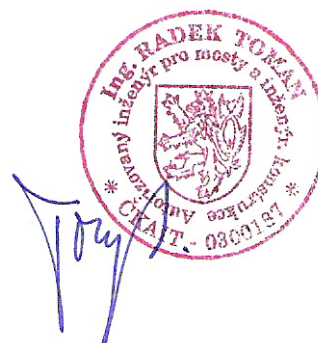


Technicko - ekonomické posouzení přemostění řeky Ohře – most M10 (u OC Variáda)



V Karlových Varech: prosinec 2019

Vypracoval: Ing. Radek Toman



Obsah

1. Úvod	3
2. Podklady:.....	3
3. Doporučení z průzkumných prací a z hlavní prohlídky mostu	3
4. Omezující aspekty pro výstavbu mostu.....	7
5. Varianty možného přemostění.....	7
6. Ekonomické posouzení	8
7. Závěr	10

1. Úvod

Technicko - ekonomické posouzení možných variant obnovy Dvorského mostu přes řeku Ohři v Karlových Varech. Bylo provedeno na základě objednávky č. OBJ35-32850/2019 ze dne 16.10.2019, Cílem tohoto posouzení je vypracování podkladu pro následné rozhodování Objednatele ve věci dalšího postupu přípravy a realizace obnovy mostu

2. Podklady:

V rámci zakázky byly Objednatelem Řešiteli poskytnuty níže uvedené doklady:

1. Projektová dokumentace – Most přes řeku Ohři v ulici kpt. Jaroše v Karlových Varech - SSaŽ Praha - 06/1987
2. **zpráva č. D 10/18** - stavebně technický průzkum stavu předpětí nosné konstrukce mostu ev.č. M-10 (Dvorský most) - Horský s.r.o., Klánovická 286/12, 194 00 Praha, 04/2018
3. HPM M-10 (7.7.2018, Ryjáček Pavel, Ing.)
4. **Zpráva č. D 25/19** - Doplnková diagnostický průzkum stavu předpětí nosné konstrukce mostu ev.č. M-10 (Dvorský most) - Horský s.r.o., Klánovická 286/12, 194 00 Praha, 07/2019

Řešitel v průběhu 11/2019 provedl vlastní prohlídku mostu, při které bylo zjištěno, že mezi rokem 2010 – 2019 proběhl diagnostická průzkum spodní stavby mostu, který byl následně i Objednatelem vypátrán.

5. **Diagnostický průzkum spodní stavby Most M10** - Kancelář stavebního inženýrství s. r.o., Botanická 256, 360 02 Dalovice, 07/2013

Veškeré tyto podklady Řešitel řádně prostudoval a níže uvádí doporučení z jednotlivých dokumentů:

3. Doporučení z průzkumných prací a z hlavní prohlídky mostu

Ad.5) V roce 2013 byl proveden diagnostický průzkum spodní stavby firmou Kancelář stavebního inženýrství s. r.o., Botanická 256, 360 02 Dalovice. Níže uvádím pouze závěry pro spodní stavbu mostu, neboť nosná konstrukce byla podrobně diagnostikována v roce 2018 a 2019.

Krychelná pevnost betonu v tlaku, zjištěná destruktivními zkouškami, je u levé opěry 18,7 MPa a v 1. levé podpěře je 39,6 MPa. Objemová hmotnost je 2 470 kg/m³ a 2 400 kg/m³, nasákavost 3,5% a 3,0%. Pevnost betonu levé opěry je nižší. V opěře nebyly nalezeny žádné poruchy nebo trhliny, které by svědčily o porušení betonu opěry vlivem nízké krychelné pevnosti. Lze předpokládat, že nižší krychelná pevnost je pouze lokální a byla zapříčiněna způsobem betonáže. Dosažená pevnost betonu v levé opěře odpovídá podle ČSN EN 206-1 třídě betonu C12/15, pevnost betonu v 1. levé podpěře odpovídá podle ČSN EN 206-1 třídě betonu C30/37. Karbonatace betonu se pohybuje v rozmezí 3 – 14 mm, v průměru je nízká a činí cca 6 mm. Hloubka uložení výztuže v pravé opěře je 0 - 30 mm, v levé opěře pak nad 50 mm. Z těchto hodnot vyplývá, že lze předpokládat korozi výztuže tam, kde nebyla dodržena minimální krycí vrstva, v těchto oblastech je velikost koroze výztuže cca 1 mm. Převážná část výztuže v opěrách a podpěrách je bez koroze. Chemickou analýzou nebyly zjištěny žádné abnormality v chemickém složení betonu, chloridové ionty v betonu nebyly identifikovány. Mírně zvýšený je obsah Al₂O₃ (7,52%), ale jeho hodnoty jsou natolik nízké, že nelze předpokládat postupné narušení betonu vlivem metastability slínkových minerálů v cementu. Hodnoty povrchové přidržnosti betonu se pohybují od 2,19 MPa do 5,24 MPa. Naměřené hodnoty jsou dostatečně vysoké pro možnou aplikaci sanačních materiálů. Z měření odolnosti povrchu betonu proti působení chemických a rozmrazovacích látek vyplývá, že vzorek betonu **nevyhověl kritériu odolnosti povrchu betonu podle ČSN 73 1326 – Z3, příloha C.**

