

LOČNI MOST ZA PEŠCE IN KOLESARJE ČEZ AVTOCESTO A2 PRI IZVOZU KRANJ VZHOD

ARCHED SUSPENSION BRIDGE FOR PEDESTRIANS AND CYCLISTS OVER THE A2 HIGHWAY

Zvonko Sajevec, univ. dipl. inž. grad.

zvonko.sajevec@r-p.si

Protim Ržišnik Perc arhitekti in inženirji, d. o. o.

Poslovna cona A2, 4208 Šenčur

Strokovni članek

UDK 624.6:656.1(497.4)

Povzetek | Članek obravnava nov ločni most za pešce in kolesarje čez gorenjsko avtocesto A2 pri izvozu Kranj vzhod. Most meri v razponu 60 m, jeklena konstrukcija mostu pa tehta 58 t. Ukrivljena jeklena vzdolžna nosilca nosita vozišče, ki ga sestavljajo jekleni nosilci, trapezna pločevina in betonska pohodna površina, v katero so vgrajeni električni grelni kabli za ogrevanje mostu v zimskem času. Most je ponoči osvetljen. Niveleta mostu poteka v rahlem loku, krivulje glavnih ločnih nosilcev, vozišča in ograj pa dajejo mostu elegantno obliko, ki je skladna z naravno pokrajino v ozadju. Kompleksna geometrija nosilne konstrukcije mostu je privlačna z vseh zornih kotov: tako za kolesarje in pešce na mostu kot tudi za voznike na avtocesti. V podjetju Protim Ržišnik Perc smo za investitorja, Občino Šenčur, izdelali projektno dokumentacijo in opravljali projektantski nadzor gradnje. Izvedbo in namestitev mostu je prevzela Gorenjska gradbena družba iz Kranja.

Ključne besede: ločni most, jeklena konstrukcija, most za pešce in kolesarje

Summary | The paper presents the new arched suspension bridge for pedestrians and cyclists over the A2 highway near the Kranj-vzhod exit. The bridge has a span of 60 m and its steel structure weight is 58 t. Curved steel beams support the deck, which consists of steel profiles and trapezoidal sheets with concrete slab. In the concrete pavement the electric heating cables are installed to heat the deck during winter. The bridge is illuminated at night. The bridge deck forms a slight arc. The arches of the main beams, the deck and the fence give the bridge an elegant design, which fits perfectly with the landscape in the background. The complex geometry of the load-bearing structure gives the bridge attractiveness from every perspective – for drivers on the highway and for cyclists and pedestrians on the bridge. The company Protim Ržišnik Perc prepared the project documentation and provided the project management services.

Key words: arched suspension bridge, steel construction, bridge for pedestrians and cyclists

1 • UVOD



Slika 1 • Novi most čez avtocesto. (Foto: M. Kambič)

Namen izgradnje novega mostu je bil povezati naselji Šenčur in Voklo v občini Šenčur s potjo za pešce in kolesarje. Kolesarska pot je bila v obeh naseljih večinoma že zgrajena, manjkal je le odsek pri križanju z avtocesto A2 Karavanke–Obrežje na odseku Kranj vzhod–Spodnji Brnik. Lokalna cesta Šenčur–Voklo sicer poteka pod avtocesto skozi podvoz, vendar zaradi varnostnih razlogov ni primerna za pešce in kolesarje.

Zaradi tega je bilo prečkanje avtoceste s kolesarsko stezo in potjo za pešce predvideno čez most nad avtocesto (slika 1).

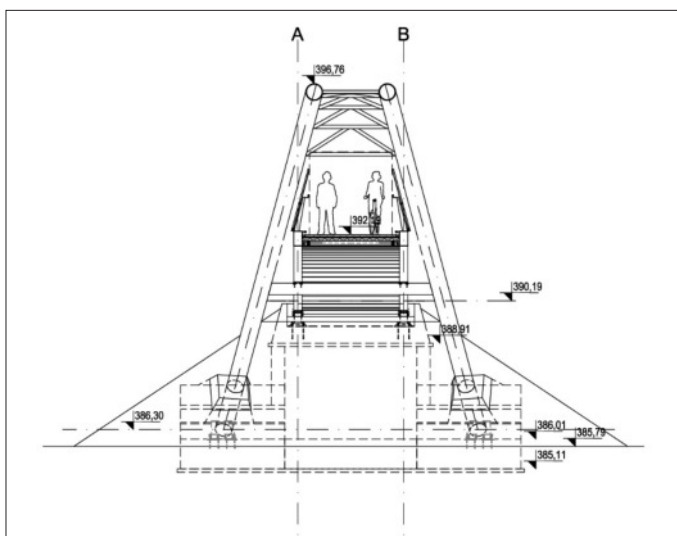
Izbrana je bila sodobno arhitekturno oblikovana konstrukcija ločnega mostu avtorja arhitekture Vida Ratajca, univ. dipl. inž. arh., in projektanta konstrukcije Zvonka Sajeveca, univ. dipl. inž. grad., ter sodelavcev podjetja Protim Ržišnik Perc.

