

OPRAVY PREFABRIKOVANÝCH MOSTNÍCH NOSNÍKŮ – ČÁST 1

REPAIRS OF PRECAST BRIDGE BEAMS – PART 1

Jiří Hromádko

Příspěvek navazuje na článek [4], v kterém byl představen širší přehled poruch betonových staveb a zejména typické ukázky poruch již provedených oprav železobetonu z období 1990 až 2000. Nyní je příležitost podrobněji popsat některé důležité poruchy betonových nosníků silničních mostů a jejich oprav (a to i realizace sanací do roku 2014) podrobněji.

■ This contribution is a follow-up to an article [4], in which we introduced a wider survey of failures of concrete structures, especially typical illustrations of failures of reinforced concrete repairs that had been carried out between 1990 and 2000. Now we take the opportunity to describe some of the most significant failures in concrete beams of road bridges and their repairs (incl. repairs carried out up to 2014) in more detail.

Po roce 1990, kdy se v ČR začaly aplikovat profesionální sanační technologie a materiály postupně na vyšší úrovni, bylo a stále ještě je možno nalézt v jednotlivých případech chybný odhad kombinace příčin poruch ve fázi návrhu opravy a následně i pochybení ve stadiu provádění oprav. Další možný důvod neúspěšné opravy betonové stavby – nekvalitní průzkum – je permanentním jevem snad všude.

Příspěvek uvádí popis několika případů, zobecnění dosažitelných poznatků a poučení pro projektanty oprav a pro správce betonových mostních staveb. Z důvodu co nejširšího pohledu na problematiku mostních nosníků jsou připomenuty i některé typické vady uváděné v příspěvcích v minulých letech.

U většiny případů je uvedeno více vlivů a příčin poruch. Tím se opět potvrzuje známá skutečnost, že poruchy stavebních konstrukcí i jejich oprav nastávají vždy v důsledku kombinace více příčin.

NEJČASTĚJŠÍ TYPY PORUCH OPRAV BETONOVÝCH MOSTNÍCH NOSNÍKŮ

- Porucha podkladu pod sanačním systémem, rozpad betonu,
- oddělování vrstev opravy mezi sebou a od podkladu,
- výskyt nové a/nebo pokračující koroze výztuže v sanované a/nebo nesanované části,
- koroze výztuže – nová nebo pokračující,
- koroze kotev systému předpětí,
- pokračující průsak vody skrz nosník, voda v dutině nosníku,
- vyluhování pojiva z betonu a sanačních vrstev (koroze betonu I. stupně),
- vznik trhlin v nosníku a v dobetonování, příp. v sanačních vrstvách.

PRAVDĚPODOBNÉ PŘÍČINY NEJČASTĚJŠÍCH PORUCH OPRAV BETONOVÝCH MOSTNÍCH NOSNÍKŮ

Obečné příčiny:

- chyby při prohlídkách a průzkumech,
- chyby výběru osob pro průzkum stavby a návrh opravy,
- chybné stanovení příčin poruch – špatné vyhodnocení diagnostického průzkumu,
- chybný návrh opravy projektantem,
- chyby výběru zhotovitele pro provedení opravy,
- chyby při provádění oprav,
- neodborné odsouhlasení a převzetí prací.

Detailněji v článku specifikované příčiny:

- chybně připravený podklad – povrch nosníku – povrch ne-

byl otryskán ani vysokotlakým vodním paprskem ani pískem, nebyly odstraněny nesoudržné vrstvy, byly ponechány vrstvy s chloridy a vrstvy nasáklivé, vrstvy s nízkým pH (neutralizované),

- chybná antikoroziční vrstva (někdy i s deklarovanou funkcí kotevního můstku) na povrch betonu nosníku,
- chybně navržené a/nebo provedené opravy trhlin v betonu nosníků (trhliny sledující kabelové kanálky, trhliny podélné smykové atd.),
- nebylo odstraněno zatékání vody a solí dovnitř nosníků (většina případů), pokračovalo i stékání vody se solemi z říms na krajní nosníky,
- další příčiny u jednotlivých příkladů.

PŘÍKLADY PORUCH OPRAV BETONOVÝCH MOSTNÍCH NOSNÍKŮ

Porucha betonu nosníků

Obr. 1a,b – degradace sanačního systému (nátěr výztuže, malta, stěrka, nátěr) mostu na vodorovných nebo málo skloněných plochách, zejména na dolní přírubě krajního nosníku, včetně pokračujícího mrazového rozpadu původního betonu. Sanace nosníků I 67 realizovaná roku 1994, stav po 17 letech, dálnice D1. Důsledek chybně navrženého systému opravy s možnými vadami technologie sanace.

