

# **Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

## **Zemědělská fakulta**

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra krajinného managementu

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

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Zpracování studie revitalizace malého vodního toku**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jana Moravcová, Ph. D.

Autor diplomové práce: Bc. Petr Kulich

**České Budějovice, 2017**

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2015/2016

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

Jméno a přímení: **Bc. Petr KULICH**

Osobní číslo: **Z14367**

Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**

Studijní obor: **Agroekologie - Péče o krajinu**

Název tématu: **Zpracování studie revitalizace malého vodního toku**

Zadávací 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 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.

hodnocení možností financování a realizovatelnosti revitalizační akce.

## **Prohlášení:**

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 fakultou, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne: 20. dubna 2017

.....  
Bc. Petr Kulich

## **Poděkování:**

Chtěl bych velice poděkovat Ing. Janě Moravcové, Ph.D. za odborné vedení mé práce, její vstřícnost a cenné rady při konzultacích při vypracovávání této diplomové práce. Nemalé díky náleží také mé rodině, která mně při sepisování diplomové práce a studiu samotném velmi podporovala.

## **Abstrakt**

Cílem této diplomové práce je zpracovat návrh revitalizačního opatření toku Biřkovského potoka včetně návrhu poldru "Karlovky a Nivy". Navržené opatření by mělo ochránit obec Biřkov před bleskovou povodní a dále podpořit zvýšení, jak vodohospodářské, tak ekologické stability daného povodí. Řešení vychází z vyhodnocení podkladů hydrologických, pedologických, hydrogeologických a vegetačních i z výsledků podrobného terénního průzkumu zájmového území uváděné dále v diplomové práci.

**Klíčová slova:** vodní toky, revitalizace vodních toků, poldry, odvodnění půdy, úpravy vodních toků, Biřkovský potok

## **Abstrakt**

The aim of this thesis is to prepare a design for the revitalization measures of Biřkovský stream including a design for polders "Karlovka and Niva". The designed measures should protect the village Biřkov from flash floods and enhance further increase of both water management and ecological stability of the basin. The solution is based on the assessment of hydrological, pedological, hydrogeological and vegetation documentation as well as the results of a detailed field survey of the area which is also reported in this thesis.

**Keywords:** rivers, revitalization of watercourses, polders, drainage, soil treatment waterways, Biřkovský stream

# OBSAH

<b>1.</b>	<b>ÚVOD</b> .....	8
<b>2.</b>	<b>LITERÁRNÍPŘEHLED</b> .....	10
2.1	Vodní toky - vznik a vývoj .....	10
2.1.1	Využívání vodních toků v historii .....	11
2.1.2	Úpravy vodních toků v minulosti .....	11
2.1.3	Škodlivé účinky vodních toků .....	13
2.1.4	Znečištění vody ve vodních tocích .....	14
2.1.5	Právní úprava správy vodních toků .....	16
2.2	Cíle revitalizace vodních toků .....	17
2.2.1	Územní systém ekologické stability – ÚSES .....	19
2.2.2	Rozdělení vodních toků .....	20
2.2.3	Opevňování koryt vodních toků .....	21
2.3	Revitalizace vodních toků a jejich ekosystémů .....	22
2.3.1	Metody revitalizací .....	24
2.3.2	Operační program životního prostředí .....	25
2.3.3	Program revitalizace říčních systémů .....	26
2.3.4	Program péče o krajinu .....	26
<b>3.</b>	<b>Cíle</b> .....	29
<b>4.</b>	<b>Metodika</b> .....	30
4.1	Materiál .....	30
4.1.1	Přírodní poměry .....	31
4.1.1.1	Geolické a hydrogeologické poměry .....	31
4.1.1.2	Klimatické poměry .....	35
4.1.1.3	Hydrologické poměry .....	35
4.1.1.4	Problematika velkých vod .....	36
4.1.1.5	Biologický průzkum lokality .....	36
4.1.1.6	Poldr Nivy .....	37
4.1.1.7	Poldr Karlovky .....	39
4.1.1.8	Revitalizace Biřkovského potoka .....	41
4.1.1.9	Fauna vyskytující se v dané lokalitě .....	42
4.2	Metody .....	43

4.2.1	Metody vrtných prací pom. inženýrsko geol. Průzkumu ..	43
4.2.2	Rozbory zrnitosti .....	47
4.2.3	Kvalita vody .....	50
4.2.4	Závěr .....	50
5.	Diskuse .....	51
5.1	Orientační údaje stavby .....	51
5.1.1	Poldr Nivy .....	51
5.1.2	Poldr Karlovky .....	51
5.1.3	Revitalizace Biřkovského potoka .....	52
6.	Výsledky .....	53
6.1	Poldr Nivy .....	53
6.2	Poldr Karlovky .....	56
6.3	Revitalizace Byřkovského potoka .....	58
6.4	Zařízení staveniště .....	59
6.5	Koncepce provádění zemních prací .....	60
7.	Závěr .....	61
8.	Literatura .....	62
9.	Přílohy .....	66

# 1. Úvod

Kopcovité území České republiky patří k oblastem, kde je mnoho drobných vodních toků. Jejich význam pro vodní poměry v naší krajině je značný. Jsou totiž základem vzniku důležitých řek s přehradními nádržemi, které mají hospodářské i rekreační využití.

Voda se vyskytuje v přírodě v omezeném množství a je nezbytnou a nenahraditelnou složkou života na zemi. Její pohyb je v rámci koloběhu v přírodě absolutní, nezničitelný. Voda neztrácí schopnost stále nových a nových přeměn. Je nezbytnou složkou životního prostředí člověka, ale je nutná i pro veškerou výrobní činnost. Člověk se již několikrát v minulosti snažil vodní toky ovládnout a přizpůsobit tak, aby z nich měl co největší užitek a prospěch. Úpravy vodních toků prováděných v historii se nejvíce dotkly víceméně všech toků a jejich povodí od 1. až po 4. řád. Tyto upravené vodní toky jsou esteticky svým charakterem přirozené, proto postupem doby člověk dospěl poznání, že těmito nevhodnými zásahy bylo poškozeno několik základních funkcí krajiny.

Ve velké míře těmito nevhodnými úpravami člověk dospěl k významnému poškození vodní sítě, hlavně se týkající schopnosti krajiny. K nápravě v minulosti napáchaných chyb se proto přirozeně rozvinula nová vodní disciplína, která se nazývá revitalizací vodních toků a krajiny. Po aplikaci výše uvedených poznatků, které nám tyto vědní obory poskytují, můžou navrátit upraveným vodním tokům a krajině přirozený vzhled a velkou mírou tím mohou také přispět k jejich obnově a funkčnosti. Při správně pojatém revitalizačním zásahu můžeme pomoci k rozvoji fauny a flóry, dále se tím přispěje ke zvýšení biodiverzity a ke zvýšení početnosti jednotlivých druhů, po aplikaci revitalizace v zapojeném zájmovém území vodního toku nebo krajiny.

Česká republika je státem, jehož dostupné zdroje vody jsou velmi omezené. Povrchové vody jsou odváděny řekami mimo území naší republiky a žádná řeka nepřivádí na naše území vodu z ostatních států. Z toho jasně vyplývá důležitost hospodárného využití vody u nás.

Díky návrhu této studie týkající se revitalizace Biřkovského potoka, by mělo dojít k částečnému vyřešení složité situace obyvatel obce Biřkov s případnými povodněmi. Po provedeném zásahu by mělo dojít k zadržení vody v krajině a zpomalení jejího odtoku z území. Následným začleněním díla do krajiny se zde



vytvoří krajina pestrá zejména pak na živočišné a rostlinné druhy.

