

Akce:

**Holanský rybník, Městys Holany
Oprava sdruženého objektu a hráze**

Část:

Statické posouzení nosné konstrukce mostu a návrh postupu výstavby sdruženého objektu

Objednatel: Česká republika - Státní pozemkový úřad,
Krajský pozemkový úřad pro Liberecký kraj
se sídlem: U Nisy 745/6a, 460 57 Liberec

Zhotovitel: Ing. .
se sídlem: .
Tel.: _ mail:

Zpracovatel: Ing.
Autorizovaný inženýr v oboru Mosty a inženýrské konstrukce, č.
Držitel Oprávnění k výkonu hlavních a mimořádných prohlídek mostů pozemních komunikací č.

V Praze dne 14. 1. 2019

14. 1. 2019

Obsah

1	Úvod.....	4
2	Základní údaje.....	4
2.1	Základní popis mostu.....	4
2.2	Podklady	5
3	Stávající stav mostu	6
3.1	Obecně	6
3.2	Založení mostu.....	6
3.3	Spodní stavba a křídla mostu	6
3.4	Nosná konstrukce a čelní zdi	7
3.5	Mostní svršek a vybavení.....	8
3.6	Cizí zařízení	9
4	Hodnocení stávajícího mostu a návrh opatření	10
4.1	Stavební stav mostu	10
4.1.1	Obecně	10
4.1.2	Stav spodní stavby	10
4.1.3	Stav nosné konstrukce.....	10
4.1.4	Stavební stav mostu	10
4.2	Návrh opatření	10
4.2.1	Obecně	10
4.2.2	Provést ihned.....	10
4.2.3	Provést do 1 roku	10
4.3	Požadavky na opravu mostu	11
5	Hodnocení mostu ve vztahu k navrhovaným pracím.....	12
5.1	Stavební stav mostu	12
5.2	Požadavky na zajištění mostu během stavebních prací.....	12
6	Ověření spolehlivosti mostu při provozu a opravě	13
6.1	Stávající stav	13
6.1.1	Obecně	13
6.1.2	Výpočetní model	13
6.1.3	Materiály nosné konstrukce	13
6.1.4	Zatížení	15
6.1.5	Stanovení zatížitelnosti mostu	15
6.2	Montážní podepření	16
6.2.1	Obecně	16
6.2.2	Výpočetní model	16
6.2.3	Materiály nosné konstrukce	18

Akce: Holanský rybník, Městys Holany, Oprava sruženého objektu a hráze

Část: Statické posouzení nosné konstrukce mostu a návrh postupu výstavby sruženého objektu

6.2.4	Zatížení	19
6.2.5	Kombinace a součinitele zatížení.....	19
6.2.6	Ověření navržené konstrukce.....	19
7	Návrh postupu výstavby.....	21
7.1	Obecně	21
7.2	Okamžitá opatření na mostě.....	21
7.3	Práce předcházející opravě sruženého objektu	21
7.4	Práce během oprav sruženého objektu.....	21
8	Závěr	22
9	Přílohy.....	23

Akce: Holanský rybník, Městys Holany, Oprava sdruženého objektu a hráze

Část: Statické posouzení nosné konstrukce mostu a návrh postupu výstavby sdruženého objektu

1 Úvod

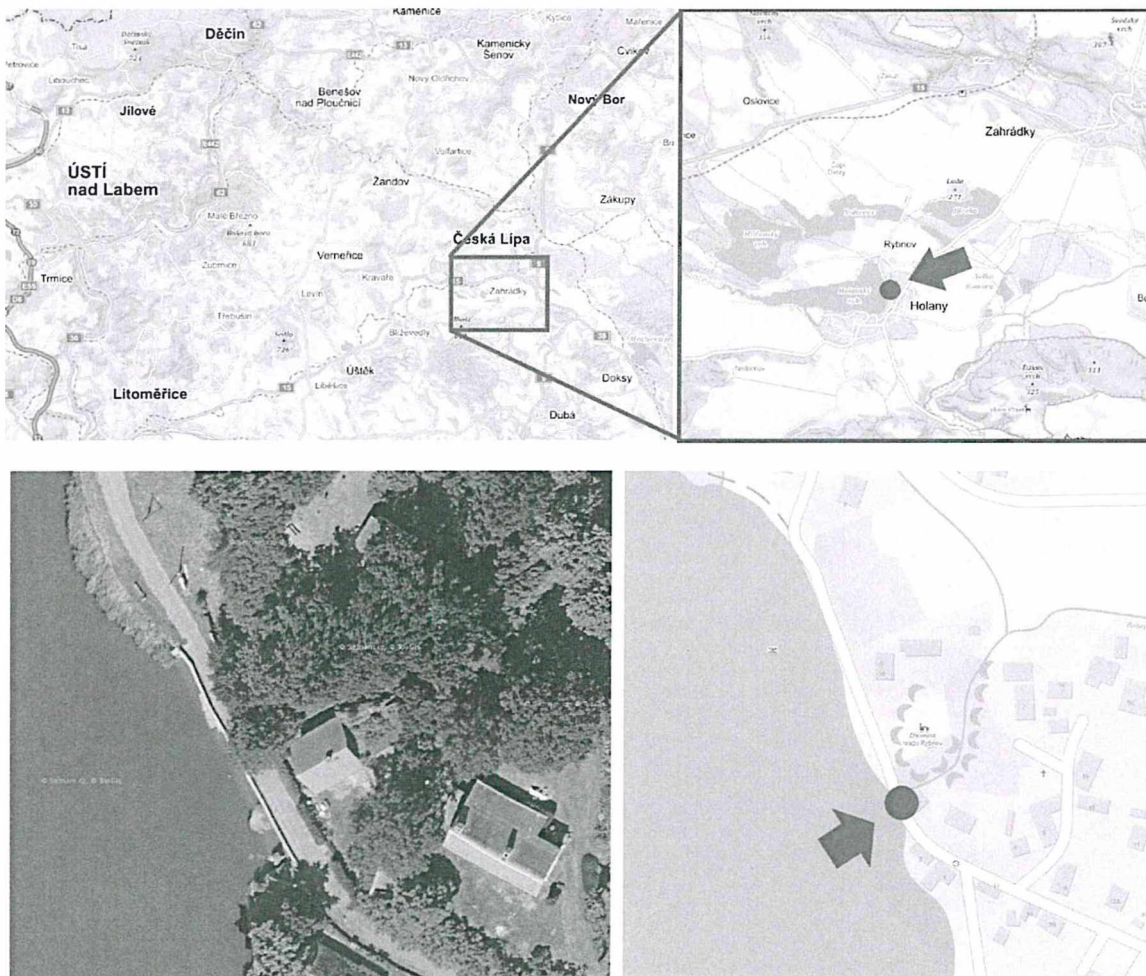
Předmětem této dokumentace je statické posouzení nosné konstrukce mostu přes výpust Holanského rybníka v městysu Holany a návrh postupu výstavby sdruženého objektu rybníka s ohledem na zajištění spolehlivosti nosné konstrukce mostu a bezpečnosti (BOZP) během provádění stavebních prací.

V rámci zpracování této dokumentace byla nejprve provedena prohlídka mostu a zhodnocení jeho stavebního stavu. Následně byla provedena kontrola dokumentace pro zhotovení sdruženého objektu Holanského rybníka a stanoveny základní předpoklady pro hodnocení stávajícího mostu. Na základě skutečných rozměrů a stavu konstrukce společně s předpoklady výstavby sdruženého objektu bylo provedeno statické posouzení konstrukce a navržena opatření pro zajištění spolehlivosti konstrukce mostu během navrhovaných stavebních prací a bezpečnosti pracovníků při jejich provádění.

2 Základní údaje

2.1 Základní popis mostu

Předmětný most převádí místní komunikaci v městysu Holany přes přepad Holanského rybníka (Bobří potok). Stavba leží v krajinné památkové zóně Zahrádecko a je vedena pod číslem 2386.



