

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

---

Katedra krajinného managementu

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Zpracování revitalizační studie vodního toku

Autor diplomové práce:

Bc. David Neubauer

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jana Moravcová Ph.D.

---

**2017**

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. David NEUBAUER**  
Osobní číslo: **Z15336**  
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**  
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**  
Název tématu: **Zpracování revitalizační studie vodního toku**  
Zadávající katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Teoretická část.

Základní pojmy spojené s problematikou revitalizací.

Definice revitalizace vodních toků a jejich historický vývoj.

Možnosti řešení revitalizací vodních toků.

Prvky využívané při revitalizacích vodních toků .

Možnosti financování revitalizačních akcí.

Praktická část.

Výběr vhodného území v zemědělské krajině s člověkem upravenou vodotečí.

Průzkum vybraného povodí s důrazem na plánovanou revitalizační akci.

Průzkum erozního ohrožení zemědělsky využívaných pozemků v povodí.

Průzkum zvolených lokalit s důrazem na možné povodňové riziko.

Návrh na celkovou revitalizaci povodí.

Návrh revitalizace vodoteče včetně technického řešení akce.

Návrh na doplnění zeleně v okolí vodoteče.

Zhodnocení stavu vodních nádrží ve zvoleném povodí a návrh na jejich případnou obnovu.

Řešení odvodňovacích ploch v rámci revitalizační akce.

Možnosti oživení zrevitalizované vodoteče.

Zhodnocení možností financování a realizovatelnosti revitalizační akce.

Rozsah grafických prací: dle potřeby  
Rozsah pracovní zprávy: 50 stran textu  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:


DAVIE, T. 2008. Fundamentals of hydrology. Oxon: Routledge. 200 s. ISBN 978-0415220286. .  
NOVOTNY, V. 2003. Water Quality. New Jersey: John Wiley Sons. 888 s. ISBN 0-471-39633-8. .  
NOVOTNY, V., CHESTERS, G. 1981. Handbook of nonpoint pollution sources and management. New York: Van Nostrand Reinhold Company. 555 s. .  
ŘÍHA, J., DOLEŽAL, P., JANDORA, J., OŠLEJŠKOVÁ, J., RYL, T. 2002. Jakost vody v povrchových vodních tocích a její matematické modelování. Brno: NOEL 2000, s.r.o. 269 s. ISBN 80-86020-31-2. .  
VASILIEV, O. F., VAN GELDER, P. H. A. J. M., PLATE, E. J., BOLGOV, M. V. (Eds.). 2007. Extreme hydrological events: New concpets for security. Dordrecht: Springer. 500 s. ISBN 978-1-4020-5740-3. .  
WESTRICH, B., FÖRSTNER, U. (Eds.). 2007. Sediment Dynamics and Pollutant Mobility in Rivers. New York: Springer. 430 s. ISBN 978-3-540-34785-9. .  
Časopisy Journal of Hydrology, Hydrological Processes, Water Research, Soil and Water Research, Vodní hospodářství.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jana MORAVCOVÁ, Ph.D.  
Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: 14. března 2016

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2017

JIHOČESKÁ UNIVERZITA <sup>42</sup>  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 1600, 370 05 České Budějovice

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 14. března 2016

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že svojí diplomovou práci Zpracování revitalizační studie vodního toku jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, duben 2017

.....

### **Poděkování:**

Tímto bych rád poděkoval Ing. Janě Moravcové, Ph.D. za odborné vedení, rady a pomoc při zpracování této diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům firmy Zvánovec a.s. za poskytnutí užitečných materiálů a rad. V neposlední řadě děkuji také své rodině a kamarádům za podporu v mém studiu.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá problematikou spojenou s revitalizací vodních toků. Pro zpracování revitalizační studie vodního toku bylo zvoleno povodí Dobečovského potoku. Návrh opatření by měl přispět k zlepšení vodních poměrů a ekologické stability v území. Práce obsahuje teoretickou a praktickou část. V teoretické části nalezne pojmy spojené s úpravou vodních toků a revitalizačními opatřeními, kde jsou jednotlivě popsány. V praktické části je charakterizováno zájmové území s návrhem revitalizace vodního toku. Závěrem je zhodnocen současný stav toku a přínos navržených opatření. Součástí práce je i seznam literatury, která byla použita, fotodokumentace zájmového území a mapové výstupy.

## **Klíčové slova**

vodní tok, úpravy vodních toků, revitalizace, retence, Dobečovský potok

## **Abstract**

This thesis deals with the problems associated with the revitalization of watercourses. For a processing of study watercourse revitalization was selected basin of Dobečov stream. The proposal of the measures should contribute to the improvement of the water regime and ecological stability in the area. The work contains theoretical and practical part. In theory, the reader finds the concepts associated with the adjustment of watercourses and revitalization measures, where they are individually described. In the practical part is characterized the area of interest with the proposal for the revitalization of the watercourse. Finally, it evaluated the current status of stream and benefits of the proposed measures. Part of the work is also a list of literature which was used, photographs of the area of interest and map outputs.

## **Keywords**

watercourse, adjustment of watercourses, revitalization, retention, Dobečov stream

1. Úvod.....	9
2. Literární přehled.....	10
2.1 Základní pojmy spojené s revitalizací .....	10
2.2 Říční síť v České republice .....	11
2.2.1 Vodní tok .....	14
2.2.2 Historie úprav toků a důvody revitalizace .....	14
2.2.3 Retence a akumulace vody v krajině .....	19
2.3 Revitalizace .....	22
2.3.1 Vývoj revitalizací v zahraničí .....	23
2.3.2 Vývoj revitalizací v ČR .....	24
2.3.3 Možnosti řešení zlepšení ekologického stavu vodních toků.....	28
2.4 Revitalizace vodního toku .....	32
2.4.1 Prvky využívané při revitalizaci .....	34
2.5 Revitalizace jako protipovodňové opatření .....	39
2.6 Financování revitalizací.....	41
3. Cíl práce .....	45
4. Metodika .....	46
4.1 Materiál.....	46
4.2 Metodika.....	47
5. Výsledky a diskuze .....	49
5.1 Popis povodí .....	49
5.1.1 Všeobecné informace.....	49
5.1.2 Charakteristika povodí.....	49
5.1.3 Hydrologické poměry .....	50
5.1.4 Geologické a půdní poměry.....	51
5.1.5 Srážkové poměry .....	52
5.1.6 Teplotní poměry.....	52
5.1.7 Fenologické charakteristiky.....	52
5.1.8 Směr a síla větru .....	53

5.2	Popis Land use .....	53
5.3	Systém ekologické stability .....	55
5.3.1	Lokální územní systém ekologické stability.....	56
5.4	Cestní síť.....	59
5.5	Posouzení erozní ohroženosti území .....	59
5.5.1	Výpočet vodní eroze .....	60
5.6	Dobečovský potok .....	62
5.6.1	Popis současného stavu.....	62
5.6.2	Popis jednotlivých úseků toku .....	63
5.6.3	Výpočet $Q_{100}$ a N-letých průtoků v povodí.....	75
5.6.4	Podélný profil toku .....	76
5.7	Návrh revitalizace toku.....	77
5.7.1	Návrh nové trasy koryta.....	77
5.7.2	Návrh průtočných profilů koryta .....	79
5.7.3	Návrh tůní .....	81
5.7.4	Návrh výsadby zeleně v revitalizovaných úsecích .....	83
5.8	Postup realizací prací souvisejících s revitalizací toku a náklady .....	85
6.	Závěr .....	88
7.	Seznam použité literatury.....	90
8.	Seznam grafických příloh .....	95



## 1. Úvod

Voda patří k nejrozšířenějším a současně k nejproměnlivějším látkám nacházející se na Zemi. Tvoří základní složku životního prostředí, bez které by neexistoval život. Z tohoto důvodu je důležité s vodou hospodařit jako s nejcennější surovinou na naší planetě a zajistit její dostatečné množství a jakost. Pouze kolem 3% veškeré vody tvoří sladká a z toho největší zásoby jsou v ledovcích. Zbytek připadá slané vodě hlavně v mořích a oceánech (JŮVA, HRABAL, TLAPÁK, 1977).

Člověk neustále přetváří krajinu k obrazu svému, a proto je v dnešní době těžké nalézt přirozené řeky, říčky či potoky. S urbanizací a rozvojem docházelo k likvidaci lesů, tůní, mokřadů a dalších stanovišť, které byly delimitovány pro zemědělskou činnost. V kombinaci s napřímením a regulací přírodních koryt docházelo ke ztrátě ekologické stability a narušení hydrologické bilance nejen samotného toku, ale přilehlého okolí a celého povodí (JUST a KOL., 2005). Škody spojené z výše uvedeným stále rostly, až dosáhly neúnosné míry, a proto je nutné se pokusit o obnovu přirozeného stavu upravených vodotečí a krajiny.

V přírodě neustále probíhají přirozené procesy obnovy známé pod pojmem renaturace a za cílené opatření směřující k obnově přirozeného charakteru vodotečí lze považovat revitalizace. V obou případech dochází k vytváření podmínek přibližujících se původnímu stavu před nevhodnými zásahy a tím je umožněna obnova jejich přirozené funkce v krajině (SLAVÍK, NERUDA, 2007). Z hlediska vodohospodářského i zemědělského efektu mají významná retenční a akumulární, biologická, organizační a technická opatření v krajině zabezpečit pokud možno optimální využití vodních zdrojů a ochranu proti přívalové vodě (GROSSMANN a KOL., 2010).

Obnova všech modifikovaných vodotečí do původního stavu není reálná. Důvodem jsou především vysoké náklady s tím spojené a vlastnické vztahy k pozemkům, kterých by se revitalizace dotkla. Proto je nutné zamezit další devastaci krajiny a při realizaci revitalizací postupovat s rozmyslem. Pozornost je nutné věnovat nejen obnově potoků, říček a řek, ale i břehovým porostům a správné kultivaci okolních pozemků v rámci konkrétního povodí. Cílem je vyrovnaní hydrologického režimu společně s rozvojem druhové rozmanitosti vegetace a živočichů spolu s dalšími přírodě blízkými procesy (KENDER a KOL., 2000).

## 2. Literární přehled

### 2.1 Základní pojmy spojené s revitalizací

Akumulace vod – dlouhodobé zadržení vody v krajině v přírodních či umělých recipientech, mokřadech a půdě. Může být umělá či přirozená (BRANIŠ a KOL., 1999).

Berma – vyvýšená plochá část koryta po straně kynety (JUST, 2012).

Degradace prostředí – nežádoucí změny v prostředí způsobené lidskou činností, omezení či ztráta původních vlastností (BRANIŠ a KOL., 1999).

Eroze – přirozený proces, při kterém působením kinetické energie vody, větru, ledu a dalších činitelů dochází k rozrušování a odnosu půdy a hornin (BLAŽEK a KOL., 2006).

Eutrofizace – přirozený, dlouhodobý proces obohacování vody a půdy živinami, především dusičnany a fosfáty. Kromě přirozeného procesu probíhá vlivem lidské činnosti také proces nepřirozený, který vede k nadměrnému rozvoji vodních řas, k úbytku kyslíku ve vodě a v důsledku toho k vymírání živočišných druhů žijících v zasaženém prostředí. Tuto nežádoucí situaci způsobuje používání hnojiv v zemědělství, která jsou splavována do vodních toků. Za další významný zdroj těchto látek lze považovat nedostatečně vyčištěné splaškové vody vypouštěné zpět do řek a nádrží (SLAVÍK, NERUDA, 2007).

Evaporatranspirace – celkový výpar vody složený z evaporace (výpar z povrchu, půdy, vodních ploch) a transpirace (výpar vody z rostlin) (BALUGANI a KOL., 2017).

Hydrologická bilance – porovnání přírůstků a úbytku vody a změnu vodních zásob v povodí, území nebo vodním útvaru za určitý čas (SLAVÍK, NERUDA, 2007).

Infiltrace – proces vsakování povrchové vody do půdy a propustných hornin (ŠLEZINGER, 2005).

Intercepce – množství zadržované vody na rostlinách a předmětech povrchovým napětím, tato zadržaná voda nedopadne ani nesteče na povrch půdy (LANCASTER a KOL., 2006).

Kyneta – koryto, protékané běžnými průtoky (JUST, 2010).

Vodohospodářská bilance – porovnání požadavků na odběr povrchové a podzemní vody a vypouštěné odpadní vody s využitelnou kapacitou vodních zdrojů (TUREČEK, 2002).

Vodní bilance – zjišťuje a hodnotí stav povrchových a podzemních vod, sestává z hydrologické bilance a vodohospodářské bilance (SOUKUP, 2006)

Povodí – základní hydrologická oblast, která je hydrologicky uzavřena a ohraničená rozvodnicí, kde je zjišťován odtokový proces a vzájemný vztah bilančních prvků. Součástí povodí je uzávěrový profil (JUST a KOL., 2003).

Retence – schopnost krátkodobého zadržení vody v krajině (ADÁMEK a KOL., 2010).

Rozvodnice – pomyslná čára v mapě udávající hranici povodí probíhající po nejvyšších místech a úbočích, vrcholech, hřebenech, sedlech, která odděluje sousední povodí (BRANIŠ a KOL., 1999).

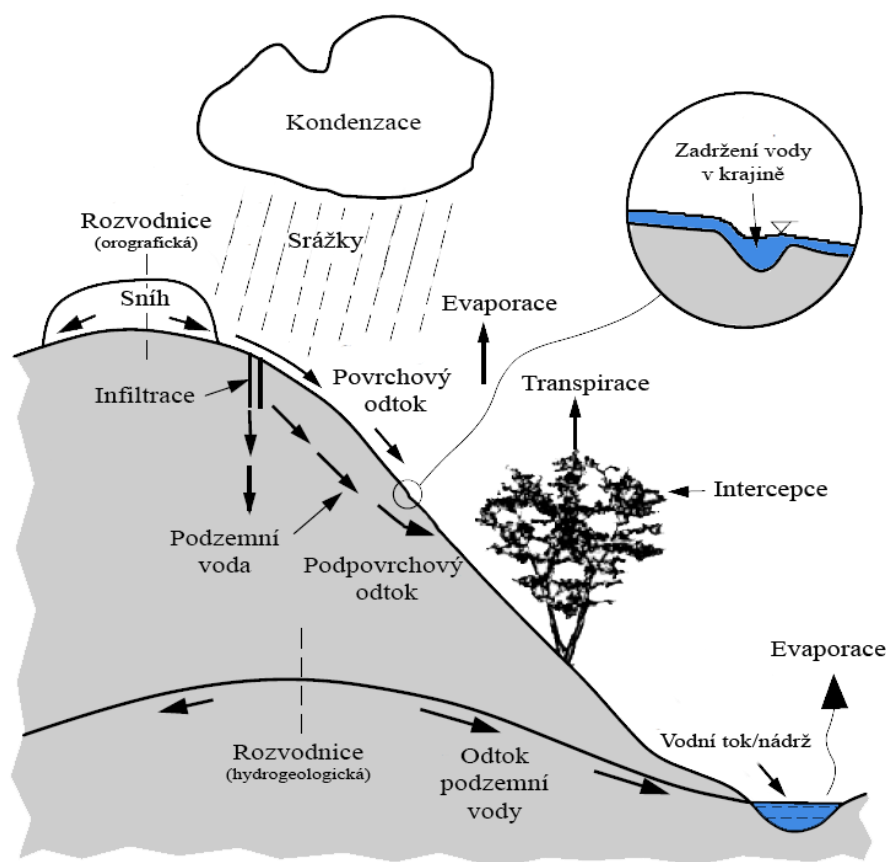
Uzávěrový profil – bod, kterým protékají veškeré srážky spadlé v povodí (HADAČ, 1982).

Samočistění vody – soubor přirozeně probíhajících chemických, fyzikálních a biochemických procesů, kterými se voda zbavuje znečišťujících látek - sedimentací, odplavováním usazenin, prokysličení, oxidačně redukční procesy (BRANIŠ a KOL., 1999).

## **2.2 Říční síť v České republice**

Oběh vody neboli hydrologický cyklus nemá konec ani začátek a zahrnuje mnoho procesů výměny vody, změn skupenství, přenos energií a chemických reakcí. Oběh vody zajišťuje fungování klimatického systému Země (BLAŽEK a KOL., 2006). Vlivem slunečního záření dochází k výparu, tedy změně kapalného skupenství na plynné, které v této formě stoupá do atmosféry (NĚMEC, 1965). K výparu dochází přímo z povrchu půd, vodní hladiny, ledu, sněhu i rostlin a tento celkový výpar je označován jako evapotranspirace, proces, který je nezbytný pro život na Zemi (BALUGANI a KOL., 2017). Atmosférická voda je definována jako veškerá

voda obsažená ve vzduchu v jakém kolik skupenství. V troposféře, nejnížší vrstvě atmosféry je voda akumulována a dochází zde ke vzniku meteorologických jevů (HUBAČÍKOVÁ, OPPELTOVÁ, 2008).



Obrázek č.1 – Schéma hydrologického cyklu, zdroj: JULIEN, (2002)

Srážky jsou výsledkem kondenzace vodních par v ovzduší nebo na různých površích. Rozeznávají se srážky kapalné (děšť mrholení, mlha, rosa) a srážky tuhé (sněž, kroupy, námraza, jinovatka) (PITTER, 1999). Srážky lze charakterizovat čtyřmi faktory, množstvím, trváním, intenzitou a vydatností. PITTER (1999) uvádí, že množství je vyjádřeno jako srážková výška (mm), kdy jeden milimetr srážek odpovídá 1 litru vody na ploše  $1\text{m}^2$ . Dále lze srážky rozdělit podle původu na horizontální a vertikální. Horizontální srážky vznikají blízko nebo přímo na zemském povrchu (např. mlha, rosa, jinovatka) (DUMBROVSKÝ, 1958). Tvorbou kapek a ledových krystalů kolem prachových částic dochází ke vzniku oblaků, které jsou zdrojem vertikálních srážek. (PAČES, 1982). Tyto srážky v podobě deště či sněhu opět padají na zemský povrch. Srážková voda, která se nevypaří, nevsákne do půdy nebo nezachytí na vegetaci, utváří povrchový odtok. Ten je soustřeďován vlivem sklonu a reliéfu krajiny v rýhy nebo brázdy a vznikají tak bystřiny, potoky,

kteře se spojujı v řıčky, řeky a veletoky ústıcı do mořı (LELLÁK, KUBÍČEK, 1991). Tı́mto způsobem vznikajı přırozené vodnı toky charakterıstıcké svým tvarem, dı́lkou, sklonem a prıtokem. Vznık a vıvoj tı́chto vodotečı je dlouhodobı historıckı proces ovlivněnı tektonıckou čınností, vodnı erozı a dalšımı čıniteli (HADAČ, 1982).

Průměrnı roční úhrn srážek v České republice čını 693 mm. Naše země se rozkládá v mírném klimatickém pásmu s nadmořskou vıškou nacházejıcı se vıtšinou v rozmezı 200 až 600 m.n.m a průměrná teplota ovzdušı je 8°C. Na územı republiky vırazně převládá odtok nad prıtokem, pro příklad lze uvést rok 2013, kdy roční odtok čını 19 885 mil. m<sup>3</sup> a prıtok byl pouze 845 mil. m<sup>3</sup> (POKORNÝ, ROLEČKOVÁ, FOUŠOVÁ, 2015). Vıtšina velkých toků odvádı vodu do sousednıch států, a proto jsou vodnı zdroje České republiky závislé vıhradně na atmosférických srážkách i přesto, že jsme vıznamná pramenná oblast. V nıže uvedené tabulce lze porovnat jednotlivé položky hydrologıckého režımu České republiky (BLAŽEK a KOL., 2006).

Pološka	Roční hodnoty (mil. m <sup>3</sup> )							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Srážky	48 818	58 676	68 692	49 449	54 812	57 336	51 815	41 957
Evapotranspirace	37 394	44 090	46 824	35 511	42 239	38 296	41 542	32 165
Roční prıtok	462	714	781	482	492	845	388	398
Roční odtok	11 886	15 300	22 649	14 420	13 065	19 885	10 661	10 190
Zdroje povrchovıch vod	4 503	5 112	8 788	5 770	5 195	6 626	5 273	3 591
Využitelné zdroje podzemnıch vod	1 209	1 266	1 594	1 340	1 311	1 657	1 077	393

Tabulka č.1 – Pološky hydrologıckého režımu ČR, zdroj: POKORNÝ, ROLEČKOVÁ FOUŠOVÁ, (2015)

Souhrn vřech vodotečı v povodı tvořı řıční sıt' a její uspořádanı ovlivňuje zdejšı podmínky. Hydrologıcké pořadí identifikuje příslušnost vodnıch toků pomocí čıselného kódu. Prvnı čıslo určuje hlavní povodı I. řádu, tedy toky vlévajıcı se do mořı. Druhé a třetı čıslo určuje dílčí povodı hlavního toku II. řádu. Základnı Povodı III. řádu je defınováno čtvrtým a pátým čıslem hydrologıckého kódu. Mezi nejmenšı územı je zařazeno povodı IV. řádu určené šestým, sedmým a osmým čıslem v hydrologıckém kódu rajonizace. Rozvodı Severnıho, Baltského a Černého

moře dělí území ČR do tří hlavních povodí, tedy povodí Labe, Dunaje a Odry (ADAMEC a KOL., 2012).

### **2.2.1 Vodní tok**

HADAČ (1982) nazval vodní toky cévami krajiny, které rozvádí životodárnou vláhu. Ovšem jsou také živlem, který se člověk snaží zkrotit (HADAČ, 1982). Tvoří kostru krajinného ekosystému, patřící k hlavním krajinnotvorným prvkům a stabilizátorům krajiny. Definují se jako povrchové vody tekoucí v korytě, trvale nebo převažující část roku, odtékající z povodí. Mohou být přirozené nebo umělé. Jsou ohraničené korytem, jehož součástí je dno a břeh. Typologicky rozdělené na bystřinu, potok, říčku, řeku, veletok (ADAMEC a KOL., 2012). Drobné vodní toky tvoří základní část říční soustavy ČR. Ty rozdělujeme na potoky nížin, pahorkatin, podhorské potoky, horské a bystřiny (SLAVÍK a NERUDA, 2014). Je-li pozemek, po kterém protéká vodní tok, evidován v katastru nemovitostí jako vodní plocha, je korytem vodního toku tento pozemek. Není-li pozemek, po kterém protéká vodní tok, evidován v katastru nemovitostí jako vodní plocha, je korytem vodního toku část pozemku zahrnující dno a břehy koryta až po břehovou čáru určenou hladinou vody, která protéká tímto korytem, aniž se vylévá do přilehlého území (TUREČEK, 2002).

Celková délka vodotečí v České republice je dle BLAŽKA a KOL. (2006) přibližně 76 tis. km. Z toho 16,6 tis. km představují významné vodní toky a 59,3 tis. km drobné vodní toky. SLAVÍK a NERUDA (2007) uvádí, že přibližně 25% z celkové délky vodních toků bylo technicky upraveno. Správu vodních toků České republiky zajišťují státní podniky Povodí zřízené zákonem č. 305/200 Sb. o povodích zřizovány MZe (POKORNÝ, ROLEČKOVÁ, FOUŠOVÁ, 2015).

### **2.2.2 Historie úprav toků a důvody revitalizace**

Přibližně dva miliony let se živil člověk především lovem a sběrem, ale „teprve“ před několika tisíci lety došlo ke změně. Začal pěstovat plodiny a chovat pastevní zvířata a stal se zemědělcem (POKORNÝ, 2014). Z minulosti je známé, že lidé stavěli usedlosti v blízkosti vody, nejčastěji u tekoucích řek a potoků. Ty jim zajišťovali zdroj pitné vody, obživy a hygieny. Později se lidé naučili využívat energii proudící vody. Nejdříve pro splavování dřeva a plavbu lodí a současně jako pohon strojů mlýnů a pil. Docházelo i k budování kanálů pro rozvod vody na zemědělskou půdu.

Neopomenutelným faktorem ovlivňujícím vodní bilanci v krajině jsou lesy. Téměř celé území Evropy bylo porostlé lesními kulturami, ale v průběhu několika staletí byla většina těchto lesů vymýcena. Již ve středověku začalo docházet k mýcení lesů především z důvodu nedostatku zemědělské půdy pro obživu (ŠTĚRBA, 1986). V současnosti lesy tvoří pouze kolem 33% výměry České republiky, zatímco zemědělské plochy zaujímají až 54 % a právě odlesněním došlo k výrazné změně vodních poměrů. Lesy mají významný vliv pro zadržování srážkoodtokových poměrů v krajině. Porost lesa snižuje kinetickou energii kapek a zpomaluje povrchový odtok, čímž omezuje vznik soustředěného povrchového odtoku. Zpomalení odtoku a zachycením srážek na vegetaci má pozitivní vliv na zadržování vody v krajině a její infiltraci do půdy. Z historie je dokázáno, že sídla vystavěná v blízkosti vody nebyla ohrožena přívalovou vodou z důvodu dostatků lesů (SIMANOV a KOHOUT, 2004).

V historii České republiky i dalších státech byly prováděny četné antropogenní úpravy krajiny. Vodní toky nebyly výjimkou, docházelo k zásahům do jejich přirozeného charakteru (LANGHAMMER, 2007). Naše území je stále zatíženo negativními dopady nevhodného a nadměrného hospodaření. Přirozená funkce vodních toků nebyla respektována a často zanedbána, čímž narůstalo narušování až destrukce přirozených, významných částí krajiny (JUST a KOL., 2003). To vše výrazně ovlivňuje odtokové poměry v krajině. Rychlejší odtok vody z území navíc způsobuje zkracování doby infiltrace a to negativně ovlivňuje zásoby podzemních vod. (LANCASTER a KOL., 2006). Dříve bylo cílem „ovládnutí a podmanění vodního živlu“. V té době tedy byla tendence upravovat koryta toků tak, aby se dosáhlo co nejvyšší protipovodňové ochrany, rychlého odvodu vody z povodí a zahlubování koryt pro gravitační vyústění plošných odvodňovacích systémů (VRÁNA a KOL., 2004).



Obrázek č. 2 – Degradace biodiverzity úpravou vodního toku, zdroj: ADÁMEK a KOL., (2010)

Výše popsané úpravy vodotečí se často nepříznivě projevíly a stále projevují při extrémních stavech, jakými jsou povodně nebo sucha. Na území České republiky je v současnosti vysoká míra velkých i malých vodních toků, které byly v průběhu několika staletí upravovány a regulovány za účelem ochrany před povodněmi. Stejně tak mnoho vodních toků bylo upraveno pro efektivnější využití krajiny z pohledu zemědělské výroby. Na našem území docházelo k úpravě tvaru a délek říčních sítí již v 18. století, např. velké toky jako Dyje a Morava, u kterých došlo k napřimění původního koryta (LANGHAMMER, 2007). Rozvoj vodohospodářských úprav přišel s průmyslovou revolucí, kdy bylo vyžadováno velké množství vody. Voda se v průmyslu využívá pro různé účely, například jako chladící médium při výrobních procesech. Použitá voda se vracela z výrobního procesu zpět do říční sítě, ale už jako kontaminovaná (ŠTĚRBA, 1986). Únik látek do vod způsobil, že dnešní úroveň znečištění je padesátkrát až sto-padesátkrát vyšší než je tomu u území, které nebylo kontaminováno znečištěnou vodou (RIPL, 2003).

Největší rozmach technických zásahů do vodního prostředí probíhal od konce 19. století. S novými technickými možnostmi přicházely nové metody úprav. Rozvoj mechanizace umožnil větší rozsah úprav s menším časovým zatížením (JUST a KOL., 2003). Ochrana proti povodním se stávala čím dál více aktuální. Po povodních v 90. letech 19. století, došlo k významnému rozvoji protipovodňových opatření. Základem bylo zkapacitnění (průtokoschopnost) koryta regulací a rychlé odvedení vody z území ohrožovaného přívalovou vodou. Jednalo se o regulace tvrdé. Řeky extrémní stavy přívalové vody odvedly do nižší oblasti, ovšem zde to mělo katastrofální následky. Ochrana před povodněmi vedla zároveň k vysoušení krajiny (ŠTĚRBA, 1986).

Na výše zmíněná opatření navazovaly zemědělské úpravy malých vodních toků s funkcí umožňující plošné odvodnění. V krajině postupně ubývá potoků a říček, které jsou nahrazovány uměle vytvořenými kanály nebo technicky upravenými koryty původních toků (JUST a KOL., 2003). Pro stavbu a úpravu koryt byli využíváni zajatci z 1. světové války a nezaměstnaní. Veškerá tato opatření významně ovlivnila říční síť v zemědělské krajině a vodní bilanci.

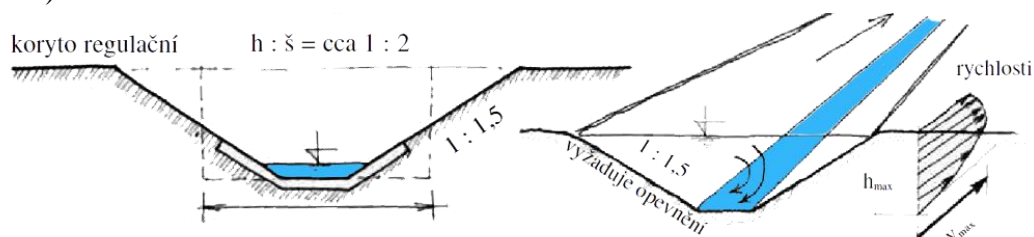
V minulém století od 50. let, v období socialismu typického kolektivní zemědělskou výrobou, docházelo k dalšímu rozvoji modifikace toků. S intenzifikací



zemědělství a rozvojem technologií bylo cílem využívat i pozemky méně vhodné pro hospodaření. To mělo za následek rozsáhlé odvodňování velkých zemědělských ploch a úpravy malých vodních toků. Průmysl a důlní činnost bylo další odvětví výroby, které negativně ovlivnilo úpravu říční sítě (LANGHAMMER, 2007).

Rozsáhlé úpravy toků spojené s napřimováním a regulací jsou nejvíce spojovány s obdobím 70. a 80. let 20. století. Souběžně s tím docházelo stále k většímu odvodňování krajiny. V tomto období také rostla chemizace v zemědělství. Všechny výše uvedené zásahy vedly nejen k narušení vodní bilance, ale zároveň k výraznému znečištění povrchových i podpovrchových vod pocházejícímu ze zemědělské výroby, především z hnojiv (JUST a KOL., 2003).

Prvky lidských činností v oblasti říční sítě, především malých vodních toků, měly různé úrovně. Jednalo se o zásahy do geometrie trasy toku, úpravy podélného a příčného profilu koryta. Současně s tím také opevnění břehů i dna a vkládání příčných objektů jako jsou jezy a stupně (LANGHAMMER, 2007). Tyto zásahy byly prováděny z důvodu ochrany zemědělské půdy a jejich cílem bylo odvádět vodu z krajiny co nejrychleji. Docházelo k narovnání a navýšení kapacity koryt na dvouletou až pětiletou vodu společně s vyšším podélným sklonem nivelety. Příčné profily koryt byly monotónní, nejčastěji lichoběžníkového tvaru. Došlo k odstranění přirozeného pokryvu dna, tedy kameniva, šterků, vegetace a zeminy (JUST a KOL., 2005).



Obrázek č.3 – Profil technicky upraveného koryta, zdroj: JUST a KOL., (2003)

Negativní dopady vodohospodářských úprav měly za následek snižování rozsahu i stability vodního prostředí a přilehlého území. Jedním z těchto technických zásahů bylo zmenšení šíře koryta, meandračních a břehových pásem, kde došlo k několikanásobnému zúžení oproti původnímu stavu. Souběžně s uvedenými skutečnostmi docházelo k prostorové úpravě trasy koryta, odstavených ramen toku spolu s mokřady a tůňemi, což snižovalo objem vody pro vázané prostředí. Tím se

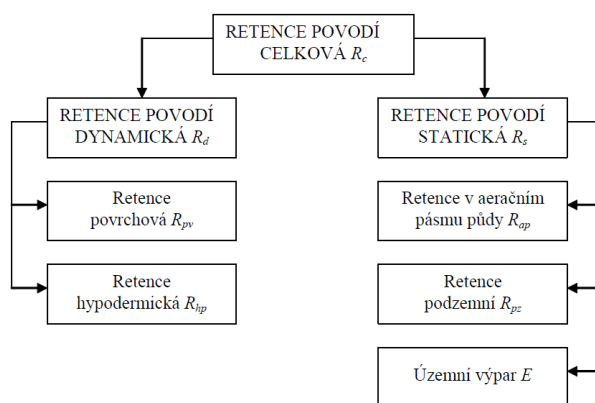
snížila plocha určená pro přirozený rozliv. Charakteristickým jevem u takto upravených potoků je úbytek biotopů v korytě a přilehlém okolí (JUST a KOL., 2003). Zahlubování koryt mělo souvislost i s opatřením pro odvodnění pozemku. Zemědělci obhospodařující svá pole měli problém s nadbytkem vody v krajině. Vyžadovali odvodnit podmáčené zemědělské plochy (ŠTĚRBA, 1986). Odvodňovací systémy způsobovaly snížení zásob mělké podzemní vody a zánik mnoha potoků a říček (JUST a KOL., 2003). S narůstající plochou orné půdy se snižuje druhová skladba kultur a společně s odvodněním a napřímením v krajině ubývá voda vázaná na organismy a půdu. Úbytek podzemní vody, střídání záplav a such vede k urychlenému rozkladu organických látek v půdě a odnosu živin. Kyselost půd narůstá, zatím co povrchové vody mají nadměru živin, tedy dochází k eutrofizaci. Tyto následky mění uzavřený vodní cyklus v dlouhý neboli otevřený. To znamená rychle odtékající vodu z krajiny. Tím je ovlivněna evapotranspirace, srážky jsou nepravidelné a po období sucha přicházejí nadměrné srážkové úhrny (POKORNÝ, 2014). Narušení odtoku dešťových srážek se projeví destabilizací režimu povrchového a podpovrchového odtoku. To je doprovázené účinky vodní eroze charakteristické transportem erodovaných částic spolu s rozpuštěnými i nerozpuštěnými látkami do vodních recipientů, kde způsobují jejich znečištění sedimentací (JUST a KOL., 2003).

