

**Most 602-040 a Mosty 602-041 a 042 - Opatření pro zajištění průjezdu NTK
(Mosty u Helenína)**

Závěrečná zpráva

**Most ev. č. 602 – 041 a most ev. č. 602
– 042, oba v k. ú. Jihlava**

Brno, leden 2024

Zpracoval: Ing. Martin Řehulka

Obsah

1. Úvod	3
2. Použité podklady	3
3. Popis situace	3
4. Prověření směrových a sklonových poměrů.....	6
5. Prověření alternativního vedení trasy (mimo mostní objekty)	6
6. Přepočty únosnosti	7
7. Výsledky výpočtů	7
8. Návrh opatření na zvýšení únosnosti mostů	7
9. Závěrečné vyhodnocení.....	8
10. Odhad nákladů.....	9
11. Prověření vlastníků pozemků	9

1. Úvod

Předmětem plnění veřejné zakázky je pro každou z akcí:

- Most ev. č. 602 – 040 v k. ú. Velký Beranov
- Most ev. č. 602 – 041 a most ev. č. 602 – 042, oba v k. ú. Jihlava

návrh opatření pro zajištění průjezdu soupravy s nadrozměrnými a technickými komponenty (dále NTK) přes most ev. č. 602-040 / mosty ev. č. 602 – 041 a 042 včetně statického posouzení a odhadu nákladů na realizaci těchto opatření. Součástí je provedení dílčího diagnostického průzkumu mostů ev. č. 602-040, ev. č. 602-041 a 042. Dílčí diagnostický průzkum bude zpracován v rozsahu nutném pro řádné splnění předmětu VZ, především jako podklad pro posouzení zatížitelnosti mostní konstrukce pro průjezd NTK. NTK jsou nezbytné pro realizaci nového jaderného zdroje v lokalitě Dukovany. Součástí je také geodetické zaměření území v potřebném rozsahu.

2. Použité podklady

Námi zpracovaná studie vycházela částečně z archivních materiálů a částečně z nově získaných podkladů. Konkrétně se jedná o tyto podklady

- Geodetické zaměření lokality (ZK Brno, 08/2023)
- Katastr nemovitostí (CUZK 08/2023)
- Diagnostický průzkum (ADMAS, ing. Petr Žitt 09-10/2023 s doplnění 01/2024)
- Prohlídka lokality (PRIS 08/2023)
- Archivní dokumentace opravy mostu 602-041 (2008) včetně diagnostického průzkumu
- Archivní dokumentace opravy mostu 602-042 (2008) včetně diagnostického průzkumu
- Běžná mostní prohlídka mostu ev.č. 602-041 – 8.7.2022
- Hlavní mostní prohlídka mostu ev.č. 602-041 – 16.8.2020
- Mostní list mostu ev.č. 602-041
- Běžná mostní prohlídka mostu ev.č. 602-042 – 8.7.2022
- Hlavní mostní prohlídka mostu ev.č. 602-042 – 16.8.2020
- Mostní list mostu ev.č. 602-042
- Technický popis parametrů NTK

3. Popis situace

Trasa silnice je v celém úseku vedena v přímé. Jedná se o spojení dálničního exitu D1-119 (Velký Beranov) s městem Jihlavou.

Silnice vychází ze skalního zářezu z klesání do údolnicového oblouku cca na mostě 602-040, kde přechází přes řeku Jihlavu a souběžnou komunikaci. Dále potom začíná stoupat a je vedena na násypu, kde mostem ev.č. 602-041 překonává polní cestu a následně mostem ev.č. 602-042 železniční trať.

Mezi mosty 602-041 a 042 je odbočení směrem na Malý Beranov.

Most ev.č. 602-041

Jedná se o sdružený rám o třech polích přes polní cestu. Most je tvořen rámovou roštovou konstrukcí z šesti hlavních trámů. Most je téměř kolmý s šikmostí cca 89,8°. V rámci rekonstrukce byl most zesílený pomocí uhlíkových lamel.

Založení mostu není známé, předpokládá se plošné.

Opěry jsou masivní železobetonové. Vnitřní podpěry jsou tvořeny šesticí pilířů, které jsou vetknuty do trámů nosné konstrukce. U pilířů se předpokládá vetknutí i do základů. Přibližně v polovině výšky jsou pilíře spojeny příčnickem.

