

Podrobné podmínky zadání zakázky

Mánesův most (V 014) – stanovení zatížitelnosti mostu a vyhodnocení jeho částí s vazbou na životnost částí i celku

1. Úvod

Níže uvedené informace jsou čerpány a převzaty:

- <https://pamatkovykatalog.cz/uskp/podle-relevance/1/seznam?uskp=41443%2F1-2106>
- Jan Fischer, Ondřej Fischer: *Pražské mosty*. Academia, Praha 1985, s. 64–68, 105–111.
- Prohlídek uvedených BMS systému k objektu V- 014

Památkově chráněno. Památková rezervace, světové dědictví UNESCO
Kulturní památka rejst. č. ÚSKP 41443/1-2106,
KATALOGOVÉ ČÍSLO: 1000153554

Mánesův most je betonový most je 186 m dlouhý a 16 m široký. Je tvořen 4-mi betonovými trojkloubovými oblouky a jedním obloukem železobetonovým vetknutým na malostranské straně. Mostovka je železobetonová. Vede po něm tramvajová trať. Spojuje staroměstské Palachovo náměstí a malostranský Klárov.

Stavba Mánesova mostu byla zahájena 1. 1. 1911. 1911 tj. jako posledního z trojice mostů stavěných těsně před první světovou válkou tj. mostu Čechova a Hlávková. Průtahy a komplikace s přípravou vyústily v to, že původní kolmý most byl náhle požadován jako šikmý. Tato šikmost nakonec přispěla k tomu, že oblouky mostu mají jenom kamenné klouby a průčelí, avšak jádro oblouků je betonové. Projekt v tomto duchu přepracoval Ing. Nový. Přípravu projektu z hlediska mostního inženýrství prováděl Ing. Mencl. Architektonickým spoluvůrcem mostu je Ing. Arch. Mečislav Petrů. Stavbu prováděla podnikatelská firma Ing. Kress a Bernard*, na předmostích pracovala firma Kapsa a Müller. Pilíře byly zakládány od 19. 6. 1911, a to: návodní pilíře na železných kesonech do hloubky až 9, 70 m pod normální hladinou, pobřežní opěry v otevřených stavebních jámách, na dřevěných pilotách, se zdívkou z dusaného betonu. Betonáž mostních kleneb se začala 5. 8. 1912. Betonování kleneb se dokončilo 1. 11. 1912. Klenby jsou čtyři. Obě krajní klenby mají rozpětí 38,25 m, obě střední pole po 41,80 m, se vzepětím 4,25 m (krajní pole) a 4,00 m (střední pole.). Tloušťka zdiva je u kleneb krajních ve vrcholu 90 cm, v patkách 100 cm a ve čtvrtinách rozpětí 110 cm; u středních kleneb se liší tyto hodnoty jen ve vrcholu klenby, kde je tloušťka 100 cm. Šířka mostu mezi zábradlím je 15,55 m, šířka klenby je však větší, celkem 16,00 m. Zdivo kleneb je vybetonováno ve třech souběžných pásech, dělených jen pracovními spárami, v šířkách 5 + 6 + 5 m. Na straně malostranské pokračuje mostní konstrukce vetknutým železobetonovým obloukem o světlosti 7,00 m při vzepětí 70 cm a tloušťce 20 až 38 cm, vyztuženým 8 pruty \varnothing 32 mm při obou površích.

Na středním pilíři to jsou reliéfy sochaře a grafika Františka Bílka (1872-1941), na obou sousedních návodních pilířích na straně po vodě reliéfy Josefa Mařatky, na straně proti vodě reliéfy Jana Štursy. Na obou stranách staroměstského nájezdu na most jsou fontánky s chrličem od akad. sochaře Emila Halmona a znaky města a země na straně malostranské.

Vedle kvádrových obkladů průčelí kleneb a mostní římsy jsou ze žuly provedeny už jenom desky mostního zábradlí. Ostatní plochy v průčelí, tj. vlastní zábradlí, plochy konstrukce v cípech, jakož i světelné stožáry, jsou z umělého kamene, provedeného jako předsádkový beton současně dusaný s betonovým jádrem.

