

Rekonštrukcia mosta Ladce 080

Medzi obcami Ladce a Beluša, na cestnom ťahu Ilava – Považská Bystrica, ktorý je súbežný s diaľnicou D1, preklenuje železničnú trať most s pracovným názvom Ladce 080. Jeho výstavba sa datuje do polovice šesťdesiatych rokov minulého storočia, a tak po 42-ročnej prevádzke si jeho technický stav vyžadoval rozsiahlu rekonštrukciu. Existujúca elektrifikovaná trať, ponad ktorú most vedie, a vedenie vysokého napätia nachádzajúce sa nad jedným koncom mosta komplikovalo požiadavku investora – zachovať konštrukčnú výšku mosta.

Pôvodná nosná konštrukcia mosta Ladce 080 sa skladala z dodatočne predpätých prefabrikovaných nosníkov typu Vloššák s dĺžkou 14,5 + 15,5 + 14,5 m (**obr. 1**). V spodnej stavbe bola prefabrikácia zastúpená kónickými štíhlymi stĺpmi, ktoré sa zaliali užšou časťou do kalichov v monolitickom základovom páse. V hornej širšej časti boli stĺpy zmonolitnené a navzájom spojené úložným prahom. Krajné rady stĺpov sú zakryté násypovými kuželmi.

Na nosnej konštrukcii sa po 42-ročnej prevádzke prejavili okrem iných hlavne tieto poruchy:

- prefabrikáty boli pôvodne uložené na lepenku. Po jej rozpadnutí je však betón priamo na betóne;
- nad vnútornými podporami sa neuvažovalo žiadne systémové riešenie spoja prefabrikátov, čo sa prejavilo porušením hydroizolácie.
- v stojinách prefabrikátov sa zistila neprípustná koncentrácia difundovaných chloridov a karbonatáciou zasiahnutý betón stojín sa odlupoval (**obr. 2**);
- chýbali mostné závery a vodorovné posuny boli blokované. Zo vzniknutých kvapľov kvapkala voda aj po troch dňoch sucha, čiže sa nachádzala medzi krytom a nosnou konštrukciou prakticky po celej ploche.

Pôvodný stav šikmej trojpoľovej konštrukcie bol diagnostikovaný stupňom VI. – veľmi zlý stav [1] (**obr. 2**).



Obr. 1 Pohľad na pôvodný most

Požiadavky investora na rekonštrukciu:

- dosiahnuť zaťažovaciu triedu A,
- minimálne požiadavky na výluky železničnej trate,
- čo najnižšia cena objektu pri zachovaní predpokladanej životnosti,
- technické riešenie podľa súčasných predpisov a poznatkov,
- zachovanie konštrukčnej výšky mosta.

Konštrukčná výška prierezu verzus technické problémy

Požiadavka zachovať konštrukčnú výšku mosta sa z dvoch dôvodov ukázala ako veľmi náročná. Pod mostom vedie železničná trať, ktorá bránila zníženiu prierezu a zvrchu limitoval výšku hotový nový úsek cesty, končiaci pri moste.



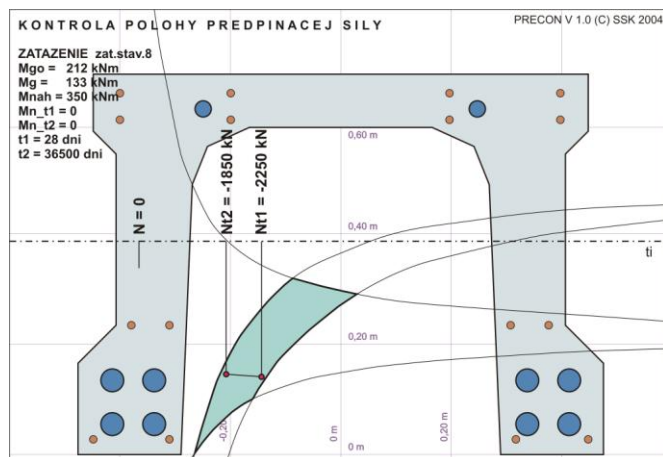
Obr. 2 Poškodené nosníky pôvodného mosta