Obrázek 1 – Lokalizace a celková situace mostu (zdroj: mapy.cz)

Konstrukce je tvořena kamennou zděnou klenbou o jednom poli světlosti 3,70 m s navazujícími kamennými zděnými křídly. Konstrukce mostu byla v minulosti rozšířena betonovými konzolami

Akce: Holanský rybník, Městys Holany, Oprava sdruženého objektu a hráze

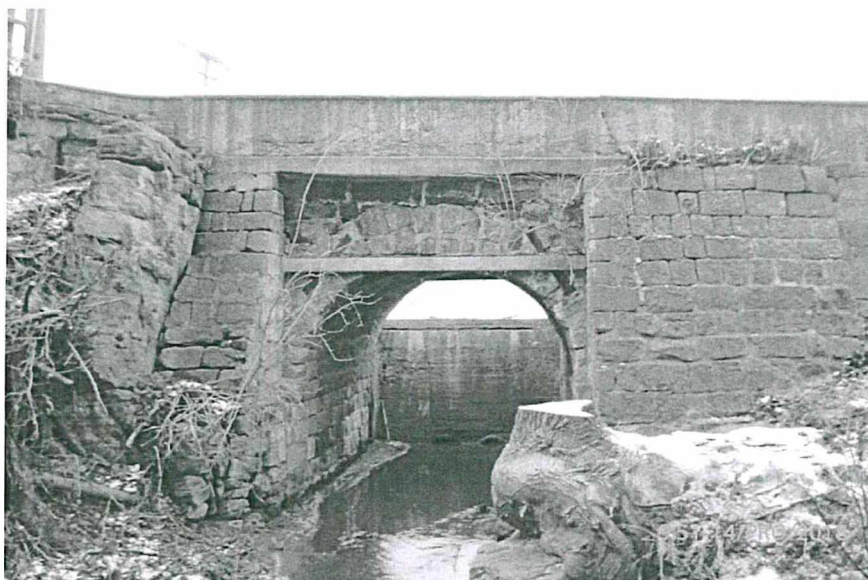
Část: Statické posouzení nosné konstrukce mostu a návrh postupu výstavby sdruženého objektu

s parapetními zdmi a klenba byla zesílena příčnými táhly. Násyp mezi zdmi na předpolích mostu tvoří současně hráz Holanského rybníka. V prostoru mostu se nachází původní přepad rybníka.

Uspořádání konstrukce mostu je patrné z výkresových příloh této dokumentace a z fotografií, které uvádí Obrázek 2 a Obrázek 3.



Obrázek 2 – Pohled na most od rybníka (po proudu Bobřího potoka)



Obrázek 3 – Pohled na most proti proudu Bobřího potoka

Cílem stávající rekonstrukce rybníka je oprava sdruženého objektu v místě mostu, která spočívá ve výměně stávajícího tělesa přelivu a požeráků, zřízení výpustního potrubí, opravě a utěsnění zdiva do úrovně hladiny rybníka a opravy vývařiště pod mostem. Stávající monolitické betonové konstrukce jsou zavázány do stávajícího zdiva a při jejich odstraňování bude třeba zvláštní opatrnosti.

2.2 Podklady

Pro zpracování této dokumentace byly použity následující podklady:

- 1) Holanský rybník, Městys Holany, Oprava sdruženého objektu a hráze - dokumentace pro provedení stavby (DPS); Ing. - vodohospodářské projekty, 09/2016

Akce: Holanský rybník, Městys Holany, Oprava sdruženého objektu a hráze

Část: Statické posouzení nosné konstrukce mostu a návrh postupu výstavby sdruženého objektu

- 2) Fotografická dokumentace NPÚ z let 2008 až 2016; zaslal
- 3) Prohlídka stavby zhotovitelem; 14/12/2018
- 4) Soustava platných technických norem pro navrhování a hodnocení stavebních konstrukcí

3 Stávající stav mostu

3.1 Obecně

Pro stanovení stávajícího (výchozího) stavu mostu byla provedena mimořádná prohlídka mostu podle ČSN 73 6221, tj. vizuálními metodami. V rámci mimořádné prohlídky bylo identifikováno uspořádání mostu, stanoveny základní rozměry a dokumentovány poruchy a stav mostu.

Zpřístupnění mostu bylo provedeno z terénu a prostoru vypuštěného Holanského rybníka. Počasí během provádění prohlídky bylo oblačné, bez srážek, teplota vzduchu -1 °C.

3.2 Založení mostu

Z hlediska založení mostu nebyly zastiženy žádné poruchy svědčící o nedostatečné odolnosti založení nebo dlouhodobých poklesech spodní stavby mostu. Nosná konstrukce nevykazuje viditelné nerovnoměrné deformace ani známky přetížení vlivem poruch spodní stavby.

3.3 Spodní stavba a křídla mostu

Spodní stavba mostu je tvořena pískovcovým kvádrovým zdívkem. Opěry mostu jsou založeny na skalním podloží a na ně navazují zděná rovnoběžná kamenná křídla přecházející v opěrné stěny. Na návodním líci tvoří opěrné stěny a křídla mostu těleso hráze Holanského rybníka. Opěrné stěny jsou zesíleny zděnými pilíři se šikmým lícem. Koryto Bobřího potoka pod mostem je nezpevněné, podklad koryta je ve skalním podloží.

Opěry mostu vykazují známky silného zatékání a s tím související poruchy zdiva, zejména v blízkosti návodního strany mostu. Spáry kamenného zdiva opěr jsou lokálně vydrolené, v minulosti proběhlo přespárování cementovou maltou, která zapříčiňuje rozpad pískovcových kvádrů na hranách v místech zatékání. V místech oprav opěr, zejména na opěře 2 vpravo dochází k silnému zatékání z tělesa hráze, na zdivu jsou ve spodní části opěry vápenné výluhy (viz Obrázek 4 vlevo).

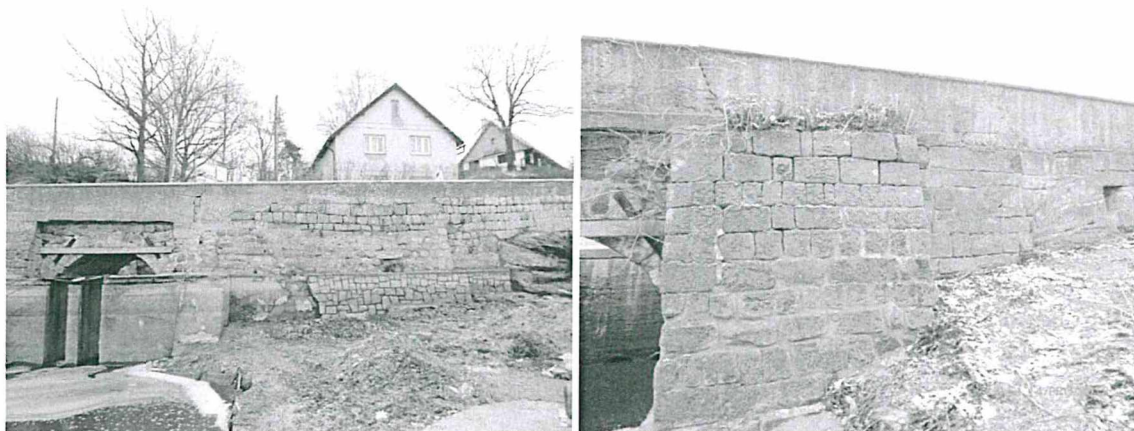
Křídla mostu a navazující opěrné stěny z kamenného zdiva jsou plošně s vydroleným spárováním a silnou povrchovou degradací zdících prvků. Lokálně byly zastiženy kaverny hluboké až 20 cm. Zesilující zděné pilíře jsou globálně rozvolněné, do úrovně kolísání hladiny Holanského rybníka je na návodní straně zdivo a dodatečně prováděné zpevnění betonem silně poškozeno. Na horní hraně zdiva vlevo ve směru staničení je uchycena vegetace (keře a stromky), která zapříčiňuje rozpad zdiva v horních partiích opěrných stěn (viz Obrázek 5).



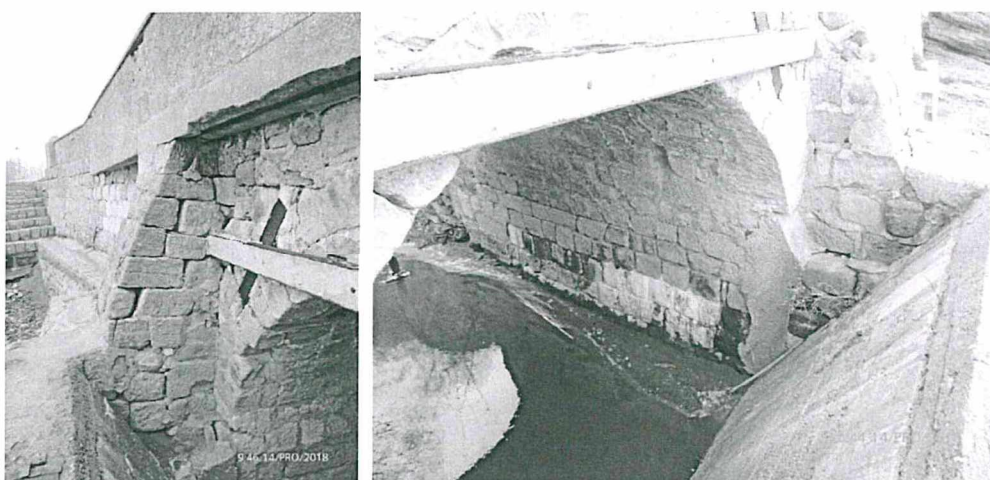
Obrázek 4 – Stav opěr mostu a navazujících křídel (vlevo opěra 2, vpravo opěra 1)

Akce: Holanský rybník, Městys Holany, Oprava sruženého objektu a hráze

Část: Statické posouzení nosné konstrukce mostu a návrh postupu výstavby sruženého objektu