Z výše uvedeného vyplývá:

1. Nedostatečné krytí výztuže
 2. Malá pevnost betonu části diagnostikované spodní stavby (levobřežní opěra)
 3. Hloubka karbonatace betonu zasahuje již mělce uloženou ocelovou výztuž, která je již napadena korozí
- Musím poznamenat, že průzkum byl proveden již před 6-ti lety kdy stavební stav opěr byl na základě závěrů z HPM z roku 2014 klasifikován stavem V – špatný. Od této doby se stavební stav spodní stavby zhoršil na stav VI – velmi špatný (viz foto).



Pohled na levobřežní opěru OP4



Pohled na pilíř P3

Ad.2) V 10/2018 byl proveden firmou Horský s.r.o. stavebně technický průzkum stavu předpětí nosné konstrukce, který podrobně popisuje stav předpínací výztuže na obou krajních mostních polích – pole 1 a pole 3.

Níže uvádím závěry ze stavebně technického průzkumu:

V závěru zprávy považujeme za důležité zdůraznit zastižený **velmi špatný stav špatně zainjektovaných kabelových kanálků**, a to z důvodu výrazného zatékání do nich. Z celkově 12 provedených sond do kanálků byla v 8 případech zasaženo buď vlhké prostředí v kanálku či z něj přímo vytékala nahromaděná voda.

Tento stav je způsoben zatékáním do dutin mezi nosníky a na čela nosníků a špatným zainjektováním kanálků, a to hlavně v oblastech pod kotvami.

Zjištěný stav navozuje důvodnou pochybnost o stavu předpětí nosníků. **Předpínací výztuž byla vždy zachycena ve stavu různé míry povrchové koroze. V jedné sondě byl nalezen jeden volný drát.** Uvedené oslabení průřezové plochy je odhadem vycházejícím z bodového měření průměru drátu na vhodném místě a nemusí tím pádem reflektovat skutečné narušení po celém průřezu kabelu (viz zcela volný drát s poruchou mimo plochu sondy).

Krajní dutiny byly zastiženy s velkým množstvím nahromaděné vody, a i v ostatních zkoumaných dutinách bylo patrné mokré či vlhké prostředí s aktuálními zátekami nebo jejich staršími stopami. Místy lokálně, místy ve větší míře, je v dutinách patrná i pokročilá koroze třmínkové výztuže uložené s velmi malou tloušťkou krycí vrstvy.

Na dvou kamerových sondách do dutin byla objevena špatně zabetonovaná spára mezi spodními přírubami nosníků (zcela obnažená výztuž, beton nedosahuje do její úrovně).



- Aby Správce mostu vyloučil pochybnosti o stavu předpětí nosné konstrukce byl v 07/2019 proveden Doplňkový diagnostický průzkum stavu předpětí nosné konstrukce mostu ev.č. M-10 (Dvorský most)

Ad. 4) Doplňkový diagnostický průzkum stavu předpětí nosné konstrukce mostu ev.č. M-10 (Dvorský most) byl doplněn o stav předpínací výztuže ve středním poli č.2 mostu a stativ pilířů P2 a P3. Níže uvádím závěry Doplňkového průzkumu:

Stav předpětí nosné konstrukce považujeme za velmi špatný. Provedená zjištění odpovídají výsledkům předchozího průzkumu nosné konstrukce (zpráva D10/18 z 04/2018, Horský s.r.o.). Předpínací výztuž je nedostatečně zainjektována a není tak ochráněna proti korozi. Z výsledků průzkumu je zjevné, že k předpínací výztuži se dostává vlhkost. Spolu s vlhkostí se k systému předpětí nosné konstrukce mohou dostávat i chloridové ionty z chemických rozmrazovacích látek.

Stav dutin mezi nosníky je opět špatný. Do dutin se silněji dostává vlhkost a na nižší straně mostního pole byla v dutinách dokonce zastiženo velké množství vody. V dutinách dochází k narušení dobetonávek mezi nosníky a ke korozi měkké výztuže nosníků.

