



M - HYDRO

MOST TÁLSKÝ MLÝN PŘES SÁZAVU, ŽĎÁR NAD SÁZAVOU

HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

OBJEDNATEL:
PONTEX, spol. s r.o.

ZPRACOVATEL:
M-HYDRO
Ing. Milada Klimešová, Ph.D.



LEDEN 2021

Obsah

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE.....	2
2. ÚVOD.....	3
3. PODKLADY.....	3
4. POPIS ŘEŠENÉHO ÚSEKU.....	4
5. HYDROLOGICKÉ ÚDAJE.....	5
6. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY - MATEMATICKÝ MODEL.....	5
6.1 METODIKA VÝPOČTU.....	5
6.2 VÝPOČETNÍ TRAŤ, OKRAJOVÉ PODMÍNKY.....	6
6.3 STANOVENÍ DRSNOSTÍ.....	7
6.4 POSOUZENÍ KAPACITY DNEŠNÍHO MOSTU.....	7
6.5 NÁVRH NOVÉHO MOSTU.....	8
7. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ.....	9
8. PŘÍLOHY.....	10

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Název:	Most v ulici Tálský Mlýn, přes Sázavu, pod VD Pilská – hydrotechnické posouzení
Popis:	Posouzení vlivu rekonstrukce mostu na odtokové poměry
Místo:	Žďár nad Sázavou
Katastrální území:	Zámek Žďár [795 453]
ORP:	Žďár nad Sázavou
Vodní tok:	Sázava
Správce povodí a toku:	Povodí Vltavy, s.p.
Č. hydrologického p.	1-09-01-0010
Objednatel:	Pontex, spol. s r. o. Bezová 1658/1 147 00 Praha 4 - Braník
Zpracovatel:	M-HYDRO Ing. Milada Klimešová, Ph.D. *ČKAIT – 0009748* Autorizovaný inženýr pro stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství (: 774 803 690 m-hydro@email.cz

2. ÚVOD

Předmětem hydrotechnického posouzení je vliv opravy mostu pod VD Pilská k Tálskému mlýnu na odtokové poměry v souladu s normou ČSN 73 62 01. Posouzení zahrnuje porovnání dnešního stavu a stavu po opravě a to pro průtoky Q_{10} , Q_{50} , Q_{100} .



přehledná situace lokality

Most se nachází přímo pod hrází VD Pilská v ulici Tálský mlýn. Stávající most je ve špatném technickém stavu.

3. PODKLADY

Pro zpracování hydrotechnického posouzení mostu bylo vycházeno z následujících podkladů:

- podrobné geodetické zaměření lokality (Ing. Blanka Vávrová, 09/2018)
- hydrologické podklady - údaje o N-letých vodách – Sázava, ČHMÚ, 01/2021
- základní mapa ZM 1:10 000,
- barevná letecká mapa
- katastrální mapa
- fotografie 02/2021.

4. POPIS ŘEŠENÉHO ÚSEKU

Výpočetní úsek tvoří cca 115 m Sázavy kolem křížení s předmětným mostem. Most se nachází pod VD Pílská.



přehledná mapka s umístěním mostu

objekt mostu:

Most vede mírně šikmo na osu toku, tedy nikoli kolmo ale pod úhlem 63° . Nachází se cca 60 m pod koncem opěrných zdí výustního objektu spodních výpustí a přelivu vodního díla. Most má břehové opěry, koryto pod ním probíhá stále v lichoběžníkovém profilu. Mostní pole je široké 9,95 m v šikmé délce, což je cca 9 m kolmo na osu toku. Délka mostu je 4,5 m ve směru toku. Výška mostního otvoru je 2,3 m v nátoku.

koryto vodního toku:

Koryto vodního toku je lichoběžníkové, šířka ve dně je kolem mostu je cca 4,5 m, hloubka cca 1,5 – 2,5 m. Sklony svahů jsou 1:1 až 1:2. Koryto je neopevněné, na jeho březích nad úrovní běžných průtoků rostou stromy a keře. Průměrný podélný spád úseku toku činí 0,3 %.

inundační území:

Voda se v dotčeném úseku nevylévá z břehových hran, koryto je v horní části porostlé dřevinami. Šířka mezi břehovými hranami je 10 – 20 m.