Mostovka a ostatní ukončující práce byly provedeny až v roce 1913. Most byl otevřen dne 11. 3. 1914. Zatěžovací zkouška, předepsaná železničními úřady pro souhlas s provozem elektrické dráhy, se uskutečnila až ve dnech 6. a 7. května 1914. Naměřené průhyby byly vesměs menší než očekávané teoretické. U vrcholů kleneb byl největší průhyb 2,7 mm. Jako trvalá deformace nalezen byl průhyb ve vrcholu 1,2 mm.

Poslední MPM mostu byla provedena dne 2.8. 2019 kanceláří PONTEX s.r.,o..

Stav konstrukcí je hodnocen:

- a) Nosná konstrukce = oblouky - stupněm V
- b) Spodní stavba – opěry a pilíře stupeň IV

Zatížitelnost stanovena výpočtem na úrovni $V_n=19 / V_r = 48 / V_e=108$ tun

2. Předmět a účel prací

Mánesův most je významná historická památka mostního stavitelství více než stoletého stáří.

Současně je most důležitou dopravní tepnou centrální Prahy převádějící kromě dopravy běžným automobilovým provozem také významnou dopravu tramvajovou.

V rámci zakázky je požadováno, aby aktivity směřovaly k řešení dvou hlavních problémů:

- A. **Statické spolehlivosti** a stanovení aktuální zatížitelnosti a v závislosti na výsledku celého souboru prací také způsobu zajištění vyhovujícího stavu dle aktuálně platných předpisů případně doporučení správci a vlastníkovi k úpravě limitních požadavků zatížitelnosti na tento mostní objekt.
- B. **Zhodnocení jednotlivých prvků** mostu z hlediska poškození a případné možnosti opravy se zaměřením na proveditelnost, použitelnost a životnost zásahu.

Při provádění zkoušek a diagnostických prací je nutno navázat a čerpat z dosud provedených prací a získaných informací, které jsou k dispozici na TSK. V rámci projektu je požadováno doplnění souboru informací o další podstatné skutečnosti tak, aby byl získán ucelený podklad pro komplexní vyhodnocení stavu z hlediska potenciálního vývoje degradace a tomu odpovídající návrhy vhodných a relevantních opatření.

Za potřebné sledování a důležité informace jsou uvažovány :

- a) Dlouhodobé a podrobné sledování vývoje deformací (pohyby v kloubech, dilatacích) v závislosti na průběhu teplot v konstrukci i teplot okolního prostředí.
- b) Dlouhodobé a podrobné sledování průběhu teplot v konstrukci, tj. zejména po výšce betonového průřezu klenby a také přímo v násypch nad klenbami.
- c) Ověření stavu hydroizolací, odvodnění, dilatací a funkce kloubů.

- d) Ověření stavu všech betonových a železobetonových prvků nosné konstrukce a to zejména horního líce oblouků, vylehčovacích stěn, mostovky zahrnující zhodnocení stavu a degradace betonu, vyztužení konstrukcí (mostovka, vylehčovací stěny) mostovky, ložisek atd.
- e) Ověření stavu a vlastnosti násypu nad klenbou na malostranské straně (ve vrcholu kleneb i v patách) formou kopaných či vrtaných sond, tj. provést kopané sondy či vrty, jejich dokumentaci a odběry vzorků pro zhodnocení materiálových charakteristik a obsahu škodlivin.
- f) Ověření stavu pilířů a opěr (materiály a jejich vlastnosti) a současně kontroly stavu založení pilířů mostu v toku řeky. Součástí bude stanovení únosnosti v základové spáře.
- g) Podrobný popis a diagnostika stavu jednotlivých i nenosných prvků (zábradlí, schodiště, lampy, chodníky, nasazené žb. zídky na krajních obloucích včetně navazujících říms a jejich povrchových úprav - omítek) z hlediska poruch a aktuálního stavu narušení degradačními činiteli (ASR, dlouhodobé mrazové namáhání, hloubka karbonatace, tloušťka krycí vrstvy, koroze výztuže), obsahu škodlivin (chloridy z posypových solí případně dalších solí).
- h) Shrnout a popsat památkově chránou mostní konstrukci z hlediska stavebně - historického. Věnovat vysokou pozornost výzdobě a uměleckým artefaktům (sochy, reliéfy, ozdobné prvky) z hlediska jejich aktuálního stavu.

