



INTERREG V-A
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



**EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA**
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

VADY A PORUCHY MOSTŮ Z PREFABRIKOVANÝCH ŽELEZOBETONOVÝCH PŘEDPJATÝCH NOSNÍKŮ KA a I

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.

Ing. Miroslav Rosmanit, Ph.D., Bc. Vít Němčic (VŠB-TUO)



NÁZOV PROJEKTU:

**Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov
v oblasti mostného stavitelstva v cezhraničnom regióne
(Kód projektu v ITMS2014+: 304011U647)**

EDUMOS

**VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA**

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika
a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Hodnocení existujících konstrukcí

- Jedná se o souhrn činností prováděných za účelem ověření spolehlivosti existující konstrukce

Výsledkem hodnocení:

- je stanovení nebo ověření funkčnosti konstrukce, tj. soubor požadavků na provoz konstrukce, kdy při jejich splnění je zajištěna spolehlivost konstrukce:
 - maximální přípustné zatížení konstrukce (zatížitelnost)
 - požadavky na úpravy a údržbu konstrukce
- hodnocení mostních konstrukcí pozemních komunikací
 - ⇒ mostní prohlídky
 - ⇒ diagnostický průzkum

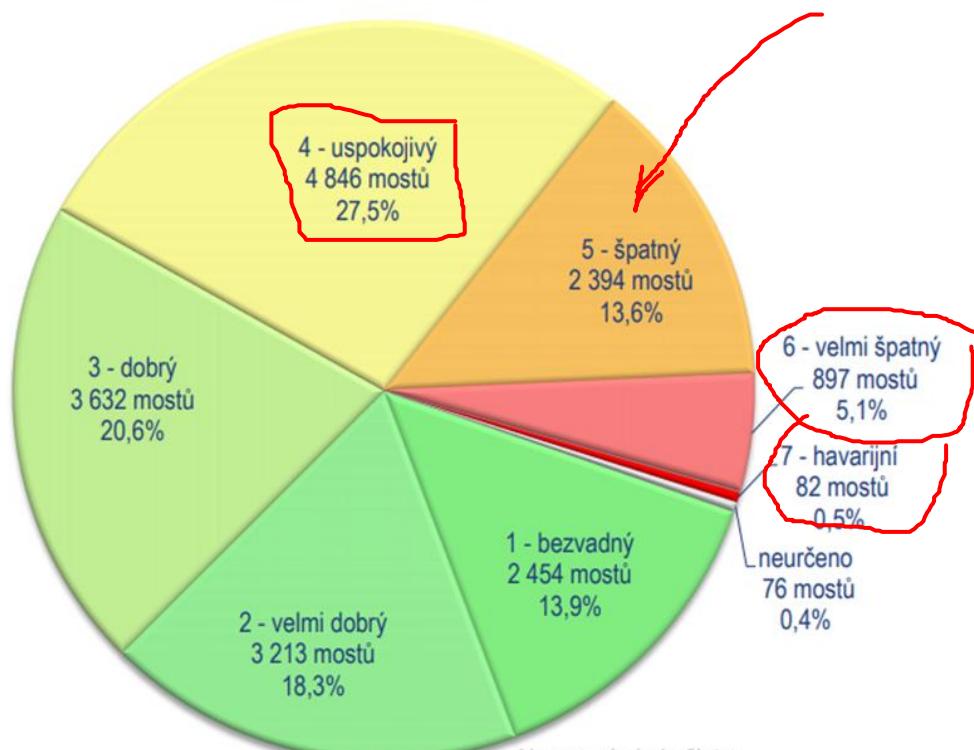


Hodnocení existujících konstrukcí

Počet mostů dle stavu nosné konstrukce nebo spodní stavby*

stav k 1.7.2020

celkem 17 594 mostů



* bere se v úvahu horší stav

ČESKÁ REPUBLIKA



Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

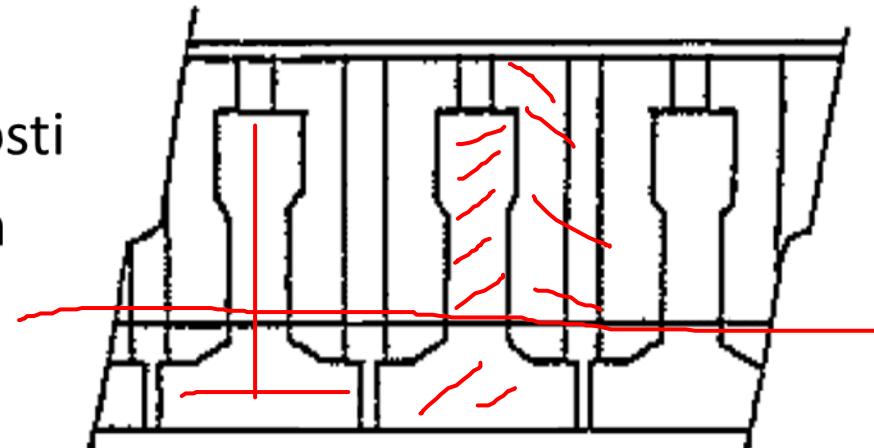
Hodnocení existujúcich konštrukcií

- zhruba 1600 mostov z prefabrikovaných betonových nosníků
- zhruba 900 mostov je z prefabrikovaných nosníků KA a I
- další mosty jsou v evidencích správy silnic a obcí



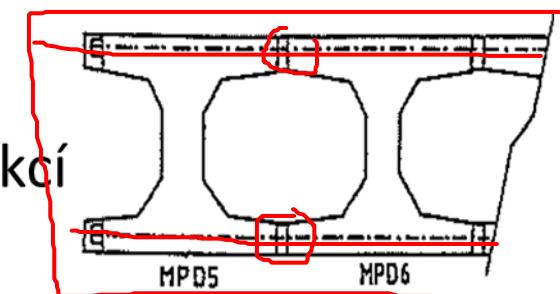
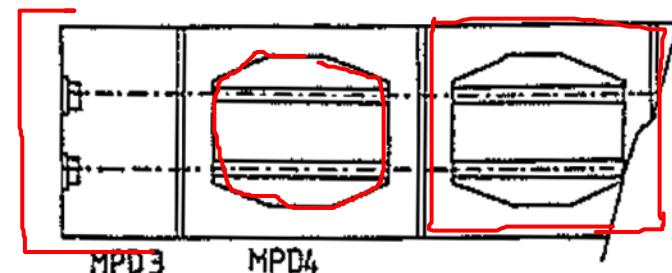
Historie mostů z prefabrikovaných nosníků

- počátek výroby prefabrikovaných nosníku kolem roku 1950
- nosníky byly navrženy pro rozpětí 5-14 m
- vytvoření deskové nosné konstrukce kombinací nosníku obráceného T s dodatečně nadbetonovanou deskou
 - ⇒ konstrukce se považovala za příliš pracnou
 - ⇒ byla nevhodná pro mosty většího rozpětí z důvodu její velké hmotnosti a na staveništi docházelo k potížím se zajištěním jakosti betonu



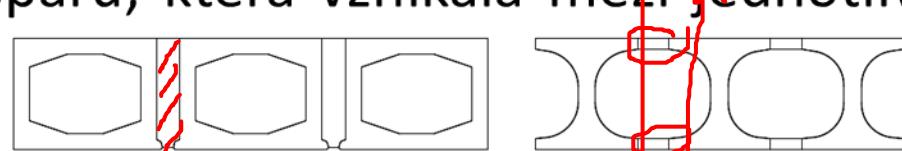
Historie mostů z prefabrikovaných nosníků