5. HYDROLOGICKÉ ÚDAJE

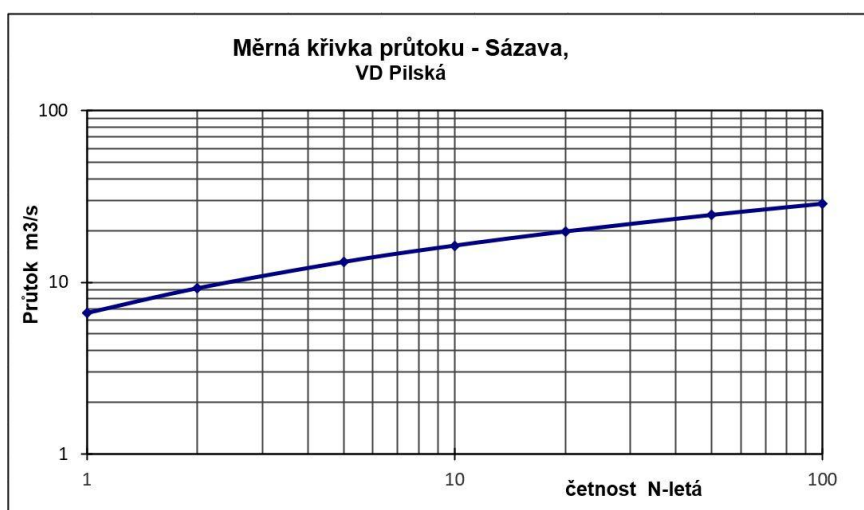
Aktuální hydrologická data pro potřeby posouzení byla určena ČHMÚ, pobočka Praha. Data byla vyhotovena dne 12. 1. 2021.

N-leté průtoky v m³/s

tok	profil	km ²	Q ₁	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
Sázava	hráz VN Pílská	35,63	6,6	9,2	13,1	16,3	19,7	24,6	28,6

III. třída přesnosti

Uvedené údaje nepočítají s transformací průtoků vlivem rozlivů či velkých nádrží a rybníků.



Měrná křivka N-letých vod pro profil mostu

6. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY - MATEMATICKÝ MODEL

6.1 METODIKA VÝPOČTU

Z geodeticky zaměřených bodů byly vybírány body vytvářející jednotlivé příčné profily tak, aby v maximální možné míře postihovaly složitost proudění převedenou do 1D matematického modelu. Tyto profily byly načteny do matematického modelu HYDROCHECK, verze 5.0 (ustálené nerovnoměrné proudění), ve kterém proběhlo další upřesňování tvarů některých profilů podle poznatků z terénního průzkumu.

Takto upravené profily byly dále rozděleny na dílčí úseky s rozdílnými hydraulickými charakteristikami (zejména podle tvaru příčného profilu a u mělčích profilů i podle změn drsností). Dílčí úseky se počítají samostatně a celoprofilové hodnoty jsou z nich následně vypočteny jako vážené průměry přes modul průtoků jednotlivých částí

příčného profilu. Tento způsob výpočtu odstraňuje chybné deformace konsumpčních křivek a křivek rychlostí způsobené náhlým nárůstem hodnoty omočeného obvodu v úrovni vylití vody do inundačního území a také chyby při průměrování rozdílných drsnostních charakteristik v jednotlivých profilech.

Z příčných profilů objektů byly ve výpočetní trati vytvořeny objekty typu jezové těleso, široká koruna či výtok otvorem. Tyto objektové profily jsou pak vloženy mezi korytové profily dolní a horní vody. Program pak automaticky odvozuje ze spodního profilu úroveň dolní vody pro uvažování vlivu zaplavení, horní profil pak slouží pro promítnutí hladiny z objektového profilu a k následným dalším výpočtům metodou po úsecích.

Výpočtová trať je funkční v celém rozsahu N-letých průtoků. Drsnost je zadána s ohledem na nejvíce nepříznivý případ, tedy pro vegetační období.

Systém číslování řezů je protiproudění.

Výpočtová trať je provedena ve dvou variantách, a to pro současný stav s dnešním mostem a pro nový stav, kdy je do tratě osazena nově navržená konstrukce.

Vypočtené úrovně hladin vycházejí z předpokladu ustáleného nerovnoměrného proudění (N-leté průtoky ČHMÚ). Při reálné povodňové situaci (nelze dostatečně přesně odhadnout) může dojít podle intenzity srážek ke zvýšení max. průtoků při provalení ucpaných mostních objektů. Výpočet rovněž nepostihuje situace zacpání mostních objektů plávim a následné vzdutí hladiny před mostem.

