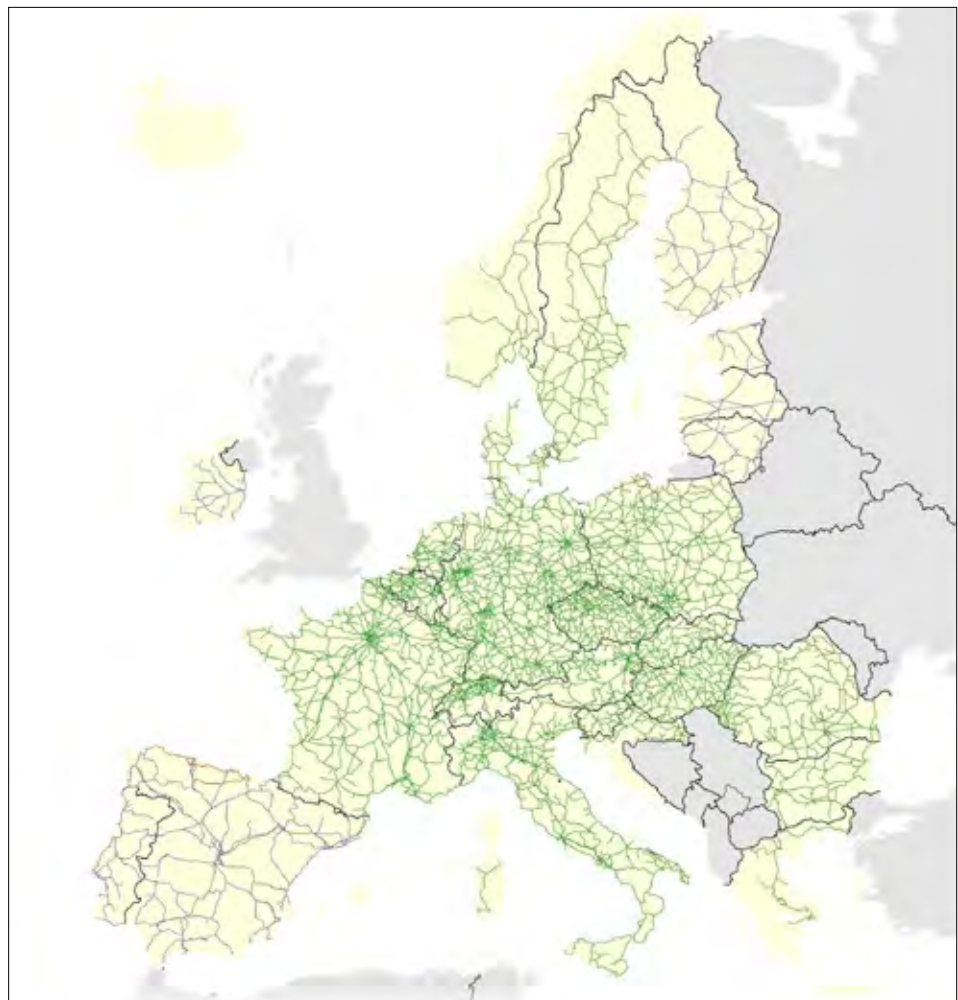
Učinkovita, sigurna i interoperabilna željeznička infrastruktura ključna je za održivi prijevoz putnika i robe diljem Europe te osigurava pouzdane gospodarske tokove i mobilnost uz niske emisije štetnih tvari u okoliš. Željeznička infrastruktura ima važnu ulogu u sektorskim prometnim politikama radi ostvarivanja ciljeva prometnog sektora u sklopu Europskoga zelenog plana, koji predstavlja sveobuhvatnu strategiju razvitka i preobrazbe Europe u prvi klimatski neutralan kontinent do 2050. te propisuje smanjenje emisije stakleničkih plinova do 2030. za najmanje 55 posto u odnosu na 1990. godinu.

Izgradnja novih željezničkih pruga

U ovom su članku izneseni podaci o karakteristikama značajkama željezničke mreže u Europi. Podaci se odnose na države Europske unije (EU), države Europskog udruženja za slobodnu trgovinu (EFTA) te države kandidatkinje i potencijalne kandidatkinje za pristup EU-u. Članak sadržava podatke o promjenama tehničkih karakteristika željezničke mreže u Europi, koji upućuju na trendove razvoja željezničke mreže.

Godine 1990. dužina željezničke mreže u EU-u iznosila je 220 420 km, a do 2024. skratila se na 201 314 km, što je pad od 8,7 posto. Međutim, situacija se znatno razlikuje među pojedinim državama članicama EU-a. Naprimjer, u Španjolskoj je zabilježen porast od 12,2 posto (povećanje za 1757 km novih pruga), ponajviše zahvaljujući izgradnji namjenskih pruga velikih brzina. U tom su razdoblju zabilježena i razmjerno velika proširenja mreže u Estoniji, i to za 14,1 posto (povećanje za 145 km novih pruga), te Nizozemskoj, i to za 9,5 posto (263 km novih pruga).

S druge strane, u razdoblju od 1990. do 2024. nacionalne željezničke mreže znatno su smanjene u Poljskoj, i to za 25,2 posto (oko 6600 km pruga manje), i Latviji, i to za 23,6 posto (oko 570 km pruga manje). Isti negativan trend zabilježen je i u dvjema državama s najvećim nacionalnim željezničkim mrežama u EU-u: Francuskoj za 19,9 posto (oko 6800 km pruga manje) i Njemačkoj za 11,8 posto (oko 5200 km pruga manje). Tijekom istog razdoblja znatne razlike uočene su i među zemljama kandidatkinjama. Dok je Turska zabilježila snažan porast željezničke mreže od 35,4 posto



Slika 1. Željeznička mreža na području EU-a

(oko 2990 km novih pruga), potaknut ponajprije izgradnjom novih pruga velikih brzina, duljina mreže u Albaniji smanjila se za čak 62,5 posto (oko 420 km pruga manje). Prema službenim podacima, duljina željezničke mreže u Hrvatskoj je od 1990. do 2024. povećana s 2444 km

na 2617 km, odnosno za 7,1 posto. Ako se tome podatku pridodaju i kolosijeci kojima ne upravlja HŽ Infrastruktura d.o.o. (industrijski, lučki i drugi kolosijeci), ukupna duljina željezničkih kolosijeka u Hrvatskoj iznosi oko 2980 km.

Željezničke i druge prometne mreže obično su najgušće u metropolitanskim područjima s velikom koncentracijom stanovništva i gospodarskih aktivnosti, dok je broj željezničkih pruga manji u područjima rijetke naseljenosti i s ograničenom industrijom. Zato je gustoća željezničke mreže mjerena u metrima željezničke pruge po kvadratnome kilometru kopnene površine općenito manja u zemljama s velikim, rijetko naseljenim regijama. Unutar EU-a zemlje s najvećom gustoćom željezničke mreže nalaze se u središnjemu dijelu sjeverne Europe, što odražava njihovu veliku gustoću naseljenosti i relativno velik opseg teretnog prometa. Godine 2024. Češka je imala najveću gustoću željezničke mreže, sa 123,2 metra pruge po kvadratnome kilometru kopnene površine. Ostale zemlje EU-a s velikom gustoćom bile su Belgija (118,7 m/km²), Njemačka (110 m/km²) i Luksemburg (104,8 m/km²), što je znatno iznad prosjeka EU-a od 49,1 m/km².

Manje gustoće željezničke mreže zabilježene su u zemljama EU-a na rubnim dijelovima Unije. Zbog brojnih otoka, Grčka je imala najmanju gustoću željezničke mreže, od 14,0 m/km². Niske vrijednosti zabilježene su i u nordijskim zemljama (Finska 19,4 m/km², Švedska 26,8 m/km²), baltičkim zemljama (Estonija 27,2 m/km², Latvija 28,9 m/km², Litva 30,7 m/km²), na lberskome poluotoku (Portugal 27,8 m/km², Španjolska 32,3 m/km²) te u Irskoj (29,8 m/km²). Gustoća željezničke mreže u Hrvatskoj iznosi 46,3 m/km², što je nešto manje od prosjeka EU-a.

Među državama EFTA-e primjetne su velike razlike u gustoći željezničke mreže. Naprimjer, Norveška je u 2024. imala manju gustoću mreže od bilo koje zemlje EU-a, odnosno 10,9 m/km², što se ponajprije objašnjava vrlo neravnomjernom raspodjelom stanovništva. S druge strane, u Švicarskoj je gustoća iznosila 133,1 m/km², što je više nego u bilo kojoj zemlji EU-a. Općenito, niske vrijednosti gustoće zabilježene su i u državama kandidatkinjama i potencijalnim kandidatkinjama, i to u rasponu od 9,0 m/km² u Albaniji i 14,9 m/km² u Turskoj do 43,7 m/km² u Srbiji i 32,7 m/km² u Ukrajini.

Nastavak elektrifikacije željezničke mreže

Elektrifikacija je ključni element razvoja željezničke mreže jer dodatno smanjuje

negativan utjecaj željezničkog prometa na okoliš u usporedbi s cestovnim i drugim vrstama prometa koje u najvećoj mjeri ovise o fosilnim gorivima. Neelektrificiranim željezničkim prugama uglavnom prometuju lokomotive i motorni vlakovi na dizelski pogon.

Između 1990. i 2024. zabilježen je znatan porast opsega elektrifikacije pruga europske željezničke mreže. Dok je 1990. bilo elektrificirano 39,9 posto svih željezničkih pruga u EU-u, taj se udio do 2024. povećao na 57,6 posto. Najveći porast zabilježen je u Portugalu, gdje je stopa elektrifikacije porasla s 14,7 posto na 70,9 posto, što je povećanje od 56,2 postotna boda (p.b.). Ostale zemlje EU-a koje su u tome razdoblju ostvarile znatan napredak bile su Grčka (37,3 p.b. u razdoblju od 1997. do 2024.), Finska (33,0 p.b.), Danska (27,3 p.b.), Francuska (24,6 p.b.), Luksemburg (24,0 p.b.) te Belgija (22,1 p.b.). Irska je u 2024. imala najmanji udio elektrificiranih pruga, samo 2,6 posto, što je tek neznatno više u odnosu na 1,9 posto zabilježenih u 1990. Elektrifikacija željezničke mreže u Hrvatskoj porasla je s 34,5 posto u 1990. na 38,7 posto u 2024. (4,2 p.b.), što je nešto manje od prosjeka EU-a.

Luksemburg ima najvišu razinu elektrifikacije unutar EU-a, s udjelom od 96,7 posto u 2024. Belgija također bilježi visok stupanj elektrifikacije, s 88,0 posto elektrificirane mreže u 2024. Ostale zemlje EU-a s visokim stopama elektrifikacije su Švedska (75,1 posto), Bugarska (74,6 posto) i Nizozemska (74,4 posto).

Do 2024. u Irskoj su bila elektrificirana samo 53 kilometra željezničkih pruga, što čini 2,6 posto nacionalne mreže. I u baltičkim zemljama stopa elektrifikacije općenito je niska: 8,1 posto u Litvi, 12,0 posto u Estoniji i 13,7 posto u Latviji. Kao zemlja EFTA-e, Švicarska se ističe gotovo potpunom elektrifikacijom svoje nacionalne željezničke mreže (99,8 posto u 2024.).

Među državama kandidatkinjama Turska je zabilježila znatan porast s 7,2 posto u 1990. na 57,5 posto u 2024. (50,4 p.b.). Među potencijalnim kandidatima, Gruzija (98,4 posto) i Crna Gora (90,5 posto) imaju visok stupanj elektrifikacije, dok Albanija, Moldavija i Kosovo nisu prijavili postojanje elektrificiranih željezničkih pruga.