## 2. Literární přehled

### 2.1 Vodní toky - vznik a vývoj

Voda, vyskytující se v přírodě není v klidu, ale ve stálém oběhu, při němž vlivem slunečního tepla přechází výparem z hladin moří, jezer, tekoucích vod, půdy i vegetace do ovzduší jako vodní pára. Po ochlazení vytváří oblaka a jako dešťové nebo sněhové srážky padá opět k zemi. Pokud se voda z dešťových srážek hned z části na zemském povrchu neodpaří, vsakuje se do půdy, nebo odtéká po povrchu půdy a vytváří srážkový odtok. (J. Kopp, 2014)

Zpožděný srážkový odtok, který představuje tání sněhu v teplejších oblastech či v jarním období. Povrchový odtok, ke kterému dochází v důsledku morfologické rozmanitosti krajiny a prosakující spodní voda se pak hromadí v jezerech a vodních tocích. V první fázi probíhá odtok pouze ve formě tzv. plošného odtoku (t.j. nesoustředěné stékání vody po povrchu terénu) neboli ronů. (J. Křivánek, 2014)

Při vodou nasycené půdě nebo větším dešti začíná voda soustřeďovat vlivem gravitačního gradientu a sklonu zemského reliéfu do místních rýh, brázd a údolí a vytváří tak soustředěný odtok. Činností stékající srážkové vody dochází k tvorbě erozních rýh, které se činností vody postupně zvětšují a prohlubují - vznikají erozní stružky. Lokálně erozní rýhy mohou znamenat značné narušení krajiny a často mohou být antropogenně podmíněné. Erozní rýhy vyvinuté vymíláním měkkého horninového podkladu vodními přívaly po větších lijácích nebo po jarním tání v sypkých nebo málo zpevněných sedimentech, mohou dosáhnout velkých rozměrů, následně pak hovoříme o stržích. (J. Koopa, 2014)

Soustřeďováním povrchového odtoku se vytvářejí stružky, ručeje, bystřiny a potoky, které spojují v říčky, řeky a veletoky, ústící do moří. Tak vznikají vodní toky, charakterizované soustředěným průtokem v přirozeně vytvářených korytech různé délky, různého příčného tvaru a podélného průřezu. (J. Krešl, 2001)

Vodní toky nevznikají náraz, ale jsou výsledkem dlouhodobého historického procesu, v němž spolupůsobí jednotlivé faktory přirozeného vývoje říční sítě. Během něj byl povrch Země, vzniklý během vývoje zemské kůry tzv. endogenními silami - sopečnou činností, tektonickou činností, přesuny ker a zemětřeseními, následně modelován erozní činností ve svahy, údolí, kaňony, a to od horských poloh až k mořím. Podílely se na ní i síly exogenní - tekoucí voda z dešťů nebo tajících ledovců,

podpovrchová voda, větrná, biologická i chemická koroze horninového prostředí a také mechanický účinek vegetace. (J. Křivánek, 2014)

Komplexem všech činností byl původní zemský reliéf, který vznikl výše endogenními silami zcela náhodně utvářen a postupně přeměněn v navzájem oddělená sběrná území vodních toků neboli povodí, ve kterých odtoky srážkových vod vytvořily a stále dotují vodou vodní toky. tyto vodní toky se postupně spojují v říční síť (hydrografické sítě), které dále vyúsťují do říčních sítí vyššího řádu nebo přímo do moří. (J. Vopravil, 2009)

### **2.1.1 Využívání vodních toků v historii**

Energie vody byla po lidské a zvířecí jednou z prvních, kterou dokázal v minulosti člověk použít a úspěšně přeměnit na mechanickou práci. Provází ho dějinami už mnoho století. Již před naším letopočtem se používalo vody k pohánění mlýnu, pil a hamrů na území nejstarších kultur v Egyptě a přední Asii, později ji používali staří Římané a Řekové. (M. Křivanová, 2000)

V českých zemích má využívání vodní energie dlouholetou tradici. České země v minulosti patřily vždy k evropské průmyslové špičce a díky specifickým hydrologickým poměrům byl vodní pohon o malých výkonech v Čechách a na Moravě velmi rozšířen, jak o tom svědčí řada historických údajů. (J. Demek, 1987)

V České republice podobně jako v Evropě se ale vodního kola (pohonu dřevěného kola vodou) začalo používat až asi koncem prvního tisíciletí našeho letopočtu. Vodní kolo je nejstarší vodní motor. Představuje obvykle dřevěné kolo, uložené na vodorovné hřídeli a opatřené po obvodě lopatkami, na které se přivádí voda. (L. Štěpán, 2000)

### **2.1.2 Úpravy vodních toků v minulosti**

Úpravy vodních toků v minulosti a i v současnosti jsou jedním ze základních stavebních projevů člověka v krajině, které byly nejčastěji podmíněny ekonomicko - sociálními důvody. První zásahy do říčních ekosystémů na našem území, datované již ve středověku za panování Karla IV., byly motivovány získáním a využitím vodní energie mlýny, hamry, pily a dále pro říční plavbu, voroplavbu a plavení dřeva.

S rozvojem technického poznání se tato činnost úpravy vodních toků stále rozvíjela, zdokonalovala a zintenzivňovala. Nejběžnějšími úpravami vodních toků

byly stabilizace koryt, budování vodních stupňů (splavů, jezů) a budování náhonů nebo zavodňovacích kanálů. Snahou těchto úprav bylo zabránit destrukci břehů a zajistit stabilitu okolních pozemků. Řada větších úprav vodních toků proběhla zejména 19. století. Impulsem pro ně byly i povodňové události v 90. letech 19. století, které následně vedly ke snaze zkapacitnění koryt vodních toků. (J. Křivánek)

(M. Knapová, 1995) S rozvojem sídel a nástupem industrializace vyvstala snaha využít energetický a dopravní potenciál vodních toků i chránit majetek před dopady povodní. (J. Křivánek)

Regulace tak zasáhly nejdříve významné toky v nížinných oblastech s vysokou koncentrací obyvatel a průmyslu. Důležitým podnětem pro úpravy vodních toků byl rovněž meliorační zákon z roku 1884. Další vlna úprav vodních toků nastala v souvislosti s rozvojem potřeb vodního hospodářství ve 20. a 30. letech minulého století. (J. Nováková, 2006)

Intenzivní úpravy toků započaly v 50. letech minulého století v důsledku rozvoje socialistického hospodářství. Zúrodňování půd zapříčinilo, že bylo odvodněno a upraveno více než 1 milion hektarů půdy. V tomto období prodělala, také celá řada toků úpravy v souvislosti s vodním stavitelstvím a rozvoje lodní dopravy. (T. Kvítka, 2006)

K zásadním změnám v průběhu říční sítě docházelo i v důsledku průmyslové a důlní činnosti. Nejmarkantnějším příkladem můžou být úpravy povodí severočeských řek a říček, u nichž v souvislosti s povrchovou těžbou hnědého uhlí (Bílina, Chomutovka, Srpina) nebo těžbou uranových rud (Ploučnice), došlo k mimořádným zásahům do říční sítě - přeložkám, kanalizaci a zatrubnění hlavního toku a úpravám struktury celé říční sítě. V neposlední řadě zasáhla do vodních toků také náhradní rekultivace a rekreace. (V. Jandy, 1995)

Ne vždy člověk přistupoval k říčnímu ekosystému zodpovědně, a to nejen z hlediska současného, tak i budoucího. U celé řady vodních toků byla v minulosti nevhodně technicky upravena jejich koryta, vybudována řada objektů a často nenávratně změněn vegetační doprovod toků. (L. Štěpána, 2000)

Technické úpravy, prováděné především ve 20. století, které spočívaly v napřimování, prohlubování a tím vynuceném opevňování koryt vodních toků. Jen na území České republiky byly vodní toky zkráceny až třetinu oproti přirozenému stavu. To má výrazné dopady na zrychlení odtoku vody z krajiny. (M. Kravka, 2009)

