

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE



FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍHO
MODELOVÁNÍ**

ÚZEMNÍ TECHNICKÁ A SPRÁVNÍ SLUŽBA - LITVÍNOV

Protipovodňová opatření na povodí vodního toku Bystřice

Flood control of Bystřice basin

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Radek Roub, Ph.D.

Bakalant: Marcela Zemanová

2011



Zadání bakalářské práce

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra: Vodního hospodářství
a environmentálního modelování

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: Marcelu Zemanovou

obor: DUTSS - Litvínov

Název tématu: Protipovodňová opatření na povodí vodního toku Bystřice

Název tématu v anglickém jazyce: Flood control of Bystřice basin

Zásady pro vypracování:

- Úvod
- Základní hydrologické charakteristiky
- Poměry na vodním toku
- Protipovodňová opatření
- Mapy
- Závěr

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: cca 30 stran

Seznam odborné literatury:

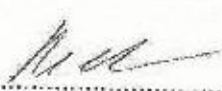
prof. Ing. František Hrádek, DrSc., Ing. Petr Kuřík, Ph.D., 2008 : Hydrologie
Prof. Ing. Pavel Kovář, DrSc., Ing. František Křovák, CSc., 1998 : Hrazení bystřin
Karel Marhoun, Helena Zbořilová, 1998 : Úpravy toků a ochrana přírody
Ing. Macoun Zdeněk, 2002 : Průzkum a vyhodnocení stavu toků a povodí po povodni 12.-
13.8.2002

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Radek Roub, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: 18.5.2010

Termín odevzdání bakalářské práce: 30.4.2011


.....
Vedoucí katedry




.....
Děkan

V Praze dne 21.5.2010

Prohlášení: Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením vedoucího práce pana Ing. Radka Rouba, Ph.D. Další informace mi poskytli pan Stejskal a Ing. Velvarký z Povodí Ohře, s.p. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

V Praze 29 .4. 2011

Marcela Zemanová

Poděkování:

Ráda bych poděkovala všem, kteří se společně se mnou podíleli přímo či nepřímo na vzniku bakalářské práce, poskytli mi podklady a jiné cenné odborné informace. Především děkuji vedoucímu bakalářské práce, Ing. Radkovi Roubovi, Ph.D., za odborné vedení, ochotu a vstřícnost.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá protipovodňovými opatřeními na vodním toku a jejich podrobným rozdělením na jednotlivé druhy. Popisuje charakteristiku vodního toku Bystřice, přírodní poměry, vegetační kryt povodí. Sleduje všeobecně druhy povodňových opatření a jejich důležitost pro správný režim toku. Cílem práce je vyhodnocení revitalizace povodí po povodních. V roce 2002 bylo koryto toku celé zničeno, byly strženy břehy i mosty a v únoru 2004, kdy byl průtok vody vyšší než Q_{100} , došlo k ještě většímu poškození koryta toku. Bakalářská práce sleduje část stavby provedené na vodním toku Bystřice, kdy byly provedeny opravy opevnění břehů a stabilizace nivelety dna. Na toku byly vystavěny retenční a konsolidační přehrážky, které by měly zastavit transport splavenin a dále je akumulovat. Dále by měly stabilizovat koryto Bystřice tak, aby nedocházelo k jeho prohlubování a narušování břehů při větších průtocích. Byly vystavěny stabilizační pásy, stupně, prahy, skluzy, spadiště, brod a různé druhy opevnění břehů. Opatřeními proti dalším povodním, která byla na toku vybudována, jsou odstraněny vzniklé povodňové škody. V práci jsou provedeny výpočty, které posuzují profily koryta toku a stabilitu dna, a určují minimální hrubost zrna. Ta je nutná při rekonstrukci koryta, aby nedošlo, při vyšších průtocích, k opětovnému vyplavení a následnému poškození koryta. Dále je zde počítán maximální odtok z povodí na základě teorie procesu svahového odtoku.

Klíčová slova:

Povodeň, povodí, bystřina, splaveniny, odtok.

Abstract

The Bachelor thesis deals with flood control at a watercourse and its detailed division into individual kinds. The work describes characteristics of the watercourse of river Bystřice, natural situation there and its vegetation cover. The author focuses on general characteristics of flood control devices and their importance within a faultless run of the river. The aim of the thesis is to evaluate the process of revitalisation of the river basin after floods. During the flood in 2002 the stream bed was completely destroyed, the riverbanks and the bridges were swept away and in February 2004, when the watercourse was higher than Q_{100} , the damage was even worse, the stream bed was completely destroyed. The thesis follows part of the

building works that were performed during the repair works. These works included fastening of the river banks and stabilisation of the vertical alignment of the river basin. Retention and consolidatory barriers were built at the river in order to block the transporting of the bed-load and their accumulation. The newly built barriers shall also stabilise the river basin so that it won't deepen and the banks won't be affected during the large flowage. In addition, stabilisation bands, stairs, sole pieces, overlaps, stilling basins and a ford were built, together with different kinds of banks' fastening. All remedy works aimed at flood preventing led to full elimination of damage caused by the above mentioned floods. The Bachelor work includes calculations which view profiles of the river bed and stability of the river ground and they determine minimal roughness of the grain. Th data is necessary for good quality reconstruction works in order to prevent repeated egestion and water –bed damage during large flowage. Next calculation included in the work is the maximum outlet from the watershed based upon the theory of the inclined gauge process.

Keywords: Flood, river, stream, sediments, drain.

OBSAH

Prohlášení:.....	4
Poděkování:.....	5
Abstrakt.....	6
Klíčová slova:	6
Abstract.....	6
OBSAH.....	8
1. Úvod.....	10
2. Cíl práce.....	11
3. Metodika.....	11
4. Charakteristika vodního toku Bystřice.....	12
4.1 Hydrografická síť Bystřice.....	12
5. Přírodní poměry na vodním toku Bystřice.....	12
5.1 Přírodní poměry.....	12
5.2 Geologické poměry.....	13
5.3 Pedologické poměry.....	14
5.4 Morfolofické poměry.....	14
5.5 Klimatické poměry.....	14
5.6 Vegetační kryt.....	15
5.7 Závěry k přírodním poměrům.....	15
6. Mapy.....	16
7. Protipovodňová opatření na vodním toku.....	16
7.1 Splaveniny.....	16
7.1.1 Druhy a vlastnosti splavenin.....	17
7.1.2 Splaveninový režim.....	18
7.1.3 Hydrotechnické výpočty:	19
7.1.4 Závěr.....	22
7.2 Rašeliniště.....	23
7.2.1 Rašeliniště všeobecně.....	23
7.2.2 Cínovecké rašeliniště.....	23
7.3 Hrazení bystřin.....	25
7.3.1 Příčné objekty.....	27
7.3.2 Spádové objekty upravující podélný sklon dna.....	28
7.3.3 Soustředňovací a usměrňovací objekty.....	29

7.3.4	Ostatní objekty	30
8.	Stavby po povodních na toku Bystřice	30
8.1	Úvod.....	30
8.2	Dubská Bystřice – 4. stavba ř. km 16,010 – 18,770(mapa č. 3).....	31
8.2.1	Základní údaje charakterizující stavbu.....	31
8.2.2	Místo stavby.....	31
8.2.3	Charakteristika území a toku.....	31
8.2.4	Odtokové poměry.....	32
8.2.5	Splaveninový režim toku	32
8.2.6	Současný stav toku.....	32
8.2.7	Koncepce technického řešení.....	33
8.2.8	Vliv stavby na životní prostředí	34
9.	Výsledky	35
9.1	Odtokové poměry.....	35
9.2	Řešení maximálního odtoku z povodí, schematizovaného více modelovými povodími	36
10.	Diskuse.....	39
11.	Závěr	40
12.	Přehled literatury a použitých zdrojů	41
12.1	Knihy.....	41
12.2	Zákony	42
12.3	Internetový zdroj.....	42
13.	Přílohy.....	43

1. Úvod

Povodeň je přírodní katastrofa, která vzniká vylitím vody z koryta řeky nebo vodní nádrže. Liší se od záplavy, s níž se často zaměňuje. Záplavou je například proud vody způsobený náhlým přívalovým deštěm. V mírném páse se ničivé záplavy téměř nevyskytují, častější jsou právě povodně. V drtivé většině vznikají kvůli nadměrnému množství srážek, které koryta nestačí pojmout a voda se vylije mimo ně. Dalším důvodem může být na jaře rychlé tání sněhu, který stéká z hor a systém vodu nestačí odvádět. Tání je rizikovější, pokud je doprovázeno trvalými dešti. V mírném podnebí vznikají povodně víceméně nepravidelně a nedají se předvídat.

Na České území přichází velká voda nepravidelně, menší katastrofy se odehrávají v rozestupech let, větší pak v delších intervalech. Voda hrozí především v místech, kde řeka protéká plochou krajinou. Vylévá se do okolí, pokud je zastavěno, vznikají velké škody.

Stav vody v řekách monitorují hydrologové, pokud se hladina a tedy i průtok zvýší, vyhlásují v Česku stupně povodňové aktivity.

Povodně jsou v Česku v současnosti ničivější, než bývaly v minulosti. Tehdy se s nimi více počítalo. Ve 20. století se rozšířila zástavba a na místech, kde dříve bývala pole, jsou nyní vesnice. Lidé jsou při každé povodni vyděšeni a překvapeni, že voda přišla - leckdy už poněkolkáté za posledních deset let. (Novinky.cz)

Na samém vrcholu Krušných hor, nedaleko obce Cínovec, vytéká z Cínoveckého rašeliniště horská bystřina jménem Bystřice. Pramení pod golfovým hřištěm na Cínovci, protéká Dubím, dále okolo Novosedlic, na okraji Teplíc se vlévá do podzemí až na konec Teplíc-Prosetice, protéká obcí Bystřany a u obce Kozlíky se vlévá do řeky Bíliny. Od hranic je to prudký podhorský potok, který své vody sbírá v lesích Krušných hor.

Vodní tok Bystřice v historii překvapil ničivou povodní obyvatele Dubí i Teplíc již v červenci roku 1897, kdy škody dosáhly nesmírného rozsahu od zničeného nádraží v Dubí až po zničenou lázeňskou část Teplíc. Úhrn srážek byl stanoven stanicí na Cínovci hodnotou 246,4mm. V srpnu roku 2002 vyvolaly přívalové deště na vrcholcích Krušných hor další katastrofální povodeň. Úhrn srážek podle stejné stanice byl 354mm. Přestože srážky byly vyšší než v historii, přesto došlo v porovnání s rokem 1897 k výrazně nižším škodám v údolnici Bystřice. Rozhodující roli na zmírnění škod mělo zahrazení Bystřice ve 30. letech minulého století. Společně oběma povodněmi byl vysoký transport splavenin. Tím vznikl úkol zastavit transport sunutých splavenin nad obcí Dubí a stabilizovat erozní úseky v místě

vzniku. Dále pak svést čisté přívalové vody bez splavenin do údolí a zajistit stabilitu opevnění koryta Bystřice za extrémních průtoků. Od roku 2002 se provádějí rozsáhlé úpravy v povodí Bystřice, které budou mít v příštích letech velký vliv na zvládnání kritických situací.

2. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce, která má formu literární rešerše, je sledování konečné fáze technické revitalizace povodí vodního toku Bystřice. Celá revitalizace byla rozdělena do několika staveb (9), které řešily zastavení transportu sunutých splavenin a stabilizaci erozních úseků a dále pak stabilitu koryta toku za zvýšených až extrémních průtoků. V práci jsou nejprve rozepsána protipovodňová opatření všeobecně a posléze je popisována 4. stavba ř. km. 16,010 – 18,770. Popsat práce na toku v celém povodí není možné vzhledem k rozsáhlým úpravám, které byly na toku provedeny.

Znalost prostředí a získané údaje poslouží ke zhodnocení provedených prací, jejich náročnosti díky terénu a doby, po kterou technická revitalizace trvala.

Technické revitalizace jsou stavebně technické úpravy vedoucí k vytvoření koryta vodního toku, které je oproti obvyklému upravenému korytu členitější. Revitalizační koryto má zpravidla menší kapacitu a je méně zahloubené. (Just a kol., 2005)

3. Metodika

K vlastnímu zpracování práce jsem nejprve prošla řešený úsek 4. stavby na povodí Bystřice. Seznámila jsem se s prostředím, ve kterém se tok nachází, vyfotila jsem provedené úpravy a podrobně si zaznamenala pravý i levý břeh. Navštívila jsem Povodí Ohře, s. p., abych získala údaje daného prostředí, informace k provedené stavbě a podklady k historickým povodním na vodním toku. Z literatury jsem vypracovala podrobný přehled možných úprav, který je teoretickým přiblížením problematiky na tocích a je součástí mé práce. Na teoretickou část navazuje konkrétní řešení stavby, výpočty stability dna, použité materiály aj. Dále jsem provedla výpočty maximálního odtoku z povodí na základě polygonové metody pro odvození průměrné výšky srážek na povodí. Tyto výpočty jsem provedla v programu pro maximální odtok z povodí, který jsem získala od Ing. Radka Rouba, Ph.D. Jako přílohy jsem použila historické fotky, vlastní fotky vodního toku a provedených úprav, tabulku s přesným určením veškerých staveb.