Ztráta členitosti toku se odrazila nejen ve vodohospodářských funkcích, ale i ve snížení přírodního bohatství a znehodnocení krajinného rázu. Přirozeně tekoucí vodní toky byly nahrazovány prismatickými kanály o stejném průřezu s opevněnými břehy a dnem, které omezují samočistící schopnost vody a bohatost oživení vodního prostředí (JUST a KOL., 2005). Upravená koryta jsou často opevněna těžkým opevněním v podobě betonových prefabrikátů. Ovšem odolnost těchto opatření je podmíněna použitým materiálem a strukturou (SOUKUP a KOL., 2008). Například u tvárnic tvořící opevnění břehů a dna mohlo dojít k poškození jedné z nich, čímž se naruší jejich celistvost a tím odolnost (NOVÁK st., NOVÁK ml., 2011). S opevněním koryta a odstraněním přirozených prvků v korytě nastává úbytek úkrytů a stanovišť vodních živočichů. Výše popsané prvky úprav toků mají vliv na rozmanitost vodních ekosystémů (JUST a KOL., 2005). Důležitým a dříve opomíjeným pojmem byla migrační prostupnost pro vodní organismy. Migrační prostupnost byla nejčastěji omezena příčnými stavbami vkládanými do průtočného

profilu koryta nebo nevhodnými průtokovými poměry (SLAVÍKOVÁ a KOL., 2007). S růstem urbanizace a industrializace jsou následky těchto činů čím dál více znatelné. Množství zásahů a úprav vodních toků na našem území významně ovlivňují odtokové poměry a schopnost zadržovat vodu v krajině (LANGHAMMER, 2008). Technicky upravené vodní toky jsou postupně zařazovány ve vodohospodářském plánování do kategorie toků s ekologicky nepříznivými podmínkami, které jsou určeny k obnově původního stavu neboli revitalizaci (JUST, 2012). Samozřejmě nelze říci, že všechny technické úpravy a odvodnění v posledních desetiletích byly mylné. Příkladem mohou být protipovodňová opatření v intravilánu, kdy jedinou možností je navýšení průtočné kapacity koryta. Žijeme v kulturní krajině a je třeba respektovat opatření nutná k jejímu využívání s ohledem na legislativu a ekonomii (VRÁNA a KOL., 2004).

### 2.2.3 Retence a akumulace vody v krajině

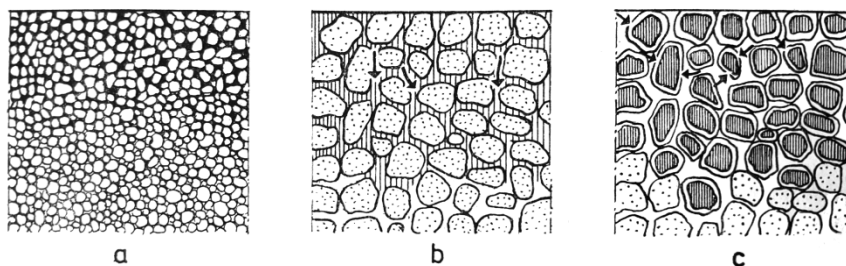
Pojem retence vody lze popsat jako schopnost krajiny zadržovat vodu. (ADÁMEK a KOL., 2010). Zadržení vody v krajině významně ovlivňuje složky hydrologické bilance a zásoby vod. Mezi hlavní mechanismy zásobení patří horizontální srážky, intercepce vertikálních srážek, dočasná povrchová retence (rozliv), zpomalení povrchového odtoku a snížení jeho objemu (SOUKUP, 2006). Zvýšení retenční schopnosti půdy příznivě ovlivní jakost vody v povodí. Čím delší je doba zdržení vody v povodí, tím se kvalita vody zvyšuje. Rozdíl mezi retencí a akumulací vody je v čase, tedy době zdržení. Prodloužení doby oběhu vody v půdě přispívá k přirozeným procesům odbourávajícím znečištění a stejně tak je tomu u vodních toků a nádrží, kde dochází k sedimentaci kontaminovaných částic. Čistící procesy jsou chemické, mikrobiální a biochemické. (KVÍTEK a KOL., 2006).



Obrázek č.4 – Schéma rozdělení celkové retence, zdroj: DUMBROVSKÝ, (2005)

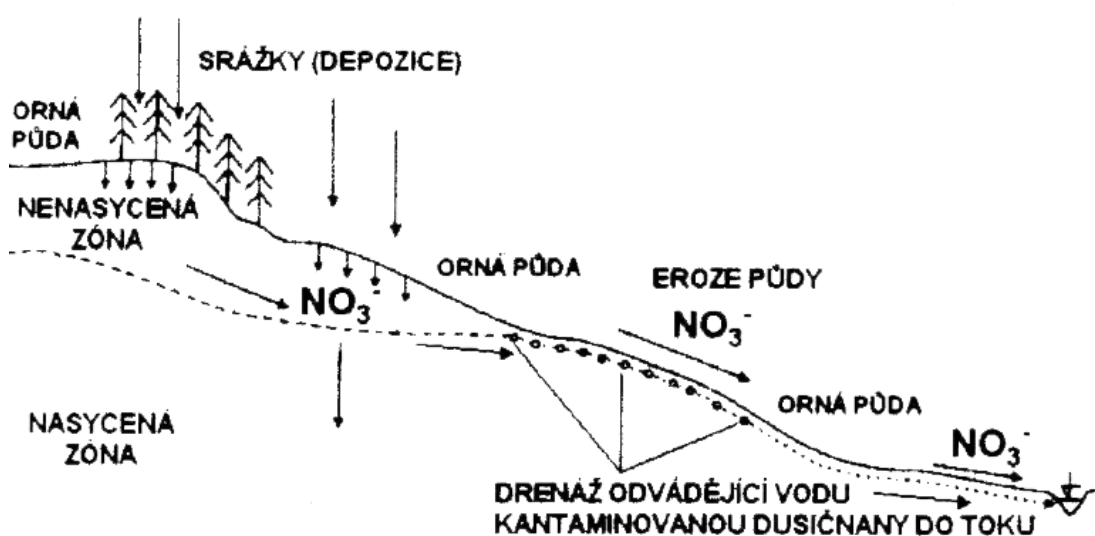
Retence v povodí přímo ovlivňuje bilanci denních srážek spadlých v něm a průtoky protékající uzavěrovým profilem. Intenzita povrchového odtoku je ovlivněna dvěma hlavními faktory, klimatickým a morfologickým (DUMBROVSKÝ, 2010). Klimatické faktory jsou ovlivněny ročním obdobím vyznačujícím se pravidelnou změnou počasí a déle pak nadmořskou výškou. Přímou ovlivňují intenzitu srážek, intercepci, evapotranspiraci a jiné. Morfologie povodí udává tvar a členitost terénu charakterizován například délkou a sklonem svahů, využitím území a vyskytující se vegetací. Morfologie koryta charakterizuje hydraulické vlastnosti ovlivňující proudění v něm (LANCASTER a KOL., 2006). Retence vody v krajině je kromě výše uvedeného ovlivněna i vodohospodářskými opatřeními a odvodňovacími zásahy. Zvyšováním akumulace trvalých vod se snižuje schopnost dočasného zadržení vody (DUMBROVSKÝ, 2010). Z tohoto důvodu je nutné najít kompromis mezi retencí a akumulací vod v krajině (SOUKUP, 2006).

Infiltrační schopnost půd je dána její strukturou, propustností, zrnitostí, tedy fyzikálními a chemickými vlastnostmi (TLAPÁK, ŠÁLEK, LEGÁT, 1992). Průsakový režim podloží je ovlivněn geologickou stavbou podloží, hydrologickým režimem území, konstrukčním řešením nádrží, vodními útvary a antropogenní činností (ŘÍHA, 2010). Půdy mající zhoršenou sorpční schopnost jsou náchylné k erozi. Ta je doprovázena smyvem půdních částic obsahujících živiny, minerály a další látky, které jsou odnášeny. Následkem je nedostatečná míra infiltrování těchto látek do půdy a končí často ve vodách. Odolnost půdy před poškozováním vychází z její struktury, tedy velikosti a shlukováním půdních částic, viz obrázek č.5 (PASÁK a KOL., 1984).



Obrázek č.5 – Vláhový režim půd o různé struktuře, zdroj: JŮVA, HRABAL, TLAPÁK, (1977)

Zamokřené půdy, charakteristické déle přetrvávajícím nadbytkem vody v půdě, mohou v zemědělství způsobovat kvantitativní a kvalitativní poškození pěstěných plodin. Činitelé způsobující zamokření bývají často lokální a jedná se o hydrologické (blízkost vodních toků), orografické, geologické, morfologické, klimatické a další (KVÍTEK a KOL., 2006). Odvodnění pozemků z důvodu zemědělské činnosti vedlo k úbytku zásob mělkých spodních vod, ztrátám humusu, živin a minerálů souběžně s vyplachováním chemických látek. Odvodňovaly se i mokřady, ale ukázalo se, že tyto plochy nebyly příliš vhodné pro pěstování plodin (ADÁMEK a KOL., 2010).



Obrázek č.6 – Vodní a živinný režim po odvodnění, zdroj: SLAVÍK, NERUDA, (2007)

### 2.3 Revitalizace

Revitalizace je podle JUSTA a KOL. (2003) soubor opatření podporující obnovu a oživení původních ekosystému vod a krajiny s ohledem na ekologickou, estetickou a ekonomickou funkci. V širším pojetí jsou to zásahy s účelem posílit přírodní a krajinné hodnoty zvyšující biodiverzitu a společně s tím zlepšit vodohospodářské funkce. Cílem revitalizací je udržet schopnost krajiny zadržovat vodu přirozenou cestou a zlepšit ekologickou funkci vodních toků (JUST a KOL., 2003).

Jedná se o soubor opatření vedoucích k nápravě a návratu přirozené funkce poškozených krajinných celků, stanovišť, společenstev a dalších částí přírody, které byly ovlivněny lidskou činností. Revitalizace bývají nejčastěji spojovány s nápravou technicky upravených vodních toků a přilehlých niv. Odstranění nevhodné vegetace či dosadba původních druhů, ale i způsob obhospodařování půdy a odstranění příčin degradace prostředí, to vše spadá pod pojem revitalizace (BRANIŠ, 1999).

Obnova přirozené členitosti vodotečí má důležité zastoupení v ochranné funkci, ale zejména přispívá k zlepšování biodiverzity území. Revitalizace jsou pouze „polotovarem“, kterým dosáhneme napodobení přírodního prostředí, kde vytvoříme podmínky umožňující různým přírodním procesům dokonat a vytvořit přírodě nejbližší stanoviště. S průběhem času se dotváří finální vzhled (NOVÁK st., NOVÁK ml., 2011).



Obrázek č.7 – Revitalizované a regulované koryto, zdroj: JUST a KOL., (2005)

### 2.3.1 Vývoj revitalizací v zahraničí

Následky vodohospodářských úprav z minulosti nebyly mnohdy jiné ani v zemích západní Evropy či Severní Ameriky. I v těchto státech se dopustili mnoha chyb, zejména „násilných“ úprav toků a blízkého okolí. Dále byly budovány monotónní a transformované kanály využívané v zemědělství a průmyslu s protipovodňovou ochranou (ŠLEZINGR, 2005).

V zemích EU je směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu oporou pro revitalizaci, stanovující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (GRAW, BORCHARDT, 2003). Účelem této směrnice je zajistit, aby nedocházelo k zhoršování současného stavu a chránit a zlepšovat stav vodních ekosystémů po stránce ekologické a kvality vody a dále pak zmírňovat účinky povodní a sucha. Členské státy jsou povinné zřizovat registr chráněných území na ochranu povrchových a podzemních vod nebo zachování stanovišť a druhů živočichů a rostlin na vodě přímo závislých (JUST a KOL., 2005).

V některých vyspělých státech se vodohospodářské revitalizace rozvíjejí od roku 1970. Nejblíže podmínkám České republiky je Německo nebo Rakousko, kde lze najít inspiraci pod pojmem „Renaturierung“. Tento pojem v sobě ukrývá kombinaci ochrany před povodněmi spolu s revitalizací. Také odhaluje náročnost implementace revitalizace v hustě obydlené krajině. Náklady a úsilí spojené s revitalizací jsou úzce spojené s místními podmínkami (GRAW, BORCHARDT, 2003). K nejvýznamnějším se řadí revitalizace řeky Isar v Mnichově, která měla pět etap a dokončena byla v roce 2005 (JUST a KOL., 2005). V Bavorsku jsou revitalizace vodních toků, přílehlých niv, mokřadů běžné a správu tvoří Ministerstvo pro otázky životního prostředí a územního rozvoje společně s podřízenými orgány. Nedílnou součástí návrhu jsou i protipovodňová opatření. Jejich cílem je tlumivý rozliv přívalové vody v nivách mimo zástavbu (JUST a KOL., 2003).

Každá země má částečně odlišný přístup k obnově a oživení narušené krajiny. V Anglii je kladen zřetel na biologickou revitalizaci, především v oblasti ochrany a studia ptactva. Probíhá zde aktivní ochrana přírodních a přírodě blízkých stanovišť, z čehož pramení výrazné přírodovědecké motivace k provádění revitalizací (JUST a KOL., 2003). Již v 90. letech v Británii došlo k rozsáhlým revitalizacím řek Skerne, Cole a Ogwen doprovázené nejčastěji tvorbou nové trasy koryt a obnovou říčních

niv. V Dánsku či Holandsku jsou revitalizace soustředěné především na obnovu přirozené vodohospodářské funkce potoční a říční sítě. V této oblasti jsou chápány revitalizace jako součást protipovodňové ochrany. Příkladem je řeka Brede v Dánsku, která protéká intenzivně obhospodařovanou krajinou. Proběhla zde rozsáhlá revitalizace včetně četné meandrů koryta (JUST a KOL., 2005).

### 2.3.2 Vývoj revitalizací v ČR

Upravenost říčních sítí v České republice a dalších státech v Evropě je vysoká. LANGHAMMER (2007) uvádí, že na našem území je zasaženo antropogenními úpravami přibližně 28% vodních toků. Více jak polovina těchto vodotečí bylo směrnicí EU klasifikováno jako silně ovlivněné. Pro hodnocení geometrických úprav trasy toků v minulosti využíváme historické mapové podklady (LANGHAMMER, 2007). Ve vodohospodářství České republiky se s pojmem revitalizace začínají setkávat počátkem 90. let 20. století. To bylo dáno politickou situací a teprve po revoluci v roce 1989, se k nám začaly dostávat poznatky o hospodaření v krajině ze západních států (KENDER, 2004). Jednalo se o nový obor v této oblasti, zaměřený na obnovu dříve potlačených přirozených funkcí vodních toků, jejich niv a dalších částí krajiny (JUST, 2010). Rozvoj této disciplíny byl nelehký nejen z nedostatku podkladů, ale i odpoutání se od zvyklostí zažitých z předchozích let. Dříve bylo za ideální považované narovnané, hluboké a opevněné koryto (JUST a KOL., 2005).

Přístup k provádění revitalizací malých vodních toků se v průběhu let neustále vyvíjel a stále vyvíjí. Počátky revitalizačních úprav se významně lišily od současných postupů (VRÁNA a KOL., 2004). Usnesením vlády č.373/1992 Sb. vznikl program revitalizace říčních systémů finančně dotován ze státního rozpočtu a řízen Ministerstvem životního prostředí. Cílem byla náprava vodního režimu krajiny (VRÁNA, VEJVALKOVÁ, 2015). Tento program přinášel finance pro realizaci revitalizací a zároveň mnoho otázek týkajících se této problematiky. Nedostatek informací a podkladů způsobil v prvním roce pouze realizaci dvou desítek akcí (VRÁNA a KOL., 2004). Tyto úpravy působily spíše jako projekty ověřující účinnost a přínosy revitalizací formou „pokus - omyl“. Nejasné koncepce obnovy vodních toků a vlastnické vztahy k pozemkům vedly k tomu, že velká část



prostředků byla spotřebována na výstavbu a rekonstrukci malých vodních nádrží. (VRÁNA, VEJVALKOVÁ, 2015).

Absence teoretického zázemí činila problémy. Otázky typu jaké území je vhodné revitalizovat nebo jaké jsou priority, to vše a další vedlo k nutnosti vypracování studie, směrnice, dle které by se řídily. S postupem let docházelo k rozvoji problematiky revitalizací a s tím souběžně nárůst rozpočtu určeného pro realizaci revitalizací. V roce 1995 bylo dostatečné množství podkladů pro zpracování metodiky k programu revitalizací říčních systému. Později vznikaly další programy zabývající se podobnou problematikou - program péče o krajinu a program drobných vodohospodářských akcí (VRÁNA a KOL., 2004). ŠLEZINGR (2005) uvedl ve své publikaci statistické údaje, které vydalo MŽP v roce 2002, o počtu realizovaných revitalizací na území České republiky v letech 1996 až 2001, viz tabulka č. 2.

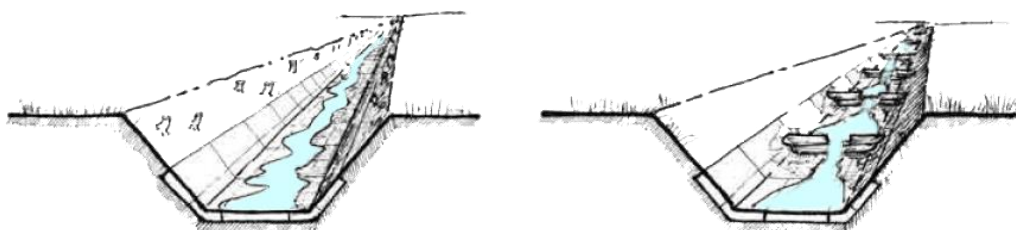
Typ realizace	Rok a počet akcí					
	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vodní toky - revitalizace	52	23	40	44	14	21
Vodní toky - dílčí stavby a zásahy	1	4	26	27	14	19
Stavba rybích přechodů	-	-	-	-	-	2
Úprava pramenných oblastí, mokřadů	11	-	1	4	1	6
Úprava a tvorba biocenter, dopr. zeleně	13	13	14	16	9	7
<b>Revitalizace vodních nádrží</b>						
Vodní nádrže - obnova revitalizace	56	57	115	135	102	103
Vodní nádrže - nová výstavba	15	19	62	79	57	37
Vodní nádrže - odbahnění	7	8	20	10	7	5

Tabulka č.2 – Počet realizovaných akcí v ČR, zdroj: ŠLEZINGR, (2005)

Revitalizace by se daly shrnout do tří etap od roku 1992 až po současnost. Tyto vývojové fáze nelze přesně časově a věcně ohraničit, ale každá z nich byla specifická určitým stupněm revitalizačních opatření a poznatků (VRÁNA a KOL., 2004).

**První generace** obnovy vodních toků byly charakteristické ponecháním upraveného koryta, tedy jeho trasou, příčným profilem, opevněním dna a břehů a většinou i vegetace. Revitalizace zde mělo být dosaženo pomocí vkládání příčných objektů do koryta. Rozčleňující prvky tvořily kamenné a dřevěné prahy, přehrážky, jízky a tůně (JUST a KOL., 2005). Cílem bylo snížení průtočné rychlosti, okysličení

a zvýšení sedimentace. Hloubka a kapacita upraveného koryta se zachovala a migrační prostupnost byla i nadále omezená. Vložené příčné objekty byly často poškozené nebo obtékané a neplnily svou funkci. Jak takto upravené koryto vypadá je znázorněné na obrázku číslo 8. Tento typ revitalizace se ve většině případů ukázal jako neúčinný a nevhodný. Výsadba stromového patra probíhala liniově podél vodního toku nejčastěji po obou stranách. Výhodou úprav první generace byly minimální nároky na vlastnické vztahy, jelikož nebyla změněna původní trasa koryta. Jednoduchost prováděných úprav společně s ponecháním původní trasy s opevněním nevyžadovalo vysoké náklady na realizaci (VRÁNA a KOL., 2004).



Obrázek č.8 – 1. generace „revitalizací“ koryta, zdroj: JUST a KOL., (2003)

**Druhá generace** revitalizací se více zabývala morfologií koryta. Cílem bylo dosáhnout nižších průtoků s dostatečnou hloubkou pro existenci života a migrace organismů. Souběžně s tím zajistit snížení rychlosti proudění a umožnit kontakt vody tekoucí korytem s okolním prostředím (VRÁNA a KOL., 2004). Důraz byl tedy více kladen na tvorbu nové trasy koryta, která byla členitá, meandrující bez umělého opevnění umožňující rozvoj fauny a flóry (KENDER a KOL., 2000). Nově navržená koryta byla mělká o menší kapacitě a došlo i ke snížení sklonu v podélném profilu a změně tvaru průtočného profilu. Nevyužívalo se umělého opevnění dna a břehů, což se pozitivně projevilo zvýšením zásobením podzemní vody v nivách doprovázené distribucí živin. Nově navržená koryta jsou dimenzována na nižší průtoky a je umožněn rozliv při překročení stanoveného průtoky do přilehlého okolí. Rychlost proudění v takovém to navrženém korytě je mnohem nižší oproti původnímu stavu a díky tomu není třeba těžkého opevnění. Pro rozvlnění trasy je třeba širší pás podél toku, což nabízí možnost výsadby zeleně střídavě na obou březích. Ústí odvodňovacích systémů se sváděla do nových záchytných drénů, které jsou pozvolně zaústěné do nového koryta. Realizace výše popsaných úprav vedla k výraznému

nárůstu nákladů oproti první generaci revitalizací. Navíc tyto zásahy vyžadují zvýšené nároky na údržbu, především vegetace (VRÁNA, 2004).

**Třetí generace** je dle VRÁNY (2004) nejvyšší vývojový stupeň v oboru revitalizací drobných vodních toků. Obnova přírodě blízkému stavu je zde vnímána komplexně. To znamená zaměřit se nejen na samotný tok, ale i širší okolí či celé povodí. Revitalizace se navíc v současné době začínají implementovat do protipovodňového opatření jako lokální ochrana před přívalovou vodou (JUST a KOL., 2005). Opět dochází k tvorbě nové trasy koryta, jeho zahloubení (mělké) a menším průtočným profilům. Průtok v otevřené krajině je dimenzován pouze na Q1 a méně a tím tak umožnit rozliv vody do krajiny, kde nezpůsobí žádné škody. Pro opevnění koryta se používá vegetace doplněná o kameny a další přirozené prvky typické pro zdejší podmínky. Navazuje se na některé části původních koryt, slepých ramen nebo se nechají neprůtočné a jsou pouze zásobené spodní vodou s funkcí tůní (KENDER a KOL., 2000).



Obrázek č.9 – Návrh revitalizace vodního toku, zdroj: JUST a KOL., (2005)

Budují se i nové boční tůně často u vnitřního oblouku koryta, naproti tomu průtočné tůně jsou navrhovány nejčastěji u vnějšího oblouku meandru pro snižování kinetické energie vody s možností rozvoje organismů. Výsadba zeleně je zde realizována obdobně, jako tomu bylo u druhé generace revitalizací, ideálně s napojením na stávající porost. Tím se zajistí návaznost na autochtonní druhy, aby koridor podél toku nenarušil zdejší krajinný ráz. Před samotným návrhem revitalizace je třeba provést podrobnou studii vodního toku a celého povodí pro stanovení všech revitalizačních úkonů v povodí, upřesnění vlastnických vztahů a nákladů spojených s realizací revitalizace (VRÁNA a KOL., 2004).

### 2.3.3 Možnosti řešení zlepšení ekologického stavu vodních toků

Přírozené řeky, potoky, mokřady, tůně a další přírodní prvky krajiny by měly tvořit vzor projektu revitalizačních úprav. Mají mimořádnou hodnotu a jsou nenahraditelné. U revitalizace vodních toků je důležitá znalost těchto vodních útvarů, tedy takových, které nebyly v minulosti poškozeny a ovlivněny lidskou činností. Tyto přírodní objekty nám poskytují informace o přírodních tvarech toků a jejich niv, rychlosti a objemu proudění vody společně s rozvojem vegetace a živočichů. Údaje potřebné pro návrh revitalizace poskytují vědní obory, mezi které patří geomorfologie, hydrologie, hydraulika a biologická limnologie (JUST a KOL., 2005).

Obnovu přírodního charakteru vodních toků a krajiny lze rozdělit do několika skupin. Dle prostoru zasaženého úpravou mluvíme o částečné nebo úplné revitalizaci. **Částečná** je typická pro dílčí úpravy pouze říčního koryta po břehovou hranu. Jejím účelem je nevhodně upravený, stabilizovaný průtočný profil přiblížit co nejvíce stavu přírodě blízkému. Nejčastěji dochází k odstranění nevhodného opevnění, migračních překážek a k výsadbě břehové vegetace (KUPEC a KOL., 2009). Tento způsob obnovy se většinou ponechává dále přírodnímu procesu obnovy podpořenému drobnými vodohospodářskými zásahy (JUST a KOL., 2005).

V případě obnovy **úplné** se revitalizace týká nejen samotného koryta, ale přilehlého okolí, celého říčního ekosystému. Dochází ke stavební činnosti nejčastěji spojenou s tvorbou nové trasy vodoteče, a pokud to prostor a podmínky umožní, je výkop nového koryta ideálním řešením. Navrhují se prohlubně a brody v kynetě toku společně s obnovou a dosadbou vegetačního doprovodu. Zprůtočňují se odstavená ramena toku, budují se a obnovují mokřady a tůně s napojením do územního systému ekologické stability (ŠLEZINGR, 2010).

V současnosti rozlišujeme dle JUSTA a KOL. (2003) tři procesy obnovy přírodního rázu vodního prostředí.

- Dlouhodobá samovolná renaturace
- Renaturace povodněmi
- Technické revitalizace

**Samovolná renaturace** je přirozený proces, který může sloužit jako podklad pro návrh technických revitalizací. JUST (2010) popisuje renaturaci jako samovolný vývoj vodního toku, který vede k rozpadu technických úprav koryta a k obnově přírodě blízkých morfologických a biologických rysů. Korytotvorné procesy v uměle upraveném toku způsobují postupný rozpad příčných objektů a opevnění. V důsledku toho vzniká břehová abraze, která postupem času mění morfologii koryta. Současně dochází i k rozvoji příbřežní a okolní flóry (JUST, 2010). Renaturace je přirozený proces v přírodě, který probíhá neustále a celoplošně a je třeba ho respektovat a podporovat. Jelikož se jedná o přirozenou formu obnovy, jsou náklady s revitalizací prakticky nulové a je důležité předcházet zbytečným zásahům a korekcím při údržbě (JUST a KOL., 2005). S ústupem intenzivního zemědělství a životností odvodňovacích systémů navíc dochází opět k zamokření pozemků a to příznivě ovlivňuje podmínky pro přirozenou obnovu (SLAVÍK a NERUDA, 2007). Renaturace v zástavbě jsou značně omezené, především z důvodu protipovodňové prevence (JUST, 2010).

Za **renaturace s korekční údržbou** lze považovat nenáročné zásahy cílené především na rozvlnění proudnice. Korekce tvaru koryta se provádí vkládáním různých prvků, které rozčlení a rozvlní proudění, čímž dochází ke stranové erozi. Na menších tocích se využívají například velké balvany nebo skupiny kamenů, které jsou umísťovány střídavě do paty levého a pravého břehu, ve vzdálenosti 2 až 5 metrů v závislosti na kynetě. U větších toků se používají tzv. výhony z kamene a dřeva. Široké vodoteče mohou být usměrňovány stromy rostoucími v břehové části, které se pokácí do koryta, kde působí jako usměrňovače proudění (JUST a KOL., 2005).

Proces renaturací je pomalý, příkladem je uváděné koryto s polovegetačními tvárnicemi, které i po 20 letech stále nebude přirozeným, ale částečně zaneseným a zarostlým korytem. Zároveň by nemělo docházet k maření samovolné obnovy vodohospodářskou údržbou na základě nevhodného výkladu zákona. Poté výsledky samovolných procesů dosahují významných revitalizačních výsledků v krajině a na rozdíl od technických revitalizací zde není příliš nutný zásah lidské činnosti (JUST a KOL., 2003).

Jak bylo psáno výše, jedná se o dlouhodobý proces a v některých případech by byl návrat k přírodě blízkému stavu téměř nemožný. Příkladem mohou být těžce opevněná koryta, která jsou zahloubená, s vysokou rychlostí proudění. U takovýchto koryt je znemožněna sedimentace splavenin, břehová abraze a další činitele přirozených korytvorných procesů. Takto modifikované toky již vyžadují provést technický zásah. Z těchto důvodů je nutné individuální posouzení nejefektivnějšího způsobu obnovy. Otázkou tedy je, zda ponechat koryto a jeho okolí samovolnému vývoji bez lidského zásahu, eventuálně s drobnou korekcí nebo zda provést technickou revitalizaci vodního toku (JUST a KOL., 2005).

**Renaturace povodněmi.** Změny v morfologii koryta jsou přirozenou součástí vodotečí a působení povodní má nemalou úlohu v krajínovorných procesech. Koryta bez souvislého opevnění bývají častěji transformována přívalovou vodou. Nadměrné proudění zapříčiní nátrže břehů, poškození opevnění a příčných objektů a společně s nánosem splavenin tak dochází k přirozené obnově. Změny jsou patrné v průběhu trasy, příčném i podélném profilu. (JUST a KOL., 2003).

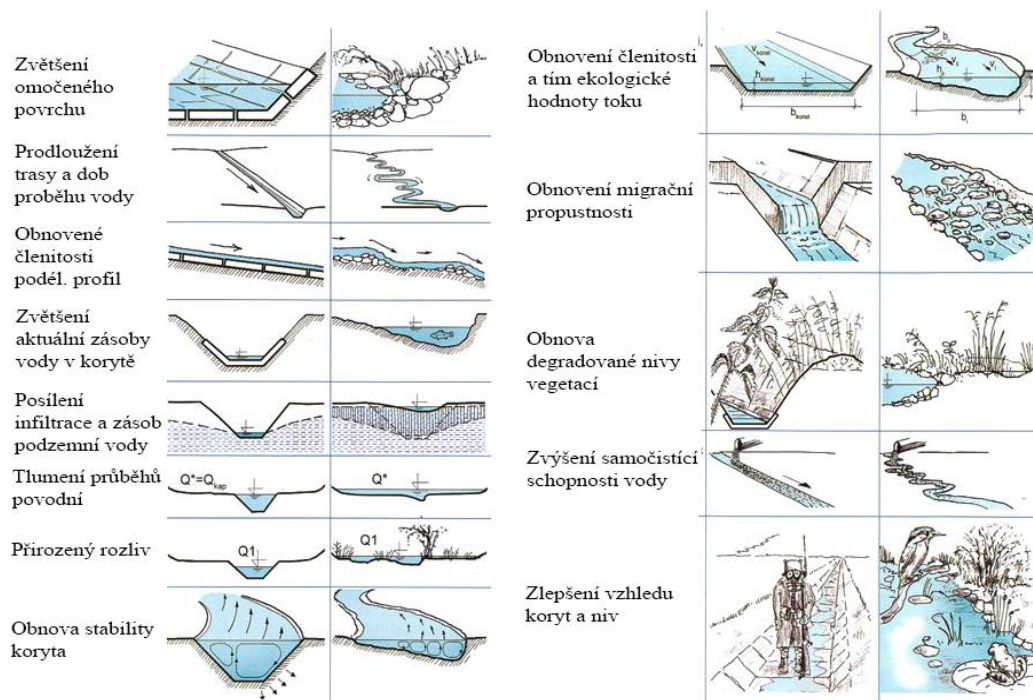
I souvislé opevnění koryt může být narušeno při extrémních průtocích, které jsou typické pro povodňový stav. Často se jedná o betonové desky, žlabovky, polovegetační tvárnice a další těžká opevnění, která i přes svou odolnost mohou podlehnout náporu unášecí síly vody. Pokud dojde k narušení celistvosti, celé opevnění se může rozpadnout. Destrukce opevnění napomáhá k jeho odstranění a prvním úkonem by mělo být jeho odtěžení, aby nadále neovlivňovalo přirozený rozvoj. Stejně tak nadměrné zahloubení bývá složitou úpravou vodních toků a v řadě případů se volí vytvoření nového koryta a staré zasypat. V těchto případech často následují technické revitalizace. (JUST a KOL., 2005).

Na základě těchto informací dochází postupně ke změně vnímání a přístupu k povodním. Totiž ne vždy mají negativní dopad. Členitost a stabilita koryt v přírodních stanovištích ovlivněných povodněmi by měly být zachovány, protože často vyhovují ochrannářským i vodohospodářským požadavkům. (JUST a KOL., 2005).

**Technické revitalizace** jsou doprovázené stavební činností. Příprava, realizace a provozování podléhá ustanovením zákona o ochraně přírody a krajiny č. 218/2004 Sb. a vodního zákona č. 254/2000 Sb. Technické úpravy vodních toků vychází ze směrnice TNV 75 2102 úprav potoků a ČSN 72 2101 ekologických úprav vodních toků (SLAVÍK a NERUDA, 2007). Koncepce a biologicko-technické řešení navrhovaných opatření vychází z hydrologických, hydraulických, hydromorfologických, biologických a ekonomických podmínek. Při tom se bere v úvahu kategorie řešeného potoka a charakter navazujícího území (TNV 75 2102, 2010).

Hlavním cílem je odstranění negativních následků dříve prováděných úprav toků, jejich niv a návrat k přirozenému stavu posilující přírodní a krajinné hodnoty společně s podporou vodohospodářských funkcí, viz tabulka č.3 (JUST a KOL., 2005). Jedná se o komplexní úpravy, kterými se regulují srážkoodtokové poměry v povodí a současně mají napomoci při tlumení povodňového rozlivu. Zvyšují retenční a akumulaci kapacitu území a omezují vznik a projevy vodní eroze (SLAVÍK a NERUDA, 2014).

Důraz je tedy kladen na zadržování vody v krajině, v půdách, nivách, mokřadech a korytech vodních toků. To napomáhá k samočisticí schopnosti vod doprovázené rozvojem vodních a mokřadních biotopů (JUST a KOL., 2005). Úpravy navazují na revitalizaci zemědělsky a lesnický využívaného území, na návrhy územních systémů ekologické stability (ÚSES) a na projekty komplexních pozemkových úprav (KoPÚ) (SLAVÍK a NERUDA, 2014). Z důvodu náročnosti je třeba soustředit se na úseky povodí, kde se prokáže účelnost revitalizace především z ekonomického a protipovodňového hlediska (SLAVÍK a NERUDA, 2007).



