

EXPERTNÍ POSOUZENÍ

Pro : **Ministerstvo kultury ČR**
Název stavby : **Libeňský most v Praze**
Účel : **Řízení o prohlášení věci za kulturní památku**

Přehled podkladů:

1. Dochovaná část původní projektové dokumentace
2. Mostní list
3. Protokol z Hlavní prohlídky mostu, TSK Praha
4. Studie k posouzení stavu a únosnosti, PÚDIS 1980
5. Zatížitelnost a provizorní podepření kloubu rámu K, PÚDIS 1983
6. Libeňský most, PD oprav, PÚDIS 1980,1983
7. Pražské mosty – J.Fischer, O.Fišer, Academia 1985
8. Diagnostický průzkum mostu ASR, PONTEX 2000
9. Diagnostický průzkum mostu, PONTEX 2001
10. Statický výpočet zatížitelnosti, PONTEX 2003
11. Návrh rekonstrukce Libeňského mostu, Pragoprojekt 2004

Popis konstrukcí

Most se nachází na hranici Prahy 7 - Holešovice a Prahy 8 -Libeň. Převádí městskou komunikaci Dělnická přes Vltavu, obslužné komunikace a prostory Českých přístavů a.s. a koleje vlečky ČD. Šířka komunikace na mostě je 14.5 m (jízdní pruhy + tramvajová trať), oboustranné chodníky mají šíři 3.25 m. Kryt vozovky je tvořen asfaltovým betonem, chodníky mají povrch z LA, tramvajové těleso je z BKV panelů.

Přemostění bylo dokončeno v roce 1928. Jde o účelovou a úspornou dopravní stavbu, odpovídající tehdejšími standardům, na jejíž přípravě a realizaci se podíleli významní inženýři a architekti Ing. Mencl, Ing. Dr. Dašek, Arch. Janák. Realizaci zajistili mj. firmy Ing. Hlava a Dr. Kratochvíl, dokončení Ing. Dr. Skorkovský. Původně jednotné tvarování viditelných částí mostu ve stylu kubismu (klenby, pilíře, parapetní zdi, zábradlí, schodiště) bylo značně narušeno pozdějšími úpravami, dodatečně přidanými konstrukcemi a opravami. Inženýrské konstrukce odpovídají běžnému stavu navrhování v době stavby mostu a na současném stavu se částečně podepsala i snaha o maximálně úsporný návrh, někdy i za cenu snížené kvality materiálů a minimální údržba během provozu mostu. Některé části mostních konstrukcí jsou na konci své fyzické životnosti a vzhledem k degradaci materiálů a navrženým konstrukčním detailům prakticky nelze provést zesílení konstrukcí na zatížitelnost požadovanou dnes platnými ČSN a technickými předpisy. Stav nosných prvků je neuspokojivý a místy se blíží havarijnímu stavu s dopadem na bezpečnost dopravy a veřejnost pod mostem. Stav mostu byl dále zhoršen povodněmi v roce 2002.

Členění objektu (dle [6]):