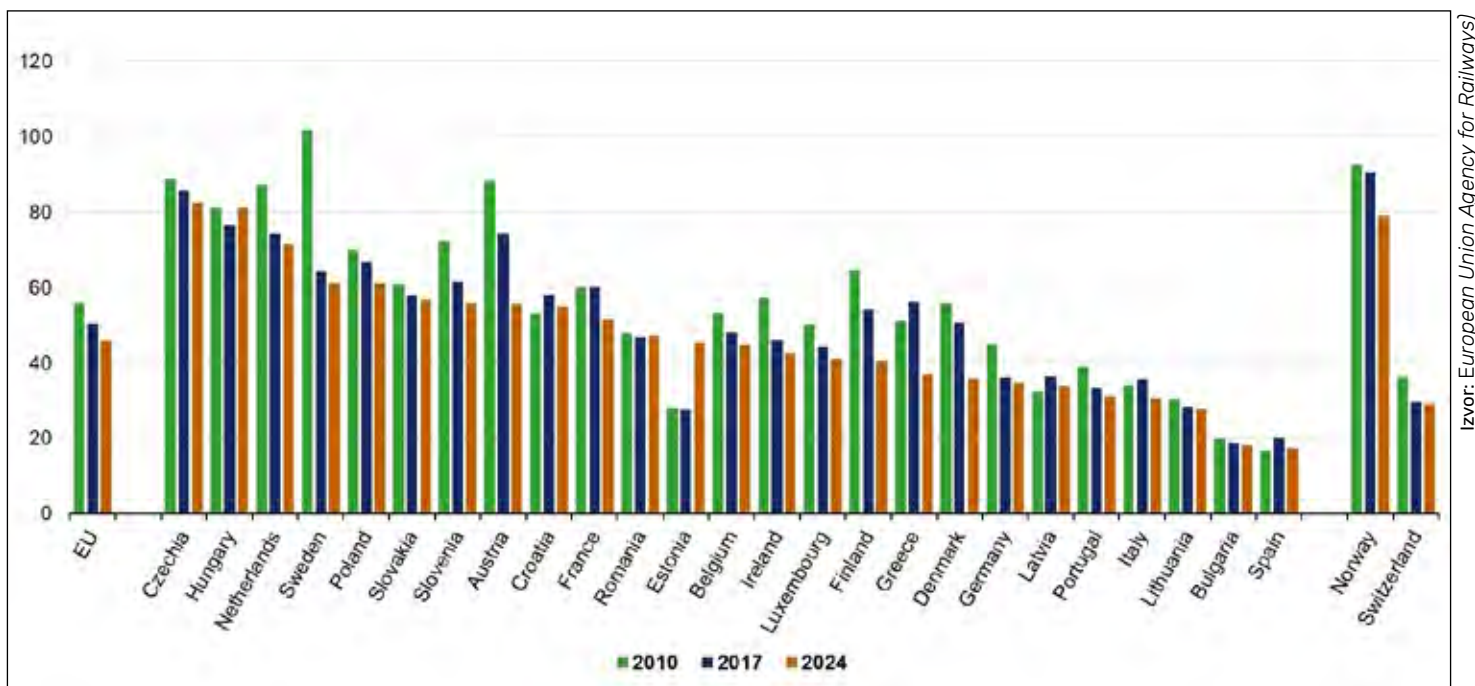
Modernizacija željezničko-cestovnih prijelaza

Željezničko-cestovni prijelazi u razini (ŽCP) mjesta su križanja cestovne prometnice i željezničke pruge, odnosno, građevinski gledano, mjesta gdje se kolnik i gornji rub tračnice nalaze u istoj razini. Takvi prijelazi ubrajaju se među najrizičnija mjesta u prometu jer se na njima križaju dva različita prometna sustava, cestovni i željeznički, pri čemu nesreće mogu imati vrlo teške posljedice. Razina sigurnosti ovisi o načinu osiguranja prijelaza, ali i o ponašanju sudionika u prometu. Općenito se smatra da je razina sigurnosti na ŽCP-ovima jedan od važnih pokazatelja razvijenosti željezničke mreže.

Po pitanju načina osiguranja prijelaza ŽCP-ove se može podijeliti na tzv. aktivne i pasivne. Aktivni ŽCP-ovi opremljeni su uređajima koji se aktiviraju u slučaju nailaska vlaka ili u nekom drugom slučaju kada prelazak preko pruge nije siguran. Ti uređaji uključuju fizičke zaštite poput branika i polubranika te signale upozorenja kao što su svjetla i zvučni signali. Pasivni ŽCP-ovi križanja su cestovne prometnice i željezničke pruge na kojima se promet osigurava prometnim znakovima (cestovni znakovi „STOP“ i „Andrijin križ“). Jedan od glavnih izazova za sigurnost željezničkog prometa jest smanjenje broja ŽCP-ova kako bi se smanjio broj prometnih nesreća na željezničkim prugama, jer upravo nesreće (izvanredni događaji) na ŽCP-ovima jedna su od glavnih kategorija željezničkih nesreća, kako u pogledu broja smrtno stradalih osoba, tako i u pogledu ukupnog broja nesreća.

Glavne razvojne strategije za smanjenje rizika od nesreća za sudionike u cestovnome i željezničkome prometu uključuju denivelaciju prijelaza izgradnjom podvožnjaka ili nadvožnjaka za ceste ili pruge kako bi se uklonili prijelazi u istoj razini, čime se znatno povećava protočnost cestovnog prometa i smanjenju emisija štetnih tvari. Razina sigurnosti na prijelazima znatno se povećava i promjenom pasivnih prijelaza u aktivne ugradnjom aktivnih uređaja za zaštitu i upozora vanje.

Podaci o broju ŽCP-ova te o broju prijelaza opremljenih različitim vrstama aktivnih sigurnosnih uređaja dio su za-



Izvor: European Union Agency for Railways

Slika 2. Broj željezničko-cestovnih prijelaza u razini na 100 km željezničke pruge u razdoblju 2010./2017./2024.

jedničkih sigurnosnih pokazatelja koje prikuplja Agencija Europske unije za željeznice (ERA).

Između 2010. i 2024. ukupan broj željezničko-cestovnih prijelaza u EU-u smanjio se za 19,3 posto (sa 114 464 na 92 387). Najveće smanjenje broja ŽCP-ova u promatranome razdoblju zabilježeno je u Grčkoj (48,4 posto), nordijskim zemljama Švedskoj (41,5 posto), Danskoj (39,6 posto) i Finskoj (37,7 posto) te u Austriji (39,1 posto). Što se tiče apsolutnog broja željezničko-cestovnih prijelaza, najveći pad zabilježen je u Švedskoj (4717 odnosno 41,5 posto), a slijede je Francuska (4171 odnosno 22,7 posto), Njemačka (3948 odnosno 22,7 posto) i Poljska (2153 odnosno 15,2 posto). Osim denivelacije i svodenja ŽCP-ova, ukupnome smanjenju broja ŽCP-ova pridonijelo je i zatvaranje određenih pruga i pružnih dionica.

S gledišta sigurnosti, logično je analizirati broj ŽCP-ova, osobito onih pasivnih, u odnosu na duljinu željezničkih pruga u prometu. Godine 2024. u EU-u bilo je u prosjeku 45,9 ŽCP-ova na 100 km pruge, što je smanjenje u odnosu na 56,1 prijelaz u 2010. (18,3 posto). Najveći relativni broj ŽCP-ova zabilježen je u Češkoj (82,6 na 100 km pruge), a slijede je Mađarska (81,2) i Nizozemska (71,6).

Između 2010. i 2024. broj ŽCP-ova u odnosu na duljinu mreže smanjen je za 40,1 posto u Švedskoj, s 101,9 prijelaza na 100 km pruge u 2010. na 61,0 prijelaz u 2024. Ostale države članice EU-a koje su u tome razdoblju uspjele znatno smanjiti broj ŽCP-ova jesu Finska (37,7 posto; na 40,4 prijelaza na 100 km pruge u 2024.), Austrija (36,9 posto; na 55,7 prijelaza u 2024.) i Danska (35,7 posto; na 35,7 prijelaza u 2024.). U isto vrijeme Norveška je u 2024. imala veći broj ŽCP-ova na 100 km pruge od bilo koje države članice EU-a, s vrijednošću od 79,0 prijelaza. U Hrvatskoj je u 2024. bilo 54,9 ŽCP-ova na 100 km pruge, što je više od prosjeka EU-a.

Razvojni trendovi očit su i kada je riječ o smanjenju broja pasivnih ŽCP-ova. Između 2010. i 2024. broj takvih prijelaza u EU-u smanjen je za više od trećine, s 55 917 na 36 854 (34,1 posto). U apsolutnim brojkama najveća smanjenja zabilježena su u Švedskoj (4639 odnosno 57,7 posto), Njemačkoj (3262 odnosno 46,1 posto), Poljskoj (2776 odnosno 31,8 posto), Francuskoj (1941 odnosno 36,9 posto) i Austriji (1893 odnosno 59,0 posto). Gledano u relativnim omjerima, broj pasivnih prijelaza najviše je smanjila Danska, za 74,6 posto, Luksemburg za 68,8 posto i Portugal za 51,2 posto. Taj se uspjeh odražava u naglome padu broja nesreća

na ŽCP-ovima, koji se u istome razdoblju smanjio za 32,4 posto. U Hrvatskoj je broj pasivnih prijelaza smanjen s 912 u 2010. na 833 u 2024., odnosno za 8,7 posto

U 2024. u EU-u je na 100 km željezničke pruge u prosjeku bilo 18,3 pasivnih ŽCP-ova, što je smanjenje u odnosu na 27,4 prijelaza zabilježena u 2010. (33,3 posto).

Najveća učestalost pasivnih prijelaza na 100 km pruge zabilježena je u Mađarskoj (42,2) i Češkoj (36,5). Relativno velik broj pasivnih prijelaza zabilježen je i u Rumunjskoj, Hrvatskoj, Švedskoj, Poljskoj i Irskoj, i to u rasponu od 32,8 do 29,4 prijelaza na 100 km pruge.

U Hrvatskoj je u 2024. bilo 31,8 pasivnih prijelaza na 100 km pruge, što je znatno više od prosjeka EU-a.

Zemlje EFTA-e, Norveška i Švicarska isticale su se u usporedbi sa zemljama EU-a. Norveška je u 2024. imala 66,9 pasivnih prijelaza na 100 km pruge, što je više nego u bilo kojoj zemlji EU-a, a s druge strane, Švicarska je s 2,5 pasivnih prijelaza na 100 km pruge imala manju učestalost od bilo koje zemlje EU-a. To odražava malu gustoću željezničke mreže u Norveškoj odnosno veliku gustoću u Švicarskoj.



zvučne barijere

za mirno, sigurno i estetsko okruženje

- ➔ *apsorpcija zvuka do 16 dB*
- ➔ *izolacija od zračnog zvuka od 40 dB*
- ➔ *ispitivanje međunarodno poznatog austrijskog instituta*
- ➔ *korištenje moguće do brzine vlaka od 250 km/h*
- ➔ *održivo rješenje s očekivanim životnim vijekom od minimalno 40 godina*
- ➔ *laka i brza montaža*

Leier



LEIER - LEITL d.o.o.

Zagrebačka 89

42204 Turčin

Tel: 042 651 114

e-mail:

servis.kupaca@leier.com.hr

www.leier.hr

www.leier.hr

Find us on
 Facebook

STADLER I SIEMENS ORGANIZIRALI INNOTRANS PREVIEW DOGAĐANJA

Tekst i slike: Toma Bačić, mag. hist. art.

Švicarski Stadler i Siemens organizirali su ljetna događanja, koja su bila svojevrsna Innotrans preview događanja. Stadler je svoje događanje nazvao upravo Innotrans preview i na njemu je u švicarskim pogonima u St. Margarethen i Altenrhein prikazao dva nova vlaka od ukupno sedam vozila koja će prikazati na Innotransu. Prije je Siemens prikazao svoju novu lokomotivsku platformu Vectron X.

Siemens Vectron X

Siemens Mobility predstavio je lokomotivsku platformu Vectron X 10. lipnja 2026. u novootvorenome Rail Service Centeru u Münchenu-Allachu. Riječ je o digitalnoj evoluciji lokomotivske platforme Vectron, a ne o potpuno novoj lokomotivi. Michael Peter, izvršni direktor Siemens Mobilityja, potvrdio je da će od tog dana svaki novi Vectron koji Siemens proda biti Vectron X. Prvi će put lokomotiva biti javno izložena na InnoTransu 2026 u Berlinu. Vectron X kombinira postojeću tehnologiju Vectrona s novim softverskim i digitalnim okruženjem, a cilj je povećati iskoristivost lokomotiva, smanjiti troškove i omogućiti njihovo kontinuirano unapređivanje. Siemens je do sada prodao gotovo 3000 Vectrona, a lokomotiva ima odobrenja za prometovanje u 20 zemalja.

Središnji element sustava Vectron X jest *Vehicle App Store*, povezan s 11,6-inčnim pametnim zaslonom u kabini strojovođe. On omogućuje korištenje Siemensovih aplikacija i aplikacija trećih strana, dok standardizirana sučelja i API-ovi omogućuju razmjenu podataka u gotovo stvarnome vremenu između lokomotive, operativnih sustava prijevoznika i upravitelja infrastrukture. Aplikacije se mogu instalirati izravno na lokomotivu ili prikazivati putem sustava *TrainPlay*.