Tabulka č.3 – Přínosy revitalizací vodního toku, zdroj: JUST a KOL., (2003)

## 2.4 Revitalizace vodního toku

Vodní tok je složitý ekosystém zahrnující složku vodního prostředí obsahující jak podzemní vodu, tak i vodu povrchovou tekoucí korytem. Suchozemskou složku představuje vegetace doprovázející tok a navazující niva (SLAVÍK a NERUDA, 2007). Před samotnou revitalizací je třeba provést studii území a vhodnost provádění revitalizace. Popis a vyhodnocení současného stavu krajiny vychází z archivních materiálů, studií, projektů a především podrobného terénního šetření doplněného o informace od místních obyvatel. Pro zjištění návaznosti a propojení systémů v povodí se zpracovává **studie revitalizace** neboli hydroekologická studie (VRÁNA a KOL., 2009). Obsahem je dle VRÁNY a BERANA (1998) a GRAWA a BORCHARDTA (2003) posouzení hlavních bodů vypsanych níže:

- Popis a vyhodnocení současného stavu krajiny
- Posouzení náchylnosti pozemků k vodní či větrné erozi
- Návrh protierozních opatření na ohrožených pozemcích
- Revitalizace vodních toků v povodí
- Revitalizace malých vodních nádrží, mokřadů nebo návrh nových
- Ozelenění krajiny
- Posouzení stavu hlavních a vedlejších polních cest.



Z obsahu studie revitalizace je patrné, že se nelze soustředit pouze na samotný tok, aby výsledky revitalizace byly co nejlepší, je třeba zásah řešit komplexně pro celé nebo alespoň části povodí (BRANIŠ, 1999). Úpravy provedené v minulosti je potřebné řešit v síti vodních toků a nádrží společně s jejich plochou povodí, kde je třeba zlepšovat srážkoodtokové poměry a protierozní opatření (JUST a KOL., 2003).

Revitalizace drobných vodních toků je třeba vnímat jako celý soubor opatření s přírodním až technickým charakterem, s menší nebo větší mírou antropogenního zásahu. Ideální stav je, aby valná část revitalizace jako takové proběhla spíše působením přírodních sil a procesů, které mají často lepší výsledek než technické zásahy (KENDER a KOL., 2000). Program revitalizací vodních ekosystémů MŽP České republiky definovalo revitalizaci jako „komplex opatření pro obnovu hydrologického přírodě blízkého režimu v povodí z hlediska kvality i kvantity“ (LANGHAMMER, 2007).

Pro tvorbu kvalitních biotopů spojených s úspěšným provedením revitalizace je velice důležitá regulace průtoku vody krajinou. Současně s tím i obnova a posílení samočistící schopnosti vody v recipientech a přirozené zásobování podzemních vod (JUST a KOL., 2003). V rámci povodí sem spadá i omezení vzniku a následků vodní eroze a s tím spojeného transportu látek do vodních recipientů (KENDER a KOL., 2000). Špatná kvalita vody má negativní dopad na vznik biotopů a společenstev vodního toku a jeho okolí včetně nádrží i přesto, že proběhla revitalizace. Z tohoto důvodu je nezbytná studie zdrojů znečištění nejčastěji spojená s nadměrným přísunem erodovaných částí půdy (KIEDRZYŃSKA, KIEDRZYŃSKI, ZALEWSKI, 2014).

Pro hledání vhodného postupu provádění revitalizací by měl projektant spolupracovat se zástupci krajinného plánování, biologie, vodního hospodářství a dalších přírodovědeckých oborů. Uvědomit si, že mezi vodním tokem a jeho okolím existuje úzká spojitost (KENDER a KOL., 2000).

Revitalizace bývají často omezovány lokalitou a místními podmínkami. Velké problémy činí i vlastnické vztahy k pozemkům, které nejsou ve vlastnictví státu a byly by zasaženy úpravou. Revitalizace vodních toků mají významné

uplatnění jako součást souboru protipovodňových opatření. Podmínky revitalizace v extravilánu jsou odlišné od intravilánu, především z pohledu ochrany a prostoru. Toky protékající krajinou, která není intenzivně využívána pro zemědělskou činnost, má mnohem lepší podmínky pro obnovu. V zástavbě se koryta dimenzují na větší průtočnou kapacitu z důvodu ochrany obytných a průmyslových částí před rozlivem vody (JUST a KOL., 2005). V úsecích intravilánu, kde by mohlo dojít k vylití vody z koryta a tím ohrožení zástavby, musí mít prioritu technická ochrana. Přesto však je v některých případech možné spojit jednotlivé prvky opatření a zajistit jak ochranu, tak částečně přírodě blízkou členitost (NOVÁK st., NOVÁK ml., 2011). U revitalizací vodotečí v intravilánu jde většinou o zvýšení ekologické stability, aby koryto působilo více přirozeně (JUST a KOL., 2005).

#### **2.4.1 Prvky využívané při revitalizaci**

Revitalizaci vodních toků nejčastěji zahrnují dle SOUKUPA a NERUDY (2014) a normy úprav toku TNV 75 2102 (2010) následující úpravy:

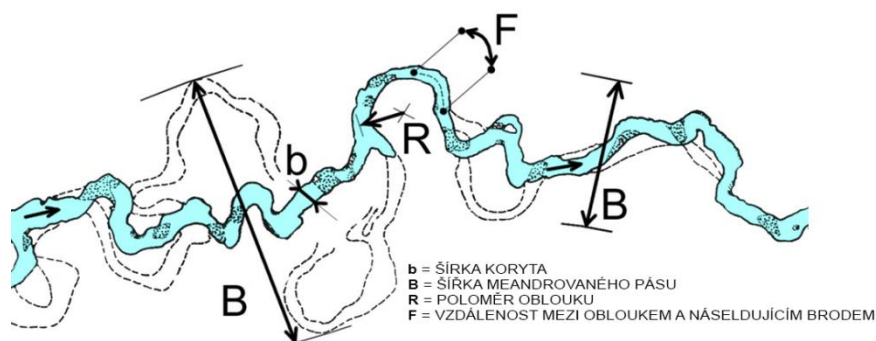
- Hydrotechnické parametry toku (průtočná kapacita)
- Úprava trasy vodního toku (půdorysné směrové vedení)
- Úprava sklonu nivelety (podélný profil)
- Úprava příčného profilu
- Návrh opevnění dna a břehů koryta
- Návrh vegetačního doprovodu

**Hydrotechnické řešení** navrhuje průtočnou kapacitu koryta v průtočném profilu (SLAVÍK, NERUDA, 2014). Kapacitu koryta v oblasti luk a podobných ploch je vhodné navrhnout v rozmezí  $Q_{30d}$  až maximálně  $Q_1$ , aby při vyšších průtocích mohlo docházet k vylití vody z koryta. V případě neobdělávané půdy, mokřadů či lužních lesů může být kapacita nižší než  $Q_{30d}$  – průměrně voda vyběží po dobu 30 dnů v roce. Další návrhové průtoky jsou popsány v tabulce č.5 (JUST a KOL., 2003). Pro udržení hydrologických a hygienických podmínek se předpokládá zachování minimálního průtoku, jenž určuje příslušný vodoprávní úřad. Součástí návrhu je posouzení splaveninového režimu a erozních procesů (SLAVÍK, NERUDA, 2014).

Území, objekt	Průtok $Q_n$ (n-letý průtok)
Louky, pastviny, lesy	$Q_{30d} - Q_1$
Orná půda	$Q_5$
Sady, chmelnice, zahrady	$Q_{10}$
Malá sídliště	$Q_{20} - Q_{50}$
Velká sídliště	$Q_{50} - Q_{100}$
Historická zástavba	$Q_{100}$
Účelové komunikace	$Q_{10} - Q_{50}$
Veřejné komunikace	$Q_{100}$

Tabulka č.4 – Návrhové průtoky koryta, zdroj: TNV 75 2102, (2010)

**Trasování** koryta při revitalizaci vyžaduje co největší členitost vycházející z přírodou daných podmínek. Při návrhu trasy upravovaného vodního toku se respektuje historický a přirozený vývoj koryta. Využívat matematicko-geometrické přístupy provází geometricky pravidelné rysy koryta, což není přirozené, a proto slouží spíše pro kontrolu. Hlavní parametry pro tvorbu nové trasy je šířka pásu meandrů, poloměry a tvar oblouků, vzdálenost mezi jednotlivými úseky přechodů oblouků, viz obrázek č.10 (JUST, 2012). Nelze však říci, že je nutné vytvářet výrazné meandry všude, může postačit i mírné rozvlnění trasy. Navrhuje se přirozené střídání protisměrných oblouků souběžně s proměnlivou šířkou koryta a zapojují se i odstavené části koryt nebo tůň. (JUST a KOL., 2003). Ideální šířkou inundačního území toku je 20 až 50 metrů. V takovéto šíři je možné rozvlnění trasy, tvorba umělých a přirozených meandrů. Nově navržená trasa musí navazovat na průběh koryta pod a nad úsekem úprav. Další příznivým faktorem je prodloužení délky trasy, nejlépe o 10 – 20 %. Morfologie koryta se dále s postupem času utváří korytotvorným průtokem. Ten se v závislosti na typu vodního toku mění, pro nížinné potoky je stanoven od  $Q_{30d}$  až  $Q_1$  (SLAVÍK a NERUDA, 2014).



Obrázek č.10 – Návrh nové trasy koryta, zdroj: JUST a KOL., (2005)

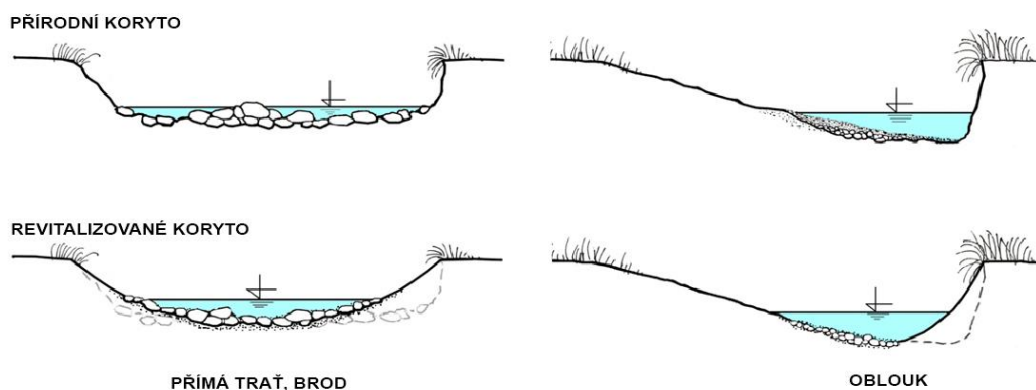
**Úprava podélného profilu** byla v minulosti často ovlivněna přesvědčením, že pravidelnost a jednotnost je nutná. Podélný sklon nivelety určuje rychlost proudění a upravuje se ve vztahu k návrhovému průtoku, odolnosti koryta a pohybu splavenin v korytě (JUST, 2012). Sklon, který vytváří rovnovážný stav, při kterém nedochází k nadměrnému vymílání splavenin ze dna ani k jejich usazování, se označuje za kompenzační – stabilní. Spád koryta se udává v procentech nebo promilích (SLAVÍK a NERUDA, 2014). Cílem je tvorba úseků střídající klidové a proudné pasáže neboli hydraulická členitost, která souvisí už s tvorbou trasy koryta. Přirozená plocha proudných míst jako jsou peřeje a brody bývají v přechodech oblouků. Naproti tomu prohlubně a tůně jsou při konkávním břehu, kde tlumí příčné proudění, které je průběžně utváří přirozenou cestou. Rozčleněním koryta nastává zlepšení samočisticí kapacity koryta i tvorba úkrytů pro organismy (JUST a KOL., 2003).

Pro stabilizaci podélného sklonu se využívají příčně vzdouvací nebo spádové objekty, ale ideálním návrhem je pokud těchto objektů není třeba. Podélný sklon lze regulovat spádovými stupni např. balvanitým či kamenitým skluzem (VRÁNA a KOL., 2004). Pro vzdouvání vody využíváme příčné prahy, balvany, velké kameny nebo skupinu kamenů umístěných do paty břehu střídavě proti sobě na obou březích. Za účelem usměrnění a rozvlnění proudnice se využívají usměrňovací stavby v podobě výhonů. Tyto objekty se vkládají do průtočného profilu toku (SLAVÍK a NERUDA, 2014).

**Úprava příčného profilu** je další etapou obnovy. Příčný profil revitalizovaného toku má nepravidelný tvar, který je navržen tak, aby byl schopen převést stanovené průtoky. Současně se vytvoří podmínky pro zachování proudění i při minimálních zůstatkových průtocích, které zaručí přežití vodních organismů a zásobí na vodu vázané ekosystémy, tj. pro hloubku vody 0,15 – 0,20 m. Pokud to zdejší podmínky umožňují, koryto neopevňujeme (SLAVÍK a NERUDA, 2014).

Příčný řez přírodního koryta má tvar misky až pekáče, jehož šířka je několikanásobkem hloubky. Poměr šířky k hloubce v rozmezí 4:1 až 10:1. V takto situovaném korytě se snižuje soustředění příčného proudění na rozdíl od hlubokých lichoběžníkových koryt. Vhodným tvarem příčného profilu technicky revitalizovaného je plochá mísa se sklonem svahů 1:3 a mírnější. Plochý tvar

umožňuje vznik bohaté příbřežní zóny a převládající boční erozi utvářející přírodě blízký tvar. (JUST a KOL., 2003). Příčný profil vodního toku může být doplněn objekty v podobě příčných prahů, stupňů či přehrážky. Dále se pro usměrnění proudnice využívají výhony (SLAVÍK a NERUDA, 2014). V přírodě nalezneme i koryta složená, nejčastěji u proudnějších potoků. Běžné průtoky procházejí kynetou a v případě výrazného zvýšení hladiny se zapojuje berma (JUST, 2012).



Obrázek č.11 – Průtočný profil přirozeného a revitalizovaného koryta, zdroj: JUST a KOL., (2005)

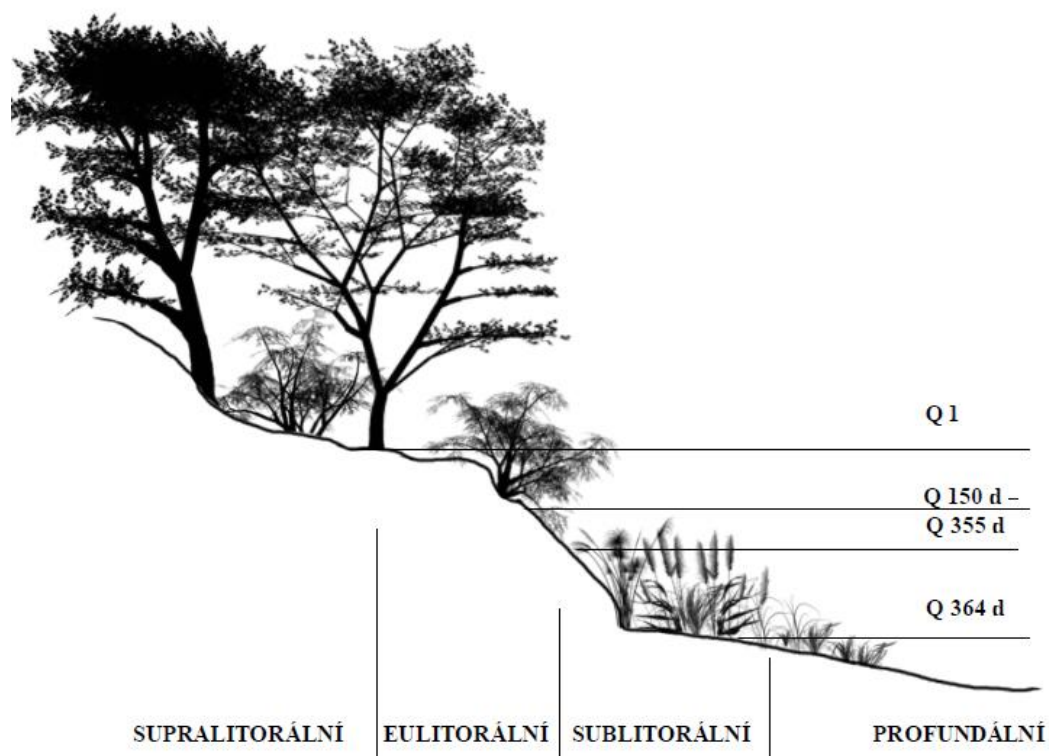
**Opevnění a stabilizace koryta** lze rozdělit na biotechnické a biologické. Stabilizace by měla být přiměřená významu a využití toku a jeho okolí. Opevnění by mělo být „pružné“ a ideálně z místních materiálů např. sbírané kameny v jiných úsecích toků apod. (VRÁNA a KOL., 2004). Mezi biotechnické složky můžeme zařadit kamenné záhozy a pohozy oživené vegetací. Vkládají se nejčastěji do ohrožených úseků koryt, nejsou tedy kladeny souvisle. Zához je z hrubého kamene zapuštěn pod úroveň dna nebo břehu. Pohoz se ukládá na opevňovaný povrch. Obě varianty mohou doplňovat balvany a velké kameny pro rozčlenění proudění. Velikost frakce se odvíjí od rychlosti proudění a vhodnost využití kamene a balvanů vychází z místních podmínek, ideálními jsou přírodou opracované. Využívá se i lomový kámen v případě nedostatku přírodního. Dále se používají dřevěná opevnění, vrbové proutí, haťošterkové válce, méně vhodnými jsou pak laťové plůtky a drátošterkové prvky (JUST a KOL., 2003).

Vegetační opevnění má nevýhodu oproti technickým, že plní svou funkci až po určité době, většinou po jednom vegetačním období (ŠLEZINGR, 2005). Ochranu

poskytují jak nadzemní tak podzemní části rostlin. Tento účinek je nejvíce markantní u dřevinných porostů, jejichž hustá síť kořenů brání vodnímu proudu v odnosu zeminy.

**Návrh vegetačního doprovodu** oživuje a napomáhá při obnově přírodě blízkého stavu vodního toku. Vegetace je důležitým prvkem stabilizace břehů, zastíňuje dno a břehy a tím omezuje výpar. Také snižují rychlost proudění a zvyšují stupeň drsnosti ovlivňující samočistící schopnosti vod. Vytváří podmínky pro rozvoj živočišných organismů vyskytující se jak ve vodě, tak v okolí. Plní estetickou a krajínotvornou funkci snižující proudění větru, hluk, prašnost a poskytují dřevní hmotu.

Navrhuje se pásmové členění břehového území z důvodu snášenlivosti rostlin k době zatopení na profundální, sublitorální, eulitorální a supralitorální pásmo, schéma na obrázku č.12 (NOVÁK, IBLOVÁ, ŠKOPEK, 1986). Jedinečnost původní druhové skladby břehové vegetace by měla být co nejvíce zachována a při návrhu na ni navázat. Vývoj vegetace podél toku se odvíjí od mnoha aspektů, pro příklad od teploty a čistoty vody, množství živin, rychlosti proudění, nebo zda je dno kamenné, šterkovité či bahnité. Od toho se odvíjí volba vhodné vegetace.



Obrázek č.12 –Pásmové členění vegetace, zdroj: ŠLEZINGR, (2010)

Osetí travinami musí obsahovat druhy mající schopnost odolávat nepříznivým klimatickým podmínkám, zatopení, odolnost vůči chorobám a plísním společně s tvorbou dostatečně hustého kořenového systému. Mezi tyto rostliny například řadíme lipnici luční (*Poa pratensis*), kostřavu červenou (*Festuca rubra*) nebo jílek vytrvalý (*Lolium perenne*) ostatní traviny jsou většinou doplňkové. U těchto travin je po 3 měsících protierozní účinnost přibližně 75% po 12 měsících 90% (ŠLEZINGR, 2005).

Při výsadbě dřevin je třeba dbát, aby druhová skladba nejlépe odpovídala druhům, které se ve zdejších podmínkách přirozeně vyskytují a vyvíjí (autochtonní druhy). Současně je třeba přihlížet k úkolům a funkcím, které má založený porost plnit. Volbu mohou ovlivnit stanovištní podmínky nebo konkurenčnost jednotlivých druhů (NOVÁK, IBLOVÁ, ŠKOPEK, 1986). U břehových porostů je žádoucí, aby snášely dlouhodobé zaplavení nad kořenovým systémem. Rod *Salix* tedy vrby snášejí zatopení nejlépe. Dále dobře zvládají zatopení stromy rodu olše (*Alnus*), jasan (*Fraxinus*), topol (*Populus*) či dub (*Quercus*) (ŠLEZINGR, 2005). V blízkosti říčního koryta jsou nejčastěji volené dřeviny rodu *Salix*, např. vrba popelavá (*Salix cinerea* L.), poříční (*Salix fluviatilis*), košíkářská (*Salix viminalis*) a jiné. Rod stromů jako je jilm (*Ulmus*), dub (*Quercus*) nebo javor (*Acer*) a keře jako líska (*Corylus*), brslen (*Euonymus*) či kalina (*Viburnum*) jsou dle NOVÁKA, IBLOVÉ A ŠKOPKA (1986) umísťovány výše do svahu břehu. Porost je ideální zakládat dvouetážovým způsobem, tedy kombinací dřevin, keřů a travin. Vysazovat skupiny stromů tak, aby utvářely trasu koryta namísto liniové výsadby (ŠLEZINGR, 2005).

## **2.5 Revitalizace jako protipovodňové opatření**

Povodně spadají do skupiny extrémních hydrologických stavů v povodí. Jedná se o nepříznivé meteorologické podmínky výrazně odlišné od dlouhodobého klimatického normálu. Podle znění zákona o vodách č.254/2001 Sb. ve znění zákona č.20/2004 Sb, je definována povodeň jako „přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda zaplavuje území mimo koryto vodního toku a tím může působit škody (SLAVÍKOVÁ a KOL., 2007). Území České republiky má výskyt povodní ve smíšeném režimu, tedy výskyt jak letních tak zimních. To lze identifikovat pomocí metody čar kumulativní četnosti

výskytu povodní. V současné době dochází ke změnám klimatu, a tudíž lze předpokládat vyšší četnost těchto jevů (ČEKAL, HLADNÝ, 2006).

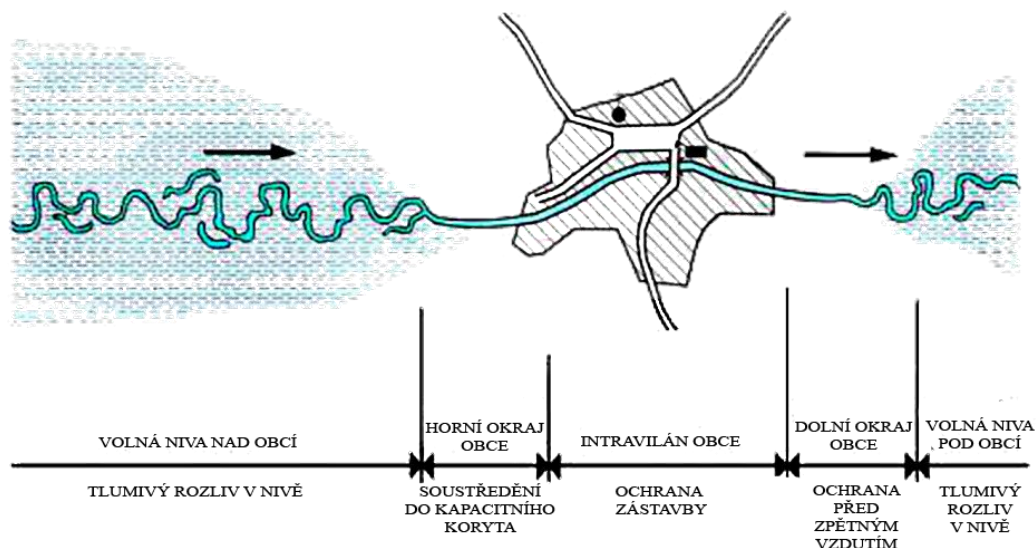
Příčinou výrazného zvýšení hladiny nejčastěji bývá extrémní průtok vody nebo ledové kry, který zatarasí (přehradí) koryto (SLAVÍKOVÁ a KOL., 2007). Povodeň jako taková je důsledkem aktivní hydrologické bilance a je trvalou součástí hydrologického oběhu v krajině. Výskyt povodní je nepravidelný a z ekologického pohledu se jedná o přírodní procesy s dlouhodobým hlediskem. Díky tomu je současný pohled na protipovodňovou ochranu jiný, než tomu bývalo v historii. Pokud mají být opatření potlačující škody způsobené přívalovou vodou co nejvíce účinné, je třeba jejich koordinaci využít v celém povodí (NOVÁK st., NOVÁK ml., 2011).

Opatření pro podporu přirozeného rozlivu v nivách patří k základním úlohám revitalizací vodních toků. Ideálním způsobem snížení škod způsobených povodní je rozliv do krajiny, kde dochází k retenci (SLAVÍK, NERUDA, 2007). Rozlivné plochy mohou být často velice užitečné, jelikož mohou zadržet část povodňové vlny a snížit rychlost toku vody, ovšem nejedná-li se o zastavěnou oblast. Ideální jsou louky, lesy a méně úrodné půdy, kde dojde k mírným nebo žádným škodám (SOUKUP, 2006). Jak bylo uvedeno v předcházejících kapitolách, důležitým faktorem ovlivňující odtok v krajině je vegetace. Hustý vzrostlý les má vysokou schopnost zadržovat vodu na rozdíl od plochy s nepropustným krytem (SLAVÍKOVÁ a KOL., 2007). Dále je důležitá obnova říčních niv a koryt toků společně se zlepšováním vsakovací schopnosti půd. Obnova příbřežní vegetace a rozšíření příbřežního pásu také napomáhá při tlumení povodňové vlny. Přirozená protipovodňová opatření se realizují především v otevřené krajině a jedním z důvodů je možnost zadržení vody v krajině před lidskými usedlostmi (GROSSMANN a KOL., 2010).

Mezi základní navrhované prvky úprav patří situační umístění trasy, její tvar, podélný sklon nivelety, tvar průtočného profilu, návrhový průtok, zpevnění dna a svahů a vegetační doprovod (TLAPÁK, ŠÁLEK, LEGÁT, 1992).



Na obrázku číslo 13 je uvedené dle JUSTA (2010) řešení revitalizace vodního toku s využitím přechodných úseků mezi volnou krajinou a zástavbou. Přechodný úsek v horní části obce slouží pro soustředění plošného rozlivu, který by již ohrožoval zástavbu obce. Tvar koryta a nivy na dolním okraji obce musí být navržen tak, aby nedocházelo při povodňovém průtoku ke zpětnému vzdutí (JUST, 2010).



Obrázek č.13 – Návrh revitalizace toku s přechodnými úseky v blízkosti intravilánu obce, zdroj: JUST, (2010)

Při vlastní realizaci stavby je třeba přímý kontakt projektanta s dodavatelem stavby. Řada i kvalitních dodavatelů nechápe dosud význam revitalizací toků, a proto se snaží koryta stále budovat hluboká, aby byla schopna provést průtoky, na něž bylo dimenzováno koryto. Dobrá informovanost dodavatele je účelná i z toho důvodu, že dodavatelé se při realizaci potkávají s místními obyvateli, kteří pochopitelně nechápou, proč koryto s kapacitou např. pětileté vody je nahrazováno tak malým korytem. Při vysvětlení důvodu této změny dochází i k ovlivnění pozitivního myšlení široké okruhu místních obyvatel (VRÁNA, VEJVALKOVÁ, 2015).

## 2.6 Financování revitalizací

Na počátku byl zdrojem financí Program revitalizace říčních systémů, který vznikl v roce 1992. Finance byly směřovány do revitalizace přirozených funkcí vodních toků, odstraňování příčných překážek a revitalizace retenční schopnosti krajiny. Správcem programu MŽP a administrace AOPK. Příjem žádostí byl ukončen v roce 2008 (<http://jizerskehory.ochranaprirody.cz>).

Rok	Rozpočet	
	Plánováno (mil. Kč)	Vydáno (mil. Kč)
1993	120	117
1994	150	148
1995	215	214
1996	250	250
1997	330	231
1998	350	343
1999	407	399
2000	256	255
2001	241	240

Tabulka č.5 – Finance pro revitalizace, zdroj: ŠLEZINGR, (2005)

Finanční zajištění revitalizace vodních toků a krajiny plyne v současnosti dle ZAJÍCOVÉ (2015) z:

- Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny (POPFK)
- Program péče o krajinu (PPK)
- Národní programy v oblasti vod
- Operační program Životního prostředí (OPŽP)
- Program rozvoje venkova (PRV)
- Integrovaný regionální operační program (IROP)
- Místní akční skupiny (MAS)
- Nadace partnerství

**Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny** je národní dotační program MŽP podporující investiční i neinvestiční záměry zmírňující dopady na klimatické změny vodních, lesních a dalších ekosystémů. Pro jednoleté i víceleté realizace je poskytována dotace do výše 100% celkových nákladů akce (ZAJÍCOVÁ, 2015)

Podprogram s názvem „Adaptační opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny na vodní ekosystémy“ slouží k financování opatření přispívajících ke zlepšování přirozených funkcí vodních toků, včetně obnovy jejich migrační prostupnosti, obnově nebo tvorbě mokřadů a tůní, výstavbě, obnově nebo rekonstrukci vodních nádrží přírodě blízkého charakteru s cílem zlepšení retenční schopnosti krajiny a podpory biodiverzity, zakládání a revitalizace prvků systému ekologické stability vázaných na vodní režim (<http://www.dotace.nature.cz>).

**Program péče o krajinu** vyhlášený MŽP poskytuje neinvestiční prostředky až do výše 100 % vynaložených nákladů na realizaci opatření pro realizaci a jeho

platnost je pro období 2015 – 2017 (ZAJÍCOVÁ, 2015). Podprogram PPK cílený pro zlepšování dochovaného přírodního a krajinného prostředí. Kapitola týkající se revitalizací se nazývá „Vytváření drobných přírodních prvků v krajině“ obsahující tvorbu a obnovu tůní, mokřadů a drobných vodních ploch, mezí, hnízdišť a zimovišť (<http://www.dotace.nature.cz>).

**Národní programy v oblasti vod** MZe se vztahují na opatření ve veřejném zájmu, zejména na prevenci před povodněmi, odstraňování povodňových škod a obnovu, odbahnění a rekonstrukci rybníků. Pro správce vodních toků se poskytují prostředky k úhradě až 100% výdajů. Podporovány jsou investiční i neinvestiční výdaje včetně výkupů pozemků. Jednotlivé programy a podprogramy národního programu v oblasti vod jsou podpora prevence před povodněmi, podpora na odstraňování povodňových škod a podpora obnovy, odbahnění a rekonstrukce rybníků a v neposlední řadě zřizování vodních děl k ochraně před povodněmi a suchem (ZAJÍCOVÁ, 2015).

**Operační program Životní prostředí** pro období 2014-2020 navazuje na 2007-2013 a je cílený na zlepšování kvality vody a snižování rizika povodní, zlepšování kvality ovzduší v lidských sídlech, nakládání s odpady, ochranu a péči o přírodu a krajinu a také energetické úspory. Revitalizací se týká především prioritní osa 1 a 4 (<http://www.strukturalni-fondy.cz>).

**Zlepšování kvality vod a snižování rizika povodní** je název prioritní osy, která je směřována k podpoře zajištění povodňové ochrany intravilánu a podpoře preventivních protipovodňových opatření. V prioritní ose číslo 4, tedy ochraně a péči o přírodu a krajinu, jsou podstatnými z pohledu revitalizací kapitoly o posílení přirozené funkce krajiny a dále zlepšení kvality prostředí v sídlech (ZAJÍCOVÁ, 2015).

**Program rozvoje venkova** MZe je zaměřen na obnovu, zachování a zlepšení ekosystémů závislých na zemědělství prostřednictvím agroenvironmentálních opatření. Dále cílí na investice pro zvýšení konkurenceschopnosti a inovace zemědělských podniků, také na podporu vstupu mladých lidí do zemědělství. Prioritní osa 4 (<https://www.strukturalni-fondy.cz>).

**Integrovaný regionální operační program** MMR je zaměřený na řešení společných regionálních problémů v oblastech infrastruktury pro veřejnou správu, veřejné služby a územní rozvoj (ZAJÍCOVÁ, 2015).

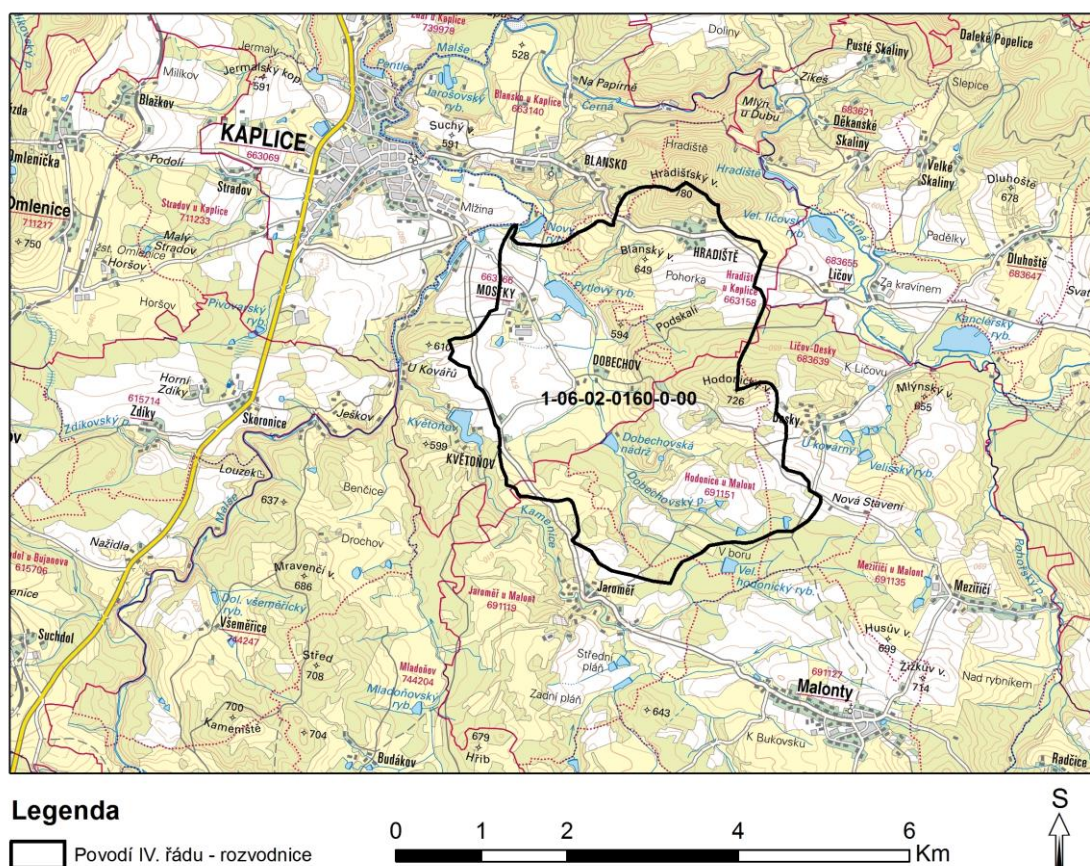
### **3. Cíl práce**

Cílem této práce je výběr vhodného území v zemědělské krajině s technicky upravenou vodotečí. Nejprve dojde k rekognoskaci vybraného prostředí s důrazem na možnost revitalizační akce u vodního toku s průzkumem erozní ohroženosti na zemědělsky využívané půdě v povodí a zjištění, zda ve vybraném území nehrozí riziko povodní. Dalším krokem bude vypracování návrhu revitalizace vodoteče včetně vegetace v jeho blízkém okolí. Následně proběhne zhodnocení možností financování a posouzení realizovatelnosti návrhu revitalizace.