- kolem roku 1954 vznikly myšlenky o výrobě komorových nosníků **MPD**, které vznikaly sestavením několika jednotlivých dílů o malé délce cca 3 metrů
- spojení v příčném směru ⇒ příčnými kably (tuhá deska)
- možnost vytvoření šikmých mostů
 - ⇒ vzájemným posunutím dílců o rozteč příčných kabelů
 - ⇒ takto vytvořené propojení velmi omezilo volbu šikmosti mostu jen na malý počet úhlů
 - ⇒ příčné předpětí se ukázalo technologicky velmi náročné a to zejména u šikmých konstrukcí

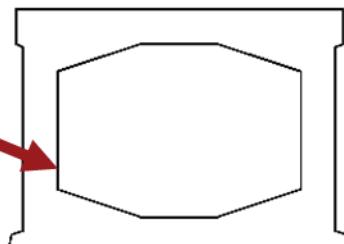


Historie mostů z prefabrikovaných nosníků

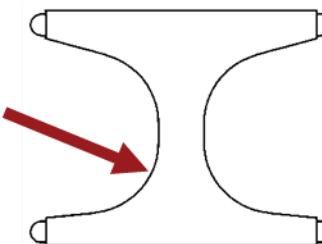
- vznikl nový návrh mostní konstrukce s novým typem nosníků
- v novém návrhu došlo k nahradě příčné předpínací výztuže za zabetonovanou upravenou spáru, která vznikala mezi jednotlivými nosníky v podélném směru
- úprava konstrukce umožnila libovolnou šikmost mostního pole a také ušetřila práci s pracným příčným předpínáním
- došlo k vytvoření novému typu konstrukce, který se oddálil od představy tuhé desky ⇒ vznikla deska žaluziová



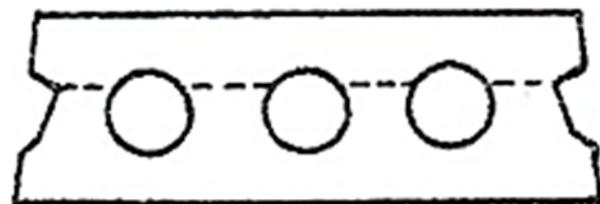
nosník KA
vznik v ČR



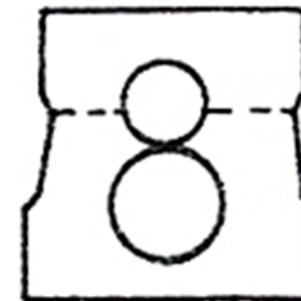
nosník I (ŠEVČÍK)
vznik v SR



Historie mostů z prefabrikovaných nosníků



Nosník ŽMP 62



Nosník ŽMP 62



Nosníky BUREŠ



Nosníky MJ - 69

Typové podklady prefabrikovaných nosníků KA a I

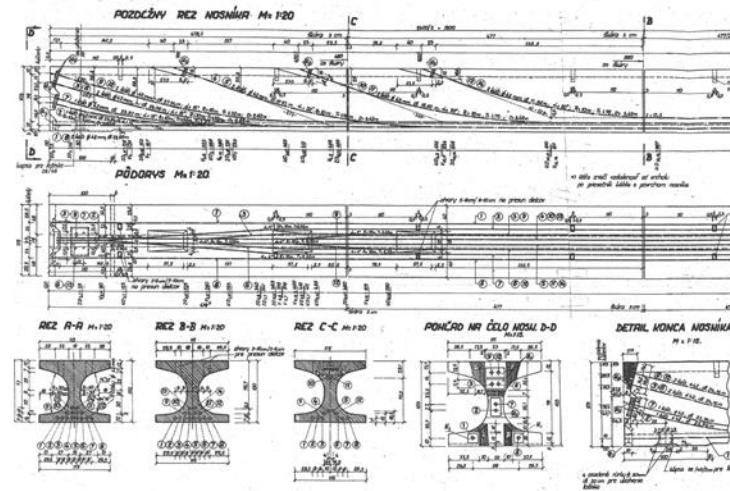
- **typové podklady** – slouží pro zpracování projektové dokumentace a technologických pravidel pro určitou stavbu, představují vlastní řešení jak stavebního objektu nebo jeho částí, tak i konstrukcí, prvků nebo soustav
- pro některé mostní konstrukce vyráběny nosníky atypické délky
⇒ nutnost uvážit při hodnocení konstrukce

ŠTÁTNY ÚSTAV PRE PROJEKTOVANIE DOPRAVNÝCH STAVIEB - DOPRAVOPROJEKT - BRATISLAVA, KOMINÁRSKA ULICA Číslo 2.

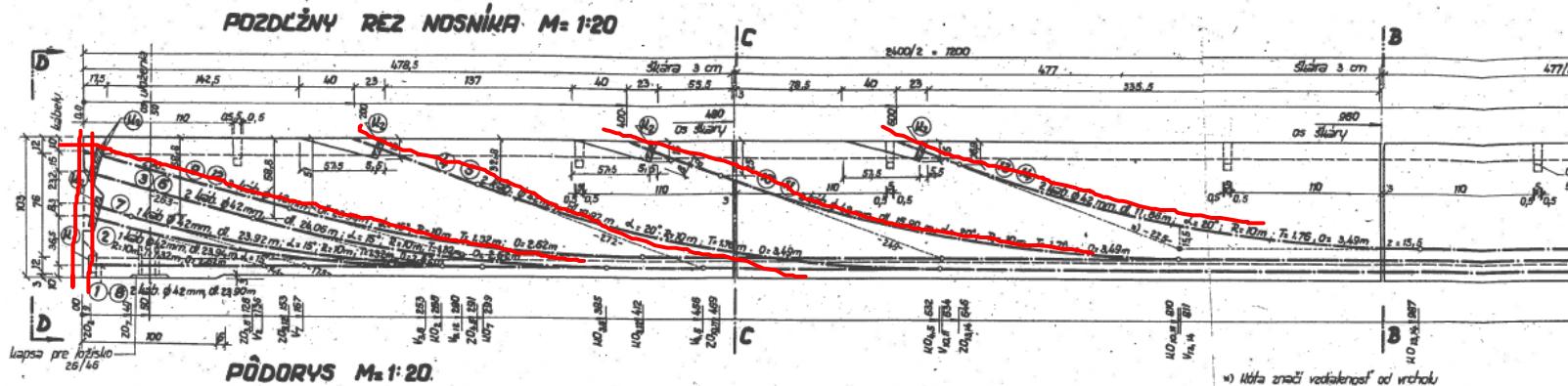
KONŠTRUKCIE CESTNÝCH MOSTOV Z PREFABRIKÁTOV DĽŽKY 24,0-30,0 m