Regulace ve většině případů způsobila rovněž zrychlení odtoku povodňových průtoků a větší škody v níže položených územích. Důsledkem zahloubení a odvodňování niv bylo zmenšení zásob podzemní vody a biologická degradace niv. Toky byly narovnané, docházelo k nevhodné stabilizaci dna i břehů, byla měněna niveleta toků. Souběžně s těmito technickými úpravami probíhaly často také likvidace břehových porostů, likvidace malých vodních ploch (mokřadů a podmáčených stanovišť) v důsledku scelování pozemků a nevhodných způsobů zemědělského obhospodařování spočívající v likvidaci remízků, mezí apod. (K. Vrány, 2009)

V minulosti při úpravách nevratně zničeny nejcennější říční, potoční a mokřadní biotopy a výrazně se zhoršily podmínky pro samočištění vody. Vyvrcholením těchto aktivit byla 70 a 80 léta, kdy došlo k negativnímu propojení rozsáhlého odvodnění pozemků s masivní chemizací. To se projevilo ve značné eutrofizaci vod a ve výrazném zhoršení kvality podzemních i povrchových vod. Odvodňování krajiny se posouvalo stále více do pahorkatinných a podhorských poloh a docházelo zde díky úpravám drobných vodních toků k jejich zbytečné devastaci a k ničení přírodovědecky hodnotných lokalit, (např. podhorské louky, mokřady, potoční a říční nivy). Již od počátku těchto úprav se objevovaly názory o škodlivosti těchto zásahů a o jejich neblahém vlivu na okolní krajinu. (J. Zuny, 1987)

Po roce 1989 společenské a ekonomické změny způsobily, že řada původních úprav vodních toků ztratila smysl (změny vlastníků, změny využívání, změna hospodaření a investičních akcí) a postupně započalo období, v němž začaly být postupně úpravy toků nahrazovány projekty s důsledným uplatněním ekologických vodohospodářských úprav a postupů. (J. Zuny, 1987)

### **2.1.3 Škodlivé účinky vodních toků**

Doprovázené povodňové situace představují nejvyšší hrozby přírodních katastrof na území České republiky. Tato skutečnost je dána polohou České republiky v kontinentálním i celosvětovém měřítku. Povodně jsou přirozenou součástí jak pro krajinu, tak i přirozenou součástí "života" řeky samotné, včetně rostlinných a živočišných společenstev údolní nivy tedy i člověka, který v ní žije. Představují ve srovnání s ostatními přírodními živly, které se na území naší republiky vyskytují, největší přímé ohrožení. Vyskytují se nepravidelně a s různým stupněm

extremity. Pro vznik povodní v ČR jsou naprosté většině případů rozhodující hydrologické příčinné jevy na území republiky. (P. Kyzlíka, 2014)

Pokud dojde během povodně k vyhlížení vody z koryta toku, hovoříme o záplavě. Záplava se projevuje vytvořením souvislé vodní plochy, která po určitou dobu stojí nebo proudí a může být způsobena i z jiných zdrojů než vodních toků, např. dešťovými srážkami, táním sněhu, z vodovodních zařízení a nádrží apod. Průběh a velikost povodně ovlivňuje několik faktorů, jako je velikost zátopového území nebo množství a retenční objem vodních nádrží na toku. (T. Kvítek, 2006)

#### **Typy povodní:**

- dešťové povodně - vznikají během trvalých jednodenních a vícedenních srážek především na středních a dolních úsecích vodních toků
- sněhové povodně - vznikají a pocházejí z náhlého tání sněhu urychleného vyššími teplotami nejčastěji během jarních měsíců
- smíšené povodně - představují přechodný typ a jsou nejčastěji zapříčiněné kombinací tání sněhu a dešťovými srážkami za spolupůsobení vyšších teplot vzduchu

#### **2.1.4 Znečištění vody ve vodních tocích**

Běžné znečištění, pokud není výslovně toxické, radioaktivní nebo tepelné, je dáno směsí organických a anorganických látek. Splachy z polí přinášejí převážně minerální živiny (N, P, K) a interní nerozpustné půdní částice. (H. Krešl, 2001)

Nadměrné obohacování povrchových vod biogenními prvky z civilizačních procesů, především dusíkem a fosforem, představuje tzv. antropogenní eutrofizaci. jejím prostřednictvím se zvyšuje přirozená eutrofizace, kterou nelze ovlivnit a která způsobena přítomností sloučenin fosforu a dusíku, pocházející z půdy a dnových sedimentů a z rozkladu odumřelých vodních organismů. Eutrofizace se projevuje prudkým rozvojem mikroflóry, zejména řas (vzniká tzv. vodní květ). (V. Legát, 1992)

Je-li vodní prostředí zatíženo směsí organického i anorganického znečištění, má přednost rozklad organické hmoty. Proto na potoku pod sídelním útvarem nebo pod areálem živočišné výroby nacházíme nejprve šedobílé chomáče kolonií destruentů a teprve později zelené porosty řas. S odpadními vodami přecházejí do vodních toků i nerozpuštěné látky koloidní nebo hrubě dispergované. Ty pak mohou

koagulovat a zvyšovat množství usazených látek na dně. Vznikají tak dnové sedimenty, které významně ovlivňují kvalitu povrchové vody. Dnové sedimenty jsou složeny z tuhých částic pocházející z různých zdrojů (organický detritus, produkty splachu hornin a zemin, nerozpustné antropogenní produkty, látky vysrážené chemickými reakcemi ve vodě). Sedimenty v toku lze rozlišit na nezpevněné (čerstvé) a zpevněné (jsou delší dobu v klidu). Důležitou vlastností sedimentů je, že obsahují tzv. pórovou (intersticiální) vodu, tvořící přechod mezi vodou v toku a sedimentem. Je důležitá z hlediska adsorpce různých anorganických a organických látek. (P. Skleničky, 2001)

Povrchové vody jsou zdrojem pitné a užitkové vody a současně recipientem odpadních vod splškových i průmyslových, nastává zásadní problém, spočívající v porušení biologické rovnováhy ve vodách a tím jejich samočisticí schopnosti. Do jaké míry se projeví vliv znečišťujících látek, závisí jak na množství a složení vod odpadních, tak i na množství a kvalitě recipientu, do něhož se odpadní vody dostávají. (D. Pokorný, 2008)

Intenzita vlivu odpadních vod lze posuzovat podle účinků znečišťujících látek a chemických, biologických a estetických změn vody ve vodním toku a také stupněm poškození veřejných zájmů. Nejvýraznějším negativním projevem je úhyn ryb (pokud v toku žijí), výskyt pěny nebo barvy vody. Znečištění se může projevit ve formě nánosů (případně kontaminovaných), změnou chemického složení, bakteriálním znečištěním, poškozením biologického stavu (rovnováhy) nebo změnami fyzikálních a organoleptických vlastností vody. Ke znečištění povrchových vod nedochází jen vypouštěním odpadních vod, ale i další lidskou činností, jako např. zemědělskou výrobou a potravinářskou výrobou, haváriemi, nekázní apod. (H. Králová, 2001)

**Znečišťující látky lze rozdělit z hlediska jejich působení na kvalitu povrchových vod do tří skupin:**

- látky působící přímo toxicky nebo způsobující senzorické závady (kyanidy, amoniak, tenzidy)
- látky ovlivňující kyslíkovou bilanci recipientu (splškové vody, odpadní vody atd.)
- látky "interní" ( netoxické povahy) - jílovité částice, chlorid sodný atd.

