

Hydrotechnické posouzení

Svratka, Sedliště u Jimramova, obnova původního koryta



Útvar TDS a projekce závodu Dyje

Datum: Červen 2022

Místo stavby: Jimramov

Vypracoval: Ing. Miroslava Plevková

Zodpovědný projektant: Ing. Aleš Záruba

www.pmo.cz



Hydrotechnické posouzení stávajícího stavu

Hydrotechnické posouzení bylo vypracováno jako podklad pro realizaci plánované akce obnovy původního koryta řeky Svratky v obci Jimramov.

Místo stavby (k. ú.): Jimramov (660230), Sedliště u Jimramova (660248)
Kraj: Vysočina
Okres: Žďár nad Sázavou
Vodní tok (IDVT): IDVT 10100010 (Svratka)
IDVT 10193304 (bezejmenný vodní tok) – původní rameno Svratky
IDVT 10207313 – náhon
Správce toku: Povodí Moravy, s. p., závod Dyje, provoz Bystřice nad Pernštejnem
ČHP: 4-15-01-0210

Pro účely vypracování projektové dokumentace a hydrotechnického posouzení byly objednány hydrologické údaje povrchových vod (ČHMÚ 02. 11. 2021) pro profil pod náhonem dle zákresu (viz níže).

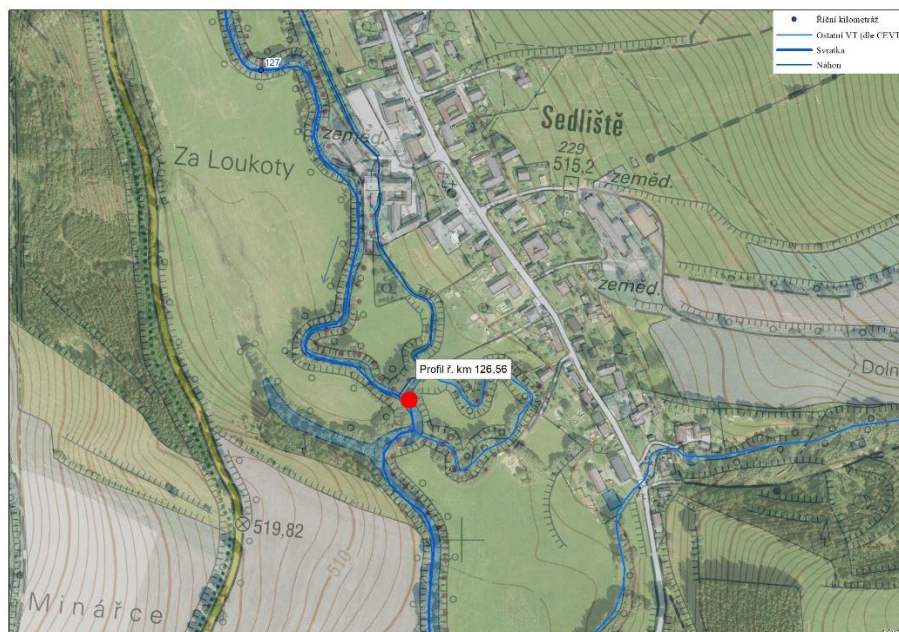
Vodní tok: Svratka
Plocha povodí: 249,97 km²
Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí: 763 mm
Dlouhodobý průměrný průtok Q_a : 2,45 m³.s⁻¹ (třída III)

Tab. 1: M-denní průtoky Q_{Md} (m³.s⁻¹)

M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q	5,81	3,64	2,63	2,04	1,68	1,41	1,19	1,00	0,83	0,68	0,53	0,38	0,25

Tab. 2: N-leté průtoky Q_N (m³.s⁻¹)

N	1	2	5	10	20	50	100
Q	29,5	39	55	71	90	120	146,5



Obr. 1: Profil pro hydrologická data

Nejbližší profily na řece Svratce jsou Borovnice a Dalečín (evidenční listy hlásných profilů v příloze).