NOSNÍKY I-62
ČASŤ A

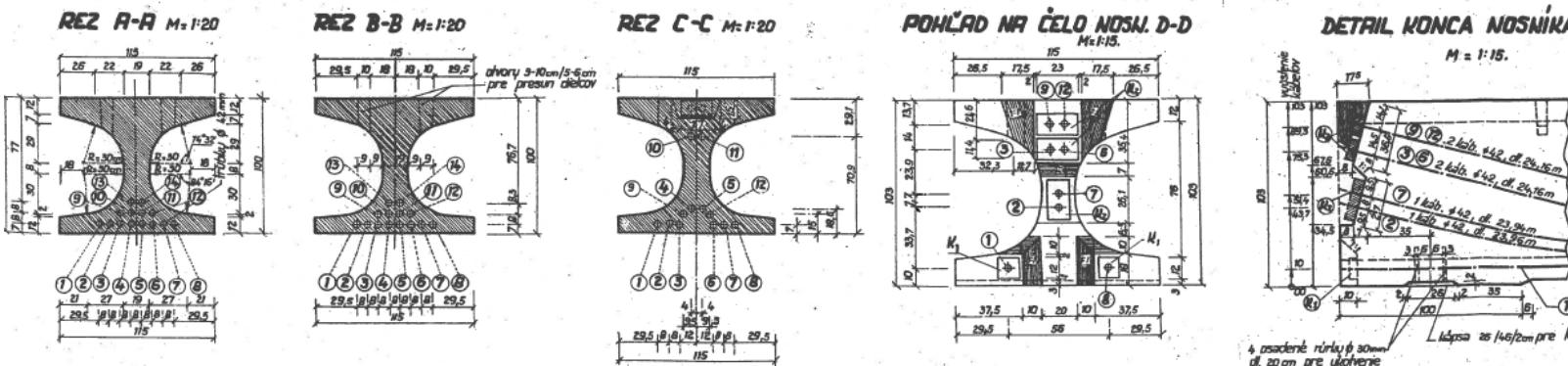
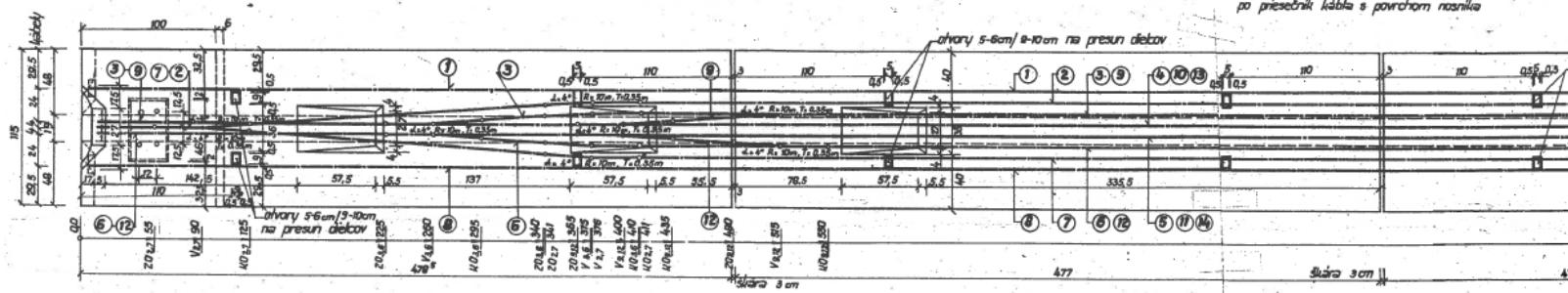
DOPRAVOPROJEKT



Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika
a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja



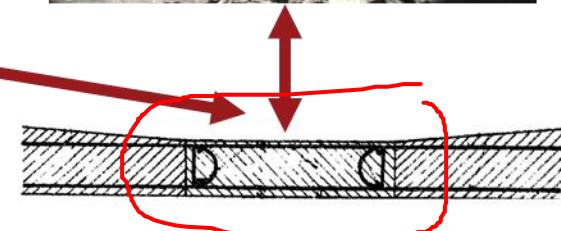
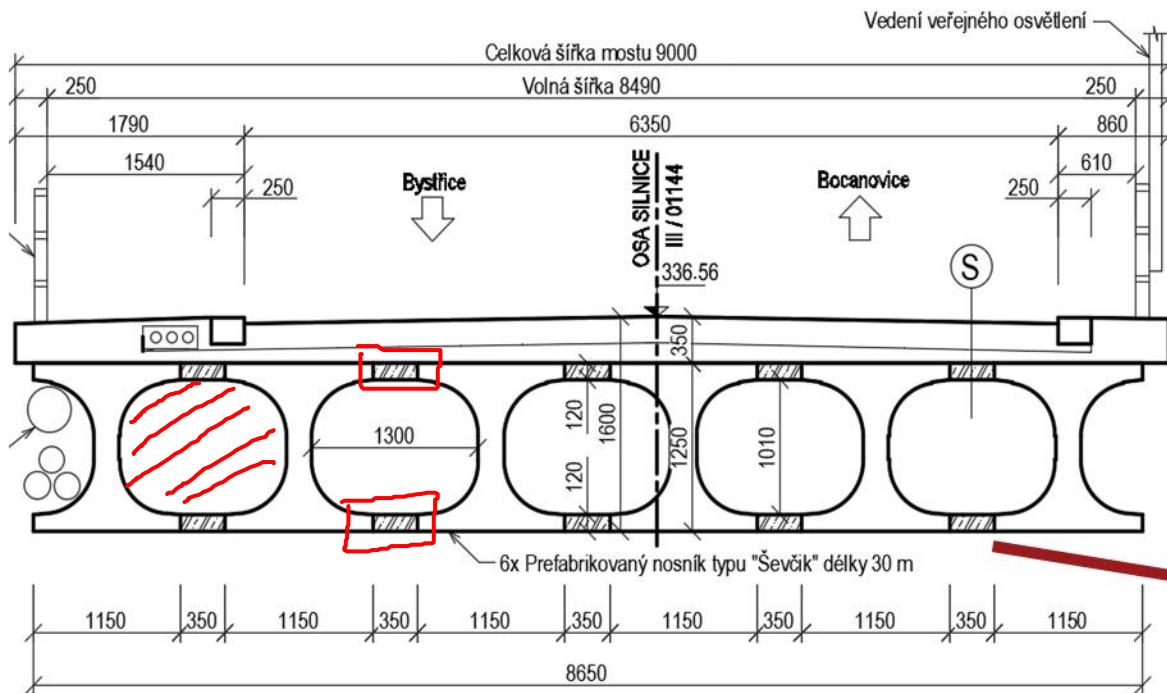
*) Kôra značí vzdialenosť od vrcholu po priečník káble s povrchom nosníka



4 pravidelné rúry ø 30mm
dl. 20 cm pre uchovanie
ložisk

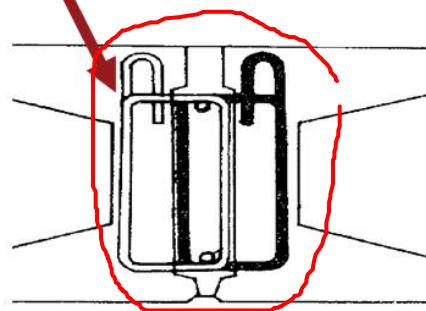
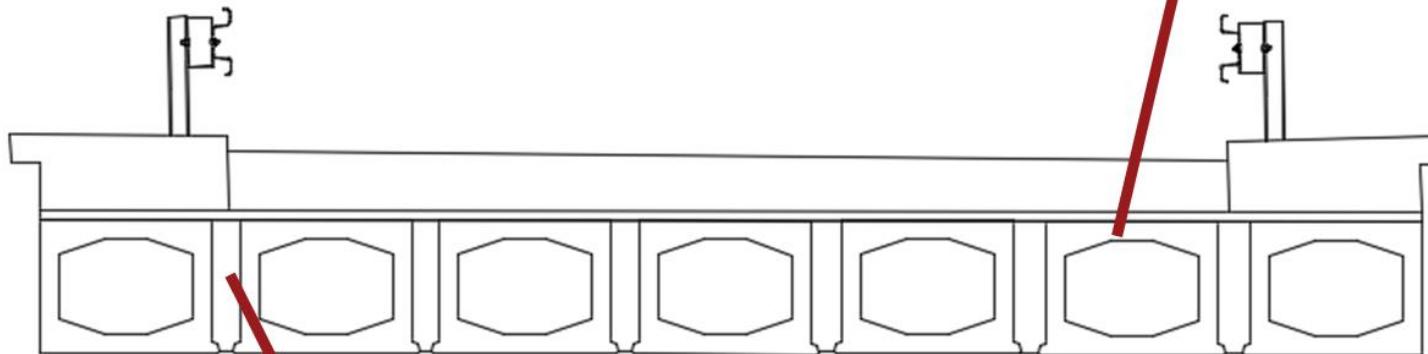
Nosníky I („ŠEVČÍKY“)