## 4. Metodika

### 4.1 Materiál

Vybraná lokalita se vyskytuje v Jihočeském kraji, v okrese Český Krumlov. Spadá do povodí Horní Vltavy. Nachází se přibližně 2 km jihovýchodně od města Kaplice. Ve vybraném povodí se nalézají obce Dobečov, Mostky a Hradiště. Rozkládá se v nadmořské výšce 550 - 780 m.n.m. Pramen se nachází jižně od obce Desky a tok ústí do řeky Malše.



Mapa č.1 – Lokalizace povodí Dobečovského potoka, zdroj: vlastní

## 4.2 Metodika

V první řadě bylo zvoleno takové povodí, při jehož výběru byly zohledněny následující okolnosti, tedy zda byl vodní tok v minulosti technicky upraven, jaký je jeho současný stav a jestli by bylo vhodné provést jeho revitalizaci. Současně byla zohledněna velikost a přístupnost povodí. Pro získání potřebných podkladů bylo využíváno softwaru ArcGIS. Tento program umožňuje pracovat s prohlížečnými službami WMS, tedy podkladovými mapami a vrstvami, které poskytují internetové portály např. ČÚZK, HEIS, CENIA a další. Pomocí ArcGISu a služeb WMS bylo možné graficky vytyčit hranici povodí. Následovalo vypracování využití krajiny neboli landuse, čímž se získaly informace o rozloze jednotlivých kultur, jako jsou lesy, orná půda, TTP, zástavba, vodní plochy a další. Souběžně s tím byl vyhotoven stupeň ekologické stability, na jehož základě se stanovila ekologická stabilita území. Následovalo zhodnocení erozní ohroženosti u půdních bloků s ornou půdou s návrhem protierozních opatření. Další doplňující informace byly dohledány prostřednictvím WMS služeb a webových stránek, internetových portálů.

Charakteristika přírodních podmínek byla získána z Atlasu podnebí České republiky a prohlížečích služeb WMS. Na základě těchto zdrojů se určily průměrné roční srážky, teploty a další hodnoty uvedené v kapitole, popis zvolené lokality. Po shromáždění výše popsaných informací následovalo místní šetření v povodí vybraného toku.

První průzkum povodí byl proveden na podzim roku 2014, dále pak na jaře 2015. Poslední rekognoskace terénu byla provedena koncem měsíce září roku 2016. Soustředěná byla především na úsek potoka od Dobečovské nádrže po ústí do řeky Malše z důvodu, že tento úsek je technicky upravený a nachází se mimo les. Směr postupu při místním šetření toků byl od nulového říčního kilometru, tedy od ústí potoku až k přítoku Dobečovské nádrže. Při tomto postupu došlo k rozdělení tohoto úseku na 7 částí a to na základě příčného tvaru koryta a střídání kultur podél koryta. Současně s tím byly pořizovány zápisky týkající se současného stavu koryta a okolí. Došlo k zaměření a náčrtu průtočných profilů koryta doplněných popisem. Popis obsahoval opevnění dna a břehů, vegetaci vyskytující se v korytě nebo v jeho blízkosti, oživení koryta, jakost vody, vyústění odvodňovacích systémů a jiné

objekty nacházející se na daném úseku vodoteče. Při průzkumu byla pořizována fotodokumentace.

Následovalo zpracování dat získaných při rekognoskace terénu. Z naměřených parametrů koryta byl pomocí Chézyho rovnice spočítán přibližný průtok jednotlivých příčných profilů při plné kapacitě koryta, tedy  $Q_{\max}$ . Na základě těchto dat a s využitím odborné literatury, historických map a projektů zaměřených na obnovu přirozeného rázu vodního toku bylo možné určit, které úseky jsou vhodné pro revitalizaci. Pomocí softwaru ArcGIS byly tyto úseky vyznačeny do mapy včetně návrhu revitalizačních prvků a byl vytvořen mapový výstup. Návrh revitalizace vybraných úseků byl konzultován ve firmě Zvánovec a.s.. Současně bylo diskutováno, v jaké výši by se mohly pohybovat náklady spojené s revitalizací vybraných částí vodoteče a v jakém časovém rozmezí jsou v praxi realizovány jednotlivé etapy prací spojených s korekcí vodního toku a krajiny.



## 5. Výsledky a diskuze

### 5.1 Popis povodí

Pro zpracování studie revitalizace vodního toku bylo zvoleno povodí Dobečovského potoka (mapa č.2). Hranice povodí probíhá přes 6 katastrálních území. K.ú. Mostky, k.ú. Hodonice u Malont, k.ú. Hradiště u Kaplice a okrajově k.ú. Blansko u Kaplice, k.ú. Jaroměř u Malont a k.ú. Ličov-Desky, viz mapa č.3 v příloze.

#### 5.1.1 Všeobecné informace

Číslo hydrologického pořadí: 1-06-02-0160-0-00

Rozloha: 12,51 km<sup>2</sup>

Hydrogeologický rajón: 6310 - Krystalinikum v povodí Horní Vltavy a Úhlavy (5859,74 km<sup>2</sup>)

Celková délka toku: 6,040 km

Výšková poloha prameniště toku: 648 m.n.m.

Výšková poloha ústí toku: 536 m.n.m.

Celková délka údolnice (L<sub>ú</sub>): 5,8 km

Zalesněnost: 40,46% (5 062 436 m<sup>2</sup>)

Odvodnění: Plocha odvodnění tvoří 5,058 km<sup>2</sup>, přibližně 40%

Ochranná pásma v povodí: Chráněná oblast přirozené akumulace vod (CHOPAV)

Novohradské hory

Prvky vyskytující se v povodí podle hydrologické mapy: vrty, studny, vodojemy, evidované prameny, mosty, propustky

#### 5.1.2 Charakteristika povodí

Střední šířka povodí:

$$B = \frac{F}{L_{\text{ú}}} \text{ (km)}$$

$$B = \frac{12,51}{5,8} = 2,15 \text{ km}$$

Absolutní spád povodí:

$$\Delta H = H_{\text{max}} - H_{\text{min}}$$

$$\Delta H = 780 - 536 = 244 \text{ m}$$

Sklon údolnice:

$$I_{\text{ú}} = \frac{H_{\text{max}} \text{ ú} - H_{\text{min}} \text{ ú}}{L_{\text{ú}}} * 100$$

$$I_{\text{ú}} = \frac{666 - 536}{5800} * 100 = 2,24\%$$

Průměrný sklon povodí:

$$I_p = \frac{H_{\text{max}} - H_{\text{min}}}{\sqrt{F}} * 100$$

$$I_p = \frac{780 - 536}{\sqrt{12512330}} * 100 = 6,90\%$$

Absolutní spád toku:

$$\Delta HT = HT_{max} - HT_{min}$$

$$\Delta HT = 648 - 536 = 112 \text{ m}$$

Sklon toku:

$$It = \frac{\Delta HT}{Lt} * 100$$

$$It = \frac{112}{6040} * 100 = 1,85 \%$$

Typ povodí:

$$\alpha = \frac{F}{Lú^2}$$

$$\alpha = \frac{12,51}{5,8^2} = 0,37 \Rightarrow \text{Vějířovité}$$

Gravelliův koeficient:

$$Kg = \frac{Lr}{2 * \sqrt{F\pi}}$$

$$Kg = \frac{16,3}{2 * \sqrt{12,51\pi}} = 1,30 \geq 1$$

Koeficient protáhlosti koryta:

$$Re = \frac{2 * \sqrt{\frac{F}{\pi}}}{L}$$

$$Re = \frac{2 * \sqrt{\frac{12,51}{\pi}}}{4,85} = 0,41 < 0; 1 >$$

F – plocha povodí 12,51 [Km<sup>2</sup>]

Lú – délka údolnice 5820 [m]

Hmax – maximální nadmořská výška v povodí = 780 [m n. m.]

Hmin – minimální nadmořská výška v povodí = 536 [m n. m.]

Hmax ú – maximální nadmořská výška v údolnici = 666 [m n. m.]

Hmin ú – minimální nadmořská výška v údolnici = 536 [m n. m.]

Ht max – maximální nadmořská výška na toku = 648 [m n. m.]

Ht min – minimální nadmořská výška na toku = 536 [m n. m.]

Lt – délka toku = 6040 [m]

Lr – délka rozvodnice = 16 350 [m]

L – přímková vzdálenost od ústí k nejzazšímu bodu v povodí = 4,85 [km]

### 5.1.3 Hydrologické poměry

V povodí se vyskytuje celkem 15 nádrží: Pytlový rybník o rozloze 7,45 ha, Luční rybník – 0,51 ha, Dobečovská nádrž – 2,21 ha, Petrův rybník – 0,24 ha, Vysněný rybník – 0,23 ha, Tichý rybník – 0,14 ha, rybník Daňka – 0,43 ha, Malý Hodonický rybník – 0,98 a zbylé nádrže jsou bez názvu. Celková plocha vodních nádrží tvoří přes 2,23% rozlohy povodí. Po bližším průzkumu povodí nebyl zjištěn žádný zavlažovací systém. V povodí se nachází odvodňovací systém přibližně na 40% rozlohy území.

Vlhkostní poměr vybraného povodí dle Langova dešťového faktoru (LDF) má hodnotu 100, což odpovídá oblasti humidní (vlhké). Podle výpočtu Minářovi vláhové jistoty je lokalita dle výsledku 42 silně vlhká.

Zájmová oblast se nalézá v chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) Novohradské hory. V této chráněné lokalitě je omezený odběr vod a zákaz vypouštění nečištěných odpadních vod. Další zpřísnění se týká dopravy ropných produktů, chemických látek a hospodaření s tuhým komunálním odpadem. V severovýchodní části, v blízkosti Hradišťského vrchu se vyskytují zdroje vody spadající do ochranného pásma III. stupně. Veškerá činnost v této lokalitě podléhá zásadám pro ochranu vodních zdrojů.

#### 5.1.4 Geologické a půdní poměry

Klimatický region:	mírně teplý, vlhký
Sklonitost:	mírný svah 3° – 7° až střední svah 7° – 12°
Expozice:	jih
Skeletovitost půdy:	slabě skeletovitá (obsah skeletu 10-25%), v jihovýchodním cípu povodí středně skeletovitá (25-50%)
Hloubka půdy:	středně hluboká (30-60 cm) až hluboká (>60 cm)
Skupina půdních typů:	kambizemě dystrické, podzoly, gleje, pseudogleje,
Matečná hornina:	jednotvárná série moldanubika (svorové ruly, pararuly, migmatity)

(<http://mapy.vumop.cz>)

Geomorfologické členění oblasti povodí je patrné ze schématu níže:

- |                             |   |                                  |
|-----------------------------|---|----------------------------------|
| - Systém: Hercynský         | } | - Celek: Novohradské podhůří     |
| - Substém: Hercynské pohoří |   | - Podcelek: Soběnovská vrchovina |
| - Provincie: Česká vysočina |   | - Okrsek: Malontská vrchovina    |
| - Subprovincie: Šumavská    |   | Hodonický hřbet                  |

(DEMEK a KOL., 2006)

Klimatologicky spadá vybraná oblast do regionu MT3, tedy mírně teplý, vlhký region. Bioregion je Českokrumlovský 1.43. Vegetační stupeň vybraného povodí je bukový.

### 5.1.5 Srážkové poměry

Průměrný roční úhrn srážek: 700 – 800 mm

Průměrný úhrn srážek ve vegetačním období: 450 – 500 mm

Průměrný počet dní s bouřkou (přivalová srážka): 24 – 27 dní

Průměrný počet srážkových dní s úhrnem:

$\geq 0,1$  mm 170 – 190 dní

$\geq 1,0$  mm 110 – 120 dní

$\geq 5,0$  mm 40 – 45 dní

$\geq 10,0$  mm 16 – 20 dní

Průměrné měsíční úhrn srážek:

Leden 20 – 30 mm

Únor 30 – 40 mm

Březen 40 – 50 mm

Duben 50 – 60 mm

Květen 80 – 100 mm

Červen 100 – 120 mm

Červenec 80 – 100 mm

Srpen 80 – 100 mm

Září 50 – 60 mm

Říjen 40 – 50 mm

Listopad 40 – 50 mm

Prosinec 30 – 40 mm

### 5.1.6 Teplotní poměry

Průměrná roční teplota: 7 – 8 °C

Průměrná teplota ve vegetačním období: 12 °C

Průměrný počet mrazivých dní v roce, kde  $t \leq -0,1$  °C: 120 – 140 dní

Průměrná měsíční teplota vzduchu:

Leden -3 – -2 °C

Únor -2 – -1 °C

Březen 2 – 3 °C

Duben 5 – 6 °C

Květen 10 – 11 °C

Červen 14 – 15 °C

Červenec 16 – 17 °C

Srpen 15 – 16 °C

Září 12 – 13 °C

Říjen 7 – 8 °C

Listopad 2 – 3 °C

Prosinec -1 – 0 °C

### 5.1.7 Fenologické charakteristiky

Počátek jarních plodin: 11. – 20.3.

Počátek setí jarního ječmene: 5. – 9.4.

Rozkvět ozimého žita: 11. – 15.6.

Počátek senosečí: 11. – 15.6.

Počátek žní ozimého: 16. – 20.7.

Počátek setí ozimého žita: 21. – 25.9.

### 5.1.8 Směr a síla větru

Relativní četnost směru %

S 5,2% 3°B	J 9,5% 2°B
SV 4,8% 2°B	JZ 25,7% 4°B
V 6,2% 1°B	Z 21,3% 3°B
JV 15,5% 4°B	SZ 10,2% 4°B
SZ 10,2% 4°B	Bezvětrí 1,6%

Převládající směr větru vane směrem od jihozápadu 25,7%

Síla větru v m/s (stupnice Beaufortova):

Jaro	2,0 – 2,5 m/s = stupeň Beaufortův 2 (větrík)
Léto	1,5 – 2,0 m/s = stupeň Beaufortův 2 (větrík)
Podzim	2,0 – 2,5 m/s = stupeň Beaufortův 2 (větrík)
Zimě	2,5 – 3,0 m/s = stupeň Beaufortův 2 (větrík)
Roční	2,0 – 3,0 m/s = stupeň Beaufortův 2 (větrík)

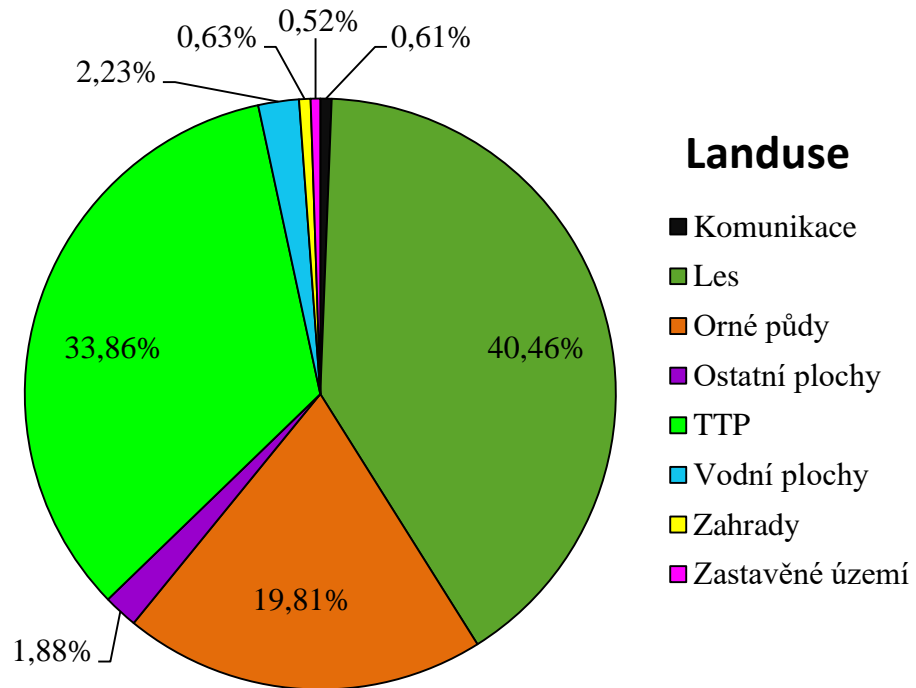
(TOLAZS a KOL., 2007)

### 5.2 Popis Land use

Ve vybraném povodí jsou nejvíce zastoupenými kulturami lesy a TTP. Zalesnění zde tvoří přes 40 % z celkové rozlohy povodí a jsou nejvíce zastoupené v severovýchodní části povodí. Podle veřejného registru půdy LPIS je většina orné půdy v současné době převedena a obhospodařována jako trvale travní porost. Z toho vyplývá, že orná půda zabírá pouze kolem 19,81% výměry. Zastavěné území má přibližně 0,52 % z celkové rozlohy a ostatní plocha 1,88%. Vodní plochy zaujímají přibližně 2,23 % plochy povodí. Výměra a procentuální zastoupení jednotlivých kultur je rozepsáno v tabulce č. 6 a výsečovém grafu č.1. V příloze mapa č. 4.

Druh pozemku	Rozloha celková m <sup>2</sup>	%
Komunikace	76 909	0,61%
Les	5 062 436	40,46%
Orné půdy	2 478 584	19,81%
Ostatní plochy	235 528	1,88%
TTP	4 236 592	33,86%
Vodní plochy	278 458	2,23%
Zahrady	78 324	0,63%
Zastavěné území	65 499	0,52%
<b>Celkem</b>	<b>12 512 330</b>	<b>100 %</b>

Tabulka č.6 – Využití území – landuse, zdroj: vlastní



Graf č.1 – Využití území – landuse, zdroj: vlastní

Nejvíce hospodařícím subjektem v povodí je akciová společnost BEMAGRO, a.s.. Tato společnost provozuje ekologické a biodynamické hospodářství se sídlem v obci Malonty.

Výrobní oblast je bramborářsko-ovesná B3 na pomezí s horskou výrobní oblastí H1, jelikož se povodí rozkládá v nadmořské výšce 550 - 780 m.n.m a je zde vyšší podíl luk, pastvin a lesů než orné půdy. Současně je reliéf terénu velmi členitý a svažitý. K obhospodařování je využívána klasická agrotechnika. Na polích se provádí podmítka, seťová orba, vláčení, smykování, setí a válcování. Severozápadní část povodí spadá do LFA OA, tedy k oblastem čelící značnému přírodnímu znevýhodnění. Zbytek vybrané lokality náleží pod oblast horskou LFA H3. Období zákazu používání dusíkatých hnojiv na orné půdě a TTP je od 15.10. až do 28.2. následujícího roku, jelikož povodí spadá do klimatického regionu 6 – 9 a je ve III. aplikačním pásmu (<http://mapy.vumop.cz/>).

### 5.3 Systém ekologické stability

Na základě výměr jednotlivých kultur v území byla stanovena kostra ekologické stability (KES) pro zhodnocení ekologické stability území.

$$KES = \frac{LP + VP + TTP + Pa + Mo + Sa + Vi}{OP + AP + Ch} = \frac{\text{stabilní ekosys.}}{\text{nestabilní ekosys.}}$$

LP – lesní půda

Sa – sady

OP – orná půda

VP – vodní plochy a toky

Vi – Vinice

AP – antropogen. plochy

TTP – trvale travní porost

Mo – Mokřady

Ch - chmelnice

Pa – pastviny

(<https://is.mendelu.cz>)

$$KES = \frac{9\,747\,762}{2\,764\,568} = 3,53$$

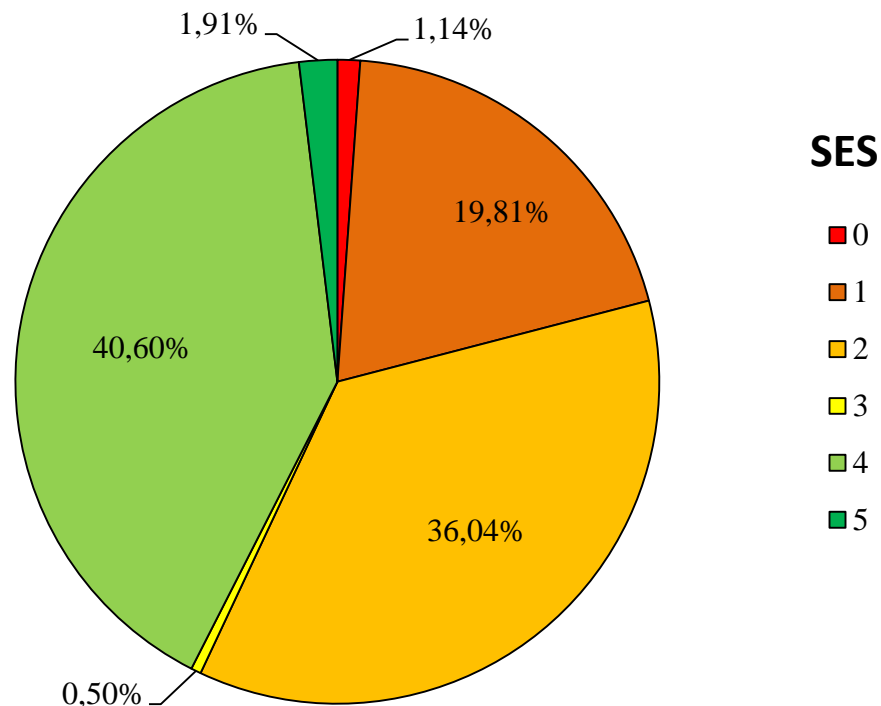
$KES \geq 3,00$  = Krajina s převažující přírodní složkou

Stupeň ekologické stability (SES) se vypočte jako vážený průměr ploch jednotlivých složek území. Na základě výpočtu vychází, že území je poměrně stabilní. Podrobněji rozepsané plochy z pohledu ekologické stability jsou uvedené v tabulce č. 7 a grafu č.2, ve které je uvedeno procentuální zastoupení hodnot. V příloze mapa č.5.

$$SES = \frac{\sum SES_i * F_i}{\sum F} \quad SES = \frac{33\,200\,950}{12\,512\,330} \quad SES = 2,65$$

Význam ES	Rozloha m <sup>2</sup>	Rozloha*Význam ES	SES
0	142 408	0	2,65
1	2 478 584	2 478 584	
2	4 509 413	9 018 826	
3	63 169	189 507	
4	5 079 747	20 318 988	
5	239 009	1 195 045	
<b>Celkem</b>	<b>12 512 330</b>	<b>33 200 950</b>	

Tabulka č.7 – Stupeň ekologické stability území, zdroj: vlastní



Graf č.2 – Stupeň ekologické stability v %, zdroj: vlastní

Návrh lokálního územního systému ekologické stability (ÚSES). Ve vybraném povodí v severním cípu se nalézá regionální biokoridor. Lokální biocentra (LBC) a lokální biokoridory (LBK) byly vyznačeny na základě územní plánu města Kaplice a obce Malonty.

### 5.3.1 Lokální územní systém ekologické stability

#### LBC 1 – Nový rybník

Lokalizace: Nachází se v severní části povodí u nádrže Nový rybník a uzávěrového profilu povodí.

Rozloha biocentra: 5,3 ha

Existenční stav: existující

Užití: Les a vodní plochy

Charakteristika a popis lokality:

Biocentrum zasahuje pouze z části do vybraného povodí a to přibližně 200 metrů od ústí toku. Část biocentra se nachází v regionálním biocentru. LBC 1 je tvořeno převážně lesem s vodními plochami, řekou Malší a Novým rybníkem. Stromové patro je zde tvořeno převážně listnatými stromy (olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), dub letní (*Quercus robur*), vrba křehká (*Salix fragilis*), buk lesní (*Fagus sylvatica*)).



### **LBC 2 – Pytlový rybník**

Lokalizace: Nachází se v severní části povodí u jižního cípu nádrže Pytlový rybník, podél koryta obtékající tuto nádrž.

Rozloha biocentra: 4,1 ha

Existenční stav: existující

Kultura: TTP, vodní plochy a les

Charakteristika a popis lokality:

Z velké části je tvořen TTP, dále pak z vodní plochy, kam spadá Pytlový rybník a Dobečovský potok. Podél východní hranice biocentra je liniová krajinná zeleň tvořena keřovým a stromovým patrem. V jižní části přitéká Dobečovský potok. Stromové patro je zde tvořeno převážně listnatými stromy (olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), dub letní (*Quercus robur*), bříza bělokorá (*Betula pendula*))

### **LBC 3 – Dobečovská nádrž**

Lokalizace: Nachází se v jihozápadní části povodí u Dobečovské nádrže, pokračující podél koryta Dobečovského potoka směrem k prameni.

Rozloha biocentra: 15,8 ha

Existenční stav: existující

Kultura: Les a vodní plochy

Charakteristika a popis lokality:

Nejvíce zastoupenou kulturou je zde les. Podél západní až jižní hranice je stromové patro biocentra převážně tvořeno jehličnatými stromy. Severovýchodní část je tvořena listnatými stromy. Nalézají se zde pak mýtiny. V jižní části přitéká Dobečovský potok, který se vlévá do Dobečovské nádrže. Stromové patro jehličnanů je zde tvořeno převážně smrkem ztepilým (*Picea abies*), borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) a modřínem opadavým (*Larix decidua*). Listnaté stromy jsou nejvíce zastoupené olší lepkavou (*Alnus glutinosa*), břízou bělokorou (*Betula pendula*) a ojediněle dubem letním (*Quercus robur*)

### **LBC 3 – Dobečovská nádrž**

Lokalizace: Nachází se v jihovýchodní části povodí, v oblasti prameniště Dobečovského potoka.

Rozloha biocentra: 10,1 ha

Existenční stav: existující

Kultura: Les, TTP a vodní plochy

Charakteristika a popis lokality:

Nejvíce zastoupenou kulturou je zde les a zbytek je tvořen trvale travním porostem. Nachází se zde vodní nádrž o rozloze přibližně 2200 m<sup>2</sup>, která tvoří prameniště Dobečovského potoka. Stromové patro kolem nádrže je tvořeno olší lepkavou (*Alnus glutinosa*), břízou bělokorou (*Betula pendula*), dubem letním (*Quercus robur*) ojediněle modřínem opadavým (*Larix decidua*). Zbytek lesních ploch tvoří jehličnany s nejvíce zastoupeným smrkem ztepilým (*Picea abies*), borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) a modřínem opadavým (*Larix decidua*).

### **LBK 1 - 2**

délka: 1100 m            šířka: 40 - 50 m

existenční stav: existující

charakteristika a popis:

Biokoridor spojuje biocentrum LBC 1 – Nový rybník s LBC 2 – Pytlový rybník. Kopíruje trasu koryta Dobečovského potoka. Jednou se kříží s HPC C1. Podél se většinou nachází TTP a doprovodné dřeviny, které se vyskytují v blízkosti toku.

### **LBK 2 - 3**

délka: 1350 m            šířka: 40 - 50 m

existenční stav: existující

charakteristika a popis:

Biokoridor spojuje biocentrum LBC 2 – Pytlový rybník s LBC 3- Dobečovská nádrž. Vede podél koryta Dobečovského potoka v jihovýchodní části. Probíhá obcí Dobečov a kříží se s HPC 4. Po obou stranách je převážně TTP s doprovodnou zelení a dřevinami.

### **LBK 3 - X - 4**

délka: 1850 m            šířka: 50 - 60 m

existenční stav: existující

charakteristika a popis:

Biokoridor spojuje biocentrum LBC 3- Dobečovská nádrž s LBC 4 – U nižších Hodonic a LBC X. Vede podél koryta Dobečovského potoka v jihovýchodní části povodí k nádrži Daňka a pokračuje dál pásem krajinné zeleně dělící ornou půdu v oblasti Šenkovina k LBC 4. V místě u nádrže Daňka se trasa biokoridoru rozdělí a

jde podél toku k LBC X, tedy biocentru nacházejícímu se mimo hranici povodí. Celý tento biokoridor, s výjimkou části u orné půdy, probíhá lesem.

#### **5.4 Cestní síť**

V severním cípu povodí obcí Hradiště prochází komunikace II. třídy s označením 154. Tato cesta vede mezi obcí Blansko a Benešov nad Černou. V západní části při okraji hranice povodí se nachází další komunikace II. třídy s označením 158. Tato komunikace je spojnicí mezi městem Kaplice a obcí Malonty, kde komunikace končí. Komunikace III. třídy je pouze jedna a má označení 1581. Prochází obcemi Mostky a Dobečov. Napojuje se na cestu číslo 158. Zbytek cestní sítě v povodí tvoří polní a lesní cesty.

Hlavní polní cesta 1 (HPC 1) protíná Dobečovský potok při hranici povodí v blízkosti Nového rybníka. Přes potok vede most z betonových prefabrikátů, jehož průtočný profil je 4 x 1,5 metru, fotografie č. 1 v příloze. Další most se nachází v obci Dobečov, kde prochází obcí HPC 4. Tento most je opatřen propustkem s dvojitou štětovou stěnou, kterou je regulován průtok, viz fotografie č. 2. V případě nadměrného průtoku je otevřen, aby nedošlo k zaplavení obce. Průtočný profil tohoto propustku je 2,5 x 2 metry. HPC 5 vede podél toku z obce Dobečov až k Dobečovské nádrži. V příloze mapa č.7.

#### **5.5 Posouzení erozní ohroženosti území**

Ve vybraném povodí se nachází celkem 85 půdních bloků (PB). Celá oblast se nalézá v méně příznivé oblasti (LFA) pro zemědělství. Severovýchodní část je navíc značně svažité a průměrný sklon povodí činí přibližně 7%. Velká část území (40%) je odvodněno drenážními systémy, ovšem funkční jsou převážně jen v západní části povodí. Způsob obhospodařování pozemků je zde ovlivněn rizikem vodní eroze, a proto je v současné době na většině zemědělských pozemků trvale travní porost. Orná půda se nalézá pouze na 12 půdních blocích. Na jednom půdním bloku orné půdy došlo k výsadbě rychle rostoucích dřevin, viz fotografie č. 3. Výpočet vodní eroze byl proveden u pozemků s ornou půdou. Pro výpočet byl navržen osevnický postup, viz tabulka č.8. Vypočtené hodnoty eroze jsou uvedené v tabulce č.9 a v tabulce č.10 jsou uvedené hodnoty po návrhu protierozních opatření. V příloze mapa č.8.

### 5.5.1 Výpočet vodní eroze

Průběh erozních procesů určují především faktory, jejichž kvantitativní účinek je vyjádřen v rovnici pro výpočet ztráty půdy za přívalových dešťů: W. H. WISCHMEIER a D. D. SMITH (1958)

$$G = R * K * L * S * C * P$$

- G ... ztráta půdy v t·ha-1 rok  
R ... faktor erozní účinnosti deště  
K ... faktor náchylnosti půdy k erozi  
L ... faktor délky svahu  
S ... faktor sklonu svahu  
C ... faktor ochranného vlivu vegetace  
P ... faktor účinnosti protierozních opatření

Číslo	Kultura	Datum	C'	R	C
1. - 2.	Jetel	1.8 - 31-8	2,31	0,015	0,034
<b>C 1. - 2. = 0,034</b>					
3	Pšenice ozimá	1.9 - 15.9	0,5	0,01	0,005
		16.9. - 31.10	0,55	0,014	0,0077
		1.11 - 30.4.	0,3	0,005	0,0015
		1.5. - 15.8.	0,05	0,8115	0,04
		16.8. - 15.9.	0,2	0,1655	0,0331
<b>C= 0,0873</b>					
4	Kukuřice	16.9. - 15.3.	0,7	0,014	0,0098
		16.3. - 30.4.	0,9	0,005	0,0045
		1.5. - 30.6.	0,7	0,338	0,2366
		1.7. - 31.8.	0,35	0,633	0,2215
		1.9. - 15.9.	0,7	0,01	0,007
<b>C=0,4794</b>					
5	Ječmen jarní	16.9. - 15.3.	0,65	0,014	0,0091
		16.3. - 30.4.	0,7	0,005	0,0035
		1.5. - 30.6.	0,45	0,66	0,297
		1.7. - 31.7.	0,08	0,311	0,02488
<b>C=0,3345</b>					
<b>C= (0,034+0,0873+0,4794+0,3345)/5 = 0,187</b>					

Tabulka č.8 - Osevní postup pro zvolené území, zdroj: vlastní

Půdní blok	Rozloha (ha)	BPEJ	Délka L (m)	Sklon S (%)	L	S	K	R	P	C	G (t/ha/rok)
PB 1	8,75	85001/86411	250	6,4%	3,4	0,62	0,39	40	1	0,187	6,15
PB 2	55,38	86411/86411	750	3,2%	5,8	0,28	0,39	40	1	0,187	4,74
PB 3	23,02	86411/83401	630	2,5%	5,3	0,22	0,39	40	1	0,187	3,40
PB 4	24,95	83434/83421	280	3,6%	3,6	0,31	0,21	40	1	0,187	1,73
PB 5	28,65	83421	95	4,2%	2,0	0,38	0,21	40	1	0,187	1,21
		83421	110	5,5%	2,2	0,51	0,21	40	1	0,187	1,78
		83421	250	4,0%	3,4	0,35	0,21	40	1	0,187	1,85
PB 6	14,68	83241	460	4,8%	4,6	0,43	0,20	40	1	0,187	2,96
PB 7	4,29	83241	180	5,6%	2,8	0,51	0,2	40	1	0,187	2,15
PB 8	2,58	83241	90	6,7%	2,0	0,65	0,2	40	1	0,187	1,96
PB 9	2,61	86601	280	3,9%	3,6	0,33	0,42	40	1	0,187	3,73
PB 10	16,31	83424/87313	552	7,2%	5,0	0,74	0,21	40	1	0,187	5,80
PB 11	25,35	83401	310	2,6%	3,6	0,25	0,21	40	1	0,187	1,41
		87541	510	6,7%	4,8	0,64	0,42	40	1	0,187	9,69
PB 12	19,23	87541/83421	600	9,0%	5,2	1,00	0,42	40	1	0,187	16,40

Tabulka č.9 - Výpočet vodní eroze s faktorem C 0,187, zdroj: vlastní

V této tabulce jsou uvedené výsledky ztráty půdy na jednotlivých půdních blocích. Červeně podbarvené hodnoty překračují povolenou hranici odnosu půdy, tedy 4 t/ha/ 1 rok. Na tyto půdní bloky budou navrženy protierozní opatření technická a organizační snižující odnos půdy vlivem vodní eroze.