Nosná konstrukce je tvořena 6-ti betonovými trámy s náběhy výšky 0,25 m u vnitřních podpor. Trámy jsou propojeny podporovými příčnicí a příčnicí v polovině rozpětí v každém poli. Osová vzdálenost trámů je cca 1,55 m. Rozpětí jednotlivých polí je cca 5,0 -6,5-5,0 m. Nosná konstrukce je na opěrách uložena na lepenku. Šířka vnitřních trámů je 0,35 m krajní trámy jsou šířky 0,37 m. Délka konstrukce je 17,0 m. Na mostě byla provedena nová ŽB spřažená deska. Spřažení původní konstrukce bylo realizováno za pomoci trnů OMO M16/160 a M12/150.

Zesílení konstrukce je provedeno pomocí uhlíkových lamel S&P CFK 150/2000, které jsou osazeny z boku trámu v poli při dolním okraji. V krajních polí vždy 1 ks šířky 50 mm tl. 1,2 mm a v hlavním poli 2 ks šířky 80 mm tl. 1,2 mm

Most je v konstantním podélném sklonu cca 2,0 %. Na mostě je střešovitý sklon vozovky cca 2,0 %. Půdorysně je most v přímé. Na mostě jsou osazeny trubičky pro odvodnění izolace. Nad opěrou 1 a 4 jsou provedeny podpovrchové mostní závěry. V místě závěrů je provedeno naříznutí vozovky s vyplněním záhlavkou. Na obou římsách je osazeno mostní ocelové svodidlo úrovně zadržení H2. Vozovka je na mostě asfaltová. Chodníky na mostě nejsou. Římsy jsou ŽB s lícními prefabrikáty.

Volná šířka mostu: 8,5 m

Šířka mostu: 10,1 m

Stavební stav:	Spodní stavba	II	(velmi dobrý)
	Nosná konstrukce	III	(dobrý)

Zatížitelnost:	Normální:	$V_n = 26 \text{ t}$
	Výhradní:	$V_r = 63 \text{ t}$
	Výjimečná:	$V_e = 0 \text{ t}$ (neurčena)
	Jednou nápravou:	12 t

Rok výstavby: 1938, oprava 2008

Přehledné výkresy mostů jsou přílohou této zprávy.

Most ev.č. 602-042

Jedná se o sdružený rám o třech polích přes železniční trať. Most je tvořen rámovou roštovou konstrukcí z šesti hlavních trámů. V rámci rekonstrukce byl zesílen zesílený pomocí volných dodatečně předepnutých kabelů. Most je šikmý s levou šikmostí 60,0°.

Založení mostu není známé, předpokládá se plošné.

Opěry jsou masivní železobetonové. Vnitřní podpěry jsou tvořeny šesticí pilířů, které jsou vetknuty do trámů nosné konstrukce. U pilířů se předpokládá vetknutí i do základů. Přibližně v polovině výšky jsou pilíře spojeny příčnickem.

Nosná konstrukce je tvořena 6-ti betonovými trámy s náběhy výšky ~0,50 m u vnitřních podpor. Trámy jsou propojeny podporovými příčníky, které jsou šikmé. Příčníky v poli jsou kolmé k ose trámů. Osová vzdálenost trámů je cca 1,55 m. Rozpětí jednotlivých polí je cca 11,0 -14,0-11,0 m.

Nosná konstrukce je na opěře 1 uložena pomocí vrubového kloubu. Na opěře 4 jsou původní ocelová ložiska 6 ks pod trámy. Šířka trámů je 0,35 m. Délka konstrukce je 36,6 m. Na mostě byla provedena nová ŽB spřažená deska. Spřažení původní konstrukce bylo realizováno za pomoci trnů OMO M16 a M12/150-200.

Zesílení konstrukce je provedení pomocí volných předepjatých kabelů monostrand prům. 15,7 mm. Trasa kabelu je polygonální. Kabely jsou kotveny do spřažené desky cca v ose uložení. Deviatory jsou provedeny jako ocelové „U“ profily, na které jsou navařeny ocelové trubky k protažení kabelů. Nosníky jsou zesíleny vždy dvojicí kabelů, u krajních trámů je v poli 2 provedeno zesílení pomocí 4 kabelů.

Zesílení konstrukce je provedeno pomocí uhlíkových lamel S&P CFK 150/2000, které jsou osazeny z boku trámu v poli při dolním okraji. V krajních polí vždy 1 ks šířky 50 mm tl. 1,2 mm a v hlavním poli 2 ks šířky 80 mm tl. 1,2 mm

Most je v konstantním podélném stoupajícím sklonu cca 5,7 %. Na mostě je střešovitý sklon vozovky cca 2,5 %. Půdorysně je most v přímé. Na mostě jsou osazeny trubičky pro odvodnění izolace. Nad opěrou 1 a 4 jsou provedeny podpovrchové mostní závěry. V místě závěrů je provedeno naříznutí vozovky s vyplněním zálivkou. Na obou římsách je osazeno mostní ocelové svodidlo úrovně zadržení H2. Vozovka je na mostě asfaltová. Chodníky na mostě nejsou. Římsy jsou ŽB s lícními prefabrikáty.