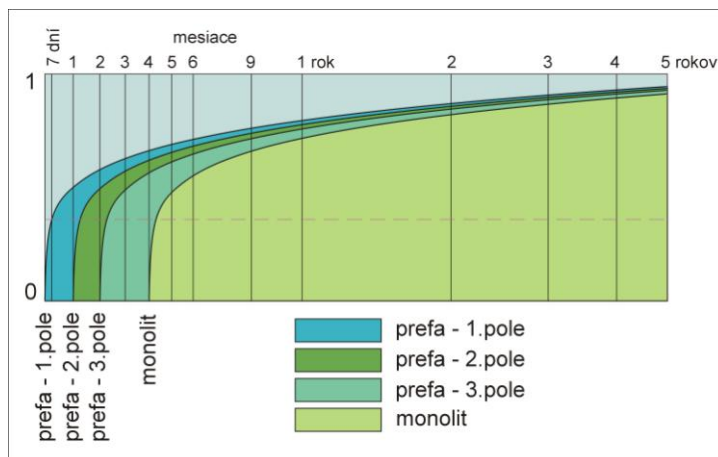
Obr. 3 Vizualizácia predstavy projektanta pred výstavbou mosta

Pôvodná konštrukčná výška mosta bola 700 mm a bola daná prefabrikátmi Vloššák. Výška prierezu nosníka mala pritom hodnotu iba $1/22$ rozponu mosta s proste uloženými nosníkmi. Prefabrikované nosníky Vloššák vznikli koncom päťdesiatych rokov. Vďaka tvaru prierezu a využívaniu predpätia sa vtedy považovali za takmer technicky dokonalé. Tieto prefabrikáty boli vyrobené z betónu triedy B 600. S odstupom času sa však pri nich prejavili určité nedostatky. Zložitý tvar formy nezaručoval dosiahnutie kvality sériovej výroby. Nosník sa navyše spájal z troch častí a potom sa dodatočne predpínal. Dnes, keď sa počas zimného obdobia na cestách intenzívne používa chemický posyp, je krytie výstuže nosníka celkom nevyhovujúce. Pri viacpoľových mostoch nebol konštrukčne doriešený ani styk nad podporami (porušovanie hydroizolácie a krytu dynamickým namáhaním).

Podrobný prepočet pôvodných prefabrikátov preukázal dobrú zhodu s predpisom [2], ktorý pri danej šikmosti udáva zaťažiteľnosť 30 t, 67 t a 158 t (obr. 4).



Obr. 4 Jedna z kombinácií posúdenia pôvodných nosníkov „Vloššák“



Obr. 5 Krivky dotvarovania ako podklad pre výpočet TDA. Alternatíva časového scenára

Počas spracovania projektu sa pre daný rozpon našli najnižšie vyrábané typové prefabrikáty s výškou prierezu 750 mm. Ak sa k tomu pripočíta spriahujúca doska, je celková hrúbka nosného prierezu $750 + 200 = 950$ mm. Táto hodnota prekračovala dovolenú výšku prierezu 700 mm.

Monolitická spojitá doska, ktorá by pri danej výške preklenula železnici, sa nemohla použiť, lebo nad traťou nebolo miesto na debnenie. Hydraulické spúšťanie by bolo zase komplikované, náročné a riskantné. Celkovo sa preverilo asi 12 konštrukčných riešení, z toho 6 podrobne.