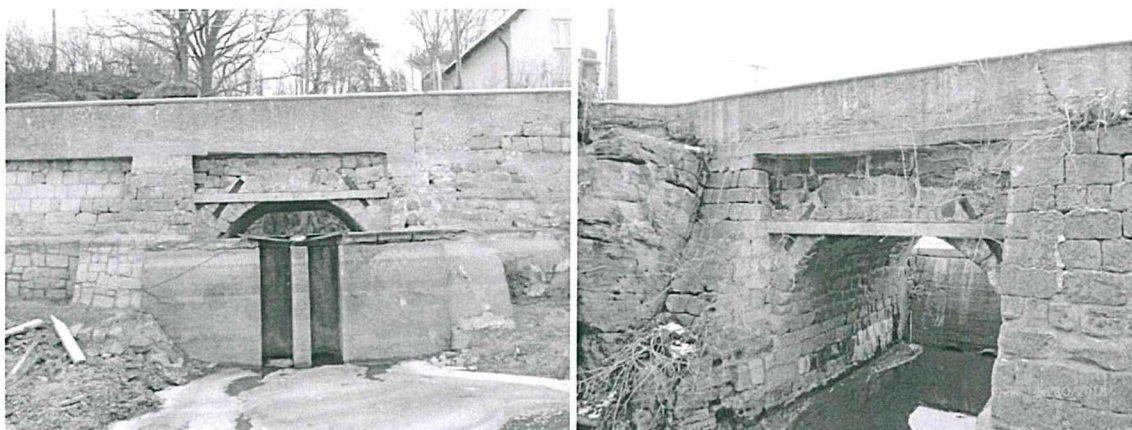
Obrázek 5 – Stav navazujících křídel (vlevo návodní strana, vpravo povodní strana)



Obrázek 6 – Rozvolnění zdiva zesilujících pilířů na návodní straně mostu, stav zesílení klenby

3.4 Nosná konstrukce a čelní zdi

Nosná konstrukce je tvořena zděnou klenbou z pískovcových kvádrů na vápennou maltu. Světlost klenby je 3,70 m, šířka nosné konstrukce je 4,16 m. Půlkruhová klenba mostu je tvořena dvěma řadami kamenných kvádrů celkové tloušťky 620 mm. Nosná konstrukce je v příčném směru zpevněna (stažena) ocelovými táhly kotvenými do ocelových válcovaných profilů přiložených na bocích klenby a čelních zdech.



Obrázek 7 – Pohled na nosnou konstrukci z návodní strany (vlevo) a povodní strany (vpravo)

Akce: Holanský rybník, Městys Holany, Oprava sdruženého objektu a hráze

Část: Statické posouzení nosné konstrukce mostu a návrh postupu výstavby sdruženého objektu

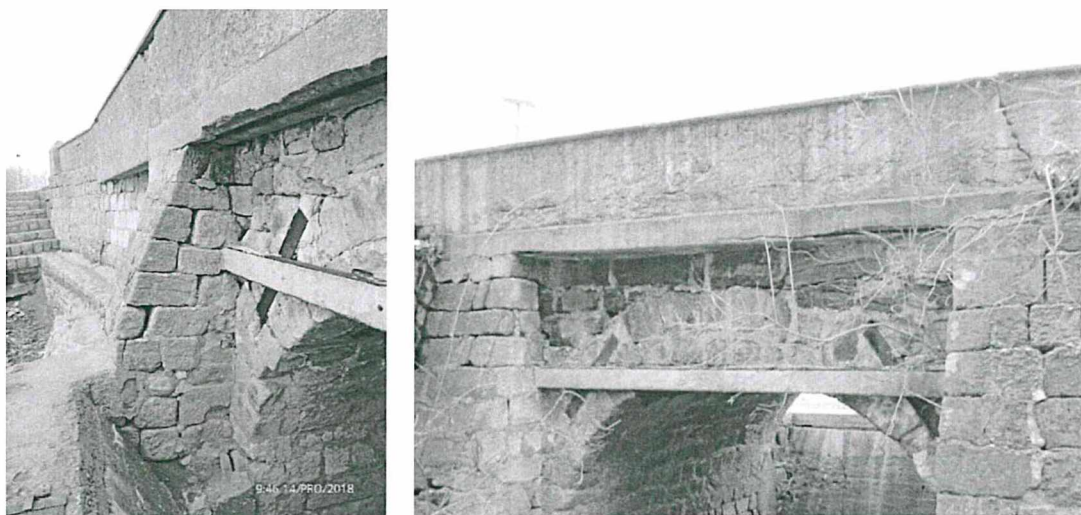
Čelní zdi jsou provedeny z kamenného zdiva na vápennou maltu. V úrovni vozovky na mostě je konstrukce rozšířena betonovými deskami s vloženými ocelovými profily, do nichž jsou na mostě kotveny betonové parapetní zdi.

Nosná konstrukce je v horní části porušena podélnými trhlinami šířky až 25 mm ve vzdálenosti cca 600 mm od volných okrajů klenby. Ve střední části klenby dochází k silnému zatékání do konstrukce doprovázeného degradací kamenného zdiva (zejména v okolí podélných trhlin) a koroze ocelových táhel. Ocelová příčná táhla jsou oslabena odhadem až o 70% plochy, zejména kritická je koroze dvou středních táhel.

Zdivo čelních zdí mostu je globálně rozvolněné, místy až na celou tloušťku zdi. Spárování zdiva je vydrolené, pod rozšířením na povodní straně do zdiva čelní zdi mírně zatéká.



Obrázek 8 – Stav nosné konstrukce (zatékání, degradace zdiva) a detail podélné trhliny a koroze ocelových táhel



Obrázek 9 – Poškození čelních zdí na návodní (vlevo) a povodní (vpravo) straně mostu

3.5 Mostní svršek a vybavení

Vozovka na mostě je živičná, šířka mezi parapetními zdmi je min. 4,25 m. Zábradlí na mostě a předpolích mostu je tvořeno parapetními zídkami výšky cca 750 mm, které jsou částečně monolitické betonové a částečně zděné. Od obce Holany je zabráněno příjezdu vozidel osazením trvalých zábran proti vjezdu. Odvodnění mostu je zajištěno podélným a příčným spádem vozovky na mostě, voda je svedena ke krajnicím komunikace na mostě a odtud potom na předpolí, kde jsou provedeny odvodňovací otvory.

Akce: Holanský rybník, Městys Holany, Oprava sruženého objektu a hráze

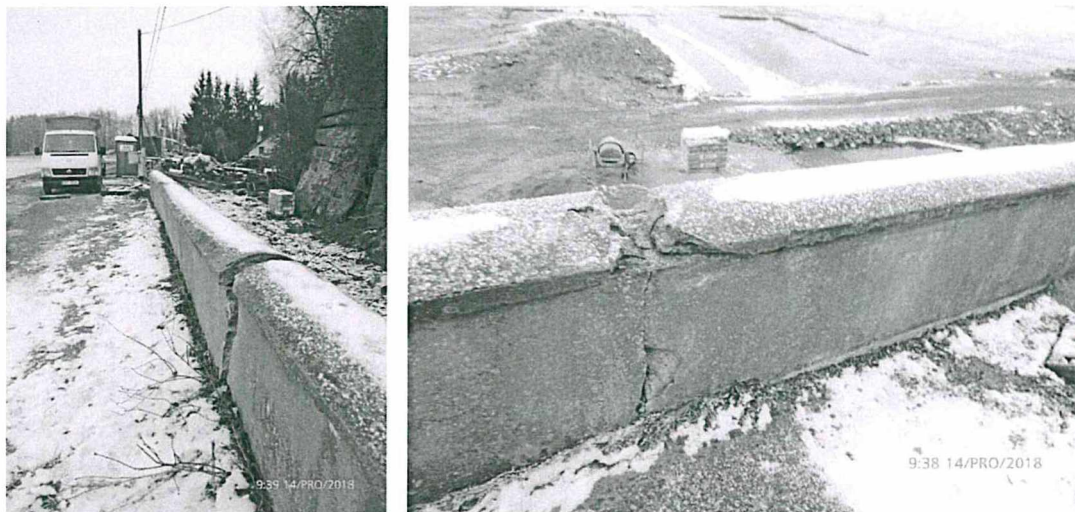
Část: Statické posouzení nosné konstrukce mostu a návrh postupu výstavby sruženého objektu



Obrázek 10 – Pohled na most ve směru (vlevo) a proti směru (vpravo) staničení

Vozovka na mostě je plošně poškozena v důsledku používání, spáry podél parapetních zdí jsou v důsledku deformace zdí rozevřené a jsou v nich uchyceny nečistoty a vegetace. Betonové konstrukce rozšíření vozovky se zabetonovanými prvky jsou porušeny trhlinami, ocelové prvky korodují.

Parapetní zdi jsou lokálně poškozeny trhlinami na celou tloušťku a výšku zdí. Trhliny jsou lokalizované jednak v místech konců mostu (parapetní zeď je mezi konci mostu vykloněna v hlavě až o 5 cm) a jednak cca v polovině délky pravého křídla opěry 2. S ohledem na stav zdiva pod parapetní zdi v místě mostu a na pravém křídle opěry 1 hrozí v případě zásahu do zdiva odlomení a pád parapetní zdi do prostoru pod mostem.