4. Charakteristika vodního toku Bystřice

Prameniště: Zadní Cínovec

Hydrologické číslo povodí: 1-14-01-077

Správce vodního toku: Povodí Ohře, s. p., Bezručova 4219, 43003, Chomutov

Povodí se nachází v katastrálním území Dubí u Teplic, Košťany, Cínovec a Běhánky. Bystřice pramení v lesích jihozápadně od Cínovce v nadmořské výšce 860m. Je dlouhá 18,4m a její plocha povodí činí 70,9m².(Ing. Macoun, CSc., 2002)

Pravé přítoky	km
Skalní potok	1,5
Medvědí brloh	0,45
Liščí potok	2,07
Levé přítoky	km
Nerudův potok	12,12
Bobový potok	1,9

Tabulka č. 1: Přítoky Bystřice

4.1 Hydrografická síť Bystřice

Celková délka vodopisné sítě včetně délek odvodňovacích příkopů byla zjištěna z mapy 1 : 10 000.

V celém povodí Bystřice je 40,48 km vodotečí a hustota sítě je 2,34 km/km².

V povodí Bystřice a jejích přítoků bez Nerudova potoka je 29,64 km vodotečí a hustota sítě je 2,55 km/km².

V povodí Nerudova potoka je délka vodních toků a odvodňovacích příkopů 10,84 km. Hustota sítě je 1,9 km/km².

5. Přírodní poměry na vodním toku Bystřice

5.1 Přírodní poměry

Rozvodnice probíhá přes Jedlovec 792 m n.m., dále na sever přes Dalekou mýtinu na Cínovec 876 m n.m., kde se stáčí k východu na Cínovecký hřbet a Přední Cínovec 879,3m n.m. k vrchu Pod Sedmi štíty 815m n.m. Zde se stáčí k jihozápadu

k Židovskému vrchu 619,1m n.m.a přes Mlýnský vrch 403m n.m. končí v závěrném profilu soutoku s Nerudovým potokem.

5.2 Geologické poměry

Povodí patří do severovýchodní části krušnohorské soustavy. S výjimkou úzkého pruhu žulových a granodioritových načervenalých porfýrů ve střední části Nerudova potoka tvoří celé území křemenný porfýr.

Údolnicí Bystřice probíhají dvě zlomové čáry, které jsou téměř rovnoběžné. První probíhá od prameniště na Zadním Cínovci, až po říční km 17,2 odkud pokračuje na Židovský vrch. Druhá probíhá od říčního km 16,2 tj. nad soutokem s Liščím potokem a pokračuje až do obce Bystřice. Pro tyto zlomové čáry jsou charakteristické časté vývěry až o několik stupňů teplejší vody, které mohou v zimním období ovlivňovat tvorbu nahodilých ledových jevů.

Splaveniny, pocházející z křemenného porfýru, jsou svým složením obdobné jako splaveniny odvozující svůj původ ze žuly. Pro Nerudův potok byla odvozena skladba splavenin (Novák 1988) :

TVAR	%
koule	31
krychle	2
elipsoid	58
disk	2

Tabulka č. 2: Tvary splavenin

Tyto hodnoty lze vztáhnout na celé povodí Bystřice.

Při určování stability dna vodních toků má velký význam hmotnost a tvar splavenin. Vychází z teorie začátku pohybu splaveninových zrn. Vzhledem k průběhu obtékání vodními paprsky je pro začátek pohybu nejvíce náchylný tvar elipsoidu.

Na okraji rozvodnice jsou ložiska vrchovištní rašeliny. Mocnost dosahuje převážně 0,5 – 1,5m. Celková rozloha v povodí Bystřice je 31,2 ha a v povodí Liščího potoka 42,5ha. Nejmocnější sahá od prameniště Bystřice po prameniště Liščího potoka. Dosahuje mocnosti až 6,4m (rašeliniště č. 101 Cínovec).

5.3 Pedologické poměry

V povodí se nachází převážně oglejené červenohnědé písčité půdy s vrstvou kyselého hnědého humusu. Podél rozvodnice na náhorních rovinách jsou převážně zrašelinělé a rašelinné půdy (73,6 ha).

V povodí Skalního potoka a Medvědího brlohu se rozkládají rozsáhlá suťová pole, v jejichž podloží jsou křemenné porfýry se zvětralinovým jílovitopísčitém pláštěm. Propustnost vody je velmi nízká, koeficient propustnosti je $2,74 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$, t.j. 236 cm/den. V půdním profilu je písčité frakce zastoupena podílem 30 - 40%. Jelikož je transpirační schopnost území snižena, po většinu roku dochází k hromadění vody v povrchových a podpovrchových vrstvách půdy, což snižuje retenční schopnost půdy a retardaci území. Půdní profil je vlhký.

Lesní ekosystémy tlumí snadno přívalové srážky o síle do 50 mm. Větší souvislé srážky se již projeví na celkovém odtoku vody z lesa. Kritická hranice je 150 – 200 mm souvislých srážek, kdy je již lesní půda nasycena vodou a nastává spontánní neřízený odtok vody.

5.4 Morfolofické poměry

Hlavní tok vede hlubokým údolím, svahy k rozvodnici jsou dlouhé o vysokém sklonu 18 – 30%. Tvar povodí v jednotlivých dílčích povodích je výrazně vějířovitý. Během srážek dochází k rychlé koncentraci odtoku srážkových vod.

5.5 Klimatické poměry

Povodí Bystřice se řadí do vlhkého a chladného regionu. Pro Cínovec je průměrný roční úhrn srážek 964mm a průměrná roční teplota 6,6°C. V červenci je dosaženo největšího měsíčního úhrnu srážek a to 105mm. V celém roce v dlouhodobém průměru měsíční srážky neklesnou pod 70mm .

Nejčastější výskyt bouřek a přívalových dešťů je v měsících květen až srpen. V květnu je to 5,2 dne, v červenci 6,1 a v srpnu 4,7dne. Ročně je průměrně 25 dnů bouřkových. Sněhová pokrývka na Cínovci je od října do května, v průměru je to 112,3 dní. Výška sněhové pokrývky je průměrně 75cm.

5.6 Vegetační kryt

Typologicky patří území na náhorních rovinách do rašelinných a oglejových smrčín. Svahy potom tvoří typy bukovo – smrkové. Na většině původních lesních porostů jsou mladé porosty modřínů, bříz, jeřábů a javorů. Plochy, které nejsou doposud zalesněny, jsou silně zabuřené.

Na holinách ani pod lesními porosty nebyla zjištěna plošná eroze.

5.7 Závěry k přírodním poměrům

K nezvratným faktorům patří přírodní poměry, které jsou dané. Vhodnými technickými nebo biotechnickými opatřeními můžeme negativní účinky přírodních faktorů pouze zmírnit.

Splaveniny, které produkuje hornina porfyrů, mají převážně elipsoidní tvar, které snadno podléhají impulsu k jejich pohybu. Tím, že dojde k narušení krycí vrstvy splavenin, dochází k jejich intenzivnímu transportu.

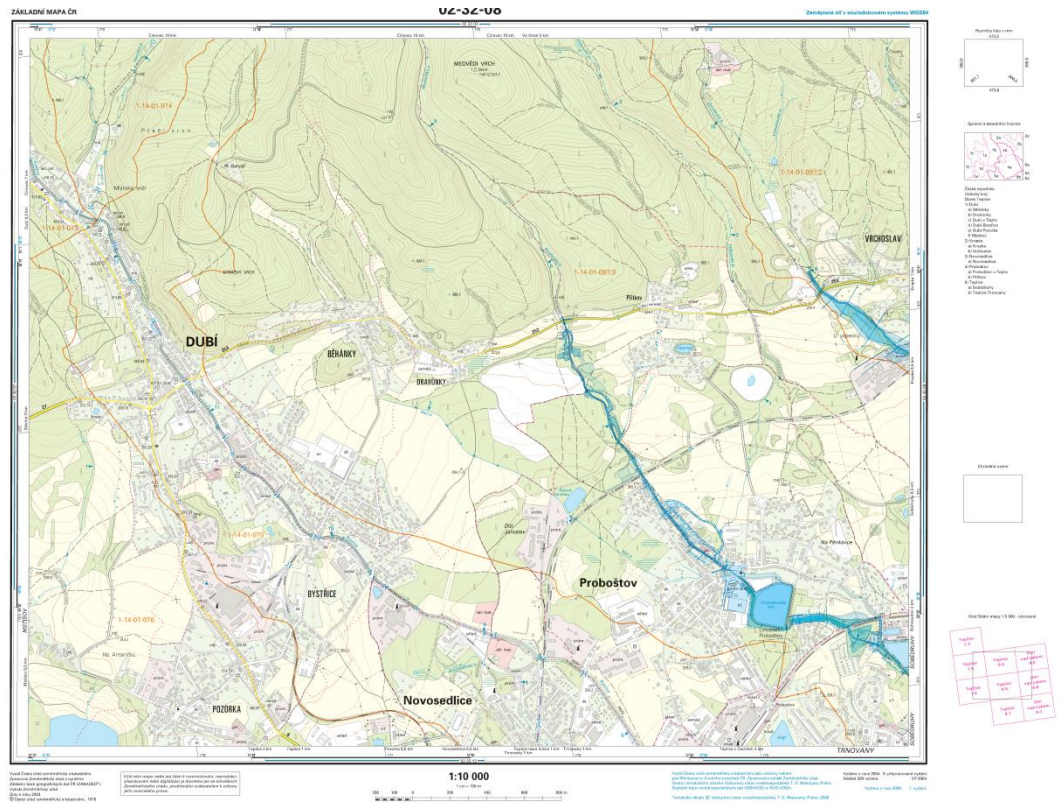
Podél rozvodnice na náhorní rovině jsou rozlehlá rašeliniště, které nemají retenční a retardační schopnost. Půdní profil, zrašeliněný a jílovotopísčítý, je během roku neustále syčen vodními srážkami a při vyšších srážkových úhrnech záhy dochází k povrchovému odtoku vody. Příkré svahy umožňují rychlou koncentraci povrchového odtoku srážek.

Silně zabuřené porosty na holinách a porosty listnatých stromů tvoří v jarním období stejné podmínky pro tání sněhu jako v bezlesí. Sněhová pokrývka v únoru a březnu je stále nad 50cm. Příchodem tepelné inverze doprovázené deštěm dochází k prudké oblevě.

Z poznatků o retenci lesních půd vyplývá, že zvýšený podíl listnáčů na úkor jehličnatých monokultur nesníží nebezpečí velkých vod a povodní. Středohorské a horské lesy snadno tlumí přívalové srážky o síle do 50mm, souvislé srážky do 100mm se na celkovém odtoku z lesa již projeví, ale jsou ještě z vodohospodářského hlediska přijatelné. Kritickou mezí je 150 – 200mm souvislých srážek. Při tomto úhrnu je již půda zcela nasycena vodou a nastává neřízený a spontánní odtok vody celým půdním profilem bez ohledu na druhovou skladbu nebo sebejemnější způsoby obhospodařování lesa. Z toho vyplývá, že kapacitní možnosti lesní půdy jsou omezené a nelze je překročit. (Ing. Macoun, CSc., 2002)

6. Mapy

Zeměpisná poloha povodí se uvádí zeměpisnými souřadnicemi, zeměpisnou šířkou a délkou, mezi kterými se povodí rozkládá, a zeměpisnými souřadnicemi uzavírajícího profilu povodí. Udává se rovněž poloha povodí vzhledem k významným geomorfologickým útvarům – horským masívům. Podle zeměpisné polohy a geomorfologie povodí lze orientačně stanovit z příslušných podkladů základní klimatické charakteristiky povodí. (Hrádek Fr. a Kuřík P., 2008)



Mapa č. 1: Povodí Bystřice

7. Protipovodňová opatření na vodním toku

7.1 Splaveniny

Pro stanovení potřebných záchytných prostorů retenčních přehrázek, pro určení cyklu čištění zdržných prostorů i pro opatření zamezující či snižující erozní ohroženost koryt toků je důležité posouzení erozní ohroženosti povodí, stanovení průměrné roční produkce splavenin vznikajících v povodí a v korytech toků a

erodologické výpočty transportu a sedimentace splavenin při kulminačních průtocích Q_{100} .