Tab. 3: N-leté průtoky Borovnice

N	1	5	10	50	100
Q	18,6	32,6	41,9	72,4	90

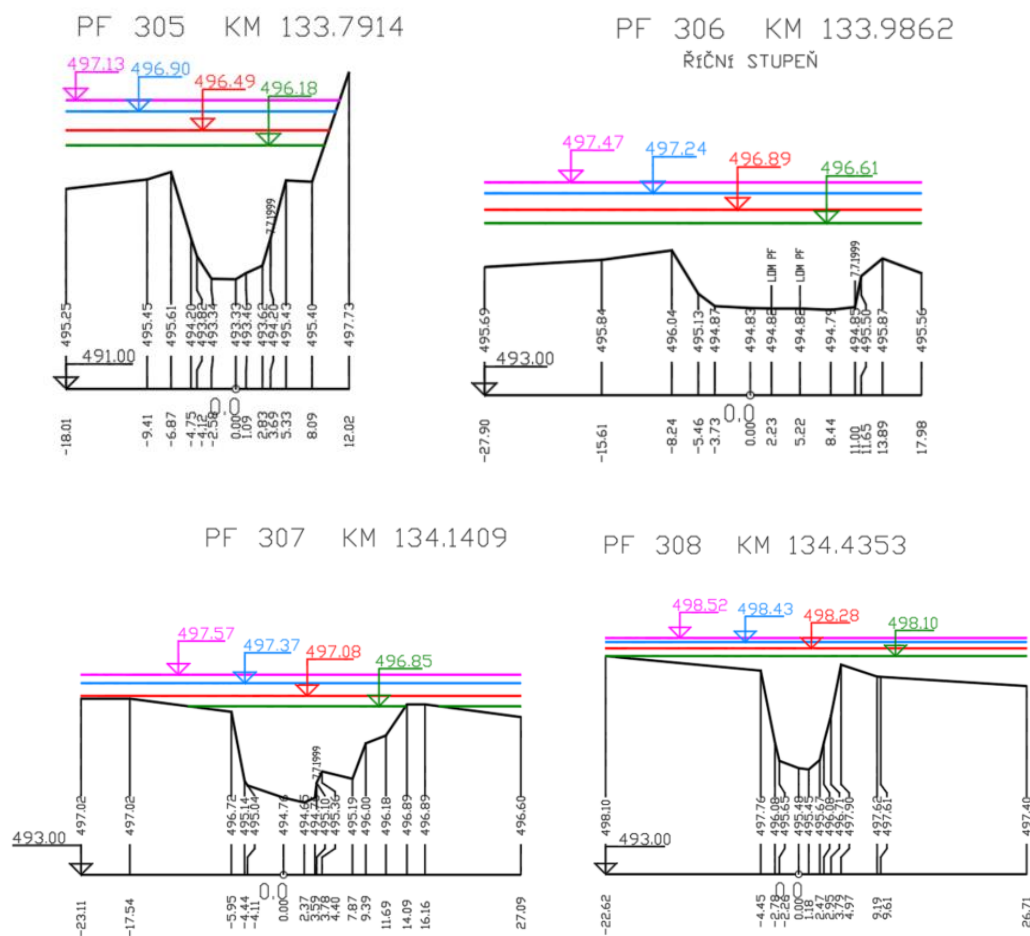
Tab. 4: N-leté průtoky Dalečín

N	1	5	10	50	100
Q	39,7	73,5	91,2	139	162

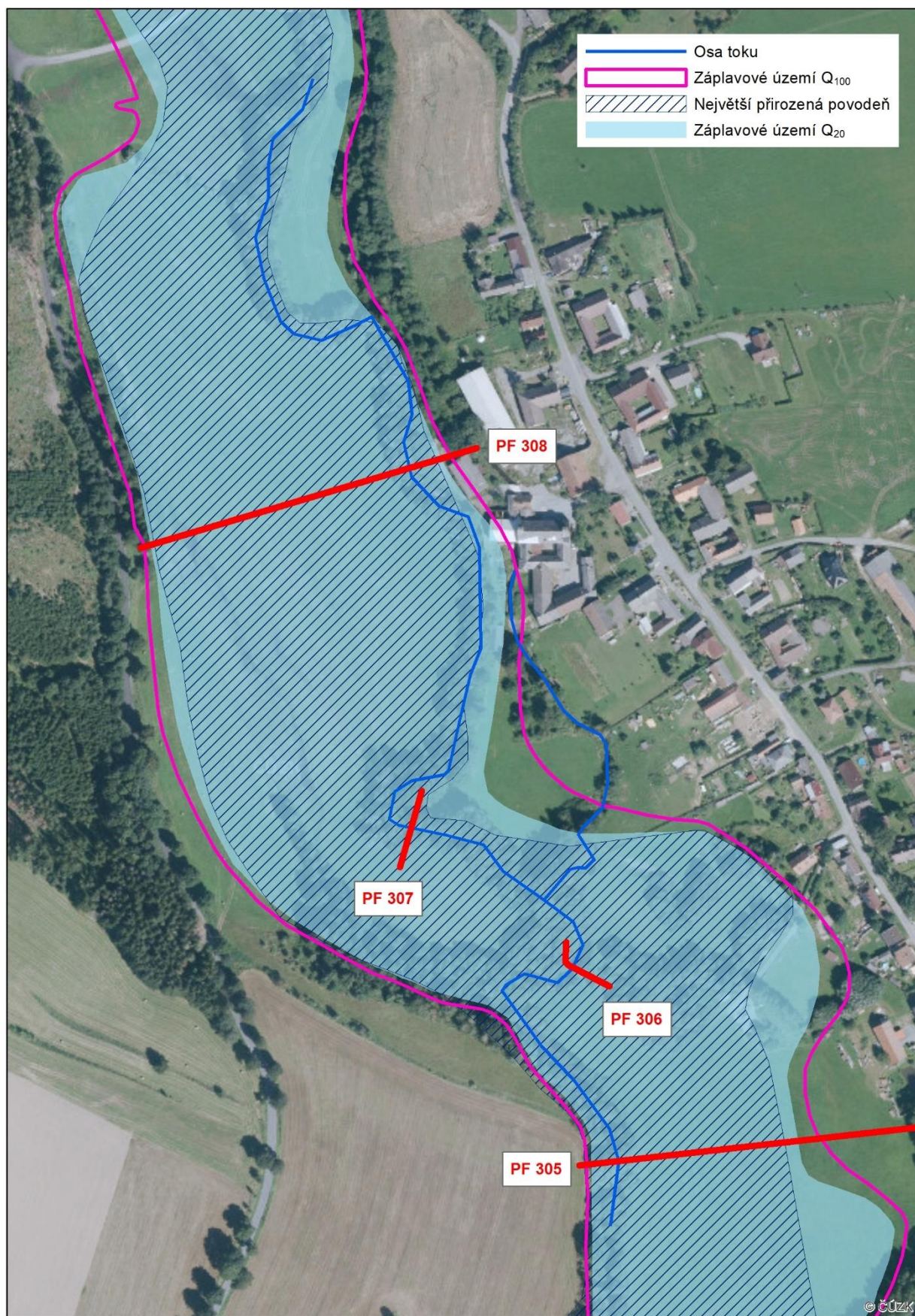
Záplavové území:

Řeka Svratka má v místě stavby vyhlášené záplavové území určeno čarou rozlivu stoleté vody Q_{100} vyhlášeno okresním úřadem Žďár nad Sázavou (ř. km 123,5 – 167,548). Zpracovatelem dokumentace je Povodí Moravy, s.p., platnost od 28. 11. 2005. Útvar hydroinformatiky a geodetických prací Povodí Moravy poskytl podélný řez a příčné profily řešeného úseku řeky Svratky. V řešeném území byl zaměřen jeden charakteristický řez pro modelování, a to řez PF 306 (říční stupeň), další PF se nachází v ř. km 134,1409 (PF 307) a PF v ř. km 133,7914 (UPF 305).

Dle záplavových čar je ale patrné, že při modelování nebylo uvažováno s vlivem náhonu (viz obrázek níže).



Obr. 2: Příčné profily vymezeného záplavového území.



Obr. 3: Záplavové čáry vymezeného záplavového území.

Povodňový plán obce Jimramov:

Městys Jimramov má zpracovaný povodňový plán, který byl doplněn dle připomínek 11. 12. 2020 (HYDROSOFT Veleslavín s.r.o.).

Rovněž má zpracovanou studii „Jimramov, protipovodňová opatření na toku řeky Svratky – studie“ (Prokop Duchan, 2010) a projektovou dokumentaci „Protipovodňová opatření na řece Svratce v Jimramově“ (BETA-PROJEKT, s. r. o, 2012). Návrh spočívá v realizaci protipovodňových opatření podél koryta vodního toku Svratka v říčních kilometrech KM 131,569 – 133,250. V území městyse dochází již od průtoků Q_{20} k rozlivům v jednotlivých částech obce. Při průtoku Q_{100} již dochází k vyběžení vody z koryta v celkové délce posuzovaného úseku. Navržené protipovodňové opatření řeší ochranu Městyse Jimramov na Q_{100} , dle „Aktualizace ZÚ řeky Svratky z 09/2007 (zpracovatel: Povodí Moravy s.p.) a dle TNV 75 2103 pro historická centra měst a historickou zástavbu. S ohledem na charakter stavby se však nejedná o rozpor, navržené stavby s územním plánem městyse.

Řešené území obnovy koryta není v dokumentaci zahrnuto.

Postup hydrotechnického posouzení:

Hydrotechnické posouzení zjednodušeně spočívá ve stanovení kapacity koryta a určení rozlivných území. Posouzení bylo provedeno za použití standartních metod 1D modelu HEC-RAS.

Pro účely hydrologického modelování byly pořízeny všechny potřebné podklady. Bylo provedeno detailní zaměření koryta a příbřežní zóny v odpovídajícím rozsahu. Během několika terénních pochůzek byly posbírány informace o charakteru koryta, příbřežní zóny a jejím využití, na základě čehož byly posléze odvozovány součinitele drsnosti. Součinitele drsnosti byly stanoveny pro stav v létě, tj. olistěná vegetace, vysoká tráva, vegetace v korytě apod.