Ekosustav Vectrona X u početku obuhvaća šest skupina softverskih aplikacija:

- *Energy Efficiency* – energetska učinkovitost
- *Vehicle Productivity* – produktivnost vozila
- *Driver Experience* – iskustvo strojovođe



Izvor: autor

Slika 1. Lokomotiva Vectron X koju je Siemens promovirao prije Innotransa

- *Data Processing & APIs* – obrada podataka i API-ovi
- *Condition Monitoring* – nadzor stanja
- *Maintenance Alignment* – optimizacija održavanja.

Posebno je važan modul *Energy Efficiency*, koji uključuje i sustav *Leader* tvrtke Knorr-Bremse. Siemens navodi da funkcija *Vectron Eco Cruise* može smanjiti potrošnju energije za vuču do 10 posto.

Modul *Condition Monitoring* temelji se na Siemensovoj platformi Railigent X te omogućuje gotovo stvarni nadzor performansi lokomotive i ključnih komponenti. Modul *Maintenance Alignment* omogućuje bolje planiranje popravaka i održavanja kako bi lokomotiva bila na pravome mjestu u pravo vrijeme. Siemens naglašava da je Vectron X zami-

šljen kao otvoreni ekosustav. Korisnici mogu koristiti Siemensove aplikacije, povezati vlastite operativne sustave putem API-a ili instalirati aplikacije trećih strana. Sustav je predviđen i za buduće digitalne funkcije i umjetnu inteligenciju.

Digitalne funkcije nisu dio sigurnosno-kritičnih sustava lokomotive. *Vehicle App Store* i *TrainPlay* mogu nadzirati stanje vučnog i kočnog sustava, signalizacije i zaštite vlaka, ali ne mogu njima izravno upravljati. Zato, prema Siemensu, Vectron X nije sustav autonomne vožnje!

Jedan od novih elemenata jest *Remote Start*, koji strojovođu omogućuje pokretanje lokomotive mobilnim uređajem prije dolaska na posao. Budući da priprema lokomotive može trajati 10 – 20 minuta,



Izvor: autor

odnosu na dizelske vlakove smanjiti emisije za više od 2100 tona CO₂ na godinu. Na Innotransu bit će prezentiran trodijelni vlak, u kojemu će svaki vagon biti u bojama tvrtke koja ga je naručila.

Stadler će na Innotransu izložiti i FLIRT Akku za ÖBB, baterijski električni vlak (BEMU) namijenjen regionalnome prijevozu na neelektrificiranim prugama, bez emisija tijekom vožnje.

FLIRT Nordic Express za Norske Tog osmodijelni je vlak za daljinski prijevoz razvijen za zahtjevne norveške klimatske uvjete. Iako je vlak brendiran kao FLIRT, dosta se razlikuje od klasične platforme tih vlakova.

Norske Tog je od Stadlera naručio 17 vlakova FLIRT Nordic Express, od kojih je 13 električnih, a četiri su bimodalna (dizelski + električni) za Nordlandsbanen. Ugovor je potpisan 8. ožujka 2023., a omogućuje kupnju do ukupno stotinu vlakova. Norske Tog je u ovome slučaju ROSCO, odnosno državni vlasnik i kupac vlakova, a nije operater koji će koristiti vlakove i prevoziti putnike. Njegova je uloga nabava novih vlakova, vlasništvo, upravljanje i dugoročno gospodarenje voznim parkom te iznajmljivanje vlakova putničkim operaterima koji imaju ugovor za pojedine usluge. Norske Tog trenutno iznaj-



Izvor: autor

Slika 3. Dizajn kabine strojvođe za vlak Norske Tog je varijacija klasično dizajna upravljačnice vlakova FLIRT

Slika 2. Profil valsa za Norske Tog je veći od normalnog profila vlakova za europski normalni kolosijek. Ta činjenica zahtijeva posebna logistička rješenja za prijevoz vlaka u Berlin na Innotran

odnosno oko 30 minuta kada je riječ o dizelskim lokomotivama, Siemens očekuje uštede na vremenu i učinkovitije korištenje lokomotive.

Zasad se za povezivost koriste postojeće komunikacijske tehnologije, uključujući 3G, uz mogućnost budućeg prelaska na 5G. Siemens planira koristiti vlastiti sustav SXS za sigurnu i kibernetički otpornu razmjenu podataka s kopnenim sustavima. Tvrtka također surađuje s Appleom i Googleom kako bi omogućila korištenje ekosustava iOS-a i Androida. Hardverske promjene u kabini relativno su male. Pametni zaslon zamjenjuje postojeći zaslon ili neiskorišteni prostor na upravljačkoj ploči. Siemens razmatra i naknadnu ugradnju funkcija Vectron X u postojeće Vectrone, uključujući potencijalnu potpunu nadogradnju, no ta je mogućnost još u fazi razvoja.

Prema Siemensu, glavne koristi za korisnike bit će veća raspoloživost, bolja iskorištenost flote, manje neplaniranih zastoja i učinkovitije održavanje. Gotovo stvarni podaci trebali bi omogućiti brže otkrivanje problema i, u nekim slučajevima, produljenje intervala održavanja.

Kako je istaknuo Steffen Bobsien, potpredsjednik Siemens Mobilitija za lokomotive i putničke vagone, cilj Vectrona X nije samo prikupljanje podataka, nego njihovo korištenje za učinkovitije upravljanje lokomotivom tijekom njezina cije-

loga životnog vijeka. Siemens dugoročno vidi mogućnost približavanja stopostotnoj raspoloživosti, uz dodatne uštede energije, vremena i troškova održavanja.

Stadler Norske Tog i Railjet KISS

Dana 19. kolovoza Stadler je u pogonima St. Margrethen i Stadler Rheintal u Altenrheinu organizirao malu prezentaciju novog vlaka za norvešku tvrtku Norske Tog i novoga katnog vlaka Railjet za ÖBB.

Stadler će od 22. do 25. rujna 2026. sudjelovati na sajmu InnoTrans u Berlinu, gdje će predstaviti sedam željezničkih vozila, zajedno s njihovim korisnicima. Izložba obuhvaća vozila od uskotračnog vlaka na vodik do nove generacije teretne lokomotive i tramvaja.

Najistaknutiji proizvod predstavljen na Innotransu bit će EURO DuFour za SBB Cargo. Riječ je o novoj četveroosovinskoj lokomotivi, koja je u iteraciji za SBB teretna, no platforma čini univerzalnu lokomotivu koja će konkurirati Vectronu i TRAXX-u. EURO DuFour proizveden je u Stadlerovoj tvornici u Valenciji, a nazvana je prema Guillaumeu Henriju Dufouru, švicarskome oficiru, kartografu i inženjeru. Uz EURO DuFour Stadler će u Berlinu predstaviti i vlak na vodik za Italiju, prvi Stadlerov vlak na vodik za talijanske pruge širine 950 mm. Koristit će se u Sardiniji, Kalabrij i na Siciliji. Deset vlakova, proizvedenih u Bussnangu, trebalo bi u



Slika 4. Posjetitelji i Norske Tog vlakovi, u hali završne montaže u Altenrheinu

mljuje vlakove operaterima kao što su Vy, SJ Norge, Go-Ahead i Flytoget.

S obzirom na specifičnu norvešku željezničku mrežu, velike udaljenosti i visok standard zahtjeva putnika, FLIRT Nordic Express ima interijer za dnevna i noćna putovanja, a dva vlaka imat će u svojem sastavu i poseban teretni vagon!

Broj naručenih vlakova	Tip	Pogon	Konfiguracija
8	A N10	Električni	Dnevni i noćni interijer
4	B N11	BMU	Dnevni i noćni interijer
3	C N12	Električni	Dnevni interijer
2	D N13	Električni	Dnevni interijer i teretni vagon

U vrijeme kada je potpisan ugovor između Norske Toga i Stadlera u medijima se pojavila špekulacija o vrijednosti ugovora od osam milijardi norveških kruna, odnosno 735,6 milijuna eura. Norske Tog je tada naveo da je riječ o ukupnoj vrijednosti ugovora, koja podrazumijeva i opcije, no ljudi iz industrije svejedno naglašavaju da su vlakovi za Norske Tog jedni od najskupljih vlakova uopće kupljenih u

posljednjim desetljećima u Europi. FLIRT NEX imat će najveću brzinu od 200 km/h u električnome modu odnosno od 160 km/h u dizelskome modu, kada je riječ o bimodalnoj izvedbi za Nordlandsbanen.

Prema službeno objavljenim podacima Norske Toga, 17 naručenih Stadlerovih vlakova FLIRT Nordic Express bit će raspoređeno na četiri glavne norveške dailjske pruge:

- Bergensbanen, Oslo – Bergen, električni vlakovi, vrijeme putovanja oko sedam sati

- Dovrebanen, Oslo – Trondheim, električni vlakovi, vrijeme putovanja oko sedam sati
- Sørlandsbanen, Oslo – Stavanger, električni vlakovi, vrijeme putovanja oko sedam sati i 40 minuta
- Nordlandsbanen, Trondheim – Bodø, bimodalni vlakovi, vrijeme putovanja oko 10 sati.

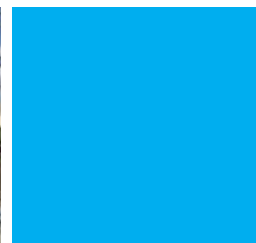
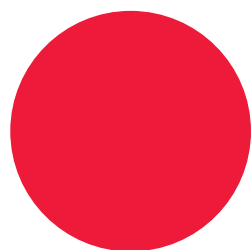
Prvi FLIRT NEX trebao bi biti isporučen Norveškoj krajem 2026. ili početkom 2027., ali nakon opsežnih ispitivanja i homologacije prvi vlakovi trebali bi biti pušteni u redoviti promet na Bergensbanenu 2028.

Naposljedku, tijekom kolovoskog događanja u Švicarskoj Stadler je predstavio i KISS Railjet za ÖBB. Iako je vlak još prošle godine prikazan u Beču, Stadler i ÖBB ponovno će ga prezentirati i na ovogodišnjemu Innotransu.

ÖBB je od Stadlera naručio 14 katnih šestodijelnih vlakova Railjet. Ugovor za te vlakove dio je većeg ugovora iz 2023., a vlakovi će biti pušteni u promet krajem ove godine na liniji Weststrecke, između Beča i Salzburga. Ti će vlakovi maksimalne brzine 200 km/h i dugi oko 160 m imati 486 sjedala, što je oko 20 posto više nego u dosadašnjim vlakovima Railjet. Vlak uključuje modifikacije u usporedbi s drugim Stadlerovim vlakovima KISS, uključujući jednokrila vrata dizajnirana za ublažavanje učinaka aerodinamičkih valova u tunelima.



Slika 5. Vagon vraka Norske Tog u završnoj montaži u Stadleru



U službi najboljih infrastruktura
u Hrvatskoj
Već 135 godina rastemo s vama



Gradimo održivu
budućnost

www.comsa.com



HESER

HESER d.o.o.
Levec 71C
SI - 3301 Petrovče
+386 3 82 81 770
www.heser.si
info@heser.si

Polubranici

Signalne svjetiljke



Zvono ŽCP



Ambulantne brave



Signali



ULAZAK ITALA NA NJEMAČKO TRŽIŠTE

Tekst i slike: Toma Bačić, mag. hist. art.

U nekoliko proteklih mjeseci jedna od najvažnijih tema europskih željezničkih medija bila je tema ulaska talijanske tvrtke Italo na njemačko tržište. Čitav slučaj vrlo je jasno prikazao fragmentiranost zakonodavstva unutar EU-a, razilaženje u primjenjivim praksama te nespremnost na prihvaćanje konkurencije državnih operatera. Slučaj je skrenuo pozornost i na vrlo različite želje upravitelja infrastrukture, državnih holdinga i privatnih operatera te na činjenicu da interes putnika nije uvijek visoko na listi prioriteta državnih tvrtki.

Italo

Tvrtka Nuovo Trasporto Viaggiatori (NTV) osnovana je 11. prosinca 2006. kao prvi privatni operater vlakova velikih brzina u Italiji i prvi privatni *open access* operater takvih vlakova u Europi. Tvrtku su osnovali vrlo utjecajni talijanski poduzetnici Luca Cordero di Montezemolo, bivši šef Ferrarija, Diego Della Valle, šef modne tvrtke Tod's, Gianni Punzo i Giuseppe Sciarone, iskoristivši liberalizaciju željezničkoga putničkog tržišta u Italiji.

Glavna djelatnost tvrtke jest komercijalni željeznički putnički prijevoz otvorenog pristupa (*open access*), bez ugovora o javnoj usluzi. Tvrtka posluje pod robnom markom Italo, a omogućuje prijevoz putnika vlakovima velikih brzina (AGV ETR 575 i ETR 675 EVO) te intermodalne autobusne veze brendirane kao Itabus, kojima vozi putnike do odredišta koja nisu izravno povezana mrežom brzih vlakova. Uslugu komercijalnog prijevoza počela je pružati u travnju 2012. kao konkurencija državnome prijevozniku Trenitaliji na talijanskoj mreži pruga velikih brzina.