Řešený úsek toku začíná v ř. km 16,010, tj. km 0,000, od rubu zdiva kamenného stupně pod soutokem s Liščím potokem. Až k silničnímu mostu v km 1,110 tok protéká zalesněnou terénní depresí přiléhající zprava k silnici I/8. Místy zasahuje patu silničního tělesa, jinde meandruje hlouběji do lesního porostu.

Nad silničním mostem, tj. od km 1,126 tok protéká po levé straně silnice I/8. Na pravý břeh v celé délce až do konce úpravy navazuje svah proměnlivé výšky, který je jen řídko zalesněným lesním pozemkem. Na tomto svahu při povodni v roce 2002 došlo k několika sesuvům a hlubokým nátržím. Levý břeh toku v tomto úseku přiléhá místy až k silničnímu tělesu, místy mezi tokem a silnicí jsou odstavné či zatravněné plochy.

Koryto toku bylo pomístně poškozeno na březích i dně koryta. Šlo o břehové nátrže různých délek a hloubek a sesuvy svahů, které zasáhly až do koryta toku. Poškození dna spočívalo převážně v jeho erozi, zejména v místech přímých opěrných zdí silnice, kde došlo k obnažení základů těchto zdí.

7.1.1 Druhy a vlastnosti splavenin

Dno bystřinného toku je tvořeno směsí písku, štěrku, valounů a balvanů, které souhrnně označujeme jako splaveniny. Podle způsobu pohybu je dělíme na dnové splaveniny, hrubší částice materiálu dna, pohybující se převážně v kontaktu se dnem koryta sunutím nebo válením a dále pak plaveniny, jemné částice hornin rozptýlené po celém průtočném profilu a unášené vodním proudem. K plaveninám řadíme i předměty plovoucí po hladině.

Na vlastnostech splavenin závisí do značné míry stabilita dna bystřin, kde vlivem unášecí síly jsou drobnější částice postupně uvolňovány z povrchové vrstvy dna a vystupují na povrch splaveniny větších rozměrů, které zde vytvářejí tzv. krycí vrstvu. Pod krycí vrstvou je přirozená směs splavenin, obsahující větší podíl drobnějších částic. Složení splaveninové směsi se mění v závislosti na sklonu dna, tvaru příčného profilu a na směrovém uspořádání trasy koryta.

Vodní zdroje se u nás vytvářejí a obnovují téměř výhradně z atmosférických srážek, spadlých na naše území. V horských oblastech i v územích geomorfologicky členitých mají drobné vodní toky zcela odlišný charakter od vodních toků nížin. Vyznačují se velkým kolísáním průtoků a zejména výrazným pohybem splavenin. Povodí těchto toků je obvykle poměrně malé, takže může být celé zasaženo

přívalovým deštěm o vysoké intenzitě a krátké době trvání. Vysoké průtoky vody jsou doprovázeny uvolňováním splaveninových a zemních částic ze dna a břehů.

Splaveniny se transportují do nižších tratí toků, kde se obvykle usazují v místech menšího podélného sklonu. Zdrojem splavenin je vlastní koryto toku a dále nánosy písku, šterku, valounů a balvanů, která jsou do koryta splavována erozní činností narušovaných strmých svahů údolí. (ČKAIT , Hrazení bystřin 12/1998)

Důležitým podkladem pro stanovení potřebných záchytných prostorů ve stávajících retenčních přehrážkách je posouzení erozní ohroženosti povodí, stanovení průměrné roční produkce splavenin v povodí a v korytě vodního toku, erodologické výpočty transportu a sedimentace splavenin při kulminačních průtocích Q_{100} . Dále je důležité určení cyklu čištění těchto prostorů a nutnost návrhu dalších retenčních a konsolidačních objektů v korytech vodních toků. Tato opatření mají umožnit sedimentaci splavenin a výrazně omezit jejich další pohyb do výústních profilů.

7.1.2 Splaveninový režim

Splaveninový režim je posuzován podle hodnot kulminačních průtoků Q_{100} , které byly po povodních r. 2002 pro jednotlivá povodí následující:

Povodí	Plocha(km ²)	Q_{100} (m ³ ·s ⁻¹)
Dubská Bystřice	17,323	32,8
Bystřice	11,628	25,26
Nerudův potok	5,695	13
Skalní potok	0,95	4,2
Liščí potok	1,96	6,8
Bobový potok	1,5	5,7

Tabulka č. 3: Kulminační průtoky

Průměrný roční úhrn srážek byl v roce 2002 pro celé povodí Dubské Bystřice, Bystřice, Skalního a Liščího potoka 850mm, pro Bobový a Nerudův potok 800mm. Jedním z podkladů pro řešení splaveninového režimu je zjištění fyzicko-geografických parametrů jednotlivých povodí.

V průběhu ročního období je objem sunutých splavenin 925m³. Projektovaná retenční kapacita již vybudovaných tří přehrážek je celkem 4100m³. Ve srovnání s celkovou možnou retenční kapacitou přehrážek bude roční transport sunutých splavenin zcela bezpečně zachycen i přes to, že stávající prostory nebudou zcela vyprázdněny. Při ročním přísunu splavenin 925m³ je potřeba čištění retenčních prostorů v cyklu 4,5-5 let. Uložené splaveniny představují vážné nebezpečí postupného transportu, pokud se vyskytnou další povodňové průtoky.

7.1.3 Hydrotechnické výpočty:

Příčný profil přírodních toků je tvořen v souvislosti s druhem zemin, které vytvářejí koryto. V zeminách, které jsou nesoudržné, si voda tvoří koryto přibližně parabolické, v zeminách soudržných jsou břehy koryta strmé až téměř svislé. (Beran 2005)

Při revitalizaci vodního toku je nutné počítat s návrhovým průtokem stoleté vody ve všech profilech o hloubce větší jak 1 m při zachování současné šířky dna. Navržené opevnění břehů na výšku 1 m odolá průtoku stoleté vody za předpokladu použití kamene rovnání vypočtené velikosti (a větší) a při krycí vrstvě dna ze splavenin také této velikosti. Je počítána hrubost zrna, které je nutno použít při revitalizaci, aby byla zajištěna stabilita dna.

Posouzení profilů koryta toku

Q.....průtok.....[m³.s⁻¹]

S.....plocha průtočného profilu.....[m²]

v.....střední profilová rychlost.....[m.s⁻¹]

O.....omočený obvod.....[m]

k.....drsnostní součinitel

I.....sklon dna

R.....hydraulický poloměr.....[m]

c.....ztrátový rychlostní součinitel

y.....výška odtokové vrstvy.....[m]

- Svislá zeď, šířka dna 3,00 m, protisvah 1:1,5

I = 0,050 (50‰)

$$v = k \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$v = 18,18 \cdot 0,690^{2/3} \cdot 0,050^{1/2} = 3,16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

n = 0,055

$$Q = S \cdot v = 4,20 \cdot 3,16 = 13,27 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} > Q_{100} = 12,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Q₁₀₀ = 12,8 m³.s⁻¹

$$y = 1,10 \text{ m}$$

$$S = 4,20 \text{ m}^2$$

$$O = 6,08 \text{ m}$$

$$R = 0,690 \text{ m}$$

$$k = 18,18$$

$$\text{Stabilita dna } d_e = i_s \cdot R / 0,0035 \cdot c^2$$

$$c - \text{ pro křemenný porfýr} = 5,38$$

$$d_e = 0,050 \cdot 0,690 / 0,0035 \cdot 5,38^2 = 0,34 \text{ m}$$

Dno je stabilní při krycí vrstvě splavenin směrodatného zrna $d_e = 0,34 \text{ m}$.

- Lichoběžník, šířka dna 3,00m, sklon svahů 1:1,5

$$Q_{100} = 12,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$I = 0,050$$

$$v = 18,18 \cdot 0,747^{2/3} \cdot 0,050^{1/2} = 3,33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$n = 0,055$$

$$Q = S \cdot v = 4,20 \cdot 3,33 = 13,98 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} > Q_{100} = 12,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$y = 0,95 \text{ m}$$

$$S = 4,20 \text{ m}^2$$

Stabilita dna

$$O = 5,62 \text{ m}$$

$$d_e = i_s \cdot R / 0,0035 \cdot c^2$$

$$c = 5,38 \text{ (křemenný porfýr)}$$

$$d_e = 0,050 \cdot 0,747 / 0,0035 \cdot 5,38^2 = 0,37 \text{ m}$$

$$R = 0,747 \text{ m}$$

$$k = 18,18$$

Předpokladem stability dna je krycí vrstva splavenin o směrodatném zrně $d_e = 0,37 \text{ m}$.

- Srubová stěna v. 1,0 m, dno š. 2,00m, protisvah 1:1,5

$$Q_{100} = 9,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$I = 0,050$$

$$v = 20,00 \cdot 0,729 \cdot 0,223 = 3,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q = S \cdot v = 2,8 \cdot 3,25 = 9,10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \equiv Q_{100} = 9,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$y = 1,00 \text{ m}$$

$$S = 2,8 \text{ m}^2 \quad \text{Stabilita dna } c - \text{ pro křemenný porfýr} = 5,38$$

$$O = 4,41 \text{ m} \quad d_e = 0,050 \cdot 0,623 / 0,0035 \cdot 5,38^2 = 0,31 \text{ m}$$

$$R = 0,623 \text{ m}$$

$$k = 1/0,050 = 20,0$$

Předpokladem stability dna je krycí vrstva splavenin o směrodatném zrně $d_e = 0,31$ m.

$$\text{Stabilní sklon dna : } i_s = 0,0035 \cdot C^2 \cdot d_e/R = 0,048 = 48\text{‰} \approx 50\text{‰}$$

- Lichoběžník, šířka ve dně 2,00m, sklon svahů 1:1,5, hloubka 0,90m

$$Q_{100} = 9,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$I = 0,050 \quad v = 20,00 \cdot 0,760 \cdot 0,223 = 3,39 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q = S \cdot v = 3,01 \cdot 3,39 = 10,20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} > Q_{100} = 9,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$y = 0,90 \text{ m}$$

$$S = 3,01 \text{ m}^2 \quad \text{Stabilita dna } c - \text{ pro křemenný porfýr} = 5,38$$

$$O = 4,54 \text{ m} \quad d_e = 0,050 \cdot 0,663 / 0,0035 \cdot 5,38^2 = 0,33 \text{ m}$$

$$R = 0,663 \text{ m}$$

$$k = 1/0,050 = 20,0$$

Dno je stabilní při krycí vrstvě splavenin o směrodatném zrně $d_e = 0,33$ m.

- Lichoběžník, šířka dna 1,50m, sklon svahů 1:1,5

$$Q_{100} = 6,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$I = 0,050 = 50\text{‰} \quad v = 20,00 \cdot 0,515^{2/3} \cdot 0,050^{1/2} = 2,86 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q = S \cdot v = 2,35 \cdot 2,86 = 6,72 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx Q_{100} = 6,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$y = 0,85 \text{ m}$$

$$S = 2,35 \text{ m}^2 \quad \text{Stabilita dna } c - \text{ pro křemenný porfýr} = 5,38$$

$$O = 4,56 \text{ m} \quad d_e = 0,050 \cdot 0,515 / 0,0035 \cdot 5,38^2 = 0,25 \text{ m}$$

$$R = 0,515\text{m}$$

$$k = 1/0,050=20,0$$

Dno je stabilní při krycí vrstvě splavenin o směrodatném zrnu $d_e = 0,25$ m.

- Srubová stěna v. 1,0 m, dno š. 1,50 m, protisvah ve sklonu 1:1,5

$$Q_{100} = 6,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = 20,00 \cdot 0,523^{2/3} \cdot 0,050^{1/2} = 2,89 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$I = 0,050$$

$$n = 0,055$$

$$Q = S \cdot v = 2,25 \cdot 2,89 = 6,50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = Q_{100}$$

$$y = 1,00 \text{ m}$$

$$S = 2,25 \text{ m}^2$$

Stabilita dna c - pro křemenný porfýr = 5,38

$$O = 4,30 \text{ m}$$

$$d_e = 0,050 \cdot 0,523 / 0,0035 \cdot 5,38^2 = 0,26 \text{ m}$$

$$R = 0,523\text{m}$$

$$k = 1/0,050=20,0$$

Předpokladem stability dna je krycí vrstva splavenin o směrodatném zrnu $d_e = 0,26\text{m}$.

7.1.4 Závěr

Koryto toku provede návrhový průtok Q_{100} ve všech profilech o hloubce větší jak 1,00m při zachování současné šířky dna.