Z geodetického zaměření (pole bodů o souřadnicích X, Y, Z a hran) byl vytvořen digitální model terénu. Na vytvořený terén byla v prostředí HEC-GeoRAS (software reprezentující soubor nástrojů, úkonů a utilit pro přípravu a zpracování geoprostorových informací) vytvořena vrstva geometrie koryta (břehové hrany, proudnice), geometrie inundace a byly definovány příčné profily. Dále byla definována zástavba a příčné objekty na toku.

Data vyexportovaná z prostředí HEC-GeoRAS jsou následně importována do programu HEC-RAS. V tomto programu je vhodné finálně upravit geometrická data, zejména upřesnit koeficienty drsnosti a příčné stavby v korytě. Dále je nutno zadat hydrologické údaje, které odpovídají jednotlivým stanoveným N-letým průtokům. Okrajové podmínky, v tomto případě hladiny modelovaných povodní na dolním a horním okraji, byly stanoveny metodou iterací, tj. postupného přibližování se nejpravděpodobnější hladině.

Pro vlastní modelování proudění byla zvolena metoda rovnoměrného ustáleného proudění ve smíšeném režimu proudění.

Základní výpočet je založen na řešení jednorozměrné energetické rovnice viz níže.

$$H = z + y + \frac{[\alpha v]^2}{2g}$$

kde H je energetická výška [m],

z je výška dna koryta v příčném profilu [m],

y je výška hladiny v příčném profilu [m],

α je koeficient kinetické energie (Coriolisovo číslo),

v je rychlost [m/s] a g je gravitační zrychlení [m/s²].

Energetické ztráty jsou vyhodnoceny na základě tření (Manningova rovnice)

$$V = 1/n \cdot R^{(2/3)} \cdot i^{(1/2)}$$

kde v je rychlost [m/s],

n je Manningův součinitel drsnosti,

R je hydraulický poloměr [m]

i je sklon dna.

Řešené území:

Řešené území je patrné na přehledné situaci hydrotechnického posouzení (výkresy 1. a 2.). Konkrétně se jedná o řeku Svratku v ř. km 126,3 – 127,3 a IDVT 10207313 (koryto náhonu od MVE).

Malá vodní elektrárna:

Malá vodní elektrárna Sedliště se nachází na řece Svratce. Vodní elektrárna využívá spád přilehlého jezu. Ve strojovně elektrárny je umístěna jedna turbína, která dosahuje instalovaného výkonu 75 kW. MVE ročně vyrobí průměrně kolem 0,381 GWh elektrické energie, což stačí k zásobení asi 130 domácností. Jez Sedliště je pevný betonový jez o výšce 1,5 m a délce 22 m.

Původně se zde nacházel mlýn Sedliště (č. p. 2). Areál byl tvořený hospodářskými budovami obklopujícími velký objekt bývalé tkalcovny, který vznikl v místech zrušené mlýnské části velké usedlosti s uzavřeným dvorem. První zmínka o mlýně v Sedlištích u Jimramova pochází údajně z roku 1269. Ovšem zatím nejstarším doloženým majitelem je podle registr urbárních z r. 1552 Pavel. Spolu s mlýnem držel ještě 5 prutů polí (zdroj: Archiv města Poličky). Za posledního majitele Albína Kadlece vznikl ve mlýnici požár a mlýn vyhořel. Nebyl už nikdy obnoven a hlavní budovu přestavěli na poschodí pro tkalcovnu. Byla zde provozována trhárna textilií až do roku 1950, kdy byly trhárny a hospodářství rodině Kadlecových znárodněny. Objekt byl v roce 2005 prodán stávajícímu majiteli rodu Kadlecových, Ing. Michalu Němcovi, který zde po rekonstrukci provozuje VD – turbínu k výrobě elektrické energie.

(Zdroj: www.vodnimlyny.cz)

Dle informací od pana majitele je stávající maximální hltnost turbíny 2 m³/s. S tímto údajem bylo uvažováno i v sestavovaném modelu. Minimální zůstatkový průtok pod jezem Sedliště stanovený vodoprávním úřadem je 0,33 m³/s.

Hydrotechnické posouzení stávajícího stavu a návrhu:

Posouzení bylo zaměřeno zejména na zhodnocení vlivu navrhované akce úrovně hladiny při různých průtokových scénářích zejména s ohledem na malou vodní elektrárnu a na přilehlé nemovitosti.