Obr. 1a,b Porucha betonu nosníků ■ Fig. 1a,b Failure in the concrete of beams





Obr. 2a,b Porucha povrchu – chybný návrh hmoty pro opravu a technologie provedení ■ Fig 2a,b Failure in the surface – improper design of the substance for repairs and incorrect technology

Porucha povrchu – chybný návrh hmoty pro opravu a technologie provedení

Obr. 2a,b – nevhodná aplikace stříkaného betonu na předpjatý dutinový mostní nosník DS, bez opravy hydroizolace mostovky, sanační vrstvou prosakuje voda se solemi, tvoří se krápníky, trhliny v sanační vrstvě. Nová vrstva na vyztáhlém dávno dotvarovaném a smrštěném betonu se po hydrataci a (vázaném) smrštění odděluje od podkladu za vzniku trhlin. Vrstva přitěžuje konstrukci, zpomaluje sice karbonataci betonu nosníku, ale zhoršuje vysychání nosníku a později bude ohrožovat dálniční provoz pod mostem odpadávajícími úlomky betonu.

Koroze výztuže horní části nosníku pod vozovkovým souvrstvím

Obr. 3a,b – izolační a vozovkové souvrství realizované na mostě sinice I. třídy jako jediná přímo pojžděná vrstva izolace na bázi křemenného písku a epoxidového pojiva, bez další ochrany, v rozporu s ČSN 73 6242 z hlediska hmot i skladby. Příčinou je chybný návrh opravy projektantem a fakt, že voda a roztoky soli zatékaly dovnitř nosníků shora a z okrajů konstrukce na části krajních nosníků.

Obr. 3c,d – detaily – porucha této vrstvy ve formě podélné trhliny šíře 1 až 2 mm s jasnými příznaky koroze ocelové výztuže horní desky nosníku pod izolací.

Obr. 3a až d Koroze výztuže horní části nosníku pod vozovkovým souvrstvím ■ Fig. 3a to d Corrosion of the reinforcement of the upper part of the beam under the road way formation



Separace povlakových a reprofilačních vrstev systémů oprav od betonových povrchů

Obr. 4a,b – po roce 1990 provedená sanace koroze betonářské a předpínací výztuže nosníků KA-67 (spojitý třípolový nosník s dobetonovanou příčnou spárou) s použitím antikorozního nátěru výztuže – zelený odstín povlaku. Součástí poruchy nosníku je i destrukce dolní desky nosníku v důsledku její zmenšené tloušťky (otvor v podhledu nosníku na obr. 2b) jako důsledek aplikace zlepšovacího návrhu ve výrobě mostních nosníků kolem roku 1974 (ztracené bednění dutin nosníků pomocí papírových sudů).

Obr. 4c,d – detailní pohledy na jedno z mnoha poruchových míst, kde se odděluje sanační systém (reprofilační malta a stěrka) od zeleného antikorozního nátěru, který nefunguje dle původního předpokladu jako antikorozní povlak a zároveň jako spojovací můstek, ale paradoxně jako vrstva separační. Koroze předpínací i betonářské výztuže pokračuje i po opravě mostní izolace, po které se snížilo zatékání z vozovky (vliv slané mlhy).

Obr. 4e – detail podhledu nosné konstrukce na příčné dobetonované spáře, kde dochází k separaci reprofilační malty právě jenom v místě aplikovaného (zeleného) antikorozního nátěru. Místo je zbrušeno z důvodu montáže skleněných destiček pro detekci případných trhlin (rozevírání příčné spáry), původní beton spáry šíře cca 50 až 100 mm (světlejší) je uprostřed, sanační malta je tmavší šedá.

Obr. 4f – pohled nosníků KA-67, na kterém je patrná snaha o doplnění krycí vrstvy betonu pomocí reprofilace, pouze lokálně v místech bodového výskytu koroze kovových částí. Procento úspěšnosti a výdrže sanačních maltových koláčů není ani po dvaceti letech provozu sanace zanedbatelné. Hlavní příčinou jejich odpadávání je chybná příprava podkladu – povrch podhledu nosníků nebyl otryskán ani jinak zdrsňen.

Obr. 4a až f Separace povlakových a reprofilačních vrstev systémů oprav od betonových povrchů ■ Fig. 4a to f Separation of the coat and repair layers of the repair system from the concrete surfaces



Separace povlakových a reprofilačních vrstev systémů oprav od betonových povrchů a trhliny na hranách vlivem tlaku koroze – selhání celého sanačního systému (podobné příčiny jako u předcházejícího případu)

Obr. 5a – vzpěradlový předpjatý most typu DS-A z roku 1979, sanovaný částečně v roce 2014 (pouze fasádní nosníky).

Obr. 5b – nedokončená oprava izolace na mostě (odložená z důvodu blížící se modernizace D1) způsobila selhání sanačního systému – pohled sanovaného nosníku DS-A s projevy koroze a destrukce reprofilačních vrstev tlakem koroze oceli, v důsledku pronikání chloridů dolní deskou z dutiny z nosníku.

Obr. 5c – selhání chybně navrženého a provedeného systému reprofilace rámových vzpěr – masivní reprofilace hran sloupů spolu s nedokonalě ošetřenou svislou nosnou výztuží má za následek odtržení hrany téměř vždy. Reprofilace hran je velmi citlivá i na nepatrné objemové změny reprofilačních hmot.