V rámci zpřístupnění nosné konstrukce byl i zdokumentován stavební stav stativ pilířů, který je velmi špatný což dokumentují níže uvedené fotografie

	<p>Koroze výztuže a hlubkové mrazové narušení bočního líce stativa na P1.</p>
	<p>Dokumentace stavu ložisek na P2</p>

- Dalším podkladem byly zprávy z provedených hlavních prohlídek mostu. Poslední hlavní prohlídka mostu byla provedena 7.7.2019 Doc. Ing. Pavlem Ryjáčkem Ph.D.

Ad. 3) HPM z 7.7.2018 konstatuje:

Na základě závěrů z diagnostického průzkumu NK mostu (04/2018) a vzhledem k aktuálnímu rychle se zhoršujícímu stavu NK i SS se již nejeví jako účelné a ekonomicky výhodné provádět nějakou větší stavební údržbu mostu za účelem prodloužení jeho zbytkové životnosti. Rovněž případná nákladná částečná rekonstrukce přemostění (min. výměna mostního svršku a izolace + sanace NK a SS) nebude zřejmě schopna dlouhodobě oddálit potřebu zřízení zcela nového přemostění v tomto místě a zajistit požadovanou únosnost dle ČSN EN + zatížitelnost dle ČSN 73 6222.

Na základě této HP jednoznačně doporučuji urychleně připravit kompletní rekonstrukci tohoto přemostění (vč. výměny NK a SS) a stavbu zahájit bezodkladně po dokončení rekonstrukce sousedního přemostění na I/20 (Doubský most) - tj. do 1-2 let.

- K výše uvedené HPM uvádím níže v tabulce stavební stavy nosné konstrukce a spodní stavby z hlavních prohlídek mostu od roku 2004

Rok prohlídky	Prohlídku provedl	Stavební stav	
		Spodní stavba	Nosná konstrukce
2004	Míčka Tomáš, Ing.	IV - Uspokojivý	V - Špatný
2006	Míčka Tomáš, Ing.	V - Špatný	VI - Velmi špatný
2008	Toman Radek, ing.	V - Špatný	VI - Velmi špatný
2010	Toman Radek, ing.	V - Špatný	VI - Velmi špatný
2012	Junek Vladimír, Ing.	nezadaný	nezadaný
2014	Ryjáček Pavel, Ing.	V - Špatný	VI - Velmi špatný
2016	Ryjáček Pavel, Ing.	V - Špatný	VI - Velmi špatný
2018	Ryjáček Pavel, Ing.	VI - Velmi špatný	VI - Velmi špatný

Z výše uvedeného vyplývá, že HPM probíhaly v souladu s ČSN 73 6221 - Prohlídky mostů pozemních komunikací. Stavební stav nosné konstrukce je téměř neměnný - **VI - Velmi špatný**, stavební stav spodní stavby se ale zhoršuje daleko rychleji od IV - Uspokojivý v roce 2004 až k současnému **VI - Velmi špatný**.

Ad. 1) Projektová dokumentace mostu z roku 1987

Tato projektová dokumentace řešila výstavbu stávajícího mostu. V rámci přemostění byly zesíleny opěry a založení opěr, bylo vybudováno nové železobetonové stativo na středních podpěrách a byla vybudována nová mostovka z nosníků IS73. Z projektu lze vyčíst, že v rámci oprav mostu **nebyly provedené žádné úpravy v založení středních kamenných pilířů, které jsou založeny na dřevěných pilotách a které nesly původní ocelový most.**

4. Omezující aspekty pro výstavbu mostu

Nový most bude překonávat řeku Ohři v místě původního mostu. Omezujícími aspekty výstavby jsou:

1. Napojení na stávající silniční síť
2. Potrubní lávka ve vlastnictví Vodárny a kanalizace Karlovy Vary a.s., na které je umístěn zrekonstruovaný hlavní vodovodní řad. Rozpětí jednotlivých polí je takové, že střední podpěry jsou v zákrytu s podpěrami stávajícího mostu
3. Řešení pohybu chodců po dobu stavby, kdy je možné využít výše uvedenou potrubní lávku
4. Vyjádření správce toku Povodí Ohře s.p., kdy nesmí dojít ke zmenšení průtočného profilu a úroveň hladiny stoleté vody je v úrovni 374,95 m n. m.
5. Vzdušné vedení ČEZ nad OP4 na levém břehu
6. Udržitelnost projektu cyklostezky, která vede ve třetím poli mostu na levém břehu Ohře.