Nakon nekoliko promjena u vlasničkoj strukturi, danas je NTV u vlasništvu tvrtki Mediterranean Shipping Company (MSC, 49,23 posto), GIP Pegasus (39,18 posto) i Allianz (10,04 posto) te manjinskih dioničara (1,56 posto).

U Italiji prometuje s 25 vlakova ETR575, koje je proizveo Alstom i koji postižu maksimalne brzine od 300 km/h, i 26 vlakova ETR675, također Alstomove proizvodnje i maksimalne brzine od 250 km/h.

Konkurencija Itala i Trenitalije u Italiji dovela je do nižih cijena prijevoza, bolje usluge i povećanja broja putnika.



Izvor: autor

Slika 1. Italo u floti ima 26 vlakova ETR 675, koji su naručeni u listopadu 2017.

Ulazak na njemačko tržište

Iako je Italo i ranije povremeno analizirao mogućnosti međunarodnog širenja, konkretni planovi za ulazak u Njemačku pojavili su se tek nakon ulaska MSC-a u vlasničku strukturu 2024. Projekt je postao javan tijekom 2025., kada je tvrtka započela pripreme za pokretanje *open access* linija između većih njemačkih gradova, primjenjujući iskustvo stečeno u Italiji. Tijekom 2026. planovi su dodatno razrađeni:

- podneseni su zahtjevi za dodjelu kapaciteta na mreži DB InfraGO-a
- vođen je regulatorni postupak pred Bundesnetzagenturom.

Italov je cilj pokrenuti komercijalni promet u Njemačkoj 2028. Drugim riječima, strateška odluka o ulasku na njemačko

tržište datira iz razdoblja 2024. – 2025., nakon što je MSC postao najveći dioničar, dok je 2026. obilježila prelazak iz faze planiranja u fazu regulatorne pripreme za stvarni ulazak na tržište.

U travnju 2026. tvrtka Nuovo Trasporto Viaggiatori objavila je da je rok za realizaciju prvih konkretnih koraka za ulazak na njemačko tržište kraj svibnja.

U razgovoru za talijanske novine „Il Sole 24 Ore“ 29. travnja glavni izvršni direktor NTV-a Gianbattista La Rocca rekao je da je tvrtka osnovala njemačku podružnicu 2025., podnijevši zahtjev za operativnu licencu u listopadu. Najavio je i ogromno ulaganje od 3,6 milijardi eura u Njemačku. „Ugovor o kupnji i održavanju vlakova sa Siemens Mobilityjem već je finaliziran i dogovoren“, rekao je La Rocca novinama.



Izvor: autor

Slika 2. Iako su poznati i pod imenom Pendolino, vlakovi ETR 675 nisu opremljeni nagibnom tehnikom.

Međutim, NTV mora potpisati ugovor o željezničkim vozilima „do lipnja i taj datum nije moguće odgoditi pod prijetnjom znatnog produljenja rokova isporuke vlakova, što bi projekt učinilo neodrživim“. Dodao je da je „apsolutno neophodno“ da NTV do kraja svibnja od upravitelja infrastrukture DB InfraGO-a dobije „jasan i pouzdan pregled željezničkih trasa i prostora u kolodvorima koji su nam potrebni za poslovanje“.

Prema novinama „Il Sole 24 Ore“, NTV očekuje da će investirati 1,2 milijarde eura u kupnju 26 vlakova Siemens Velaro, s opcijom kupnje dodatnih 14. Preostala investicija od 2,4 milijarde eura pokrila bi održavanje vlakova tijekom 30 godina i prateće aktivnosti potrebne za uspostavljanje poslovanja u Njemačkoj, uključujući obuku osoblja.

NTV je u Njemačkoj najavio mrežu prometovanja vlakova velikih brzina koja će pokrivati 18 gradova i biti duga 1300 km, nudeći 50 dnevnih linija. Linije München – Köln – Dortmund i München – Berlin – Hamburg određene su kao prioritete. To su najprometnije međugradske rute u Njemačkoj. Luca di Montezemolo dao je u travnju njemačkim novinama „Frankfurter Allgemeine Zeitung“ intervju u kojemu je potvrdio planove NTV-a za

naručivanje flote vlakova za Njemačku i planove ruta na kojima će vlakovi voziti.

Pristup infrastrukturi

Osiguravanje odgovarajućih infrastrukturnih kapaciteta bilo je glavna prepreka projektu. Njemačka vrlo opterećena mreža istodobno služi za vlakove velikih brzina, regionalne i teretne vlakove, pri čemu mnogi od njih koriste iste kolosijeke, dok su važna čvorišta poput Frankfurtur i Kölna blizu granice svojih kapaciteta.

Zbog toga su atraktivne dnevne trase jako rijetke. Italo tvrdi da bi polasci u nepovoljnim terminima ili vožnja sporijim rutama mogli ugroziti komercijalnu održivost usluga, dok je dugoročna sigurnost kapaciteta neophodna kako bi se opravdala ulaganja u nove vlakove, depoe, kolodvore i zaposlenike.

La Rocca je 29. travnja za „Il Sole 24 Ore“ izjavio da je ugovor sa Siemens Mobilitijem o nabavi i održavanju vlakova već usuglašen, ali da ga treba potpisati do lipnja. Svako znatnije odgađanje, upozorio je, produljilo bi rokove isporuke i moglo učiniti projekt neodrživim.

Također je rekao da je ključno da upravitelj infrastrukture DB InfraGO do kraja svibnja osigura „jasan i pouzdan pre-

gled“ potrebnih voznih trasa i kapaciteta u kolodvorima.

Spor ima i šire posljedice za liberalizaciju njemačkoga željezničkog tržišta. Iako je DB InfraGO formalno neovisan o DB Fernverkehr, obje su tvrtke i dalje dio državne grupacije Deutsche Bahn. Italo tvrdi da postojeći sustav godišnje dodjele voznih trasa ne pruža dovoljnu razinu sigurnosti za višemilijardno ulaganje u nova vozila.

Intervencija Bundesnetzagenta

Pitanje je kulminiralo nakon što je Italo 19. siječnja podnio pritužbu njemačkoj Saveznoj mrežnoj agenciji (*Bundesnetzagentur*, BNetzA), osporavajući pravila DB InfraGO-a o dodjeli voznih trasa i uvjetima korištenja infrastrukture za 2027.

BNetzA je 22. svibnja održao javnu raspravu u Bonnu. Regulator je potom 30. lipnja objavio nacrt odluke, zaključivši da postojeća pravila DB InfraGO-a ne osiguravaju učinkovito i nediskriminirajuće tržišno natjecanje na opterećenim međugradske relacijama.

Agencija nije utvrdila da je DB InfraGO nezakonito diskriminirao upravo Italo. Umjesto toga zaključila je da sama pravila stvaraju strukturnu prednost etabliranim prijevoznicima jer se trase koje



Izvor: autor

Slika 3. Perjanicu flote Itala čini 25 vlakova ETR 575, čija maksimalna brzina iznosi 300 km/h.



Izvor: autor

Slika 4. Italo vlak pronazi kroz kolodvor Napoli Gianturco na ulazu u Napoli Centrale

su već uključene u vozni red u praksi štite kada je kapacitet ograničen. Time se u praksi pogoduje DB Fernverkehr, koji ima uspostavljen nacionalni vozni red. Zato je BNetzA predložio uvođenje konkurencijske klauzule prema kojoj bi dominantni prijevoznik na opterećenim dionicama mogao dobiti između 60 i 75 posto voznih trasa za daljinski prijevoz, ali samo pod strogo definiranim uvjetima. Odredba bi se primjenjivala na redovite usluge daljinskog prijevoza u pravnim intervalima, kada zbog ograničenja kapaciteta dođe do sukoba oko zahtjeva za vozne trase.

Agencija predviđa da bi DB InfraGO mogao odrediti točan udio unutar tog raspona. Ako na određenoj relaciji nijedan konkurent ne bi zatražio uvođenje redovitih usluga, DB Fernverkehr bi i dalje mogao dobiti sve trase raspoložive za daljinski prijevoz.

BNetzA je također predložio jasnija pravila za pristup kolodvorskim objektima, uključujući prodajna mjesta s osobljem i čekaonice za konkurentne prijevoznike u daljinskome prijevozu. DB InfraGO morao bi procijeniti raspoloživi prostor i odrediti površine za konkurentne prijevoznike, uz dodjelu prema objektivnim i nediskriminirajućim kriterijima. Regulator nije predložio sličnu intervenciju u pogledu stajanki i objekata za održavanje vozila, zaključivši da postojeći aranžmani zadovoljavaju relevantne zakonske odredbe.

BNetzA je nacrt odluke prosljedio Savejetodavnome vijeću za željezničku infrastrukturu (*Eisenbahninfrastrukturbeirat*), a planirao je konzultacije i sa Saveznim uredom za zaštitu tržišnog natjecanja i Komisijom za monopole. Konzultacije su trebale završiti 14. srpnja, nakon čega se očekivalo donošenje konačne odluke koja bi utjecala na dodjelu voznih trasa za vozni red u 2028.

Predsjednik BNetzA-a Klaus Müller rekao je da je cilj predloženog mehanizma novim prijevoznicima pružiti dovoljnu razinu sigurnosti za opravdavanje velikih ulaganja u željeznička vozila i infrastrukturu, ocijenivši da bi snažnije tržišno natjecanje trebalo donijeti korist putnicima kroz niže cijene i kvalitetnije usluge.

Italo je nacrt odluke pozdravio kao velik korak prema stvarnome tržišnom natjecanju u Njemačkoj. Međutim, DB InfraGO upozorio je da bi mjera mogla dodatno pogoršati problem nedostatka kapaciteta i otežati prometovanje u već opterećenim čvorištima poput Frankfurta i Münchena. Također je tvrdio da bi koncentriranje konkurencije na najprofitabilnije relacije moglo otežati DB Fernverkehr održavanje šire nacionalne mreže.

Pitanje je izazvalo zabrinutost i među savezним pokrajinama, koje strahuju da bi dodatne usluge daljinskog prijevoza mogle zauzeti kapacitete potrebne za regionalne vlakove, osobito oko velikih uskih grla.

Razlike između Italije i Njemačke

Razlike u dodjeljivanju trasa između tih dvaju tržišta nisu u nacionalnim zakonodavstvima, koja su u oba slučaja utemeljena na načelu otvorenog pristupa (*open access*), nego u stanju i karakteristikama željezničke mreže, načinu rješavanja sukoba oko kapaciteta i regulatornome okviru za dugoročnu sigurnost dodjele trasa.

Prije petnaestak godina mreža pruga velikih brzina u Italiji bila je nova, s dovoljno kapaciteta, a niz kolodvora na mreži bio je odvojen od kolodvora na konvencionalnoj mreži. Naprimjer, u Bologni je sagrađen podzemni kolodvor za vlakove velikih brzina Bologna Centrale Sotteranea AV, čime je na čitavoj dionici pruge velikih brzina Milano – Firenza promet vlakova velikih brzina potpuno odvojen od konvencionalnog prometa. U Njemačkoj, u području velikih gradova i na prilazima velikim kolodvorima koridori pruga velikih brzina integrirani su u postojeću infrastrukturu, čime su stvorena uska grla.

Zbog takvog dijametralno suprotnog stanja mreže RFI (*Rete Ferroviaria Italiana*, talijanski upravitelj željezničke infrastrukture) je Italu mogao dodijeliti sve tražene trase. DB InfraGO često ne može dodijeliti sve tražene trase zbog nedostatka kapaciteta.

U Italiji Italo koristi okvirne ugovore s upraviteljem infrastrukture RFI-om koji prijevoznicima omogućuju rezervaciju kapaciteta na više godina. Prema pravilima EU-a, takvi ugovori općenito mogu trajati do 15 godina.

Njemačka je 2017. ukinula usporedivu višegodišnju rezervaciju kapaciteta. Vozne trase trenutačno se dodjeljuju kroz godišnji postupak izrade voznog reda, iako bi nova pravila EU-a trebala uvesti strukturiraniji pristup dugoročnome upravljanju kapacitetima od 2031.

Zato je Italo zatražio privremeni mehanizam koji bi novim prijevoznicima pružio veću razinu sigurnosti prije nego što na snagu stupe nova pravila EU-a. To je dovelo do spora s DB InfraGO-om oko predloženog *Neuverkehrsklausela*, odnosno klauzule za novi promet, kojim bi se novim prijevoznicima pružila određene



Izvor: autor

Slika 5. Bojanje Itala sa stiliziranim prikazom propetog konja je modificirano 2025. godine dodavanjem zlatne linije u donjem dijelu vlakova

na zaštita pri dodjeli kapaciteta u uvjetima nedostatka slobodnih trasa.