Na půdním bloku číslo 1 (PB 1) je navržen záchytný průleh s lichoběžníkovým profilem. Dojde tím k rozdělení PB 1 na PB 1a a PB 1b a tím se zkrátí dráhy odtoku a průleh zadrží přitékající vodu. Šířka v koruně 15 m, hloubka průlehu 0,8 m a délka 300 m. Trasa bude situována rovnoběžně s vrstevnicemi. Současně je doporučeno vrstevnicové obdělávání. U PB 2 je navrženo obdobné opatření pro snížení eroze. Záchytný průleh bude opět situován rovnoběžně s vrstevnicemi. Šířka v koruně 20 m, hloubka 0,8m o délce 650 m s návrhem vrstevnicového obdělání. Půdní blok 10 je více svažité, přesto lze aplikovat stejný postup protierozních opatření jako u předcházejících PB. Na PB 11 a PB 12 je navrženo zatravnění z důvodu velké svažitosti. Těmito opatřeními dojde ke snížení odnosu půdy a jejímu transportu do vodního toku. To bude mít příznivý vliv na jakost vody. V tabulce č.10 jsou uvedené výsledky odnosu půdy při aplikaci navržených protierozních opatření. V příloze mapa č.9.

Půdní blok	Rozloha (ha)	BPEJ	Délka L (m)	Sklon S (%)	L	S	K	R	P	C	G (t/ha/rok)	Protierozní opatření
PB 1a	5,33	85001	130	5,4%	2,2	0,50	0,39	40	0,7	0,187	2,25	Průleh + vrstev. obděl.
PB 1b	3,81	85001	125	4,0%	2,4	0,35	0,39	40	0,7	0,187	1,72	
PB 2a	33,03	85001	400	3,5%	4,3	0,30	0,39	40	0,7	0,187	2,62	Průleh + vrstev. obděl.
PB 2b	22,35	86411	325	2,5%	3,8	0,22	0,39	40	0,7	0,187	1,72	
PB 10a	5,44	83424	320	7,5%	3,9	0,75	0,21	40	0,7	0,187	3,22	Průleh + vrstev. obděl.
PB 10b	10,87	87313	230	4,3%	3,3	0,37	0,39	40	0,7	0,187	2,46	
PB 11	24,75	87541	510	6,7%	4,8	0,64	0,42	40	1	0,02	1,04	Zatrávnění
PB 12	39,92	83431	655	9,2%	5,5	1,03	0,21	40	1	0,02	0,94	Zatrávnění

Tabulka č.10 - Výpočet vodní eroze s návrhem protierozních opatření, zdroj: vlastní

## 5.6 Dobečovský potok

### 5.6.1 Popis současného stavu

Dobečovský potok v hydrologickém pořadí spadá do povodí IV. řádu a je pravostranným přítokem řeky Malše. Rozbor hydrologického čísla 1-06-02-016 – povodí I. řádu řeky Labe, II. řádu řeky Vltava a ústí do řeky Malše, tedy povodí III. řádu. Potok pramení jižně od obce Desky a odtud se trasa toku ubírá severozápadním směrem. Celková délka toku je přibližně 6 040 m. Celkem má potok 5 pravostranných a 5 levostranných přítoků. Spád toku je vyrovnaný a od ústí k Dobečovské nádrži je spád mírný. Páteří tok protéká celkem 4 nádržemi a před Pytlovým rybníkem se koryto rozvětví. Část vtéká do nádrže a druhá část odvádí vodu do obtokového kanálu podél východní strany Pytlového rybníku.

V historické mapě z 19. století (mapa č.10) je koryto přirozené a téměř v celé délce meandrující a stejně tomu tak je i na mapovém listu z roku 1935. Do druhé poloviny 60. let měl dle mapových podkladů potok přirozený charakter bez technických zásahů. Na základě toho lze předpokládat, že technické úpravy koryta proběhly v 70. až 80. letech 20. století. Koryto Dobečovského potoka bylo z části revitalizováno v roce 1992. Revitalizace spočívala v zachování původní trasy toku s vložením dřevěných a betonových prahů, tůní a přehrážek. V jedné z publikací byl tento typ revitalizace označen jako „zdobení“ odvodňovacích kanálů (JUST a KOL., 2005). Jednalo se o revitalizace tzv. 1. generace, ale byly neúčinné.

Ústí drenážních systémů do koryta potoka nebyla při terénním šetření nikde zaznamenána. Většina odvodnění je zaústěna do příkopů vlévajících se následně do Dobečovského potoka. Především se jedná o odvodněné plochy západně od koryta toku, tedy levostranné přítoky. V této části byly v době průzkumu šachtice funkční a protékala jimi voda, což je patrné z fotografie číslo 4. Na fotkách č. 5 a 6 lze vidět příkopy, do nichž jsou zaústěny odvodňovací systémy.

Z pohledu rizika povodní tento potok částečně ohrožuje obci Dobečov a nepřímo město Kaplice. Kaplice není tímto tokem přímo ohrožována. Nebezpečí zde přichází od řeky Malše, do které se Dobečovský potok vlévá. Potok přivádí velké množství přivalové vody do řeky a tím napomáhá k zvyšování hladiny. Při povodních v roce 2002 došlo k zasažení města Kaplice povodňovou vodou. Škody byly rozsáhlé. Částečně z důvodu, že došlo ke zpomalení odtoku Malše nadměrným vléváním přítoku Černá. Ta byla rozvodněna protrženou Soběnovskou přehradou. Řeka Malše byla dále zásobována přítoky potoků v okolí, včetně Dobečovského.

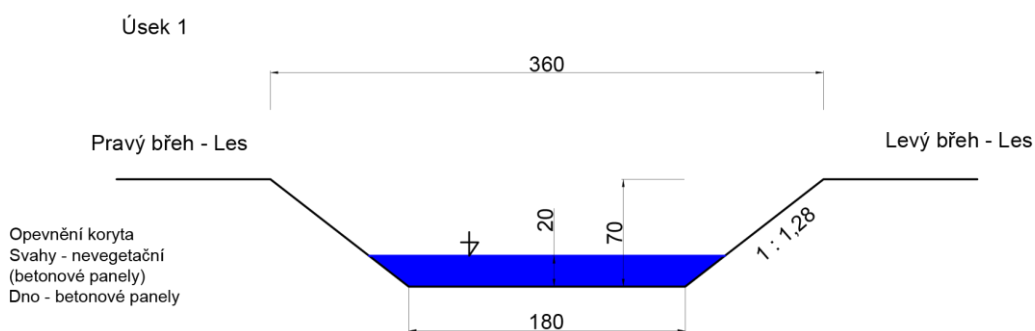
## 5.6.2 Popis jednotlivých úseků toku

### Úsek č.1 – ř.km.: 0 – 0,360

- Délka úseku: 360 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru, uměle opevněné. Opevnění břehů a dna koryta nejčastěji tvořeno betonovými panely. Charakter dna je většinou symetrický. Přibližně 100 metrů před ústím toku se koryto mění v přirozené. Jsou zde meandry a břehová eroze. Dno je většinou tvořené kameny a štěrkem. Opevnění břehů nejčastěji kořeny vegetací stromů.
- Odvodnění: nenalezeno
- Objekty na toku: elektrický ohradník a přístup dobytka ke korytu toku, propustek umožňující regulaci průtoku do Nové rybníka
- Okolí toku: Po obou stranách se nachází lesní kultury. Podél levé strany břehu je instalován v délce více jak 200 metrů elektrický ohradník (fotografie č.7 a 8). Na pravé straně se nalézá propustek (fotografie č.9). Voda je zde částečně odkláněna do Nového rybníku, který má rozsáhlé retenční prostory.
- Vegetace: Stromové, keřové a bylinné patro – dub letní (*Quercus robur*), topol osika (*Populus tremula*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*); bez černý (*Sambucus nigra*), rákos obecný (*Phragmites australis*), vrba ušatá; traviny z řádu

lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.

- Hodnocení úseku: V tomto úseku došlo k narovnání toku a opevnění dna a stěn betonovými panely. Mělo by zde dojít k odstranění betonových opevnění a revitalizaci celého úseku. Výška hladiny se v době měření pohybovala průměrně kolem 15cm. V částech bez opevnění by mělo dojít k revizi a vyčištění koryta.
- Hodnocení organoleptických vlastností vody: zápach slabý, zákal slabý, nízký výskyt pěny, bez známek znečištění.
- QBR – index říční kvality: celkem 70 (Značné narušení, dostačující kvalita biotopu)
- Průtok  $Q_{\max} = 5,15 \text{ m}^3/\text{s}$



Obrázek č.13 – Příčný profil koryta úseku 1, zdroj: vlastní



Fotografie č.10 – opevněné koryto v úseku 1, zdroj: vlastní





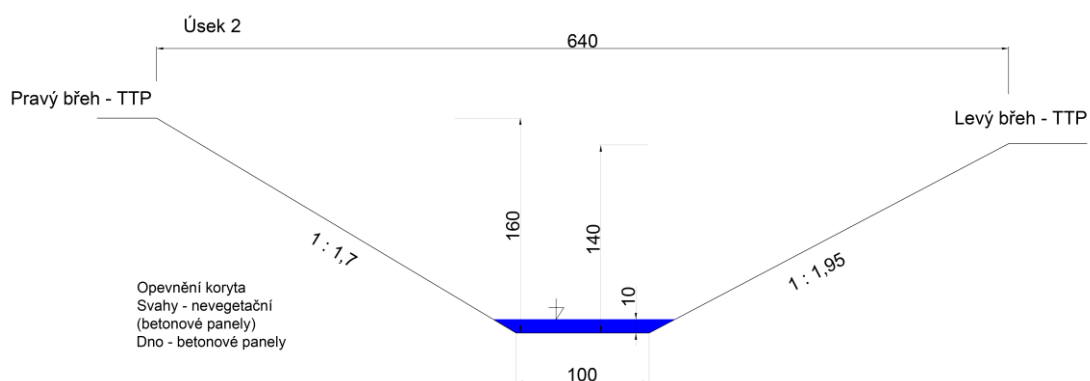
*Fotografie č. 11 – poškozené a zanesené koryto před ústím do řeky, zdroj: vlastní*

#### **Úsek č.2 – ř.km.: 0,360 – 0,630**

- Délka úseku: 270 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru, uměle opevněné. Opevnění břehů a dna koryta tvořeno betonovými panely. Charakter dna je většinou symetrický. Opevnění koryta silně poškozeno přívalovou vodou, místy jsou panely zcela odneseny.
- Odvodnění: nenalezeno
- Objekty na toku: most (hlavní polní cesta – HPC 1)
- Okolí toku: Po obou stranách TTP. Na pravé straně se nacházejí solitérní stromy a keře. TTP podél koryta v šíři 15m není sečeno. Pravý břeh koryta tvoří bermu. V blízkosti koryta se nachází výběh pro dobytek.
- Vegetace: Stromové, keřové a bylinné patro – smrk ztepilý (*Picea abies*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*); vrba ušatá (*Salix aurita*), bez černý (*Sambucus nigra*); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.
- Hodnocení úseku: V tomto úseku došlo k narovnání toku a opevnění dna a stěn betonovými panely. Mělo by zde dojít k odstranění betonových opevnění a

revitalizaci celého úseku. Výška hladiny se v době měření pohybovala v průměru kolem 12cm.

- Hodnocení organoleptických vlastností vody: zápach slabý, zákal slabý, bez pěny, bez známek znečištění.
- QBR – index říční kvality: Celkem 35 (Velké změny v korytě, narušený biotop)
- Průtok  $Q_{\max} = 18,65 \text{ m}^3/\text{s}$



Obrázek č.14 – Příčný profil koryta úseku 2, zdroj: vlastní

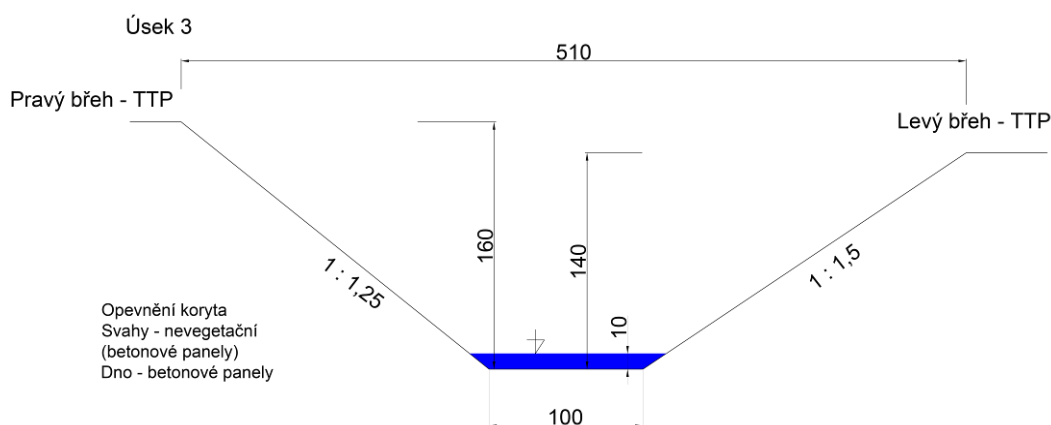


Fotografie. č.12 – poškozené opevnění koryta a břehová eroze, zdroj: vlastní

**Úsek č.3** – ř.km.: 0,630 – 0,82

- Délka úseku: 190 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru, uměle opevněné. Opevnění břehů a dna koryta tvořeno betonovými panely. Charakter dna je většinou symetrický. Místy narušená celistvost opevnění. Převážně rovnoměrné proudění.

- Odvodnění: nenalezeno
- Objekty na toku: žádné
- Okolí toku: Po obou stranách koryta se nachází pás travin snášejíci zamokření a je přibližně 5m široký. Za tímto pásem se nachází po obou stranách TTP. Za mostem se nalézá hustější porost podél obou stran koryta, dále pak jen solitérní keře.
- Vegetace: keřové a bylinné patro – bez černý (*Sambucus nigra*), trnka obecná (*Prunus spinosa*); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.
- Hodnocení úseku: Tato část koryta je opevněna betonovými prefabrikáty umístěných do dna a břehů. Mělo by zde dojít k odstranění betonových opevnění a revitalizaci celého úseku. Rychlost proudění vody je zde vyšší z důvodu soutoku koryt z Pytlového rybníku a obtokového kanálu. Výška hladiny se v době měření pohybovala v průměru kolem 12cm.
- Hodnocení organoleptických vlastností vody: zápach slabý, zákal slabý, bez pěny, bez známek znečištění.
- QBR – index říční kvality: Celkem 15 (Extrémní změny, velmi špatná kvalita biotopu)
- Průtok  $Q_{\max} = 26,2 \text{ m}^3/\text{s}$
- 



Obrázek č.15 – Příčný profil koryta úseku 3, zdroj: vlastní

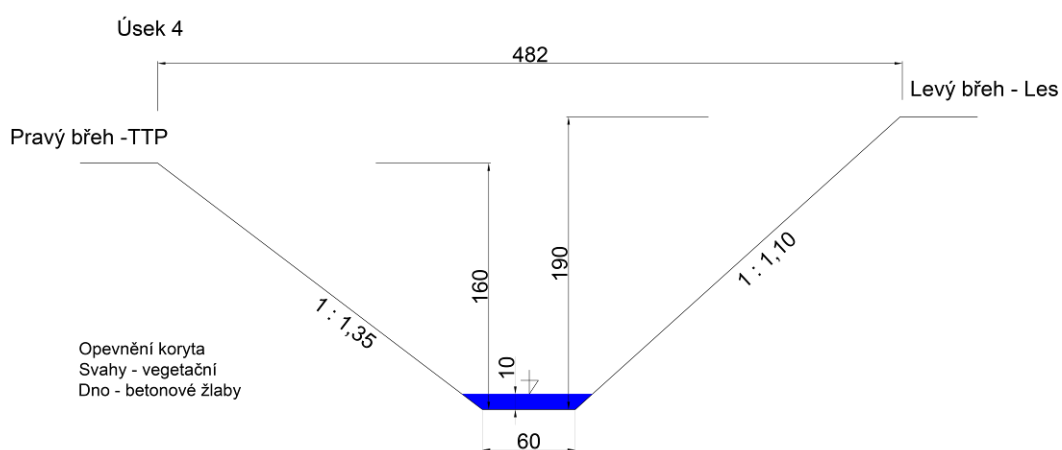


Fotografie. č.13 – koryto v úseku 3 s opevněným dnem a břehy, zdroj: vlastní

#### Úsek č.4 – ř.km.: 0,82 – 1,76

- Délka úseku: 940 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru. Vegetační opevnění svahů a dno tvořeno betonovými prefabrikáty ve tvaru žlabu. Charakter dna je většinou miskovitý. Převážně rovnoměrné proudění.
- Odvodnění: z pravé strany koryta přitéká odvodnění ze svahu (severovýchodní část lesa a TTP)
- Objekty na toku: žádné
- Okolí toku: Po pravé straně koryta je pás TTP, který je silně podmáčený díky svažitému území a po levé straně je převážně zastoupení listnatých stromů s ojedinělými jehličnany. Z pravé strany přítok z lesa v období srážek.
- Vegetace: stromové, keřové a bylinné patro – olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*); vrba ušatá (*Salix aurita*), bez černý (*Sambucus nigra*); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.
- Hodnocení úseku: Úsek je vybudován jako obtokové koryto pro převedení nadměrného množství vody, které by se vlévalo do Pytlového rybníku v období nadměrných srážek. Po celé délce tohoto úseku z pravé strany je silně podmáčené TTP, kde by mělo být navrženo odvodnění. Voda v korytě se pohybuje velice pomalu, výška hladiny je kolem 10 až 13 cm. Vysoký výskyt obojživelníků (žábyskokan hnědý).

- Hodnocení organoleptických vlastností vody: zápach znatelný, zákal slabý, bez pěny, bez známek znečištění.
- QBR – index říční kvality: Celkem 20 (Extrémní změny, velmi špatná kvalita biotopu)
- Průtok  $Q_{\max} = 6,00 \text{ m}^3/\text{s}$



Obrázek č.15 – Příčný profil koryta úseku 4, zdroj: vlastní



Fotografie. č.14 – koryto obtokového kanálu v úseku 4, zdroj: vlastní

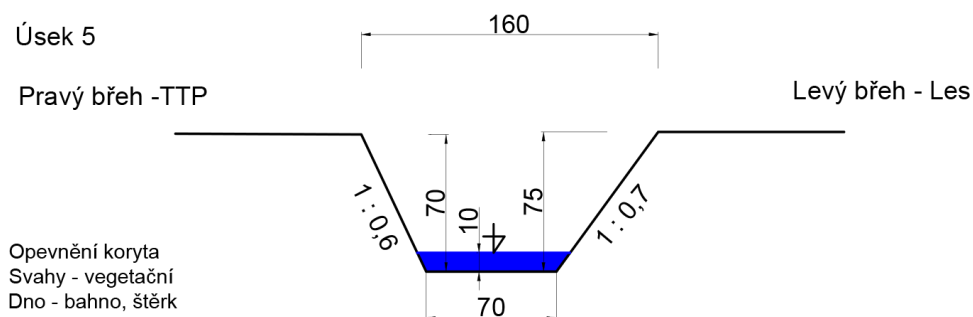


Fotografie. č.15 – podmáčená část podél úseku 4, zdroj: vlastní

#### Úsek č.5 – ř.km.: 1,76 – 2,325

- Délka úseku: 565 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru, přirozené a mírně udržované. Koryto silně zanesené, není patrné betonové opevnění a současné opevnění svahů tvoří vegetace a dno nejčastěji bahnitě a zarostlé. Charakter dna je miskovitý. Převážně rovnoměrné proudění.
- Odvodnění: nenalezeno
- Objekty na toku: žádné
- Okolí toku: Po celé délce pravého břehu koryta se nachází TTP. Levá strana je převážně tvořena TTP a v části 200 m před Pytlovým rybníkem se nalézá podél toku shluk stromů vedoucí až k nádrži. Podél celého úseku je liniová vegetace tvořená stromovým a keřovým patrem. Celkem jsou v tomto úseku 3 přítoky, dva z levé a jeden z pravé strany.
- Vegetace: stromové, keřové a bylinné patro – olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), topol osika (*Populus tremula*); vrba ušatá (*Salix aurita*), bez černý (*Sambucus nigra*), ptačí zob (*Ligustrum vulgare*); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.

- Hodnocení úseku: Trasa úseku je narovnána, ale úsek je přirozeného rázu. Po celé délce se nachází traviny, které místy zakrývají koryto. Z pravé strany toku je podmáčená půda, zdroj je pravděpodobně voda přitékající ze svažitého území. Voda se v korytě pohybuje pomalu, výška hladiny je kolem 10 až 13 cm. Vysoký výskyt obojživelníků (žáby – skokan hnědý). Na tomto úseku by mělo dojít k revitalizaci z důvodu odstranění opevnění a obnovy přirozené trasy koryta.
- Hodnocení organoleptických vlastností vody: zápach slabý, zákal slabý, bez pěny, bez známek znečištění.
- QBR – index říční kvality: Celkem 65 (Značné narušení, dostačující kvalita biotopu)
- Průtok  $Q_{\max} = 0,9 \text{ m}^3/\text{s}$



Obrázek č.16 – Příčný profil koryta úseku 5, zdroj: vlastní



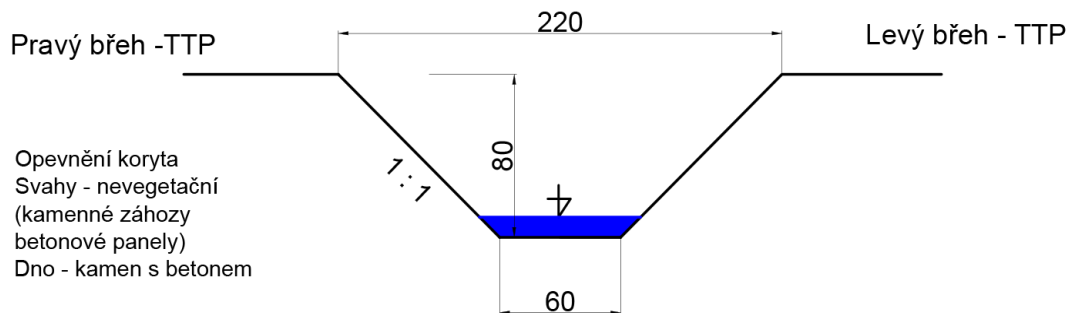
Fotografie. č.16 a č. 17 – zarostlé koryto v úseku 5, zdroj: vlastní

## Úsek č.6 – ř.km.: 2,325 – 3,095

- Délka úseku: 770 m
- Popis koryta: koryto lichoběžníkového tvaru, umělé opevnění kamennými pohozy a polovegetačními tvárnici. Místy zůstaly zbytky betonového opevnění. V průtočném profilu se nacházejí dvě prohlubně. V blízkosti mostu je betonové opevnění koryta. Na mostu se nachází propustek se štětovou stěnou.
- Nevegetační opevnění svahů (kamenné záhozy) a dno nejčastěji tvořeno kameny a betonovými panely. Charakter dna je většinou symetrický. Převážně rovnoměrné proudění. Celé koryto je doprovázené liniovou vegetací.
- Odvodnění: nenalezeno
- Objekty na toku: most v obci Dobečov a výpust s bezpečnostním přelivem Dobečovské nádrže.
- Okolí toku: Celý úsek protéká TTP a po pravé straně podél toku vede polní cesta k Dobečovské nádrži z obce Dobečov. Dobečovská nádrž se využívá pro rekreační účely. Podél celého úseku liniová zeleň. Celkem jsou v tomto úseku 2 přítoky, jeden z levé a jeden z pravé strany. V oblasti u obce Dobečov je koryto opevněno přibližně 20 metrů před mostem.
- Vegetace: stromové a bylinné patro – olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), bříza bělokorá (*Betula pendula*); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.
- Hodnocení úseku: Koryto není přirozeného charakteru. Průtok regulován Dobečovskou nádrží. Trasa koryta je narovnána. Proběhla zde úprava koryta, opevnění bylo nahrazeno kamennými záhozy a polovegetačními tvárnici. Trasa koryta byla ponechána a místy i části betonového opevnění. V současné době jsou části opevnění poškozené a mělo by dojít k jejich revizi. Voda zde protéká pomalu. Průměrná výška hladiny 10cm. Hloubka vody v prohlubni přibližně 25 cm
- Hodnocení organoleptických vlastností vody: zápach slabý, zákal žádný, zbarvení čiré, bez pěny, bez známek znečištění.
- QBR – index říční kvality: Celkem 35 (Velké změny v korytě, narušený biotop)
- Průtok  $Q_{\max} = 2,85 \text{ m}^3/\text{s}$



## Úsek 6



*Obrázek č.17 – Příčný profil koryta úseku 6, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.18 – zbytky betonového opevnění v úseku blízko nádrže, zdroj: vlastní*

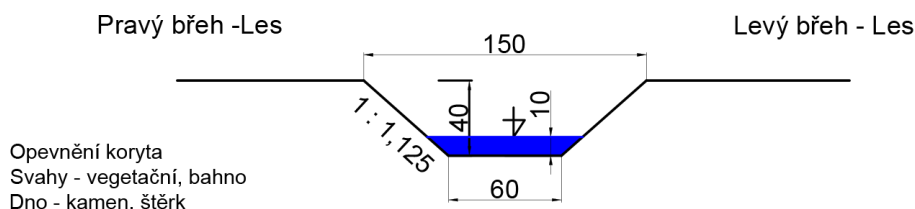


*Fotografie. č.19 – Prohlubeň na korytě v úseku 6, zdroj: vlastní*

## Úsek č.7 – ř.km.: 3,095 – 6,040

- Délka úseku: 2 945 m
- Popis koryta: koryto miskovitého tvaru, přirozené a neudržované. Vegetační opevnění svahů a dno nejčastěji bahnitě s kameny a štěrkem. Charakter dna je většinou miskovitý a asymetrický. Nerovnoměrné proudění s výskytem tůní. Příčný profil koryta proměnlivý.
- Odvodnění: nenalezeno
- Objekty na toku: Dobečovská nádrž a další 3 vodní nádrže, jedna dřevěná lávka
- Okolí toku: Téměř celý úsek se nachází v zalesněné části, místy tok protéká mýtinami. Celkem jsou v tomto úseku 4 přítoky, 2 levostranné a 2 pravostranné.
- Vegetace: stromové a keřové patro - Převážně smrk ztepilý (*Picea abies*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a modřín opadavý (*Larix decidua*), druhy zastoupené v blízkosti koryta jsou olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), bříza bělokorá (*Betula pendula*); líska obecná (*Corylus avellana*), rákos obecný (*Phragmites australis*); traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další
- Hodnocení úseku: Koryto je přirozeného charakteru, okolí toku je v oblasti mýtin zamokřené. Voda převážně je pomalu tekoucí s výškou hladiny v průměru 8-12 cm. V některých úsecích koryta je velice pomalu tekoucí voda.
- Hodnocení organoleptických vlastností vody: zápach slabý, zákal slabý, zbarvení mírně zakalené až čiré, bez pěny, bez známek znečištění.
- QBR – index říční kvality: Celkem 95 (Dílčí narušení, kvalitní biotop)
- Průtok  $Q_{\max} = 0,61 \text{ m}^3/\text{s}$

### Úsek 7



Obrázek č.17 – Příčný profil koryta úseku 6, zdroj: vlastní



Fotografie. č.20 – koryto v blízkosti Dobečovské nádrže, zdroj: vlastní

Jednotlivé úseky jsou vyznačené v mapovém výstupu č.11 nacházejícímu se v příloze.

### 5.6.3 Výpočet $Q_{100}$ a N-letých průtoků v povodí

Výpočet  $Q_{100}$  průtoku v povodí Dobečovského toku dle Čerkašina

$$Q_{100} = \frac{24,7 * \beta * v_s^{\frac{2}{3}} * S_p}{\psi * L^{2/3}}$$

$\psi$  je koef. závislý na tvaru povodí a určí se jako fce. koef. tvaru povodí

$$Q_{100} = \frac{24,7 * 0,6 * 0,7 * 12,51}{1,35 * 5,8^{2/3}}$$

$$\psi = L^2 * S_p^{-1} \quad \psi = 1,35$$

$\beta$  je objemový koeficient podle izolinií na mapě,  $\beta = 0,6$

$$Q_{100} = 29,95 \text{ m}^3/\text{s}$$

$vs^{2/3}$  se určí jako funkce prům. sklonu údolnice toku a procenta lesnatosti povodí  $vs^{2/3} = 0,7$

$S_p$  je plocha povodí v  $\text{km}^2 = 12,51$

$L$  je délka údolnice v km = 5,82

Vybrané povodí spadá mezi částečně zalesněné (30-60%), svažité území.

$$Q_n = Q_{100} * \alpha_n$$

$$\alpha_1 = 0,10$$

$$Q_1 = Q_{100} * \alpha_1$$

$$Q_1 = 2,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\alpha_5 = 0,23$$

$$Q_5 = Q_{100} * \alpha_5$$

$$Q_5 = 6,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\alpha_{10} = 0,33$$

$$Q_{10} = Q_{100} * \alpha_{10}$$

$$Q_{10} = 9,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\alpha_{20} = 0,47$$

$$Q_{20} = Q_{100} * \alpha_{20}$$

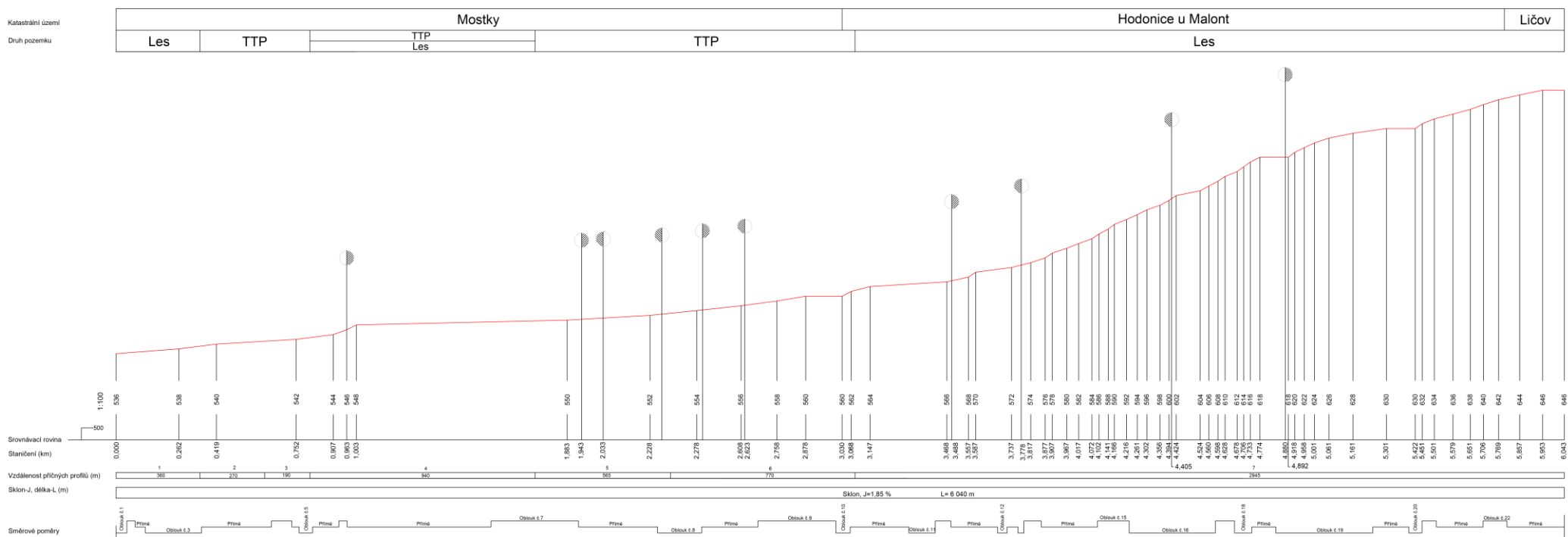
$$Q_{20} = 14,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\alpha_{50} = 0,70$$

$$Q_{50} = Q_{100} * \alpha_{50}$$

$$Q_{50} = 21 \text{ m}^3/\text{s}$$

## 5.6.4 Podélný profil toku



Obrázek č.18 – Podélný profil Dobečovského toku, zdroj: vlastní

## 5.7 Návrh revitalizace toku

Technické úpravy na tomto toku způsobují nadměrný odtok vody z povodí. To má negativní vliv na hydrologickou bilanci povodí a současně na průběh povodní. Při přívalových srážkách se Dobečovský potok vlévá do řeky Malše, kde způsobuje navýšení hladiny a tím zvyšuje ohrožení města Kaplice. V povodí by mělo docházet k zpomalení jejího odtoku a zadržování vody. Tudíž by měla proběhnout revitalizace toku s cílem přiblížit se původního meandrujícího toku a umožnit rozliv tam, kde by nedocházelo k žádným nebo malým škodám.

Navrhovaným řešením dojde k souvislé obnově úseků 1, 2, 3, 4 a 5 vodního toku o celkové délce 2 275 m dle současného staničení. V úseku č. 4 dojde pouze k pročištění koryta a revizi břehů z důvodu, že se jedná o obtokový kanál a slouží pro převedení nadměrných objemů vody při vydatných srážkových úhrnech. Revitalizace se nebude týkat úseků 6 a 7.