5. Varianty možného přemostění

Vzhledem k výše uvedeným omezujícím aspektům byly řešeny níže uvedené varianty přemostění s tím, že bude stávající most odstraněn včetně spodní stavby.

a) Nový most o rozpětí 29,5 + 30,0 + 29,5m – rozpětí je stejné jako stávající mostní objekt.

Přemostění je možné řešit jako třípolový spojitý nosník buď z předpjatých nosníků se spřaženou deskou mostovky, anebo z ocelových nosníků se spřaženou betonovou deskou mostovky. Obě varianty vycházejí, co do finančního porovnání cenově skoro stejně. Nevýhodou předpjatých nosníků je jejich váha a nutnost těžší mechanizace k osazení hlavně do středního pole.

Klady: rychlost výstavby, kdy je možné nosné prvky vyrobit předem ve výrobě
 nezmenší se průtočný profil
 potrubní lávka bude po dobu stavby využívána pro pohyb chodců
 nízké finanční náklady
 nezasahuje se do stávající cyklostezky pod mostem

Doporučení: **DOPORUČUJI**

b) Nový most o dvou polích (podobný jako je most doubský na sil. I/20 v Doubí u zámku).

Dalším možným typem přemostění je dvupolový mostní objekt z ocelových nosníků s betonovou spřaženou deskou mostovky. Tato konstrukce je ekonomicky vhodná pro rozpětí do cca 38m. Pokud bychom tuto konstrukci zvolili tak bude délka přemostění max $2 \times 37,5\text{m} = 75\text{m}$. Je nutné si uvědomit že v současném stavu je délka přemostění cca 99m.

Klady: nízké stavební náklady

Zápory: Zmenšení průtočného profilu

Je nutné řešit přemostění cyklostezky navazujícím mostním objektem, který je však možno započíst do průtočného profilu

Vzhledem k umístění středního pilíře do řeky bude nutná demolice stávající potrubní lávky, jejíž pilíře by zmenšovaly průtočný profil a s tím nutnost přeložky vodovodního řádu na nový most – vyvolané více náklady.

Doporučení: **NEDOPORUČUJI**

c) Nový jednopolový obloukový most s dolní mostovkou

Třetím typem přemostění je jednopolový obloukový most s dolní mostovkou na rozpětí cca 89m. Jedná se o elegantní mostní konstrukci, která má ovšem nevýhodu v tom, že je náročná na prostor pro sestavení a je jednoznačně nejdražší variantou.

Klady: přemostění řeky jedním polem – průtočný profil se zvětší

Oku lahodící konstrukce

Je možné ponechat potrubní lávku pro provoz pěších po dobu výstavby

Zápory: Nejvyšší finanční náklady

Vysoké nároky na plochy pro montáž nosné konstrukce

Vysoké náklady na údržbu nosné konstrukce

Doporučení: **DOPORUČUJI**

6. Ekonomické posouzení

Při ekonomickém posouzení jednotlivých variant bylo použito cen z níže uvedené tabulky. Jedná se o měrné náklady staveb, které jsou statistikou vývoje výše nabídkových cen na úrovni agregovaných ukazatelů v roce 2017 a které jsou k dispozici na <http://merne-naklady-staveb.cz/2017/>.

821 11 N

MOSTY silniční - novostavby

JKSO	Popis	MJ	Množství	Cena [Kč]	JC [Kč]	Počet objektů
821 112 N	mosty pozem kom pro zatížení tř A - vodorovná nosná konstrukce monolit bet nepřepjatá NOV	M2	143 695	6 550 514 828	45 586	361
821 113 N	mosty pozem kom pro zatížení tř A - vodorovná nosná konstrukce monolit bet předpjatá NOV	M2	1 235 463	43 361 260 947	35 097	557
821 114 N	mosty pozem kom pro zatížení tř A - vodorovná nosná konstrukce mont z dílců bet nepřepjatých NOV	M2	19 490	906 810 867	46 527	37
821 115 N	mosty pozem kom pro zatížení tř A - vodorovná nosná konstrukce mont z dílců bet předpjatých NOV	M2	115 183	5 154 939 090	44 754	93
821 116 N	mosty pozem kom pro zatížení tř A - vodorovná nosná konstrukce spřažená ocelobet NOV	M2	319 238	14 242 528 869	44 614	55
821 117 N	mosty pozem kom pro zatížení tř A - vodorovná nosná konstrukce kovová NOV	M2	22 146	1 418 721 548	64 062	26