6.2 VÝPOČETNÍ TRAŤ, OKRAJOVÉ PODMÍNKY

Výpočetní trať je sestavena ze 7 korytových příčných řezů, jež jsou doplněny profilem mostu v řezu P4_M, viz příloha č.1. V nové trati je upraven mostní objekt do rekonstruované podoby, je zde doplněn řez P5_M.

Úrovně hladin jsou vypočteny pro aktuální průtoky stanovené ČHMÚ v lednu 2021. Výsledky jsou prezentovány pro sadu průtoků Q_{10} , Q_{50} a Q_{100} .

Dolní okrajová podmínka výpočetního modelu je určena konzumpční křivkou v prvním profilu P1, která odpovídá rovnoměrnému proudění při průměrném podélném sklonu úseku. Předkládaný výpočet řeší pouze dílčí část toku, délka tratě je zvolena s ohledem na správné určení dolní hladiny mostního profilu pomocí nerovnoměrného proudění.

6.2.1 DOPLŇKOVÉ PODMÍNKY DLE ČSN 73 62 01

Mostní objekt je posuzován dle kritérií ČSN 73 62 01 Projektování mostních objektů. Stanovení NP a KNP je závislé jednak na variačním rozpětí vodního toku, což je poměr Q_{100}/Q_1 a dále na návrhové kategorii dle dopravního významu, jež se stanovuje dle kapitoly 12.2.5. uvedené normy.

Pro Sázavu pod VD Pilská v místě mostu platí:

- návrhová kategorie dle dopravního významu – 3.kategorie (obslužná komunikace)
- variační rozpětí $Q_{100}/Q_1 = 28,6/6,6 = 4,3$

Na základě uvedených parametrů je dle tabulky 12.1 normy stanoveno:

- návrhový průtok **NP = $Q_{50} = 24,6 \text{ m}^3/\text{s}$**
- KNP pro var.rozp > 8 a kategorii 3. **KNP = $Q_{100} = 28,6 \text{ m}^3/\text{s}$** .

6.3 STANOVENÍ DRSNOSTÍ

Drsnost je zadána s ohledem na nejvíce nepříznivý případ, tedy pro vegetační období.

Odhad drsností pro N-leté průtoky		
drsnost dna		$n=0.03 \div 0.04$
drsnost břehů	keře, vrbičky, stromy	$n=0.045 \div 0.07$
	zdi	$n=0.018 \div 0.025$
	silnice, cesty	$n=0.015 \div 0.030$
	domy	zadáno jako pasivní území

6.4 POSOUZENÍ KAPACITY DNEŠNÍHO MOSTU

Most vede mírně šikmo na osu toku, pod úhlem 63° . Most má břehové opěry, koryto pod ním probíhá stále v lichoběžníkovém profilu. Mostní pole je dlouhé 9,95 m v šikmé délce, což je cca 9 m kolmo na osu toku. Šířka mostu je 4,5 m ve směru toku. Výška mostního otvoru je 2,3 m v nátoku.

Přemostění tvoří betonový nosník, kóta spodní konstrukce je v nátoku do mostního profilu **570,65** m n.m., na výtoku 570,62 m n.m. Kóta dna je 568,33 m n.m.

Most je ve špatném technickém stavu, včetně pilířů.

Výsledkem výpočtu je úroveň hladiny vody před mostem (řez P5) při návrhovém průtoku ($NP = Q_{50} = 24,6 \text{ m}^3/\text{s}$) a kontrolním návrhovém průtoku ($KNP = Q_{100} = 28,6 \text{ m}^3/\text{s}$). Hladina při NP dosahuje 569,97 m n.m. a při KNP je na kótě 570,11 m n.m.

Při NP ani při KNP není dodržena **úroveň minimální volné výšky 0,5 m nad hladinou, úroveň hladiny vzduť však nezasahuje do konstrukce mostu.**

V tabulce jsou uvedeny úrovně hladin (návrhová hladina NH a kontrolní návrhová hladina KNP) pro současný most při NP a KNP:

varianta		hladina (m n. m.)
STÁVAJÍCÍ most	NH (Q_{50})	570,30
	KNH (Q_{100})	570,42

6.5 NÁVRH NOVÉHO MOSTU

Nový most bude umístěn o 16,5 m výše proti toku, tj. mezi výpočetními řezy P5 a P6. Důvodem posunu mostu jsou lepší vedení komunikace a nájezdové podmínky. Most je také veden šikmo na osu toku, s odklonem 66° , ale v opačném směru než původní most. Mostní otvor má délku 11,0 m, kolmá délka k ose toku je 10,1 m. Most je široký 6,8 m.