- komory (dutiny) mezi jednotlivými nosníky



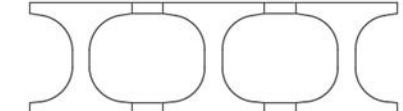
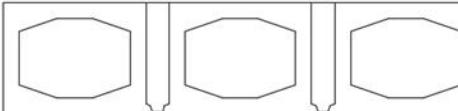
Nosníky KA

- komory (dutiny) **přímo** v nosnících



Vady a poruchy nosníků KA a I

- komory => vady a poruchy



vada

- skrytý nedostatek
 - špatným navržením✓
 - špatným provedením✓



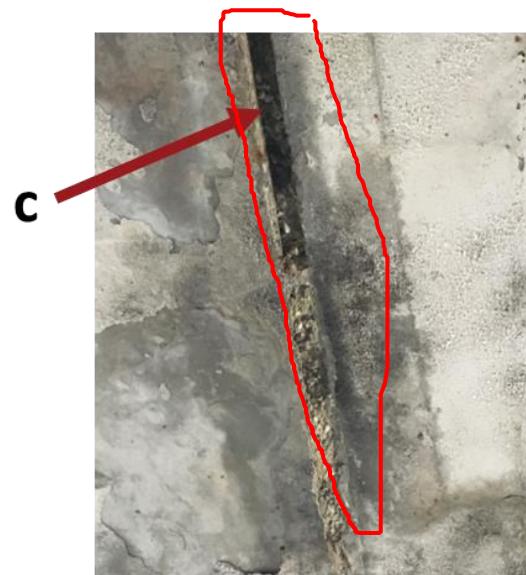
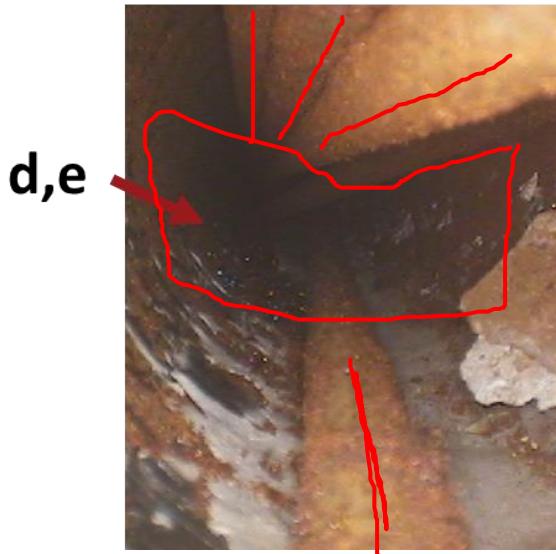
porucha

- důsledek vady

Typické vady nosníků KA a I

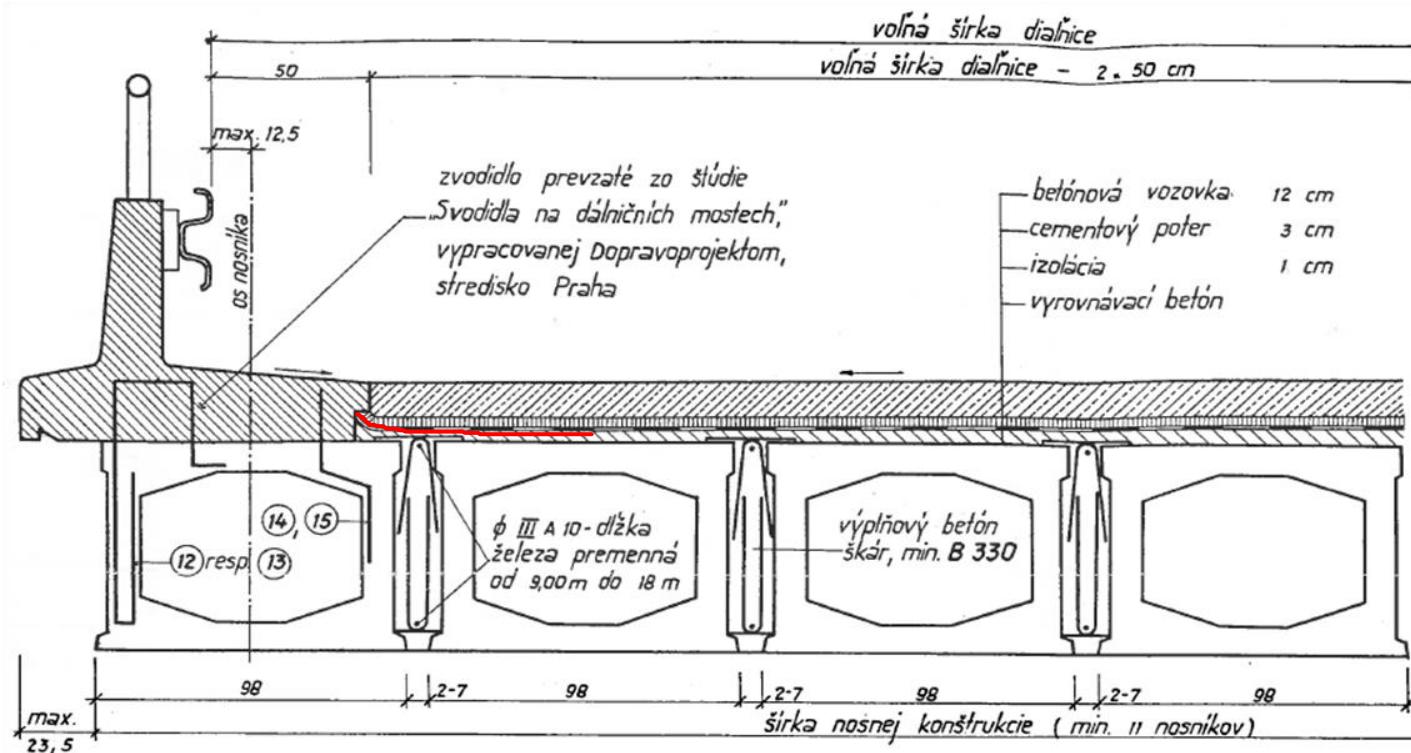
- a) špatně provedené mostní závěry
- b) nedostatečné krytí betonářské, předpínací výzvuže
- c) úzké podélné spáry mezi jednotlivými nosníky (KA)
- d) nezinjektování kabelových kanálků
- e) patentovaný drát Ø 4,5 mm (korozní oslabení)