3. Požadovaný rozsah a výstup z prací

3.1 Souhrn požadavků

Zadavatel požaduje na základě:

- 1) analyzované statické spolehlivosti a zatížitelnosti ověřené postupy dle kap. 3.1,
- 2) zjištěného a potvrzeného stavu konstrukční částí (viz členění konstrukcí na části 1-9) a ověření účinnosti zvolených sanačních metod v části 3.2).

Zpracovat souhrnnou studii, která bude komentovat a zahrnovat:

- a) Zhodnotit aktuální statickou spolehlivost a zatížitelnost mostu a popsat případná rizika v případě zjištění statické nedostatečnosti z hlediska aktuálně platných předpisů.
- b) Možnosti variant rekonstrukce mostu včetně odhadu nákladů těchto variant.
- c) Dle výstupu předchozího bodu b) vytipovat proveditelné metody sanačních zásahů, tj. reprofilace povrchů, nátěry a impregnace, dobetonávky, výměny násypů, bourání, zesílení, obnova hydroizolací atd..
- d) Komentovat a popsat životnost jednotlivých typů sanačních opatření v členění pro jednotlivé konstrukční prvky a to na základě výsledků diagnostiky a měření životnosti zvolených technologií a materiálů a na základě zkušeností.
- e) Analyzovat a vyjádřit se k reálnosti a možnostem provedení sanačních zásahů zejména v případě nutnosti zesilovat nosné konstrukce.
- f) Zpracovat stavebně-historický průzkum hodnotící jednotlivé prvky z hlediska architektonického a uměleckého.
- g) Připravit manuál pro provozování objektu V-014 do doby konečné opravy obsahující:

- 1) návody a doporučení k údržbě mostu, aby byla omezena jeho degradace (nikoli zcela zastavena – to vzhledem ke konstrukčnímu uspořádání není možné),
- 2) návrhy na provádění pravidelného a průběžného dlouhodobého monitorování mostu včetně doporučení na instalaci monitorovacího systému (čidla, sběrný systém, systém varovných signálů),
- 3) definování podstatných parametrů pro sledování v rámci monitorování a jejich hraniční limity, které je třeba sledovat a vyhodnocovat z hlediska statické spolehlivosti mostu.

3.2 Statická spolehlivost, stanovení zatížitelnosti

Výstup bude zásadní podklad pro přístup k mostu ze statického hlediska. Cílem této části je systematicky shrnout a využít reálných informací o konstrukci a na jejich základě stanovit aktuální statickou spolehlivost konstrukcí a jejich zatížitelnost pro normová zatížení a také aktuální dopravní prostředky provozované pražským DP. Na základě doplněné diagnostiky (viz kap. 3.2) bude posouzení reflektovat skutečné materiály, jejich korozní stav, případné zeslabení degradací a působení zatížení jako je teplota či dynamické zatížení. V rámci zpracování této části bude proveden také rozbor možností případného zesílení rozhodujících nosných elementů s cílem vyhodnotit jejich statickou použitelnost případně i odhad ekonomické náročnosti. V této fázi půjde o rámcové návrhy, nikoli o podrobné projekční řešení.

Pro získání reálných parametrů numerických modelů (tuhosti konstrukcí, chování kloubů a vlivy násypů a vozovkových vrstev) pro výpočty zatížitelnosti obloukových partií je poptáváno provedení kombinace statických a dynamických zatěžovacích zkoušek a současně dlouhodobé monitorování zahrnující měření teplot (okolí i konstrukce) a jejího vlivu na deformace a pohyby konstrukcí. Rozsah poptávaných testů je uveden v následující tabulce 1.

Souhrnný soupis předpokládaných činností je v následujících odstavcích.

