



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj

Pro vodu,
vzduch a přírodu

B.1.SO 03 TEXTOVÁ ČÁST

Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky

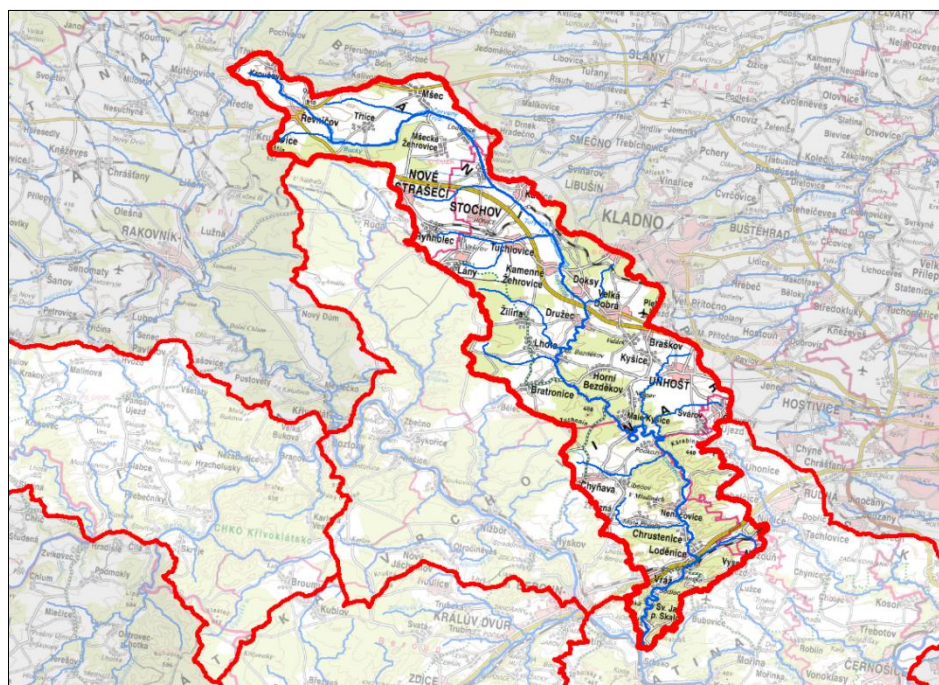
Subpovodí Loděnice

STUPEŇ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE:

Studie

DATUM:

08/2019



STŘEDOČESKÝ KRAJ

Středočeský kraj

SWECO

Sweco Hydroprojekt a.s.
Ústředí Praha
Táborská 31, Praha 4
www.sweco.cz

**Společnost
„SHDP + VRV“**

ČÍSLO ZAKÁZKY: 11-7225-01-02



**Vodohospodářský rozvoj
a výstavba, a.s.**
Nábřeží 4, Praha 5 – Smíchov,
www.vrv.cz

Studie	Návrhová část
Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky	

B.1.SO 03 TEXTOVÁ ČÁST

ÚPLNÝ NÁZEV AKCE (PROJEKTU): Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky		DATUM: 08/2019
PODNÁZEV: Subpovodí Loděnice		STUPEŇ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE: Studie
OBJEDNATEL: Středočeský kraj		ADRESA: Zborovská 11, 150 21, Praha 5
ZHOTOVITEL: Společnost SHDP + VRV Sweco Hydroprojekt a.s. Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.	ADRESA: Táborská 31, 140 16 Praha 4 Nábřeží 4, 150 56 Praha 5 – Smíchov	GENERÁLNÍ ŘEDITEL: Ing. Milan Moravec, Ph.D. Ing. Jan Plechatý
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU: Ing. Libor Sychra	ŘEDITEL DIVIZE: Ing. Petr Matějček	TECHNICKÁ KONTROLA: Ing. Martin Pavel

Zpracovatelem dílčího subpovodí Loděnice je společnost Sweco Hydroprojekt, odpovědnou osobou Ing. Libor Sychra.

Společnost **Sweco Hydroprojekt a.s.** je certifikovaná dle norem **ČSN EN ISO 9001:2009**, **ČSN EN ISO 14001:2005** a **ČSN OHSAS 18001:2008**.

© Sweco Hydroprojekt a.s.

