



INTERREG V-A
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA

SPOLOČNE BEZ HRANÍC

ŽELEZOBETONOVÉ MOSTY

***Vady a poruchy mostů z prefabrikovaných
železobetonových předpjatých nosníků KA a I***

NÁZOV PROJEKTU:



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

**VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA**

EDUMOS

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:

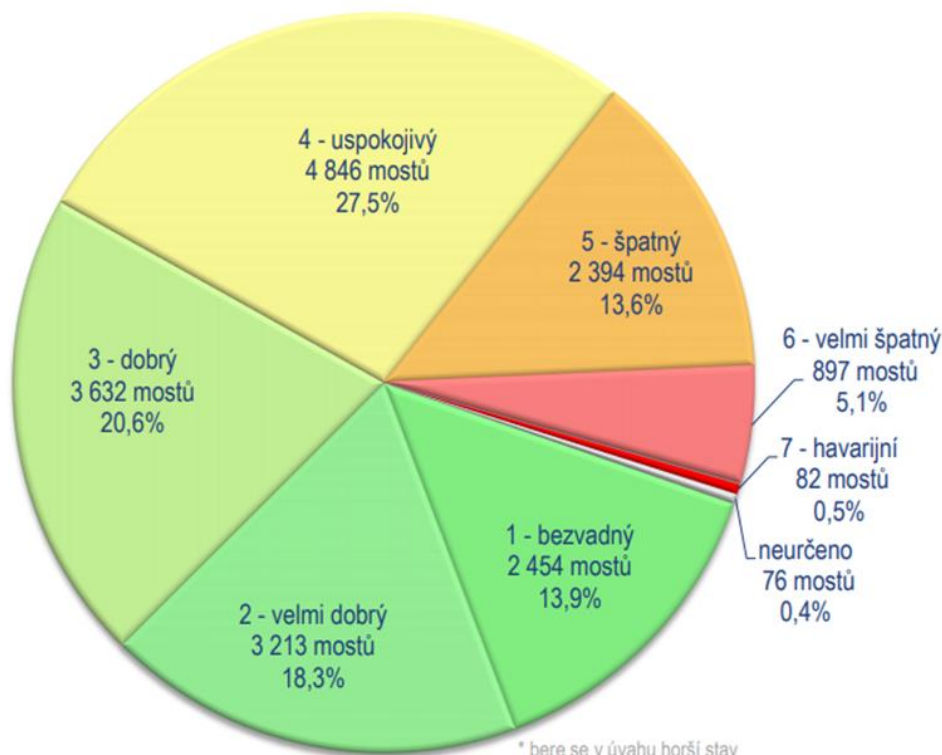
- je stanovení nebo ověření funkčnosti konstrukce, tj. soubor požadavků na provoz konstrukce, kdy při jejich splnění je zajištěna spolehlivost konstrukce:
 - maximální přípustné zatížení konstrukce (zatížitelnost)
 - požadavky na úpravy a údržbu konstrukce
- hodnocení mostních konstrukcí pozemních komunikací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



ČESKÁ REPUBLIKA



ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR
ODBOR SILNIČNÍ DATABANKY A NDIC

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

Hodnocení existujících konstrukcí

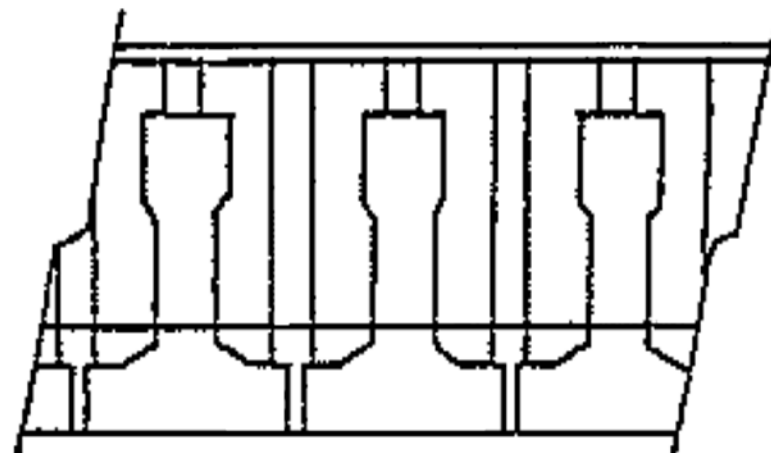
- zhruba 1600 mostů z prefabrikovaných betonových nosníků
- zhruba 900 mostů je z prefabrikovaných nosníků KA a I
- další mosty jsou v evidencích správy silnic a obcí



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

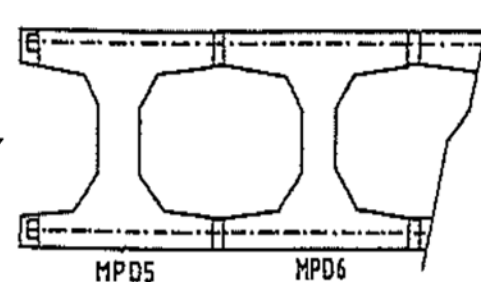
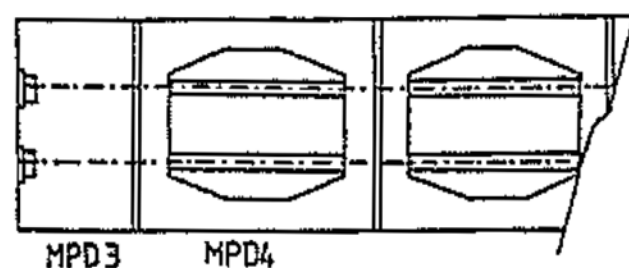
Historie mostů z prefabrikovaných nosníků

- počátek výroby prefabrikovaných nosníků 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



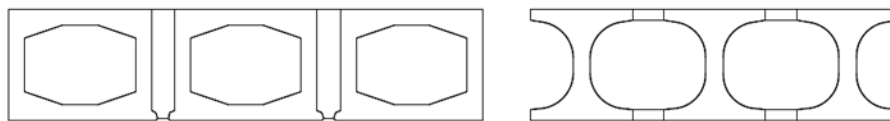
Historie mostů z prefabrikovaných nosníků

- 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 $\Rightarrow$ příčnými kabely (tuhá deska)
 - možnost vytvoření šikmých mostů
- $\Rightarrow$ vzájemným posunutím dílců o rozteč příčných kabelů
- $\Rightarrow$ takto vytvořené propojení velmi omezilo volbu šikmosti mostu jen na malý počet úhlů
- $\Rightarrow$ příčné předpětí se ukázalo technologicky velmi náročné a to zejména u šikmých konstrukcí