Parametre mosta, ktoré sa pri prijateľnej cene museli dodržať a technické problémy rôznych riešení, smerovali k týmto záverom:

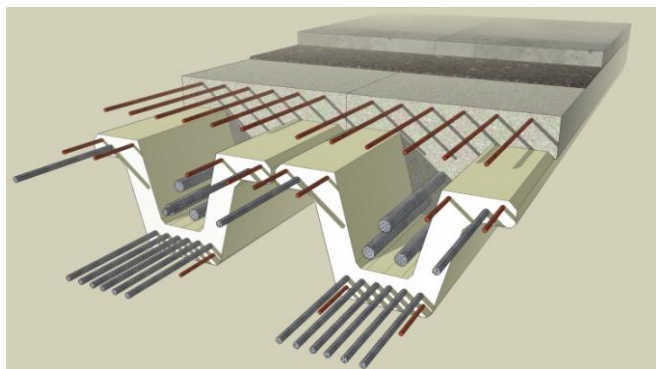
- na dosiahnutie požadovanej výšky treba využiť spojitosť konštrukcie,
- pre frekventovanú železničnú trať sa musia použiť atypické prefabrikáty,
- existujúca spodná stavba mosta sa využije a bude len sanovaná.

Realizácia

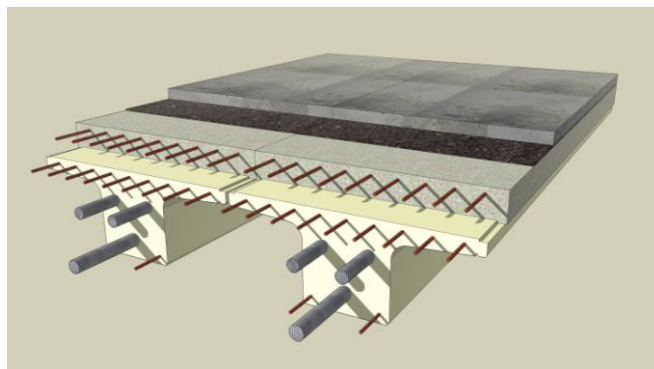
Prvá verzia

Návrh tvaru prefabrikátov ovplyvňoval zlý prístup montážnych prostriedkov k mostu a vedenie vysokého napätia. Rozhodujúca bola teda aj tiaž prefabrikátu a nosnosť žeriavu. V čase riešenia prvej verzie projektu sa dohodol mobilný žeriav s nosnosťou 160 t z Ostravy. Vysoké napätie sa malo na dohodnutý krátky časový úsek vypnúť. Z pracovných diagramov žeriavu a z prístupnosti montážnych plôch sa určila maximálna tiaž prefabrikátu na 7,5 t.

Na základe týchto predpokladov sa odsúhlasilo nasledovné riešenie: V prvej fáze realizácie sa na úložné prahy položia ľahké korýtkové predpäté prefabrikáty, ktoré budú plniť aj funkciu debnenia. Do korýtkových predpätých prefabrikátov sa vleje čerstvý betón a potom sa zmonolitnená sústava predopne ako celok (**obr. 6**). Prefabrikáty mali limitovanú hmotnosť a preto sa museli podprieť. Zabránilo by sa tak prekročeniu dovoleného napätia. Krajné prefabrikáty sa podporú odspodu a stredové, aby nezasahovali do železničného profilu, mali vyriešené horné podopretie.



Obr. 6 Princíp nosnej konštrukcie prvej verzie projektu s ľahkými prefabrikátmi



Obr. 7 Princíp realizovanej nosnej konštrukcie

Zmena vstupných predpokladov

K realizácii došlo až po štyroch rokoch po odovzdaní projektu. Počas tejto doby sa intenzívnym využívaním mosta ťažkou premávkou zmenili niektoré vstupné predpoklady. Podstatnou zmenou bola aj skutočnosť, že odsúhlasené vypnutie vysokého napätia počas montáže bolo možné len za poplatok vysoko prevyšujúci pôvodný rozpočet. Víťazný zhotoviteľ stavby preto navrhol riešenie, ktoré zásadným spôsobom menilo pôvodné vstupné predpoklady. Nové riešenie vychádzalo z dvoch hlavných bodov:

- zhotoviteľ zabezpečí mobilný žeriav nosnosti až 400 t,
- zhotoviteľ zabezpečí výrobu prefabrikátov v zahraničí, kde je k dispozícii vhodná priemyselná forma pre atypické prefabrikáty.