- 1) Statické zatěvací zkoušky (SZZ) všech oblouků – ověření tuhosti konstrukce pro statické výpočty
 - a. Symetrické zatížení silničními vozidly ve vrcholu oblouků - 5 x.
 - b. Přejezdy vozidel ve středních obloukových pasech.
- 2) Měření dynamické odezvy konstrukce oblouků na provoz – měření za provozu s minimálním omezením dopravy
 - a. Přejezdy tramvají v běžném provozu
 - b. Přejezdy dopravy přes překážku - zkouška v souběhu se SZZ.
- 3) Měření skutečného tvaru konstrukci ve vybraných částech
 - a. Kontrolní proměření tvaru (tloušťky) oblouků po jejich délce (ověření pro statický výpočet).
 - b. Kontrolní zaměření a ověření základních tvarů konstrukcí (zábradlí, vylehčovací stěny atd.).
 - c. 3D scanování tvaru pro vytvoření prostorového modelu a získání reálného prostorového zmapování tvaru konstrukcí. Tvorba podkladu prezentace konstrukce a 3D modelů pro statické analýzy konstrukce.

- 4) Teplota a deformace oblouků vlivem teploty
 - a. Shrnutí a analýza výsledků krátkodobého i dlouhodobého monitorování mostních konstrukcí či jeho prvků prováděného v minulosti.
 - b. Měření průběhu teplot v obloucích + teplota prostředí. Trvání měření po dobu zakázky min. 8 měsíců
 - c. Sledovat pohybů uprostřed rozpětí oblouků (klouby) a dilatacích. Měřit vliv teploty prostředí a chování kloubů.

- 5) Statické a dynamické výpočty a posouzení statické spolehlivosti a zatžitelnosti mostu
 - a. Statická lineární i nelineární analýza oblouků včetně zahrnutí aktuálních informací o degradaci betonů. Rozbor dynamické odezvy konstrukce a dynamická analýza.
 - b. Posouzení založení na základě dostupných podkladů.
 - c. Statický rozbor možností zesílení rozhodujících konstrukčních elementů ve formě ideových variant.

Doba trvání prací v rámci části 3.2 předpokládáme 12 měsíců

Soubor se slepým rozpočtem obsahujícím popis a rozsah položek k naplnění předpokládaného výstupu je přílohou tohoto popisu v kapitole 5.

3.3 Zhodnocení jednotlivých konstrukčních prvků – použitelnost, životnost a možnosti oprav

V rámci této části zakázky je cílem na základě diagnostických průzkumů IN SITU a laboratorních testů ověřit a co nejdetailněji popsat jednotlivé rozhodující části mostního objektu, tj. jejich parametry z hlediska mechanického, chemického a trvanlivosti a zhodnotit a popsat možnosti sanace a případné konzervace jednotlivých prvků mostu.

Diagnostika bude zacílena na zhodnocení možnosti, životnosti a smysluplnosti případné opravy metodami klasické sanace:

- A. z hlediska statického,
- B. z hlediska použitelnosti a životnosti prvků:
 - a) stávajících neopravených,
 - b) stávajících opravených,
 - c) nově vytvořených.

Při provádění diagnostických prací je nutno uvažovat také s účastí zástupců památkové péče, aby i památkové hledisko, které je v tomto případě neopominutelné, bylo reflektováno.

Je požadováno, aby ke každému konstrukčnímu prvku mostu bylo přistoupeno samostatně a to jak z hlediska stávajícího stavu, tak z hlediska výhledu a možnosti oprav.

V následujících bodech je navrženo požadované členění celého mostu na mostní prvky, které budou podrobeny detailnímu rozboru. Toto členění je následující:

- 1) Nosné oblouky nad vodou statika - zkoušení a hodnocení betonu oblouků u obou povrchů, tj. i pod původními hydroizolacemi a násypem,
- 2) Nosný oblouk (malostranská strana) statika- zkoušení a hodnocení betonu oblouků u obou povrchů, tj. i pod původními hydroizolacemi a násypem,
- 3) Mostovka a vylehčovací stěny - statika a hydroizolace – zkoušení a hodnocení betonu a výztuže, zhodnocení stavu hydroizolací oblouků,
- 4) Zábradlí a související římsy včetně povrchových úprav (omítky),
- 5) Lampy
- 6) Mostní pilíře a opěry – nadzemní a nadvodní část,
- 7) Mostní pilíře a opěry – podvodní část a založení,
- 8) Vozovka, chodníky, vybavení mostu
- 9) Umělecké artefakty, výzdoba,