Tato dokumentace včetně všech příloh (s výjimkou dat poskytnutých objednatelem) je duševním vlastnictvím akciové společnosti Sweco Hydroprojekt a.s. Objednatel této dokumentace je oprávněn ji využít k účelům vyplývajícím z uzavřené smlouvy bez jakéhokoliv omezení. Jiné osoby (jak fyzické, tak právnické) nejsou bez předchozího výslovného souhlasu objednatele oprávněny tuto dokumentaci ani její části jakkoli využívat, kopírovat (ani jiným způsobem rozmnožovat) nebo zpřístupnit dalším osobám.

Poznámka: Podpisy zpracovatelů jsou připojeny pouze k výtisku číslo 01 nebo originálu přílohy (matrici).

Studie	Návrhová část
Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky	

OBSAH

strana

B.	Návrhová část.....	7
B.1	Textová část.....	7
B.1.1	SO 03.1 – SN Malé Přílepy (VN 1036).....	8
B.1.1.1	Popis stávajícího stavu vč. fotodokumentace	8
B.1.1.2	Závěry analytické části	8
B.1.1.3	Návrh opatření vč. základních parametrů	9
B.1.1.4	Územní limity	13
B.1.1.5	Souhrnné vyhodnocení posuzovaného profilu	13
B.2	Tabulkové a grafické přílohy	15
B.2.1	SO 03.1 – SN Malé Přílepy (VN 1036).....	15
B.2.1.1	Průběh transformace TPV100 nádrží SO 03.1	15
B.2.1.2	Průběh transformace TPV20 nádrží SO 03.1	15
B.2.1.3	Průběh transformace TPV5 nádrží SO 03.1	16
B.3	Grafická část.....	17

Studie	Návrhová část
Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky	

Seznam tabulek:

<i>Tab. 1: doporučená míra ochrany pro zastavěná a ostatní území dle TNV 75 2103</i>	<i>7</i>
<i>Tab. 2: soupis stavebních objektů (SO) v řešeném subpovodí</i>	<i>7</i>
<i>Tab. 3: hydrologická data v profilu nádrže SO 03.1</i>	<i>8</i>
<i>Tab. 4: základní parametry objektu SO 03.1</i>	<i>10</i>
<i>Tab. 5: základní parametry bezpečnostního přelivu (SO 03.1)</i>	<i>12</i>
<i>Tab. 6: transformace povodňových průtoků (SO 03.1)</i>	<i>13</i>

Studie	Návrhová část
Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky	

Seznam obrázků:

<i>Obr. 1: fotodokumentace profilu nádrže VN Malé Přílepy (VN 1036)</i>	<i>8</i>
<i>Obr. 2: přehledná situace opatření SO 03.1 – dle zadání.....</i>	<i>9</i>
<i>Obr. 3: charakteristiky nádrže SO 03.1 - graf.....</i>	<i>11</i>
<i>Obr. 4: průběh transformace teoretické povodňové vlny (TPV100) nádrží SO 03.1</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 5: průběh transformace teoretické povodňové vlny (TPV20) nádrží SO 03.1</i>	<i>15</i>

Studie	Návrhová část
Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky	

B. NÁVRHOVÁ ČÁST

B.1 TEXTOVÁ ČÁST

V rámci zadání studie jsou dále definována tzv. významná opatření spočívající v možnostech zadržení povodňových událostí pomocí nádrží na přítocích Berounky. Tato opatření jsou dána konkrétními profily z již zpracovaného projektu Strategie a Generelu LAPV.

Navržené nádrže je možné posuzovat samostatně nebo v kombinaci s navazujícími opatřeními v rámci povodí, zpravidla s úpravou vodního toku a protipovodňovou ochranou přímo v místě chráněné zástavby.

V následující tabulce je uvedeno doporučení pro dosažení protipovodňové ochrany dle technické normy TNV 75 2103 Úpravy řek, které stanovuje míru ochrany na základě charakteru chráněného území.

Tab. 1: doporučená míra ochrany pro zastavěná a ostatní území dle TNV 75 2103

Charakter chráněného území	Míra ochrany
Historická centra měst, historická zástavba, provozy používající při výrobě nebezpečné látky	Q ₁₀₀
Souvislá zástavba, průmyslové areály, významné liniové stavby a objekty	Q ₅₀
Rozptýlená bytová a průmyslová zástavba a souvislá chatová zástavba	Q ₂₀
Plochy s významnými stavbami infrastruktury (dálnice, vodní zdroje, významné produktovody, ČOV,...)	Q ₅₀ – Q ₁₀₀

Obecný popis postupu prací při návrhu (posouzení) významných vodních nádrží v povodí bodů je součástí přílohy B.1 Technická zpráva.