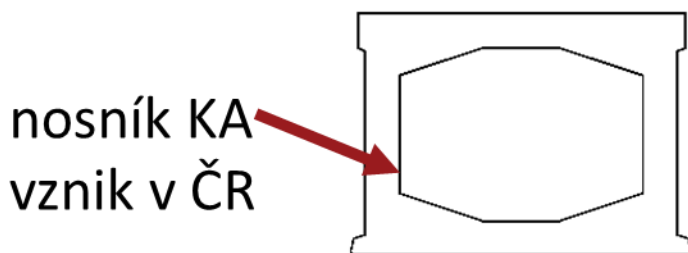


Historie mostů z prefabrikovaných nosníků

- vznikl nový návrh mostní konstrukce s novým typem nosníků
- v novém návrhu došlo k náhradě 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 $\Rightarrow$ vznikla deska žaluziová

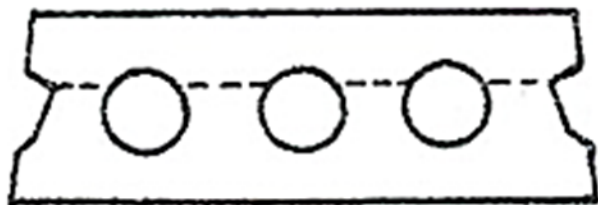


nosník KA
vznik v ČR

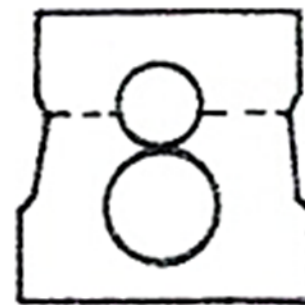


nosník I (ŠEVČÍK)
vznik v SR

Historie mostů z prefabrikovaných nosníků



Nosník ŽMP 62



Nosník ŽMP 62



Nosníky BUREŠ



Nosníky MJ - 69

Typové podklady prefabrikovaných nosníků KA a I

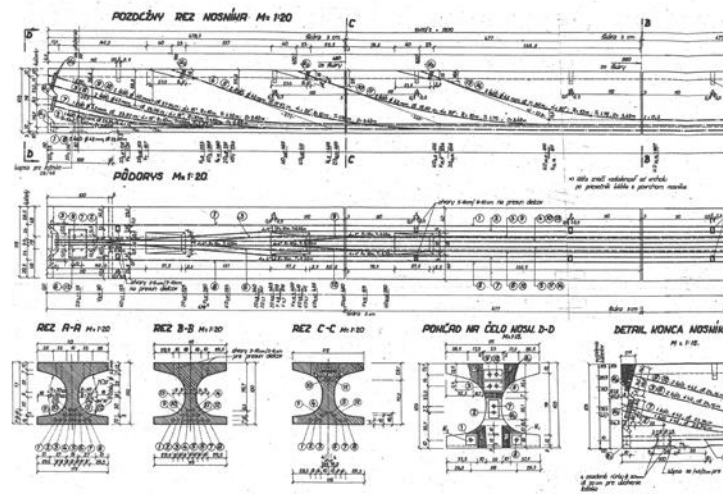
- **typové podklady** – slouží pro zpracování projektové dokumentace a technologických pravidel pro určitou stavbu, představují vlastní řešení jak stavebního objektu nebo jeho částí, tak i konstrukcí, prvků nebo soustav
- pro některé mostní konstrukce vyráběny nosníky atypické délky
⇒ nutnost uvážit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