Navrhovaným riešením by sa dosiahlo zvýšenie tiaže prefabrikátu na 13,6 t. Odpadla by tak nutnosť montážneho podoprenia a montáž mosta by prebiehala len zo strany, na ktorej sa nenachádzalo vysoké napätie.

Teoretické preverenie hypotézy potvrdilo realnosť nového riešenia a hlavný projektant v extrémne krátkom čase spracoval nový realizačný projekt. Pre časovú tieseň sa najskôr spracovali výkresy prefabrikátov, aby mohli ísť čo najskôr do výroby.

Nová koncepcia projektu

Konštrukčné riešenie

V novej koncepcii sa použili české plnostenné prefabrikáty tvaru širokoprírubového T, ktoré sú označené SSŽ-T/93. Táto typová rada má nasledovné charakteristiky:

- prefabrikáty sú charakteristické vysokou variabilitou tvaru a výšky nosníka,
- určené sú len základné zásady stavby priečného rezu, vychádzajúce zo strojných charakteristík a možností formy.

Dôležitá zásada je, že každý nosník sa musí navrhnuť samostatne a pre každý nosník sa musí spracovať

vlastná realizačná dokumentácia. Prefabrikáty sa dodatočne predpínajú lanami so súdržnosťou. Kým sa most zmonolitní, pôsobia ako prosté nosníky.

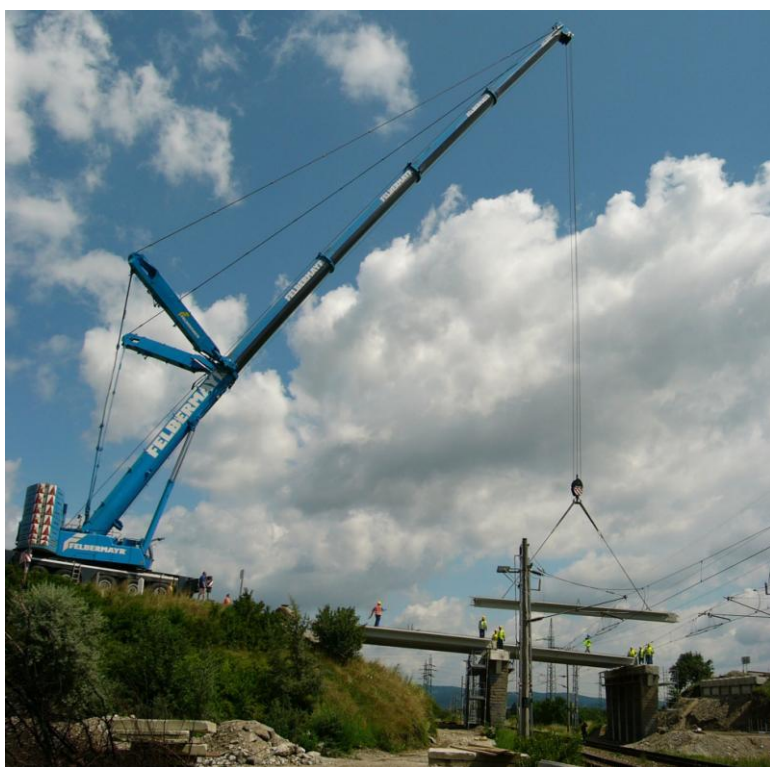
Tvar výrobnej formy už zohľadňoval dvojpercentný priečny spád mosta. V projektovej dokumentácii mosta sa museli spracovať a podrobne zdokumentovať tri druhy prefabrikátov.

Nosníky sa nad vnútornými podperami ukladali na montážne odstrániteľné ložisko. Na trvalé elastomerné ložisko sa v pozdĺžnom smere uložil až monolitický priečnik medzi dvomi prefabrikátmi. Dosiahlo sa tak jednobodové podoprenie nad vnútornou podperou.