V subpovodí Loděnice je definováno jediné významné protipovodňové opatření, které představuje profil vodní nádrže na Přílepském potoce. Této nádrži bylo přiřazeno označení stavebního podobjektu SO 03.1.

Tab. 2: soupis stavebních objektů (SO) v řešeném subpovodí

Stavební objekt	Název opatření	Dotčená obec	ORP
SO 03.1	SN Malé Přílepy (dle zadání VN_1036)	Chrštenice, Chyňava	Beroun

B.1.1 SO 03.1 – SN MALÉ PŘÍLEPY (VN 1036)

B.1.1.1 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU VČ. FOTODOKUMENTACE

Profil navrhované vodní nádrže s označením VN 1036 (z projektu Strategie) se nachází na Přílepském potoce v ř. km cca 2,1 (nad chatovou osadou Teplá stráž). Potok v tomto úseku prochází lesní tratí, na levém břehu na les navazují travnaté porosty. Široké koryto toku má tvar lichoběžníku, na několika místech se nachází masivní kamenné stupně s vývažisti a opevněnými břehy. Běžné průtoky se často v širokém korytě ztrácí.

Na levém břehu navrhované zátopy se nachází pramen Barevná voda, ze kterého vyvěrá nepoživatelná kyselá voda zřejmě ze železitých a uhelných vrstev.



pohled na koryto Přílepského potoka v lesní trati



kamenný stupeň na Přílepském potoce (pod navrhovaným profilem hráze)

Obr. 1: fotodokumentace profilu nádrže VN Malé Přílepy (VN 1036)

V profilu nádrže byla zajištěna hydrologická data ČHMÚ, konkrétně teoretická povodňová vlna (TPV) pro průtok Q_{100} . Plocha přispívajícího povodí je 5,432 km² a průměrný roční průtok $Q_a=0,0125$ m³/s.

Tab. 3: hydrologická data v profilu nádrže SO 03.1

Hydrologická data	Q_5	Q_{20}	Q_{100}
Průtok Q [m ³ /s]	5,5	8,3	12,1
Objem TPV [m ³]	115 500	174 000	254 000

Poznámka: údaje pro průtoky Q_5 a Q_{20} v profilu plánované nádrže byly odvozeny z dat ČHMÚ pro průtok Q_{100} v profilu nádrže a dat ČHMÚ při ústí Přílepského potoka do Loděnice.

B.1.1.2 ZÁVĚRY ANALYTICKÉ ČÁSTI

Z písemného vyjádření zástupců obce Chrastenice vyplývá, že potíže při přívalových srážkách se vyskytují i podél Přílepského potoka a obec proto žádá o zvýšení retenčních kapacit nad obcí.

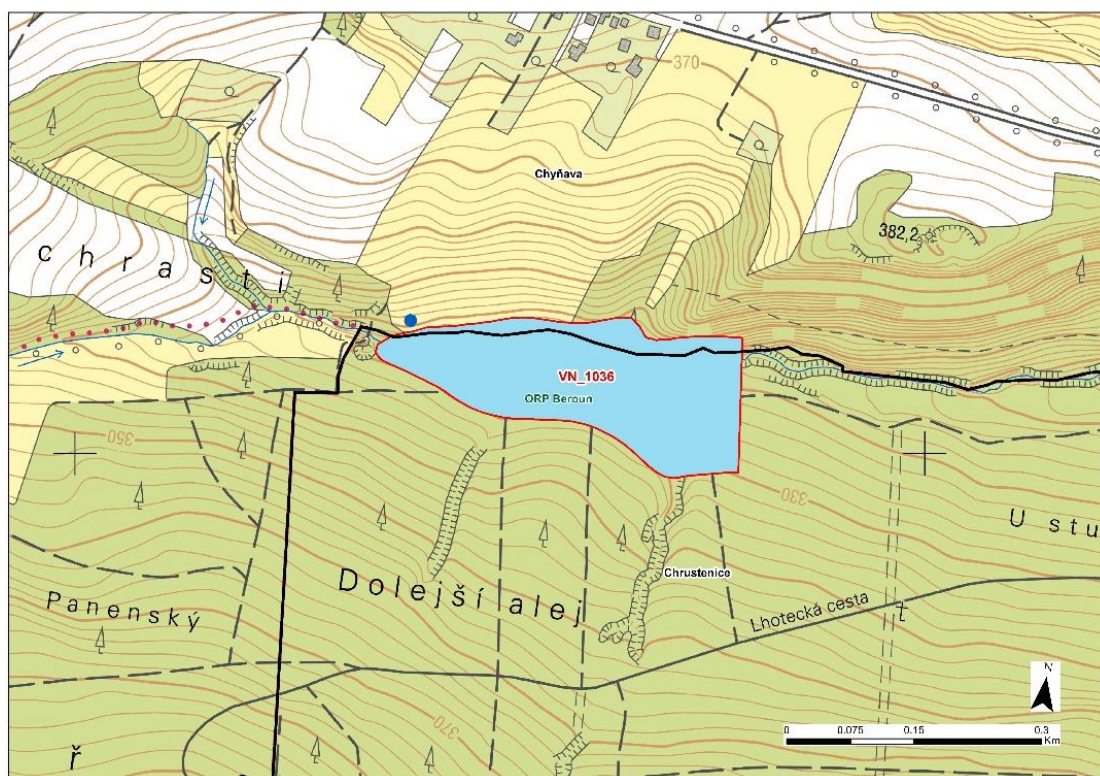
Dle údajů Státního pozemkového úřadu se nepřipravuje na území KB zpracování KPÚ.