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

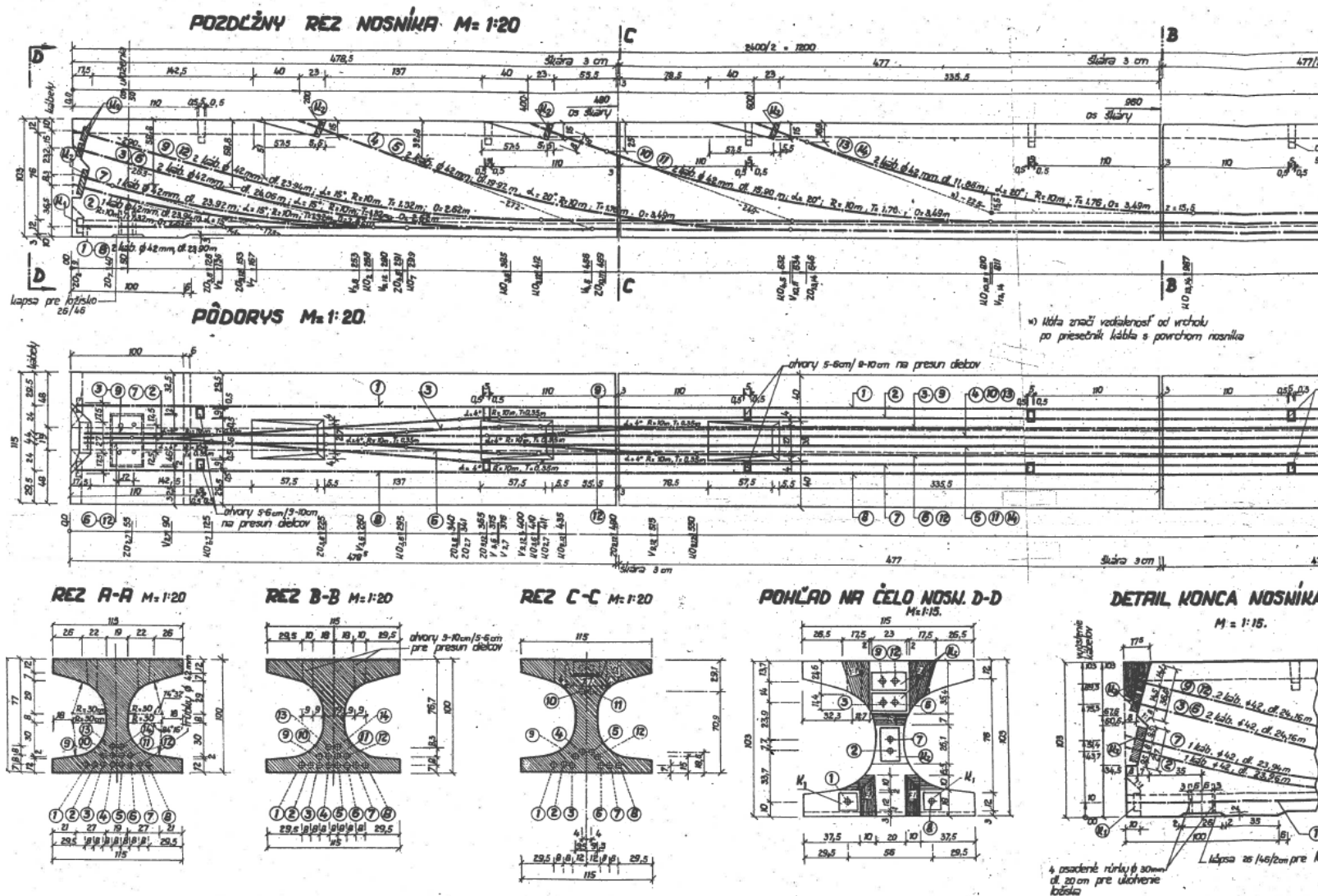
KONŠTRUKCIE CESTNÝCH MOSTOV Z PREFABRIKÁTOV DĹŽKY 24,0-30,0 m

NOSNÍKY I-62

ČASŤ A

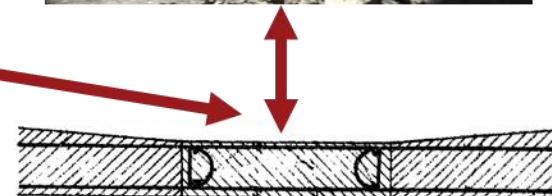
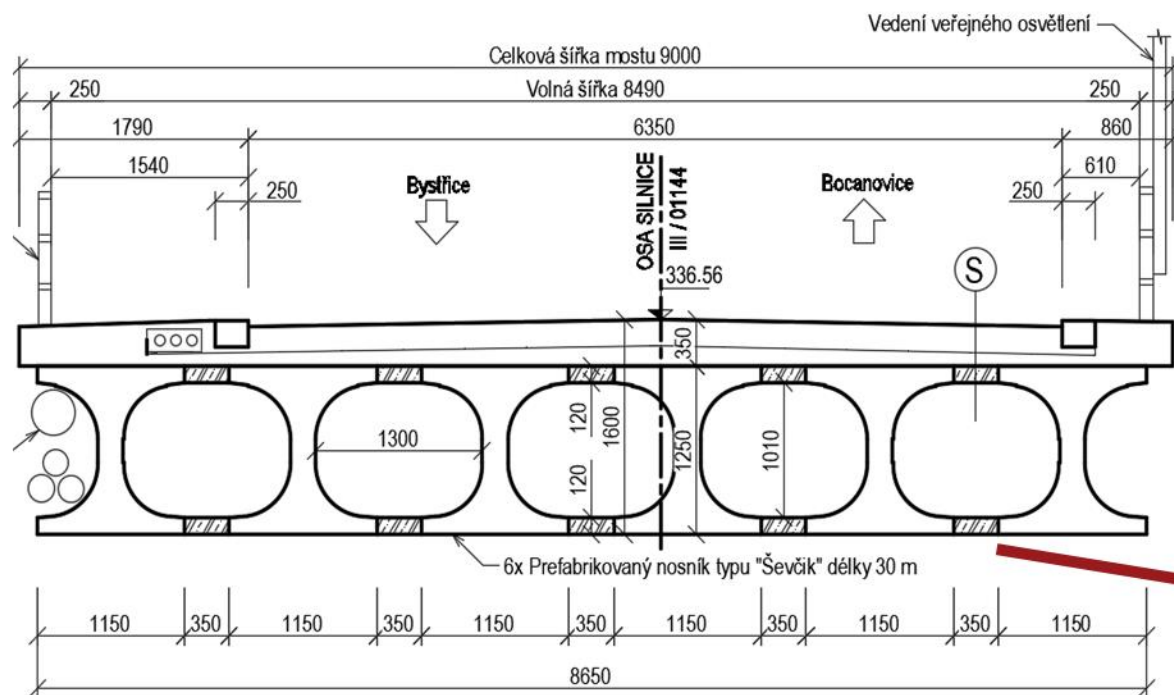


Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika
a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja



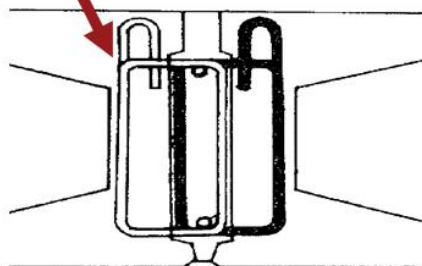
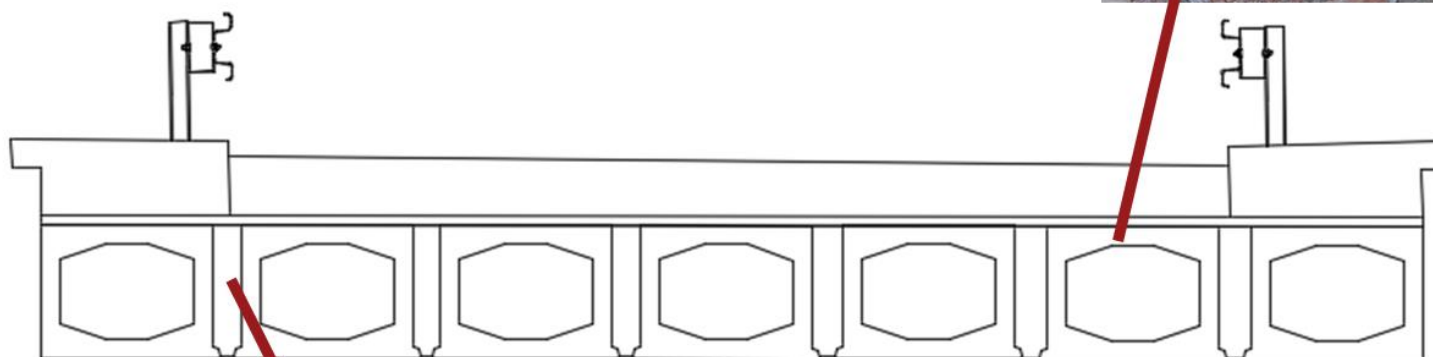
Nosníky I („ŠEVČÍKY“)