Volná šířka mostu: 8,5 m

Šířka mostu: 10,1 m

Stavební stav:	Spodní stavba	II	(velmi dobrý)
	Nosná konstrukce	III	(dobrý)

Zatížitelnost:	Normální:	$V_n = 32 \text{ t}$
	Výhradní:	$V_r = 80 \text{ t}$
	Výjimečná:	$V_e = 0 \text{ t}$ (neurčena)
	Jednou nápravou:	13,3 t

Rok výstavby: 1938, oprava 2008

Přehledné výkresy mostů jsou přílohou této zprávy.

4. Prověření směrových a sklonových poměrů

Požadované parametry pro průjezd:

Šířka vozovky v přímé:	min 7 m + nezpevněné krajnice
Šířka vozovky v oblouku:	min 8,5 m + nezpevněné krajnice
Podjezdová výška:	min 9,2 m
Maximální podélný spád:	6%
Maximální příčný spád:	3,5%

Stávající komunikace na obou mostech je směrově v přímé v kategorii S8,5/70 (rychlost je snížena svislou dopravní značkou), podjezdová výška není v úseku ničím omezena. Proto je pro požadované parametry následující vyhodnocení:

Šířka vozovky v přímé:	splněno 7,5 m
Šířka vozovky v oblouku:	trasa je v přímé, splněno
Podjezdová výška:	bez výškových omezení, splněno
Maximální podélný spád:	na konci úseku max 5,5%, splněno
Maximální příčný spád:	průměrně 2,5%, splněno

Z výše uvedeného je zřejmé, že parametry jsou **splněny** pro oba mosty.

Inženýrské sítě neomezují průjezd.

5. Prověření alternativního vedení trasy (mimo mostní objekty)

Alternativní trasa by měla řešit vyloučení přejezdu nákladu přes mostní objekty v případě jejich nedostatečné únosnosti.

Vzhledem k charakteru překážky, a to zejména řeky Jihlavy a železniční trati by návrh alternativní trasy byl velmi komplikovaný.

Za mostem ev.č. 602-040 by teoreticky k odklonění z trasy na souběžnou komunikaci možné bylo, tato by musela být zřízena na levé straně (na pravé je od mostu ev.č. 602-042 zástavba) a musela by překovávat železniční trať úrovnovým přejezdem. Neřešitelné by následně bylo návrh podélného sklonu, kdy by musela souprava vystoupat cca 6-ti metrový výškový rozdíl při maximálním sklonu 6% a současném podélném sklonu silnice II/602 5,5%.

Alternativní trasa je tedy **nereálná** a je nutno řešit přejezd pouze ve stávající trase, tedy přes mostní objekty.

6. Přepočty únosnosti

U obou mostních objektů byly na základě geodetického zaměření ověřeny základní rozměry nosných konstrukcí a tloušťky jednotlivých vrstev nad NK. Tyto byly porovnány s archivním projektem opravy mostu (původní dokumentace se nezachovala).

Na základě výše uvedeného byly vytvořeny výpočetní modely pro posouzení. Materiálové charakteristiky byly převzaty z původní dokumentace a ověřeny dodatečným diagnostickým průzkumem. U výztuží, které byly pro výpočet neznámé (například horní výztuž nad vnitřními podpěrami), se postupovalo jejich zpětným návrhem dle platných předpisů v době výstavby mostu.

Bylo provedeno posouzení únosnosti dle v současnosti platných předpisů. Řešil se pouze stav přejezdu NTK spolu se stálým zatížením mostů, neřešil se klasický přepočet zatížitelnosti. Posouzení bylo provedeno pro rozhodující průřezy, tj. středy rozpětí, nadpodporové průřezy, případně průřezy sloupů. Dále byly posouzeny průřezy na interakci M+T u vnitřních pilířů.

Přepočty únosnosti jsou uvedeny v samostatných přílohách.

7. Výsledky výpočtů

Dle výsledků přepočtů bylo u obou mostů zjištěno, že tyto daný zatěžovací stav nevyhovují. Překročená únosnost byla v řádu desítek až stovek procent. Zatížení podvalníkem je vzhledem k rozložení váhy obdobné jako působení stálých zatížení a kromě ohybové únosnosti zde rozhoduje interakce.