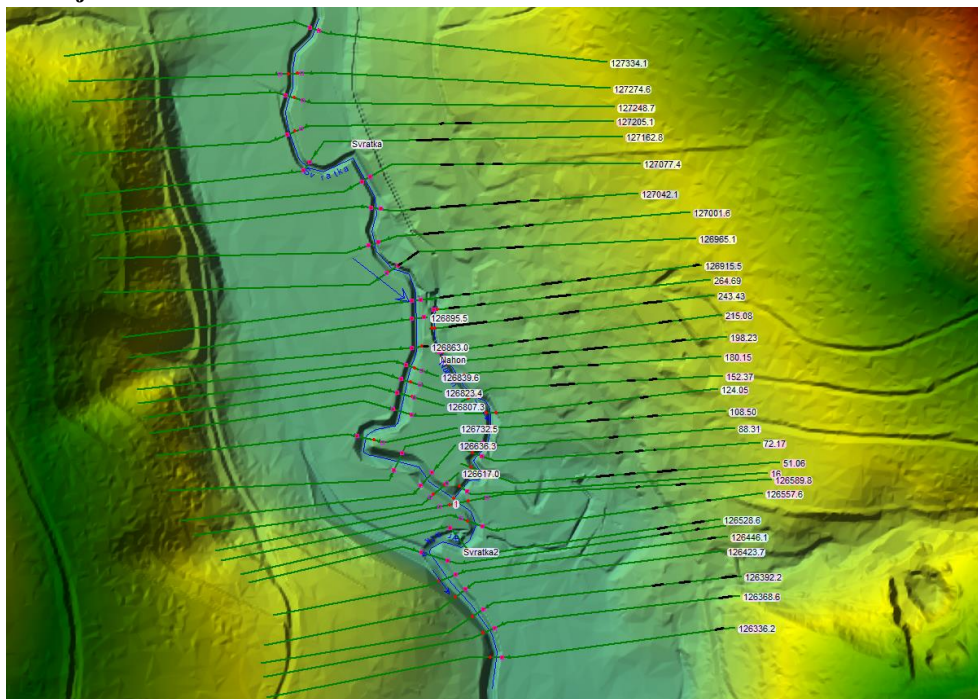
Stávající stav:

Schéma stávajícího terénu s osami toků a příčnými řezy, soutok je označen červeným číslem 1.

Dělení průtoků mezi náhonem a korytem Svratky uvažované v modelu Hec-Ras pro současný stav:

Flow Change Location				Profile Names and Flow Rates					
River	Reach	RS	Qa	Q30d	Q90d	Q1	Q5	Q20	Q100
1 Nahon	Nahon	264.69	2	2	2	2	2	2	2
2 Svratka	Svratka	127334.1	0.45	3.81	0.63	27.5	53	88	144.5
3 Svratka	Svratka2	126589.8	2.45	5.81	2.63	29.5	55	90	146.5

Výtok z MVE je dle geodetického zaměření ve výšce 494,07 m n. m (vývěřiště). Sklon náhonu až po soutok se Svratkou je cca 0,3 %. Místo, které je v současnosti dle CEVT náhonem, ale v minulosti bylo korytem řeky Svratky (která dále tekla do v současnosti zaniklého ramene) se z tohoto důvodu v současnosti mírně zvedá. Soutok náhonu a řeky Svratky je v současnosti ve výšce 494,34 m n. m. Mírné zvedání nivelety dna náhonu směrem k soutoku způsobuje mírné vzduť nižších průtoků.

Na základě sestaveného modelu můžeme konstatovat, že koryto Svratky v řešeném úseku je kapacitní na $Q_{30d} - Q_1$. Vyšší průtoky se již rozlévají do nivy, částečně se průtoky Q_1 dostávají do obnovovaného (původního) koryta řeky Svratky a do slepého ramene. Ve výkresové části (výkresy D.2.1 a D.2.2. a situace záplavových čar) jsou znázorněny modelové hladiny stávajícího stavu). Dle informací od obyvatel se ani zvýšené jarní průtoky nedostávají na fotbalové hřiště a ani k nemovitosti č.p. 40, výrazně podmáčené je ale celé území nivy, které je využíváno zejména jako TTP.

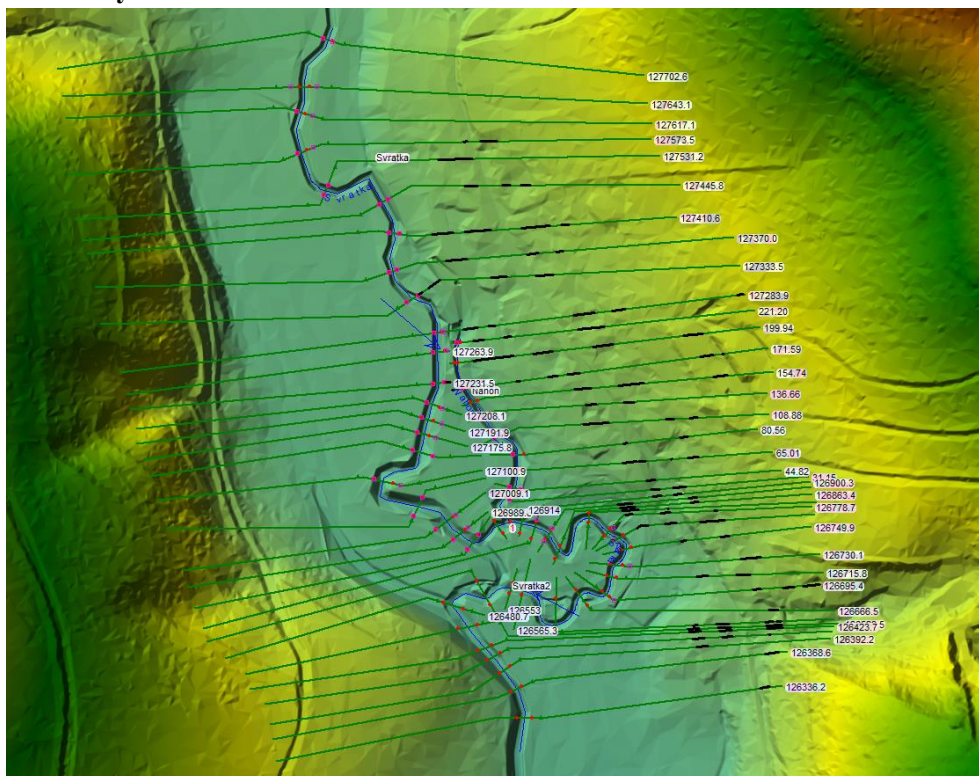
Návrhový stav:

Schéma návrhového terénu s osmi toků a příčnými řezy, soutok je označen červeným číslem 1.

Dělení průtoků mezi náhonem a korytem Svratky uvažované v modelu Hec-Ras pro návrhový stav:

Flow Change Location										
River	Reach	RS	Qa	Q30d	Q90d	Q1	Q5	Q20	Q100	
1 Nahon	Nahon	221.20	2	2	2	2	2	2	2	
2 Svratka	Svratka	127702.6	0.45	3.81	0.63	27.5	53	88	144.5	
3 Svratka	Svratka2	126914	2.45	5.81	2.63	5.81	5.81	5.81	5.81	
4 Svratka	Svratka2	126523.5	2.45	5.81	2.63	29.5	55	90	146.5	

V případě navrhovaného stavu bude v rámci stavby obnovené původní koryto řeky Svratky, čímž nastane prodloužení o cca 377 m.

Trasa obnovovaného koryta je patrná v terénu a respektuje vymezenou parcelu koryta toku. Pro dimenzování dalších parametrů byly použity přírodě blízké úseky Svratky, tj. úseky s minimálním vlivem antropogenního ovlivnění (viz výkres číslo D.4.1). Při realizaci stavby budou parametry koryta upravovány dle nálezu původního dna koryta toku (pevný šterkový podklad), podmínkou ale je dodržení minimální kapacity koryta – Q_{30d} .

Parametry navrhovaného koryta:

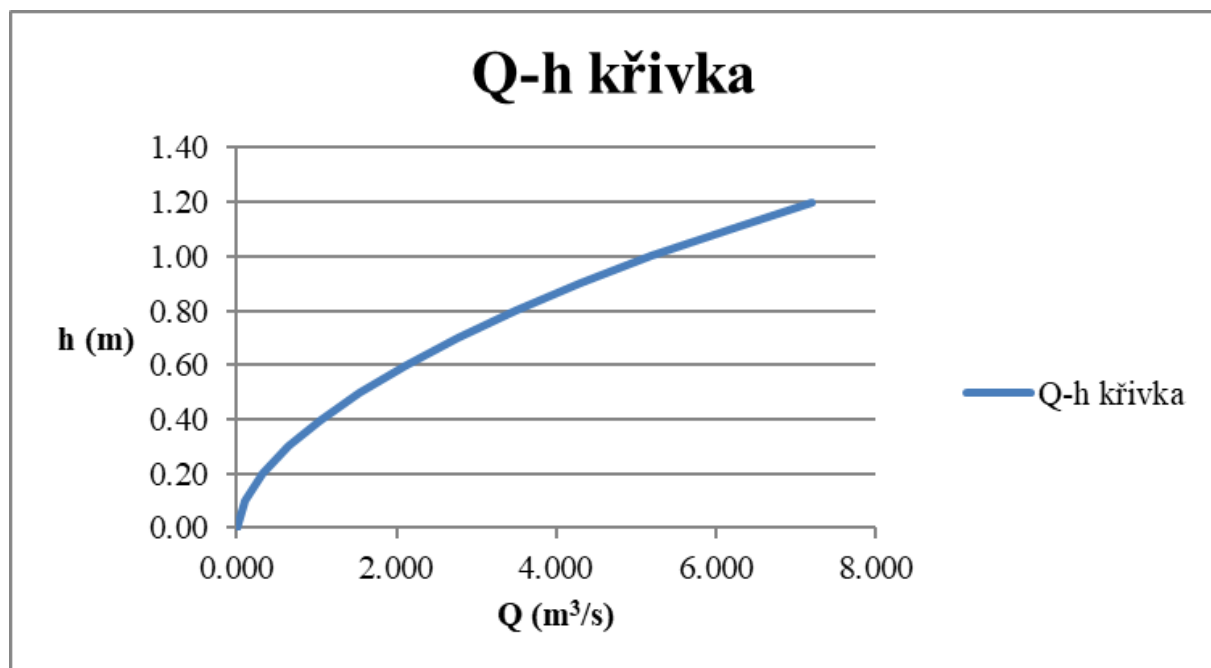
Podélný sklon: 0,1 %
 Šířka ve dně: 4,5 m
 Sklony břehů: 1:1,5 – 1:2