- komory (dutiny) **mezi** jednotlivými nosníky



Nosníky KA

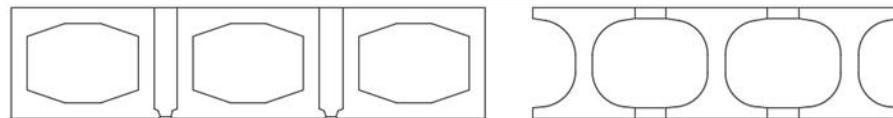
- komory (dutiny) **přímo** v nosnících



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

Vady a poruchy nosníků KA a I

- komory => vady a poruchy



■ vada

- skrytý nedostatok
 - špatným navrhnutím
 - špatným provedením

■ porucha

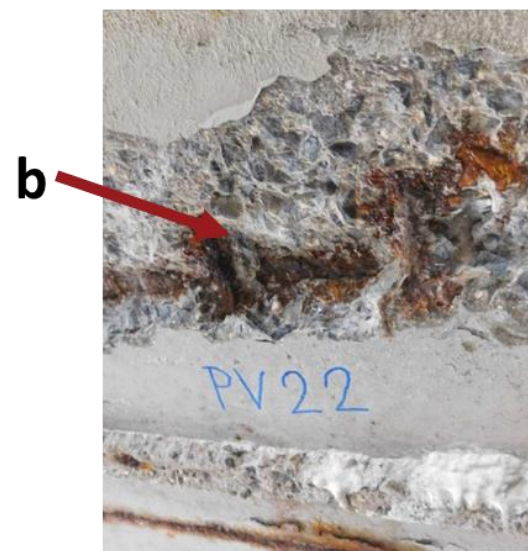
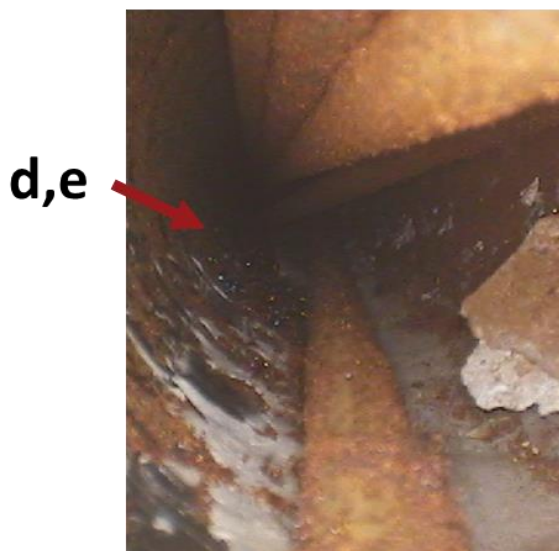
- důsledek vady



Typické vady nosníků KA a I

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

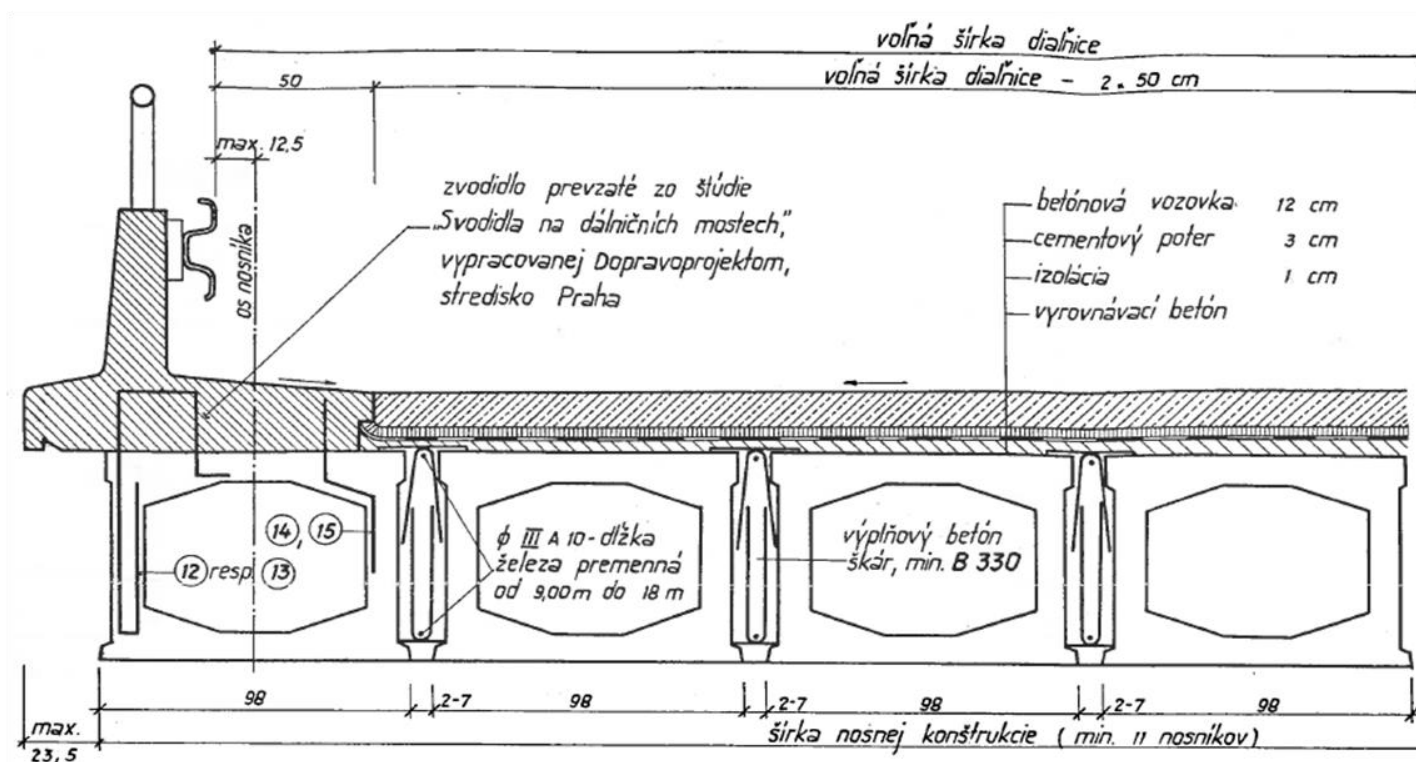
Důsledky:



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

Typické vady nosníků KA a I

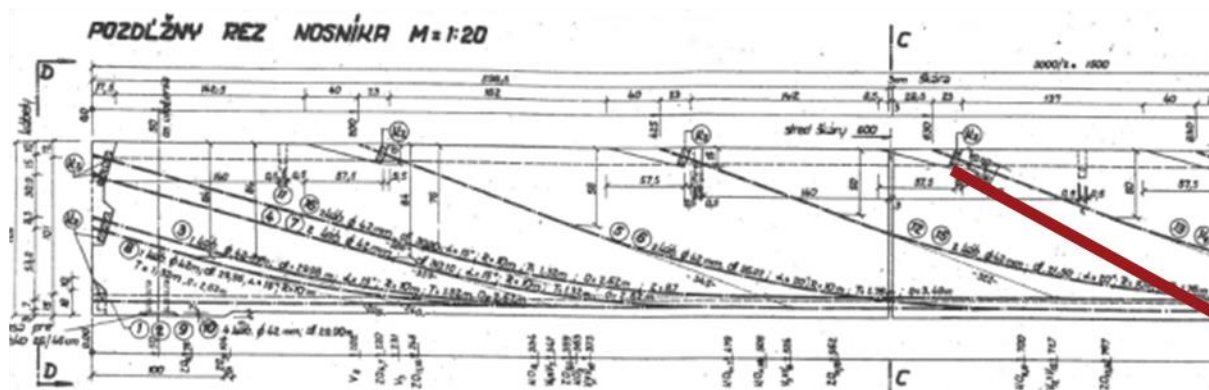
- špatně provedené detaily konstrukce (u některých konstrukcí)
 - ⇒ absence odvodnění vozovky / izolace
 - ⇒ nevytvoření izolace pod římsou / chodníkem



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

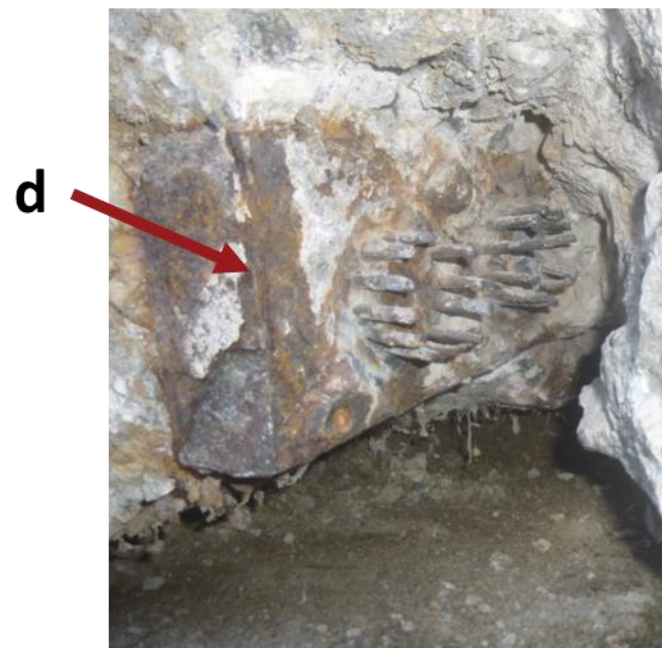
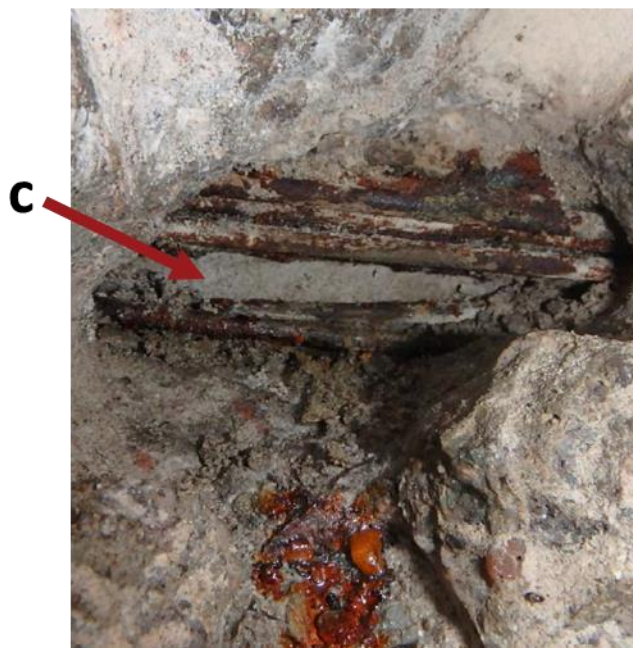
Typické vady nosníků KA a I

- kotvy předpínací 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

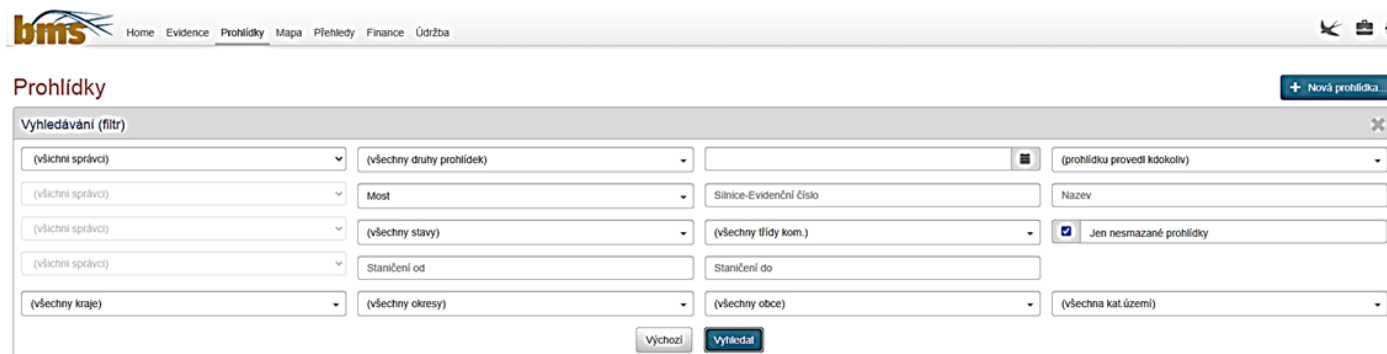
- klasifikační stupně mostu dle zjištěných závad lze rozdělit do sedmi kategorií, od prvního stupně klasifikovaného jako bezvadný, až po sedmý stupeň klasifikován jako havarijní, kdy každý vyšší stupeň s sebou přináší závažnost vad a poruch mostní konstrukce

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 web application interface. At the top, there is a navigation bar with links: Home, Evidence, Prohlídky, Mapa, Přehledy, Finance, Údržba. Below the navigation bar, the title "Prohlídky" is displayed. A search filter section titled "Vyhledávání (filtr)" contains several dropdown menus and input fields for filtering bridge inspections. The filters include: (všechni správci), (všechny druhy prohlídek), (prohlídku provedl kdokoliv), (všechni správci), Most, Silnice-Evidenční číslo, (všechny stavy), (všechny třídy kom.), ☒ Jen nesmazané prohlídky, (všechni správci), Staničení od, Staničení do, (všechny kraje), (všechny okresy), (všechny obce), and (všechna kat. území). At the bottom of the filter section, there are buttons for "Výchozí" and "Vyhledat".