Nová konstrukce mostu je železobetonový rám, který má šikmou mostovku. Levý břeh je výrazně výše než pravý, nejnižší úroveň spodní konstrukce je tedy u pravého břehu (Tálský Mlýn) na kótě 571,10 m n.m., u levého břehu (centrum) je na kótě 572,06 m n.m.

Koryto toku probíhá pod mostem v původním tvaru, jako lichoběžníkové koryto, kóta dna cca 568,33 m n.m.

Navržený most byl vložen do matematického modelu proudění a spočteny úrovně hladin. Výsledkem výpočtu jsou úrovně hladiny v jednotlivých výpočtových řezech, zejm. úroveň hladiny vody před mostem (řez P6) při návrhovém průtoku ($NP = Q_{50} = 24,6 \text{ m}^3/\text{s}$) a kontrolním návrhovém průtoku ($KNP = Q_{100} = 28,6 \text{ m}^3/\text{s}$).

Hladina při **NP** dosahuje **570,57 m n.m.** a při **KNP** je na kótě **570,70 m n.m.** Při návrhovém průtoku je dodržena **úroveň minimální volné výšky 0,5 m nad hladinou**, průtok KNP prochází pod mostem a přitom minimální volná výška nad hladinou 0,5 m vyhovuje ve 2/3 rozpětí.

V tabulce jsou uvedeny úrovně hladin (návrhová hladina NH a kontrolní návrhová hladina KNP) pro návrhový stav před mostem při návrhovém průtoku a kontrolním návrhovém průtoku:

varianta		hladina (m n. m.)
NOVÝ most	NH (Q_{50})	570,57
	KNH (Q_{100})	570,70

Úrovně hladin pro stávající a nový most nejsou přímo srovnatelné, protože se jedná o jiná místa v toku. Srovnání s ohledem na staničení je uvedeno v Příloze 2. Tabulka hladin.

7. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Výsledkem hydrotechnického posouzení mostu přes Sázavu pod VD Pílská je výpočet úrovní hladin a stanovení míry ovlivnění toku konstrukcí přemostění po jeho rekonstrukci.

Výpočet byl proveden metodou ustáleného nerovnoměrného proudění, pro sadu průtoků Q_N . Dimenze mostu byly posouzeny dle ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů. **Návrhový průtok** je dle této normy pro **mostní objekty kategorie 3** průtok **NP = $Q_{50} = 24,6 \text{ m}^3/\text{s}$** a **kontrolní návrhový průtok KNP = $Q_{100} = 28,6 \text{ m}^3/\text{s}$** .

Po sestavení výpočetních tratí byl proveden výpočet úrovní hladin (ustálené nerovnoměrné proudění) pro dnešní stav a pro nový stav po opravě mostu.

Na základě výpočtů nerovnoměrného ustáleného proudění lze konstatovat, že **dnešní most** z hlediska kapacity **nevyhovuje**, není zachována volná výška nad hladinou návrhového průtoku a kontrolního návrhového průtoku.