Drsnostní součinitel: 0,03
 Návrhový průtok: $Q_{30d} - Q_I$ (tj. 5,81-29,5 m³/s)
 Minimální hloubka při daných parametrech: 1,1 m

Výpočet průtoků lichoběžníkovým korytem:

b = 4.5 [m]
 I = 0.001 [-]
 n = 0.03 [-]
 m = 1.5 [-]

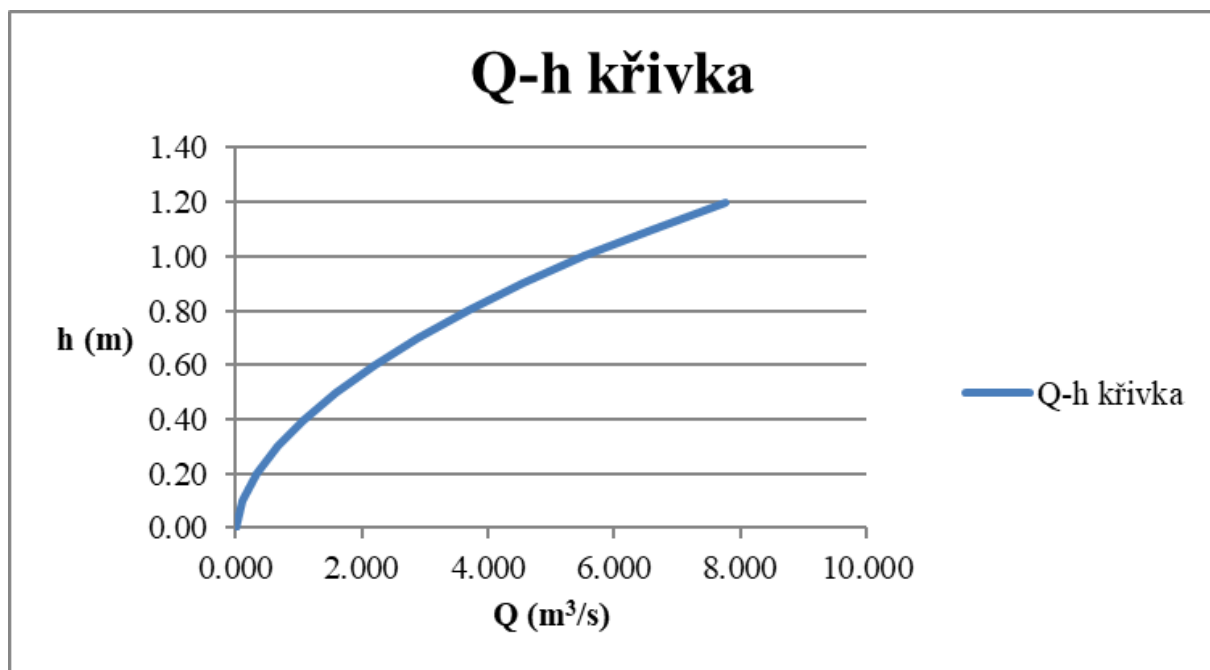
h [m]	Ob [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	n _k	c [m ^{0.5} /s]	v [m/s]	Q [m ³ /s]
0.00	0.000	0.000	4.500	0.000	0.030	0.000	0.000	0.000
0.10	0.180	0.465	4.861	0.096	0.030	22.543	0.220	0.103
0.20	0.361	0.960	5.221	0.184	0.030	25.136	0.341	0.327
0.30	0.541	1.485	5.582	0.266	0.030	26.732	0.436	0.648
0.40	0.721	2.040	5.942	0.343	0.030	27.893	0.517	1.054
0.50	0.901	2.625	6.303	0.416	0.030	28.806	0.588	1.543
0.60	1.082	3.240	6.663	0.486	0.030	29.559	0.652	2.112
0.70	1.262	3.885	7.024	0.553	0.030	30.201	0.710	2.759
0.80	1.442	4.560	7.384	0.618	0.030	30.760	0.764	3.486
0.90	1.622	5.265	7.745	0.680	0.030	31.257	0.815	4.291
1.00	1.803	6.000	8.106	0.740	0.030	31.703	0.863	5.175
1.10	1.983	6.765	8.466	0.799	0.030	32.110	0.908	6.140
1.20	2.163	7.560	8.827	0.856	0.030	32.484	0.951	7.187