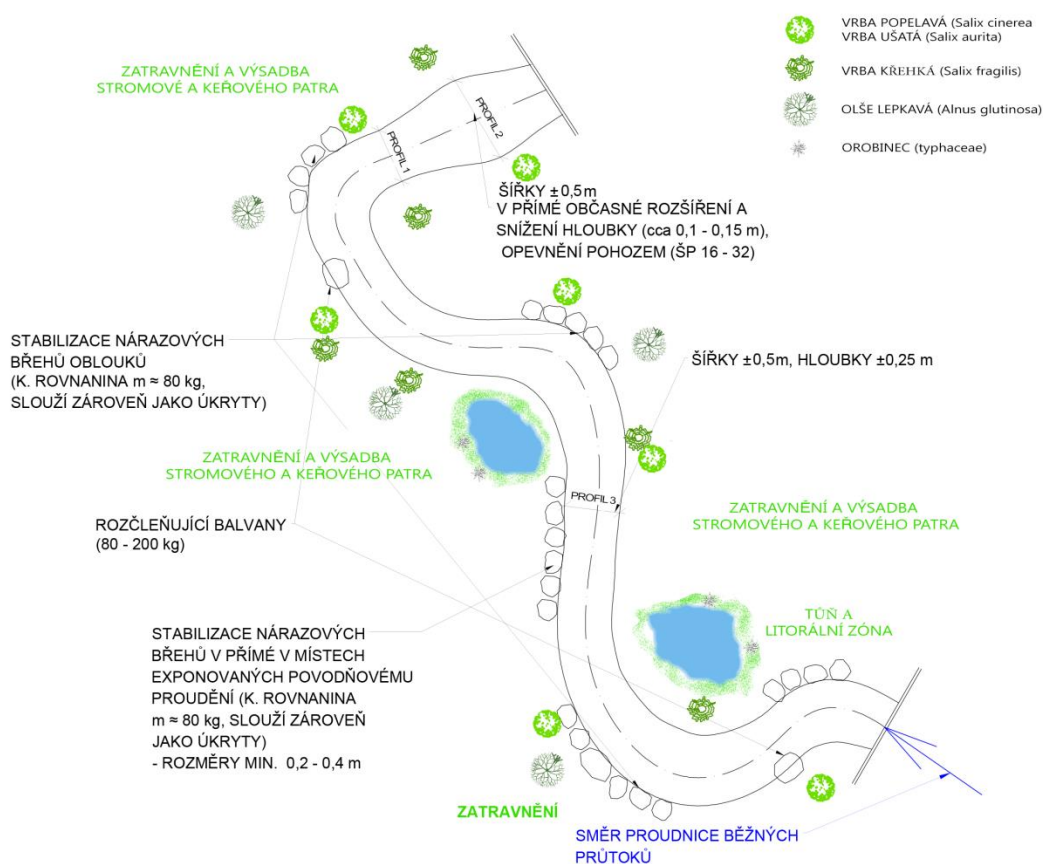
Revitalizace vodoteče by se realizovala na ř.km. 0,000 – 0,820 (úsek 1 až 3), počínaje od ústí potoka až k soutoku u Pytlového rybníka. V následujícím úseku ř.km. 0,820 – 1,760 (úsek č.4) dojde pouze k pročištění koryta. Další část revitalizace proběhne v úseku 5 na ř.km. 1,760 – 2,325 od jižního cípu Pytlového rybníka až k obci Dobečov. Veškeré úpravy by měly zapadat do zdejšího rázu krajiny a podpořit oživení koryta. Cílem bude návrh nové trasy koryta na základě historických map a současných studií. Předpokladem revitalizace samotného potoka je obnova v jeho přirozené podobě, rozvlnění jeho trasy v původní údolnici tak, aby došlo především ke znovuvytvoření přirozeného přírodního prostředí údolní nivy s doprovodnou zelení jako prvku ekologické stability lokálního biokoridoru. Součástí revitalizace bude rovněž provedení nezbytné probírky nevhodných a přestárklých stávajících stromů. Těmito opatřeními dojde ke zlepšení regulace vodních poměrů s cílem zadržování vody v krajině.

### 5.7.1 Návrh nové trasy koryta

V rámci návrhu revitalizace je navržena nová trasa koryta. Současná trasa koryta je uměle narovnána, zahlobena a se strmými břehy. Z těchto důvodů bude navržena zcela nová trasa koryta s meandrujícími úseky s pozvolnými břehy se střídajícími proudnými místy a brody. Délka toku se zvětší, dojde tak ke zmírnění podélného sklonu dna a zpomalení odtoku vody. Délka stávajícího koryta určeného

pro revitalizaci je přibližně 1 385 m, včetně úseku 4, ale ten je mimo hlavní revitalizační opatření a koryto toku bude pouze pročištěno od nánosů ve stávající trase. Délka nové trasy koryta je 1 450 m, tedy nárůst je o 65 m oproti stávajícímu stavu. Přibližná plocha revitalizovaného koryta toku je 11 320 m<sup>2</sup> včetně tůň. Vývařiště budou realizovány ve dvou lokalitách. První je na ř.km. 0,880 a druhý na 2,400 km v místě u mostu v obci Dobečov.

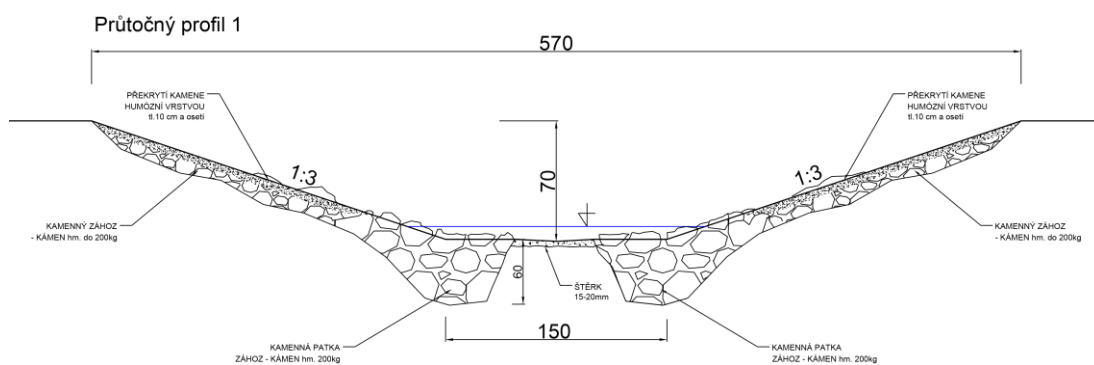
Stávající trasa koryta bude zbavena opevnění a zasypana výkopem z nové trasy s výjimkou lokalit, kde budou situovány tůň. Nová trasa bude doplněna tůňmi jak průtočnými tak neprůtočnými. Neprůtočné tůň budou vybudovány v částech stávajícího koryta, které bude upraveno na požadované parametry tůň. Pokud tůň není v ose koryta, pak je navržena v blízkosti toku ve vnitřním oblouku meandru, kde je konvexní břeh snížen mezi tokem a tůň. Nová trasa je zobrazena na mapovém výstupu č. 12 a vzor jak by měla trasa revitalizovaného toku vypadat je uvedena na obrázku č.19, včetně výsadby vegetace.



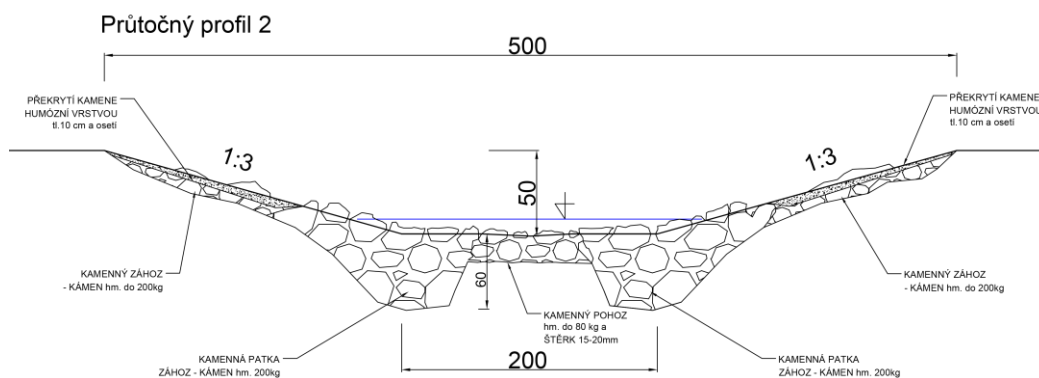
Obrázek č.19 – Detail návrhu kynety toku, zdroj: vlastní

## 5.7.2 Návrh průtočných profilů koryta

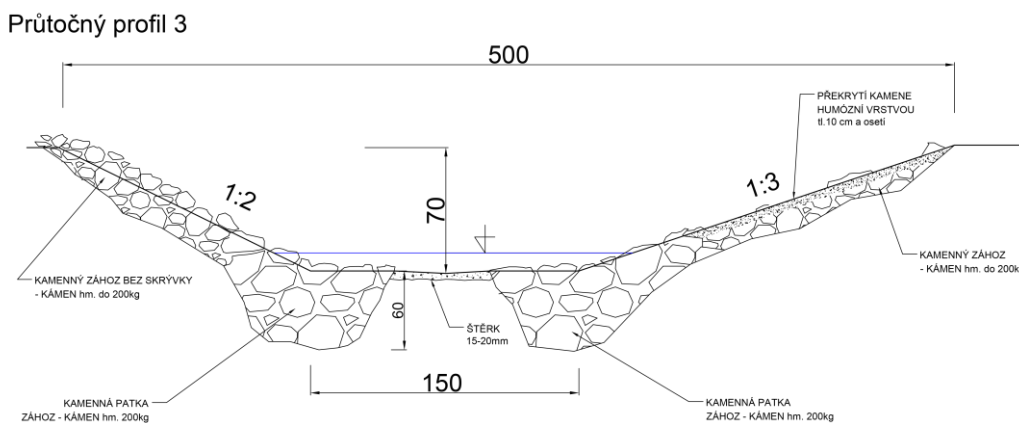
Tvar koryta ve dně bude miskovitý o šíři přibližně 1,5 – 2 m, se sklony svahu cca 1:2 – 1:3. Celková šířka koryta mezi břehovými hranami se bude dle situace pohybovat od 5 do 8 m. V úseku soutoku odtoku z Pytlového rybníka a obtokového kanálu nádrže je navrženo v korytě vývažiště z kamenného záhozu z lomového kamene o hmotnosti nad 200 kg. Šířka tohoto úseku ve dně přibližně 4 m.



Obrázek č.20 – Návrh průtočného profilu 1 zdroj: vlastní



Obrázek č.21 – Návrh průtočného profilu 2 zdroj: vlastní



Obrázek č.22 – Návrh průtočného profilu 3, zdroj: vlastní

Pomocí Chézyho rovnice jsou dopočítány maximální průtoky ( $Q_{max}$ ) u nově navržených příčných profilů koryta. Z tabulky č.10 je patrné, že navržené profily se přibližují hodnotě průtoku při  $Q_1$  ( $2,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

$$S = (y * b) + (y^2 * m) \quad (\text{m}^2)$$

$$O = b + 2 * \sqrt{(y * m)^2 + y^2} \quad (\text{m})$$

$$R = \frac{S}{O} \quad (\text{m})$$

$$n = \frac{(n_1 * O_1) + (n_2 * O_2) + (n_2 * O_2)}{O} \quad (-)$$

$$C = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}} \quad (-)$$

$$v = C * \sqrt{R * I} \quad (\text{m/s})$$

$$Q = S * v \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

(<http://www.vuv.cz>)

Průtočný profil 1 $Q_{max}$			Průtočný profil 2 $Q_{max}$			Průtočný profil 3 $Q_{max}$		
$Y_0$	(m)	0,7	$Y_{0max}$	(m)	0,5	$Y_{0max}$	(m)	0,7
b	(m)	1,5	b	(m)	2	b	(m)	1,5
1:m (P)	3	2,1	1:m (P)	3	1,5	1:m (P)	3	2,1
1:m (L)	3	2,1	1:m (L)	3	1,5	1:m (L)	2	1,4
S	( $\text{m}^2$ )	<b>2,520</b>	S	( $\text{m}^2$ )	<b>1,750</b>	S	( $\text{m}^2$ )	<b>2,275</b>
O	(m)	<b>5,927</b>	O	(m)	<b>5,162</b>	O	(m)	<b>5,279</b>
R	(m)	<b>0,425</b>	R	(m)	<b>0,339</b>	R	(m)	<b>0,431</b>
n		<b>0,040</b>	n		<b>0,045</b>	n		<b>0,040</b>
C		<b>19,494</b>	C		<b>18,556</b>	C		<b>19,943</b>
$i_0$	(%)	<b>0,80</b>	$i_0$	(%)	<b>0,80</b>	$i_0$	(%)	<b>0,80</b>
v	(m/s)	<b>1,137</b>	v	(m/s)	<b>0,966</b>	v	(m/s)	<b>1,171</b>
$Q_{max}$	( $\text{m}^3/\text{s}$ )	<b>2,865</b>	$Q_{max}$	( $\text{m}^3/\text{s}$ )	<b>1,691</b>	$Q_{max}$	( $\text{m}^3/\text{s}$ )	<b>2,664</b>

Tabulka č.10 - Výpočet Chézyho rovnice pro  $Q_{max}$  u nově navržených profilů koryt, zdroj: vlastní

Posouzení odolnosti koryta na základě výpočtu tangenciálních pro přímou trať neboli velikost síly unášecího proudu je dáno vztahem:

$$\tau_o = \rho \cdot g \cdot R \cdot J$$

$$\rho \dots \text{ hustota vody (kg/m}^3\text{)} \quad 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g \dots \text{ zrychlení tíže (m/s}^2\text{)} \quad 9,81$$

$$R \dots \text{ hydraulický poloměr (m)} \quad S/O \quad (S - \text{Průtočná plocha, } O - \text{ omočený obvod})$$

$$J \dots \text{ podélný sklon} \quad \text{pro každý úsek}$$

(<https://acta.mendelu.cz>)

Profil	R (m)	g	J	$\rho$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_o$
$\tau_{o1}$	0,425	9,81	0,80%	1000	<b>33,3665</b>
$\tau_{o2}$	0,339	9,81	0,80%	1000	<b>26,6045</b>
$\tau_{o3}$	0,431	9,81	0,80%	1000	<b>33,8222</b>

(Tabulka č.11 – Výpočet tangenciálního napětí  $\tau_o$ )



Profil	$\tau_o$ (Pa)	$\tau_{kr}$ (Pa)	Typ opevnění	Porovnání $\tau_o$ a $\tau_{kr}$	Potřeba opevnění
$\tau_{o1}$	33,37	100 - 130	Pohoz a zához na sucho, bez vylití spár, do šterkopísk. lože	$\tau_o < \tau_{kr}$	Dno je možné ponechat bez opevnění
$\tau_{o2}$	26,61	100 - 130	Pohoz a zához na sucho, bez vylití spár, do šterkopísk. lože	$\tau_o < \tau_{kr}$	Dno je možné ponechat bez opevnění
$\tau_{o3}$	33,82	100 - 130	Pohoz a zához na sucho, bez vylití spár, do šterkopísk. lože	$\tau_o < \tau_{kr}$	Dno je možné ponechat bez opevnění

Tabulka č.12 – Porovnání vypočteného tangenciálního napětí  $\tau_o$  s kritickým  $\tau_{kr}$ , zdroj: vlastní

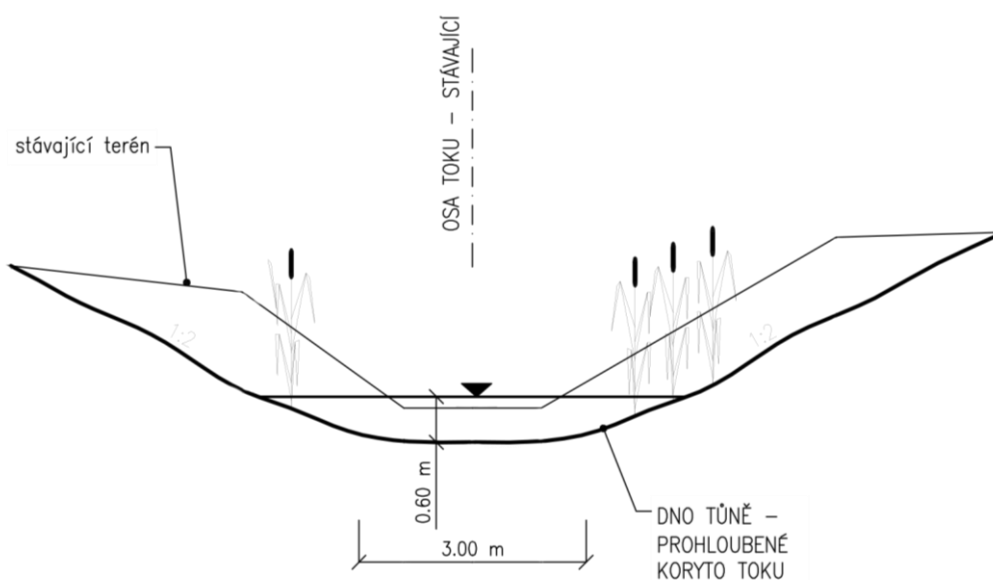
### 5.7.3 Návrh tůní

S tvorbou nové trasy koryta a s využitím stávající koryta je navrženo 7 tůní. Vodní tůně mají plochu od 180 m<sup>2</sup> až 410 m<sup>2</sup>. Celkem jsou navrženy 4 boční tůně, které jsou bez přímého napojení na vodní tok tvořeny úpravou starého koryta na požadované parametry. Průtočné tůně jsou, tedy napojené přímo na novou trasu koryta v počtu 3 kusů. Hloubka tůní bude od 0,3 m do 1,5 m v nejhlubším místě. Vytvořením vodních tůní v bezprostřední blízkosti toku bude zvýšena retenční schopnost údolní nivy, kdy při povodních dojde primárně k zatopení těchto mokřadních ploch a zadržení části objemu vody. Účelem je také podpora biodiverzity se zaměřením na uchování a zvyšování početnosti druhů, realizované především prostřednictvím vytváření vhodných podmínek pro jejich další existenci.

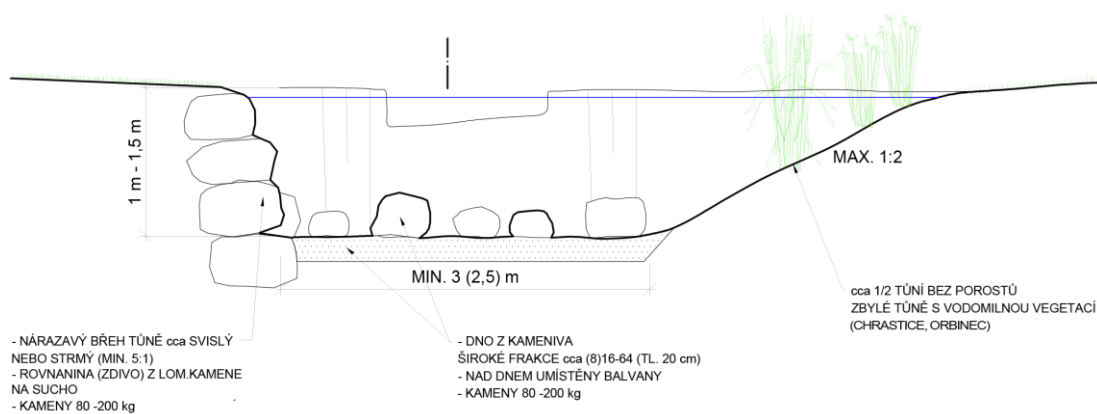
V rámci obnovy vodního toku budou vyhloubeny dvě větší průtočné vodní tůně tak, aby bylo docíleno co největší rozmanitosti biotopu a v době sucha byla zajištěna v centrální části tůní dostatečná hloubka vody pro život vodních a s vodou spjatých živočichů. Výtok z průtočných tůní bude tvořen mělkým skluzem do koryta toku opevněným kamennou rovinou z kamene hmotnosti do 200 kg. Kamenné opevnění výtoku z tůní i balvanitých skluzů bude zajištěno prahy z dřevěných kulatin. Tůň neprůtočná bude bez přímého propojení s tokem, dotace vodou bude probíhat pouze infiltrací a to jak z toku, tak z okolních svahů a při vybřežení vodoteče. Navržené parametry tůní jsou orientačně zjištěné na základě dokumentace poskytnuté firmou Zvánovec a.s. Parametry navržených tůní a jejich staničení dle nově navržené trasy je uvedené v tabulce č.13. Navržený profil neprůtočné tůně je na obrázku č.23 a na obrázcích 24, 25 a 26 jsou nákresy průtočné tůně.

Tůň číslo	Typ	Staničení (ř.km.)	Průměrná vodní plocha (m <sup>2</sup> )	Prům. objem vody (m <sup>3</sup> )
1	Neprůtočná	0,180	330	210
2	Průtočná	0,310	360	230
3	Neprůtočná	0,510	300	200
4	Průtočná	0,785	180	145
5	Neprůtočná	1,915	350	220
6	Neprůtočná	2,055	220	160
7	Průtočná	2,215	410	330

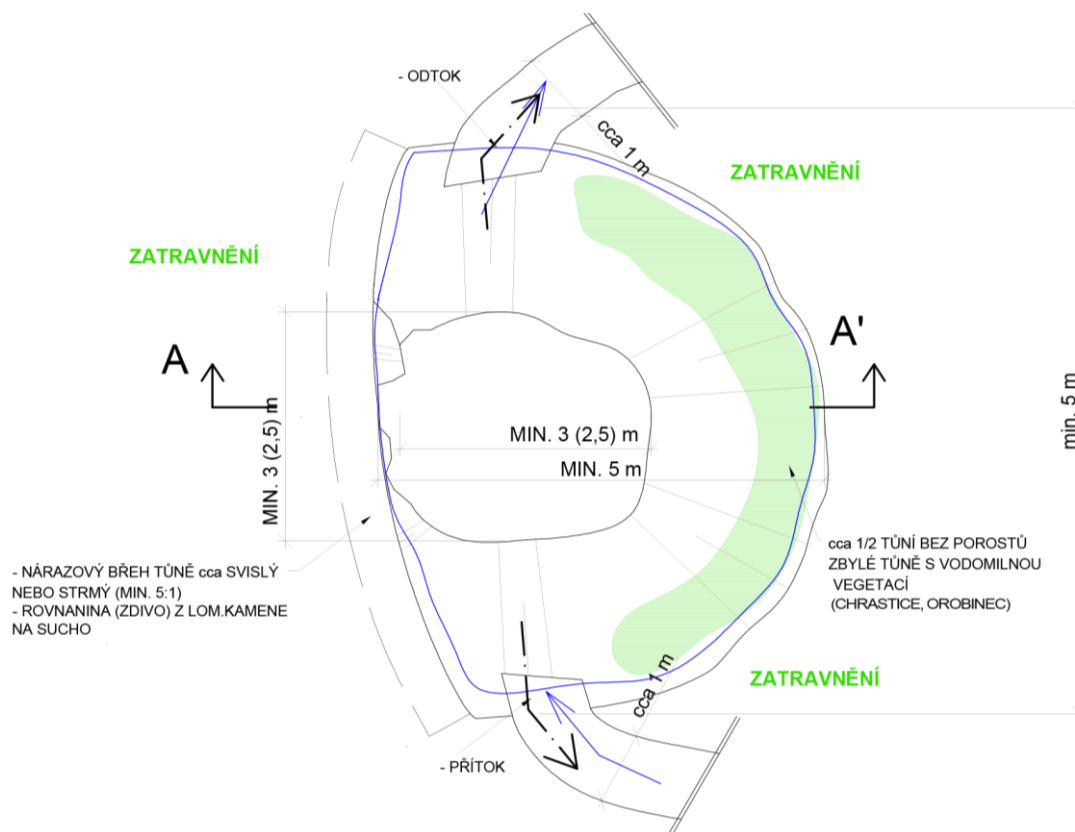
Tabulka č.13 – Navržené parametry tůň, zdroj: vlastní



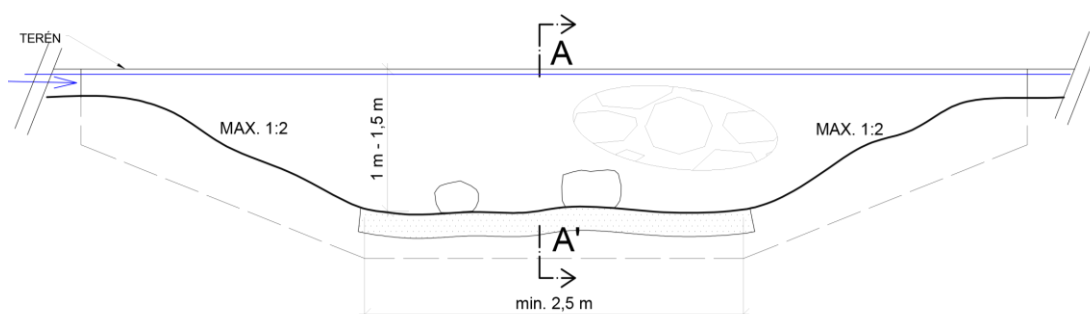
Obrázek č.23 – Návrh neprůtočné tůně ve starém korytě zdroj: vlastní



Obrázek č.24 – Návrh příčného profilu průtočné tůně, zdroj: vlastní



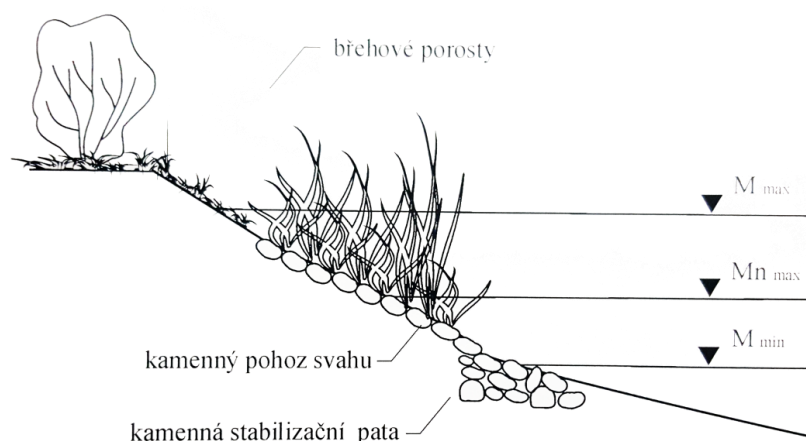
Obrázek č.25 – Návrh průtočné tůňe v půdorysu, zdroj: vlastní



Obrázek č.26 – Návrh průtočné tůňe v řezu A-A', zdroj: vlastní

#### 5.7.4 Návrh výsadby zeleně v revitalizovaných úsecích

Po provedení stavby bude prostor zájmového území částečně doplněn výsadbou autochtonních a vodomilných rostlin. Výsadba bude provedena převážně podél koryta vodního toku pro zmenšení rizika erozní činnosti. Záhozy tvořené kameny budou oživeny vegetací. V okolí koryt mohou být v menší míře vysázeny hluboko kořenicí dřeviny, které příznivě působí na stabilitu břehů a zastíněním chrání povrch před vysycháním. Celkově bude výsadbou vymezen prostor revitalizované části nivy a tvorbu uceleného biotopu. Nežádoucí dřeviny budou vykáceny.



Obrázek č.27 – Návrh oživení kamenného pohožu, zdroj: ŠLEZINGR, (2011)

Výsadba zeleně v revitalizovaných částech koryta se bude odvíjet v závislosti na původní vegetaci. Nejčastěji se vyskytujícím druhem podél koryta je olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) a vrba křehká (*Salix fragilis*). Soliterně se zde nejčastěji vyskytuje dub letní (*Quercus robur*), který bývá více vzdálený od současného koryta a tudíž by ve většině případů byl zachován. Výskyt těchto stromů je na většině úseků toku. Místy zde nalezneme nálety stromů jako je bříza bělokorá (*Betula pendula*), smrk ztepilý (*Picea abies*) či borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Na fotografiích č. 21, 22, 23, 24, 25 a 26 je možné vidět vegetace v úsecích 1, 2, 3 a 5. Keřové patro tvoří nejčastěji bez černý (*Sambucus nigra*) a ojedinelé trnka (*Prunus spinosa*) a ptačí zob (*Ligustrum vulgare*). Podél koryta toku traviny snášející zaplavení, pro příklad traviny z řádu lipnicovitých (*Poales*) - lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea L.*), orobinec úzkolistý (*Typha angustifolia L.*) a zástupce jiného řádu například kosatec žlutý (*Iris pseudacorus L.*)

Na místo bezu černého (*Sambucus nigra*) jsou určeny pro výsadbu zástupci z rodu vrbovitých a to vrby popelavé (*Salix cinerea*), případně ušaté (*Salix aurita*) pro rozšíření keřového patra. Na obrázku č. 19 v kapitole návrhu nové trasy koryta je návrh výsadby vegetace podél revitalizovaného koryta. V litorálním pásmu tůň výsadba orobince úzkolistého (*Typha angustifolia L.*), kosatce žlutého (*Iris pseudacorus L.*) a vodomilných travin.

Při výsadbě je třeba uplatnit skupinové rozmístění jednotlivých druhů dřevin, aby nedošlo k potlačení méně vzrostlých druhů rychleji rostoucími. Keře by měly být osázeny na okraji skupin výsadeb. Spon výsadby u stromů je volen min. 2 x 2 m,

keře 1 x 1 m. Počítá se také se samovolným rozšířením stávajících mokřadních druhů rostlin. Bezprostřední okolí tůní a koryta zůstane ponecháno přirozenému vývoji. Po dokončení díla bude prováděna jeho pravidelná údržba v okolí vodních ploch a břehů – kosení 1 x ročně s odvozem hmoty mimo území, redukce náletů, apod.

## 5.8 Postup realizací prací souvisejících s revitalizací toku a náklady

Po odstranění nežádoucí vegetace v jarních měsících a její likvidaci bude následovat demontáž panelového opevnění koryta a žlabovek v jeho dně. Vybourané konstrukce budou odvezeny a uloženy na skládku dle zákonných podmínek. Stávající kamenné záhozy budou vytěženy, uloženy na mezideponii v rámci staveniště ke zpětnému použití. Následnými zemními pracemi bude vytvořena nová trasa toku a vytvarován podélný profil i příčný profil koryta. Kamenné pohozy zajistí zpevnění dna a svahů. V exponovaných místech (vnější strana meandru) budou použity záhozy z lomového kamene. Jako rozčleňující prvek budou nepravidelně vloženy balvany. Dokončující práce spočívají ve výsadbě doprovodné zeleně a zatravnění dotčených ploch (podzim).

Harmonogram postupu prací: práce budou zahájeny s ohledem na nutnost dotčenou oblast zbavit náletových křovin a stromů zabraňujících realizaci revitalizace v únoru až březnu. Na takto připraveném území je možné provést odstranění stávajících konstrukcí v korytě. Na základě předpokladu úhrnu průměrných srážek v průběhu roku, respektive objemu průtoku v korytě, jsou příhodné měsíce duben až květen, v nichž by měly proběhnout zemní práce a opevnění včetně usazené velkých solitérních kamenů. Následná výsadba 28 kusů dřevin se odvíjí od fenologického kalendáře, a proto bude uskutečněna v období září až říjen. V rámci dokončujících prací proběhne osetí travním semenem na všech plochách zasažených stavbou. Propočet předpokládaných nákladů vyvolaných navrhovaným řešením revitalizace toku je uveden v tabulce č.14.

### Propočet nákladů stavby

		Rozpočtové náklady
Základ pro DPH	15 %	0,00
DPH	15 %	0,00
Základ pro DPH	21 %	6 446 395,00
DPH	21 %	1 353 743,00
<b>Cena celkem za stavbu</b>		<b>7 800 138</b>

## Rekapitulace stavebních objektů

Číslo a název objektu / provozního souboru	Cena celkem	Základ DPH 15 %	Základ DPH 21 %	DPH celkem
SO 01 Úprava koryta	6 615 064	0	5 466 995	1 148 069
SO 02 Túně	448 487	0	370 650	77 837
SO 03 Vegetační úpravy	385 688	0	318 750	66 938
VON Vedlejší a ostatní náklady	350 900	0	290 000	60 900
<b>Celkem za stavbu</b>	<b>7 800 138</b>	<b>0</b>	<b>6 446 395</b>	<b>1 353 743</b>

Stavba :	<b>Revitalizace Dobečovského potoka</b>
Objekt :	<b>SO 01 Úprava koryta</b>

P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	celkem (Kč)
<b>Díl: 1</b>	<b>1</b>	<b>Zemní práce</b>				
1	11120	Odstranění křovin a stromů do 100 mm, spálení levý břeh: 3*400 pravý břeh:3*480	m2	2 640,00 1 200,00 1 440,00	70,00	184 800,00
2	11210	Kácení stromů 20-30 cm, naložení a odvoz levý břeh:5 pravý břeh:8	kus	13,00 5,00 8,00	1 200,00	15 600,00
3	11210	Odstranění pařezů 20-30 cm,odklizení,úprava terénu levý břeh:5 pravý břeh:8	kus	13,00 5,00 8,00	1 300,00	16 900,00
4	11315	Rozebrání prefabrikovaných dílců v korytě levý břeh:(1450-65)*2 pravý břeh: (1450-65)*2	m2	5 540,00 2 770,00 2 770,00	150,00	831 000,00
5	11420	Rozebrání záhozů a rovnání na sucho levý břeh: 10 pravý břeh:8	m3	18,00 10,00 8,00	150,00	2 700,00
6	12110	Sejmutí ornice, naložení, odvoz a uložení odvoz na meziděpinii levý břeh: 3*1200 pravý břeh:3*1200	m3	7 200,00 3 600,00 3 600,00	195,00	1 404 000,00
7	12420	Vykopávky pro koryta vodotečí 1450*2,7 odpočet vykopů pro túně průtočné :705	m3	3 210,00 3 915,00 -705,00	300,00	963 000,00
8	12450	Čištění vodotečí se dnem dnem dlážděným tl. do 0,3 m 960*0,5*0,3	m3	144,00 144,00	300,00	43 200,00
9	16220	Odklizení a likvidace větví po pokácených stromech prům. do 0,3 m	kus	13,00	1 000,00	13 000,00
10	16230	Odklizení přebytku zeminy na místo definitivního uložení výkopy:3210 čištění koryta: 144 zásypy:2442,5	m3	911,50 3 210,00 144,00 -2 442,50	100,00	91 150,00
11	17410	Zásyp rýh, jam se zhutněním zasypání původního koryta: 1,9*360+4,95*270+4*190+0,8*565 odpočet pro túně neprůtočné :790	m3	2 442,50 3 232,50 -790,00	50,00	122 125,00
12	18210	Svahování v zářezech levý břeh: 3*1200 pravý břeh:3*1200	m2	7 200,00 3 600,00 3 600,00	45,00	324 000,00
<b>Celkem za</b>	<b>1</b>	<b>Zemní práce</b>				<b>4 011 475,00</b>
<b>Díl: 4</b>	<b>4</b>	<b>Vodorovné konstrukce</b>				
13	46251	Zához z kamene bez proštěrk. z terénu nad 200 kg vyvažště:4*0,7*1 záhozová patka:2*500*0,5*0,5	m3	252,80 2,80 250,00	1 400,00	353 920,00
14	46251	Zához z lom.kamene zához.do 200kg s oživením vrb. řízky levý břeh: 500*2,5*0,3 pravý břeh:500*2,5*0,3 odpočet vybouraného ( znovu použitého ) kamene:	m3	732,00 375,00 375,00 -18,00	1 500,00	1 098 000,00
15	46292	Zřízení záhozu z použitého kamene do 200 kg objem vybouraného ( znovu použitého ) kamene ze záhozů:	m3	18,00 18,00	200,00	3 600,00
<b>Celkem za</b>	<b>4</b>	<b>Vodorovné konstrukce</b>				<b>1 455 520,00</b>

Objekt :	<b>SO 02 Tůně</b>
----------	-------------------

P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	celkem (Kč)
<b>Díl:</b>	<b>1</b>	<b>Zemní práce</b>				
1	12110	Sejmutí ornice, naložení, odvoz a uložení na mezideponii k následnému použití	m3	90,00	195,00	17 550,00
		tůně neprůtočné:4*150*0,15		90,00		
2	16230	Odklizení přebytku zeminy na místo definitivního uložení	m3	1 495,00	100,00	149 500,00
3	12210	Odkopávky a prokopávky nezapažené	m3	1 495,00	65,00	97 175,00
		tůně neprůtočné:210+200+220+160		790,00		
		tůně průtočné:230+145+330		705,00		
4	18210	Svahování v zářezích	m2	2 365,00	45,00	106 425,00
		tůně neprůtočné:1,1*(330+300+350+220)		1 320,00		
		tůně průtočné:1,1*(360+180+410)		1 045,00		
<b>Celkem za</b>		<b>1 Zemní práce</b>				<b>370 650,00</b>

Objekt :	<b>SO 03 Vegetační úpravy</b>
----------	-------------------------------

P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	celkem (Kč)
<b>Díl:</b>	<b>1</b>	<b>Zemní práce</b>				
1	18040	Založení trávníku lučního v rovině i ve svahu s dodáním osiva	m2	11 200,00	10,00	112 000,00
		tůně: 7*150		1 050,00		
		koryto LB:1450*3,5		5 075,00		
		koryto PB:1450*3,5		5 075,00		
2	18130	Rozprostření ornice v rovině i ve svahu tloušťka 15 cm	m2	11 200,00	15,00	168 000,00
		tůně: 7*150		1 050,00		
		koryto LB:1450*3,5		5 075,00		
		koryto PB:1450*3,5		5 075,00		
3	18420	Výsadba stromu s balem, v rovině, výšky do 200 cm vč. ukotvení a následné péče dle návrhu	kus	28,00	250,00	7 000,00
		tůně		6,00		
		koryto LB:		10,00		
		koryto PB:		12,00		
4	18490	Výsadba obalených sazenic s vykopání jamek vč. dodávky sazenic (orobítec, kosatec žlutý, chrastice...)	kus	70,00	25,00	1 750,00
		tůně: 7*10		70,00		
5	18890	Následná péče na 1 rok	soubor	1,00	30 000,00	30 000,00
		1 x pokosení vč. Odvozu + redukce náletů zalití stromků				
<b>Celkem za</b>		<b>1 Zemní práce</b>				<b>318 750,00</b>

Objekt :	<b>VON Vedlejší a ostatní náklady</b>
----------	---------------------------------------

P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	celkem (Kč)
<b>Díl:</b>	<b>VRN1</b>	<b>Přípravné a pomocné práce</b>				
1	00	Průzkumné práce	Kč	1,00	20 000,00	20 000,00
2	01	Geodetické práce	Kč	1,00	30 000,00	30 000,00
3	02	Projektová dokumentace stavby	Kč	1,00	150 000,00	150 000,00
4	03	Zařízení staveniště	Kč	1,00	60 000,00	60 000,00
5	04	Příjezdové komunikace - zřízení a likvidace	Kč	1,00	30 000,00	30 000,00
<b>Celkem za</b>		<b>VRN1 Přípravné a pomocné práce</b>				<b>290 000,00</b>

Tabulka č.14 – Propočet nákladů stavby, zdroj: vlastní

Žadatelem o financování revitalizační akce může být vlastník pozemku, správce toku, nájemce pozemku nebo Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (AOPK ČR). Finanční prostředky poskytuje MŽP, Státní fond životního prostředí, vybrané dotační programy EU nebo příslušná obec, v jejímž obvodu se má realizovat revitalizace.