Obrázek 11 – Poškození vozovky a parapetní zdi trhlinami a vykloněním zdi v oblasti mostu

3.6 Cizí zařízení

Na mostě se podle dostupných údajů nachází podzemní vedení NN společnosti ČEZ, a.s. a vodovodní řad HDPE 90. Obě vedení jsou dle dostupných informací situována rovnoběžně s parapetními zdi v tělese zásypu mostu. Vodovodní řad je pravděpodobně proveden s nadložím min. 0,5 m. V případě potřeby je nutno polohu sítí ověřit vhodně situovanými a provedenými sondami. Na konstrukci nejsou patrné závady plynoucí z poruch cizích zařízení na mostě.

4 Hodnocení stávajícího mostu a návrh opatření

4.1 Stavební stav mostu

4.1.1 Obecně

Stavební stav stávajícího mostu je dán horším ze stavu spodní stavby a stavu nosné konstrukce mostu. Hodnocení je provedeno na základě vizuální kontroly konstrukce podle ČSN 73 6221.

4.1.2 Stav spodní stavby

Spodní stavba vykazuje známky trvalého zatékání netěsnou hrází a poruchy způsobené dlouhodobou absencí údržby mostu, zejména plošnou degradací zdiva spodní stavby, křídel a navazujících opěrných zdí společně s plošným rozvolněním zdiva plynoucím z vydrolení spár mezi zdíci prvky. Jednoznačně horší stav křídel a opěrných zdí byl zastižen na návodní straně mostu, kritickými prvky jsou zejména zesilující žebra opěrných stěn se zcela rozvolněným zdivem a opěrná zeď vpravo za opěrou 2. Poškození zdiva rovněž zapříčiňuje silné poškození paty parapetních zdí s následkem vyklonění a s tím souvisejícího snížení odolnosti. Spodní stavbu mostu lze podle kritérií ČSN 73 6221 s ohledem na zastižený stavební stav zařadit do stupně **VI – velmi špatný**.

4.1.3 Stav nosné konstrukce

Nosná konstrukce vykazuje ve vrcholové části na celém pohledu známky poškození nebo absence izolace a trvalého zatékání konstrukcí vozovky. Podélné trhliny v klenbě v místech konců čelních zdí signalizují společně s vykloněnými parapetními zídkami zvýšené tlaky na čelní zdi a nepříznivý vliv zatékání v místech okrajů vozovky na mostě. Zdivo čelních zdí je plošně rozvolněné, a to lokálně i na celou tloušťku zdi, ocelová táhla vykazují oslabení vlivem koroze odhadem až o 70 %. Stabilita parapetních zdí je dotčena stavem zdiva čelních zdí, na nichž jsou parapetní zídky uloženy. Nosnou konstrukci mostu lze podle kritérií ČSN 73 6221 s ohledem na zastižený stavební stav zařadit do stupně **VI – velmi špatný**.

4.1.4 Stavební stav mostu

Stav mostu je na základě výše uvedených stavebních stavů jednotlivých částí hodnocen jako Velmi špatný – stupeň VI podle ČSN 73 6221.

4.2 Návrh opatření

4.2.1 Obecně

S ohledem na zjištěný stavební stav mostu jsou navržena opatření pro zajištění bezpečnosti a spolehlivosti mostu ve smyslu ČSN 73 6221. Opatření jsou rozdělena do několika skupin podle požadovaného termínu provedení (naléhavosti odstranění závady). Schémata navrhovaných opatření jsou uvedena ve výkresových přílohách této dokumentace. V případě, že nebudou navrhovaná opatření provedena, hrozí po uplynutí uvedených lhůt úplné uzavření mostu.

4.2.2 Provést ihned

Zákaz vjezdu vozidel na most - vyloučení výskytu vozidel na mostě **osazením zákazové značky B1 a vhodnou pevnou zábranou**. Stanovení zatížitelnosti stávajícího mostu, včetně uvážení jeho aktuálního stavebního stavu, je předmětem kapitoly 6.1.

Zúžení dopravního prostoru na mostě - do provedení opravy mostu budou na mostě a předpolích osazena nízká betonová svodidla (např. typu City block) vymežující **dopravní prostor šířky 2,0 m** v ose mostu. Pro zajištění bezpečnosti provozu během stavebních prací mohou být tato svodidla doplněna vhodným zábradlím.

4.2.3 Provést do 1 roku

Přípravit a realizovat celkovou opravu mostu (navrhovaný rozsah opravy mostu viz 4.3).

4.3 Požadavky na opravu mostu

S ohledem na rozsah poškození mostu zastižený prohlídkou se doporučuje celková oprava mostu zahrnující zejména:

- komplexní oprava spodní stavby a zdiva opěr;
- oprava a zesílení nosné konstrukce, včetně hydroizolace a komplexní opravy zdiva;
- přezdění čelních zdí;
- oprava zdiva křídel a navazujících opěrných stěn, provedení odvodnění tělesa zásypu;
- zřízení nových parapetních zdí vyhovujících požadavkům platných technických předpisů;
- zřízení nové vozovky na mostě a předpolích.

Při opravě mostu je nutno postupovat s ohledem na skutečné materiálové a konstrukční řešení mostu a citlivě vzhledem k památkové hodnotě díla. V rámci opravy mostu se doporučuje odstranění stávající vozovky a zásypu konstrukce do úrovně cca -1,5 m pod stávající úroveň vozovky na předpolích a cca -2,5 m v místě mostu. Následně se doporučuje provedení opravy rubu zdiva, případně jeho zesílení vhodnou technikou (např. dozdění rubu opěrných stěn), oprava rubu klenby a následně provedení vhodné těsnicí vrstvy pro odvodnění zásypu konstrukce. Opěry mostu se doporučuje hloubkově přespárovat a následně injektovat vhodnou injektážní suspenzí pro vyplnění kaveren.

V rámci opravy klenby mostu se předpokládá zesílení nosné konstrukce nahrazující stávající nevyhovující sepnutí klenby v příčném směru ocelovými táhly. Jako vhodná varianta se jeví vlepění příčných táhel do konstrukce zdiva klenby. Následně se provede hloubkové přespárování vápennou maltou a vytvoření podkladu pod membránovou plovoucí izolaci (těsnicí fólie s ochrannou vrstvou šterkopísku tl. 50 až 100 mm). Po opravě (přezdění) čelních zdí se provede izolace, včetně odvodnění (pravděpodobně do kamenných chrličů), a prostor mezi čelními zdmi, resp. křídly a opěrnými stěnami, se zasype vhodným hutněným materiálem podle ČSN 73 6244.

Na horním lici zásypu bude provedena vozovka ve skladbě odpovídající platným předpisům pro PK (např. TP170) a vyzděny parapetní zídky výšky min. 1,10 m. Odvodnění povrchu komunikace se předpokládá podélným a příčným spádem, voda z vozovky bude svedena k levému okraji vozovky na mostě a odtud potom na konec křídla (parapetní zdi) vlevo před mostem, kde bude vhodným skluzem zaústěna do Bobřího potoka.

Při přípravě opravy je nutno zohlednit charakter základního materiálu konstrukce (pískovcové zdivo) a provedení celé konstrukce, včetně památkové ochrany celého díla. Primárně je nutno řešit jak odvedení vody z vozovky, tak i odvedení vody prosáklé do násypu komunikace tak, aby nedocházelo k zatékání do zdiva nosné konstrukce. Jen tak je možné zajistit dlouhodobou trvanlivost a životnost konstrukce. Při vhodném návrhu opravy lze předpokládat dosažení únosnosti konstrukce odpovídající provozu vozidel do hmotnosti 7,5 t.

5 Hodnocení mostu ve vztahu k navrhovaným pracím

5.1 Stavební stav mostu

Při opravě (přestavbě) sdruženého objektu Holanského rybníka je plánováno odstranění stávajících betonových konstrukcí přelivu a požeráku a jejich nahrazení novými konstrukcemi. Stávající betonové konstrukce přímo navazují na konstrukci mostu a opěrné stěny na návodní straně mostu (viz Obrázek 2, Obrázek 6 a Obrázek 7). V rámci stavebních prací je plánována oprava zdiva mostu v rozsahu podle původního projektu.

Z hlediska provádění prací je nutno konstatovat, že **navrhované úpravy přepadu rybníka, požeráků a prostoru pod mostem vyžadují zajištění stávajícího objektu mostu a navazujících zdí během prací a současně i volbu odpovídajících metod demolice stávajících betonových konstrukcí.** V rámci projektovaných stavebních prací je nyní navrženo zřízení podepření stávající klenby a odstranění stávajících parapetních zídek v blíže neurčeném rozsahu pro odlehčení klenby. Pro provádění prací je nutno podrobně specifikovat podmínky provádění a zajištění mostu během stavebních prací – viz 5.2.