Základná koncepcia výstavby sa oproti prvej verzii nezmenila. Na položené prvofázovo predpäté prefabrikáty sa uložil monolitický betón a priečniky a v druhej fáze sa celá sústava po dosiahnutí požadovanej pevnosti betónu predopla ako spojitý celok. Konštrukčná výška sa v novej koncepcii zvýšila o jeden centimeter na 710 mm. Stredná výška prefabrikátu je 550 mm (**obr. 7**).

Každý prefabrikát sa predopol pomocou 3 káblov – jedným 9-lanovým z výroby a dvomi 8-lanovými káblami spojitosti. Pre spojitý kábel pozdĺž nosníkov sa vo výrobní zhotovili len prázdne káblové kanáliky, ktoré sa museli na stavbe nad podperou dodatočne prepojiť.

Predpínací systém sa pre kompatibilitu s výrobňou prepracoval a pôvodné predpínacie napätie sa znížilo z 1 430 MPa na 1 350 MPa. Laná majú priemer 15,7 mm a kvalitu ocele St 1 570/1 770.



Obr. 8, 9 Montáž mobilným žeriavom o nosnosti 400 t

Statické riešenie

Statický výpočet musel zohľadniť celý rad skutočností súvisiacich s reologickými vlastnosťami betónu, fázami výstavby, viacnásobným predpínaním a statickou neurčitou konštrukciou. Musela sa navrhnuť spriahujúca výstuž prefabrikátu a nadbetónávky aj v súvislosti s premiestňovaním napätí z mladšieho do staršieho betónu. Presuny napätia v čase sa museli zohľadniť aj pri zmene statickej sústavy. Jeden z časových scenárov presunu napätia podľa reologických kriviek [4] je na (**obr. 5**). Statické výpočty sa vykonávali za pomoci programov STRAP, POSTTEN a PRECON.

Demontáž pôvodných nosníkov a montáž nových prefabrikátov sa uskutočňovala v prestávkach medzi prejazdmi jednotlivých vlakov za dozoru ŽSR (**obr. 8 a 9**). Náročnú organizáciu prác vyžadujúcu zložitú časovú návaznosť zvládol zhotoviteľ bez komplikácií a s vysokým štandardom vyhotovenia detailov.

TEXT : Ing. Vladimír Budinský FOTO : autor



Obr. 10 Pohľad na most pred dokončením

Účastníci výstavby

Investor :	Slovenská správa ciest, IVSC Žilina
Hlavný projektant :	IPOS s.r.o., Banská Bystrica
Hlavný inžinier projektu :	Ing. Igor Chylo
Zodpovedný projektant :	Ing. Vladimír Budinský
Odborná spolupráca :	Doc. Ing. Jaroslav Halvonik, PhD. – 1. fáza projektu Ing. Jaroslav Kobza, CSc. – 2. fáza projektu
Zhotoviteľ :	Doprastav a.s. Bratislava – závod Žilina
Výstavba :	2008

Literatúra:

- [1] Diagnostika železničného nadjazdu za obcou Hloža ev.č. 061-080, VUIS-MOSTY s.r.o., 2001
- [2] Prováděcí pokyny ke stanovení zatížitelnosti mostů na dálnicích, silnicích a místních komunikacích FMD 1985
- [3] Karel Zůda : Výpočet staticky neurčitých mostních konstrukcí z předpjatého betonu, SNTL 1971
- [4] ČSN 73 6207 Navrhování mostních konstrukcí z předpjatého betonu, 1993
- [5] Rossner, Graubner : Spannbetonbauwerke, Ernst & Sohn, A Wiley Company, 2005
- [6] Albert, Denk, Mertens, Nitsch : Spannbeton, Werner Verlag, 2008

Reconstruction of the Ladce Bridge 080

Between Ladce and Beluša villages, on the road Ilava – Považská Bystrica, which is parallel to the D1 Motorway, the rails are vaulted by the bridge called - Ladce 080 built in the mid-1960s. Therefore, after having served 42 years, there was the need to improve its technical conditions and the object faced an extensive reconstruction. However, investor's requirement for retaining construction height of the bridge was complicated by the existing electrified rail system under the bridge together with the high voltage line existing above the bridge at the end of its one side.