Podle čistoty vody se vodní toky klasifikují. Klasifikací toků se rozumí normované rozřídění toků podle jakosti. Parametry jakosti vody charakterizují jakost vody číselně nebo slovně, vyjadřují fyzikální stav, chemické složení a biologické osídlení vody. (T. Just, 2006)

Hodnocení kvality povrchových vod se provádí na základě klasifikace do pěti tříd jakosti, a to podle normy ČSN 75 7221 "Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových vod" (1998). V této normě je použit klasifikační systém, sloužící k porovnání jejich jakosti na různých místech a v různém čase. Norma se obsahově přibližuje klasifikaci jakosti povrchových vod, používané členských státech EU. Tekoucí povrchové vody se řadí podle jakosti pomocí soustavy mezních hodnot a výsledky klasifikace jsou součástí hodnocení jakosti vod z ekologického hlediska. Hodnocení se provádí v pěti třídách podle charakteristických ukazatelů. Výsledná třída se určí podle nejneprůzračnějšího zařazení zjištěného u jednotlivých vybraných ukazatelů. (P. Hartman, 1998)

### **2.1.5 Právní úprava správy vodních toků**

Současnou právní úpravou vodních toků je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. Jedna z posledních změn právní úpravy správy vodních toků byla provedena novelizací vodního zákona, úpravou § 47, 48 a 54, provedenou zákonem č. 20/2004 Sb., tzv. "euronovelou" vodního zákona. Následovaly zákony č. 413/2005 Sb., 444/2005 Sb. (D. Pokorný, 2008)

V současné době správu významných vodních toků upravuje zákona č. 305/2000 Sb., o povodních. Dle ustanovení § 47 odst. 4 vodního zákona se správou významných vodních toků rozumí správa povodí. Správce povodí stanovuje Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí prostřednictvím vyhlášky. Jedná se o státní podniky Povodí Vltavy, Povodí Ohře, Povodí Labe, Povodí Odry a Povodí Moravy. Výkon správy drobných vodních toků (§48) mohou vykonávat obce, jejichž územím drobné vodní toky protékají, ale také fyzické nebo právnické osoby, popřípadě organizační složky státu, jimž drobné vodní toky slouží nebo s jejich činností souvisejí. Podmínkou pro výkon správcovství je určení Ministerstvem zemědělství, které rozhoduje na základě podané žádosti subjekty uvedenými v § 48 odst. 2 vodního zákona. Žádosti není potřeba, určuje-li se



vodní tok do správy organizační složce státu určené Ministerstvem zemědělství. (J. Krecht, 2002)

Dle § 48, odst. 3 je rovněž zajištěna správa drobných vodních toků na území vojenských újezdů (zajišťuje Ministerstvo obrany prostřednictvím příslušných Újezdních úřadů) a na území národních parků, kde správu zajišťují Správy národních parků. Pokud nebyl určen správce drobného vodního toku, vykonává dočasně jeho správu správce vodního toku, jehož je drobný vodní tok přítokem. V případě, že byl určen správce pouze části drobného vodního toku a pro zbylou část vodního toku správce určen není, vykonává správu této části drobného vodního toku vždy správce toku, kterého je drobný vodní tok přítokem. (D. Pokorný, 2008)

O většinu vodních toků na území naší republiky, pečuje stát prostřednictvím svých organizací. Spravují je státní podniky Povodí, státní podnik Lesy ČR, Újezdní úřady a Správa národních parků. Pouze malou měrou se na správě drobných vodních toků podílejí obce a právnické či fyzické osoby, jejichž územím či areálem protékají, nebo jim slouží. (J. Němec, 2006)

## **2.2 Cíle revitalizace vodních toků**

Revitalizace je obnova v minulosti nevhodně technicky upravených koryt vodních toků směrem k původnímu, přírodě blízkému stavu. Technické úpravy, prováděné především ve 20. století, spočívaly v napřimování, prohlubování a tím vynuceného opevnování koryt vodních toků. Regulace ve většině způsobila zrychlení odtoku povodňových průtoků a větší škody v níže položených územích. Důsledkem zahloubení a odvodňování niv je zmenšení zásob podzemní vody a biologická degradace niv. Při úpravách byly nevratně zničeny nejcennější říční, potoční a mokřadní biotopy a výrazně se zhoršily podmínky pro samočištění vody. (K. Hudec, 1995)

Cílem revitalizací obnovení nebo zlepšení ekologické funkce vodních toků v krajině. Předlohou pro revitalizace jsou zachované přirozené úseky vodních toků. Revitalizované koryto vodního toku by pak dle vzoru mělo mít přiměřeně malou kapacitu (velké vody se rozlévají do nivy), mírný podélný sklon, rozvlhčenou trasu (meandrování) a větší drsnost (členitý profil). (P. Kováře, 1976)

Revitalizace toku může přinést významné efekty v oblasti protipovodňové ochrany, uváží-li se vymezení dostatečně širokého nivního pásu pro přirozený rozliv

povodňových průtoků (např. ve volné krajině nad povodněmi ohroženou obcí). Umožnění neškodného přirozeného rozlivu, který zpomaluje rychlost proudění a podporuje akumulaci vody, povede ke zmírnění kulminace povodňových vln v níže položených místech. Retenční a akumulační schopnost nivy lze podpořit tvorbou přírodě blízkých prvků v rámci revitalizace, kterými jsou – obnova říčních ramen, tvorba přírodě blízkých paralelních koryt, vytváření tůní v nivě toku a výsadbou stanovištně vhodných doprovodných dřevin. (K. Vrána, 2009)

Významným efektem, který může přinést vhodně provedená revitalizace je obnova ekosystémů, vázaných na přirozené vodní toky a údolní nivy, podpora procesu samočištění (zlepšování kvality vody v toku) a obnova kontinuity říčního prostředí, zejména pak s ohledem na migrační prostupnost vodních toků. (J. Gergel, 1999)

Podmínky a metody i cíle revitalizací se mohou dost lišit podle toho, zda se jedná o úsek vodního toku ve volné krajině, nebo v zástavbě sídel či v její blízkosti. Intravilánové revitalizace (viz samostatná kapitola) se snaží zlepšit ekologický stav vodního toku většinou při zachování povodňové průtočnosti dostatečně velké k ochraně okolní zástavby. Revitalizace ve volné krajině by se měly snažit důrazněji přibližovat přírodnímu stavu. (H. Nováková, 2006)

Měly by tedy sledovat zejména tyto cíle:

- Obnovení přirozeně velkého prostorového rozsahu koryta vodního toku, říčního pásu a přirozeně zaplavitelné nivy.
- Vytvoření koryta přirozených (morfologicky věrných) tvarů, přirozeně mělkého, velké členitosti a přirozeně malé průtočné kapacity.
- Obnovení přirozené migrační prostupnosti pro živočichy (- ve vodním toku nejsou příčné překážky typu jezů a stupňů).
- Vytvoření podmínek pro rozvoj přirozených břehových a doprovodných porostů.
- Různé omezující podmínky mohou umožňovat jenom částečné přiblížení těmto cílům.

Důležité ale je aspoň zčásti dosáhnout podstatných vodohospodářských a ekologických efektů, jakými jsou:

- Obnovení možností přirozeného vývoje koryta (samovolný vývoj meandrů atp.)

- Podpora přirozených rozlivů povodňových průtoků do nezastavěných niv (a tím posílení protipovodňové ochrany sídel)
- Obnova přirozeně bohatého oživení potoka nebo řeky.
- Žádná revitalizace není schopna „ke dni kolaudace“ vytvořit hotové, přírodně autentické koryto. Vytváří polotovar, který se bude dál samovolnými procesy dotvářet. Tento vývoj do uspokojivého a ekologicky relativně stabilního stavu může trvat řadu let, někdy může vyžadovat dodatečné korekční zásahy.