Šířka mostu byla uvažována stejná, jako je na stávajícím mostě a to 13,5m

TAB. 1 – cena mostu dle typu nosné konstrukce - rozpětí 29,5 + 30 +29,5m – délka mostu 102.5m			
	cena za 1m2	plocha mostu	cena
nosná konstrukce z bet dílů předpjatých	44 757,00 Kč	1377,81	61 666 642,17 Kč
nosná konstrukce spřažená	44 614,00 Kč	1377,81	61 469 615,34 Kč
nosná konstrukce kovová	64 062,00 Kč	1377,81	88 265 264,22 Kč

TAB. 2 – cena mostu dle typu nosné konstrukce - rozpětí 2*38 – délka mostu 88m			
	cena za 1m2	plocha mostu	cena
nosná konstrukce z bet dílů předpjatých	44 757,00 Kč	1188	53 171 316,00 Kč
nosná konstrukce spřažená	44 614,00 Kč	1188	53 001 432,00 Kč
nosná konstrukce kovová	64 062,00 Kč	1188	76 105 656,00 Kč

K ceně Díla je nutné ještě započítat:

1. Kompletní demolici stávajícího mostu – **cca 13,9mil Kč** – tato demolice vychází z velmi špatného stavebního stavu jak spodní stavby, tak i nosné konstrukce

demolice mostu	kubatura	cena	cena celkem
základy pilířů	90,00	5900	531 000,00 Kč
základy opěr	471,74	5900	2 783 289,60 Kč
pilíře	302,05	5900	1 782 109,81 Kč
opěry	356,27	5900	2 101 963,50 Kč
NK	1026,00	6500	6 669 000,00 Kč
celkem			13 867 362,91 Kč

2. Inflační koeficient dle ČSÚ (od roku 2017) – 7,7%

V porovnání jsou uvedené pouze ceny mostů, které splňují podmínku správce toku a to, aby nebyl zmenšený průtočný profil. Této podmínce vyhovuje varianta 5a (3 – polový most) a 5c (most o jednom poli)

Cena za most 5a):

1	Demolice stávajícího mostu	13,9mil. Kč
2	Nový most	61.5 mil, Kč
3	inflace	7,7%
Cena celkem = 1 + 2 + 3x2		80,1 mil Kč
DPH 21%		16,9mil Kč
Cena celkem včetně 21%DPH		98 mil. Kč
Rezerva 10%		9,8 mil. Kč
Cena celkem včetně rezervy		107,8 mil. Kč

Cena za most 5c):

1	Demolice stávajícího mostu	13,9mil. Kč
2	Nový most	88,3 mil. Kč
3	inflace	7,7%
Cena celkem = 1 + 2 + 3x2		109 mil Kč
DPH 21%		22,9 mil Kč
Cena celkem včetně 21%DPH		131,9 mil. Kč

7. Závěr

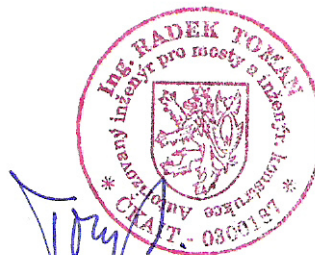
Na základě podkladů, které byly v rámci technicko - ekonomického hodnocení poskytnuty Objednatelem, je nutné konstatovat, že stavební stav spodní stavby, tak i nosné konstrukce je **velmi špatný, a proto doporučuji provést kompletní demolici jak nosné konstrukce, tak i spodní stavby.**

Z možných variant přemostění a omezujících podmínek pro výstavbu nového mostu je možné provést přemostění buď třípolovým mostem (typ 5a), kdy situování nových pilířů bude v místech původních kamenných pilířů, a nebo jednopolovým mostním objektem (typ 5c), kdy nebude zasahováno do koryta řeky Ohře. V obou případech nebude dotčena cyklostezka, která byla financována z Unijních finančních prostředků.

Porovnáním finanční náročnosti jednotlivých variant je uvedeno níže v tabulce:

Varianta přemostění	Cena včetně rezervy a 21%DPH
5a) třípolový most rozpětí 3 x 30m	107,8 mil. Kč
5c) jednopolový most rozpětí 90m	131,9 mil. Kč

DOPORUČENÍ: Z výše uvedeného vychází stavba nového třípolového mostu rozpětí cca 3 x 30m, kdy nové pilíře mostu budou umístěny v místech stávajících kamenných podpěr jako ekonomicky nejvýhodnější a splňující všechny omezující podmínky pro výstavbu.



V Karlových Varech: prosinec 2019

Vypracoval: Ing. Radek Toman

Autorizovaný inženýr pro mosty a inženýrské konstrukce

Autorizace číslo: 0300187