5.2 Požadavky na zajištění mostu během stavebních prací

S ohledem na zastižený stav mostu, nutnost zajištění mechanické odolnosti a stability všech jeho částí a rovněž zajištění bezpečnosti při stavebních pracích jsou navrženy následující opatření a práce (podrobnosti k provedení jsou uvedeny ve výkresových přílohách této dokumentace):

1) Odstranění stávajících parapetních zdí

S ohledem na stav parapetních zdí a uspořádání mostu (zejména umístění inženýrských sítí) je před zahájením jakýchkoliv dalších prací na mostním objektu navrženo odstranění stávajících parapetních zdí nad úroveň stávající vozovky. Odstranění stávajících parapetních zdí se s ohledem na stav zdiva pod zdmí doporučuje provádět šetrnou technologií nevyvolující významné vibrace, vhodnou technikou je řezání (nejlépe lanem), a jednotlivé kusy následně snášet pomocí jeřábu. Vodorovná rovina řezu bude vedena v úrovni stávající vozovky. Ponechávané části konstrukce (rozšíření nosné konstrukce nad mostním otvorem) budou případně vhodným způsobem zajištěny proti pádu do prostoru staveniště.

2) Tuhé podepření klenby mostu po celou dobu provádění stavebních prací

Po odstranění parapetních zdí bude stávající klenba mostu podskružena vhodně tvarovanými ramenáty a vybedněna tak, aby nemohlo dojít v případě pohybu konstrukce k vypadnutí jednotlivých zdících prvků klenby. Bednění bude provedeno jako přiložené, nebude v rámci zhotovení aktivováno z důvodu nebezpečí vzniku záporných posunů zdiva a následného rozvolnění klenby mostu. Ramenáty budou vyklínovány vůči opěrám a uloženy na svislých prvcích opřených o skalní podloží koryta vodoteče. S ohledem na nutnost zhotovení kamenné dlažby v korytě pod mostem jako součástí navržených prací budou ve spodní části stojek provedeny „návlčky“ z trubek HDPE vhodného průměru. Po snesení podskružení budou otvory v dlažbě vyplněny betonem a v horní části zakryty dlažbou.

3) Provádění bouracích prací s minimem vibrací

Pro provádění demolice stávajících betonových konstrukcí přelivu, požeráku a parapetních zídek se musí s ohledem na stav zděných konstrukcí provádět technologiemi, které negenerují významné vibrace. Ty by mohly způsobit destabilizaci konstrukce a dále rozvolnit již tak degradované zdivo. Pro provádění demoličních prací se doporučují metody řezání (s ohledem na rozměry konstrukcí nejlépe lanem), případně trhání konstrukcí expanzními hmotami na bázi cementu aplikovanými do vrtaných otvorů. Při dělení konstrukcí řezáním lze bouranou konstrukci rozdělit na přiměřeně velké díly a s těmi následně přímo manipulovat na staveništi. Drcení a recyklace odstraněných konstrukcí potom může probíhat mimo staveniště.

6 Ověření spolehlivosti mostu při provozu a opravě

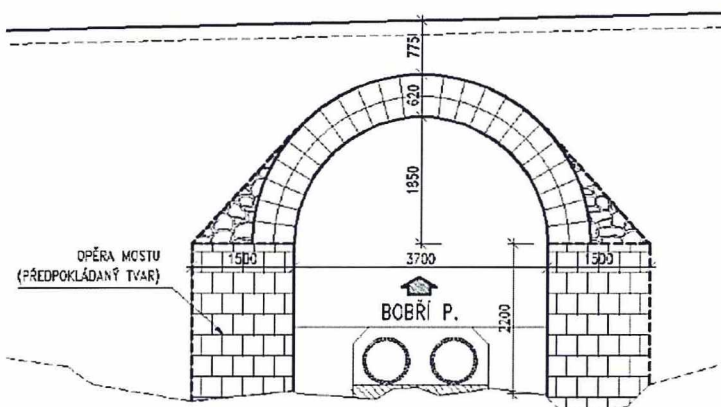
6.1 Stávající stav

6.1.1 Obecně

Ověření mostu je provedeno stanovením jeho zatížitelnosti, tj. maximální velikosti proměnného zatížení, které je možné na konstrukci ve stávajícím stavu, tj. včetně vlivu zastižených poruch, aplikovat, než dojde k jejímu porušení. S ohledem na uspořádání konstrukce a dosavadní zkušenosti s jejím chováním za provozu je ověření konstrukce provedeno pouze pro klenbu mostu a jeho spodní stavbu. Stabilita a odolnost navazujících opěrných stěn a čelních zdí není řešena, s ohledem na stávající stav konstrukce se předpokládá zúžení dopravního prostoru na celkovou světlost šířku 2,0 m a tím i vyhovující zatížení těchto částí konstrukce.

6.1.2 Výpočetní model

Model nosné konstrukce je sestaven jako prutový s šířkou 1,0 m. Geometrie konstrukce odpovídá geometrii nosné konstrukce stanovené zaměřením a místním šetřením. Geometrie nosné konstrukce pro výpočet uvádí Obrázek 12.



Obrázek 12 – Model konstrukce pro ověření odolnosti

Podepření modelu je modelováno vetknutím v patkách klenby s tím, že materiálové i průřezové charakteristiky konstrukce se mění v průběhu nelineárního výpočtu (výška průřezu je upravena s ohledem na působící zatížení). V důsledku toho se také mění "tuhost" vetknutí konstrukce do základu.

Ve výpočetním modelu je zahrnuta základní degradace materiálu vlivem rozpadu povrchu zdiva klenby. Celková tloušťka klenby je uvažována podle výsledků provedené prohlídky hodnotou 0,50 m, která zahrnuje degradaci zdiva vlivem vydrolení spár a zatékání. V rozsahu opěr mostu je uvažována tloušťka 1,4 m.

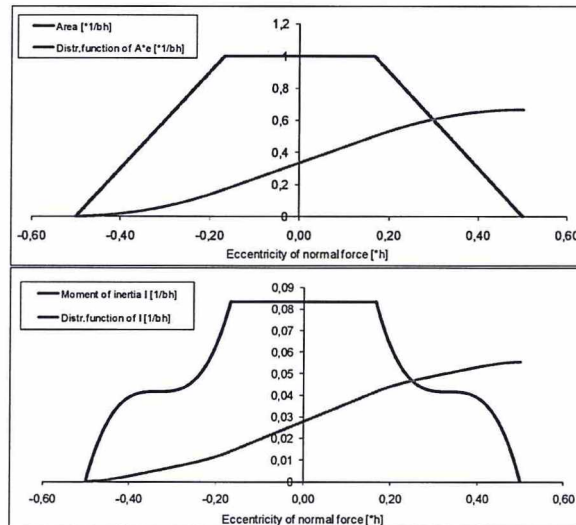
6.1.3 Materiály nosné konstrukce

Základním materiálem nosné konstrukce je pískovcové zdivo (kvádry) zděné na vápennou maltu s předpokládanými charakteristikami uvedenými v následující tabulce. S ohledem na nelineární chování materiálu (vyloučení tahového namáhání) jsou přetvárné charakteristiky materiálu pro maltu i zdíci prvky totožné, stanovené na základě homogenizace materiálu. Pevnost zdiva je uvažována odhadem, na základě zastiženého stavu pískovce a poruch konstrukce, a to hodnotou $f_k = 1,0$ MPa.

Materiál zásypu je uvažován jako nesoudržný materiál s vlastnostmi šterku s jemnozrnnou příměsí. S ohledem na působení zásypu, který primárně slouží jako médium pro přenos zatížení mezi vozovkou a klenbou a skutečné poměry tuhosti zásypu a klenby je zvolen lineárně pružný materiál zásypu. Tuhost materiálu zásypu je proti tuhosti klenby tak malá, že prakticky neovlivňuje dosažené výsledky

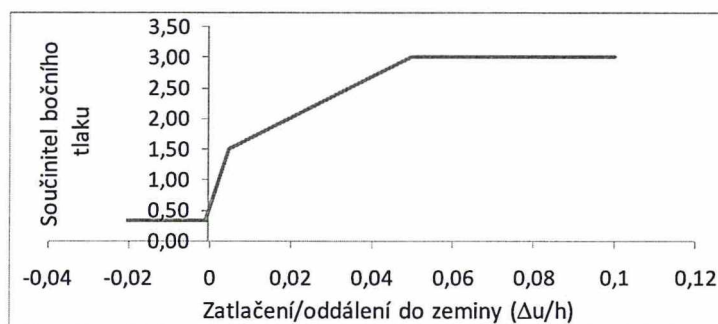
výpočtu a přitom reálně simuluje přenos sil v zásypu. Modul pružnosti je volen s ohledem na dlouhodobou konsolidaci zásypu, když objekt je nepřetržitě provozován již více než 50 let.