Zobrazujeme jen prvních 100 záznamů z nalezených 292128, upřesněte prosím kritéria. Zobrazit vše.

Druh objektu	Objekt	Druh prohlídky	# Datum prohlídky	Provedl	Stav dokončení	Měníci	
Most	490-019	Hlavní prohlídka	29.05.2024	Kurečka Pavet, Ing.	nedokončena		☒
Most	4353-7	Hlavní prohlídka	11.04.2024	Struhár Filip, Ing.	dokončena, schválena	Stavební stav Zatížitelnost	☒
Most	BM-T682	Běžná prohlídka	04.04.2024	Masalík Petr, Ing.	nedokončena		☒
Most	BM-T682	Běžná prohlídka	05.04.2023	Trubač Miloš, Ing.	nedokončena		☒
Most	BM-T682	Běžná prohlídka	08.03.2022	Masalík Petr, Ing.	nedokončena		☒
Most	HB-4035	Běžná prohlídka	30.06.2021	Klier Tomáš, Ing.	nedokončena		☒
Most	1812-1	Mimofádná prohlídka	02.04.2021	Míčka Tomáš, Ing.	nedokončena	Stavební stav Zatížitelnost	☒
Most	150-093	Běžná prohlídka	01.01.2021	Stodůlka Vladislav	nedokončena		☒
Most	23510-1	Hlavní prohlídka	23.12.2020	Komanec Petr, Ing.	dokončena	Stavební stav Zatížitelnost	☒

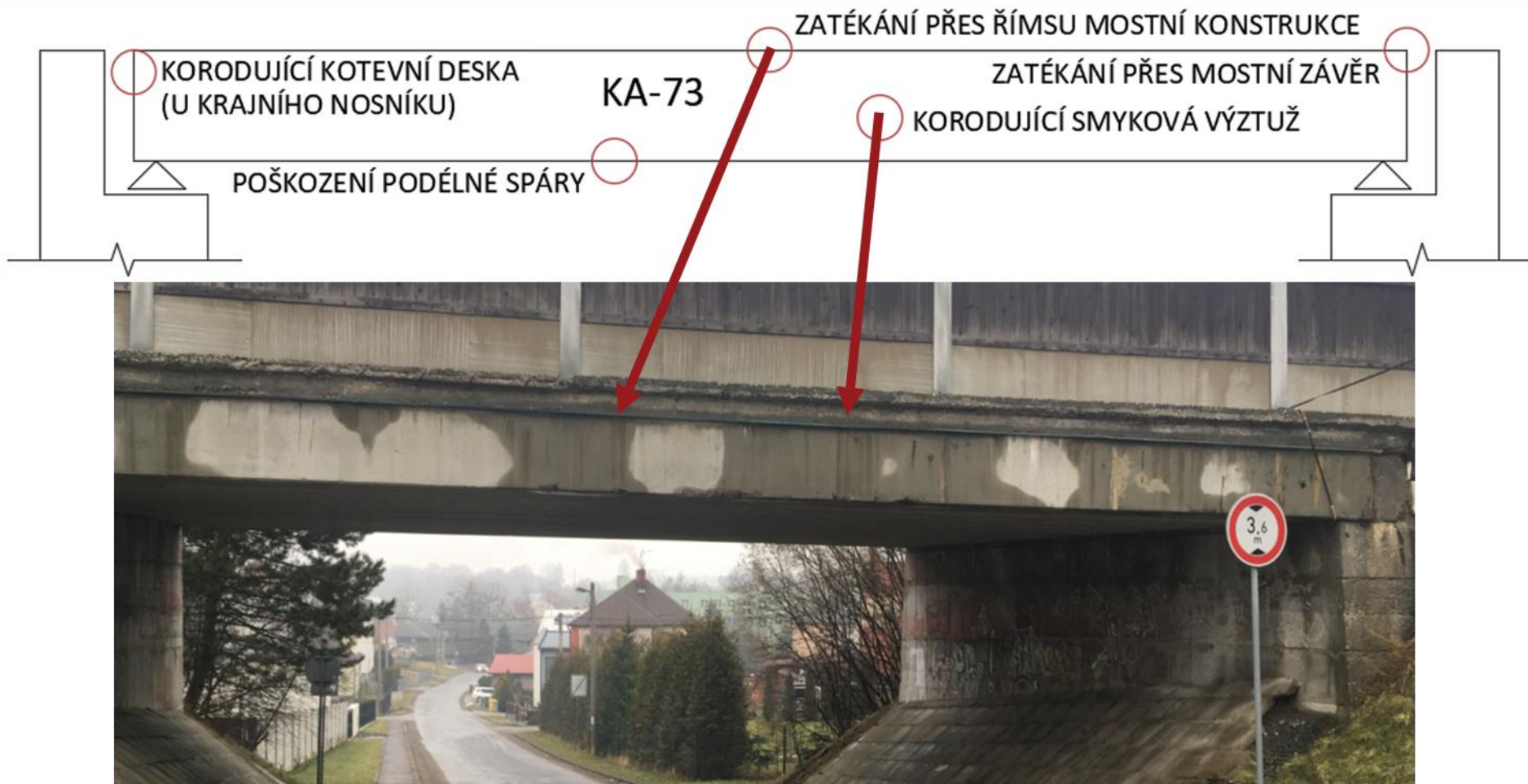
Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika
a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Mostní prohlídka $\Rightarrow$ nosníky KA