2 • OPIS MOSTU

2.1 Konstrukcija mostu

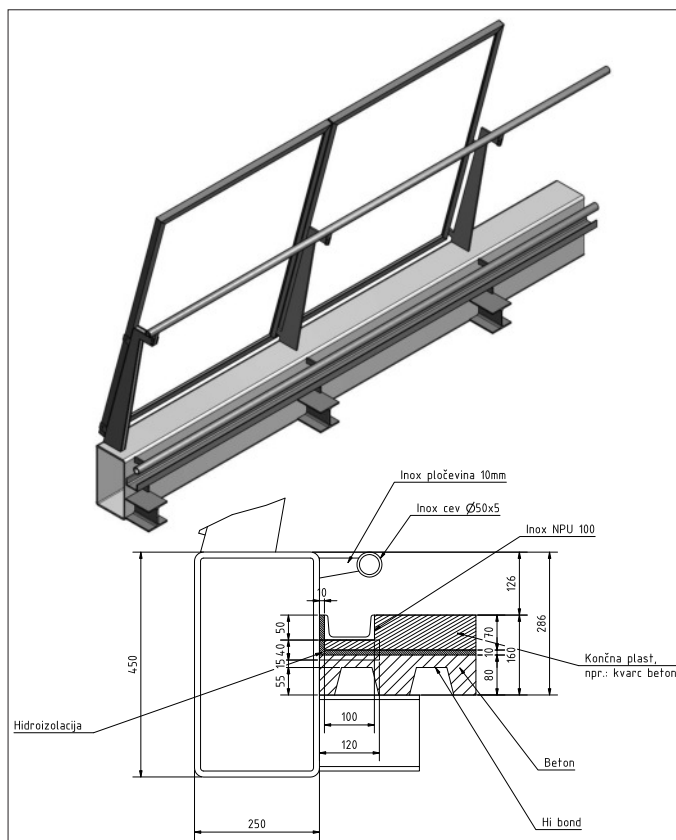
Nosilna konstrukcija mostu je jeklena, postavljena na armiranobetonske točkovne temelje. Most je zasnovan kot enorazponska ločna konstrukcija, sestavljena iz štirih glavnih nosilcev, od katerih sta po dva enakih dimenzij.

Nosilca iz okroglih cevi, ki tvorita višji lok, sta drug proti drugemu nagnjena pod kotom 15° glede na navpičnico (slika 2). Izdelana sta