Provádění revitalizací přísluší nejpřirozeněji správcům vodních toků. Mohou je také provádět obce a města, případně jiné osoby, jako vlastníci pozemků, na nichž se má revitalizace odehrávat. Revitalizace jsou finančně podporovány v rámci operačního programu Životní prostředí. Revitalizační stavby mohou řešit konkrétní problémy dílčích úseků potoků a řek. Přinášejí cenné zkušenosti, příznivě ovlivňují celkové vodohospodářské myšlení. Jsou však nákladné a náročné z hlediska zajištění potřebných pozemků a celkové administrace. Nelze tedy očekávat, že by samy o sobě ve větším rozsahu zlepšily stav celé sítě vodních toků, která v naší republice zahrnuje desetitisíce kilometrů potoků a řek, poškozených technickými úpravami. (T. Justa, 2003)

Vedle revitalizací je potřeba vytvářet podmínky pro co nejlepší využívání samovolných renaturačních procesů. To je záležitostí celkově ekologicky orientované správy vodních toků. (M. Raplík, 1989)

### **2.2.1 Územní systém ekologické stability - ÚSES**

Územní systém ekologické stability (dále ÚSES) podle § 3 písmene a) zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. (P. Skleničky, 2003)

Hlavním smyslem ÚSES je posílit ekologickou stabilitu krajiny zachováním nebo obnovením stabilních ekosystémů a jejich vzájemných vazeb. Cílem územních systémů ekologické stability je zejména: (J. Bennet, 1996)

- vytvoření sítě relativně ekologicky stabilních území ovlivňujících příznivě okolní, ekologicky méně stabilní, krajinu,
- zachování či znovuoobnovení přirozeného genofondu krajiny,

- zachování či podpoření rozmanitosti původních biologických druhů a jejich společenstev (biodiverzity).

Z vytváření územního systému ekologické stability je podle § 4 odst. (1) zákona č. 114/1992 Sb. veřejným zájmem, na kterém se podílejí vlastníci pozemků, obce i stát. (P. Sklenička, 2003)

Pokud jde o samotnou migraci (tah), biokoridory jsou zvláště významné u dálkových migrantů, kteří často vyžadují rychlou orientaci v terénu (při návratu) a vhodná přechodná útočiště při rozptylu mladých jedinců do okolí na počátku tahu. (O'Connor, 1986)

### **2.2.2 Rozdělení vodních toků**

Vodní tok je voda tekoucí v korytě, kterým se odvádějí jak srážové vody z povodí (pokud se nevsáknou do půdy nebo se nevypařily zpět do ovzduší), tak podzemní vody vyvěrající do toku. (J. Míchal, 2003)

#### *Dělení přirozených vodních toků podle velikosti:*

- Bystřiny - vodní toky s nepravidelným směrem, velkým a nepravidelným podélným sklonem. Vyznačují se velkým kolísáním vodních stavů od úplného vyschnutí až k náhlým přívalům za deště. Vyrývají hluboká koryta a zpravidla nesou velké množství hrubých splavenin. Jsou to buď horské toky nebo horní části delších toků.
- Potoky - menší vodní toky s malým povodím. Mají vyrovnanější a mírnější podélný sklon než bystřiny. Kolísání vodních stavů je rovněž menší než u bystřin. Vodní stavy se rychle mění s dešťovými srážkami.
- Řeky - vodní toky, které mají velké povodí, větší délku toku, větší průtoky, menší rychlost vody i mírnější podélný sklon. Splaveniny, které tok nese, bývají drobnější, hrubé splaveniny nese za povodí. Vodní stavy se mění pomalu, po déle trvajících deštích, které zasahují podstatnou část povodí.
- Veletoky - hlavní toky s velkými průtoky a mírným podélným sklonem, které ústí do moře. Za veletoky se obvykle považují vodní toky dlouhé alespoň 500 km, jejichž povodí má nejméně 100 000 km<sup>2</sup>.

### Dělení vodních toků podle podélného sklonu:

- Toky bystřinného rázu - zpravidla horní části toků, s velkými změnami vodních stavů a s velkým podélným sklonem.
- Toky velkého podélného sklonu - zpravidla střední části toků, s menším podélným sklonem než u horních bystřinných tratí toku.
- Toky malého podélného sklonu - toky nížinné, s malým sklonem. Jsou to zpravidla dolní tratě toků, s malým kolísáním vodních stavů a průtoků ve srovnání s horními nebo středními tratěmi toků.

### Dělení vodních toků podle vzájemného vztahu:

- Toky hlavní - prvního řádu (vyústíují přímo do moře)
- Přítoky - toky druhého, třetího atd. řádu (Přítoky hlavního toku jsou toky druhého, přítoky toku druhého řádu jsou toky třetího řádu atd.)

### **2.2.3 Opevňování koryt vodních toků**

K opevňování toků používá pokud možno materiál z místních zdrojů. Tím vyloučíme jeho nákladnou dopravu, která podstatně zdražuje stavbu. Materiál používaný k opevňování musí být trvanlivý, při střídání vlhkosti dostatečně pevný a mrazuvzdorný, odolný proti obrusu a proti agresivitě vody říční i podzemní. (J. Low 2003)

Opevnění toku, které by mělo odpovídat všem technickým požadavkům a přitom by mělo být hospodárné, má mít tyto vlastnosti (M. Raplíka, 1989):

- musí trvale odolávat vodnímu proudu, účinkům vodních vln a působení ledu
- musí odolávat agresivním účinkům vody na znečištěných tocích
- musí být propustné, aby byla možná komunikace vody mezi korytem toku a okolním územím (infiltrace)
- musí umožnit snížení rozsahu ruční práce a zejména kvalifikovaných dělníků
- musí šetřit cennější hmoty, jako tříděný a opracovaný lomový kámen
- má umožnit snižování pořizovacích a udržovacích nákladů a zrychlit provádění úprav toků
- má vrátit upraveným tokům jejich přirozený ráz a tím je začlenit do krajiny
- má umožnit zavádění co nejširší mechanizace do všech úkonů při zařizování i držbě opevnění

K opevňování koryt vodních toků používáme buď způsoby vegetační, nebo způsoby stavební. Vegetační opevňování je stabilizace svahů koryt a přilehlých pozemků vegetačními porosty většinou bez použití stavebních hmot. Těmito způsoby dosáhneme odolnosti koryta přirozeným způsobem a tím i vhodného začlenění toku do okolní krajiny. Vegetační opevnění lze použít všude tam, kde jsou pro to vhodné klimatické, půdní, hydrobiologické, hydraulické a ekonomické podmínky. (J. Gergel, 1999)

Mezi vegetační opevnění patří:

- osetí
- hydroosev
- drnování
- plůtky
- svahová pletiva
- hatě

Pro volbu jednotlivých způsobů vegetačního opevnění důležitá rychlost vody, její hloubka, doba nepřetržitého působení vody na opevnění apod. (J. Zuna, 1999)

Při opevňování koryta toku stavebním způsoby používáme k jeho stabilizaci stavební hmoty, jako kámen a beton.