B.1.1.3 NÁVRH OPATŘENÍ VČ. ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ

Popis navrhovaného opatření

V projektu „Strategie ochrany před povodňovými vlivy...“ byl vytipován profil nádrže řešený v rámci tohoto stavebního objektu. Pro profil byla objednána příslušná hydrologická data (TPV). Posouzení vhodnosti a efektivity sledovaného profilu je předmětem návrhové části studie.

Vzhledem k tomu, že pod profilem navrhované nádrže je stávající zástavba (chatová osada, kemp) ohrožena jen minimálně, lze uvažovat o významném podílu objemu stálého nadržení v rámci této nádrže. Nicméně v této fázi studie je nádrž navrhována jako suchá s převažující funkcí protipovodňové ochrany (i s přesahem na hlavní vodní tok, do kterého se Přílepský potok vlévá, tedy Loděnici).



Obr. 2: přehledná situace opatření SO 03.1 – dle zadání

Těleso hráze

Vzdouvací prvek je tvořen sypanou homogenní zemní hrází. Jedná se o nejpoužívanější a bezpečný typ hráze malých vodních nádrží včetně suchých nádrží. Kóta koruny hráze šířky 4,0 m je navržena v úrovni 327,20 m n. m. (maximální výška). Sklony svahů jsou závislé na použitém materiálu hráze. V této fázi projektové přípravy je uvažováno s nepříznivým materiálem, kdy je návodní svah navržen v maximálním sklonu 1:3,7 a sklon vzdušného svahu je 1:2,2. Lze však předpokládat, že dojde k jejich snížení. Délka hráze vychází na cca 131 m.

Celková výška tělesa hráze nad stávajícím terénem na návodní straně je 13,5 m. Vzhledem k tomu, že v navrhovaném místě nebyly zjištěny žádné omezující limity pro návrh hráze, je v podrobnosti této studie uvažována tato maximalistická varianta.

Studie	Návrhová část
Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky	

Tab. 4: základní parametry objektu SO 03.1

ID opatření	Typ opatření	Stav objektu	Max. plocha [tis. m ²]	Max. objem [tis. m ³]	Max. výška hráze [m]
SO 03.1	SN	Návrh	32,1	112,0	13,5

Varianta TPV 20

Kóta koruny hráze je navržena v úrovni 334,93 m n. m. Celková výška tělesa hráze nad stávajícím terénem na návodní straně je tedy 11,23 m. Tedy o cca 2,3 metrů nižší než při TPV100.

Varianta TPV 5

Transformace pro TPV5 nebyla počítána, protože uvažovaný neškodný odtok je téměř roven právě průtoku Q_5 (viz dále v textu). Nádrží by tedy teoretická vlna odpovídající tomuto průtoku prošla netransformovaná.

Prostor zátopy

Charakter opatření v zátopě navrhované nádrže je dán jejím stávajícím využitím. Téměř celá plocha zátopy se nachází na lesní půdě a je tedy nezbytné uvažovat s poměrně velkoplošným kácením dřevin na pozemcích lesa.