Důsledky:



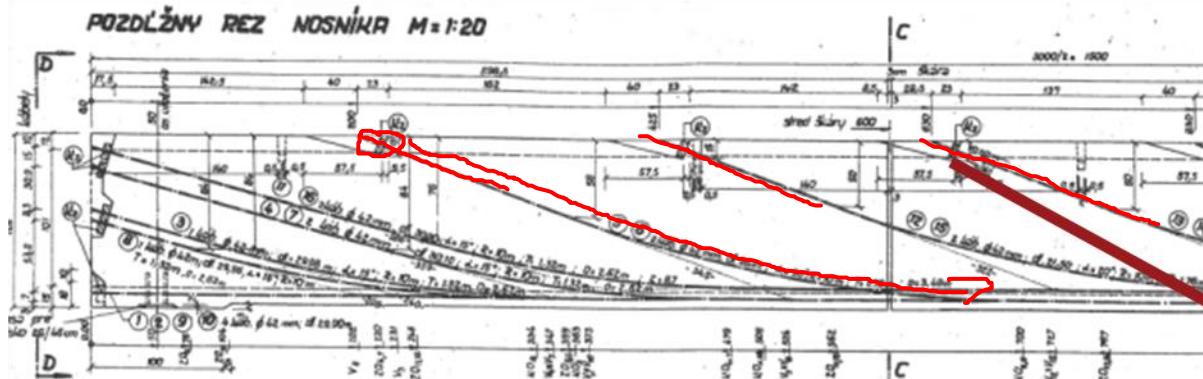
Typické vady nosníků KA a I

- špatně provedené detaily konstrukce (u některých konstrukcí)
 - ⇒ absence odvodnění vozovky / izolace
 - ⇒ nevytvoření izolace pod římsou / chodníkem



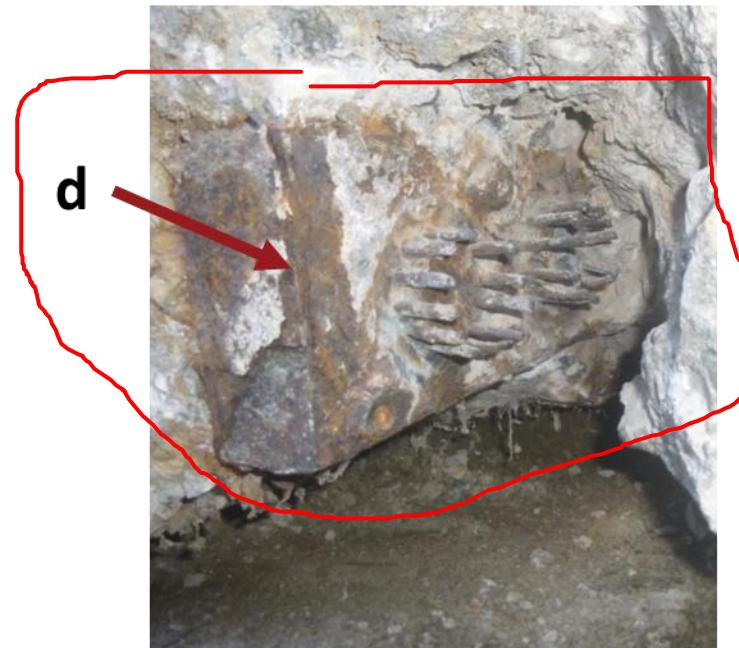
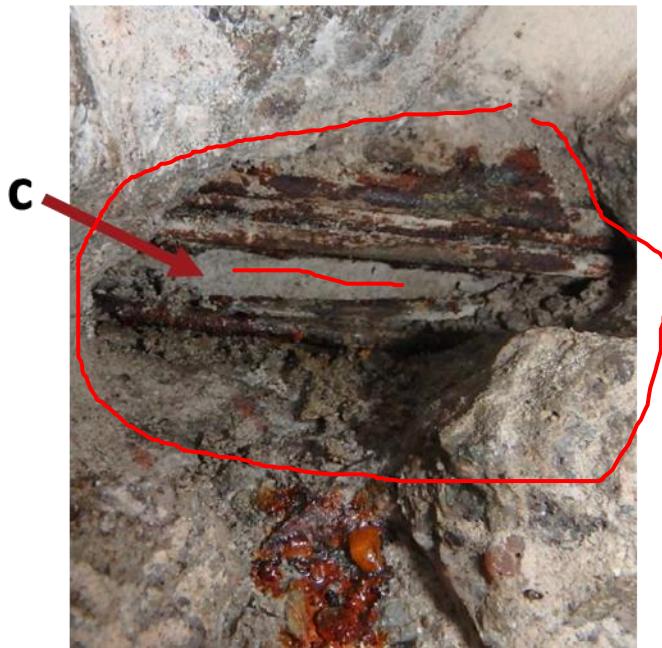
Typické vady nosníků KA a I

- kotvy předpínají výztuže nosníku I (ŠEVČÍK) odstupňovány na vnitřní straně v horní přírubě
 - ⇒ nemožná kontrola kotevní desky předpínací výztuže
 - ⇒ nachází se přímo pod hydroizolací



Typické poruchy nosníků KA a I

- a) poškození a degradace hydroizolace
- b) pracovní spáry (nedokonalé napojení jednotlivých částí nosníků)
- c) netěsnost dilatačních závěrů a stav čel nosníků
- d) koroze kotevní desky předpínací výztuže



Typické poruchy nosníků KA a I => KOMORY

- a) průsak vody a agresivních látek do komor nosníku
- b) opadající krycí vrstva smykové výztuže, zanesení komor nečistotami
- c) přítomnost chloridů v komorách
- d) koroze betonářské a předpínací výztuže



Mostní prohlídky

- prohlídky mostních objektů pozemních komunikací umožňují kontrolu konstrukčních prvků a včas odhalit poruchy na **jejich povrchu** i v nejranějším stádiu
- provádí se v souladu s normou ČSN 73 6221
- prohlídky může vykonávat jen odborně způsobilá osoba, která má odpovídající vzdělání, praxi a vybavení k výkonu prohlídky
- prohlídky mostních objektů pozemních komunikací zajišťuje správce (vlastník) mostů
- rozlišujeme tři druhy mostních prohlídek:
⇒ **běžné, hlavní, mimořádné**, (první hlavní prohlídka)

Mostní prohlídky

- **první hlavní prohlídka:**

⇒ provádí se u nového nebo opravovaného / rekonstruovaného mostu, při první hlavní prohlídce se posuzuje most z hlediska připravenosti k bezpečnému provozu a z hlediska kvality a úplnosti provedených prací

- **běžná prohlídka:**

⇒ při běžné prohlídce se prohlížejí všechny přístupné části mostu (dostupné bez demontáže nebo odstranění jiné části mostu)

⇒ při prohlídce je nutné sledovat bezpečnost a použitelnost jednotlivých částí mostu (spodní stavba, nosná konstrukce, mostní závěry ložiska, ...)