- část A 2 pole rámové roštové konstrukce s převislým koncem upraveným pro uložení navazující části I-VI, rozpětí 5.86 + 8.00 + 1.91 m, šikmost je 90 °. Za opěrou 1 je provedeno rozšíření pro křižovatku.
- část I-VI 1 pole rámové roštové konstrukce se dvěma převislými konci uloženými na kloubech sousedních částí rozpětí 8.54 + 14.62 + 8.54 m (vzhledem k měnící se šikmosti je rozpětí trámů proměnné, střední šikmost je cca 80 °.
- část D 3 pole rámové roštové konstrukce s převislým koncem upraveným pro uložení části I-VI, konstrukce je uložena na masivní základové patce klenbového pole rozpětí 1.91 + 7.21 + 5.10 + 3.69 m. Konstrukce je rozdělena podélnými dilatačními spárami na 3 samostatné části, šikmost je cca 71 °. Krajní části tvoří konstrukce schodišť.
- část KL 1-5 5 polí, trojkloubové klenbové pole z prostého betonu rozpětí 28.0 + 38.5 + 42.8 + 42.8 + 38.5 m, šikmost je cca 71 °.
- část B 3 pole rámové roštové konstrukce uložené na masivní základové patce klenbového pole rozpětí 4.10 + 5.70 + 6.50 m. Konstrukce je rozdělena podélnými dilatačními spárami na 3 samostatné části, šikmost je cca 71 °. Krajní části tvoří konstrukce schodišť.
- část C 1 pole rámové roštové konstrukce navazující na část B rozpětí 13.7 m. Konstrukce je rozdělena podélnými dilatačními spárami na 3 samostatné části, šikmost je cca 71 °.
- část E-F 2 pole spojitě rámové roštové konstrukce rozpětí 2x 13.2 m s vnitřní kyvnou stojkou, šikmost je 90 °.
- část G 1 pole, přesypaná železobetonová klenba o rozpětí cca 6.2 m, šikmost je 90°.
- část H 1 pole rámové roštové konstrukce rozpětí cca 13.4 m, šikmost je 90 °.
- část K 4 pole rámové roštové konstrukce, část K1 tvoří 3 pole o rozpětí 11.68+6.65+6.35 m s převislým koncem upraveným pro uložení navazující klenbovém objektu KL6, šikmost je cca 82 °.
- část KL 6 1 pole, trojkloubové klenbová konstrukce z prostého betonu rozpětí cca 45.2 m, šikmost je cca 82 °.
- část L 2 pole rámové roštové konstrukce s převislým koncem upraveným pro uložení navazující části I-VI, rozpětí 6.66 + 6.5 m, šikmost je cca 82°.
- část M-N 2 pole rámové roštové konstrukce, uložení převislé části M je na kloubech sousední části L, rozpětí 13.45 + 12.90 m , šikmost je cca 82 °.
- část O 1 pole 19.5 m, typové nosníky I.

Rámové rošty:

Nosnou konstrukci tvoří monolitické rošty s trámy monoliticky spojenými se sloupy pilířů a betonovaných vcelku s deskou mostovky. V místě styku sloupů a trámů jsou provedeny mohutné náběhy. Rošty jsou zpravidla vyztuženy kromě podporových příčníků též mezipodorovými příčnými v poli (počet je různý podle délky pole).

Počet trámů v příčném řezu je různý - od 6 ks á 3.7 m v části A až po 10 ks á 2.15 m trámů v části C. Výška trámů je od 0.6 m do cca 1.0 m. Deska mostovky má dle PD tloušťku od 0.22 do 0.24 m.

Založení konstrukcí je plošné, na betonové odstupňované základové patky.

Klenbové části:

Nosnou konstrukci oblouků tvoří monolitické betonové segmenty z prostého betonu s vloženými železobetonovými klouby.

Klenbové konstrukce jsou v příčném řezu dělené na 4 segmenty o šířce 4.85 m. Tloušťka segmentů je proměnná - cca 0.9 - 1.1 m. Klenby je řešeny jako tříkloubové oblouky, 2 klouby jsou umístěny vždy na zárodcích cca 3 m od líce pilířů, 1 kloub je ve vrcholu. Před patními klouby je na horním líci provedena zídka, která zabraňuje zatékání do kloubu a zároveň usměrňuje vodu do odvodňovače umístěného před zídkou.

Založení je plošné, betonové odstupňované základové patky tvořící spolu s dřívky pilířů rámových konstrukcí a se zárodky klenby jeden celek.

Popis stavu objektu:

Podrobný popis stavu objektu je popsán v podkladech [3], [8] a [9].

Hlavní závadou mostu je zatékání do konstrukce roštů i kleneb.

Na klenbových konstrukcích dochází vlivem zatékání k postupnému vymývání a rozkladu cementové matrice betonu. Tento jev je ještě výrazně umocněn nerovnoměrnou kvalitou míry ztuhlosti betonu. Dalším aspektem podporující postupné narušování konstrukce je působení mrazu.