Výpočet průtoků lichoběžníkovým korytem:

$b = 4.5$ [m]
 $I = 0.001$ [-]
 $n = 0.03$ [-]
 $m = 2$ [-]

h [m]	Ob [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	n_k	c [m ^{0.5} /s]	v [m/s]	Q [m ³ /s]
0.00	0.000	0.000	4.500	0.000	0.030	0.000	0.000	0.000
0.10	0.224	0.470	4.947	0.095	0.030	22.517	0.219	0.103
0.20	0.447	0.980	5.394	0.182	0.030	25.086	0.338	0.331
0.30	0.671	1.530	5.842	0.262	0.030	26.663	0.432	0.660
0.40	0.894	2.120	6.289	0.337	0.030	27.808	0.511	1.082
0.50	1.118	2.750	6.736	0.408	0.030	28.710	0.580	1.595
0.60	1.342	3.420	7.183	0.476	0.030	29.455	0.643	2.198
0.70	1.565	4.130	7.630	0.541	0.030	30.092	0.700	2.891
0.80	1.789	4.880	8.078	0.604	0.030	30.648	0.753	3.676
0.90	2.012	5.670	8.525	0.665	0.030	31.143	0.803	4.554
1.00	2.236	6.500	8.972	0.724	0.030	31.590	0.850	5.527
1.10	2.460	7.370	9.419	0.782	0.030	31.998	0.895	6.596
1.20	2.683	8.280	9.867	0.839	0.030	32.373	0.938	7.765



Závěr:**Vliv stavby na navrhované protipovodňové opatření v obci:**

Realizace stavby neovlivní negativně navrhované stavby v intravilánu městyse Jimramov. Mírně pozitivní vliv bude mít realizovaná stavba na nižší průtoky (Q_1 - Q_5). Důvodem je prodloužení trasy koryta řeky Svratky, a podpora rozlivů do nivy. Tím nastane zvýšení retenčního prostoru a zpomalení povodňových průtoků nad intravilánem Jimramova. U vyšších průtoků (nad Q_5) se dle zpracovaných modelů rozlévá řeka do celé nivy již v současnosti.

Vliv stavby na MVE:

Dle záplavových čar stanovených Povodím Moravy, s.p. je patrné, že při tomto modelování nebylo uvažováno s vlivem náhonu. Z tohoto důvodu bylo nutné sestavení aktuálního matematického modelu pro zhodnocení vlivu stavby na MVE.

Jak již bylo uvedeno výše, místo, které je v současnosti dle CEVT náhonem, bylo v minulosti korytem řeky Svratky (která dále tekla do v současnosti zaniklého ramene). Tomu odpovídá i sklon tohoto úseku, čímž nastává v současnosti vzduť nižších průtoků. Dle hydrotechnického posouzení má realizace stavby největší vliv právě na tyto nižší průtoky ($Q_a - Q_1$). Pokud porovnáme výšku hladin stávajícího a návrhového modelu v místě budoucího odpojení obnovovaného koryta dostáváme se u průtoku Q_{30d} na zvýšení hladiny o 17 cm. Na druhou stranu v místě profilu pod vývažíštěm MVE je tento rozdíl 5 cm (u průtoků Q_1 jsou to 3 cm). Hodnoty pod 5 cm jsou ale na úrovni chyby matematického modelu.

Při vyšších průtocích (větší než Q_1) jsou návrhové hladiny nižší než u stávajícího stavu, a to z důvodu větších rozlivů do prostoru „břicha“ obnovovaného ramena. V případě těchto průtoků je již ale aktivně zapojeno i stávající koryto řeky Svratky přelivem skrze zasypání. Zasypání koryta je dimenzováno na výšku hladiny mezi hodnotami Q_{30d} a Q_1 , konkrétně kóta přelivné hrany zasypání (nepoužíval bych slovo zasypání) je 495,5 m n.m. Podrobné změny hladin a záplavového území jsou patrné ve výkresové části a v příložené tabulce.

Vliv stavby na nemovitost č.p. 40 a plánovanou výstavbu:

Nemovitost č.p. 40 a ani místo plánované výstavby nad touto nemovitostí nejsou nižšími průtoky ohroženy. Hladina Q_{20} je dle vypracovaného modelu na hraně pozemku, ale k nemovitostem jako takovým se nedostává. Hladina Q_{100} ale tyto nemovitosti mírně ovlivňuje. Hloubka zatopení je zde cca 30 cm. Pro ochranu nemovitostí na Q_{100} by bylo nutné vybudování hrázek o výšce cca 1 m, čímž by se zcela oddělil prostor obnovovaného koryta od nemovitosti č.p. 40. Jelikož dle historických povodní nedosahovala hladina Q_{100} této nemovitosti, není zvýšení ochrany navrhováno. Toto řešení bude ale projednáno v rámci návrhu stavby s dotčenými majiteli.