Obr. 5d – selhání plošně aplikované sanační stěrky na neupravený podklad (absence tryskání či jiného zdrsnění a očištění) na vzpěře v exponovaném místě s ostřikem slanou vodou u krajnice.

Obr. 5e,f – stejné citlivé a problematické místo na hraně podhledu nosníku DS-A s pokročilým stadiem odpadávání reprofilované hrany nosníku.

Obr. 5a až f – Separace povlakových a reprofilačních vrstev systémů oprav od betonových povrchů a trhliny na hranách vlivem tlaku koroze – selhání celého sanačního systému ■ Fig. 5a to f – Separation of the coat and repair layers of the repair system from the concrete surfaces and cracks on the edges caused by the corrosion pressure – failure of the repair system as a whole





Obr. 5g,h – details poruchového místa, antikoroziní nátěr (modrý) nefunguje ani jako inhibice koroze betonářské výztuže, ani jako adhezí mŕstvek pro další reprofilační hmoty. Sanované povrchy nebyly s vysokou pravděpodobností zbaveny chloridů rozptýlených v betonu a nebyly dostatečně očištěny. Tloušťka reprofilace je na hraně zbytečně velká, materiál příliš jemnozrný. Finální celoplošný nátěr nosníku je zbytečný a zhoršuje vysychání konstrukce.

Obr. 5g,h Separace povlakových a reprofilačních vrstev systémů oprav od betonových povrchů a trhliny na hranách vlivem tlaku koroze – selhání celého sanačního systému ■ Fig. 5g,h Separation of the coat and repair layers of the repair system from the concrete surfaces and cracks on the edges caused by the corrosion pressure – failure of the repair system as a whole

Nefunkční nátěrový systém na podhledu prefabrikovaných nosníků

Obr. 6a,b – jednovrstvý sanační nátěr (na bázi anorganického pojiva) na podhledu prefa nosníku KA-67, aplikovaný okolo roku 1990, nemůže zabránit pokračování koroze betonářské výztuže s nulovým krytím (pruty mají funkci distančních podložek).

Obr. 6c,d – stejná technologie opravy koroze výztuže na podhledu nosníku I-73 provedená okolo roku 1995, na mostě z roku 1982.





Obr. 6a až h – Nefunkční nátěrový systém na podhledu prefabrikovaných nosníků ■ Fig. 6 a to h Nonfunctional coating system on the soffit of the precast beams

Obr. 6e,f – jednoduchý sanační nátěr na podhledu mostu na obr. 6c zhoršuje vysychání betonu nosné konstrukce, nic nechrání a zabránit průniku vody se solemi z mostovky nemůže. Zbytečný, neekonomický a škodlivý sanační zásah. Odporuje principu řízení vlhkosti podle ČSN EN 1504-9.

Obr. 6g,h – ze statických důvodů závažnější porucha – koroze stěnové kotvy systému předpětí na konci nosníku I-73 na mostě z obr. 6c, zpočátku maskovaná sanačním nátěrem, se projevuje i přes krycí vrstvu – tenkovrstvé obetonování z doby výstavby a následný cementový pačok provedený v rámci údržby později. Bez odstranění příčiny – zatékání do konstrukce – nelze degradaci konstrukce zastavit.

ZÁVĚR

Obecnější souhrn poznatků z případů poruch sanací betonových konstrukcí je uveden již v předchozím článku [4] z roku 2015. Poznátky zde prezentované utvrzují autora v názoru,

Literatura:

- [1] ČSN EN 1504-9. *Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody – Část 9: Obecné zásady pro používání výrobků a systémů*. Praha: ČNI, 2007.
- [2] TKP. *Kapitola 31. Opravy betonových konstrukcí*. Praha: Ministerstvo dopravy, 2009.
- [3] BMS – Systém hospodaření s mosty – Prohlídkový a údržbový modul, © VARS Brno, a. s., 2001. Dostupné z: http://bms.vars.cz/a_frames.asp
- [4] HROMÁDKO, J. Vady a poruchy oprav betonových konstrukcí z pohledu objednatele a majetkového správce. *Beton TKS*, 2015, roč. 15, č. 3, s. 11–20.

že je nezbytný sběr zkušeností a kvalitní analýza úspěšnosti oprav betonových nosníků mostních konstrukcí s následnou tvorbou pravidel, vzorových detailů a vzorových řešení pro navrhování oprav těchto nejdůležitějších částí betonových prefabrikovaných mostů.

Poté musí následovat další logický krok – národní technický předpis, nejlépe norma, která podrobněji rozpracuje a doplní ČSN EN 1504-9 v části Posouzení stavu a Strategie zejména o prvky uvedené v tomto příspěvku (ale nejenom o ně) a poskytne novou část – Navrhování oprav. Současný stav a rozsah citované ČSN EN 1504-9:2008 v uvedených částech jsou nedostatečné.

Fotografie: archiv autora (vlastní fotografie)

Ing. Jan Hromádko
Ředitelství silnic a dálnic ČR
e-mail: jan.hromadko@rsd.cz