Základním finančním zdrojem pro revitalizace byl dlouhou dobu Program revitalizace říčních systémů, který vznikl v roce 1992 a ukončen byl 2008. V současné době mezi hlavní finanční prostředky řadíme programy financované Evropskou unií. V kapitole 2.6 financování revitalizací, bylo uvedeno několik dotačních programů umožňující čerpání financí na realizaci revitalizací spojených s vodními toky. Jedním z nich je Operační program Životního prostředí pro období 2014 – 2020. Jednotlivé revitalizační akce projednává AOPK ČR. Přidělování finančních prostředků má v kompetenci MŽP.

Program podpory přirozených funkcí krajiny je plánován pro roky 2009 – 2018. V současné době je možné čerpat z tohoto programu finance pro realizování revitalizačních akcí. V podprogramu Adaptační opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny na vodní ekosystémy mohou žádat o dotaci fyzické osoby, právnické osoby, obecně prospěšné organizace, územní samosprávné celky (obce a kraje), občanská sdružení, svazky obcí, příspěvkové organizace, organizační složky státu, státní organizace a státní podniky. Tento podprogram je otevřen s možností realizace na celém území České republiky. Sběrné místa pro podání žádostí jsou regionální pracoviště AOPK ČR, která žádosti posoudí a následně MŽP doporučí opatření vhodná k realizaci (<http://www.dotace.nature.cz>).

## **6. Závěr**

V minulém století se prováděly úpravy toků, které v současné době jsou charakterizovány jako nepřilíš vhodné. V minulosti byla v našich zemích preferována zvláště některá opatření technického charakteru zabezpečující převážně ochrannou funkci s cílem odvádět vodu z krajiny co nejrychleji. Tato jsou obvykle ekonomicky velmi nákladná a náročná na vlastní provádění díla i následnou údržbu a velkou měrou ovlivní přirozený ráz dotčené oblasti a vodní bilanci.

Trendem posledních let je návrat k přirozenému rázu krajiny. Dříve narovnávané vodní toky jsou dnes často revitalizovány, tzn. obnovování původních



koryt, která jsou meandrující se střídajícími proudnými úseky a řízeným rozlivem do krajiny. Opevnění koryta provádět kamennými záhozy doplněnými o vegetaci, vkládat rozčleňující prvky do průtočného profilu a s tím i vytvářet úkryty pro živočichy vázané na vodní ekosystém. Nový význam získávají tůňe a mokřady s velkou biodiverzitou a značnou akumulací a retenční schopností. Také je nutné využívat vodu zachycenou drenážními systémy, kterou neodvádět rovnou do říční sítě, ale naopak ji zadržet v krajině, například pomocí průlehub, poldrů nebo mokřadů. Současně způsob hospodaření na ZPF je více směřován k aplikaci opatření snižující vodní erozi. K dosažení uspokojivých výsledků je zapotřebí kombinace všech vhodných opatření. Tímto způsobem by v budoucnu měly být zlepšeny hydrologické podmínky v našich zemích.

Současný stav Dobečovského potoku není ideální a tudíž by bylo vhodné provést jeho revitalizaci. Narovnaná trasa toku o vysoce kapacitním korytě opevněném betonovými panely přináší negativní následky. S takto upraveným korytem dochází k nadměrnému odtoku vody z povodí a to má přímý dopad na její zásoby v krajině, což se negativně projevuje při nízkém výskytu srážek. Navíc od roku 2002 se ukázalo, že tento tok má značný vliv na zvýšení průtoku řeky Malše, která následně zasáhne město Kaplice a způsobí materiální škody. Stávající stav toku je také doprovázen nízkým stupněm oživení a druhovou skladbou vegetace.

Navržená opatření popsaná v kapitole 5.7 by měla pozitivně přispět k navrácení přirozeného stavu koryta Dobečovského potoka. Veškeré tyto zmíněné úpravy by měly přinést zvýšenou schopnost retence vody v krajině, biologickou rozmanitost toku a jeho okolí, a tím vytvořit významný krajinný prvek. Revitalizace toku by také pozitivně ovlivnila průběh povodní a lze ji zahrnout do protipovodňového opatření. Souběžně ve spojení s protipovodňovým opatřením a zadržováním vody v území by bylo vhodné provést obnovu akumulací a retenčního prostoru několika nádrží ve vybraném povodí. Odbahnění a revize stávajících objektů by se týkalo především nádrží Pytlový rybník a Nový rybník. Z kapitoly 5.8 vyplývá, že není důležité jen vhodné navržené revitalizační opatření, ale také při tom zhodnotit možnosti jejich financování. V oblasti technických revitalizací se často jedná o velmi nákladné projekty, a proto je nutné zvážit kde a v jaké míře je provádět. Rovněž jsou důležitou otázkou majetkoprávní vztahy k pozemkům, které by byly dotčeny při revitalizaci.

## 7. Seznam použité literatury

1. ADAMEC, V.; DVORSKÝ, T.; FOLWARCZNY, L.; KROČOVÁ, Š.; PAGÁČ, J.; ŠINDLER, J.; VÁCLAVÍK, V.; ŽIDEK, D. Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva, 1st ed.; Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství: Ostrava, 2012. 131 s.
2. ADÁMEK, Z.; HELEŠIC, J.; MAŠÁLEK, B.; RULÍK, M. Aplikování hydrobiologie, 2nd ed.; Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod: České Budějovice, 2010. 350 s.
3. BALUGANI, E.; LUBCZYNSKI, M.; REYES-ACOSTA, L.; van der TOL, C.; FRANCÉS, A.; METSELAAR, K. Groundwater and unsaturated zone evaporation and transpiration in a semi-arid open woodland. *Journal of Hydrology* 2017, 547, 54–66 s.
4. BLAŽEK, V.; NĚMEC, J.; HLADNÝ, J.; CÍLEK, V.; EHRlich, P.; GERGEL, J.; KENDER, J.; KVÍTEK, T.; LANGHAMMER, J.; JÁNSKÝ, B.; NĚMEC, J. Voda v České republice, 1st ed.; Consult: Praha, 2006. 253 s.
5. BRANIŠ, M. Základy ekologie a ochrany životního prostředí, 2nd ed.; Informatorium, spol. s.r.o.: Praha, 1999. 167 s.
6. BRANIŠ, M.; PIVNIČKA, K.; BENEŠOVÁ, L.; PUŠOVÁ, R.; TONIKA, J.; HOVORKA, J. Výkladový slovník vybraných termínů z oblasti ochrany životního prostředí a ekologie, 1st ed.; Karolinum: Praha, 1999. 46 s.
7. ČEKAL, R.; HLADNÝ, J. Regionalizace povodí České republiky na základě sezonní analýzy výskytu povodní, 1st ed.; Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova: Praha, 2006. 20 s.
8. DEMEK, J.; MACKOVČIN, P.; BALATKA, B. Zeměpisný lexikon ČR, 2nd ed.; AOPK ČR: Brno, 2006. 580 s.
9. Dotační programy podporující péči o přírodu a krajinu. Finanční nástroje péče o přírodu a krajinu. <http://www.dotace.nature.cz/prehled-programu.html> (vloženo 20. Února, 2017).
10. DUMBROVSKÝ, M. Příspěvek k řešení vodního hospodářství krajiny v pozemkových úpravách. 1st ed. Brno: Vutium, 2010. 44 s.
11. Ekologie - landuse - průzkum a mapování krajiny. Mendelova univerzita v Brně. <https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/index.pl?opora=258> (vloženo 20. Března, 2017).

12. ELLÁK, J.; KUBÍČEK, F. Hydrobiologie, 1st ed.; Karolinum: Praha, 1991. 260 s.
13. GRAW, M.; BORCHARDT, D. Ein Bach ist mehr als Wasser...:Materialien für einen fächerverbindenden, projektorientierten Unterricht zum Thema Ökologie und Schutz von Fließgewässern, 2nd ed.; Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, ländlichen Raum und Verbraucherschutz: Wiesbaden, 2003. 258 s.
14. HADAČ, E. Krajina a lidé, 1st ed.; Academia: Praha, 1982. 156 s.
15. HUBAČÍKOVÁ, V.; OPPELTOVÁ, P., Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů, 1st ed.; Mendelova zemědělská a lesnická univerzita: Brno, 2008. 131 s.
16. JULIEN, P. Y. River mechanics, 1st ed.; Cambridge University Press: New York, 2002. 434 s.
17. JUST, T. Ekologicky orientovaná správa vodních toků v oblasti péče o jejich morfologický stav, 1st ed.; Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky: Praha, 2012. 39 s.
18. JUST, T. Přírodě blízké úpravy vodních toků v intravilánech a jejich význam v ochraně před povodněmi Revitalizace sídelního prostředí vodními prvky, 1st ed.; Agentura ochrany přírody a krajiny ČR: Praha, 2010. 188 s.
19. JUST, T.; MATOUŠEK, V.; DUŠEK, M.; FISCHER, D.; KARLÍK, P. Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. 3rd ed. Hořovicko: Státní zemědělské nakladatelství, 2005. 359 s.
20. JUST, T.; ŠÁMAL, V.; DUŠEK, M.; FISCHER, D.; KARLÍK, P.; PYKAL, J. Revitalizace vodního prostředí, 1st ed.; Agentura ochrany přírody a krajiny ČR: Praha, 2003. 144 s.
21. JŮVA, K.; HRABAL, A.; TLAPÁK, V. Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší, 1st ed.; Státní zemědělské nakladatelství: Praha, 1977. 180 s.
22. KENDER, J.; PAŘÍZEK, P.; NOVOTNÁ, D.; PELC, F.; BRANŽOVSKÝ, A.; FANTA, J.; JANDURA, M.; HÁJEK, M.; KAULICH, K.; BUČILOVÁ, R. Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny, 1st ed.; ENIGMA s.r.o.: Praha, 2000. 220 s.
23. KRÁLOVÁ, H. Řeky pro život: revitalizace řek a péče o nivní biotopy, 1st ed.; ZO ČSOP Veronica: Brno, 2001. 439 s.

24. KUPEC, P.; SCHNEIDER, J.; ŠLEZINGR, M. Revitalizace v krajině, 1st ed.; Mendelova zemědělská a lesnická univerzita: Brno, 2009. 119 s.
25. KVÍTEK, T.; GERGEL, J.; ONDR, P.; ZÁMIŠOVÁ, K.; Zemědělské meliorace, 1st ed.; Jihočeské univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta: České Budějovice, 2006. 165 s.
26. LANCASTER, B. Rainwater harvesting for drylands and beyond, 1st ed.; Rainsource Press: Tuscon, 2006. 404 s.
27. LANGHAMMER, J. Povodně a změny v krajině, 1st ed.; Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze a Ministerstvo životního prostředí ČR: Praha, 2007. 396 s.
28. MATTAS, D. Výpočet průtoku v otevřených korytech, 2014. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. [http://www.vuv.cz/files/pdf/edicni\\_cinnost/publikace/mattas\\_vypocet\\_prutok\\_u.pdf](http://www.vuv.cz/files/pdf/edicni_cinnost/publikace/mattas_vypocet_prutok_u.pdf) (vloženo 10. Dubna, 2017).
29. NĚMEC, J. Hydrologie. 1st ed. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1965. 378 s.
30. NOVÁK, L. st.; NOVÁK, L. ml. Protipovodňová opatření v České republice, 1st ed.; Český svaz vědeckotechnických společností: Praha, 2011. 64 s.
31. NOVÁK, L.; IBLOVÁ, M.; ŠKOPEK, V. Vegetace v úpravách vodních toků a nádrží, 1st ed.; SNTL-Nakladatelství technické literatury: Praha, 1986. 244 s.
32. Operační program Životní prostředí 2014 – 2020. Evropské strukturální a investiční fondy. <http://www.strukturalni-fondy.cz/cs/Fondy-EU/2014-2020/Operacni-programy> (vloženo 20. Února, 2017).
33. PAČES, T. Voda a země, 1st ed.; Academia: Praha, 1982. 176 s.
34. PITTER, P. Hydrochemie, 3rd ed.; UNITISK, s.r.o.: Praha, 1999. 94 s.
35. POKORNÝ, D.; ROLEČKOVÁ, E.; FOUŠOVÁ, E. Stručně o vodě v České republice, 1st ed.; Ministerstvo zemědělství: Praha, 2015. 44 s.
36. POKORNÝ, J. Hospodaření s vodou v krajině – funkce ekosystémů, 1st ed.; Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, Fakulta životního prostředí: Ústí nad Labem, 2014. 103 s.
37. Program revitalizace říčních systémů. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. <http://jizerskehory.ochranaprirody.cz/cinnost->

pracoviste/pece-o-prirodu-a-krajinu/krajnotvorne-programy-mzp/podpora-revitalizace-ricnich-systemu/ (vlozeno 20. Února, 2017).

38. ŘÍHA, J., Ochranné hráze na vodních tocích. 1st ed. Praha: Grada, 2010. 223 s.
39. SIMANOV, V.; KOHOUT, V. Těžba a doprava dříví, 3rd ed.; Matice lesnická spol. s.r.o.: Písek, 2004. 410 s.
40. SLAVÍK, L.; NERUDA, M. Voda v krajině, 1st ed.; Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí: Praha, 2007. 176 s.
41. SLAVÍKOVÁ, L.; BENEŠ, R.; BAREŠ, V.; JÍLKOVÁ, J.; STRÁNSKÝ, D.; VALENTOVÁ, M. Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích, 1st ed.; IREAS, Institut pro strukturální politiku o. p. s.: Praha, 2007. 82 s.
42. Souhrnné mapy VÚMOP, 2016. Geoportál SOWAC GIS. <http://mapy.vumop.cz/> (vlozeno 20. Března, 2017).
43. SOUKUP, M. Opatření v zemědělské krajině pro zlepšení vodních útvarů. 1st ed. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2006. 108 s.
44. SOUKUP, M.; EICHLER, J.; SKLENIČKA, P.; KULHAVÝ, Z.; VLČKOVÁ, M.; PILNÁ, E. Biotechnická opatření v krajině pro zvýšení retence vody na odvodněných pozemcích v pramenných oblastech: Metodika a katalog navrhovaných opatření. 1.vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 2008, 81 s.
45. SYNKOVÁ, J. Posouzení stability revitalizovaného koryta toku, 2008. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. [https://acta.mendelu.cz/media/pdf/actaun\\_2009057010105.pdf](https://acta.mendelu.cz/media/pdf/actaun_2009057010105.pdf) (vlozeno 10. Dubna, 2017).
46. ŠLEZINGR, M. Břehová abraze - možnosti stabilizace břehů, 1st ed.; Mendelova univerzita v Brně: Brno, 2011. 172 s.
47. ŠLEZINGR, M. Stabilizace říčních ekosystémů, 1st ed.; Akademické nakladatelství CERM: Brno, 2005. 353 s.
48. ŠTĚRBA, O. Pramen života, 1st ed.; Panorama: Praha, 1986. 224 s.
49. TNV 75 2102. Úpravy potoků. Praha: Hydroprojekt CZ a.s, 2010. 22 s.
50. TOLASZ, R.; BRÁZDIL, R.; BULÍŘ, O.; DOBROVOLNÝ, P.; DUBROVSKÝ, M.; HÁJKOVÁ, L.; HALÁSOVÁ, O.; HOSTÝNEK, J.; JANOUC, M.; KOHUT, M.; KRŠKA, K.; KŘIVANCOVÁ, S.; KVĚTOŇ, V.; LEPKA, Z.; LIPINA, P.; MACKOVÁ, J.; METELKA, L.; MÍKOVÁ, T.;

- MRKVICA, Z.; MOŽNÝ, M.; NEKOVÁŘ, J.; NĚMEC, L.; POKORNÝ, J.; REITSCHLÄGER, J. D.; RICHTEROVÁ, D.; ROŽNOVSKÝ, J.; ŘEPKA, M.; SEMERÁDOVÁ, D.; SOSNA, V.; STRÍŽ, M.; ŠERCL, P.; ŠKÁCHOVÁ, M.; ŠTĚPÁNEK, P.; ŠTĚPÁNKOVÁ, P.; TRNKA, M.; VALERIÁNOVÁ, M.; VALTER, J.; VANÍČEK, K.; VAVRUŠKA, F.; VOŽENÍLEK, V.; VRÁBLÍK, T.; VYSOUDIL, M.; ZAHRADNÍČEK, J.; ZUSKOVÁ, I.; ŽÁK, M.; ŽALUDR, Z. Atlas podnebí Česka, 1st ed.; Český hydrometeorologický ústav, Universita Palackého: Praha, Olomouc, 2007. 256 s.
51. TUREČEK, K. Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. s komentářem, 1st ed.; Soudy: Praha, 2002. 240 s.
  52. VRÁNA, K.; BERAN, J. Rybníky a účelové nádrže, 1st ed.; České vysoké učení technické: Praha, 1998. 150 s.
  53. VRÁNA, K.; DOSTÁL, T.; GERGEL, J.; KENDER, J.; ZUNA, J. Revitalizace malých vodních toků, 1st ed.; Consult: Praha, 2004. 60 s.
  54. VRÁNA, K.; EHRLICH, P.; GERGEL, J.; HŮDA, J.; KENDER, J.; MORAVCOVÁ, J. Revitalizace krajiny, 1st ed.; Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta: České Budějovice, 2009. 150 s.
  55. VRÁNA, K.; VEJVALKOVÁ, M. Vývoj oboru revitalizace malých drobných toků. Fórum ochrany přírody 2015, Vyd. 2, 24–27 s.
  56. ZAJÍCOVÁ, Z. Možnosti financování opatření v krajině, revitalizací vodních toků a prevence před povodněmi a suchem, 1st ed.; Nadace Partnerství: Brno, 2015. 12 s.

## 8. Seznam grafických příloh

Fotografie. č.1 – Průtočný profil mostu na HPC 1, zdroj: vlastní.....	97
Fotografie. č.2 – Propustek u mostu v obci Dobečov na HPC 4, zdroj: vlastní.....	97
Fotografie. č.3 – Zalesnění rychle rostoucími stromy na půdním bloku u obce Mostky, zdroj: vlastní .....	98
Fotografie. č.4 – Jedna ze šachtic v západní části povodí ústící do příkopu, zdroj: vlastní.....	98
Fotografie. č.5 – Ústí odvodňovacího systému do levého přítoku na komunikaci 1581 III třídy, 170 metrů za obcí Mostky, zdroj: vlastní .....	99
Fotografie. č.6 – Ústí odvodňovacího systému do levého přítoku na komunikaci 1581 III třídy 120 metrů před obcí Dobečov, zdroj: vlastní .....	99
Fotografie. č.7 – Ohrada podél koryta toku, zdroj: vlastní .....	100
Fotografie. č.8– Elektrický ohradník přes koryto toku a napajedlo dobytka, zdroj: vlastní.....	100
Fotografie. č.9 – Propustek z potoku do Nového rybníku, zdroj: vlastní .....	101
Fotografie. č.21 – Vegetace v úseku 1, zdroj: vlastní .....	101
Fotografie. č.22 – Vegetace v úseku 1, zdroj: vlastní .....	102
Fotografie. č.23 – Vegetace v úseku 1 a lokalita pro umístění tůň, zdroj: vlastní .	102
Fotografie. č.24 – Vegetace v úseku 2 a most na HPC 1, zdroj: vlastní.....	103
Fotografie. č.25 – Most na HPC 1 s okolní vegetací, zdroj: vlastní .....	103
Fotografie. č.26 – Levý přítok v úseku 5 a vegetace podél koryta, zdroj: vlastní ...	104
Fotografie. č.27 – Bezpečnostní přeliv s výpustným zařízením na Dobečovské nádrži, zdroj: vlastní.....	104
Mapa. č.2 – Vodohospodářská mapa s vyznačenou rozvodnicí, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1 .....	105
Mapa. č.3 – Území se zakreslenou rozvodnicí a katastrálními území, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1 .....	106
Mapa. č.4 – Využití území neboli landuse ve vybraném povodí, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1 .....	107

Mapa. č.5 – Území se zakresleným stupněm ekologické stability, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1 .....	108
Mapa. č.6 – Územní systém ekologické stability včetně chráněných území, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1 .....	109
Mapa. č.7 – Cestní síť, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1 .....	110
Mapa. č.8 – Půdní bloky s ornou půdou, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1 .....	111
Mapa. č.9 – Návrh protierozních opatření na půdních blocích, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1 .....	112
Mapa. č.10 – Historická mapa z 19.století s výrazněnou původní trasou toku, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1 .....	113
Mapa. č.11 – Vyznačené jednotlivé úseky páteřního toku s názvy nádrží, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1 .....	114
Mapa. č.12 – Návrh revitalizace toku, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1 .....	115





*Fotografie. č.1 – Průtočný profil mostu na HPC 1, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.2 – Propustek u mostu v obci Dobečov na HPC 4, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.3 – Zalesnění rychle rostoucími stromy na půdním bloku u obce Mostky, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.4 – Jedna ze šachtic v západní části povodí ústící do příkopu, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.5 – Ústí odvodňovacího systému do levého přítoku na komunikaci 1581 III třídy, 170 metrů za obcí Mostky, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.6 – Ústí odvodňovacího systému do levého přítoku na komunikaci 1581 III třídy 120 metrů před obcí Dobečov, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.7 – Ohrada podél koryta toku, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.8– Elektrický ohradník přes koryto toku a napajedlo dobytku, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.9 – Propustek z potoku do Nového rybníku, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.21 – Vegetace v úseku 1, zdroj: vlastní*



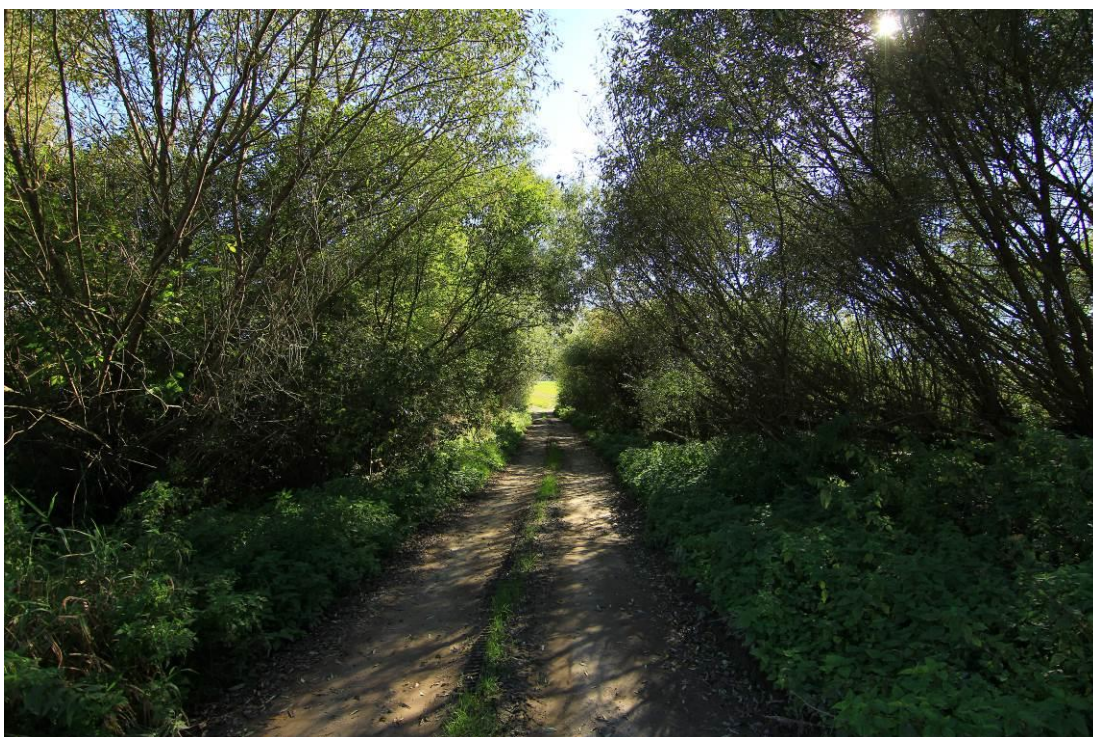
*Fotografie. č.22 – Vegetace v úseku 1, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.23 – Vegetace v úseku 1 a lokalita pro umístění tůně, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.24 – Vegetace v úseku 2 a most na HPC 1, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.25 – Most na HPC 1 s okolní vegetací, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.26 – Levý přítok v úseku 5 a vegetace podél koryta, zdroj: vlastní*



*Fotografie. č.27 – Bezpečnostní přeliv s výpustným zařízením na Dobečovské nádrži, zdroj: vlastní*





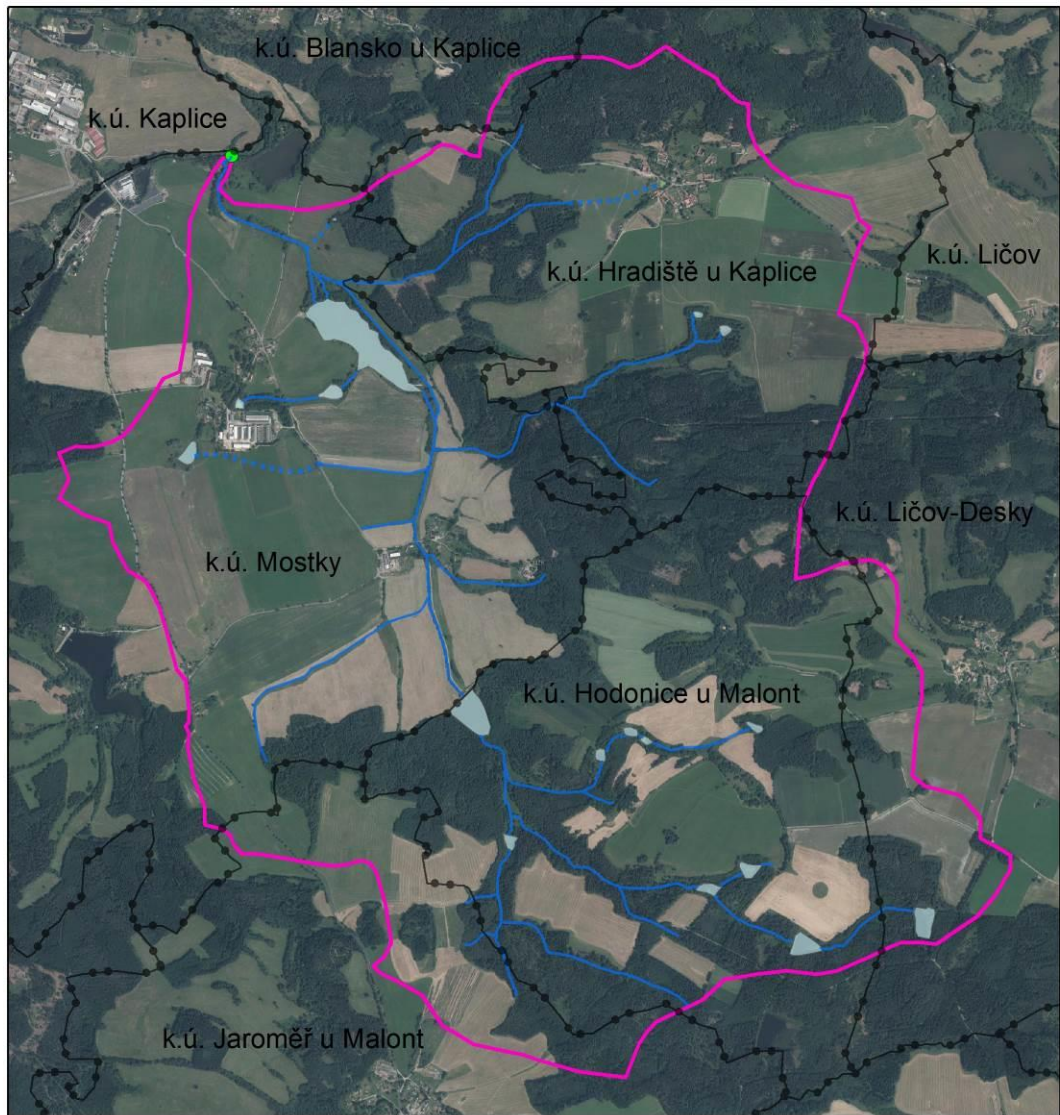
**Legenda**

- Uzávěr



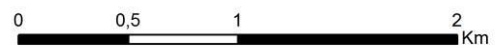
Mapa. č.2 – Vodohospodářská mapa s vyznačenou rozvodnicí, zdroj: vlastní,