Materiál	Charakteristiky
Pískovcové zdivo	$\gamma = 25,0 \text{ kN/m}^3$ $E = 8000 \text{ MPa}$ $\nu = 0,15$ $f_k = 1,0 \text{ MPa}$ $f_{v,0k} = 0,05 \text{ MPa}$
Zásyp klenby	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$ $\varphi = 30^\circ$ $c = 0 \text{ kPa}$ $\Rightarrow \nu = 0,33$ $E = 200 \text{ MPa}$



Obrázek 13 – Příklad závislosti plochy a momentu setrvačnosti na excentricitě normálové síly

Současně je do výpočtu zatížitelnosti zahrnuto i spolupůsobení s nadnásypem (zásypem) klenby. Charakteristiky materiálu zásypu jsou uvedeny v tabulce výše. Vliv zásypu je do výpočtu zaveden jako statické zatížení proměnné na vodorovných deformacích nosné konstrukce. Obecná závislost velikosti zatížení na deformaci konstrukce je dána křivkou zemního tlaku pro daný materiál a uvádí ji Obrázek 14.



Obrázek 14 – Příklad závislosti velikosti zemního tlaku na zatlačení konstrukce do zeminy

6.1.4 Zatížení

Stálé zatížení

Stálá zatížení jsou uvažována na základě skutečné geometrie konstrukce a na základě odhadnutých objemových hmotností jednotlivých materiálů (viz 6.1.3). Do stálého zatížení je rovněž započtena hmotnost betonových svodidel (typ City block) použitých pro zúžení průchozího prostoru (5 kN/m).

Proměnné zatížení

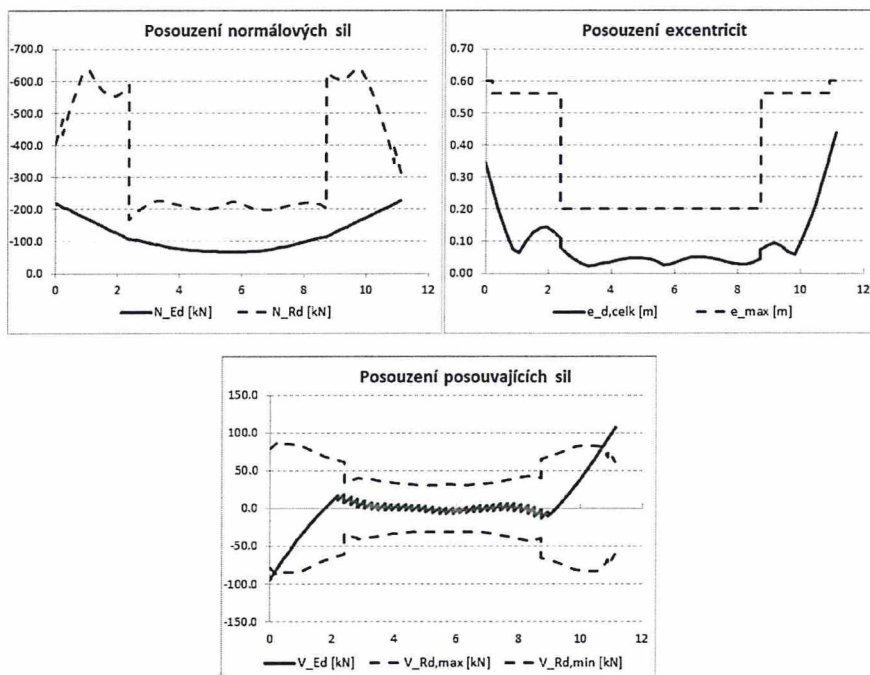
Z proměnných zatížení je vzhledem k rozměrům mostu uvažováno pouze zatížení dopravou (viz také ČSN 73 6213). Proměnné zatížení dopravou je uvažováno základním rovnoměrným zatížením o velikosti 5,0 kN/m² odpovídajícím plnému zatížení pěším provozem. Zatížení jsou uvažována ve dvou základních polohách, na celou délku klenby a na polovině rozpětí klenby.

Součinitele zatížení

Součinitele zatížení jsou uvažovány s ohledem na posuzovaný mezní stav podle ČSN EN 1990 a ČSN 73 6222. Součinitele zatížení stálých i zatížení dopravou jsou v MSÚ uvažovány hodnotou 1,35, pro MSP potom hodnotami 1,0.

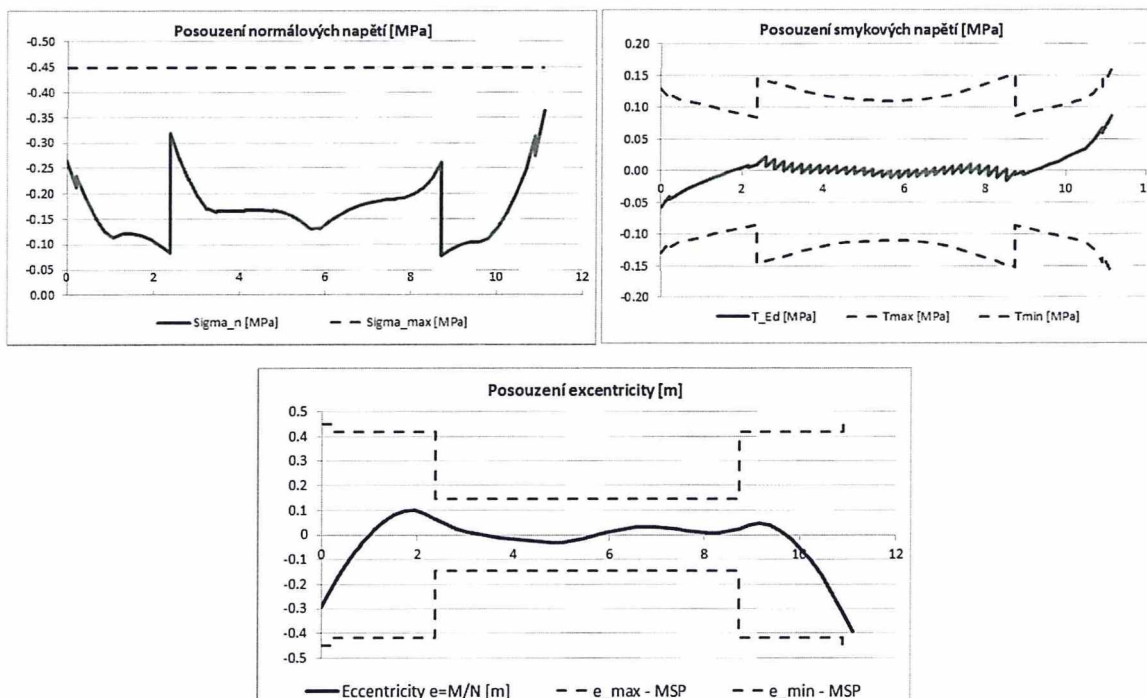
6.1.5 Stanovení zatížitelnosti mostu

Ověření odolnosti mostu je provedeno v obou mezních stavech pro redukovanou šířku průchozího profilu 2,0 m. Rozhodující výsledky ověření konstrukce pro výše definovaná zatížení jsou uvedeny na následujících obrázcích.



Obrázek 15 – Výstupy ověření konstrukce v mezním stavu únosnosti

Ověření odolnosti v mezním stavu únosnosti signalizuje překročení smykových napětí v patách klenby. S ohledem na skutečnost, že za opěrami mostu byly zastiženy skalní výchozy, dojde k redukcí vodorovných tlaků na opěry a tím i k poklesu smykového namáhání. Navíc lze předpokládat zazubení základové spáry vlivem její jen hrubé úpravy. S ohledem na tyto skutečnosti není posouzení v základové spáře uvažováno a je nahrazeno posudkem v úrovni +0,3 m nad úrovní paty klenby (nad první řadou kvádrů), kde posouzení vyhovuje.



Obrázek 16 – Výstupy ověření konstrukce v mezním stavu použitelnosti => *plná zatížitelnost*

Zatížitelnost mostu rovnoměrným zatížením je na úrovni $5,0 \text{ kN/m}^2$, zatížení od provozu není třeba na redukované šířce průchozího prostoru dále redukovat.

6.2 Montážní podepření

6.2.1 Obecně

Návrh montážního podepření a jeho jednotlivých částí a prvků je proveden tak, aby byla zachycena celá tíha kamenné konstrukce spočívající na bednění. Tím bude zajištěno plné podepření konstrukce v případě neočekávaných skutečností a posunů konstrukce vlivem postupu výstavby.

Konstrukce podepření klenby se předpokládá dřevěná, podepřená na svislých stojkách opřených o skalní podloží. Jednotlivé ramenáty budou mezi sebou zavětrovány a konstrukce na nich bude podbedněna dřevěnými fošnami tloušťky 50 mm. Podepření bude pouze přiložené na konstrukci, nikoliv aktivované!