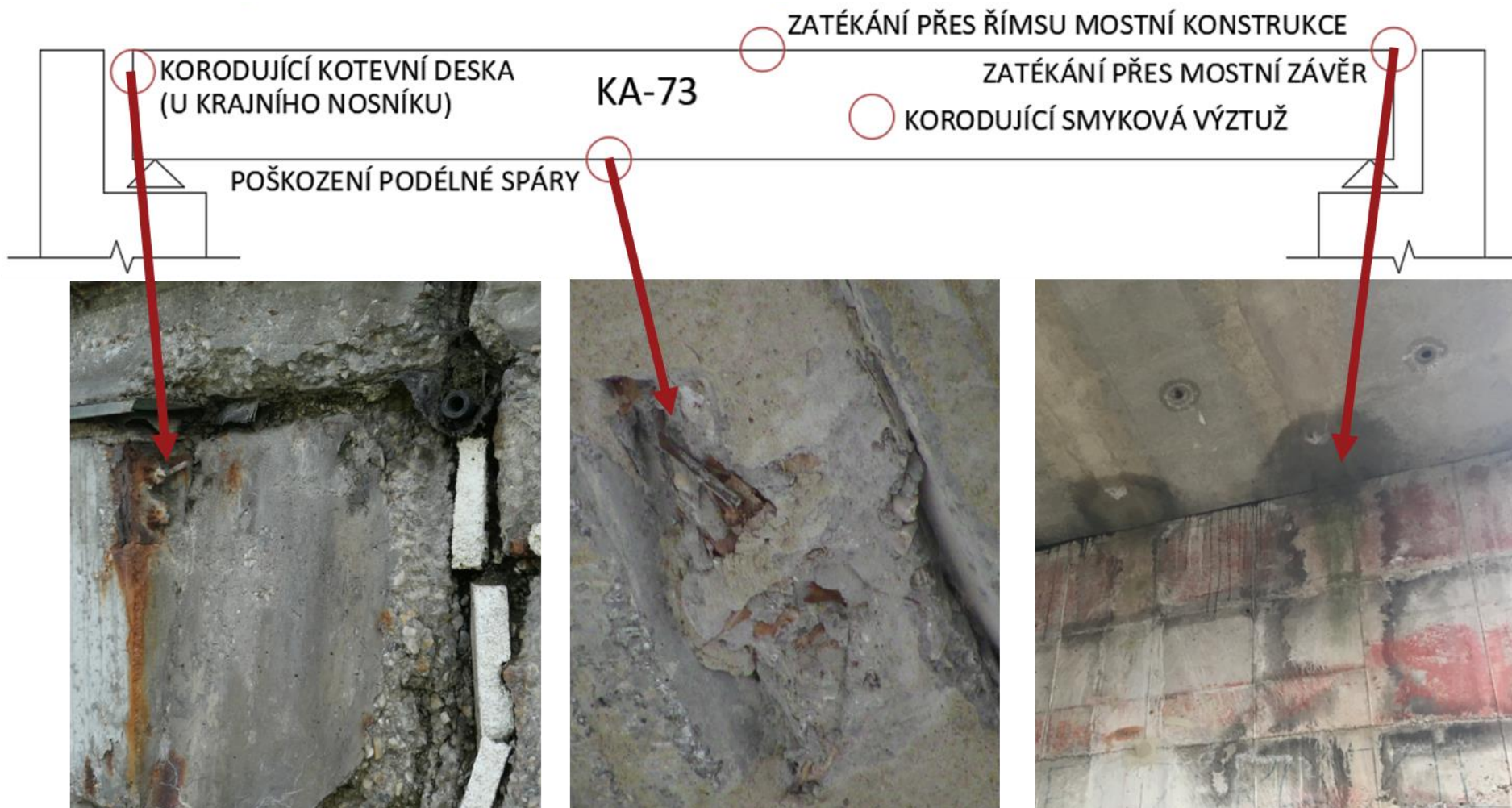
- počet polí: 1
- nosná konstrukce: předpjaté nosníky „KA 73“
- délka nosné konstrukce: 15,0 m