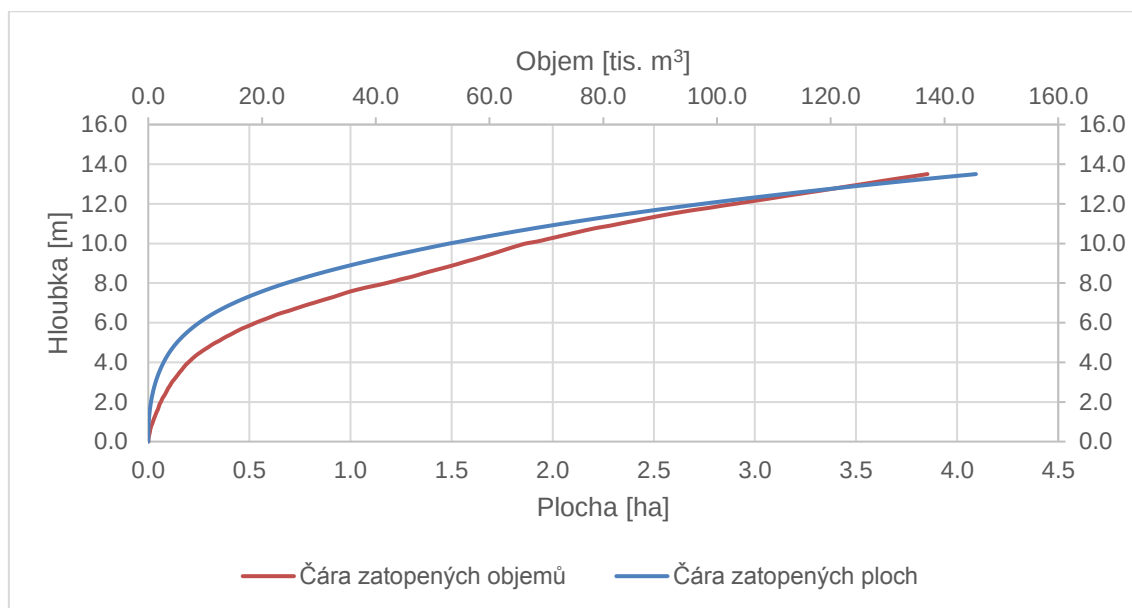
Vodní tok v zátopě má charakter lesního toku v sevřeném údolí a nepředpokládá se jeho významná úprava (revitalizace).

V této fázi projektové přípravy se uvažuje s více účelovou nádrží, která bude mít určitý objem stálého nadržení. Na této ploše bude kácení lesních dřevin nezbytné. Zbývající část plochy uvažované zátopy bude zatápěna jen periodicky a část dřevin lze po jejím obvodě, po předchozím odborném posouzení, zachovat.

V této části zátopy mohou být navrženy tůňe, jejichž výsledné umístění a velikost může být upravena v závislosti na místních podmínkách. Dle doporučené literatury (např. ZAVADIL, Vít, Jiří SÁDLO a Jiří VOJAR, ed. Biotopy našich obojživelníků a jejich management: metodika AOPK ČR. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2011. ISBN 978-80-87457-18-4.) lze uvažovat s hloubkou tůň 0,5 až 1,0 m.

Dále jsou uvedeny charakteristické čáry navrhované nádrže při uvažované maximální variantě s prostorem zátopy, který je schopen pojmout celý objem povodňové vlny při Q_{100} .

Studie	Návrhová část
Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky	



Obr. 3: charakteristiky nádrže SO 03.1 - graf

Tab. 1: charakteristiky nádrže SO 03.1 - tabulka

Hloubka [m]	Nadm. výška [m n.m.]	Plocha [m²]	Objem [m³]
0.0	313.7	0	0
0.5	314.2	81	16
1.0	314.7	230	86
1.5	315.2	418	238
2.0	315.7	623	480
2.5	316.2	889	825
3.0	316.7	1174	1292
3.5	317.2	1553	1910
4.0	317.7	1986	2701
4.5	318.2	2574	3716
5.0	318.7	3339	5045
5.5	319.2	4244	6772
6.0	319.7	5325	8947
6.5	320.2	6613	11683
7.0	320.7	8179	15107
7.5	321.2	9750	19278
8.0	321.7	11770	24260
8.5	322.2	13631	30212
9.0	322.7	15428	37019
9.5	323.2	17080	44650
10.0	323.7	18676	53020