Na roštových konstrukcích je v místech zatékání beton hloubkově zdegradovaný, místy je odpadlá krycí vrstva výztuže a obnažená výztuž koroduje. V rámci diagnostického průzkumu bylo prokázána i kontaminace ionty Cl.

Beton konstrukcí schodišť je vlivem silného zatékání silně degradovaný, obnažená výztuž koroduje s výrazným oslabením, místy je již výztuž zcela přezlá.

Posouzení zatížitelnosti

Posouzení bylo provedeno podrobným statickým výpočtem a je doloženo v [10]. Dále uvedené výsledky jsou bez zohlednění stavebního stavu, skutečná zatížitelnost je ještě nižší.

Statický výpočet vychází zejména ze zachované části původní dokumentace. Při vlastním výpočtu bylo zohledněno prostorové chování konstrukce, příznivější roštový roznos zatížení, než jaký byl uvažován v původním výpočtu. Pro normální zatížitelnost v kombinaci se zatížením

tramvajovým provozem je ovšem únosnost konstrukce nedostatečná. Zásadní příčinou je nízké zatížení, na které byla konstrukce navržena a výrazný nárůst zatížení tramvajovým provozem ve smyslu platné ČSN 73 6203 s poměrně vysokým dynamickým součinitelem. V praxi to znamená, že únosnost nosné konstrukce je od stálého zatížení a zatížení tramvajovými vozidly z většiny, popř. zcela vyčerpána a nezůstává dostatečná únosnost konstrukce pro zatížení silničními vozidly. Na tuto skutečnost bylo již upozorněno i ve statickém přepočtu z r. 1980 – v tehdejší době ovšem nebyla ČSN 73 6203 platná a proto bylo v tehdeším přepočtu uvažováno původní nižší zatížení.

Zatížitelnost rámové konstrukce:

Únosnost rozhodujících průřezů je zcela vyčerpána účinky stálého zatížení a zatížením tramvajovým provozem, další zatížení silničními vozidly není přípustné.

Zatížitelnost klenbové konstrukce:

Normová zatížitelnost vozidly při současném provozu tramvají je maximálně 13 t.

S ohledem na výsledky výpočtu je zřejmé, že konstrukce nevyhovuje pro zatížení dle ČSN 73 6203 pro zatěžovací třídu A ani B a vzhledem k typu konstrukce a stavu narušení je zřejmé, že ani rozsáhlou opravou nebude možno těchto hodnot zatížitelnosti dosáhnout. Mostní konstrukce je navržena poměrně rovnoměrně, ovšem na zatěžovací schéma platné v době návrhu, tj. cca před 85 lety.

Případné zesílení by znamenalo zesilovat naprostou většinu průřezů, což je prakticky neproveditelné a ekonomicky mimořádně. V podstatě by se jednalo o repliky konstrukcí z materiálů vyšší pevnosti a řádně vyztužených.

Zatížitelnost po případné úpravě prostorového uspořádání a využití mostu

Úprava by zahrnovala:

1. Snížené zatížení skutečnými tramvajovými vozidly, která DP používá, nikoli normovými vozidly nebo vozidly, které DP hodlá v Praze používat ve výhledu.
2. Změna prostorového uspořádání na mostě tak, aby byl zachován min. jízdní pruh š. 3.25 m a chodník min. šíře 2.4 m. Zvýšený pás by byl využíván pro tramvajovou dopravu a umožnil by předjíždění pouze silničních vozidel při nouzovém odstavení vozidla v jízdním pruhu.

Tyto úpravy je možno považovat za maximální možné, a proto zatížitelnost zjištěná za těchto předpokladů bude též limitní zatížitelností konstrukce.

Výpočet byl proveden dle ČSN 736220 / 96 metodou V - podrobným statickým výpočtem.