Mostní prohlídky

- **mimořádná prohlídka:**

⇒ provádí se pokud dojde k mimořádné situaci s potenciálním poškozením mostu nebo jeho části například po dopravní nehodě, při projevu příznaků výrazného oslabení konstrukce, při nadměrné deformaci, zjištění závažných trhlin konstrukce

- **hlavní prohlídka:**

⇒ při hlavní prohlídce se prověřují všechny části mostu z hlediska jejich spolehlivosti tj. únosnosti, životnosti, použitelnosti a zachování bezpečného provozu na mostě

⇒ většina prohlídek je prováděna převážně jako vizuálních a tudíž maximální akceptovatelná degradace je většinou definovaná na základě vizuálního hodnocení

Mostní prohlídky

- při provádění **hlavních** a **mimořádných** prohlídek se na základě objevených závad určuje stav mostu
 - ⇒ ten přirozeně ovlivňuje jeho **zatížitelnost**, použitelnost a životnost, kdy pro určení tohoto stavu se využívá klasifikačních stupňů stavebního stavu konstrukce
- stav konstrukce musí být hodnocen rozdílně pro jednotlivé stavební materiály a pro jednotlivé konstrukční prvky (nosná konstrukce, opěry apod.)

Mostní prohlídky

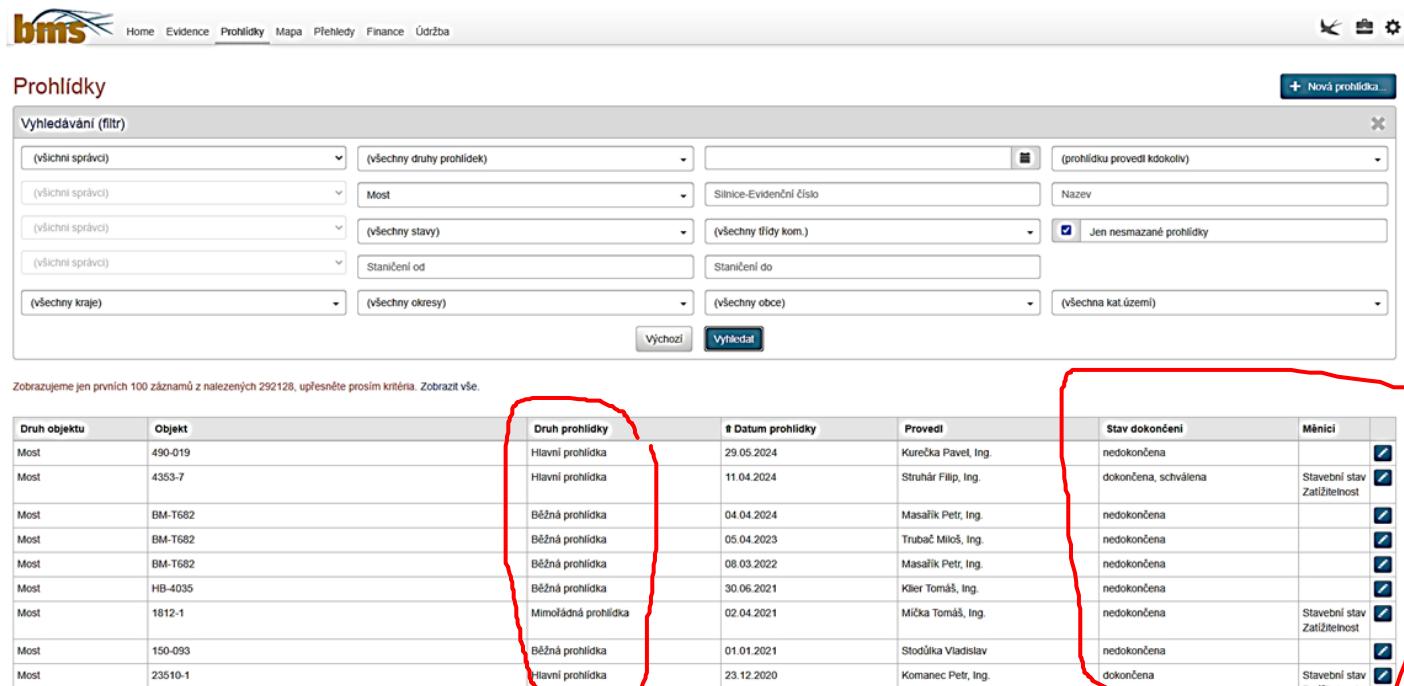
- klasifikační stupně mostu dle zjištěných závad lze rozdělit do sedmi kategorií, od prvního stupně klasifikovaného jako bezvadný, až po sedmý stupeň klasifikován jako havarijní, kdy každý vyšší stupeň s sebou přináší závažnost vad a poruch mostní konstrukce

klasifikační stupeň stavu	stav konstrukce	součinitel stavu konstrukce α
I	bezvadný	1.0
II	velmi dobrý	1.0
III	dobrý	1.0
IV	uspokojivý	0.8
V	špatný	0.6
VI	velmi špatný	0.4
VII	havarijní	0.2

Mostní prohlídky

- k evidenci mostních objektů a propustků pro všechny správce pozemních komunikací na všech úrovních (státní, krajské i městské) a k evidenci prohlídek mostních objektů se využívá

Bridge Management System (BMS) (<http://bms.clevera.cz/>)



The screenshot shows the BMS application interface. At the top, there is a navigation bar with links: Home, Evidence, Prohlídky, Mapa, Přehledy, Finance, and Údržba. On the right side of the header, there are icons for user profile, settings, and a gear.

The main area is titled "Prohlídky" (Inspections). Below it is a "Vyhledávání (filtr)" (Search/filter) panel containing various dropdown menus and checkboxes for filtering inspection records. The filters include fields for supervisor, type of inspection, location (silence, address, name), status (all states), date range, and category (all regions, districts, municipalities).

Below the search panel is a message: "Zobrazujeme jen prvních 100 záznamů z nalezených 292128, upřesněte prosím kritéria. Zobrazit vše." (Showing only the first 100 records of 292128 found, please refine the criteria. Show all.)

The main table displays a list of inspection records. The columns are: Druh objektu (Type of object), Objekt (Object), Druh prohlídky (Type of inspection), # Datum prohlídky (Date of inspection), provedl (Conducted by), Stav dokončení (Completion status), and Měnič (Editor). The table shows multiple entries for different bridge objects, each with a different type of inspection (e.g., Hlavní prohlídka, Běžná prohlídka) and conducted by different staff members (e.g., Kurečka Pavel, Ing., Struhář Filip, Ing.).