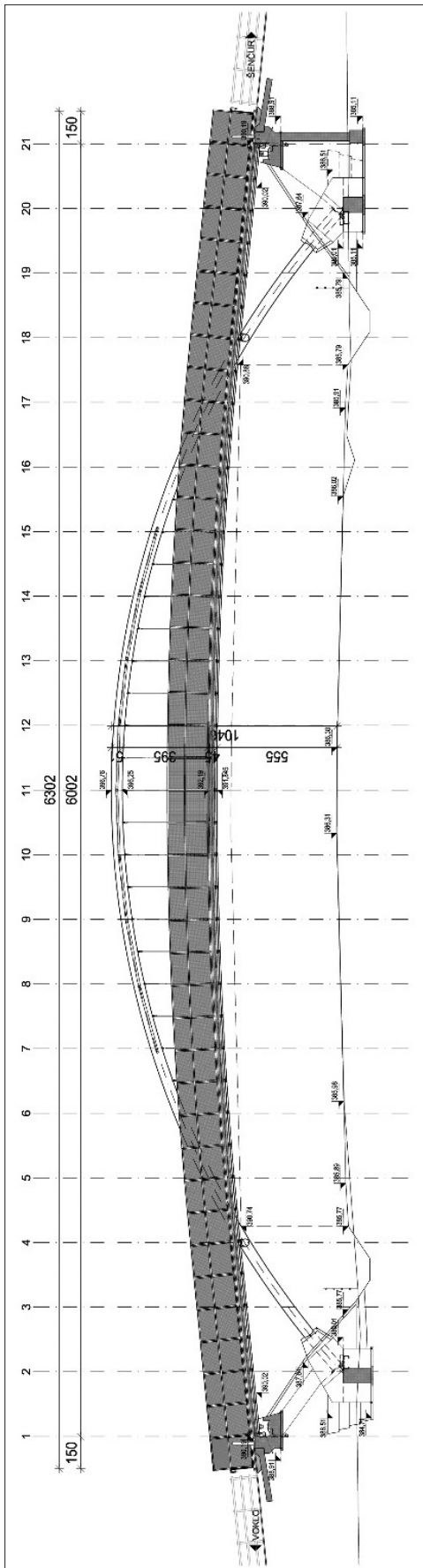


Slika 2 • Karakteristični prečni prerez mostu.

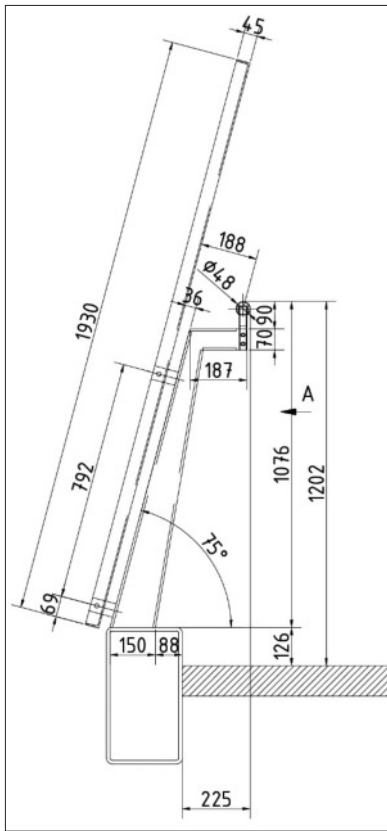
tako, da preko diagonalnih veznih nosilcev v temenskem delu tvorita prostorsko nosilno konstrukcijo.



Slika 4 • Detalj odvodnjavanja mostu.



Slika 3 • Vzdolžni prerez mostu.



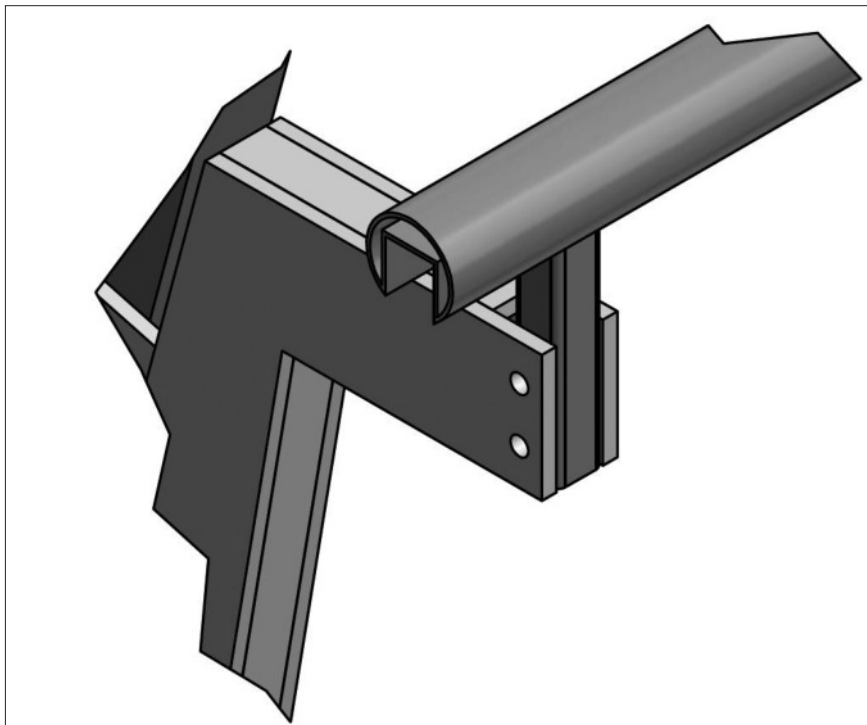
Na višja ločna nosilca sta preko nateg »obešena« spodnja ločna nosilca škatlastega profila (slika 3), ki sta medsebojno povezana s sistemom sekundarnih nosilcev in zavetrovalnih palic. Razpon teh dveh nosilcev meri 60,02 m, sistem vpenjanja pa omogoča horizontalne pomike.