Opevnění břehů je řešeno způsobem blízkým přírodě s maximálním využitím místního kamene a jehličnatých výřezů. Vegetačním opevněním břehů je výsadba břehového porostu ze dřevin vhodných do dané nadmořské výšky a k tomuto účelu. (Ing. Jan Augustin, 2005)

Původní dno koryta bylo vybudováno z kamenné rovnaniny velikosti 0,25m, při technické revitalizaci byly použity kameny o velikosti 0,40m. Vzhledem k výpočtům by neměly nastat při zvýšených průtocích problémy, dno by mělo být stabilní.

7.2 Rašeliniště

7.2.1 Rašeliniště všeobecně

Rašeliniště jsou pro krajinu velmi významná hlavně tím, že upravují hydrologický režim. Zatím co horské potoky může přívalový déšť okamžitě vylít z břehů, potoky pramenící v rašeliništích mají velmi stálou hladinu. Kromě zadržování vody mají rašeliniště také schopnost fixovat uhlík, který se jinak uvolňuje do oxidu uhlíku a je jedním ze základních skleníkových plynů. Takže obnova mokřadů může napomoci i zmírnění dopadu klimatických změn. Rašeliniště patří mezi přirozenou ochranu před povodněmi.

7.2.2 Cínovecké rašeliniště

Rašeliniště se na Cínoveckém hřbetě nacházela od doby ledové. Ve dvacátém století byla rašeliniště odvodňována za účelem zalesnění svahů východních Krušných hor. Nyní se znovu obnovují, jelikož jsou důležité pro zadržení vody. Dokážou totiž zadržet vodu lépe než les a stokrát účinněji než oseté pole. Obnova rašelinišť je poměrně jednoduchá. Stačí dřevěnými hrázemi zrušit odvodňovací systém a kanály. Časem se vyschlá půda opět naplní vodou. (Aktuálně.cz)



Obrázek č. 1: Cínovecké rašeliniště

Přírodní rezervace Cínovecké rašeliniště se nachází na náhorní plošině ve východní části Krušných hor. Patří k tzv. vrchovištnímu rozvodnicovému typu, neboť část vody odchází do Německa a část do Čech. Najdeme je západně od obce Cínovec, navazuje na Georgenfeldské rašeliniště na německé straně a na rašeliniště U jezera na české straně. Řešená lokalita Cínovecký hřbet sestává ze dvou oddělených lokalit, označených jako Cínovecký hřbet – západ a Cínovecký hřbet – východ. Západní lokalita se nachází jižně od silnice Cínovec – Fojtovice, cca 0,5 – 1 km východně od obce Cínovec, její rozloha je 22,39 ha. Východní lokalita leží cca 1 km východněji, severně i jižně od zmíněné silnice, ta ji rozděluje na dvě, rozlohou podobně velké,

části. Severní okraj východní lokality kopíruje státní hranici se Spolkovou republikou Německo, rozloha východní části je 24,86 ha.

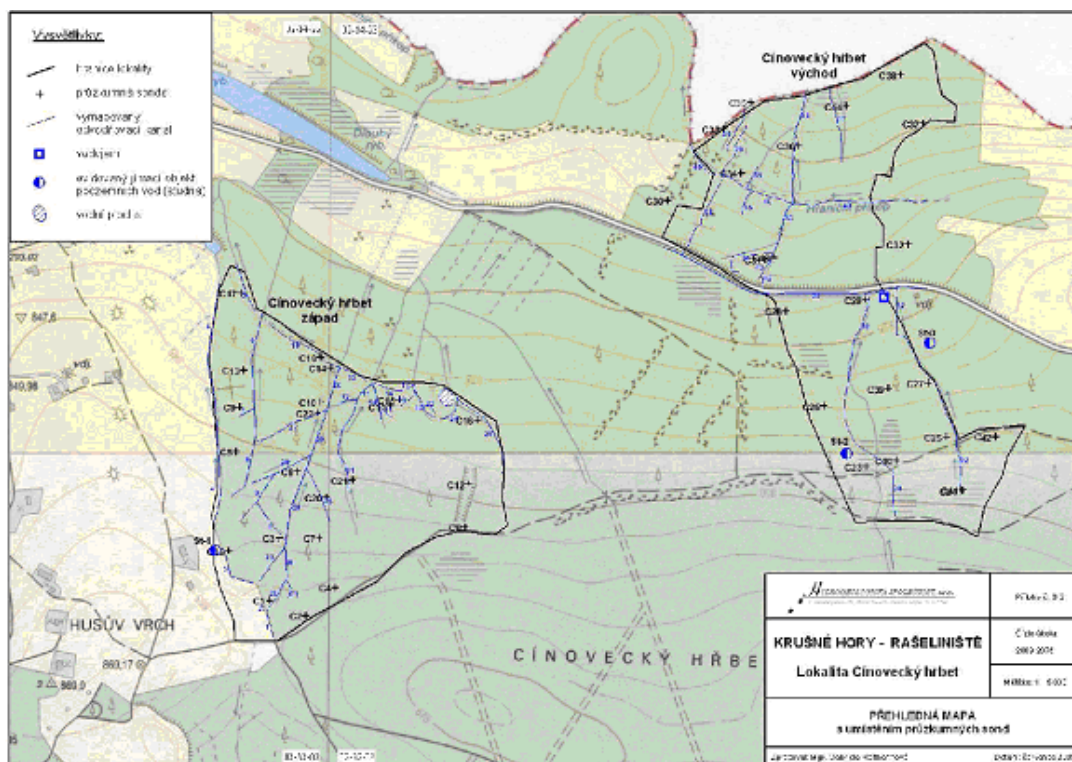
Rozloha:	61.0186 ha
Navrhovaná kategorie ochrany:	PR přírodní rezervace, PP přírodní památka
Biogeografická oblast -	kontinentální
Souřadnice středu:	13°44'29" v.d., 50°42'46" s.š.
Nadmořská výška:	831 - 870 m n. m.

CZ0420053 - Rašeliniště U jezera - Cínovecké rašeliniště

Tabulka č. 4: Cínovecké rašeliniště

(NATURA 2000 – Evropsky významné lokality v ČR)

V konečném důsledku obnovy rašelinišť dojde v oblasti ke zvýšení retenční schopnosti vody v krajině. Projekt obnovy přispěje i ke správnému nastavení vodního režimu v rámci protipovodňových opatření na Krušnohorsku.



Mapa č.2: Cinovecké rašeliniště

(projekt NET 4GAS-Blíž přírodě)

7.3 Hrazení bystřin

Základním účelem hrazení bystřin je zabezpečení průtoku velkých vod na odpovídající stupeň protipovodňové ochrany, vyjádřený tzv. návrhovým průtokem. Dále má být koryto směrově i výškově odolné proti unášecí síle vodního proudu a úprava má zabránit nadměrnému vzniku, dopravě a ukládání splavenin. Při hrazení bystřin je zpravidla nutné vyřešit následující úkoly:

A/ Stanovení návrhového průtoku pro kapacitu koryta

Návrhový průtok pro kapacitu koryta se stanoví s ohledem na stupeň ochrany okolních objektů a kultur. Výchozím podkladem jsou hydrologické údaje povrchových vod, určené nebo ověřené autorizovanou institucí na základě ČSN 751 400. Vzhledem k velké rozkolísanosti průtoků je nutné respektovat údaje tzv. M-denních vod a pamatovat na zachování vhodných úkrytů pro přežití ryb a vodních živočichů za minimálních průtoků. (ČKAIT : Hrazení bystřin 12/1998)

B/ Odolnost dna a svahů

Odolnost svahů se v jednotlivých místech posuzuje podle nevysílacích rychlostí. Posuzování odolnosti je třeba rozlišit pro přímou trať a oblouk. V oblouku je vhodné provést výpočet středních svislicových rychlostí ve vstupním i dalších profilech až do profilů v přímé trati za obloukem, kde se vytvoří osově souměrná rychlostní pole. Lze takto zjistit, kde koryto ve dně může být prohlubováno a v jaké míře, a současně, kde může být překročena nezanášející rychlost. (Doc. Ing. Pavel Výbora, CSc., Navrhování úprav toků)

C/ Úprava směrových poměrů

Návrh trasy koryta bystřin je jedním z předpokladů pro udržení stability koryta. Původní trasa by měla být pokud možno zachována, dále je nutné respektovat okolní území a objekty a začlenění toku do krajiny. Trasování by mělo respektovat plynulý přechod proudnice z jednoho oblouku do druhého při minimalizaci tečného napětí ve vrcholech oblouků. Z tohoto hlediska jsou nejvýhodnější křivky s proměnnou křivostí, klotoida a lemniskáta, méně výhodné jsou jednoduché nebo složené kružnicové oblouky. (ČKAIT : Hrazení bystřin 12/1998)

D/ Návrh podélného sklonu dna

Přirozené koryto bystřiny je stabilní, není-li dlouhodobě vymíláno nebo zanášeno, tzn., že existuje rovnováha mezi unášecí silou vody a odporem materiálu dna koryta proti odplavení. Místní nepravidelnosti dna, výmoly, brody a nánosy jsou přírodním projevem, nemění-li podstatně podélný sklon dna a jsou významným ekologickým prvkem. Pokud dochází ke značnému vymílání a prohlubování koryta, je možné buď snížit kinetickou energii vody úpravou podélného sklonu, nebo zvýšením odolnosti dna jeho opevněním, případně kombinací obou způsobů.

E/ Návrh průtočného profilu

Rozměry a tvar průtočného profilu musí být navrženy tak, aby zajišťovaly provedení návrhového průtoku bez poškození dna a břehů v souvislosti s podélným profilem nivelety a opevněním koryta. Zároveň musí být respektována minimální hloubka vody při nejnižších průtocích. U bystřinných toků je nejvhodnější otevřený průtočný profil. Uzavřený profil se používá pouze ve výjimečných případech.

Tvar průtočného profilu vedle kapacity ovlivňují především místní poměry. V intravilánech nebo v kontaktu s jinými objekty je možnost volby profilu omezena, bývá zpravidla obdélníkový či lichoběžníkový s opěrnými zdmi. V polních a lesních tratích je dostatek prostoru k volbě optimálního profilu s ohledem na provádění, opevnění a možnost údržby. Tvar má zpravidla lichoběžníkový, lichoběžníkový složený, miskovitý apod. Někdy je možné navrhnout přírodní profil bez pravidelných rozměrových prvků. Nejčastěji používaný profil je jednoduchý lichoběžníkový.

Rozměry průtočného profilu musí zajistit bezpečné provedení návrhového průtoku. Jeho určení je vždy spojeno s určením stabilního sklonu dna a volby opevnění. To znamená, že střední průřezová rychlost pro návrhový průtok musí být menší než střední nevymílací rychlost, resp. dovolené tangenciální napětí.

F/ Návrh opevnění koryta

Opevnění koryta je tvořeno opevněním dna a opevněním břehů, které musí mít odpovídající odolnost proti působení vodního proudu. Druh opevnění a jeho velikost se volí podle střední průřezové rychlosti nebo dovoleného tangenciálního napětí. Opevnění dna bystřinného toku po celé jeho šířce se provádí pouze tehdy, pokud je oproti úpravě stabilního sklonu dna hospodárnější. Částečné opevnění dna se zřizuje v nejvíce namáhaných místech, tj. konkávních stranách oblouků, opevnění pat svahů anebo tam, kde lze očekávat vytváření výmolů, např. pod objekty apod.

G/ Návrh objektů

Součástí úpravy bystřinných toků jsou objekty sloužící k dosažení stability koryta, k zachycení a usazení splavenin, usměrnění vodního proudu a objekty sloužící k jiným účelům.

7.3.1 Příčné objekty

Příčné objekty zajišťují stabilitu dna. Zařazujeme je mezi stavby a konstrukce budované napříč toku s korunou v úrovni dna nebo nade dnem a sloužící k zajištění nivelety dna, dále k úpravě podélného sklonu a k zachycení splavenin.

Pásky - leží v úrovni dna a jsou založeny hlouběji, než by odpovídalo hloubce předpokládaných výmolů. Rozdělují dno na kratší úseky, kde poskytují oporu splaveninám, přirozeným vývojem se stávají přepadovými objekty. Jsou budovány z betonu, výjimečně z betonových prefabrikátů, kamenného zdiva, kamenné rovnániny, dřeva a drátokamene. (ČKAIT : Hrazení bystřin 12/1998)

Kamenná dlažba je stabilizována kamennými pásky šířky 80cm, které jsou založeny minimálně 50 cm pod úroveň vyhloubeného koryta a kotví se do základu zdiva na hloubku minimálně 40 cm. U lichoběžníkového profilu je kamenný pás vybudován po celém obvodu průtočného profilu. Na celé délce toku Bystřice je nově vybudováno celkem 22 stabilizačních pásků.