Mezi stavební způsoby opevňování patří:

- drátokamenná tělesa
- kamenné záhozy
- kamenná dlažba
- pohozy
- prefabrikáty
- betonové desky
- nábrežní stěny
- umělé hmoty

### **2.3 Revitalizace vodních toků a jejich ekosystémů**

Revitalizace (z lat. znovuoživení), je proces, při němž dochází k oživení funkcí ekosystémů v krajině a k jejich stabilizaci. V případě vodních toků jde o soubor hydrotechnických opatření, které vedou k nápravě degradovaných částí toku

včetně jeho povodí, přičemž úprava nevyhovujících parametrů povodí umožní nejen zlepšit stav toku, ale také navodit podmínky k jeho dalšímu příznivému vývoji, tj. do přirozeného nebo přírodě blízkého stavu. Samotný termín revitalizace a jeho definice neobjasňuje, jakými metodami lze dosáhnout přírodě blízkého stavu. (M. Šlezinger, 2010)

Revitalizace může probíhat buď přirozenou cestou, nebo za pomoci technických opatření. (K. Březiny, 1999)

V případě revitalizace říčních systémů jde o revitalizaci vodního prostředí. Každý přirozený vodní tok je charakterizován přirozeným dnem (prostředí pro organismy, komunikace s podzemní vodou), rozdíly v hloubkách, rozdíly v režimech proudění, specifickým vegetačním doprovodem a migrační prostupností pro organismy. Nevhodné úpravy tok mají zpravidla za následek narušení, případně likvidaci některé z těchto charakteristik. (J. Hrynek, V. Tlapák, 2001)

Základním cílem revitalizací je obnovení nebo zlepšení stavu vodních ekosystémů v krajině, přičemž vzorem pro revitalizace jsou zachované přirozené úseky vodních toků. Významným efektem, který může vhodně provedená revitalizace přinést, je obnova ekosystémů vázaných na přirozené vodní toky a údolní nivy, zlepšení vodního režimu niv obnovou přirozených koryt vodních toků, podpora procesu samočištění (zlepšování kvality vody v toku) a obnova kontinuity říčního prostředí, zejména pak s ohledem na migrační prostupnost vodních toků. Během revitalizace vodního toku by mělo dojít k obnově přirozené délky a trasy toku, k obnově přirozeného podélného i příčného profilu koryta, k zabezpečení možnosti vybřežení toku již při nižších průtocích, ke zvýšení stability vodního a v neposlední řadě i k obnově usazovací schopnosti toku a břehových porostů. (P. Ehrlicha, 2003)

Mimo obnovy ekosystémů může mít revitalizace toku i významné efekty v oblasti protipovodňové ochrany, jestliže se vymezí dostatečně široký nivní pás pro přirozený rozliv povodňových průtoků (např. ve volné krajině nad povodněmi ohroženou obcí). (O. Štěrba, 2008)

Revitalizace vodních toků je náprava nevhodně provedených pozemkových úprav, velkoplošných meliorací, odvodnění a nevhodného zemědělského a lesnického hospodaření na půdě. Retenční a akumulární schopnost nivy lze podpořit tvorbou přírodě blízkých prvků v rámci revitalizace, kterými jsou - obnova říčních ramen, tvorba přírodě blízkých paralelních koryt, vytváření tůní v nivě a výsadbou

stanoviště vhodných doprovodných dřevin snášející zamokření a vytvářením břehových porostů. (J. Benešové, 1999)

K revitalizaci toku v zastavěném a nezastavěném území je třeba přistupovat rozdílně. Součástí úprav v extravilánu je obnova původního nebo vytvoření nového koryta, odstranění opevnění a ohrázování koryta, revitalizace odstavených ramen, odstranění zatrubnění drobných vodních toků a úpravy příčného profilu koryta (prahy, balvany, výhony, rybí úkryty apod.). Při revitalizaci vodních toků se využívá celé řady biotechnických opatření, zpravidla podle typu vodního toku a místních podmínek. Jedná se především o vytváření břehů z loženého kamene či balvanů, balvanité skluzy, osamělé balvany, převislé břehy, umělé peřeje a boční výhony, hrázky a prahy, terénní úpravy břehů, vytváření tůňek v korytě, údržba a obnova břehových porostů aj. (H. Králová, 2001)

Mimo technických revitalizací lze revitalizačního efektu dosáhnout i postupnou samovolnou renaturací spočívající v postupném zarůstání vegetací, v zanášení koryta toku, v degradaci technických prvků na toku a za podpory eroze. Rychlejší způsob renaturace představují povodně. (T. Just, 2006)

V zastavěných územích je většinou nutné respektovat nadřazenost požadavku ochrany zástavby před povodňovým zaplavováním. Základní úlohou tam je vytváření dostatečně kapacitních koryt, která však musejí odpovídat základním požadavkům na příznivý ekologický stav, vzhled, pobytovou a případně rekreační využitelnost. (H. Králová, 2001)

Provádění revitalizací vodních toků zákonnou povinností správců vodních toků. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (v platném znění) ukládá správcům vodních toků povinnost provádět vodohospodářské revitalizace. V § 47, odst. 2 je definována správa vodních toků jako soubor povinností, a mimo jiné v písmenu F) uvádí zákon povinnost "obnovovat přirozená koryta vodních toků, zejména ve zvláště chráněných územích a v územních systémech ekologické stability". Ekologické pojetí vodohospodářských revitalizací v ČR vychází právě z tohoto zákona. Oporu mají revitalizace i v evropské Rámcové směrnici o vodách. (J. Krechta, 2002)

### **2.3.1 Metody revitalizací**

Metody revitalizace, které jsou v praxi směřovány na změnu morfometrických charakteristik koryta vodního toku. Výsledkem je vytvoření tzv.



přírodě blízkého koryta s typickými strukturami, vytvoření zatravněných vegetačních doprovodných pásů s typickou dřevinou skladbou. K těmto změnám lze dospět ponecháním vodního toku vlastnímu přirozenému vývoji, s tím, že se tento proces iniciuje dílčími opatřeními (výhony z kulatiny a lomového kamene, odstranění nebo narušení opevnění toků) pro vývoj požadovaných struktur ve vodním toku, nebo umělým vytvořením přírodě struktur. V prvním případě se využívá přirozeného zanášení koryt splaveninami, postupného rozpadu příčných objektů, opevnění toků, zarůstání bylinou vegetací a dřevinami a nezanedbatelné erozní funkce vody. Výraznou roli sehrávají i povodňové stavy. V druhém případě jsou uplatňovány specifická technická opatření formou stavebních úprav, směřující k obnově přírodě blízkého stavu vodního toku (zvýšení členitosti koryta, zvýšení omočeného povrchu, změna průběhu trasy toku, výsadba dřevin, prvky migrační prostupnosti, úpravy spojené se zvýšením zásoby vody v korytě aj.). Z hlediska zvýšení retenční schopnosti krajiny je jednou z metod vytváření obtokových povodňových koryt, která mohou rovněž sloužit převedení určitého množství vody mimo urbanizovaná území během povodní. (T. Just, 2006)

Obnova říčních ramen je provázaná retenční schopností krajiny. Metodou s podporou protipovodňových opatření je výstavba suchých nebo z ekologického hlediska výhodnějších polosuchých poldrů. Revitalizace vodních toků mohou provádět obce a města, případně majitelé pozemků. Hlavní rozsah revitalizačních prací by však měli provádět správci vodních toků. Revitalizace podporují - převážně stoprocentními dotacemi - programy resortu životního prostředí. V letech 1992 - 1997 to byl "Program revitalizace říčních systémů", nyní Operační program životního prostředí. (K. Vrána, 2009)

### **2.3.2 Operační program životního prostředí**

Operační program životního prostředí (OPŽP) nabízí možnost realizace široké škály opatření investičního i neinvestičního charakterů. Jedná se o program primárně financovaný z fondů EU, spolufinancovaný z národních zdrojů a ukládající příjemci podpory povinnost finanční spoluúčasti ve výši minimálně 10 % z celkových způsobilých výdajů. Celkem je na OPŽP z evropských fondů alokováno 4,92 miliardy Euro, tedy 18,4 % všech finančních prostředků určených z fondů EU pro Českou republiku. (<http://www.mzp.cz>)