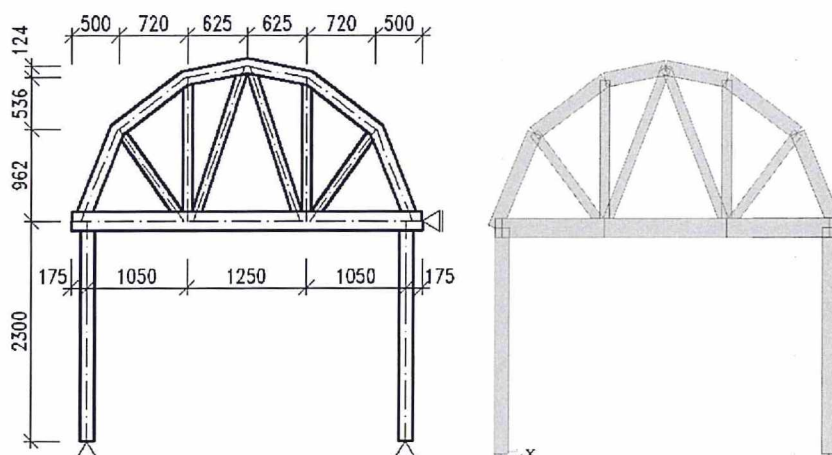
6.2.2 Výpočetní model

Model nosné konstrukce je sestaven jako prutový s geometrií odpovídající navrženému ramenátu. Geometrie nosné konstrukce pro výpočet uvádí Obrázek 12. S ohledem na uspořádání konstrukce se předpokládá, že vzdálenost mezi jednotlivými ramenáty je 1,0 m.

Podepření modelu je provedeno v místech pat svislých stojek ve svislém směru a v místě hlavního trámu, kde je uvažováno zabránění vodorovným pohybům. Jednotlivé prvky výplně jsou uvažovány pouze jako tlačené, protože způsob jejich připojení (vlození na čep, případně zajištění prolisovaným plechem) není vhodný pro přenos tahových sil. V místě napojení jednotlivých prvků jsou navíc uvažovány klouby.


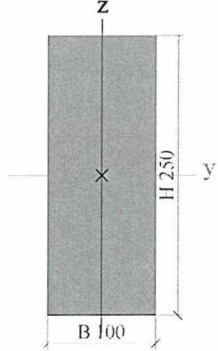
Akce: Holanský rybník, Městys Holany, Oprava sdrúženého objektu a hráze


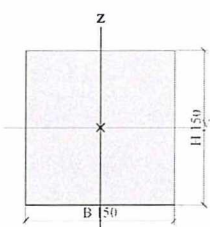
Část: Statické posouzení nosné konstrukce mostu a návrh postupu výstavby sdrúženého objektu



Obrázek 17 – Geometrie modelu konstrukce pro návrh a ověření podepření klenby


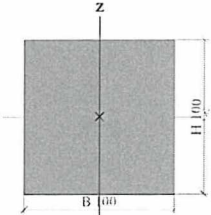
Pro analýzu konstrukce byly použity následující průřezy:


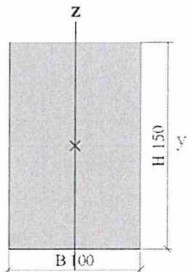
Tram		
Typ	OBDEL	
Detailní	100; 250	
Typ tvaru	tlustostěnný	
Materiál	C14	
Výroba	dřevo	
Barva		
A [m ²]	2.5000e-02	
A _v [m ²], A _z [m ²]	2.0833e-02	2.0833e-02
A _L [m ² /m], A _O [m ² /m]	7.0000e-01	7.0000e-01
C _{y,ucs} [mm], C _{z,ucs} [mm]	50	125
α [deg]	0.00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1.3021e-04	2.0833e-05
i _y [mm], i _z [mm]	72	29
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1.0417e-03	4.1667e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1.0417e-03	4.1667e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1.67e+04	1.67e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	6.67e+03	6.67e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	6.2350e-05	0.0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		

stojky		
Typ	OBDEL	
Detailní	150; 150	
Typ tvaru	tlustostěnný	
Materiál	C14	
Výroba	dřevo	
Barva		
A [m ²]	2.2500e-02	
A _v [m ²], A _z [m ²]	1.8750e-02	1.8750e-02
A _L [m ² /m], A _O [m ² /m]	6.0000e-01	6.0000e-01
C _{y,ucs} [mm], C _{z,ucs} [mm]	75	75
α [deg]	0.00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4.2188e-05	4.2188e-05
i _y [mm], i _z [mm]	43	43
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	5.6250e-04	5.6250e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	5.6250e-04	5.6250e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	9.00e+03	9.00e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	9.00e+03	9.00e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	7.1245e-05	0.0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		

Akce: Holanský rybník, Městys Holany, Oprava sruženého objektu a hráze

Část: Statické posouzení nosné konstrukce mostu a návrh postupu výstavby sruženého objektu

vypln		
Typ	OBDEL	
Detailní	100; 100	
Typ tvaru	tlustostěnný	
Materiál	C14	
Výroba	dřevo	
Barva		
A [m ²]	1.0000e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	8.3333e-03	8.3333e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	4.0000e-01	4.0000e-01
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	50	50
α [deg]	0.00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8.3333e-06	8.3333e-06
i _y [mm], i _z [mm]	29	29
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1.6667e-04	1.6667e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1.6667e-04	1.6667e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2.67e+03	2.67e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2.67e+03	2.67e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1.4073e-05	0.0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		

h_pas		
Typ	OBDEL	
Detailní	100; 150	
Typ tvaru	tlustostěnný	
Materiál	C14	
Výroba	dřevo	
Barva		
A [m ²]	1.5000e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1.2500e-02	1.2500e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5.0000e-01	5.0000e-01
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	50	75
α [deg]	0.00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2.8125e-05	1.2500e-05
i _y [mm], i _z [mm]	43	29
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3.7500e-04	2.5000e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3.7500e-04	2.5000e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6.00e+03	6.00e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	4.00e+03	4.00e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2.9374e-05	0.0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		

6.2.3 Materiály nosné konstrukce

Základním materiálem nosné konstrukce je rostlé dřevo – řezivo C14 podle ČSN EN 338. Materiálové charakteristiky jsou uvedeny v následující tabulce.

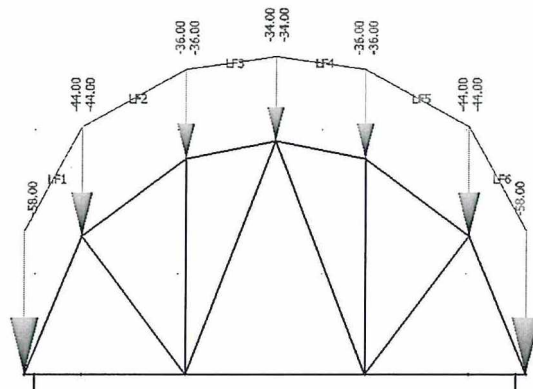
třídy pevnosti:		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
ohyb	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
tah \parallel s vlákny	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
tah \perp k vláknům	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
tlak \parallel s vlákny	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
tlak \perp k vláknům	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
smyk	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
modul pružnosti	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
\parallel s vlákny [GPa]	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6	6,4	6,7	7,4	7,7	8	8,7	9,4	10	10,7
průměr modulu pružnosti \perp [GPa]	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
průměr modulu ve smyku [GPa]	G_{mean}	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
průměrná hustota [kg/m ³]	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

Pro působení zatížení jsou, s ohledem na to, že pokles konstrukce je mimořádnou situací, použity modifikační součinitele k_{mod} stanovené hodnotou 1,0. Rovněž součinitel materiálu pro rostlé dřevo je pro mimořádné zatížení stanoven hodnotou $\gamma_M = 1,0$.

6.2.4 Zatížení

Stálé zatížení

Stálé zatížení je dáno vlastní tíhou zásypu a zdiva nad podepřením. Objemová tíha konstrukce, včetně zásypu je uvažována 24 kN/m^3 . Minimální tloušťka konstrukce je 1,4 m, maximální potom cca 3,2 m. Zatížení horního pasu je potom 34 až 77 kN/m. Ve spodní části klenby je zatížení nadložím redukováno na 75% s ohledem na vytvoření zeminové klenby.



Obrázek 18 – Zatížení podpůrné konstrukce při poklesu zdiva

Proměnné zatížení

Proměnné zatížení je stanoveno jako montážní, a to hodnotou 2 kN/m^2 . Proměnné zatížení není s ohledem na velikost zatížení stálých na konstrukci pro posouzení konstrukce aplikováno.