Na sekundarnih nosilcih leži krovna AB-plošča, ki je izdelana iz jeklene trapezne pločevine in betona. AB-plošča je z jekleno konstrukcijo povezana preko strižnih trnov.

Most je temeljen na točkovnih AB-femeljih. Glavna ločna nosilca sta postavljena vsak v svoj čašasti točkovni temelj. Peti točkovnih temeljev na vsaki strani mostu sta med seboj povezani s povezovalno gredo. Pri montaži konstrukcije so se ločni nosilci vstavili v čašo točkovnih temeljev in na koncu zalili z betonom, s čimer je doseženo momentno vpetje nosilcev.

Vzdolžna nosilca hodnika mostu sta na južni strani postavljena na pasovni temelj, ki leži na nasutju in je z veznimi gredami povezan s spodnjimi točkovnimi temelji, na severni strani pa sta postavljena na opornik, ki je temeljen na nivoju spodnjih točkovnih temeljev. S tem se je lahko nasutje na severni strani izvedlo šele po montaži mostu, ker je bil na tem območju vzpostavljen plato za sestavljanje konstrukcije pred montažo.

Prehod z mostu na teren je izveden preko prehodnih AB-plošč dolžine 2,50 m.



Slika 5 • Detalj ograje.

2.2 Gabariti mostu

Gabariti mostu so naslednji:

- dolžina: 60,02 m
- širina mostu na nivoju kolesarske poti: 3,98 do 5,68 m
- širina temeljev: 10,22 m
- višina konstrukcije (jekleni lok): 9,98 m
- višina konstrukcije nad kolesarsko potjo: 4,62 m
- vzdolžni radij ločne konstrukcije: 40 m
- vzdolžni radij kolesarske poti na mostu: 200 m
- širina kolesarske poti: 2,50 m
- minimalni prosti profil nad avtocesto: 4,90 m x 40 m

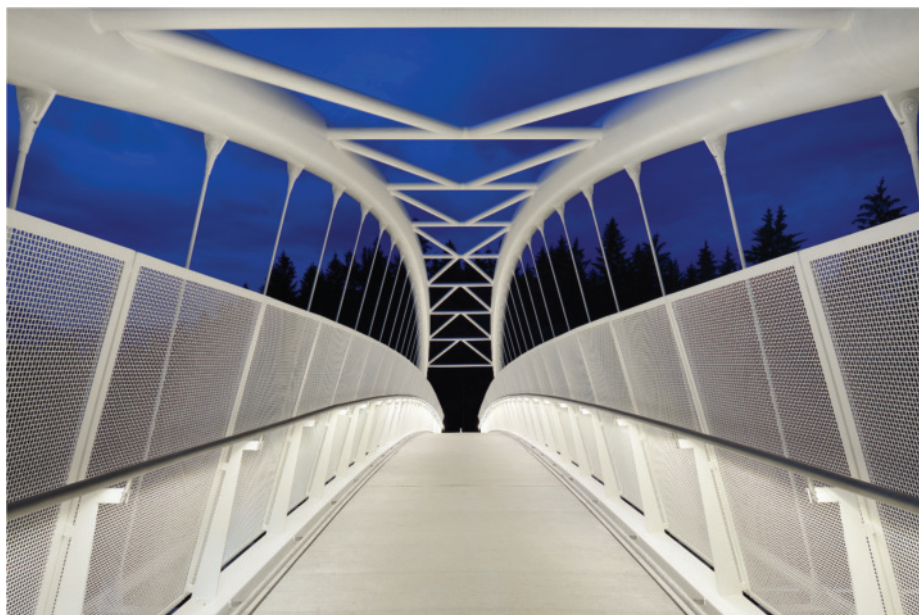
2.3 Pohodna površina

Nosilno konstrukcijo pohodne površine predstavlja trapezna pločevina, ki je položena vzdolžno na prečne nosilce in je zalita z betonom. Na to sovprežno ploščo so izvedeni naslednji sloji: tesnilni sistem, toplotna izolacija, PE-folija in mikroarmirani cementni estrih. Za preprečevanje zdrsa pri nizkih temperaturah je izvedeno ogrevanje pohodne površine z električnimi grelnimi kablji, zato pluženje in posipavanje mostu ne bosta potrebni.