### 2.3.3 Program revitalizace říčních systémů

Pro zlepšení stávajícího stavu, který byl vyhlášen usnesením vlády České republiky č. 373 ze dne 20. května 1992 Program revitalizace říčních systémů (PRŘS), kde je revitalizace definována jako komplex opatření pro obnovu hydrologického přírodně blízkého režimu v povodí z hlediska kvality i kvantity. Jeho cílem je podpořit obnovu přirozených úseků vodních toků, mokřadů a vodních ploch v místech, kde byly tyto krajinné prvky v minulosti poškozeny nebo zničeny, nebo vytvořit na vhodných místech nové vodní plochy či mokřady, které pomohou zvýšit biodiverzitu a retenční schopnost krajiny. Myšlena tím je obnova retenční schopnosti krajiny, která zahrnuje budování a obnovu drobných rybníků a tůní, revitalizaci hydrologické sítě, zejména drobných vodních toků a prvků na ně vázaných. (K. Hudec, 1995)

Revitalizované vodní toky mohou lépe plnit svou funkci v krajině, částečně se sníží riziko povodní a zejména nedostatku vody, neboť se zpomalí odtok vody. Zvýší se také druhová rozmanitost rostlin a živočichů, kteří jsou na vodní tok vázáni. Jedná se o program zaměřený na investiční akce. Správcem tohoto programu je Ministerstvo životního prostředí a jeho administraci provádí Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. (K. Vrána, 2004)

Možnost využití PRŘS, který je jedním z několika dotačních programů Ministerstva životního prostředí. V jeho rámci jsou poskytovány finanční prostředky na opatření, která mají vést k udržení a systematickému zvyšování biologické rozmanitosti a příznivému uspořádání vodních poměrů v krajině. (D. Pokorný, 2008)

Finanční prostředky jsou poskytovány na následující předměty:

- Revitalizace přirozené funkce vodních toků
- Zakládání a revitalizace prvků systému ekologické stability vázaných na vodní režim
- Odstraňování příčinných překážek na vodních tocích a rybí přechody
- Revitalizace retenční schopnosti krajiny

### 2.3.4 Program péče o krajinu

Program péče o krajinu (PPK), že je programem zaměřených na akce neinvestičního charakteru. Cílem programu je podpora činností směřující ke zlepšení

přírodního prostředí a ochrana druhů a ekosystémů v krajině (vytváření vodních ploch, výsadba a ošetřování dřevin, zakládání travnatých ploch, šetrné kosení luk apod.). V rámci tohoto programu je možné získat na uvedené činnosti dotace. V současnosti je PPK rozdělen na dva podprogramy. V rámci podprogramu péče o krajinu se poskytují prostředky na opatření ve volné krajině, a to mimo zvláště chráněná území, jejich ochranná pásma a vojenské újezdy. (K. Vrána, 2004)

V rámci podprogramu péče o zvláště chráněné části přírody a ptačí oblasti jsou poskytovány příspěvky na akce prováděné ve zvláště chráněných územích (CHKO, NPR, NPP, PR, PP) a jejich ochranných pásmech a ptačích oblastech. (K. Kuneš, 1998)

Součástí obecného poslání i každodenních činností je také praktická péče o vyhlášená maloplošná zvláště chráněná území, prováděná na základě schválených plánů péče a v posledních letech také aktivní ochrana, údržba a obnova dalších cenných částí krajiny. (D. Pokorného, 2008)

Zjistil funkci koridorů ve světle ochrany malých savců ve vysoce fragmentované krajině. Biokoridor je základní skladebnou částí ÚSES. Propojením biocenter umožňuje, resp. podporuje především pohyb, především pak migraci organismů, čímž zabraňuje jejich izolaci. Svými kvalitativními a prostorovými charakteristikami nemusí biokoridor zajišťovat trvalé existenční podmínky organismů, které jsou jeho součástí. Kromě migrace, jež je nejčastěji uváděna jako funkce biokoridorů, umožňují tyto elementy také další procesy: vedle kolonizace a rekolonizace jde dále o pohyby druhů v rámci jejich denní aktivity a o periodické kontakty lokálních subpopulací, významné z genetického hlediska. (Bennet, 1996)

Z prostředků programu PPK je v posledních letech hrazen management maloplošných ZCHÚ, skladebných prvků ÚSES, genofondových ploch a rovněž údržba terénních informačních zařízení. Jedná se o nadstandardní opatření v biocentrech, zřizování a údržbu terénních informačních zařízení, obnovu drobných vodních a mokřadních biotopů v malých písčových, rašeliništích, odstranění nežádoucích náletových dřevin v nelesních ekosystémech, kosení luk a rákosin, vytváření možností pro chráněné druhy ptáků, péči o genofondové plochy, reintrodukcii ohrožených druhů rostlin a péči o zraněné živočichy, geometrické zaměření rezervací. Na zajišťování Programu péče o přírodní prostředí Státního fondu životního prostředí (SFŽP) se nepřímo podílí Agentura ochrany přírody a

krajiny ČR, a to tím, že vydává k žádostem o dotace odborné posudky. (S. Štefáček, 2008)

Ve své publikaci popisuje přirozené i umělé mokřady, které mohou být používány pro účely čištění nebo dočišťování odpadních vod, případně jako ochrana vodních nádrží před jejich eutrofizací a znečištěním. (Cooke, 1993)

Garantem všech krajinotvorných programů je Ministerstvo životního prostředí ČR. Krajinotvorné programy představují možnost poskytnutí finančních prostředků na projekty, které jsou v souladu se zájmy ochrany přírody a krajiny. Žadatelé mohou být fyzické i právnické osoby, které splní podmínky dané ve Směrnících k jednotlivým programům. Směrnice každoročně zveřejňuje MŽP ČR. (J. Gergel, 2000)

Cílem krajinotvorných programů je třeba podporovat taková opatření, která směřují k revitalizaci krajiny, posilují její ekostabilizační funkce, udržují tradiční - k přírodě šetrné - způsoby hospodaření. (T. Just, 2006)

### 3. Cíle

Cílem této diplomové práce je vypracování studie revitalizace Biřkovského potoka, která bude mít za cíl podpořit jak ekologickou, tak vodohospodářskou stabilitu vybraného zájmového území.

Navrhovaná stavba "Revitalizace Biřkovského potoka", kterou se moje diplomová práce zabývá spočívá ve výstavbě dvou poldrů v lokalitě "Nivy" a "Karlovky" a částí revitalizace Biřkovského potoka nad a pod stávajícím rybníkem ve vlastnictví firmy ASAVET. Navrhovaný retenční objem poldru "Nivy" byl odhadnut na 17 650 m<sup>3</sup> a poldru "Karlovky" na 80 290 m<sup>3</sup>. Poldry budou sloužit jako protipovodňové opatření obce Biřkov. Návrh plánované revitalizace koryta Biřkovského potoka v délce cca 1370 m<sup>3</sup> na území katastrů obcí Biřkov a Ježovy mezi Ježovským rybníkem a hladinou stálého nadržení poldru Karlovky. Účel navrhované stavby je zadržet vodu v krajině a zpomalit tak odtok. Jedná se o novostavbu a stavbu trvalou.