Studie	Návrhová část
Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky	

Hloubka [m]	Nadm. výška [m n.m.]	Plocha [m ²]	Objem [m ³]
10.5	324.2	20929	62444
11.0	324.7	23327	72875
11.5	325.2	25873	84471
12.0	325.7	29018	97459
12.5	326.2	32164	111956
13.0	326.7	35353	127980
13.5	327.2	38530	145528

Bezpečnostní přeliv

S ohledem na charakter vodního díla a navazujícího území dále po toku se předpokládá, že vodní nádrž bude dle technicko-bezpečnostního dohledu nad vodními díly spadat do IV. kategorie. Nicméně bez řádně provedené kategorizace se jedná pouze o předpoklad, který je pro podrobnost této studie dostačující. Nelze vyloučit vyšší požadovanou bezpečnost vodního díla.

Bezpečnostní přeliv je tedy dle ČSN 75 2340 dimenzován na převedení průtoku s dobou opakování sto let (dále jen Q_{100}). Návrhové parametry bezpečnostního přelivu jsou zvoleny tak, aby v případě krizové varianty (ucpání nátoky do spodní výpusti) nedošlo při transformaci TPV100 k překročení maximální hladiny. Kóta přelivné hrany je zvolena na úrovni 325,70 m n. m. Předpokládá se maximální výška přepadového paprsku 0,5 m.

Tab. 5: základní parametry bezpečnostního přelivu (SO 03.1)

ID opatření	Délka bezp. přelivu [m]	Výška přep. paprsku [m]	Kapacita bezp. přelivu [m ³ /s]
SO 03.1	15,2	0,5	12,1

Při návrhu bezpečnostního přelivu byly provedeny následující výpočty:

Kapacita přelivu vypočtena dle vztahu $Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$

kde Q ... průtočné množství [m³/s],

m ... součinitel přepadu ($m=0,50$); dle Kramera pro půlkruhovou přepadovou hranu ($r=0,3$ m),

b ... šířka přelivu [m],

h ... je přepadová výška [m]

Spodní výpust

Vodní dílo bude opatřeno spodní výpustí, která umožní automatické převádění běžných průtoků. Kapacita spodní výpusti se navrhuje na základě požadavků na transformaci povodňových průtoků v zastavěných oblastech pod vodním dílem.

Vzhledem k tomu, že pro vodní tok Přílepský potok byl posouzen stávající stav hydraulickým modelem, lze celkem přesně stanovit parametry neškodného odtoku pod navrhovanou nádrží. Přílepský potok pod nádrží protéká chatovou osadou dostatečně kapacitním korytem i pro průtok Q_5 a vyšší. Podél kempu před zaústěním do Loděnice je sice kapacita koryta nižší, předpokládá se ale výhledová realizace pravobřežní hrázky podél areálu. Z uvedených důvodů byl jako neškodný odtok stanoven průtok blízký se průtokem Q_5 , kterému odpovídá spodní výpust o průměru DN 700. Jedná se o průtok cca 4,5 m³/s.

Přesné konstrukční řešení spodní výpusti bude zpracováno v dalším stupni projektové dokumentace na základě podrobných výpočtů, upřesnění neškodného odtoku pod objektem hráze a zvoleném typu funkčních objektů.

Studie	Návrhová část
Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky	

Transformace povodňových průtoků

Pro výpočet účinnosti navržené suché nádrže byly použity stanovené základní hydrologické údaje a vypočtené průběhy teoretických povodňových vln (TPV) s dobou opakování $N = 5, 20$ a 100 let. Transformační efekt nádrže je uveden v následující tabulce.

Tab. 6: transformace povodňových průtoků (SO 03.1)

Průtok Q_5			Průtok Q_{20}			Průtok Q_{100}		
Stav [m ³ /s]	Návrh [m ³ /s]	Transf. [%]	Stav [m ³ /s]	Návrh [m ³ /s]	Transf. [%]	Stav [m ³ /s]	Návrh [m ³ /s]	Transf. [%]
5,5	4,0	82	8,3	4,1	50	12,1	4,5	37

Poznámka: podrobnější popis průběhů transformací TPV je uveden v kapitole B.2 Tabulkové a grafické přílohy

Posuzovaný profil nádrže je schopen zcela zachytit povodňovou vlnu TPV100 při maximální hloubce vody v nádrži 12 m, což odpovídá kótě $325,70$ m n. m.

Povodňová vlna TPV20 bude zachycena na kótě $323,43$, která odpovídá hloubce vody v nádrži na úrovni $9,7$ m nad jejím dnem.