Prahy - jsou nízké příčné objekty, jejichž výška nepřesahuje 0,3 m. Prahy nepřerušují břehové linie a při vyšších průtocích jsou zaplaveny vodou. Vzhledem k nízké výšce není nutné zřizovat u těchto objektů vývar, postačí pouze opevnění dopadiště. Těleso prahů je zavázáno do břehu a zabezpečeno proti podtékání vodou. Jsou stavěny ze stejných materiálů jako pásky. Nejvíce rozšířenou konstrukcí jsou prahy z dřevěné kulatiny, přibité k pilotám v patě svahu. Dopadiště se opevňuje

klestem, dřevem a kamenem. Při nízkých průtocích snižují sklon čáry energie, rychlost vody a průtočnost koryta.

7.3.2 Spádové objekty upravující podélný sklon dna

Stupně - jsou příčné přelivné objekty vyšší než 0,3m, jejichž koruna je v úrovni nivelety upravovaného dna horního koryta. Nemají záchytný prostor a jejich funkce je vytvářet vyrovnaný sklon dna. Těleso stupně se skládá ze střední přelivné části a z křídel zavazujících konstrukci do břehu dostatečně hluboko, aby bylo zabráněno proniknutí vody kolem tělesa. Návodní strana tělesa je svislá, vzdušná stěna má sklon 5 : 1 až 10 : 1. Těleso stupně je zavázáno do rostlé zeminy či na skalní podloží s odpovídající únosností. Konstrukce stupně závisí na použitých stavebních hmotách, podle toho rozdělujeme stupně na zděné, betonové, prefabrikované, kamenné, dřevěné, kombinované a drátokamenné. V tělese zděných a betonových stupňů se ponechávají otvory, sloužící k odvedení vody z rubové strany. Dopadiště stupně podle charakteru proudění pod stupněm tvoří vývar, nebo opevněné spadiště, jejichž provedení, tvar a rozměry musí utlumit kinetickou energii, vznikající přepadem vody. Pod tělesem stupně se dopadiště rozšiřuje a směrem po proudu se zužuje na původní šířku koryta buďto plynule, nebo až do délky doskoku přepadového paprsku. Dopadiště je ukončeno stabilizačním prahem. Dno a dopadiště jsou opevněny kamennou dlažbou, kamenným záhozem či kamennou rovnaninou s vysokou drsností. Břehy nad dopadištěm se opevňují zpravidla kamennou dlažbou nebo drátokamennou konstrukcí.

Skluzy - jsou příčné objekty, přes které voda protéká po skluzové ploše a neodděluje se od jejího povrchu. Tvar skluzové plochy je buďto rovinný nebo kružnicový či parabolický. Skluz tvoří základy z betonu a skluzová plocha z kamenné dlažby na cementovou maltu. Pro snížení kinetické energie je vhodné, aby povrch skluzové plochy nebyl hladký, ale byl opatřen výstupky a tím bylo dosaženo stupně drsnosti. Oba břehy skluzu musí být opevněny. Balvanité skluzy jsou v podstatě kratší úseky koryta, provedené ve větším sklonu dna a opevněné velkými balvany. Balvanité skluzy vznikly vlastně odvozením z přirozeně vznikajících větších sklonů dna, vytvářejí tak přírodní vzhled bystřinné úpravy. Zvýšená kinetická energie je tlumena částečně na skluzové ploše, částečně ve zvlněném vodním skoku a v přípustném výmolu pod skluzem. Jejich podélný sklon je 1 : 6 až 1 : 15 a překonávají výškový rozdíl 1 – 2 m. Konstrukčními prvky jsou přepadová hrana, vlastní skluzová plocha, opevnění břehů a navázání na dno pod skluzem. Přepadová hrana může být přímá či vyklenutá proti vodě. Skluzová plocha je tvořena z jedné či více vrstev kamenné rovnaniny, ukládaných na výšku nepravidelně tak, aby povrch konstrukce byl co nejdrsňější. Navázání skluzové plochy na dno se provádí kamennou rovnaninou nebo záhozem, event. je možné k utlumení energie zřídít vývar. Přejít do volného terénu

má být co nejpřirozenější a oživený vmetaný vegetací. Průběh hladin, stabilitu skluzové plochy a dna pod skluzem je třeba stanovit hydraulickým výpočtem.

Přehrážky - sou příčné objekty nad úrovní dna. Nad objektem je zdrž prostor k zadržování splavenin. Podle účelu se dělí na retenční a konsolidační. Účelem retenčních přehrážek je zastavit přínos splavenin do nižších částí tratí bystřin. Staví se proto jako závěrečné objekty nad souvislými úpravami, na neupravených bystřinách nad obcemi, nebo na konci zařízených údolí. Konsolidační přehrážky mají zamezit dalšímu prohlubování koryta bystřin, zachytit velké nánosy splavenin a poskytnout oporu podemletým nebo sesutým svahům. Přehrážka je tvořena tělesem a spadištěm. Ve střední části tělesa je přeliv, umožňující průtok vody přes přehrážku, dimenzovaný na návrhový průtok. V tělese přehrážky jsou otvory umožňující jednak odvod vody, ale i drobných splavenin. Tvar, velikost a množství odporů odpovídá splaveninovému režimu toku. Těleso přehrážky musí být dokonale zavázáno do břehů a dna, aby nemohlo dojít k poškození přehrážky vodou. Podle statického působení se přehrážky dělí na tížně konzolové, tížně monolitické, klenbové, klenbové s tížným účinkem a deskové. Na jejich výstavbu se používá kamenné zdivo, prostý nebo železový beton, betonové prefabrikáty, ocelové profily, srubové konstrukce, drátokamenné gabiony nebo kombinace těchto materiálů. Kapacitu přelivné sekce, délku a opevnění dopadiště je třeba určit hydrotechnickými výpočty. Vlastní těleso přehrážky se posuzuje na zatížení vodním a zemním tlakem, dále se podle zvoleného materiálu posuzuje proti překlopení, posunutí a napětí v základové spáře. Někdy mohou být přehrážky využity jako suché retenční nádrže pro ochranu před povodněmi v kombinaci se zemními hrázemi.

7.3.3 Soustředňovací a usměrňovací objekty

- tyto objekty mohou být příčné a podélné. Slouží k usměrnění proudnicemi na širokých štěrkovištích nebo k ochraně břehů u směrově nevyrovnaného koryta. Podle funkce se dělí na výhony, odháňky a hráze. Do břehů jsou zavázány na dostatečnou hloubku, aby odolaly návrhovým průtokům. Většinou se staví ze vhodných místních materiálů, bez nároků na vodotěsnost.

Výhony - jsou příčné objekty, jejichž funkce je založena na soustředění průtoků do požadované trasy. Do břehů jsou zavázány tzv. kořenem, směrem do toku vybíhá těleso, končící zhlavím, které vyznačuje budoucí břehovou linii tak, aby spojnice proti sobě ležících výhonů byla kolmá na osu toku. Vzdálenost je v konkávních březích menší než v konvexních a přímých úsecích toku a pohybuje se v rozmezí 0,5-1,25 násobku šíře koryta a v břehové hraně, závislosti na délce výhonů, zakřivení trasy, podélném sklonu dna a intenzitě pohybu splavenin. Trasa úpravy na výhonových polích se má skládat z křivek s proměnlivou křivostí. Soustředěním průtoků do prostoru mezi zhlaví se zrychluje průtok a prohlubuje se nové řečiště. Splaveniny se ukládají ve výhonových polích a vytvářejí základ budoucím břehům.

Aby bylo toto ukládání umožněno, umísťuje se koruna výhonu pod hladinou návrhového průtoku. Ukládání umožňuje též poloha výhonu k ose trasy, podle níž rozeznáváme výhony kolmé, vstříčné a odchýlené. Usměrnění proudu do požadované trasy je proces dlouhodobý, a proto je žádoucí v širokých štěrkovištích budovat výhony postupně. Používají se výhony laťové, kamenné, srubové nebo drátokamenné.

Odháňky - jsou krátké, zpravidla odchýlené výhony, sloužící k ochraně břehů, usměrňování vodního proudu a stabilizaci břehových nátrží a výmolů.

Spojením zhlaví, výhonů či odháněk vzniká hráz jako budoucí břeh koryta.

7.3.4 Ostatní objekty

- mezi ostatní objekty, které souvisejí s hrazením bystřin, patří propustky a mosty, lávky, brody, schody, vyústění otevřených i trubních přítoků, křížení s inženýrskými sítěmi, odběry vody, vodoměrná zařízení, malé vodní elektrárny a rybí přechody. Z hlediska návrhových průtoků jsou nejdůležitějšími objekty mosty, propustky a lávky. Při povodňových průtocích jsou často jejich ucpané profily zdrojem havárií. Neměly by svými konstrukčními částmi zasahovat do průtočného profilu.

Mosty se zřizují pokud možno kolmo k ose toku, není-li to možné, má být minimální úhel křížení 60° bez násilné směrové změny trasy koryta.

Brody se umísťují do širších mělkých úseků koryta, především v přímé trase. Dno brodu je zpevněno kamennou rovnaninou, včetně úseku pod brodem. Sklony nájezdů jsou minimálně 1 : 8.

Schody se zřizují zpravidla v opěrných zdech, aby umožnily přístup k vodě.

Nedílnou součástí hrazení bystřin je i zakládání, doplňování, výchova a obnova břehových porostů s ochranným i doprovodným účinkem, které vytváří přirozené životní prostředí pro biocenózu. (ČKAIT: Hrazení bystřin 12/1998)

8. Stavby po povodních na toku Bystřice

8.1 Úvod

Po rozsáhlých povodních v srpnu 2002 byl zpracován rozsáhlý návrh technického zabezpečení toku Bystřice. Celé povodí bylo rozděleno do několika staveb, kde se každá posuzovala zvlášť. Zadaný rozsah těžce poškozeného koryta vodního toku

Bystřice povodňovým průtokem se nachází, kromě posledního úseku délky 557 m, převážně v intravilánu měst Teplice a Dubí.

8.2 Dubská Bystřice – 4. stavba ř. km 16,010 – 18,770 (mapa č. 3)

Cílem 4. stavby úpravy koryta Bystřice je stabilizace povodní poškozených břehů a dna. Tím se zajistí i stabilita silničního tělesa silnice I/8 a ochrání i lesní pozemky, které jsou v úseku km 0,000 až 1,110 po obou stranách toku a v úseku nad silničním mostem po pravém břehu (1,126 – 2,926).

8.2.1 Základní údaje charakterizující stavbu

Předmětem stavby jsou opravy opevnění břehů a stabilizace nivelety dna. Délka řešeného úseku toku je 2926 m, plocha povodí k profilu ř. km je 4,4 km² (nad zaústěním pravostranného přítoku – Liščího potoka). Průtok stoleté vody v profilu ř. km 16,020 $Q_{100} = 12,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Koeficient bystřinnosti $K_B = 0,459$ tzn. kategorie bystřiny III. – středně bystřinný charakter. Tato stavba řeší problematiku stabilizace erozních úseků a stability koryta toku za zvýšených až extrémních průtoků. To znamená zajistit hladký průtok vody korytem bez hydraulických překážek a tím eliminovat možnost vzniku výmolů a škod na opevnění koryta.

8.2.2 Místo stavby

Řešený úsek Dubské Bystřice, začíná v místě zaústění pravostranného přítoku Liščího potoka – km 0,000 a až k mostu č. 8-060 silnice I/8 se nachází v terénní depresi sledující po pravé straně silnici z Dubí do Cínovce.

Nad silničním mostem tok pokračuje po levé straně silnice až do km 2,926. Osou koryta je vedena hranice mezi katastrálními územími Dubí u Teplic, Košťany a Cínovec – Košťany.

Bezprostředně po povodni v roce 2002 vybudoval správce silnice I/8 v úsecích, ve kterých došlo k poškození silnice či ohrožení stability silničního tělesa, přímé opěrné zdi z kamene, které jsou levobřežním opevněním koryta Dubské Bystřice.

Všechna provedená protipovodňová opatření jsou uvedena v příloze. (Tabulka č. 11)

8.2.3 Charakteristika území a toku

Území stavby leží v nadmořské výšce od 625 do 794 m n.m. Povodí o ploše 4,4 km² je kromě plochy silnice E55 a rašeliništních luk v nejvyšším místě povodí u Cínovce

zalesněné a to především náhradními porosty na imisních holinách. Plocha lesů zaujímá 90% výměry povodí.

Spád údolí toku v celém povodí je 6,1%, spád toku v řešeném úseku je 5,0%. Charakter povodí i toku odpovídá bystřině III. kategorie s koeficientem bystřinnosti $K_B = 0,459$ tzn. kategorie bystřiny III., tj. středně bystřinnému charakteru. Geologicky tvoří celé povodí masiv křemenného porfýru. Okraje rozvodnice překrývají ložiska vrchovištní rašeliny.