U početku je DB InfraGO odbio prijedlog, tvrdeći da europsko i njemačko zakonodavstvo ne dopuštaju infrastrukturne upravitelju da strukturalno pogoduje određenim sudionicima na tržištu. Također je upozorio na to da bi takav povlašteni tretman mogao otežati izradu voznog reda i biti pravno upitan.

Šire posljedice za željezničku politiku u Njemačkoj

Izvršna direktorica Deutsche Bahna Evelyn Palla rekla je da ni DB ni DB InfraGO u načelu nisu protiv ulaska Italova prijevoza na njemačko tržište te priznala da bi konkurencija mogla koristiti putnicima i potaknuti poboljšanje kvalitete usluge. Međutim, upozorila je da pitanje nadilazi komercijalne interese Italova prijevoza i DB InfraGO-a. Prijevoznici otvorenog pristupa vjerojatno će se usredotočiti na najprofitabilnije relacije, dok DB Fernverkehr ostaje odgovoran za održavanje znatno šire mreže daljinskog prijevoza. Palla je upozorila na to da bi to moglo oslabiti unakrsno subvencioniranje manje profitabilnih usluga. Zato je spor opisala kao pitanje javne prometne politike: treba li Njemačka dati prednost intenzivnoj konkurenciji na odabranim relacijama ili očuvanju nacionalne mreže daljinskog prijevoza kojom ponajprije upravlja postojeći prijevoznik.

Ishod regulatornog postupka važan je i izvan samog Italova projekta. Mogao bi odrediti način na koji će Njemačka ubuduće omogućavati ulazak novih prijevoznika otvorenog pristupa na mrežu na kojoj je kapacitet već ozbiljno ograničen te stvoriti presedan za tretman privatnih konkurenata prije stupanja na snagu novoga europskog sustava upravljanja kapacitetima.

Za Italo je regulatorna neizvjesnost znatno smanjena i narudžbom vlakova od Siemens. Nakon narudžbe vlakova i potvrde cilja pokretanja prometa u travnju 2028. projekt prelazi iz faze regulatornih prijedloga u fazu provedbe onoga što bi bilo jedno od najvećih privatnih ulaganja u željeznički putnički prijevoz u Njemačkoj.

AllRail, udruga koja zastupa nove sudionike na europskom tržištu željezničkoga putničkog prijevoza, ocijenila je da ulaganje pokazuje koliki opseg privatnoga kapitala može donijeti stvarna konkurencija europskim željeznicama.

Zanimljiv je detalj da su izvršna direktorica Deutsche Bahna Evelyn Palla i predsjednici najvećih sindikata o ulasku Itala na njemačko tržište zauzeli gotovo istovjetne stavove.

Narudžba vlakova

Projekt Itala u Njemačkoj ušao je u odlučujuću fazu 20. srpnja, kada je Italo na-

ručio 26 vlakova velikih brzina Velaro od tvrtke Siemens Mobility, zajedno s tridesetogodišnjim ugovorom o održavanju. Ugovor je vrijedan tri milijarde eura, a uključuje opciju za još 14 vlakova.

Osmodijelni vlakovi, projektirani za brzinu od 320 km/h, proizvodit će se u Siemensovoj tvornici u Krefeldu i imati od 440 do 450 sjedala u klasama *Club Executive*, *Prima Business* i *Smart* te bistro. Višesustavni vlakovi moći će prometovati pod naponima od 1,5 kV i 3 kV istosmjerne struje te 15 kV 16,7 Hz i 25 kV 50 Hz izmjenične struje. Siemens će održavati vlakove u vlastitome pogonu u Dortmundu, pri čemu će koristiti digitalnu platformu Railigent X za prediktivno održavanje i upravljanje voznim parkom. Vlakovi će biti opremljeni i satelitskom internetskom vezom Starlink. Starlink Italo koristi i u Italiji.

Ukupno ulaganje Italova projekta iznosi 3,6 milijardi eura, uključujući nabavu vlakova, ulaganja u kolodvore i IT infrastrukturu te zapošljavanje i osposobljavanje osoblja. Njemačkim poslovanjem upravlja Italo International, međunarodna podružnica u potpunome vlasništvu tvrtke. Italo International kontrolira Atrium, koji će upravljati njemačkim prijevozom, te Mainsee, koji će biti vlasnik vlakova. Obje su tvrtke osnovane u skladu s njemačkim pravom i imaju sjedište u Frankfurtu.

Predsjednik Italo Holdinga Luca Cordeiro di Montezemolo projekt je opisao kao korak prema integriranijemu europskom željezničkom tržištu, dok je izvršni direktor Gianbattista La Rocca rekao da je cilj njemačkim putnicima ponuditi veći izbor, češće polaske i konkurentne cijene.

Italo će postati prvi veliki privatni prijevoznik koji će izravno konkurirati DB Fernverkehr na njemačkoj mreži brzih vlakova. Drugi prijevoznici koji posluju prema otvorenom pristupu, ponajprije FlixTrain i Leo Express, uglavnom koriste konvencionalne pruge.

Evelyn Palla predstavila novu desetogodišnju strategiju DB-a

Iako se ta strategija ne odnosi izravno na ulazak Itala na njemačko tržište, činjenica je da situaciju dobro kontekstualizira. Izvršna direktorica Deutsche Bahna Evelyn Palla predstavila je novu dese-



Izvor: autor

Slika 6. Italo je za sada jedini naručitelj Alstomovog vlaka za visoke brzine AVG, koji je u kompaniji označen kao ETR 575

togodišnju strategiju Nadzornome odboru Deutsche Bahna tijekom njegova sastanka u Berlinu 25. lipnja 2026. Strategija određuje smjer razvoja tvrtke do 2035. u kojoj će biti obilježena 200. obljetnica prve njemačke pruge između Nürnberga i Fürtha. Iako predstavljanje strategije nije izravno vezano uz ulazak Itala na njemačko tržište, kontekstualno je vrlo važno, jer vrlo izravno opisuje današnje stanje željeznice u Njemačkoj.

Za razliku od prethodnih poslovnih strategija, koje su bile usmjerene na kraća razdoblja provedbe, Palla je namjerno odabrala desetogodišnji horizont. Prema njezinu mišljenju, obnova njemačkoga željezničkog sustava ne može se provesti unutar jednoga političkog mandata, jer modernizacija infrastrukture zahtijeva dugogodišnja kontinuirana ulaganja, dok organizacijska transformacija također zahtijeva vrijeme kako bi donijela trajne rezultate. Zato strategija treba osigurati kontinuitet koji nadilazi kratkoročne političke prioritete.

Novi program predstavlja jasan odmak od strategije *Strong Rail* (*Starke Schiene*) uvedene za bivšega izvršnog direktora Richarda Lutz. Umjesto ambicioznih ciljeva rasta Palla se usredotočuje na realne i ostvarive ciljeve usmjerene na operativnu pouzdanost, kvalitetu usluge i ekonomsku održivost. Strategija također predviđa racionalniju i decen-

traliziraniju organizaciju, veću odgovornost menadžmenta i korporativnu kulturu usmjerenu na rezultate.

Središnja je poruka da Deutsche Bahn najprije mora postati pouzdana željeznica kako bi potom mogao postati željeznica koja raste. Umjesto obećanja brzog širenja poslovanja, tvrtka će se usredotočiti na operativnu izvrsnost, pojednostavljenje organizacije, financijsku otpornost i zadovoljstvo korisnika. Tek nakon obnove tih temelja strategija predviđa ponovni rast i jačanje konkurentskog položaja do 2035.

Program se temelji na nekoliko ključnih načela: pouzdanosti prije rasta, realnim ciljevima, usmjerenosti na korisnike, financijskoj održivosti, racionalnijoj organizacijskoj strukturi, promjeni korporativne kulture i dugoročnoj perspektivi. Ostvarenje tih ciljeva planirano je kroz program provedbe u tri faze.

Palla smatra da neposredni prioritet Deutsche Bahna mora biti obnova operativne pouzdanosti. Umjesto na širenje poslovanja, dok željeznicu i dalje karakteriziraju slaba točnost i operativna nestabilnost, tvrtka će se usredotočiti na poboljšanje kvalitete prometovanja, smanjenje poremećaja i ponovno stjecanje povjerenja korisnika.

Prema Palli, pouzdanost je preduvjet budućeg rasta, a ne njegova posljedica. Tek kada putnici i korisnici teretnog prijevoza ponovno steknu povjerenje u željeznicu, DB može očekivati održivi rast potražnje. Druga ključna tema jest zamjena onoga što Palla opisuje kao nerealne ambicije mjerljivim i ostvarivim ciljevima. Umjesto postavljanja ciljeva koje nije moguće ostvariti, Deutsche Bahn namjerava se usredotočiti na obveze koje može dosljedno ispunjavati. Taj pragmatičan pristup jednako se odnosi na operativne pokazatelje i financijsko planiranje te predstavlja pomak od ambicije prema provedbi.

Strategija više puta naglašava da će iskustvo korisnika, a ne interni korporativni pokazatelji, postati glavno mjerilo uspjeha.

Budući rezultati sve će se više ocjenjivati prema pouzdanosti usluge, točnosti i ukupnoj kvaliteti korisničkog iskustva. To je znatan odmak od prethodnih strategija, koje su veći naglasak stavljale na interne korporativne pokazatelje.

Palla također jasno ističe da Deutsche Bahn ne može svoje probleme rješavati isključivo dodatnim javnim financiranjem.

Umjesto toga strategija predviđa financijski održive poslovne jedinice koje će se temeljiti na većoj učinkovitosti, većoj produktivnosti i strožoj kontroli troškova. Financijska snaga neophodan je preduvjet dugoročnog održavanja i razvoja željezničkih usluga.

Program se nadovezuje na restrukturiranje tvrtke pokrenuto krajem 2025. Deutsche Bahn namjerava pojednostaviti organizacijsku strukturu, decentralizirati odlučivanje i smanjiti birokraciju. Veća odgovornost bit će prenesena na operativni menadžment, dok bi procesi donošenja odluka trebali postati znatno brži.

Transformacija korporativne kulture Deutsche Bahna još je jedan važan stup strategije. Palla smatra da zaposlenike treba osnažiti kako bi odluke mogli donositi bliže svakodnevnome poslovanju, umjesto da ovise o centraliziranome upravljanju. Veća osobna odgovornost, jasnija odgovornost za rezultate i bolja suradnja između poslovnih jedinica trebali bi stvoriti organizaciju koja može

brže reagirati na operativne izazove i potrebe korisnika.

Strategija transformaciju dijeli u tri faze:

- Faza 1, planirana za 2026., usmjerena je na obnovu same organizacije. Prioriteti uključuju pojednostavljenje korporativnih struktura, skraćivanje procesa donošenja odluka, smanjenje birokracije i jasno definiranje odgovornosti unutar cijele grupe. Palla tu fazu opisuje kao postavljanje temelja za buduća operativna poboljšanja.

- Faza 2, koja traje do 2030., trebala bi stabilizirati poslovanje. Do tada Deutsche Bahn želi postići stabilno svakodnevno poslovanje, financijski zdrave poslovne jedinice, znatno poboljšanu kvalitetu usluge i veće zadovoljstvo korisnika. Nastavak obnove infrastrukture, uključujući program modernizacije mreže, zajedno s operativnim reformama trebao bi donijeti mjerljiva poboljšanja točnosti i pouzdanosti.

- Faza 3, koja traje do 2035., predviđa „novi DB“, odnosno modernu, učinkovitu i konkurentnu željeznicu. Ključni ciljevi uključuju oko 80 posto točnosti u daljinskome prijevozu, dosljedno pouzdano poslovanje, moderniziranu mrežu i financijski održive poslovne jedinice sposobne poduprijeti ponovni rast.

Godina 2035. ima i simbolično značenje jer se tada obilježava 200. obljetnica prve njemačke željeznice između Nürnberga i Fürtha.

Velik dio Palline strategije u konačnici je usmjeren na obnovu povjerenja u Deutsche Bahn poboljšanjem pouzdanosti, povećanjem zadovoljstva korisnika i vraćanjem povjerenja u željeznički prijevoz. Taj naglasak ne iznenađuje s obzirom na naglo pogoršanje operativnih rezultata DB-a posljednjih godina, osobito u usporedbi s drugim velikim europskim željezničkim tvrtkama.