2.4 Oprema in detajli

Tlak

Finalni tlak mostu je mikroarmirani cementni estrih s prečnim naklonom proti zunanjemu



Slika 6 • Prikaz LED-osvetlitve, ki je vgrajena v ročaj ograje. (Foto: M. Kambič)

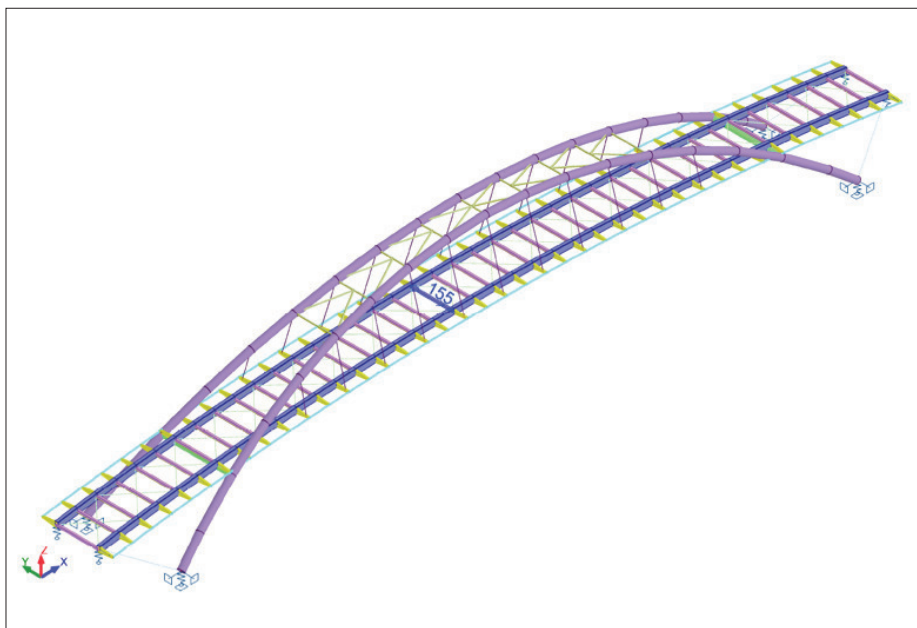
robu. Odvodnjavanje poteka po robu pohodne površine vzdolž mostu (slika 4).

Ograja

Zaščitna ograja mostu je iz goste jeklene mreže in sega do višine 200 cm nad koto cestišča. Ročaj ograje je na višini 120 cm in je iz okroglih RF-cevi, v njem je vgrajen LED-trak za osvetlitev vozne površine (sliki 5 in 6).

Osvetlitev mostu je ekscentrična za preprečevanje motenja prometa na avtocesti. Ročaj z lučjo je izveden kot enoten produkt z ustreznimi certifikati glede zaščite pred vlago in prahom in zaščite pred udarci oziroma vandalizmom.

3 • RAČUN KONSTRUKCIJE



Slika 7 • Računski statični model mostu.

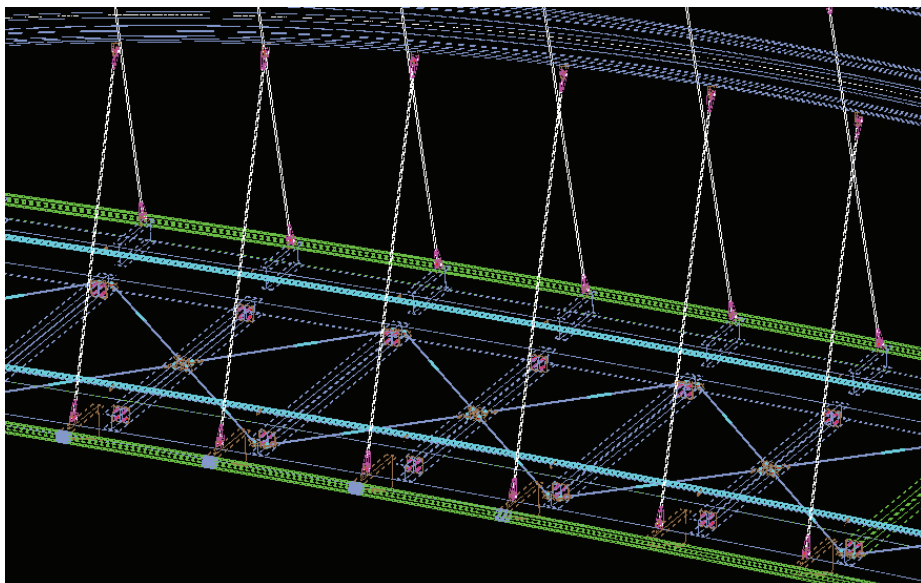
Račun konstrukcije mostu je bil izdelan z računskim modelom, ki temelji na metodi končnih elementov (slika 7).