Transformace povodňové vlny při průtoku 5-leté vody nebyla podrobně stanovena, protože návrhová kapacita spodní výpusti se blíží právě této hodnotě a průtok Q_5 lze na základě výše uvedeného označit za neškodný.

B.1.1.4 ÚZEMNÍ LIMITY

Profil nádrže nezasahuje do stávající technické infrastruktury.

Zátopa hraničí s poddolovaným územím (železné rudy a černé uhlí). Na levém břehu navrhované zátopy se nachází pramen Barevná voda, ze kterého vyvěrá nepoživatelná kyselá voda zřejmě ze železitých a uhelných vrstev.

Zátopa okrajově zasahuje do regionálního biokoridoru, který se nachází v lesním porostu na pravém břehu toku. Největší zásah do okolí představuje právě lesní komplex a nezbytné kácení dřevin na pozemcích určených k plnění funkce lesa.

B.1.1.5 SOUHRNNÉ VYHODNOCENÍ POSUZOVANÉHO PROFILU

Jedná se o vhodný profil nádrže, který je při navrhovaných parametrech schopen zachytit až celý objem TPV100. Vzhledem k tomu, že na toku pod profilem navrhované nádrže nedochází k významnému ohrožení zástavby, které by bylo nutné řešit právě návrhem suché nádrže, je teoreticky možné o jejím dalším způsobu případného podrobného rozpracování uvažovat ve dvou základních variantách.

První možností je uvažovat s nižším transformačním účinkem (snížení koruny hráze, vyšší neškodný odtok pod hrází). Navrhovaná hráz bude menší výšky než při současném řešení úplného zachycení TPV100. Druhou možností je navržení nádrže jako více účelové s určitým podílem objemu stálého nadržení.

Obecně lze tento profil nádrže vyhodnotit jako vhodný k realizaci. Jako potenciální omezení lze zopakovat zejména zásah do lesního území a s tím spojené nezbytné kácení. Zda bude navrhovaná nádrž dále sledována ve variantě suché nebo více účelové vodní nádrže, bude otázkou dalších stupňů předprojektové a projektové přípravy.

Každý potenciální retenční objem v ploše povodí Loděnice by měl být důsledně sledován. Je vhodné dále upozornit na skutečnost, že realizací nádrže může také dojít k negativnímu

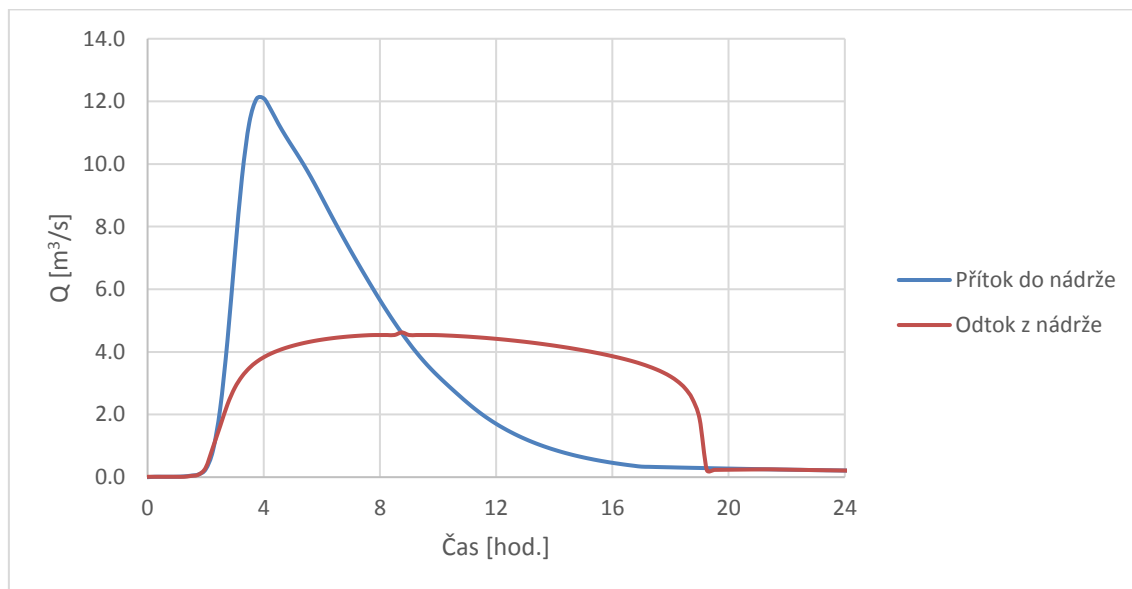
Studie	Návrhová část
Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky	

pozdržení povodňové vlny z povodí Přílepského potoka a zhoršení jejího souběhu s povodňovou vlnou na Loděnici. Tato možnost musí být dále důsledně posuzována.