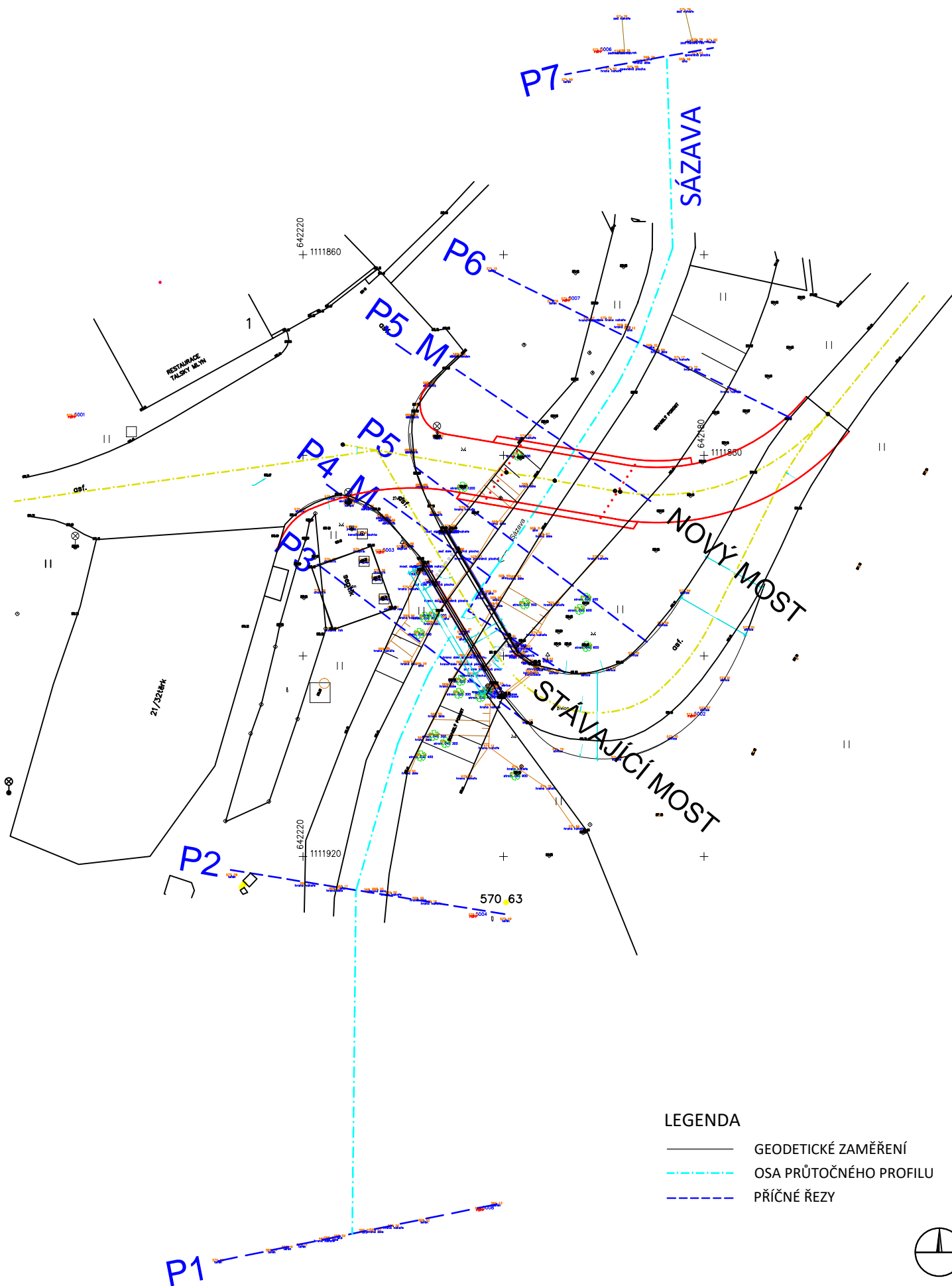
Nová konstrukce mostu je posunuta o 16,5 m proti proudu. Most byl navržen tak, aby nedošlo ke zhoršení hydraulických podmínek při průchodu povodně mostním profilem. Došlo ke zvýšení úrovně mostovky tak, aby se ocitla požadovanou volnou výšku 0,5 m nad návrhovou hladinou.


Hydrotechnickým výpočtem bylo prokázáno, že **rekonstrukce mostu negativně neovlivní odtokové poměry.** Ve srovnání se stávajícím stavem nedojde ke změně hladin, viz příloha č. 2.

Navrhovaný most vyhovuje požadavkům dle normy ČSN 736201 a nezpůsobí zhoršení odtokových poměrů oproti současnému stavu.