Tabulka rozhodujících posouzení:

Most ev.č. 602-041

Střed rozpětí: nevyhovuje - 129%

Interakce: nevyhovuje - 226%

Most ev.č. 602-042

Střed rozpětí: nevyhovuje - 120%

Interakce: nevyhovuje - 255%

8. Návrh opatření na zvýšení únosnosti mostů

Protože se bude jednat o opakovaný přejezd souprav v průběhu několika let, opatření by musela být navržena jako dlouhodobá, protože jejich opakovaná montáž by nedávala technický i ekonomický smysl.

Možné řešení:

- a) Zesílení nosné konstrukce
- b) Zesílení pilířů
- c) Podepření mostů
- d) Mostní provizorium

ad a) Zesílení nosné konstrukce

- toto můžeme vyloučit. Vzhledem k tomu, že zesílení NK mostů proběhlo už při jejich opravě před cca 15-ti lety, nebylo by další zesílení technicky možné (za vynaložení přiměřených nákladů – tedy ceny nižší než při výměně konstrukce). Už při původní opravě nebylo dosaženo navrženým zesílením normových hodnot zatížitelnosti.

ad b) Zesílení pilířů

- u mostů ev.č. 602-41 a -042 (sdružené rámy) toto je technicky realizovatelné například ve formě dobetonování pilířů do stěnových podpěr nebo pomocí ocelových podpěr opřených o základové konstrukce. Vzhledem k tomu, že současně nevyhovuje i nosná konstrukce, není toto opatření smysluplné. Ponechání pilířů s jejich provizorním zesílením by dále omezovalo návrh nové nosné konstrukce a rozhodně by toto řešení nebylo cenově rentabilní.

ad c) Podepření mostů

- cílem podepření mostů je vytvoření dodatečných podpěr, které by snížily namáhání stávající nosné konstrukce. U tohoto podepření je nezbytně nutné, aby byla zajištěna jejich funkčnost, tedy že budou aktivní již při vnášení namáhání do konstrukce (aby nedošlo například při k zatlačení podpěr do podloží). Toho lze dosáhnout pouze opřením těchto provizorních konstrukcí o trvalé základy nebo pomocí aktivace lisy na očekávané zatížení,
- poloha těchto konstrukcí by musela být cca ve třetinách rozpětí, ale to znemožňují překážky pod mosty (polní cesta, železnice).

ad d) Mostní provizorium

- je reálné pouze u mostu ev.č. 602-041,
- muselo by se při každém přejezdu osadit a následně demontovat. Toto řešení by bylo finančně výhodné pouze pro ojedinělý přejezd, při předpokladu opakovaných přejezdů není ekonomicky ani technicky výhodné.

9. Závěrečné vyhodnocení

Z předchozích odstavců plyne:

- směrově i výškově je trasa v pořádku,
- mosty není možné objet alternativně vybudovanou trasou,
- mosty ze statického hlediska nevyhovují,
- není reálné použití provizoria,
- zesílení mostu za použití přiměřených finančních prostředků není možné,
- provizorní zajištění (podepření) není dlouhodobě realizovatelné,
- stáří mostních objektů (letos 86 roků) je na hranici návrhové životnosti.

Z výše uvedených důvodů je optimálním řešením nahrazení těchto mostů novými konstrukcemi

10. Odhad nákladů

Na základě stanoveného způsobu opravy jsou předpokládány stavební náklady následující:

Most ev.č. 602-041

Délka mostu:	18,2 m
Šířka mostu:	10,1 m
Plocha mostu:	184 m ²
Parametrická cena pro výměnu NK:	98.000,- Kč/ m ²
Odhadová cena:	18,0 mil Kč (bez DPH)
	21,8 mil Kč (s DPH)

V ceně je uvažováno odstranění celého mostu, nový most včetně založení.

Most ev.č. 602-042

Délka mostu:	41,7 m
Šířka mostu:	10,1 m
Plocha mostu:	421 m ²
Parametrická cena pro výměnu NK:	105.000,- Kč/ m ²
Odhadová cena:	44,2 mil Kč (bez DPH)
	53,5 mil Kč (s DPH)

V ceně je uvažováno odstranění celého mostu, nový most včetně založení.

Mosty ev.č. 602-041 a 602-042

Odhadová cena:	52,2 mil Kč (bez DPH)
	75,3 mil Kč (s DPH)

11. Prověření vlastníků pozemků

Pozemky pod silničním tělesem, kde by probíhala výstavba nebo oprava mostů, jsou ve vlastnictví Kraje, Povodí a SŽ – viz. samostatná příloha. Těchto pozemků by se týkal trvalý zábor. Okolní pozemky jsou soukromé, ale jejich dotčení by bylo maximálně dočasným zábohem pro přístup k mostům.