Klimaticky se řadí do vlhkého a chladného regionu. Průměrná roční teplota vzduchu je 6,6°C, průměrný roční úhrn srážek je 920mm. Největší četnost bouřek je v červenci 6,1 dnů, v květnu 5,2 a v srpnu 4,7 dne. Sněhová pokrývka je v průměru od 19. října do 3. května.

8.2.4 Odtokové poměry

K extrémním povodňovým průtokům, které nejvíce ovlivňují erozní procesy v povodí, dochází převážně při letních přivalových bouřkách, které přicházejí na závěr déletrvajících deštivých období. Katastrofální povodeň v srpnu roku 2002 vyvolaly déletrvajících dešťové srážky, které ve dnech 12. – 13. srpna dosáhly úhrnu 371,2 mm. Přitom došlo k pohybu cca 30 000 m³ splavenin s erozivními účinky na jedné straně a úplným zasunutím koryta splaveninami na straně druhé. V roce 2004 došlo k extrémnímu průtoku, většímu jak Q_{100} v únoru, při němž se rozsah břehových nátrží a sesuvů ještě zvýšil.

8.2.5 Splaveninový režim toku

Posouzení erozní ohroženosti povodí, stanovení průměrné roční produkce splavenin vznikajících v povodích a v korytech toků, erodologické výpočty transportu a sedimentace splavenin při kulminačních průtocích Q_{100} jsou důležité pro stanovení potřebných záchytných prostorů retenčních přehrázek, pro určení cyklu čištění zdržných prostorů i pro opatření zamezující či snižující erozní ohroženost koryt toků.

8.2.6 Současný stav toku

Řešený úsek toku začíná v ř. km 16,010, tj. km 0,000, od rubu zdiva kamenného stupně pod soutokem s Liščím potokem. Až k silničnímu mostu v km 1,110 tok protéká zalesněnou terénní depresí přiléhající zprava k silnici I/8. Místy zasahuje patu silničního tělesa, jinde meandruje hlouběji do lesního porostu. Nad silničním mostem, tj. od km 1,126 tok protéká po levé straně silnice I/8. Na pravý břeh v celé délce až do konce úpravy navazuje svah proměnlivé výšky, který je jen řídko zalesněným lesním pozemkem. Na tomto svahu při povodni v roce 2002 došlo k několika sesuvům a hlubokým nátržím. Levý břeh toku v tomto úseku přiléhá místy až k silničnímu tělesu, místy mezi tokem a silnicí jsou odstavné či zatravněné

plochy. Koryto toku bylo povodněmi pomístně poškozeno na březích i dně koryta. Jednalo se o břehové nátrže různé délky a hloubky a sesuvy svahů, které zasáhly až do koryta toku. Poškození dna spočívalo především v jeho erozi, zejména v místech přímých opěrných zdí silnice, kde došlo k obnažení základů těchto zdí.

8.2.7 Koncepce technického řešení

Opevnění břehů je řešeno způsobem blízkým přírodě s maximálním využitím místního kamene a jehličnatých výřezů. Vegetačním opevněním břehů je výsadba břehového porostu ze dřevin vhodných do dané nadmořské výšky a k tomuto účelu.

Důležitá je stabilita dna při extrémních průtocích. Proto je důležité, aby kámen používaný do konstrukcí odpovídal vypočtené velikosti a správnému osazení. Návrhový průtok, kterému by opevnění mělo odolat, je průtok Q_{100} . Tomuto průtoku odpovídá výška opevnění břehů 1,00 m při stávající šířce dna. V místech, kde je hloubka koryta menší jak 1,00 m, se úroveň břehů zvyšuje násypem výkopku a splavenin do hrázek o šířce v koruně 1,00 m a přirozeným sklonem svahů.

Břehy v místech nátrží a sesuvů jsou opevněny těmito typy opevnění:

- kamenné rovnaniny ze sbíraného či lomového kamene v místech mělčích břehových nátrží

Rovnaninou z kamene jsou opevňovány břehy v úsecích, kde se vytvořily břehové nátrže, případně sesuvy svahů menšího rozsahu. Rovnaniny jsou ve sklonu 1:1,5 až 1: m, tj. sklon v místě napojení přirozeného břehu. V patě svahu je tloušťka rovnaniny min. 0,40 m a k hornímu okraji opevnění se snižuje na tloušťku 0,30 m. Patka je z kamene tloušťky 0,40 m, spáry mezi kameny jsou vyklínovány úlomky kamene. Na horním kraji opevnění a svislých okrajích rovnanin je vždy osazen kámen tloušťky min. 0,40 m. (Foto č. 7)

Hlubší břehové nátrže pod rovnaninou a za srubovými stěnami jsou vyplněny sbíraným kamenem – valouny a balvany s vyplněním dutin štěrkem.

- srubové stěny v místech hlubokých břehových nátržích a sesuvech svahů

Srubové stěny se navrhují v místech hlubokých sesuvů břehů a svahů nad břehem. Materiálem jsou jehličnaté stavební výřezy \varnothing 200mm přibíjené na svislé piloty 160 mm. Vzdálenost pilot 2,00 m, zavázání stěny je z kleštín \varnothing 120 mm do záhozu či zásypu štěrkem. Piloty zarážené podle možností, v každém případě tolik, aby nemohlo dojít k vychýlení či destabilizaci stěny, do hloubky ukotvené min. 0,30 m až 0,80 m. Výška srubových stěn je 1,00 m nad úroveň dna, vrch zásypu je překrytý zeminou vhodnou pro samovolné zatravnění či uchycení náletu dřevin. V patě sesuvu jsou do zásypu srubové stěny zasazeny po 2,00 m vrbové řízky. Byly použity: vrba slezská, která je křovinným typem a vrba hlošinová, která je typem stromovým, v poměru 2:1. Na obou koncích jsou srubové stěny zajištěny kamennou rovnaninou,

jejíž líc se ze svislého sklonu mění do sklonu stabilního břehu. Délka rovinanin na koncích srubové stěny je 2x1,5 m. Pata srubových stěn ve dně je zajištěna balvany D 400 uloženými v jedné řadě.

- pobřežní zdi z lomového kamene na c.m. v úsecích, kde tok ohrožuje stabilitu silničního tělesa

V úsecích, kde se tok přimyká k patě silničního tělesa, se během povodní vytvořily břehové nátrže. Nyní jsou vybudovány pobřežní zdi, kde zdivo nadzákladové je vybudováno z lomového kamene ze žuly, základové pasy z lomového kamene. Za rubem zdi je proveden drenážní zásyp od koruny zdi až do úrovně odvodňovacích otvorů ve zdivu. Odvodňovací otvory jsou 0,30 m nade dnem a jsou zřízeny ve vzdálenosti po 2,5 m. K drenážnímu zásypu byl použit dobře propustný materiál získaný v místě stavby. (Foto č. 11)

Niveletu dna zajišťují příčné objekty:

- stabilizační pásy ze sbíraného kamene s prolitím cementovou maltou

Stabilizační pásy jsou ze sbíraného kamene velikosti valounů a balvanů s vylitím cementovou maltou. Vylití tvoří přibližně 25% z objemu pásu. Líc pásu je vyspárováný. Hloubka i šířka pásů je asi 800 mm. Dutiny mezi kameny jsou vyplněny cementovou maltou. (Foto č. 7)

- zděné prahy z lomového kamene na c.m. v úsecích dna vyerodovaného na skalní podloží

Zděné prahy jsou v úsecích, kde došlo k erozi dna na skalní podloží a k obnažení základů opěrných zdí silnice I/8. Účelem těchto prahů je zejména ochrana základů opěrných zdí. Prahy jsou založeny min. 200 mm pod úroveň skalnatého dna a po 600 mm je zdivo prahů ukotveno ocelovými trny D 16 mm ve dvou řadách vzájemně posunutých o 300 mm. Otvory pro trny byly vrtány. Výška prahů nade dnem je v ose 200 mm, v patě břehů 300 mm. Šířka prahů je 1,00 m, z toho od 0,50 m se výška prahu snižuje na úroveň dna. Prahy jsou z lomového kamene na cementovou maltu, lomový kámen je žulový štípaný hranol. (Foto č. 10)

8.2.8 Vliv stavby na životní prostředí

Provedenými opatřeními jsou odstraněny povodňové škody ze srpna roku 2002 a února 2004. Tok je uveden do přijatelného stavu odpovídajícímu kulturně využívané krajiny. Na opravy koryta je přednostně používán místní kámen – křemenný porfýr, který je získáván sběrem podél toku. Zřízením srubových stěn v patě sesuvů svahů lesních pozemků se vytvoří předpoklady pro vlastní sanaci sesuvů.

Realizací stavby by se měla omezit tvorba a transport splavenin, v jejichž důsledku docházelo k až úplnému zasunutí koryta splaveninami a vybřežování vody. (Novotný Michael, r. 2004)

9. Výsledky

9.1 Odtokové poměry

K extrémním povodňovým průtokům, které nejvíce ovlivňují erozní procesy v povodí, dochází převážně při letních přívalových bouřkách (červenec, srpen), které přicházejí na závěr déletrvajícího deštivého období.

Katastrofální povodně roku 2002 vyvolaly déletrvající dešťové srážky, které ve dnech 12. -13. srpna dosáhly úhrnu 371,2 mm (dvoudenní srážka dle stanice Cínovec). Přitom došlo k pohybu cca 30 000m³ splavenin s erozivními účinky na jedné straně a úplným zasunutím koryta splaveninami na straně druhé.

V roce 2004 došlo k extrémnímu průtoku, většímu jak Q₁₀₀ v únoru, při němž se rozsah břehových nátrží a sesuvů ještě zvýšil.

Údaje o průtocích N-letých vod pro dílčí povodí od ČHMÚ ze dne 18. 6. 2004:

Profil km 0,010 (ř.km 16,020)

Plocha povodí S_p = 4,4 km²

N-leté průtoky:

N	1	2	5	10	20	50	100
m ³ ·s ⁻¹	0,7	1	2	3,4	5,2	8,6	12,8

Tabulka č. 5: Údaje o průtocích - ČHMÚ

Profil km 1,126 (ř.km 17,136)

Plocha povodí S_p = 2,66 km²

N-leté průtoky:

N	1	2	5	10	20	50	100
m ³ ·s ⁻¹	0,5	0,72	1,7	2,45	3,74	6,2	9,21

Tabulka č. 6: Údaje o průtocích - ČHMÚ

Profil km 2,700

Plocha povodí $S_p = 1,7 \text{ km}^2$

N-leté průtoky:

N	1	2	5	10	20	50	100
$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0,35	0,54	1	1,7	2,6	4,4	6,5

Tabulka č. 7: Údaje o průtocích - ČHMÚ

9.2 Řešení maximálního odtoku z povodí, schematizovaného více modelovými povodími

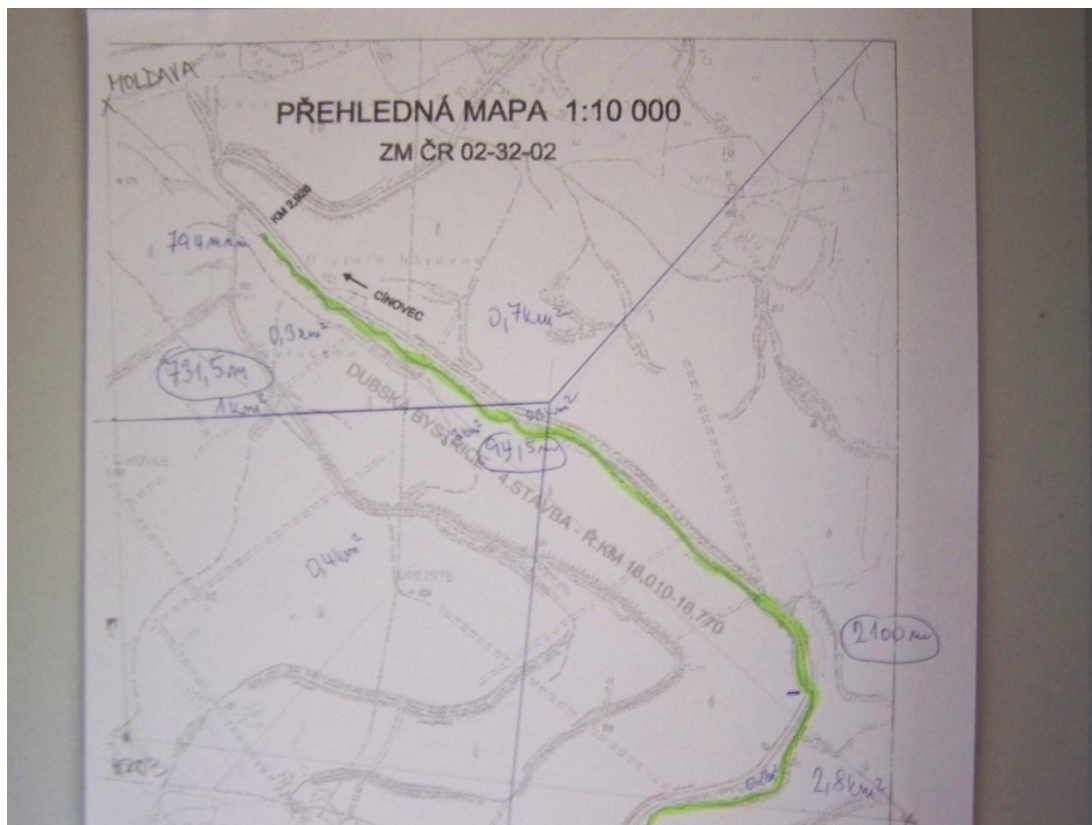
Je-li na přírodním povodí výrazně vyvinuta hydrografická síť, má-li hlavní tok výrazné přítoky, je možné nahradit prototyp více modelovými povodími, která schematizují jednotlivá dílčí povodí. Při výpočtu maximálního průtoku z celého povodí se předpokládá zasažení všech vymezených modelových povodí stejným výpočtovým deštěm. (Hrádek Fr. a Kuřík P., 2001)