B.2 TABULKOVÉ A GRAFICKÉ PŘÍLOHY

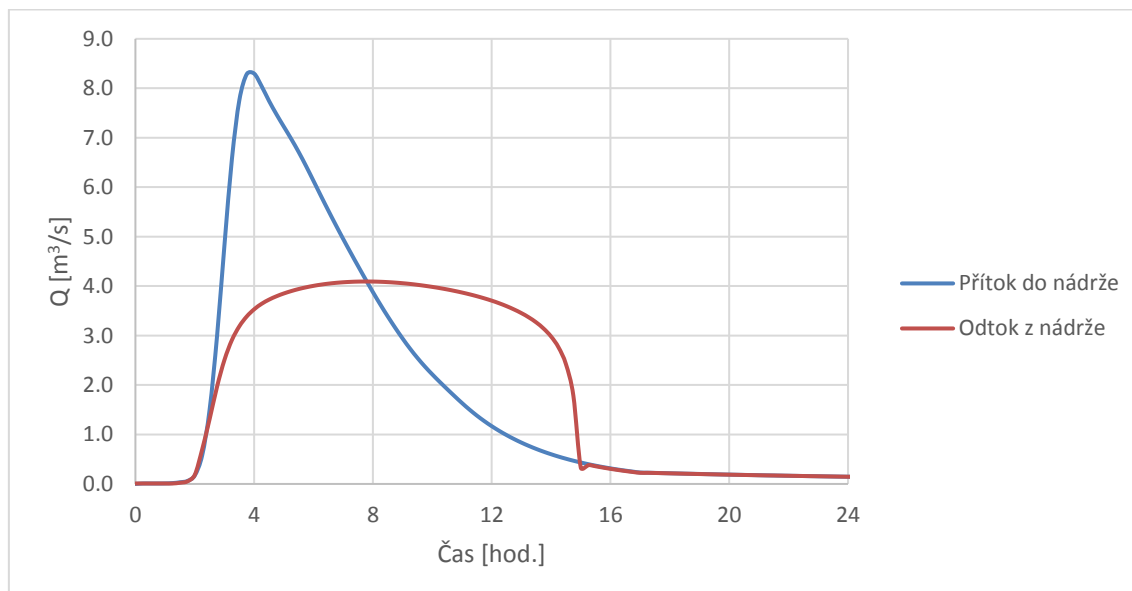
B.2.1 SO 03.1 – SN MALÉ PŘÍLEPY (VN 1036)

B.2.1.1 PRŮBĚH TRANSFORMACE TPV100 NÁDRŽÍ SO 03.1



Obr. 4: průběh transformace teoretické povodňové vlny (TPV100) nádrží SO 03.1

B.2.1.2 PRŮBĚH TRANSFORMACE TPV20 NÁDRŽÍ SO 03.1



Obr. 5: průběh transformace teoretické povodňové vlny (TPV20) nádrží SO 03.1

Studie	Návrhová část
Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky	

B.2.1.3 PRŮBĚH TRANSFORMACE TPV5 NÁDRŽÍ SO 03.1

Vzhledem k tomu, že navrhovaná kapacita spodní výpusti se blíží právě 5-letému průtoku, nebyla transformace TPV5 počítána – není relevantní.

Studie	Návrhová část
Studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření v povodí vodního toku Berounky	

B.3 GRAFICKÁ ČÁST

Grafická část je členěna dle dílčích lokalit (SO) a členění příloh vychází z požadavků na projektovou dokumentaci dle struktury OPŽP:

- **SO 03.1 – SN Malé Přílepy (VN 1036)**
 - B.3.SO 03.1.1 Podrobná situace SN Malé Přílepy
 - B.3.SO 03.1.2 Podélný profil zátopou SN Malé Přílepy
 - B.3.SO 03.1.3 Příčný profil tělesem hráze SN Malé Přílepy
 - B.3.SO 03.1.4 Údolnicový profil zátopou SN Malé Přílepy