Je požadováno, aby diagnostika IN SITU a související laboratorní práce byly zacíleny na následující oblasti:

- a) Podrobný pasport všech prvků a zejména těch, které tvoří vzhled mostu (zábradlí, sloupy osvětlení, tj. body 4-9) s podrobným záznamem poruch a jejich zhodnocením.
- b) Stanovení skladby zásypu a skladby vozovek (typy a vlastnosti materiálů, stav izolací, vlhkost zásypů) formou kopaných a vrtaných sond.
- c) Skladby omítek a dalších vrstev na prvcích jako zábradlí, sloupy osvětlení atd.
- d) Chemická analýza materiálů (zásypy, betony, omítky atd.) na obsahy zejména chloridů a i dalších škodlivých složek (solí).
- e) Chemická analýza materiálů (omítky) s ohledem na přítomnost, množství a typy pojiva a následně i charakterizace typu a skladby plniva tj. granulometrie, typy kamene, tvarová charakteristika zrn atd.
- f) Korozní stav prvků – krytí výztuže, karbonatace, chemická analýza obsahu chloridů, přítomnosti ASR, koroze výztuže, akustické trasování.
- g) Korozní zkoušky betonu a dle dohod také testy celých možných sanačních souvrství včetně nátěrů či impregnací.
- h) Podrobná analýza příčin poruch materiálů a zhodnocení zbytkové životnosti materiálů –metody mikroskopie, porozimetrie, DTA, zkoušky a měření ASR apod.
- i) U pilířů stanovit kvalitu materiálu pilířů a ověřit stav založení.
- j) Referenční plochy na obnovu šlechtěné omítky ke zhodnocení proveditelnosti opravy a její trvanlivosti. Analýza složení omítky, návrh receptury a odzkoušení vlastností jak v laboratoři na malých vzorcích, tak na referenčních plochách přímo na mostním objektu včetně sledování odolnosti proti působení mrazu a případně CH.R.L..
- k) Referenční plocha na úpravu betonových ploch a předsádkového betonu čištěním a následnou impregnací pro zvýšení odolnosti a životnosti. Příprava referenčních plochy zahrnující různé postupy čištění (min. 2 metody) stávajících povrchů (předsádkový beton, plochy kleneb a pod). Volba min. dvou prostředků a následná impregnace povrchu betonu s cílem zvýšit odolnost. Následné sledování a estetické posouzení a posouzení z vlivu na materiálovou odolnost.

Doba trvání prací v rámci části 3.3. předpokládáme 12 měsíců.

Soubor se slepým rozpočtem obsahujícím popis a rozsah položek k naplnění předpokládaného výstupu je přílohou tohoto popisu v kapitole 5.

4. Další související činnosti k zajištění prací dle kap. 3

Pro zpracování nabídky na celé zadání je nutno dále uvažovat pro jednotlivé práce a úkony specifikované v kapitole 3 s náklady (viz tabulka 3) na:

- a) Studium a analýzy poskytnuté a dostupné dokumentace.
- b) Příprava prací a projednání postupu průzkumu a provádění sond se zástupci památkové.
- c) Konzultace a projednávání prací (pravidelné kontrolní dny) a výsledků se zástupci objednatele a památkové péče.
- d) Zajištění přístupu ke konstrukcím z vody a i boků mostu (pontony, lodě, mostní prohlížečky atd.).
- e) Návrh a zajištění opatření v rámci DIO, DIR (značení, náhradní doprava, projednání, projekt), při provádění diagnostických prací a zejména zatěžovacích zkoušek.
- f) Zpracování zpráv a protokolů ze zkoušek a celkové souhrnné zprávy v 5 ti vyhotoveních a digitální verzi.