8. PŘÍLOHY

- | | |
|---------------------|-------|
| 1. Situace lokality | 1:500 |
| 2. Tabulky hladin | |
| 3. Údaje ČHMÚ | |



 M - HYDRO	Ing. Milada Klimešová, Ph.D.	<i>Místo:</i>	VD Pílská
<i>Akce:</i>	HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY - MOST TÁLSKÝ MLÝN, SÁZAVA	<i>Datum:</i>	01/2021
		<i>Příloha:</i>	1
<i>Výkres:</i>	SITUACE LOKALITY	<i>Měřítko:</i>	1 : 500

Tabulky hladin

Sázava, rekonstrukce mostu - Tálský Mlýn

Profil	Staničení (km)	Dno (m n. m.)	Levý břeh (m n. m.)	Pravý břeh (m n. m.)	Průtok Q_{10}	Stávající most	Nový most	Průtok Q_{50}	Stávající most	Nový most	Průtok Q_{100}	Stávající most	Nový most	Rozdíl hladin při Q_{50} (m)	Spodek mostovky (m n. m.)
						Hladina Q_{10} (m n. m.)	Hladina Q_{10} (m n. m.)		Hladina Q_{50} (m n. m.)	Hladina Q_{50} (m n. m.)		Hladina Q_{100} (m n. m.)	Hladina Q_{100} (m n. m.)		
P1	0,000				12,6	569,15	569,15	24,6	569,37	569,37	28,6	569,47	569,47	0,00	
P2	0,001	568,07	569,26	569,14	12,6	569,77	569,77	24,6	570,07	570,07	28,6	570,18	570,18	0,00	
P3	0,034	568,13	570,19	569,71	12,6	569,85	569,85	24,6	570,14	570,14	28,6	570,24	570,24	0,00	
P4_M	0,051	568,29	571,22	569,95	12,6	569,94		24,6	570,26		28,6	570,38			570,62
P5	0,058	568,40	571,35	570,96	12,6	569,98	569,96	24,6	570,30	570,26	28,6	570,42	570,37	-0,04	
P5_M	0,075	568,40			12,6		570,04	24,6		570,35	28,6		570,49		571,10
P6	0,064	568,40	571,35	570,96	12,6	570,20	570,24	24,6	570,57	570,57	28,6	570,71	570,70	0,00	
P7	0,087	568,32	571,72	572,06	12,6	570,32	570,35	24,6	570,71	570,71	28,6	570,87	570,85	0,00	

Stávající most v řezu P4_M má nejnižší úroveň spodní konstrukce na kótě 570,62 m n.m.

Nový most je umístěný v řezu P5_M a má nejnižší úroveň spodní konstrukce na kótě 571,10 m n.m., mostovka je šikmá.

Rozdíl hladin je uveden pro $NP = Q_{50}$. Záporné číslo udává pokles hladiny, kladné vzestup.

VÁŠ DOPIS ZN:
ZE DNE: 12.01.2021

ODDĚLENÍ: hydrologie
VYKONÁVÁ: Mgr. Jana Jovanovicová
TELEFON: 244 032 535
EMAIL: jana.jovanovicova@chmi.cz

Pontex, spol. s r.o.
Ing. Chrást
Bezová 1658/1
147 00 Praha 4 - Braník

DATUM: 15.02.2021
ÍSLO JEDNACÍ: CHMI/511/47/2021/J
ÍSLO EV.: CHMI/396/2021
SPISOVÁ ZN.:

Hydrologické údaje povrchových vod

Na Vaši žádost Vám zasíláme požadované základní hydrologické údaje podle SN 75 1400.

Vodní tok	Sázava
íslo hydrologického pořadí	1-09-01-0010-2-00
Profil	hráz VN Pílská
Souřadnice v S-JTSK	x = -642166 m y = -1111845 m
Plocha povodí A ^{a)}	35,63 km ²

N-leté průtoky $Q_N^{b)}$			$m^3 \cdot s^{-1}$			Třída III	
N	1	2	5	10	20	50	100
Q	6,60	9,20	13,1	16,3	19,7	24,6	28,6

Doba platnosti poskytnutých hydrologických údajů od data jejich vydání je 5 let. Platnost hydrologických údajů lze prodloužit jejich ověřením. Na základě nových poznatků může dojít k jejich změně.

Podmínky užívání dat se řídí Všeobecnými smluvními podmínkami HMÚ.

a) Plocha povodí A [km²] je určena z digitální vrstvy rozvodnic v měřítku 1:10 000 a podkladových map ZABAGED®.

b) N -leté průtoky jsou odvozeny za maximální dostupné období pozorování.

Za tyto práce Vám účtujeme v souladu se zákonem č. 526/1990 Sb. o cenách v platném znění částku 3 420,- Kč.

Přílohy: 1x faktura

Ing. Tomáš Fry
vedoucí oddělení hydrologie pobočky