Pad točnosti u daljinskome prijevozu bio je dramatičan. Prema službenim podaci-



Izvor: autor

Slika 7. U Italiji, Italo u vlakovima nudi tri vrste smještaja – Executive, Prima Business i Smart. Na fotografiji je interijer Prima Business smještaja.

ma Deutsche Bahna, točnost daljinskih vlakova pala je sa 75,2 posto u 2021. na 60,1 posto u 2025., što je najlošiji godišnji rezultat otkad se vodi statistika. DB vlak smatra točnim ako u odredište stigne s manje od šest minuta kašnjenja.

Izravne usporedbe s drugim europskim prijevoznicima treba uzeti s oprezom jer svaka željeznica primjenjuje različite definicije točnosti i vlastitu metodologiju statističkog praćenja. Ipak, razlika je velika.

SNCF Voyageurs prijavio je točnost od 90,5 posto za daljinske usluge u 2025., no Francuska primjenjuje promjenjivi prag: vlakovi se smatraju točnima ako u odredište stignu unutar pet minuta na putovanjima kraćima od sat i 30 minuta, unutar 10 minuta na putovanjima od sat i 30 minuta do tri sata te unutar 15 minuta na duljim putovanjima.

Trenitalia navodi točnost daljinskih usluga oko 90-92 posto, pri čemu se vlakovi Frecciarossa smatraju točnima ako u odredište stignu unutar 15 minuta od predviđenog vremena.

Švicarska i dalje postavlja europski standard. U 2025. godini 98,7 posto putničkih vlakova SBB-a stiglo je u odredište unutar tri minute od vremena predviđenog voznim redom, unatoč jednom od najstrožih kriterija točnosti u Europi.

Čak i kada se uzmu u obzir te metodološke razlike, rezultati Deutsche Bahna i dalje su znatno slabiji od rezultata njegovih europskih konkurenata. Razlika se ne može objasniti samo različitim pragovima za mjerenje točnosti. Ona ponajprije odražava izazove prometovanja po zastarjeloj i vrlo opterećenoj mreži koja je istodobno podvrgnuta opsežnim radovima obnove, uz organizacijske slabosti koje Pallina strategija izrijeком nastoji riješiti strukturnim reformama, decentralizacijom odlučivanja i snažnijom kulturom usmjerenom na rezultate.

U konačnici, Pallin cilj od 80 posto točnosti u daljinskome prometu do 2035. nije samo brojčani. On predstavlja priznanje da je obnova operativne pouzdanosti neophodan preduvjet za vraćanje povjerenja korisnika, poboljšanje konkurentnosti željeznice i ponovno pozicioniranje DB-a među vodeće europske željezničke prijevoznike.

ISPRAVAK

U stručnom radu „Izrada studijske dokumentacije modernizacije željezničke infrastrukture“, objavljenom na stranici 23. u broju časopisa 02/2024., ispravlja se navod uz autoricu Saru Barabu na način da se iza imena autorice briše oznaka „dipl. ing. el.“.



Društvo Tehnički servisi željezničkih vozila d.o.o. je osnovano 2003. godine kao samostalno društvo-kćer Hrvatskih Željeznica sa svim poslovnim funkcijama u cilju održavanja željezničkih vozila u Republici Hrvatskoj. Posluje na 12 lokacija u RH u djelatnosti održavanja vozila koje su organizirane u četiri regionalne jedinice. Tehnički servisi željezničkih vozila d.o.o. (TSŽV d.o.o.) su trgovačko društvo koje pruža usluge održavanja elektro i diesel lokomotiva, elektro i diesel motornih vlakova, čišćenje željezničkih vozila, usluge intervencije na prugama Republike Hrvatske s pomoćnim vlakovima.

Društvo je u 100% vlasništvu HŽ Putničkog prijevoza.

Pretežiti dio poslovanja društva odnosi se na pružanje usluga redovitog i izvanrednog

održavanja željezničkih vozila i to: servisni pregledi, kontrolni pregledi, redoviti popravci, pranje i čišćenje vozila. Također, društvo pruža i dodatne usluge i to: tokarenje kotača željezničkih vozila bez izvezivanja, otklanjanje vozila kao posljedice udesa te transport željezničkih vozila pomoćnim vlakovima, i dr.

Djelatnosti:

- Popravak, održavanje i čišćenje vučnih vozila
- Strojna obrada kotača bez izvezivanja osovine
- Popravak i repariranje rotacijskih strojeva
- Intervencije pomoćnih vlakova u slučaju nesretnog događaja
- Strojna obrada



Najveća članica CIOS grupacije, tvrtka CE-ZA-R, na samom je vrhu hrvatskih neto izvoznika.

u Hrvatskoj i
Bosni i Hercegovini

60+

poslovnih lokacija

1.100
zaposlenih



specijaliziranih vozila
i radnih strojeva

600+



>1.100.000
tona sakupljenog
i obrađenog otpada
godišnje

U bager za utovar i istovar željeznog otpada grupacija je investirala krajem 2022. godine, a prvi je takvoga tipa u uporabi na području Europske unije. Karakterizira ga dohvat "ruke" od čak 40 metara te ima značajnu ulogu u procesu izvoza materijala na međunarodna tržišta.

CIOS GRUPA

SPEGRA

SPECIJALNI GRAĐEVINSKI RADOVI
SPLIT, CROATIA



PARTNER OF MODERN RENOVATION
36
YEARS

PARTNER OF
MODERN RENOVATION



EUROPE'S
LONG-TERM GROWTH
CHAMPIONS 2022



ZLATNA BILANCA
ZA GRAĐEVINARSTVO

POTPISANI UGOVORI O FINANCIRANJU I KUPOPRODAJI 6 ELEKTROBATERIJSKIH VLAKOVA TE IZGRADNJI HIBRIDNE PUNIONICE U KOLODVORU KOTORIBA

Tekst i slike: HŽ Putnički prijevoz d.o.o.

Danas, 16. srpnja 2026. potpisani su ugovori o dodjeli bespovratnih sredstava iz Modernizacijskog fonda i kupoprodaji 6 elektrobaterijskih vlakova te izgradnji hibridne punionice u kolodvoru Kotoriba. Vrijednost projekta iznosi 53,6 milijuna eura.

U nazočnosti predsjednika Vlade RH **Andreja Plenkovića**, ugovor o financiranju projekta potpisali su potpredsjednik Vlade RH i ministar mora, prometa i infrastrukture **Oleg Butković**, ministrica zaštite okoliša i zelene tranzicije **Marija Vučković**, direktor Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost **Luka Balen** i predsjednik Uprave HŽ Putničkog prijevoza **Željko Ukić**.

Ugovor o kupoprodaji vlakova i izgradnji punionice potpisali su predsjednik Uprave HŽ Putničkog prijevoza **Željko Ukić** i predsjednik Uprave KONČAR – Električnih vozila **Josip Ninić**.

Predsjednik Vlade Plenković tom je prigodom istaknuo:

– Ovo je jako dobro za ukupan proces dekarbonizacije u prometnom sektoru, to nam je veliki strateški cilj, cilj Europske unije. Dakle, što manje ugljičnoga otiska, ovo je jedan od načina da ga bude što manje. Ovaj projekt je sjajan primjer korištenja sredstava iz Modernizacijskog fonda, a riječ je o sredstvima koja se ostvaruju kroz sustav trgovanja emisijskim jedinicama i na taj način se ulaže u projekte koji smanjuju emisije stakleničkih plinova i time se povećava energetska učinkovitost i jača konkurentnost hrvatskoga gospodarstva. 53,6 milijuna eura za 6 novih elektrobaterijskih vlakova i izgradnju punionice u Kotoribi sjajan je primjer kako upravo ova sredstva ulazimo u hrvatsko gospodarstvo.

Istaknuvši važnost infrastrukturnih ulaganja u željeznicu i kontinuiranu nabavu novih vlakova za dugoročni razvoj Hr-



vatske, potpredsjednik Vlade i ministar Butković rekao je:

– Mi danas u Hrvatskoj imamo 70 novih niskopodnih vlakova. S ovim ugovorom ukupno je ugovoreno još 25 novih vlakova, to je veliko postignuće. Uz to trenutno preko milijardu i pol eura ulazimo u rekonstrukciju i izgradnju nove željezničke infrastrukture. Ta ulaganja će biti sve veća. Imamo i baterijski i elektrobaterijski vlak u prometu, pokazali su se kao zaista sjajan potez. Posebno me veseli što se vlakovi proizvode u Hrvatskoj jer uz modernizaciju željeznice jačamo i domaću industriju. Već neko vrijeme u fokusu nam je željeznica i bez snažne potpore Vlade u cjelini, naravno i svih in-

strumenata financiranja, uglavnom europskih sredstava, ta ulaganja ne bi bila moguća.

U kontekstu ulaganja u održivu mobilnost i zaštitu okoliša, ministrica Vučković naglasila je kako nabava elektrobaterijskih vlakova, financirana u 100 %-tnom iznosu sredstvima Modernizacijskog fonda, predstavlja važan doprinos smanjenju onečišćenja, dekarbonizaciji prometa i ostvarivanju ciljeva zelene tranzicije, dodavši:

– Riječ je o jednom od najboljih primjera ulaganja. Ovim projektom financiramo i dekarbonizaciju i zaštitu okoliša. Na potpuno nov i efikasniji način koristimo

sredstva koja su nam omogućena putem Direktive o sustavu trgovanja emisijskim jedinicama, dakle sredstva iz Modernizacijskog fonda. Nećemo se zaustaviti na ovome u sklopu višegodišnjeg financijskog okvira. Na temelju dobrog i strateškog programiranja s nadležnim ministarstvom, mi smo među prvih 5 država članica podnijeli nacrt našeg Socijalnog plana za klimatsku politiku, kojim se na odgovarajući način želimo baviti smanjenjem rizika od energetskog i prometnog siromaštva. U okviru tog plana iskommunicirano je i predviđeno financiranje 30 novih vlakova i tri punionice.

Istaknuvši važnost nastavka ulaganja u održivi promet i zelenu tranziciju, direktor Fonda Balen dodao je:

- Ovaj ugovor je kontinuitet politike Vlade RH na temu dekarbonizacije i e-mobilnosti pa ću samo podsjetiti da su u sklopu Nacionalnog plana oporavka i otpornosti već sklopljeni ugovori za električne autobuse, baterijske vlakove, punionice. Kontinuirano potičemo e-mobilnost kroz poticaje za energetske učinkovita vozila za naše građane, za naše poduzetnike i obrtnike. Ovim ugovorom ne doprinosi se samo dekarbonizaciji i smanjenju emisija štetnih plinova, doprinosi se kvaliteti prijevoza za naše građane.

Ovaj projekt značajno će unaprijediti željeznički putnički prijevoz na području sjeverne Hrvatske gdje će voziti novi vlakovi. U promet će biti pušteni u 2028. i početkom 2029. godine. Nakon izgrađenih 6 punionica za baterijske vlakove, u sklopu ovog projekta gradi se prva hibridna punionica u kolodvoru Kotoriba, odnosno punionica s fotonaponskom elektranom i sustavom za pohranu energije.

- Najveća prednost elektrobaterijskih vlakova jest što mogu voziti i na elektrificiranim i neelektrificiranim prugama. To znači da ćemo putnicima omogućiti putovanja bez presjedanja, uz višu razinu



kvalitete i udobnosti. Novi vlakovi bit će u potpunosti prilagođeni osobama s invaliditetom, biciklistima i svim putnicima koji očekuju suvremenu uslugu – od besplatnog pristupa internetu i utičnica za punjenje uređaja do sustava za pravodobno informiranje tijekom vožnje. Ovaj projekt još je jedan važan korak prema modernoj, pouzdanoj, dostupnoj i ekološki prihvatljivoj željeznici. – istaknuo je predsjednik Uprave HŽ Putničkog prijevoza Ukić.

- Ovim ugovorom dodatno potvrđujemo poziciju jednog od vodećih europskih proizvođača tračničkih vozila u području zelenih i naprednih tehnologija. Elektrobaterijski vlakovi koje razvijamo, projektiramo i proizvodimo u Hrvatskoj rezultat su znanja, iskustva i inovacijskog potencijala domaćih stručnjaka te predstavljaju novi tehnološki iskorak Grupe KONČAR. Ugovor ne obuhvaća samo isporuku novih vlakova, već i implementaciju cjelovitog energetskog rješenja, čime dodatno potvrđujemo sposobnost razvoja i realizacije složenih projekata koji istodobno doprinose modernizaciji

željezničkog sustava, energetskoj učinkovitosti i zelenoj tranziciji prometa. – rekao je predsjednik Uprave KONČARA Gordan Kolak.