V daném modelovém povodí znám hydrologické údaje ze tří srážkoměrných stanic – Hrob, Moldava, Teplice. Polygonovou metodou pro odvození průměrné výšky srážek na povodí jsem sledovanou oblast rozdělila na tři části podle toho, jakou mají váhu jednotlivé stanice vzhledem k danému povodí. Srážkoměrné stanice jsem spojila do trojúhelníkové sítě a sestrojila jsem osy stran jednotlivých trojúhelníků. Tyto osy spolu s rozvodnicí ohraničují příslušné plochy kolem srážkoměrných stanic. (obrázek č. 2)

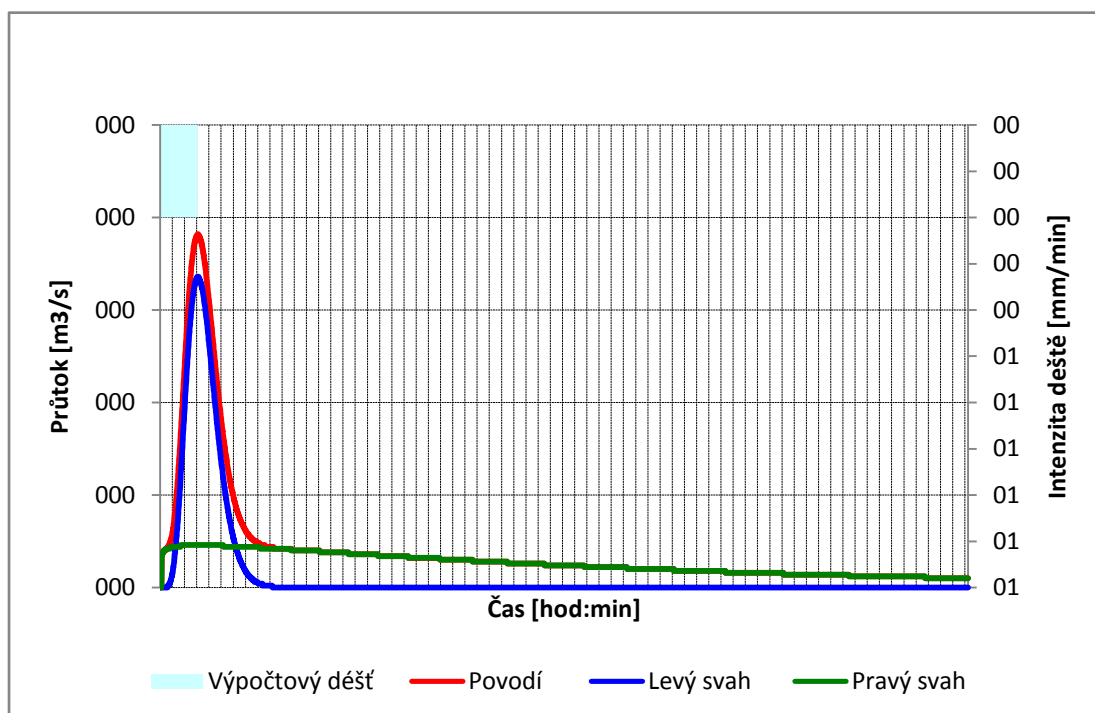
Použila jsem program DesQ – MAX Q pro výpočet maximálního odtoku z povodí, kam jsem vložila hodnoty jednotlivých ploch povodí, které jsem dále rozdělila na pravý a levý břeh. Důležitým kritériem pro výpočet je plocha povodí, plocha svahu, sklon svahu dané oblasti, drsnostní charakteristika, průměrný sklon údolnice aj.

K provedeným výpočtům jsem vytvořila tabulky k jednotlivým srážkoměrným stanicím, ve kterých je hodnota průtoků a intenzity deště, za období N je 5, 10, 20, 50 a 100 let. (Tabulka č. 7, 8, 9)

Použité grafy znázorňují závislost průtoku vody v korytě na intenzitě deště v časovém sledu. Grafy jsem vybrala z hodnot pro N je 5let. (Obrázek č. 3, 4, 5)



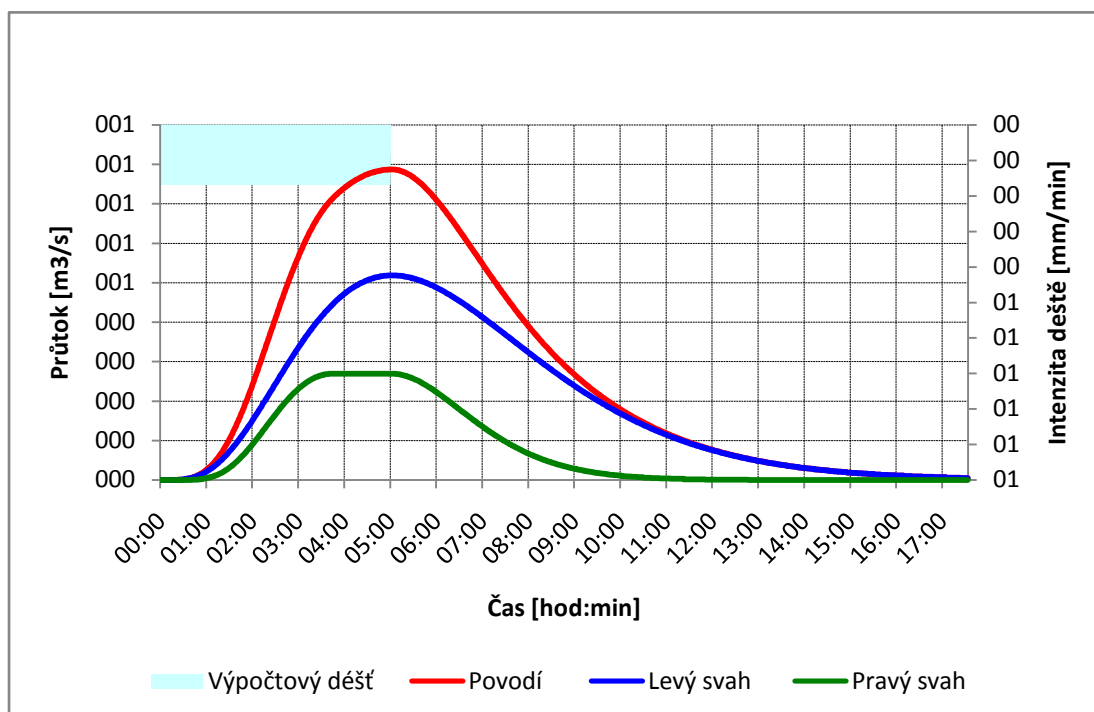
Obrázek č. 2: Polygonová metoda-nákres



Obrázek č. 3: Závislost průtoku na intenzitě deště-N 5- srážkoměrná stanice Hrob

Srážkoměrná stanice Hrob					
N	5	10	20	50	100
Q (m ³ ·s ⁻¹)	0,191	0,301	0,463	0,706	0,911
i _d (mm/min)	0,204	0,299	0,436	0,63	0,786

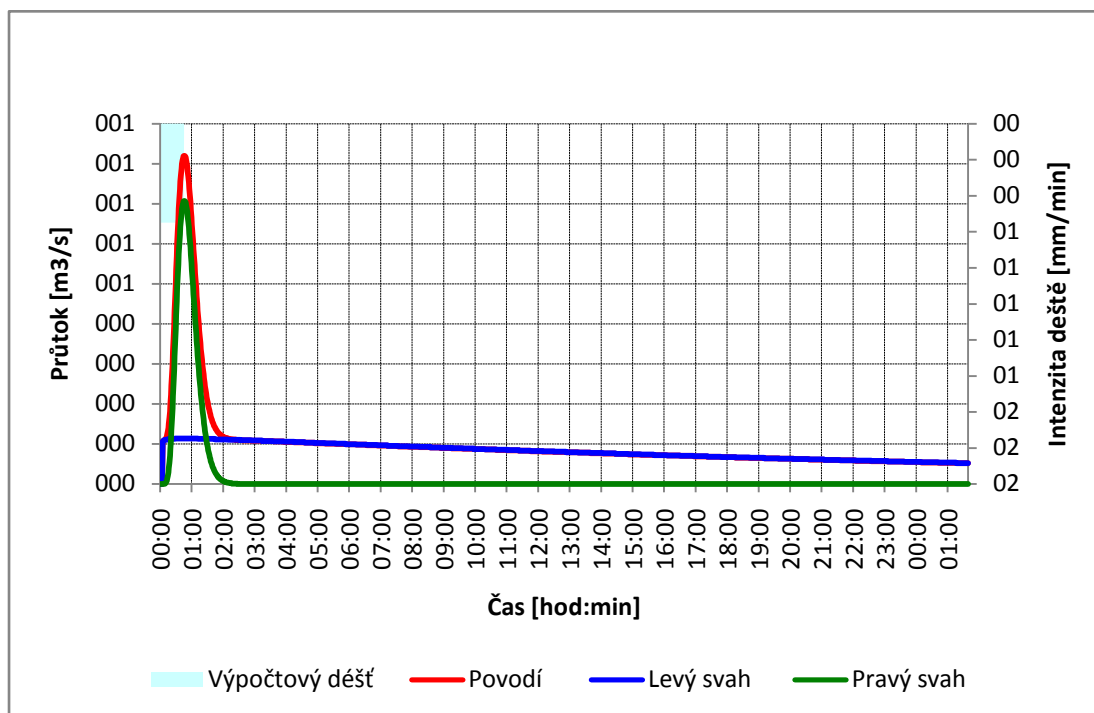
Tabulka č. 8: Hrob



Obrázek č. 4: Závislost průtoku na intenzitě deště-N 5-srážkoměrná stanice Moldava

Srážkoměrná stanice Moldava					
N	5	10	20	50	100
Q (m ³ ·s ⁻¹)	0,787	1,33	2,11	3,31	4,4
i _d (mm/min)	0,17	0,385	0,555	0,731	0,853

Tabulka č. 9: Moldava



Obrázek č. 5: Závislost průtoku na intenzitě deště-N 5-srážkoměrná stanice Teplice

Srážkoměrná stanice Teplice					
N	5	10	20	50	100
Q ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	0,82	1,27	1,78	2,45	3,01
i_d (mm/min)	0,552	0,797	1,042	1,441	1,666

Tabulka č. 10: Teplice

10. Diskuse

V grafech jsou zaznamenány hodnoty z jednotlivých srážkoměrných stanic pro N 5 let. Jsou zde rozděleny svahy podél toku Bystřice v řešeném úseku stavby. Je zde zřejmá intenzita deště a následný časový průběh průtoku.

Koryto toku je v současnosti kvalitně zrekonstruováno, je počítáno s větším nárazovým zatížením, než bylo při povodních v roce 2002 a 2004. Ke škodám, ke kterým došlo z důvodu nepříznivých klimatických podmínek nad Krušnými horami, by již nemělo dojít. V budoucnu by se mělo zvážit, jestli by nebylo dobré pokračovat v rekonstrukci koryta na úsecích, které dosud upraveny nebyly, aby se obyvatelé města Dubí i dalších obcí nemuseli obávat dalších záplav.