6.2.5 Kombinace a součinitele zatížení

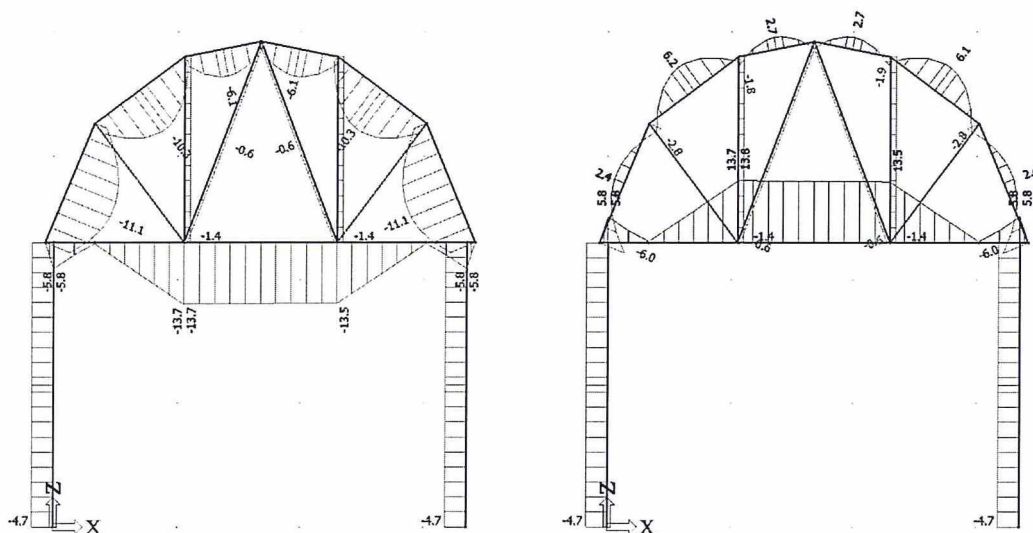
Součinitele zatížení jsou uvažovány s ohledem na posuzovaný mezní stav podle ČSN EN. Rozhodující kombinací je mimořádná kombinace zatížení, při které jsou součinitele zatížení uvažovány hodnotami 1,0. S ohledem na poměry zatížení stálých a proměnných je zatížení proměnné nevýznamné a není proto uvažováno (viz 6.2.4).

6.2.6 Ověření navržené konstrukce

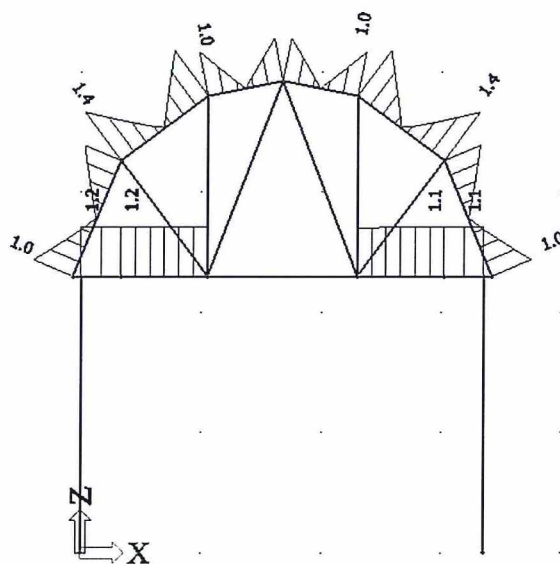
S ohledem na uspořádání konstrukce a principy návrhu a posouzení dřevěných konstrukcí podle ČSN EN 1995-1-1 jsou v rámci posouzení navržené konstrukce ověřena primárně normálová a smyková napětí. Tato napětí v návrhové kombinaci zatížení jsou porovnána s návrhovými odolnostmi použitého materiálu.

Akce: Holanský rybník, Městys Holany, Oprava sduženého objektu a hráze

Část: Statické posouzení nosné konstrukce mostu a návrh postupu výstavby sduženého objektu



Obrázek 19 – Normálová napětí v podpůrné konstrukci v MSÚ
 $\sigma_{\max} < 14 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$



Obrázek 20 – Smyková napětí v podpůrné konstrukci v MSÚ
 $\tau_{\max} < 3,0 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Vlastní ramená budou uložena na příčné převážce a uložena na trojici svislých stojek, které budou zavětrovány tak, aby nemohlo dojít k jejich pohybu do strany (viz výkresová část této dokumentace). Stabilita konstrukce v podélném směru mostu je zajištěna rozepřením podepření o opěry mostu. Neposuvnost v patách bude zajištěna vhodným vyklínováním, případně přikotvením konstrukce ke skalnímu podloží (ocelový prut do vrtaného otvoru).

Navrhovaná konstrukce vyhovuje z hlediska odolnosti.

7 Návrh postupu výstavby

7.1 Obecně

Návrh postupu výstavby respektuje všechny důležité závěry posouzení stavu stávajícího mostu a navrhovaného postupu opravy sruženého objektu Holanského rybníka. Jednotlivé práce jsou uspořádány do etap odpovídajících opravě sruženého objektu a jsou uvedeny v následujících odstavcích.

7.2 Okamžitá opatření na mostě

Okamžitá opatření na mostě zahrnují aplikaci okamžitých opatření navrhovaných v rámci provedené mimořádné prohlídky mostu (viz kapitola 4).

Primárně se jedná o omezení pěšího provozu na mostě zúžením průchozího prostoru na mostě na šířku 2,0 m, a to například osazením betonových svodidel typu City block s odpovídajícím zábradlím na horní hraně. Zábradlí osazené na horní hraně svodidel bude po snesení parapetních zdí zajišťovat současně bezpečnost provozu na mostě a zabráňovat přístupu do prostoru s nebezpečím pádu z výšky. Navrhované betonové bloky současně zamezí vjezdu vozidel na most. V případě, že bude prostor na mostě zúžen jiným způsobem, bude před mostem ze strany opěry 1 umístěna vhodná pevná zábrana zajišťující nemožnost vjezdu na most.

7.3 Práce předcházející opravě sruženého objektu

Před zahájením prací na opravě sruženého objektu, zejména před zahájením demolice betonových konstrukcí budou provedena následující opatření (podrobnosti viz 5.2 a výkresové přílohy):

- snesení parapetních zídek v rozsahu prací pro opravu sruženého objektu, minimálně však na obou stranách v rozsahu mostu (na délku světlosti pole) a také vpravo na křídle opěry 1, kde je parapetní zídka provedena na konzole z opěrné stěny;
- zajištění klenby přiloženým tuhým podbedněním, případně zajištění (podepření) stávajícího rozšíření nosné konstrukce betonovou konstrukcí

Podbednění klenby bude provedeno po celou dobu stavebních prací v korytě pod mostem a sruženém objektu přiléhajícím k mostu. Úprava ve spodní části podepření ramenátů výdřevy musí umožnit provedení dlažby v korytě okolo nového odpadního potrubí i zapravení otvorů po demontáži podepření.

7.4 Práce během oprav sruženého objektu

Práce na zajištění mostu a opravě sruženého objektu budou, kromě podmínek stanovených v projektové dokumentaci k opravě sruženého objektu a hráze (viz 2.2, pol. 1), probíhat za následujících podmínek:

- před zahájením prací budou provedena opatření podle odstavců 7.2 a 7.3;
- práce na demolici stávajících betonových konstrukcí budou s ohledem na stav zdiva prováděny technologiemi generující minimální vibrace;
- během stavebních prací bude prováděna pravidelná kontrola podepření klenby a výskytu případných deformací nosné konstrukce (klenby) – např. přímým měřením vzdálenosti definovaných bodů osazených ve zdivu nosné konstrukce;
- práce v korytě pod mostem budou okolo stojek provizorního podepření prováděny se zvýšenou opatrností tak, aby nedošlo k poškození podepření;
- provizorní podepření nosné konstrukce bude odstraněno po dokončení dlažeb v korytě mostu (mimo místa uložení svislých stojek).

8 Závěr

V rámci zpracování této dokumentace byla provedena mimořádná prohlídka mostu, hodnocení stavu stávající konstrukce a návrh opatření pro zajištění spolehlivosti a bezpečnosti mostu během provádění stavebních prací. Rozsah stavebních prací byl stanoven na základě objednatelem předané dokumentace opravy Holanského rybníka a konzultace se zhotovitelem stavebních prací. Navrhované technické řešení je navrženo s ohledem na požadavky pro zajištění bezpečnosti a spolehlivosti mostu, požadavky na provádění prací na opravě sdruženého objektu a s ohledem na zajištění možnosti provádění jednotlivých stavebních činností.

Celkově lze konstatovat, že **nosná konstrukce mostu, spodní stavby i opěrných stěn na předpolí vyžaduje před zahájením stavebních prací odpovídající zajištění a přijetí zvláštních opatření při provádění prací.** Jednotlivé požadavky na práce jsou uvedeny v této dokumentaci.

V Praze dne 14. 1. 2019

Akce: Holanský rybník, Městys Holany, Oprava sdruženého objektu a hráze

Část: Statické posouzení nosné konstrukce mostu a návrh postupu výstavby sdruženého objektu

9 Přílohy

Přílohy této dokumentace tvoří následující výkresy a schémata:

- Stávající stav mostu a navrhované úpravy v rámci předané dokumentace pro opravu sdruženého objektu Holanského rybníka:
 - o Příloha 1 – Půdorys
 - o Příloha 2 – Příčný řez
 - o Příloha 3 – Podélný řez
- Výkresy s vyznačenými požadavky na úpravu stávajících konstrukcí před zahájením stavebních prací na opravě:
 - o Příloha 4 – Půdorys
 - o Příloha 5 – Příčný řez
 - o Příloha 6 – Podélný řez a schéma podepření klenby