Na neelektrificiranim prugama elektrobaterijski vlakovi za pogon će koristiti baterije (maksimalna brzina 120 km/h), a na elektrificiranim električnu energiju iz kontaktne mreže (maksimalna brzina 160 km/h). Baterije će se puniti iz kontaktne mreže ili na punionicama. Vlakovi će imati 150 sjedećih mjesta. U prometu će biti moguće spajanje više vlakova radi osiguranja većeg kapaciteta.

Ugovaranjem proizvodnje 6 elektrobaterijskih vlakova nastavlja se modernizacija voznog parka HŽ Putničkog prijevoza i daljnji razvoj održivog željezničkog prometa u Republici Hrvatskoj. Primjenom zelenih tehnologija i zamjenom starijih dizelskih vlakova novim elektrobaterijskim vlakovima značajno će se smanjiti emisije onečišćenja te buka, potrošnja goriva i operativni troškovi. Novi će vlakovi unaprijediti lokalnu i regionalnu povezanost i mobilnost.

RADOVI U ZAGREB RANŽIRNOM KOLODVORU NAPREDUJU PREMA PLANU

Tekst i slike: HŽ Infrastruktura d.o.o.

Kada smo u ožujku posjetili Zagreb Ranžirni kolodvor, radovi na obnovi pruge M402 Sava rasputnica – Zagreb Ranžirni kolodvor – Zagreb Klara bili su u punome zamahu. Na više lokacija istodobno radilo se na obnovi kolosijeka, a posebnu pozornost privlačio je stroj za brzu kolosiječnu izmjenu SMD 80, svojevrsna pokretna tvornica za obnovu željezničke pruge. Nekoliko mjeseci poslije vratili smo se na gradilište kako bismo provjerili što je u međuvremenu napravljeno.

Napredak je vidljiv na gotovo cijelome području zahvata. Riječ je o projektu vrijednom 32,85 milijuna eura, koji obuhvaća obnovu oko 22,8 kilometara pruge, zamjenu 48 skretnica i obnovu 37 postojećih skretnica. Radovi se izvode u fazama uz složenu organizaciju kako bi se što manje utjecalo na funkcioniranje kolodvora i tijekom željezničkog prometa.

– Od našeg posljednjeg obilaska u ožujku na projektu je ostvaren znatan napredak. Do sada su izvedeni radovi na približno 22 kilometra kolosijeka, a paralelno s radovima na kolosijecima intenzivno se radi na zamjeni skretnica. Dosad je zamijenjeno 14 skretnica, dok su trenutačno u tijeku radovi na skretnici broj 160. S obzirom na veličinu i složenost Ranžirnoga kolodvora, radove treba vrlo pažljivo organizirati i uskladiti s tijekom željezničkog prometa. Dosađanja realizacija pokazuje da se radovi izvode prema planiranoj dinamici, a u nastavku slijedi završavanje preostalih radova na obnovljenim kolosijecima te



na zamjeni i obnovi skretnica. – rekao nam je zamjenik voditeljice projekta Domagoj Krstanović.

Na obnovljenim kolosijecima zamijenjene su kolosiječne rešetke i tucanik, uređene su manevarske staze, obavljeno je krčenje i čišćenje pružnog pojasa te su izvedeni radovi na signalno-sigurnosnim i telekomunikacijskim uređajima. Radovi su obuhvatili prolazne kolosijeke, kolosijeke u kolodvoru Klara te kolosijeke u prijamnoj, kolskoj, otpremnoj i smjernoj skupini Ranžirnoga kolodvora.



Iako je najveći dio radova na kolosijecima izveden, posao još nije završen. Preostaju radovi na definitivnome reguliranju kolosijeka u smjeru i visini, završnome uređenju zastorne prizme, oslobađanju napona u dugome traku tračnica, brušenju vozne površine tračnica, ugradnji pružne opreme, zbrinjavanju starih pragova te završnome krčenju i čišćenju pružnog pojasa. Dio preostalih aktivnosti povezan je i sa završetkom zamjene

i obnove skretnica, koje su poseban dio ovog projekta i koje su jedan od najzahtjevnijih zahvata u kolodvoru. Dosad je zamijenjeno 14 skretnica.

Ugradnji nove skretnice prethodi niz pripremni aktivnosti. Potrebno je organizirati preuzimanje skretničke građe, elektropostavnih sprava i same skretnice kod proizvođača u tvornici, a potom njihovu dopremu i ugradnju na gradilištu.

Radovi na zamijenjenim skretnicama ne završavaju njihovom ugradnjom. Preostaje još izvesti definitivno podbijanje skretnica, aluminotermijsko zavarivanje i brušenje skretnica te završne radove potrebne za njihovo potpuno uključivanje u sustav.

Projekt obnove Zagreb Ranžirnog kolodvora zahtjevan je i zbog činjenice da se radovi izvode na velikome i složenome kolodvorskom području, uz potrebu stalnog usklađivanja raznih aktivnosti i



organizacije rada po fazama. Zato napredak na terenu nije vidljiv samo kroz obnovljene kilometre kolosijeka, već i kroz niz pojedinačnih zahvata koji se međusobno nadovezuju.

Radovi se nastavljaju prema planiranoj dinamici, a završetak svih radova u sklopu projekta planiran je u 2028.

POSTANI ČLAN HDŽI i iskoristi pogodnosti članstva

ZA PRAVNE OSOBE:

- popusti kod oglašavanja u časopisu *Željeznice 21*
- prilagođena marketing podrška
- povezivanje sa željezničkom stručnom zajednicom

ZA FIZIČKE OSOBE:

- stručna edukacija
- platforma za u stručno usavršavanju
- sudjelovanje na konferencijama, stručnim skupovima i studijskim putovanjima

Pronađite pristupnicu na www.hdzi.hr

ili

zatražite informacije na hdzi@hdzi.hr

hdzi
Hrvatsko društvo željezničkih inženjera

NOVO STAJALIŠTE SESVETSKA SELA POPRIMA KONAČNI IZGLED

Tekst i slike: HŽ Infrastruktura d.o.o.

Na međunarodnoj pruzi M102 Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo u tijeku je izgradnja novoga željezničkog stajališta Sesevetska Sela. Od našeg posljednjeg obilaska gradilišta u veljači radovi su znatno napredovali, a buduće stajalište poprima svoj konačni izgled. Najviše se to vidi na peronima i konstrukciji nadstrešnica, a tijekom obilaska gradilišta radove nam je pokazao voditelj projekta Zvonimir Budić.

- Izvedeni su gotovo svi radovi na izgradnji bočnih perona i konstrukcije pješačkog pothodnika te je montirana čelična konstrukcija nadstrešnica. Završen je i veći dio radova na izgradnji južnog i sjevernog parkirališta te sjeverne pristupne ceste. Također, izvedeni su kontaktna mreža i kabelska infrastruktura te veći dio radova na rasvjeti bočnih perona i parkirališta. – rekao je Budić.

Do završetka radova preostalo je još nekoliko važnih aktivnosti.

- Preostali su radovi na montaži peronske ograde i rukohvata te na ugradnji urbane opreme, završni i ličilački radovi u pješačkome pothodniku, montaža pokrova i podgleda nadstrešnica, asfaltiranje i izrada prometne signalizacije parkirališta i pristupne ceste, montaža kosih podiznih platformi, preostali dio radova na rasvjeti parkirališta, perona i pothod-



nika, radovi na instalacijama razglasa i informiranja putnika te radovi na ugradnji sustava videonadzora. Također, pojavila se potreba za dodatnim radovima na hidroizolaciji i odvodnji pothodnika. – nastavio je voditelj projekta.

Za završetak svih preostalih aktivnosti važna će biti dobra koordinacija svih sudionika na gradilištu.

- Planirani rok završetka radova je do kraja studenog ove godine. Kako bi se preostale aktivnosti mogle provoditi prema planu, ključni su dobra komunikacija između svih sudionika te brzina u rješavanju problema na gradilištu. – zaključio je Budić.

Dobra koordinacija različitih vrsta radova važna je i u završnoj fazi projekta, u ko-

joj se uz građevinske radove intenzivno izvode oni elektrotehnički. Izvedena je kabelska kanalizacija za napajanje i rasvjetu perona, postavljeni su rasvjetni stupovi, a na sjevernome peronu ugrađene su i svjetiljke. U pothodniku pripremljene su instalacije, dok će se preostale svjetiljke postavljati kako budu napredovali preostali radovi na peronskim nadstrešnicama.

- Kontaktna je mreža izvedena, postavljena su dva nova portala i dva nova stupa, a postojeća oprema prebačena je na nove konstrukcije. Izvedena je i kabelska infrastruktura potrebna za signalno-sigurnosne i telekomunikacijske uređaje, a izmješten je i 20-kilovoltni kabel. – objasnio je Stanko Ratešić, nadzorni inženjer za elektrotehničke radove iz tvrtke IN Stria d.o.o.



Buduće stajalište imat će informativne ploče i razglas, a zvučnici će biti postavljeni i u pothodniku. Sustavom videonadzora s ukupno 24 kamere bit će obuhvaćeni peroni, parkirališta i pothodnik. Predviđena je i pokretna platforma za osobe smanjene pokretljivosti, čije će napajanje također biti izvedeno u sklopu elektrotehničkih radova.

– Građevinske, elektrotehničke i strojar-ske radove potrebno je dobro uskladi-

ti kako bi se aktivnosti mogle provoditi prema dinamici gradnje. Pojedine faze radova međusobno su povezane i moramo pratiti napredak građevinskih radova kako bismo pravodobno mogli izvesti svoje instalacije i opremu. Suradnja s izvođačem radova i voditeljem projekta vrlo je dobra i zadovoljni smo načinom na koji se radovi koordiniraju. – istaknuo je Ratešić.

Osim samoga stajališta, projekt uključuje izgradnju dvaju parkirališta i novih pristupnih cesta. Južno parkiralište imat će 25 parkirališnih mjesta, a sjeverno 27. Peroni će biti opremljeni klupama, koševima za otpad, vitrinama za vozni red i stalcima za bicikle. Ukupna vrijednost radova iznosi 3,3 milijuna eura.

Još je malo posla preostalo, a onda će stanovnici istočnog dijela Zagreba dobiti novo i suvremeno mjesto za pristup željeznici.



Želite li besplatno primati vlastiti tiskani primjerak Željeznice 21?

Zatražite na

zeljeznice21@hdzi.hr

www.hdzi.hr

NOVA FOTOMONOGRAFIJA HDŽI-a: „STOLJEĆE I POL ŽELJEZNIČKE PRUGE DIVAČA – PULA“

Tekst: mr. Tomislav Prpić, dipl.ing.

Slike: HDŽI

Iz tiska je izišlo dugo očekivano monografsko izdanje pod naslovom „Stoljeće i pol željezničke pruge Divača – Pula“. Autori dr. sc. Mihovil Dabo, Tomislav Prpić i Josip Weber oblikovali su ga pod nakladničkim okriljem Hrvatskog društva željezničkih inženjera. Ta bogata fotomonografija izdana je u povodu velike 150. godišnjice uvođenja redovitoga željezničkog prometa u Istri. Time se slavi stoljeće i pol od povijesnog 20. rujna 1876. kada su pruga Divača – Pula i njezin odvojak Kanfanar – Rovinj službeno povezali taj poluotok s ostatkom ondašnje Monarhije.

Knjiga nudi cjelovit, pristupačan i općenit pregled razvoja te željezničke linije koja je zauvijek promijenila gospodarsku, demografsku i kulturnu sliku regije. Kroz njezina poglavlja čitatelji mogu pratiti kako su se mijenjale političke uprave nad tim prostorom – od austrijskih i talijanskih vlasti, preko jugoslavenskog razdoblja pa sve do suvremene



Slika 1. Fotomonografija – naslovnica



Slika 2. Lokomotiva za brze vlakove u Puli 1905. godine



Slika 3. Hrpelje-Kozina 1914. godine



Slika 4. Rovinj oko 1920. godine

Istr. Staatsbahn.
Im Betriebe der Südbahn.
Normal-Gebühr S. XXX.

DIVAZZA-POLA.
Vom 1. Juli 1877.

Stationen	Progr. Zeit	Preis	Stationen	Progr. Zeit	Preis
Von Pola nach Divizza	1.30	1.30	Von Divizza nach Pola	1.30	1.30
Polas	1.30	1.30	Polas	1.30	1.30
...	...	...	...	...	...

CANFANARO-ROVIGNO.
Vom 1. Januar 1878.

Stationen	Progr. Zeit	Preis	Stationen	Progr. Zeit	Preis
Von Canfanaro nach Rovigno	1.30	1.30	Von Rovigno nach Canfanaro	1.30	1.30
Canfanaro	1.30	1.30	Canfanaro	1.30	1.30
...	...	...	...	...	...