Níže uvedené výsledky jsou bez zohlednění stavebního stavu a znamenají zatížitelnost v kombinaci se stávající tramvají.

Zatížitelnost rámové konstrukce by byla cca 28 t pro normové zatížení a 45 t pro výhradní zatížení.

Zatížitelnost klenbové konstrukce by byla cca 32 t pro normové zatížení a 58 t pro výhradní zatížení.

ZÁVĚR

Rámové konstrukce:

Ze zjištěných hodnot zatížitelnosti je zřejmé, že rámové konstrukce jsou z hlediska únosnosti navrženy poměrně rovnoměrně ve všech svých průřezech. Zjištěné hodnoty zatížitelnosti odpovídají stáří konstrukce s ohledem na tehdy platné zatěžovací předpisy.

Ze způsobu provedení návrhu a zejména vyztužení je zřejmé, že na projektu spolupracovalo více projektantů. Jednotlivé konstrukce jsou odlišné nejen co do počtu trámů, ale liší se i konstrukčním provedením – např. některé jsou podélně rozděleny dilatačními spárami na samostatné celky. Rozdílné jsou i používané průměry výztuže a styl vyztužování.

Z hlediska zatížitelnosti budou rozhodující rámy typy A – I-VI – D, B – C, K – N, tj. objekty které přímo navazují na klenbová pole. Rámy samostatných mostních objektů E – F a H byly navrženy s větší rezervou a vykazují mírně vyšší hodnoty zatížitelnosti.

Klenbové konstrukce:

Klenbové konstrukce vykazují o něco vyšší zatížitelnosti než rámové konstrukce. Konstrukce jsou navrženy rovnoměrně – jistý negativní vliv sehraává uložení rámových roštových konstrukcí za kloubem kleneb. Z výpočtů je zřejmé, že u těchto oblouků s malým vzepětím má velký vliv tvar střednice a způsob zatěžování. V rámci rekonstrukce doporučuji provést geodetické zaměření tvaru pro ověření návrhové geometrie.

Pozn: Při návrhu postupu opravy je nutné zohlednit všechny možné nepříznivé vlivy výstavy, např. nerovnoměrné zatížení při odtěžování nadnáspy apod.

Podmínky pro opravy:

Při stávajícím prostorovém uspořádání nelze ani po rekonstrukci mostu uvažovat se zatížitelností vyhovující zatěžovací třídě „B“ dle ČSN 73 6203.

Vhodným návrhem opravy lze dosáhnout dostatečného zvýšení zbytkové životnosti mostu, ale i jak bylo statickým výpočtem prokázáno, je možno v případě vhodného návrhu nového uspořádání mostního svršku dosáhnout přijatelných hodnot zatížitelnosti za předpokladu uvažování skutečných vozidel tramvají a zachování jednoho jízdního pruhu pro každý dopravní směr silniční při redukované šířce 3,25 m v zatěžovací třídě „B“, kde vyhovuje s mírnou rezervou. Ani po rozsáhlé opravě nelze připustit rozšíření mostu pro provoz ve 4 jízdních pružích pro silniční dopravu.

Pozn: V rámci opravy je nutné průběžné ověřování stavu konstrukcí včetně zpětného ověřování předpokladů statického výpočtu. V případě výraznějších odchylek je nutno provést doplňující výpočty.

Případnému návrhu a zpracování projektu opravy je nutno věnovat maximální pozornost, neboť se jedná svým rozsahem, uspořádáním a provedením o specifickou konstrukci. Při zpracování projektu nesmí být jediným měřítkem ekonomické hledisko, ale je nezbytné vzít ohled i na stav objektu navrženého před 85 lety. Lze předpokládat, že náklady na rekonstrukci mostu, při které by došlo k částečným replikám původních konstrukcí, by byly srovnatelné se snesením nosných konstrukcí a výměnou kleneb s rozšířeným prostorovým uspořádáním. Pilíře lze opravit a ponechat i pro rozšířený most.

V Praze dne 14.12.2004

Ing. Milan Kalný