ArcMap 10.1

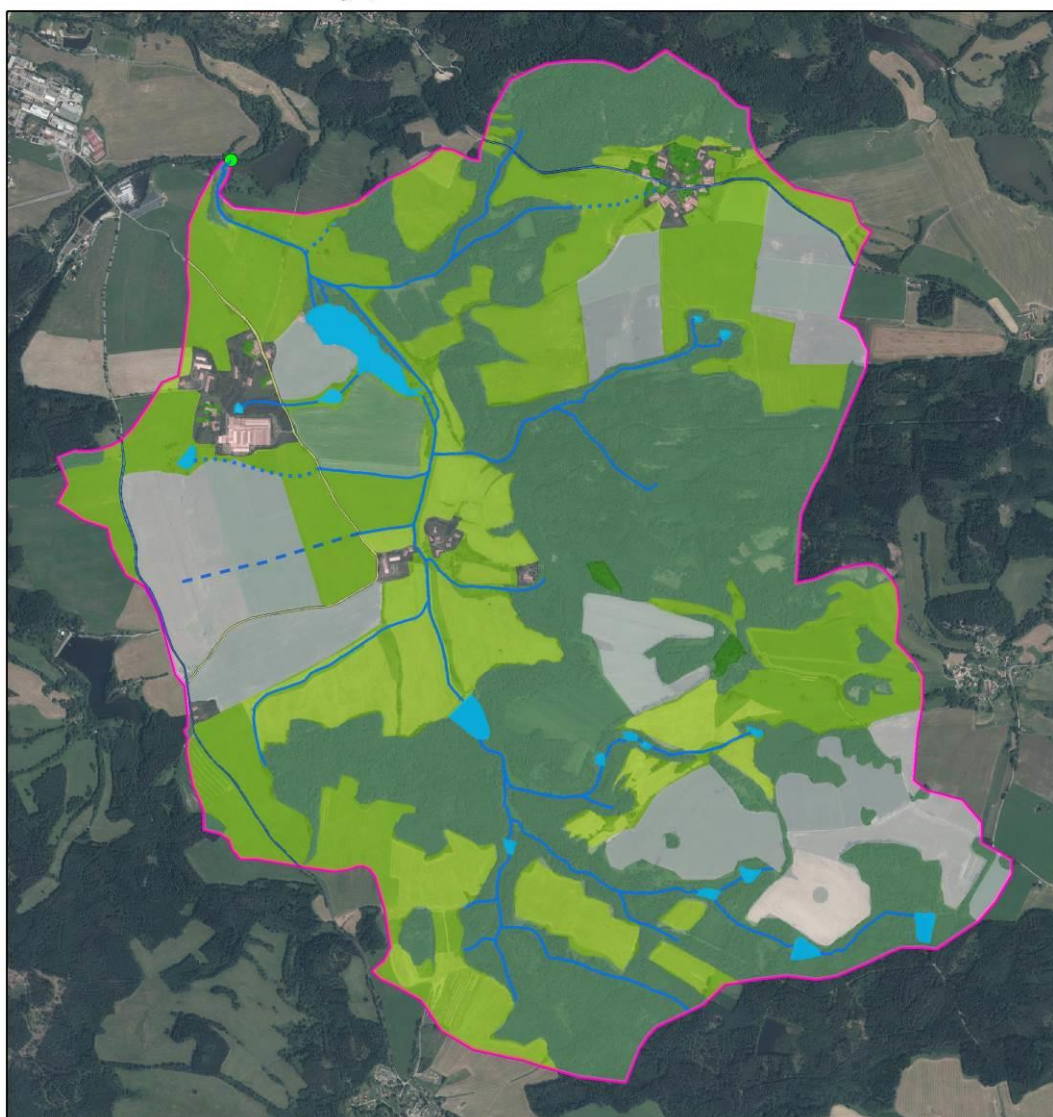


**Legenda**

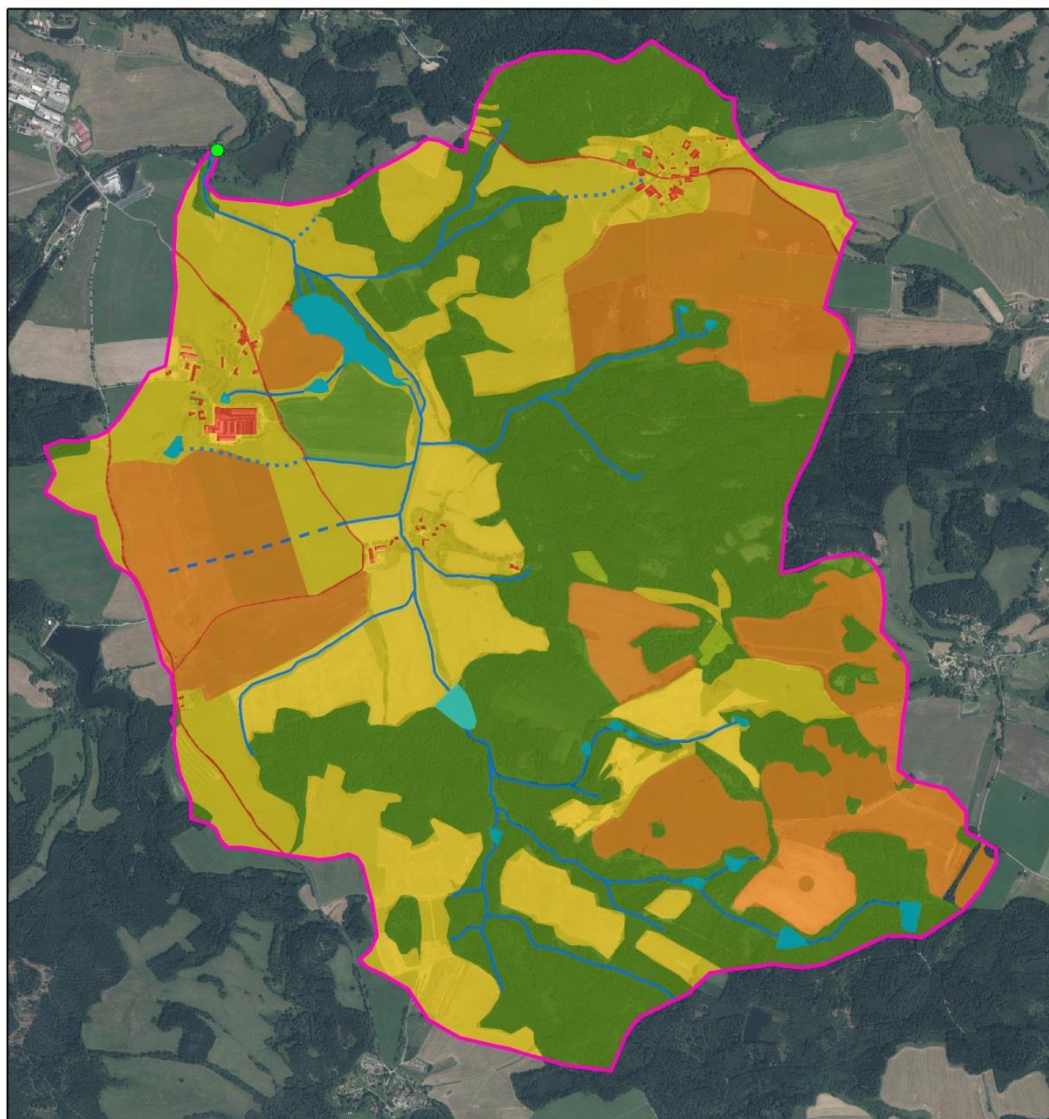
- Povodí IV. řádu - rozvodnice
- Uzávěr
- Katastrální území
- ⋯ Vodní tok zatrubněný
- Vodní tok povrchový
- Vodní nádrže



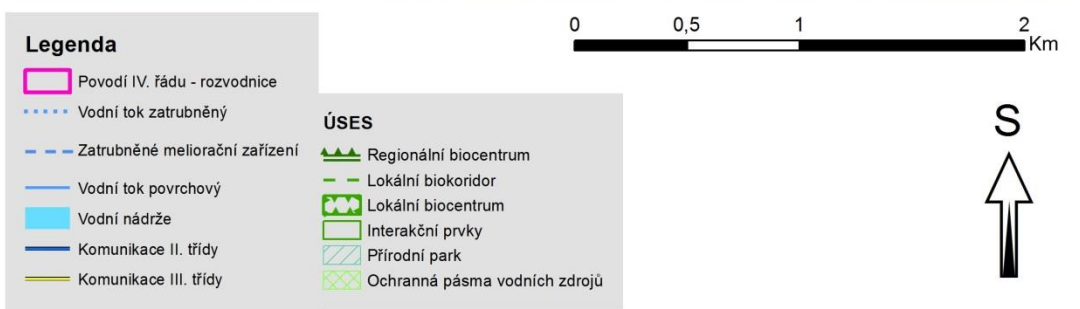
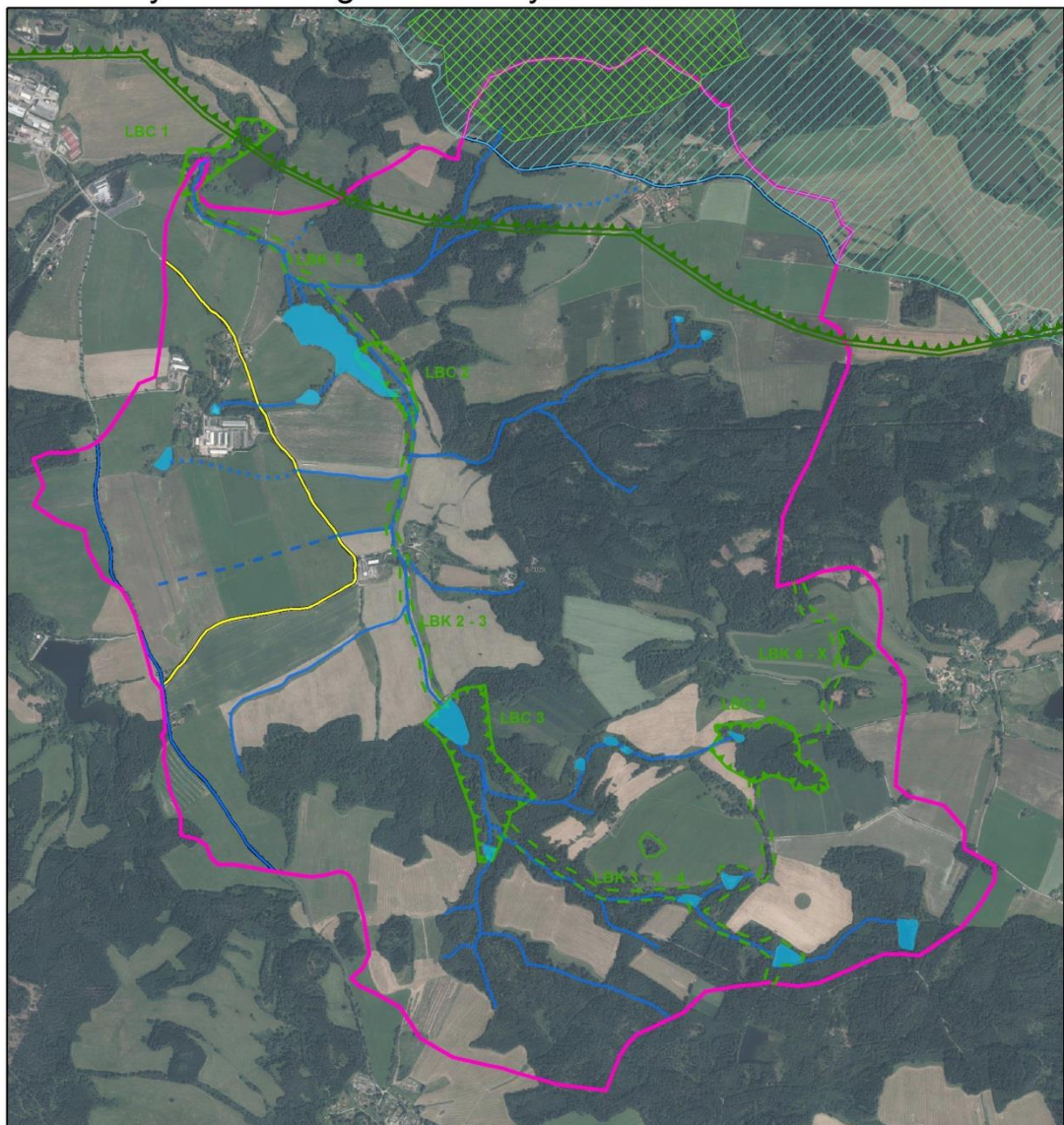
*Mapa. č.3 – Území se zakreslenou rozvodnicí a katastrálními území, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1*



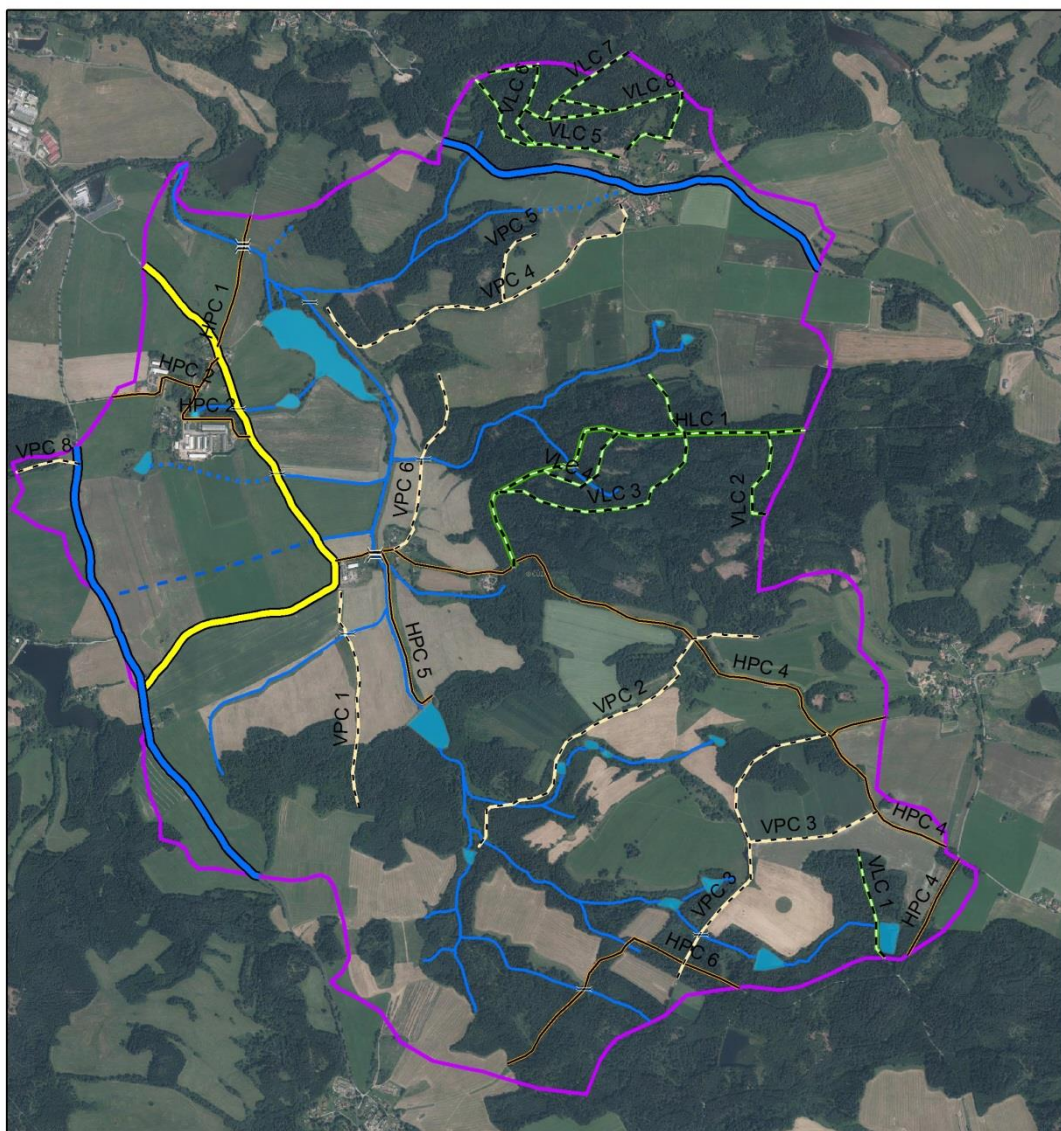
Mapa. č.4 – Využití území neboli landuse ve vybraném povodí, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1



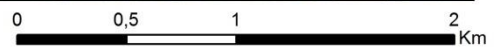
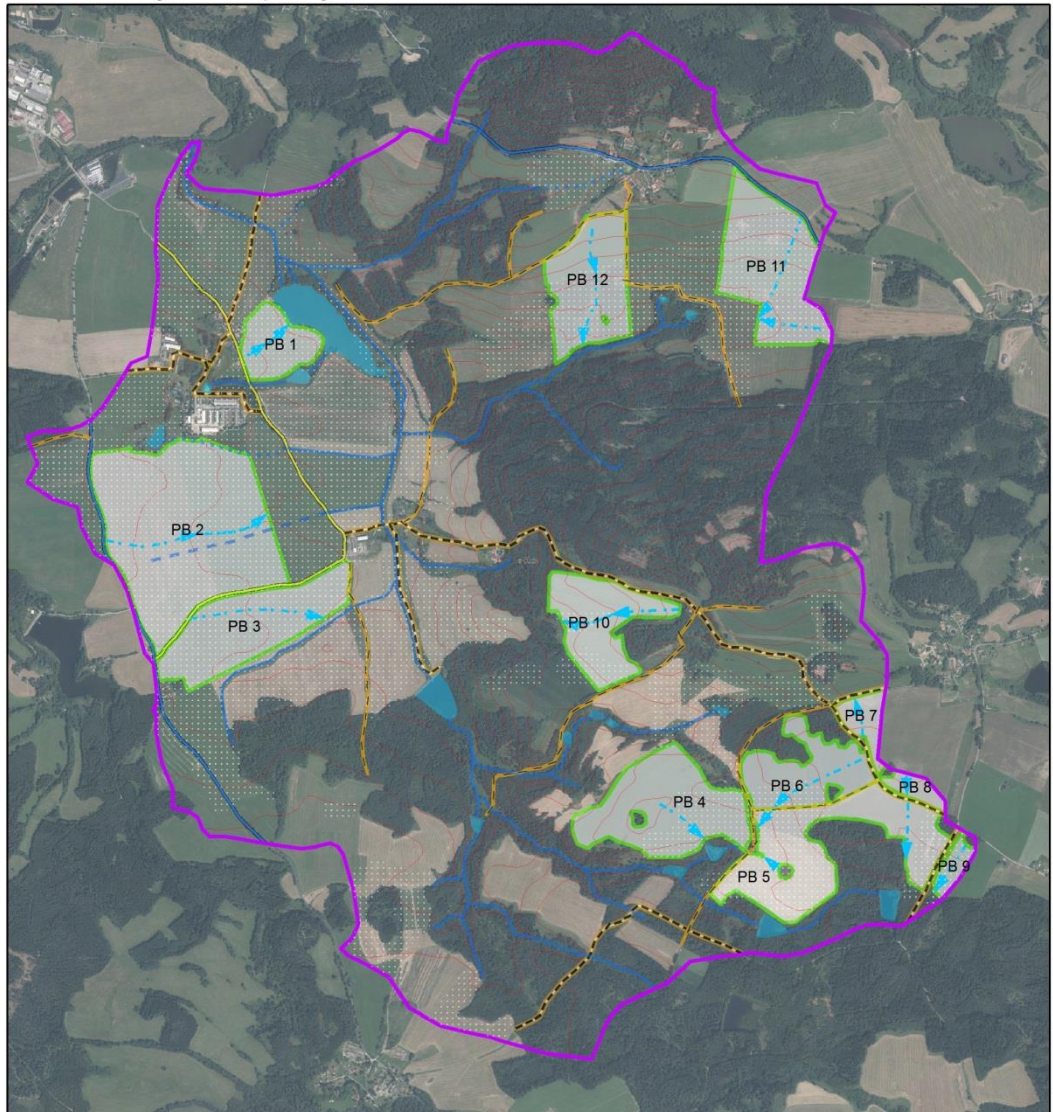
Mapa. č.5 – Území se zakresleným stupněm ekologické stability, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1



Mapa. č.6 – Územní systém ekologické stability včetně chráněných území,  
zdroj: vlastní, ArcMap 10.1



Mapa. č.7 – Cestní síť, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1



**Legenda**

- Pověří IV. řádu - rozvodnice
- Vrstevnice 10m
- Odvodnění
- Vodní tok zatrubněný
- Zatrubněné meliorační zařízení
- Vodní tok povrchový
- Vodní nádrže

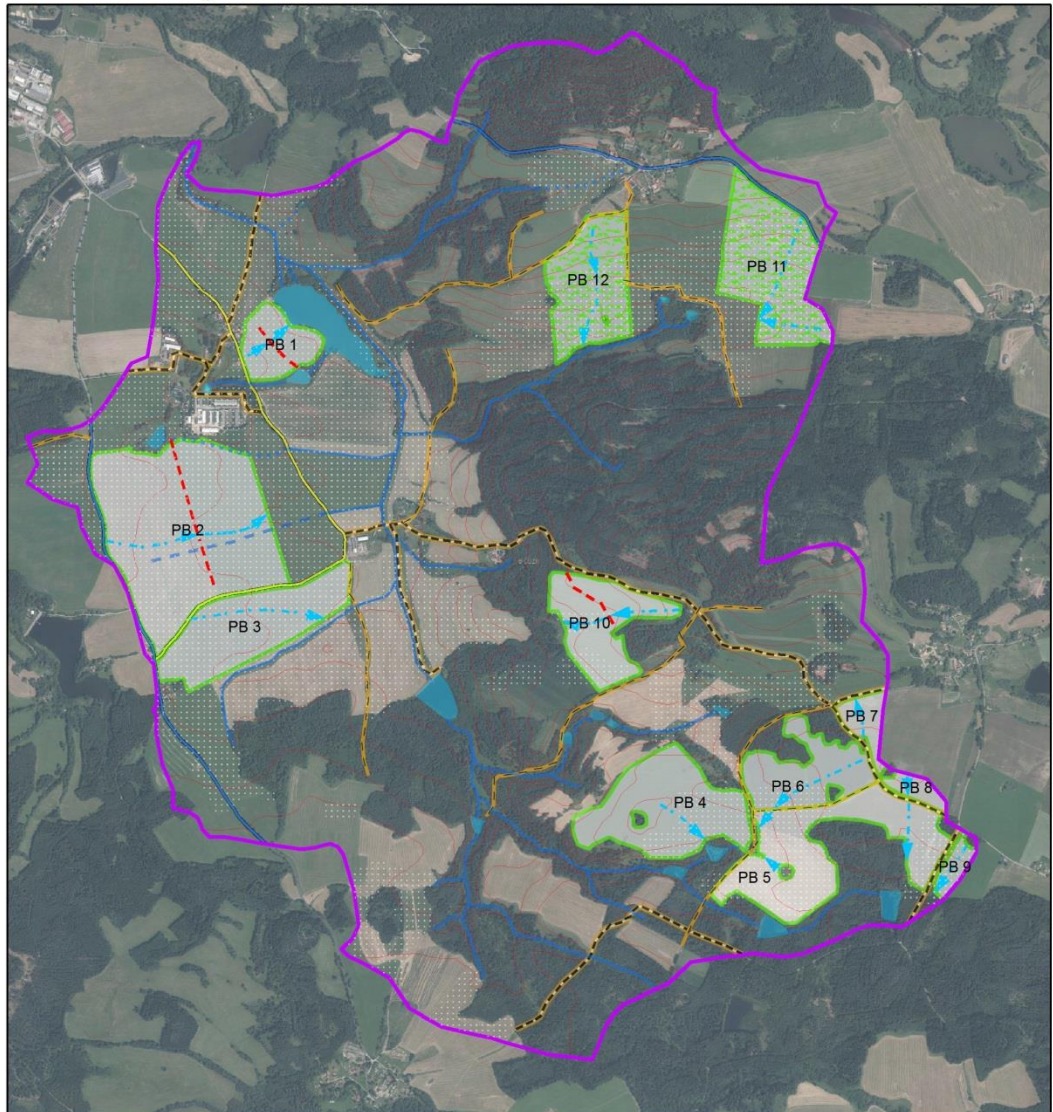
**Cestní síť**

- Komunikace II. třídy
- Komunikace III. třídy
- Polní cesta vedlejší
- Polní cesta doplňková
- Hlavní polní cesta

- Odtokové dráhy
- Půdní bloky



Mapa. č.8 – Půdní bloky s ornou půdou, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1



**Legenda**

Povědí IV. řádu - rozvodnice

Vrstevnice 10m

Odvodnění

Vodní tok zatrubněný

Zatrubněné meliorační zařízení

Vodní tok povrchový

Vodní nádrže

**Cestní síť**

Komunikace II. třídy

Komunikace III. třídy

Polní cesta vedlejší

Polní cesta doplňková

Hlavní polní cesta

**Protierozní opatření**

Průleh

Odtokové dráhy

Zatravnění

Půdní bloky

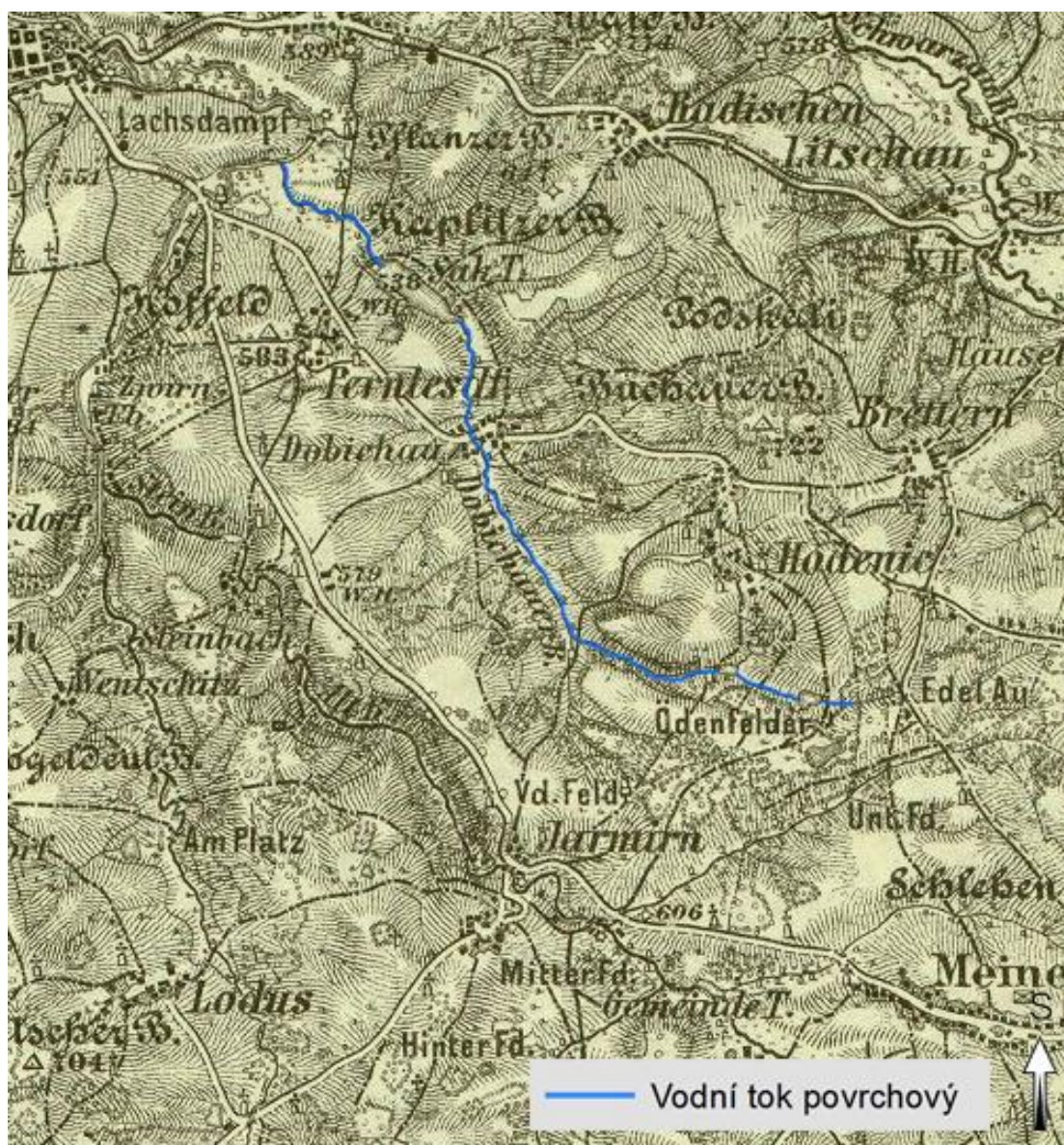
0 0,5 1 2 Km



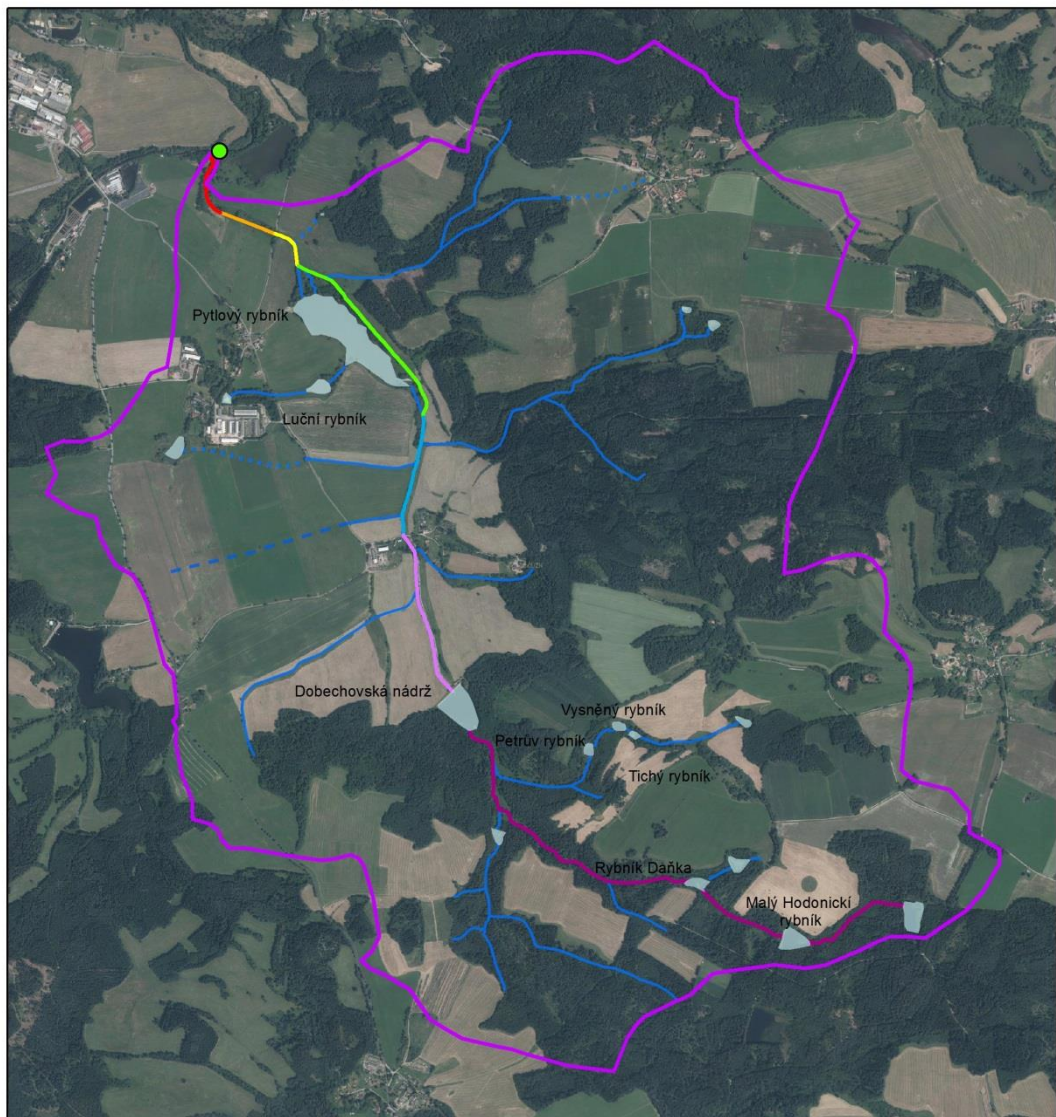
Mapa. č.9 – Návrh protierozních opatření na půdních blocích, zdroj: vlastní,

ArcMap 10.1

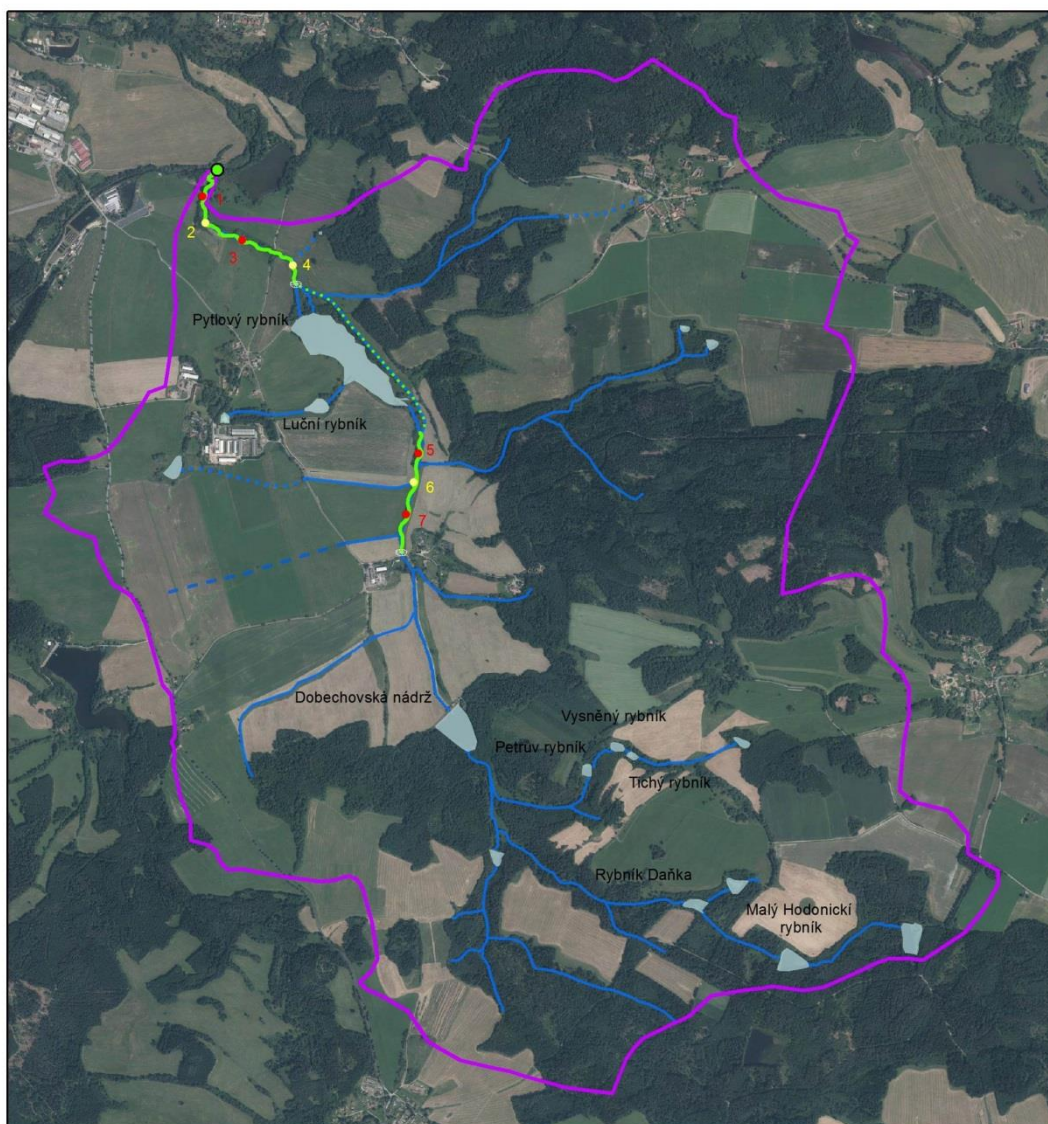




Mapa. č.10 – Historická mapa z 19.století s výrazněnou původní trasou toku,  
zdroj: vlastní, ArcMap 10.1



Mapa. č.11 – Vyznačené jednotlivé úseky páteřního toku s názvy nádrží,  
zdroj: vlastní, ArcMap 10.1



Mapa. č.12 – Návrh revitalizace toku, zdroj: vlastní, ArcMap 10.1