Mostní prohlídka ⇒ nosníky KA



Mostní prohlídka ⇒ nosníky KA

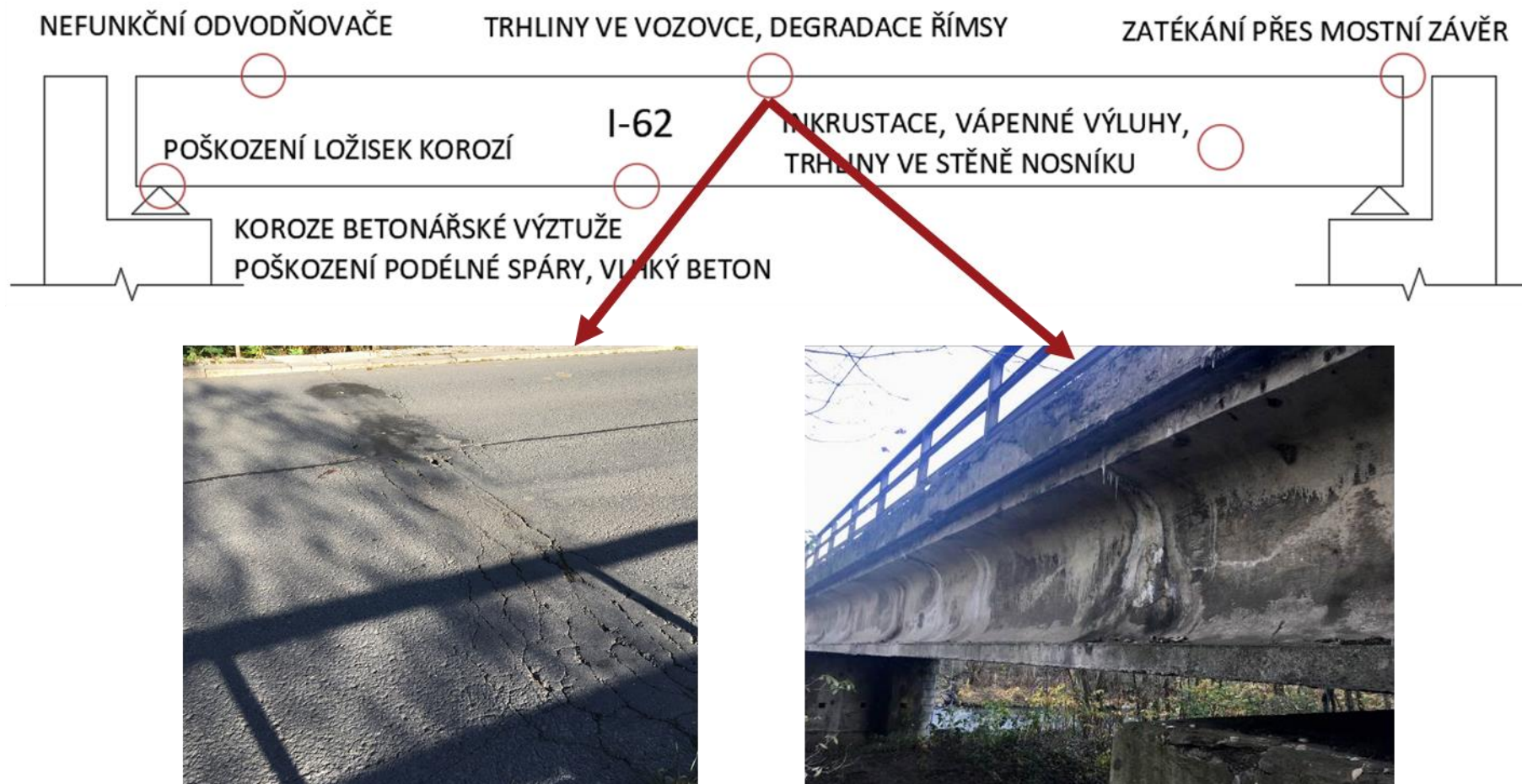


Mostní prohlídka $\Rightarrow$ nosníky I

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



Mostní prohlídka ⇒ nosníky I



Mostní prohlídka ⇒ nosníky I



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



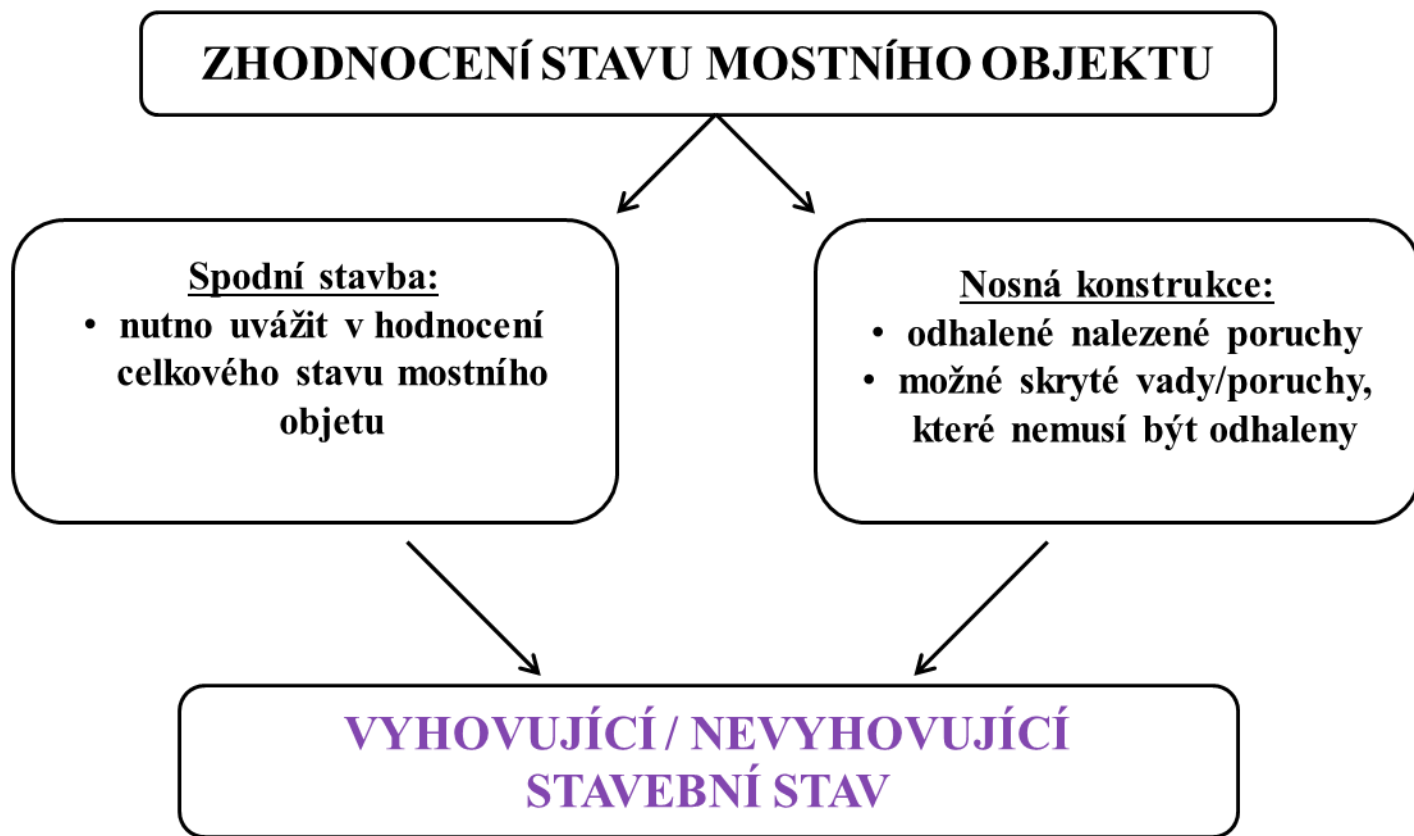
Diagnostický průzkum

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



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

Vyhodnocení diagnostiky



NEVYHOVUJÍCÍ STAVEBNÍ STAV

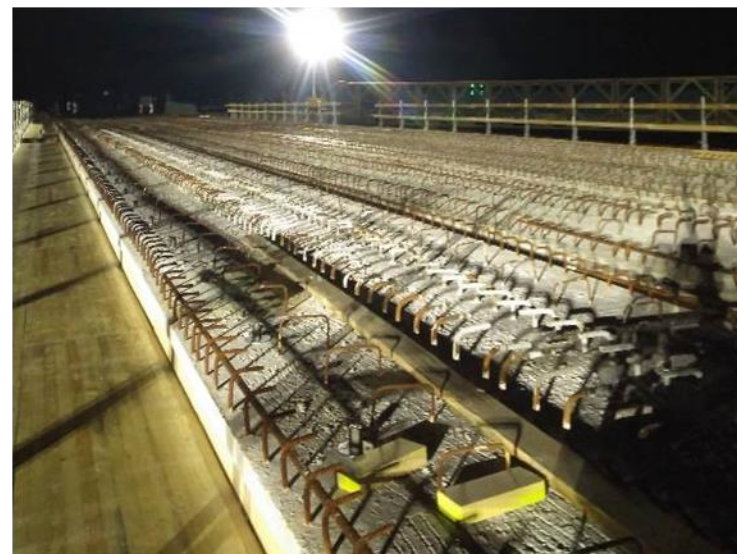
**OKAMŽITÁ
OPATŘENÍ**

VÝHLEDOVÁ ŘEŠENÍ

OPRAVA / REKONSTRUKCE

- možné skryté vady nosné konstrukce
- nemožná rekonstrukce komor nosníků

VÝSTAVBA NOVÉHO MOSTU



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

OPRAVA / REKONSTRUKCE

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



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

OPRAVA / REKONSTRUKCE

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



OPRAVA / REKONSTRUKCE

- nemožná rekonstrukce komor nosníků



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

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 náhradě může být **čas**
- pokud to podmínky dovolí, může být jako vhodná varianta náhrada 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**.