Pri statičnem računu konstrukcije so bile upoštevane naslednje obtežbe:

- stalna obtežba: površinska po celotnem florisu in linijska po robu,
- koristna obtežba,
- obtežba snega,
- obtežba vetra,
- potresna obtežba,
- temperaturna obtežba.

Ker fizične ovire na obeh straneh mostu preprečujejo dostop vozila na most, koristna obtežba vozil v statičnem računu ni bila upoštevana.

Zaradi konstrukcijske zasnove mostu (relativno velika vitkost in majhna masa mostu) je bila v fazi izdelave projekta posebna pozornost posvečena dinamični obtežbi, to je vibracijam, ki jih povzročajo pešci. Preverjenih je bilo več modelov dinamične obtežbe, tako posamezni pešci kot tudi več pešcev hkrati (oziroma množica).



Slika 8 • Grafični 3D-model mostu.

Izdelana je bila dinamična analiza konstrukcije (račun dinamičnega odziva konstrukcije), na podlagi katere so se preverjali zahtevani kriteriji glede razreda udobja uporabnikov mostu.

V fazi priprave projektne dokumentacije je bil izdelan tudi 3D-model konstrukcije mostu (slika 8).

4 • IZVEDBA MOSTU

Izvedba mostu je potekala v več fazah. Najprej so se izdelali armiranobetonski temelji na obeh straneh mostu (slika 9).

Jekleno konstrukcijo mostu so pol leta izdelovali v delavnici v Trziču (slika 10), februarja 2018 je sledilo sestavljanje mostu na gradbišču ob avtocesti (slika 11).

Dvig mostu na pripravljene temelje se je zgodil ponoči 27. marca 2018 s posebnim 400-tonskim dvigalom, ki so ga za ta namen pripeljali iz Italije. Dvigalo je most dvignilo nad avtocesto in ga v samo sedemnajstih minutah namestilo na temelje na obeh straneh avtoceste (slika 12).

Po namestitvi mostu so v naslednjih nekaj tednih potekala še zaključna dela: izvedba odvodnjavanja, talnega ogrevanja in inštalacijska dela. Most je bil uradno odprt ob prazniku Občine Šenčur 23. aprila 2018 (slika 13).



Slika 9 • Priprava armiranobetonskih temeljev ob avtocesti.



Slika 10 • Izdelava konstrukcije mostu v delavnici.



Slika 11 • Sestavljanje mostu ob avtocesti.



Slika 12 • Nočni dvig mostu. (Foto: M. Kambič)



Slika 13 • Končni videz mostu. (Foto: M. Kambič)

5 • SKLEP

Most čez gorenjsko avtocesto pri počivališču Voklo je edinstven primer enega redkih ločnih mostov za pešce in kolesarje nad avtocesto v Sloveniji.

Most odlikujeta sodobna arhitekturna zasnova in kompleksna jeklena konstrukcija. Niveleta

mostu poteka v rahlem loku, krivulje glavnih ločnih nosilcev, vozišča in ograj pa dajejo mostu elegantno obliko, ki je skladna z naravno pokrajino v ozadju. Kompleksna geometrija nosilne konstrukcije mostu daje privlačnost z vseh zornih kotov: tako za kolesarje in pešce na mostu kot tudi za voznike na avtocesti.

Uspešna in tekoče opravljena postavitve mostu je plod natančnega inženirskega dela projektantskega podjetja Protim Ržišnik Perc z vzornim sodelovanjem arhitektov in inženirjev v fazi projektiranja ter dobrim sodelovanjem z izvajalcem, investitorjem in nadzornimi inženirji v fazi izvedbe. Projektiranje in namestitev mostu sta prinesla nova spoznanja in izkušnje, kar je tudi motivacija za uspešno nadaljnje delo.