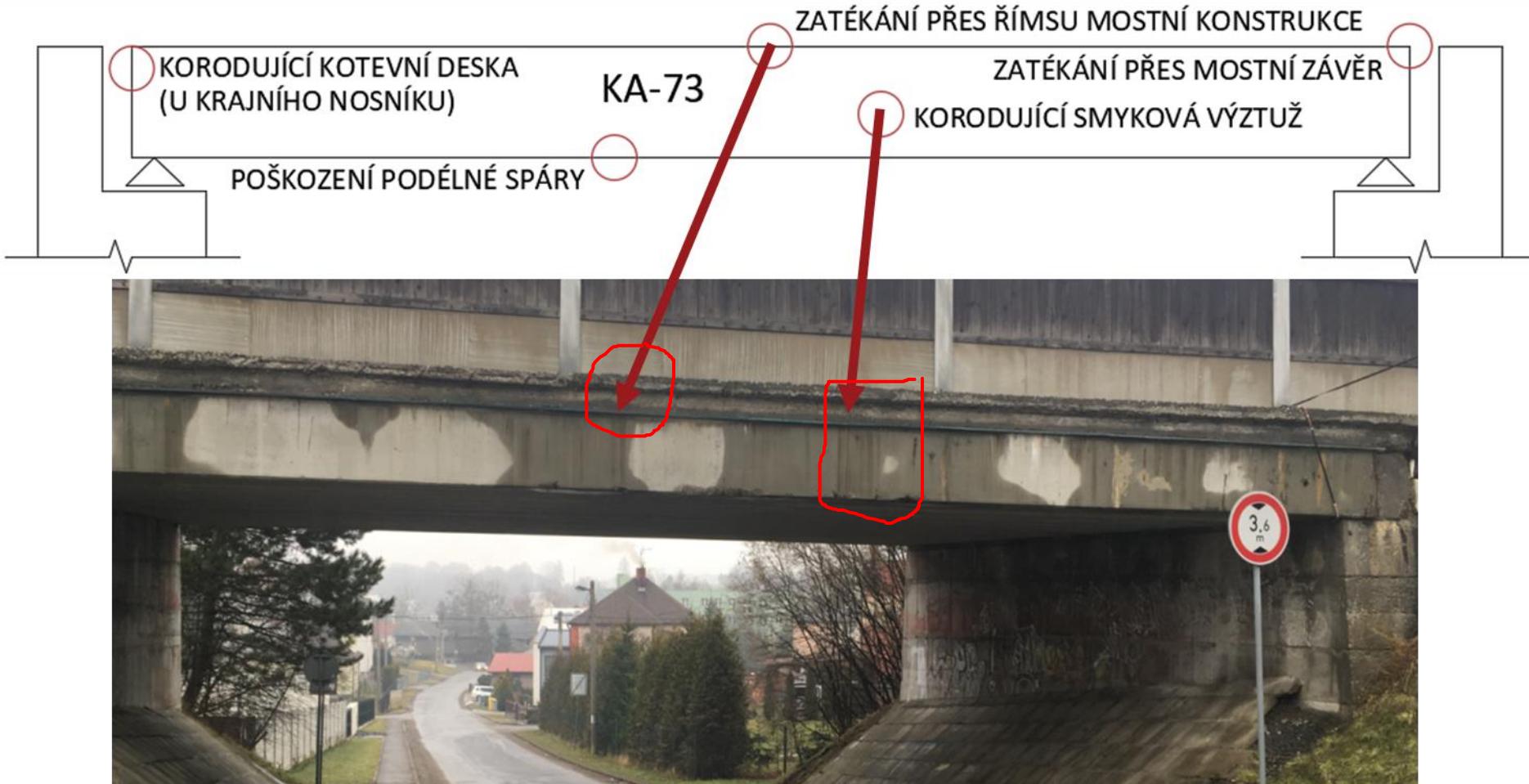
Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Mostní prohlídka ⇒ nosníky KA

- počet polí: 1
- nosná konstrukce: předpjaté nosníky „KA 73“
- délka nosné konstrukce: 15,0 m



Mostní prohlídka ⇒ nosníky KA



Mostní prohlídka ⇒ nosníky KA



Mostní prohlídka ⇒ nosníky I

- počet polí: 2
- nosná konstrukce: předpjaté nosníky „ŠEVČÍK (I 62)“
- délka nosné konstrukce: 30,0/30,00 m



Mostní prohlídka ⇒ nosníky I

NEFUNKČNÍ ODVODŇOVAČE



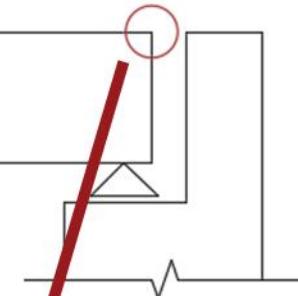
TRHLINY VE VOZOVCE, DEGRADACE ŘÍMSY



I-62

INKRUSTACE, VÁPENNÉ VÝLUHY TRHLINY VE STĚNĚ NOSNÍKU

ZATÉKÁNÍ PŘES MOSTNÍ ZÁVĚR



Mostní prohlídka ⇒ nosníky I



Mostní prohlídka ⇒ nosníky I

NEFUNKČNÍ ODVODŇOVAČE

TRHLINY VE VOZOVCE, DEGRADACE ŘÍMSY

ZATÉKÁNÍ PŘES MOSTNÍ ZÁVĚR



Diagnostický průzkum

- diagnostický průzkum mostu zajišťuje správce mostu na základě závěrů **hlavních a mimořádných** prohlídek mostů
- cílem diagnostického průzkumu:
 - ⇒ stanovení příčin vad a poruch, včetně jejich předpokládaného vývoje (klasifikace a kvantifikace chyb a poruch)
 - ⇒ odhad schopnosti konstrukce nadále plnit funkční a provozní požadavky, případně stanovení spolehlivosti a dobu životnosti konstrukcí

Diagnostický průzkum

- **obsah diagnostického průzkumu:**

- analýza dostupné dokumentace a typových podkladů
- zajištění dokonalého přístupu k jednotlivým částem konstrukce
- vizuální hodnocení => prohlídka mostu
- zaměření, zkreslení, porovnání s dostupnou dokumentací
- práce v terénu / laboratoři (materiálové charakteristiky, chloridy, ...)
- **přepočet zatížitelnosti**
⇒ největší okamžitá hmotnost každého z vozidel, jejichž jízdu lze na mostě dovolit za podmínek daných normou ČSN 73 6222
- **vyhodnocení diagnostiky ⇒ návrh opatření**
⇒ sledování konstrukce (dlouhodobý monitoring) → sledování deformací, trhlin, statické/dynamické zatěžovací zkoušky, ...





Diagnostický průzkum

- dokonalý přístup / zpřístupnění dutin / endoskopická prohlídka
- dokonalá znalost TP, dokumentace / elektromagnetické indikátory