Slika 5. Vozni red vlakova iz 1877. godine

ne hrvatske države. Monografija zorno prikazuje kako je željeznica nastala iz vojnih i strateških interesa, da bi ubrzo prerasla u žilu kucavicu lokalne trgovine, gospodarstva i turizma.



Slika 6. P Radovi na tunelu kod Boruta tijekom izgradnje pruge



Slika 7. Željezničari u Buzetu 1910. godine

mena parnih lokomotiva i carskih vlakova do današnjih modernih niskopodnih garnitura. Knjiga se dotiče i društvene uloge željeznice, njezina utjecaja na svakodnevni život ljudi i umjetničke inspiracije koju je pružala filmskim i glazbenim stvarateljima kroz povijest.

U svojem završnom dijelu fotomonografija okreće se budućnosti i novome poglavlju u povijesti istarskih pruga. Ističu se njezino uključivanje u sveobuhvatnu Transeuropsku prometnu mrežu i aktualni planovi modernizacije koji otvaraju vrata novome dobu željezničkog prijevoza u Istri. Obljetnička monografija vrijedan je spomenik i nezaobilazno štivo za sve zaljubljenike u željezničku povijest, tehničku baštinu i istarsku tradiciju.

Riječ je o petoj knjizi u nakladničkoj djelatnosti HDŽI-a, čime društvo nastavlja hvalevrijedno očuvanje hrvatske tehničke i željezničke baštine. Ta vrijedna publikacija tiskana je uz potporu Istarske županije te tvrtki KONČAR, HŽ Putnički prijevoz, STRABAG i Rail&Sea.

VELIKA OBLJETNICA JUŽNE PRUGE: U DUBROVAČKIM LAZARETIMA OTVORENA IZLOŽBA „125 GODINA OD DOLASKA ĆIRA U DUBROVNIK“

Tekst: mr. Tomislav Prpić, dipl.ing.

Slike: HDŽI

U povijesnome ambijentu dubrovačkih Lazareta (IV. i V. lađa) 16. srpnja svečano je otvorena opsežna dokumentarna izložba fotografija pod nazivom „125 godina od dolaska Ćira u Dubrovnik“. Izložba je organizirana u povodu važne obljetnice –125 godina od 16. srpnja 1901., kada je u grušku luku, uz svečani zvižduk lokomotive, stigao prvi vlak, označivši time povijesnu prekretnicu u prometnome, gospodarskome i društvenome razvoju južne Dalmacije.

Taj vrijedan kulturno-povijesni projekt plod je višemjesečne suradnje ustanove Dubrovačka baština i Hrvatskog društva željezničkih inženjera. Na sustavnoj pripremi, selekciji građe i realizaciji cjelokupnog postava radilo se gotovo šest mjeseci, a riječ je o drugoj izložbi fotografija visokoga povijesnog značaja nastaloj u izravnoj suorganizaciji HDŽI-a.

Temelj u stručnoj literaturi i izdavaštvu HDŽI-a

Okosnicu i stručnu bazu izložbenog postava čini četvrta knjiga u nakladi Hrvatskog društva željezničkih inženjera – fotomonografija „Željeznica u Dubrovniku i Konavlima“ autora Josipa Webera, objavljena 2025. Ta monografija na oko 180 stranica donosi stručne tekstove i opise na trima jezicima (hrvatskome, engleskome i njemačkome), a na njezinoj su pripremi, uz autora, radili istaknuti stručni suradnici Herbert Stemmler, Božo Lasić i Tomislav Prpić.

Upravo iz toga bogatog fundusa od 154 dokumentarne fotografije autori izložbenog postava Josip Weber i Tomislav Prpić odabrali su simboličnih 125 povijesnih



Slika 1. Pozdravno obraćanje predsjednika HDŽI-a

fotografija. Taj odabir vjerno oživljava 75 godina dugu kroniku funkcioniranja željezničkog prometa na krajnjemu jugu Hrvatske, tvoreći impresivan povijesni luk:

- Razdoblje uspostave i entuzijazma (od 1901.): dokumentirani su veliko narodno slavlje i prva velika *festa* prigodom otvorenja pruge na samome početku 20. stoljeća.
- Zlatno doba i operativna zrelost: prikazani su svakodnevni rad infrastrukturnih objekata, parne lokomotive u punome pogonu, manipulacija robom te uloga željeznice kao stvarne i jedine prave regionalne prometne žile kućavice.
- Kraj jedne prometne ere (lipanj 1976.): razdoblje u kojemu je, pod utjecajem tadašnjih političkih odluka, posljednji putnički vlak napustio Dubrovnik, ostavljajući iza sebe prazninu i prometnu izolaciju zaleđa.

Tehnička uloga i mreža uskoga kolosijeka

Iz inženjerske i prometne perspektive, dolazak željeznice u Dubrovnik bio je dio ambicioznog projekta Austro-Ugarske Monarhije koja je planski razvijala mrežu uskotračnih pruga (tzv. bosanski kolosijek širine 760 mm) na zahtjevnome i nepristupačnome kraškom terenu. Ta dionica bila je organski dio šireg sustava – pruga od Gabele do Zelenike u Boki kotorskoj, s odvojcima od Huma do Trebinja te od Uskoplja do Gruža u Dubrovniku, a puštena je u promet upravo u toj slavljeničkoj 1901.

Iako je bila riječ o uskome kolosijeku, ta čelična veza imala je ogromnu međunarodnu važnost za Dubrovnik i okolicu. Sustav je omogućavao neometan prijevoz putnika i tereta prema unutrašnjosti i cijeloj Europi jer se pruga u Slavenskom Brodu sjedinjavala i pretvarala u mrežu pruga normalnoga kolosijeka, osiguravajući izravnu integraciju regije u europske kontinentalne tokove.



Slika 2. Produkcijski tim s uzvanicima

Osvrt na svečano otvorenje i institucionalne poruke

Svečanome otvorenju u Lazaretima nazočili su brojni predstavnici javnog, kulturnog i stručnog života. Ravnateljica Dubrovačke baštine Katarina Milat Kralj izrazila je iznimno strukovno i institucio-

nalno zadovoljstvo projektom. Naglasila je kako izložba u autentičnome ambijentu Lazareta savršeno oslikava misiju ustanove – očuvanje kolektivne memorije i kulturne baštine te podsjetila na to kako je Čiro u ekonomskome smislu podignuo čitavu regiju.

Predsjednik Gradskog vijeća Grada Dubrovnika Marko Potrebica istaknuo je kako događanje ima izniman kulturni i povijesni značaj jer snažno podsjeća na važnost njegovanja i prenošenja zajedničke prometne i tehničke baštine na buduće generacije.

U ime struke predsjednik HDŽI-a Goran Horvat podsjetio je okupljene na tehničke aspekte izgradnje te pruge. Rekao je da je svladavanje takvih prirodnih prepreka početkom prošlog stoljeća predstavljalo vrhunski graditeljski pothvat i pravu tehničku revoluciju kojoj se i danas, s modernoga inženjerskog stajališta, moramo profesionalno diviti.

Autori i suradnici na izložbi složili su se u ocjeni kako je ukidanje pruge 1976. bila nerazumna odluka tadašnjih vlasti, što se danas posebno osjeća, dok suvremeni europski trendovi u Austriji, Švicarskoj ili Njemačkoj pokazuju suprotno – očuvanje i modernizaciju uskotračnih sustava u redovite i turističke svrhe.

Izložba u Lazaretima privukla je ogroman broj građana i stručnjaka, dokazujući da sjećanje na legendarni vlak i dalje živi u memoriji Grada i njegovih stanovnika.



Slika 3. Razgledavanje izložbe

STRAIL®

SUSTAV PRIJELAZA U RAZINI



STRAIL®WAY

PRAGOVI OD POLIMERA



KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG

www.strail.com // Goellstraße 8 // D-84529 Tittmoning // info@strail.com



STRAIL®



ŽGP

GRADIMO MUDAR PUT.

Vrhunska kvaliteta i jedinstveno
znanje za održivu budućnost
željezničke infrastrukture.

Obnova
željezničkog kolodvora
Ljubljana
Slovenija - 2026

Sledite nam: [sz-zgp.si](https://www.sz-zgp.si)   



NAKLADNIK

HŽ Putnički prijevoz d.o.o., Strojarska cesta 11, Zagreb. Sporazumom o izdavanju stručnog željezničkog časopisa Željeznice 21 uređivanje časopisa povjereno je HDŽI-u. Časopis redovito izlazi četiri puta godišnje. ISSN 1333-7971.

Odlukom Izvršnog odbora HDŽI broj 27/19-HDŽI od 4. veljače 2019. godine imenovani su Uređivački savjet i Uredništvo stručnog časopisa Željeznice 21. Časopis je besplatan. Pojedinoj kategoriji čitatelja moguća je naplata troškova distribucije časopisa putem Hrvatske pošte.

ADRESA I PODACI HRVATSKOG DRUŠTVA ŽELJEZNIČKIH INŽENJERA

Petrinjska 89, 10000 Zagreb; hdzi@hdzi.hr;
OIB 37639806727; IBAN HR9423400091100051481

GRAFIČKA PRIPREMA I TISAK

HŽ Putnički prijevoz d.o.o., Strojarska cesta 11, 10000 Zagreb

UREDNIŠTVO

Snježana Krznarić (glavna i odgovorna urednica), Tomislav Prpić (pomoćnik gl. urednice za marketing i radove iz željezničke industrije), Marjana Petrović (pomoćnica gl. urednice za znanstvene i stručne radove), Ivana Čubelić (pomoćnica gl. urednice za novosti iz HŽ Putničkog prijevoza), Željka Sokolović (pomoćnica gl. urednice za oglašavanje)

UREĐIVAČKI SAVJET

Tomislav Prpić (HDŽI), predsjednik Uređivačkog savjeta; Darko Barišić (HŽ Infrastruktura d.o.o.), Zoran Blažević (Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Split), Vlatka Kamenić Jagodić (Končar d.d.), Stjepan Lakušić (Građevinski fakultet, Zagreb), Mladen Lugarić (HŽ Putnički prijevoz d.o.o.), Renata Lukić (HŽ Putnički prijevoz d.o.o.), Snježana Malinović (HŽ Putnički prijevoz d.o.o.), Viktor Milardić (Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb), Tomislav Josip Mlinarić (Fakultet prometnih znanosti, Zagreb), Mihaela Tomurad Sušac (HŽ Putnički prijevoz d.o.o.)

LEKTORICA

Nataša Bunijevac Krlić

UVJETI KORIŠTENJA

Internetsko prenošenje dopušteno je na slijedeći način: naslovi mogu biti kopirani u cijelosti, a za sadržaj teksta treba navesti poveznicu na izvorno izdanje u kojemu je objavljen. Ovaj časopis omogućuje otvoreni pristup svojem cjelokupnom sadržaju u skladu s uvjerenjem kako javna dostupnost znanstvenoj i stručnoj zajednici potiče veću razmjenu znanja i iskustva. Primjerak časopisa pohranjuje se u arhiv mrežne stranice HDŽI-a. Nakon objave stručni se članci dodaju na portal HRČAK. Etika uređivanja časopisa te načini rješavanja sporova u uređivanju temelje se na standardu Uređivačkog savjeta. Mišljenja iznesena u objavljenim člancima i stručna stajališta osobni su stav autora i ne izražavaju uvijek i stajališta Uredništva. Uredništvo ne odgovara za točnost podataka objavljenih u stručnim radovima.

RECENZIJA

Postupak recenzije nadgleda Uredništvo časopisa. Recenzija dostavljenih stručnih radova obavlja se primjenom sustava jednostrane slijepe recenzije, pa autori nisu upoznati s time tko su recenzenti njihovih radova.

UPUTE ZA AUTORE

Upute za autore objavljene su na javnoj mrežnoj stranici Hrvatskog društva željezničkih inženjera: www.hdzi.hr



Otkrijte novu dimenziju željezničke tehnologije – **Vectron X**

Vectron X za sigurnije i pouzdanije željezničke veze diljem Europe uz maksimalni stupanj iskorištenosti vučnih kapaciteta i tehnologiju spremnu za budućnost.

Digitalna rješenja i otvoreni ekosustav unose novu dimenziju u našu provjerenu platformu lokomotiva, osiguravajući besprijekornu koordinaciju i integraciju osoblja, lokacija i portfelja. Odaberite jedan od šest paketa opreme te integrirajte vlastite sustave i aplikacije drugih proizvođača u cjelovito rješenje po vašoj mjeri.

Istražite Vectron X i njegov digitalni potencijal na sajmu InnoTrans 2026.

siemens.com/vectron-x

SIEMENS

Više udobnosti.
Više mogućnosti.

Novo iskustvo putovanja!



Novi vlakovi na relaciji
Zagreb GK – Split – Zagreb GK