Technickou revitalizací došlo k pozitivnímu zásahu do krajiny jak z pohledu ekologického, tak z pohledu negativních povodňových následků. Stavba splňuje myšlenku obnovy a rozšíření přírodních hodnot území, zvýšení kvality vodního prostředí a obohacení krajinného rázu v okolí vodního toku.

11. Závěr

Při zpracování projektu projektant zajistil vyjádření správců inženýrských sítí, souhlasy vlastníků pozemků, souhlas stavebního úřadu podle §120 odst. 2 zákona č. 50/1976 Sb., rozhodnutí k zásahu do významného krajinného prvku podle § 76, 77 zák. č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny a souhlas ke stavbě v ochranném pásmu lesa podle §48 odst. 1 zákona č. 289/1995 Sb. o lesích a souhlas pro stavbu v ochranném pásmu silnice I/8 podle zákona č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích. Protože stavba byla prováděna pouze v korytě toku, upustil Stavební úřad MěÚ Dubí od územního řízení.

Doba výstavby řešeného úseku byla rozložena do dvou kalendářních roků 2005 a 2006, přičemž v zimním období byla přerušena, takže doba výstavby nabyla delší jak 12 měsíců.

Stavba byla realizována běžnými stavebními stroji a běžnými stavebními postupy. Podíl ruční práce výrazně převýšil podíl práce stavebních strojů. Při stavbě bylo dbáno na kvalitní provádění konstrukcí a používání kvalitního a vhodného stavebního materiálu. Na zděné konstrukce a dlažby byl použit lomový kámen – žula odpovídající ČSN 72 1800 – Přírodní stavební kámen pro kamenické výrobky, na rovnániny ze sbíraného kamene byl použit místní křemenný porfyr velikosti od 300 do 400mm, v konstrukci vždy největším rozměrem svise, na srubové stěny byly použity zdravé jehličnaté výřezy, ne ze souší. Kotvení svislých pilot bylo v předepsané hloubce, při osazování byly piloty klínovány.

Při provádění stavby byly dodržovány předpisy o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, zejména vyhlášky č. 324 Sb, č. 51/1990 ČÚBP a ČBÚ ze dne 31.7.1990.

V rámci projektu „Rekonstrukce místních komunikací zničených při záplavách“ spolufinancovalo město Dubí společně s Evropskou unií opravy ve výši 160.000,-EUR, stavbu zrealizovaly Vodohospodářské stavby spol. s r.o. Dále byly zrekonstruovány mosty přes Bystřici, zničené povodní r. 2002 za podpory EU ve výši 256.600,-EUR.

Cena 4. stavby, ř. km 16,010 – 18,770 byla vyčíslena částkou 5.485.329,-Kč.

V obvodu stavby se nenacházejí živočichové ani rostliny, kteří jsou pod zvláštní ochranou právních předpisů. Zhotovitel stavby použil technologické postupy, kterými dal nezbytnou záruku prevence ekologického dopadu nadměrného hluku, pachu i vibrací na pracovníky, místní obyvatele, chodce, řidiče a další.

12. Přehled literatury a použitých zdrojů

12.1 Knihy

AUGUSTIN JAN, 2005: Technická zpráva

BERAN J., 2005: Základy vodního hospodářství, skriptum ČZU, PRAHA

ČABOUN VLADIMÍR: Vplyv lesných ekosystémov na hydrológiu malého povodia

ČKAIT , 12/1998: Hrazení bystřin

ČT 24, 22. 7. 2009 : Rašeliniště v Krušných horách čeká obnova

GORDON N., D., MC MAHON T., A., FINLAYSON B.,L.: Stream Hydrology – An Introduction for Ecologist

HOLKO LAD. a KOSTKA ZDENĚK: Analýza maximálneho denného prietoku horských povodiach

HRÁDEK FR. a KUŘÍK PETR, 2008: Hydrologie

HRÁDEK FR. a KUŘÍK PETR, 2001: Maximální odtok z povodí DesQ – MAX Q

JUST TOMÁŠ, 2003: Revitalizace vodního prostředí, AOPK ČR, 144 str.

JUST a kol., 2005: Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi, 359 str.

MACOUN Ing., 2002: B. B Průzkum a vyhodnocení stavu toků a povodí po povodni 12. -13. 8. 2002: 60str.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, 2009: Metodický návod Návrh a hodnocení účinnosti systému komplexních opatření v pozemkových úpravách pro snížení škodlivých účinků povrchového odtoku

NOVOTNÝ MICHAEL, 2004: Dubská Bystřice – 4. stavba ř. km 16,010 – 18,770

PROJEKT NET 4GAS: Blíž přírodě

SOUKUP MOJMÍR a kol., 2008 : Biotechnická opatření v krajině pro zvýšení retence vody na odvodněných pozemcích v pramenných oblastech

VÝBORA PAVEL, CSc.: Navrhování úprav toků

WITTMANN MAXMILIÁN, 2003: Urbanistická opatření měst proti povodním :
Město a povodeň

12.2 Zákony

zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změnách některých zákonů, v platném znění

zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění

zákona č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, v platném znění

zákon č. 289/1995 Sb. o lesích

zákon č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích

nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané
stavební výrobky, v platném znění

ČSN 72 1800 – Přírodní stavební kámen pro kamenické výrobky

ČSN 72 1006 – Kontrola zhutnění zemin a sypanin

ČSN 75 2101 – Ekologizace úprav vodních toků

vyhlášky č. 324 Sb., č. 51/1990 ČÚBP a ČBÚ ze dne 31. 7. 1990

TNV 75 21 02, 1995: Úpravy potoků

12.3 Internetový zdroj

www.aktuálně.cz

www.krusnohorsky.cz

www.mze.cz

www.priroda.cz

13. Přílohy



Foto č. 1: Bystřice - staré koryto potoka



Foto č. 2: Bystřice - povodeň 2002



Foto č. 3: Bystřice - povodeň 2002



Foto č. 4: Bystřice – Retenční přehrážka I



Foto č. 5: Retenční přehrážka II



Foto č. 6: Retenční přehrážka III



Foto č. 7: Bystřice - příčné prahy, stupně



Foto č. 8: Bystřice - spadiště retenční přehrážky



Foto č. 9: Bystřice - spadiště



Foto č. 10: Bystřice- prahy, stupně

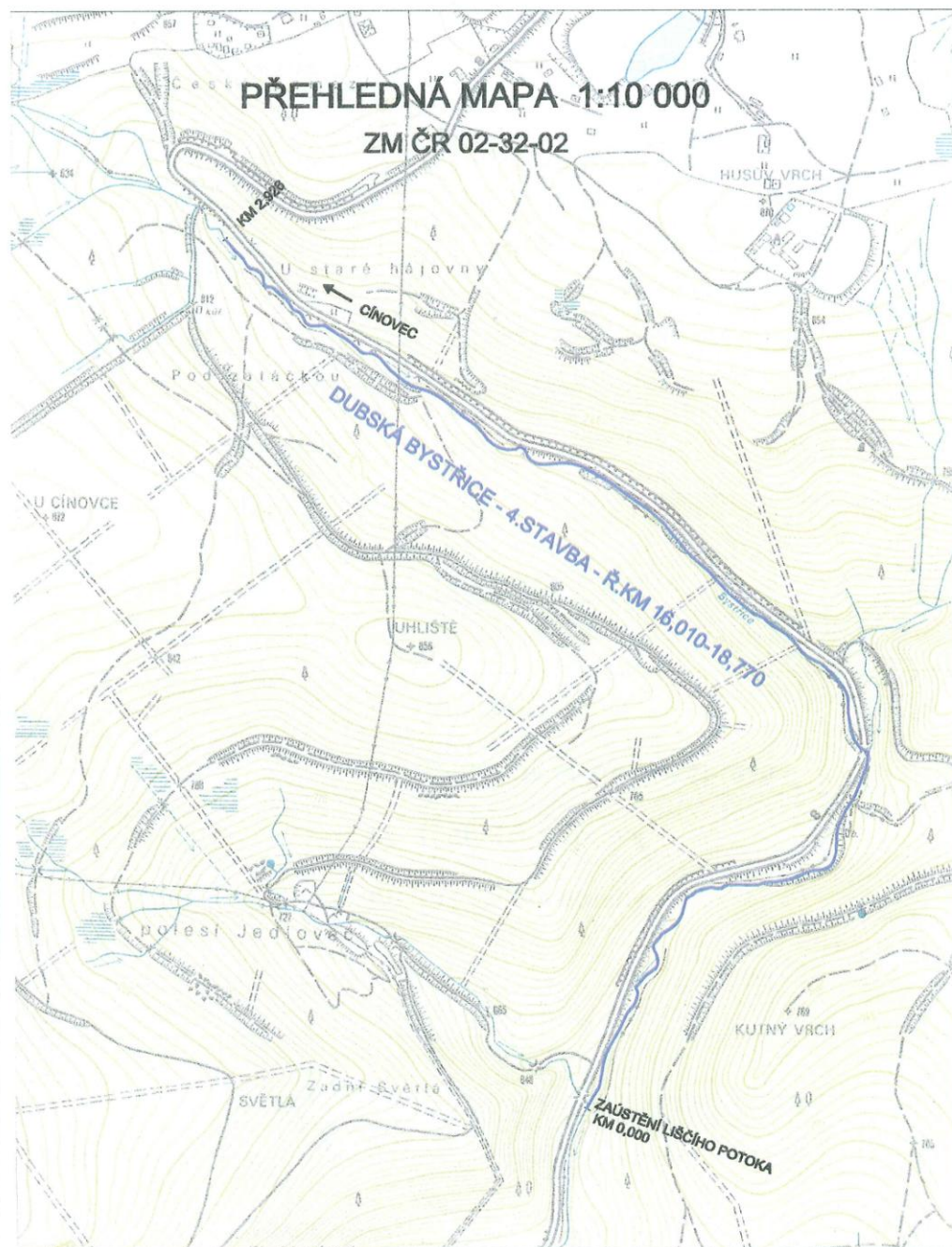


Foto č. 11: Bystřice - nové koryto

druh protipovodňového opatření	říční kilometr
stabilizační práh ve dně	16.045
stabilizační práh ve dně	16.070
stabilizační práh ve dně	16.278
stabilizační práh ve dně	16.299
stabilizační práh ve dně	16.324
práh ve dně pod retenční přehrážkou	16.497
práh ve dně pod retenční přehrážkou	16.515
šterková přehrážka retenční	16.531
stabilizační práh ve dně	16.701
	16.706-
dřevěné stabilizační prahy (12ks)	16.788
stabilizační práh ve dně	16.721
stabilizační práh ve dně	16.746
stabilizační práh ve dně	16.788
práh ve dně pod konsol.přehrážkou	16.831
práh ve dně pod konsol.přehrážkou	16.854
šterková konsolidační přehrážka	16.901
stabilizační práh ve dně	16.971
stabilizační práh ve dně	17.011
stabilizační práh ve dně	17.078
stabilizační práh ve dně	17.128
stabilizační práh ve dně	17.154
stabilizační práh ve dně	17.184
stabilizační práh ve dně	17.232
stupeň ve dně bez vývaru	17.280
stabilizační práh ve dně	17.323
stabilizační práh ve dně	17.420
stabilizační práh ve dně	17.454
stabilizační práh ve dně	17.548
stabilizační práh ve dně	17.561
stupeň ve dně bez vývaru	17.568

Tabulka č. 11: Nově vybudované objekty na Bystřici – 4. stavba

druh protipovodňového opatření	říční kilometr
stabilizační práh ve dně	17.590
stabilizační práh ve dně	17.610
stabilizační práh ve dně	17.629
stabilizační práh ve dně	17.666
stabilizační práh ve dně	17.710
stabilizační práh ve dně	17.734
stabilizační práh ve dně	17.756
stabilizační práh ve dně	17.789
stabilizační práh ve dně	17.808
stabilizační práh ve dně	17.835
stabilizační práh ve dně	17.860
stabilizační práh ve dně	17.889
stabilizační práh ve dně	17.923
stabilizační práh ve dně	18.032
stabilizační práh ve dně	18.056
stabilizační práh ve dně	18.069
stabilizační práh ve dně	18.126
stabilizační práh ve dně	18.213
stabilizační práh ve dně	18.273
stabilizační práh ve dně	18.312
stabilizační práh ve dně	18.360
stabilizační práh ve dně	18.380
stabilizační práh ve dně	18.431
stabilizační práh ve dně	18.444
stabilizační práh ve dně	18.543
stabilizační práh ve dně	18.646
stabilizační práh ve dně	18.688
stabilizační práh ve dně	18.703
stabilizační práh ve dně	18.729
stabilizační práh ve dně	18.754



Mapa č.3: Bystrice - 4. stavba