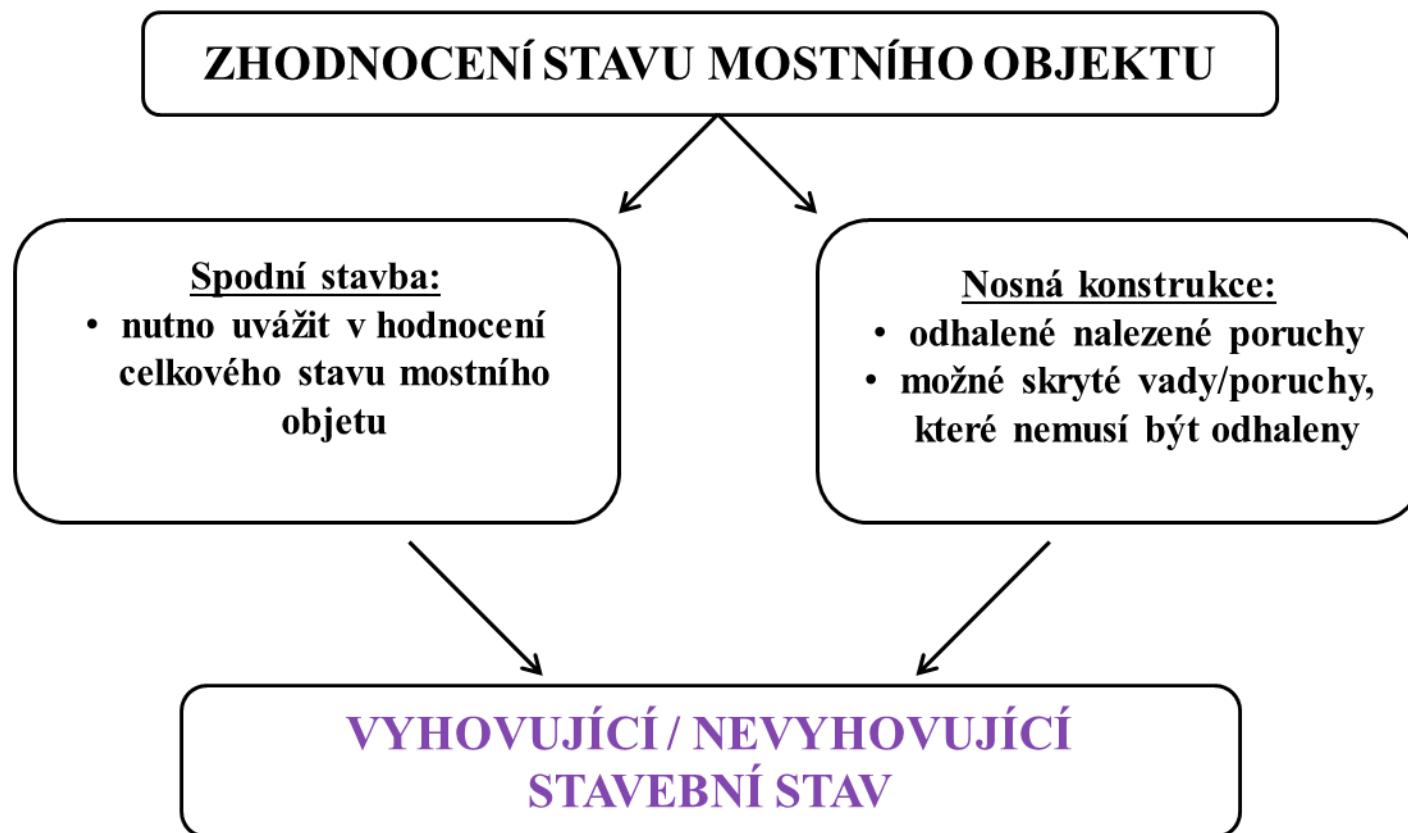


Diagnostický průzkum

- dokonalý přístup / zpřístupnění dutin / endoskopická prohlídka
- dokonalá znalost TP, dokumentace / elektromagnetické indikátory

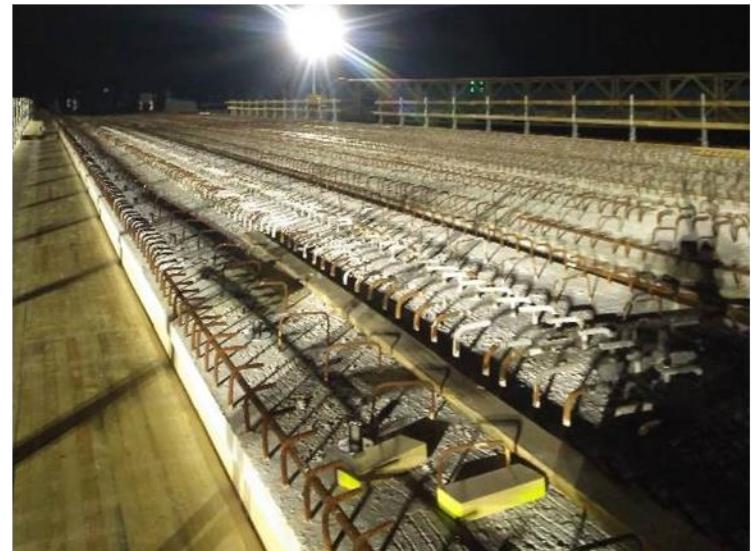


Vyhodnocení diagnostiky



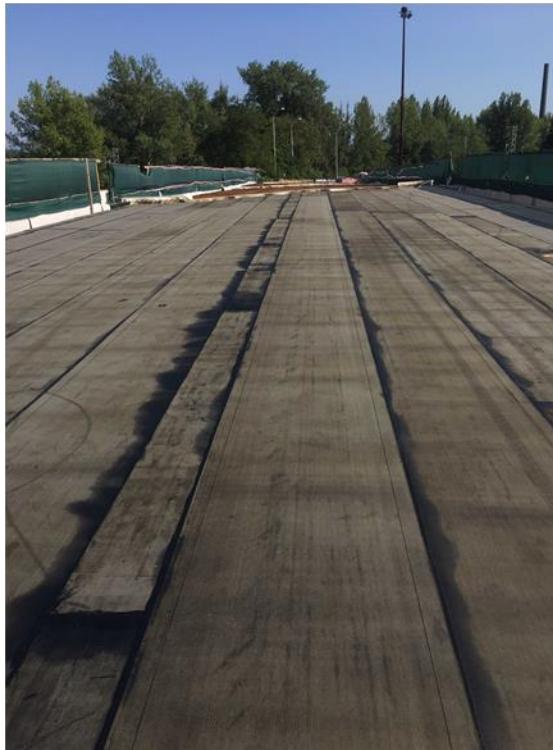


- možné skryté vady nosné konstrukce
- nemožná rekonstrukce komor nosníků



OPRAVA / REKONSTRUKCE

- zvýšení únosnosti vytvořením spřažené desky
- nový mostní svršek, izolace, mostní závěry



OPRAVA / REKONSTRUKCE

- nemožná rekonstrukce komor nosníků
⇒ sanace předpínací / betonářské / smykové



OPRAVA / REKONSTRUKCE

- nemožná rekonstrukce komor nosníků



OPRAVA / REKONSTRUKCE

- nemožná rekonstrukce komor nosníků



OPRAVA / REKONSTRUKCE

- nemožná rekonstrukce komor nosníků



VÝSTAVBA NOVÉHO MOSTU

- návrh nové konstrukce ovlivňuje spousta faktorů (např. místní podmínky, dopady stavby na životní prostředí, délka výstavby apod.)
- nahrazujeme již o existující konstrukce, které jsou běžně využívány
⇒ jeden z nejdůležitějších faktorů při jejich nahradě může být **čas**
- pokud to podmínky dovolí, může být jako vhodná varianta nahrazena starých prefabrikátů za nové (ocel, beton)
⇒ prefabrikace umožňuje zkrácení doby výstavby na staveništi přesunutím části výroby mimo něj

VÝSTAVBA NOVÉHO MOSTU

- Vytvořením efektivního návrhu a kvalitní realizací nové mostní konstrukce by bylo možné zajistit její použitelnost, spolehlivost a trvanlivost v rámci celého **životního cyklu konstrukce** po celou návrhovou dobu životnosti mostu, k čemuž by do budoucna měla významně přispět digitalizace stavebnictví (metoda BIM)



Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Závěr

- V rámci **udržitelnosti** těchto mostních konstrukcí nejdůležitější pravidelné **provádění řádných mostních prohlídek** a kontrola stavu jednotlivých mostních objektů a jejich celků tak, aby nedošlo k nekontrolovatelnému poškození konstrukce degradací.
- V rámci hodnocení mostního objektu u **mostních prohlídek a diagnostiky** je nutné shromáždit co nejvíce dat k mostnímu objektu a pokusit se **odhalit jeho vady a poruchy**.
- Také je nutné brát v úvahu, že i přes veškeré znalosti o mostním objektu a jeho konstrukčním systému **vždy nelze odhalit veškeré vady a poruchy**, a tudíž vzniká možnost výskytu skrytých vad.
- Na základě získaných dat o mostní konstrukci se veškeré poznatky vyhodnotí a rozhodne se, **zda se konstrukce zachová** bez žádného řešení, **komplexně se zrekonstruuje** nebo nahradí.