#### **Členění stavby na objekty:**

S01- Poldr Nivy

S02- Poldr Karlovky

S03- Revitalizace Biřkovského potoka

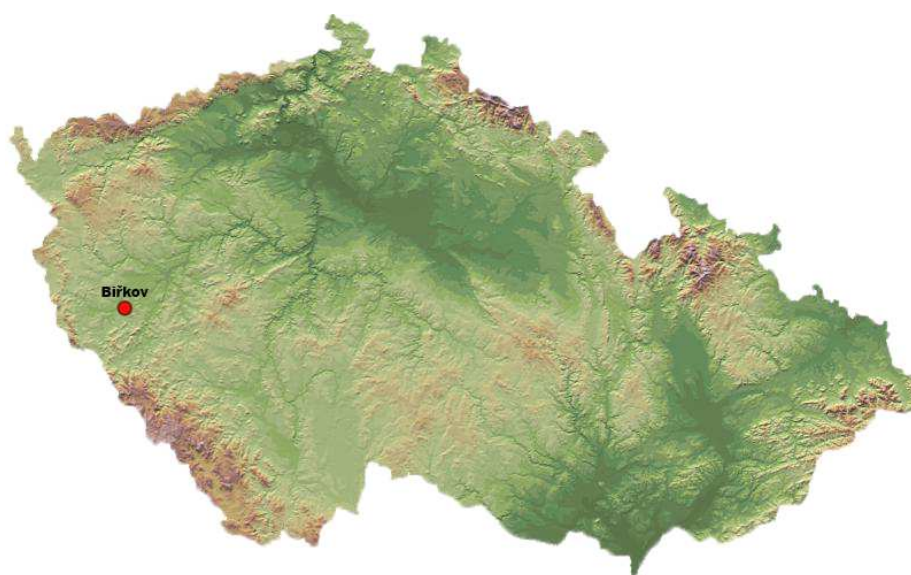
Navrhované poldry Nivy a Karlovky přispějí ke zvýšení ekologické stability území a nebudou mít, žádné nepříznivé vlivy na životní prostředí. Revitalizace toku způsobí zadržetí většího množství vody v krajině, což je v době globálního oteplování přínosem. Zrevitalizovaný tok se stane domovem a útočiště řady rostlinných a živočišných druhů. V dané lokalitě se utvoří pestrá krajina, která zde umožní strávit volné chvíle.

## 4. Metodika

### 4.1 Matriál

Zájmové území se nachází jižně od obce Biřkov. Nadmořská výška lokality je 418 - 430 m n. m. Cílem diplomové práce je v této lokalitě naplánovat výstavbu dvou poldrů v lokalitě "Nivy a Karlovky" a revitalizace Biřkovského potoka mezi Ježovským rybníkem a hladinou stálého nadržení poldru Karlovky v délce cca 1370 m. V současné době je obec téměř bez ochrany. Budovy v obci jsou v převážné většině chráněny na  $Q_{50}$  ojedinele na  $Q_{20}$ . V důsledku velkých vod je obec ohrožována záplavami. Všechna navržená opatření mají co nejvíce minimalizovat ničivé dopady povodní. Zájmové území je představováno cca 2000 m dlouhým údolím Biřkovského potoka. Toto území je charakterizováno zemědělskými pozemky. Koryto toku v úseku plánované realizace je dlouhé cca 1600 m. Do stávajícího toku je zaústěna řada svodných drénů systematické trubní drenáže. Odvodnění okolních zemědělských pozemků bylo realizováno po etapách v letech 1966, 1969, 1975, 1977, 1978. Celkový rozsah odvodnění činil 80,25 ha. Jednalo se o systematickou drenáž. Sběrné drény byly z potrubí flexibil PVC DN 65, svodné drény z pálené hlíny DN 80 s rozchody drénů 8,0, 10,0 a 18,0 m a hloubkou uložení 1,0 m.

**Obr. č.: 1.** Zájmové území v rámci České republiky



Zdroj: (<http://www.mapy.cz>)

**Obr. č.: 2.** Zájmové území v rámci Plzeňského kraje



Zdroj: (<http://www.mapy.cz>)

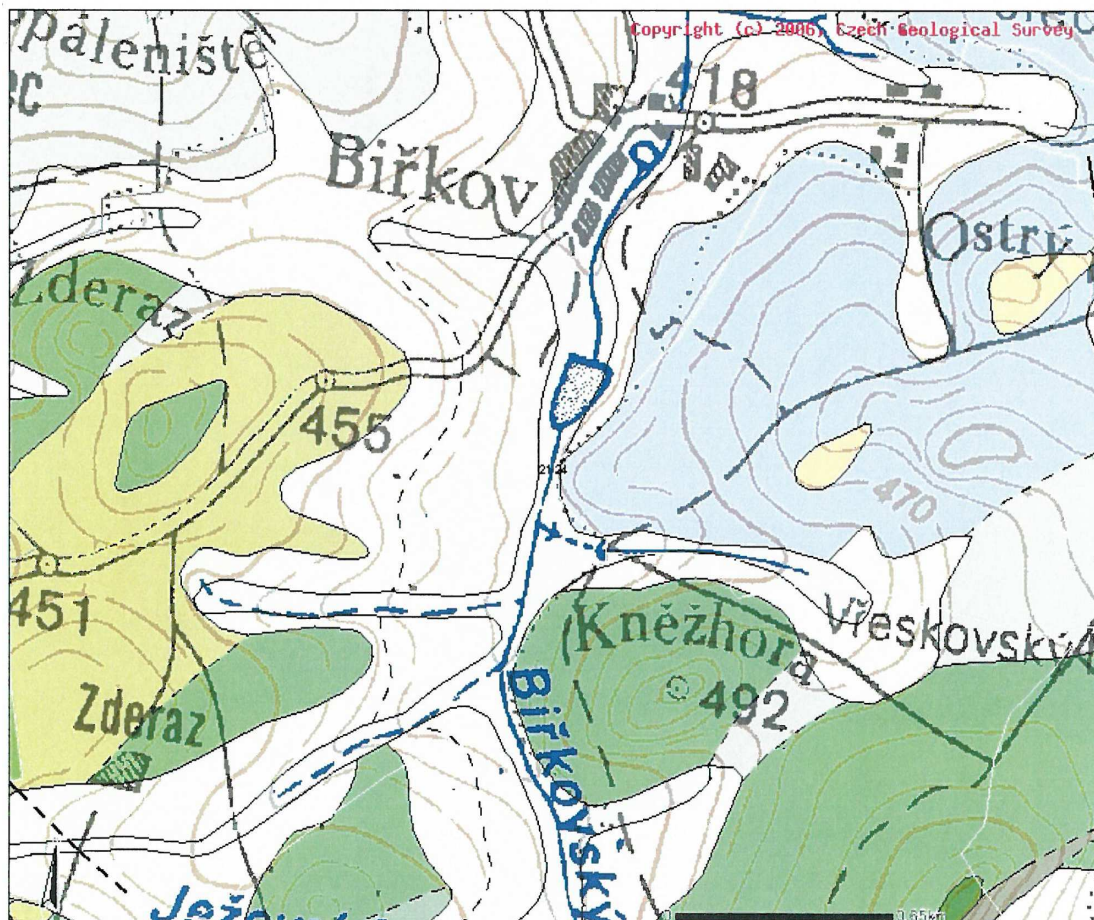
#### **4.1.1 Přírodní poměry**

##### **4.1.1.1 Geologické a hydrogeologické poměry**

Zájmová oblast se nachází při západním okraji blovického úseku proterozoika Barrandienu. Je budováno pestrou mozaikou metamorfovaných a paleovulkanických těles, mírně protáhlých ve směru JJZ - SSV. Proterozoické metamorfity jsou zastoupeny slabě fylitizovanými drobami, břidlicemi a paleovulkanity (bazalty).

Geologickou situaci povodí Biřkovského potoka jižně od Biřkova zachycuje geologická mapa odkrytá v měřítku 1 : 10 000 z mapové služby Geofondu:

**Obr. č.: 3.** Geologická mapa okolí Biřkovského potoka



Levý horní a pravý dolní roh (Křováč) :[-838519; -1092867][-835261; -1095378], 1:10000  
Geologická mapa okolí Biřkovského potoka



## Sjednocená legenda GeoČR 50

### kvartér

#### *holocén*

**6** hlína, písek, štěrky (fluviální nečleněné + sedimenty vodních nádrží) **757** droba fylitická, břidlice fylitická

**762** dacit, andezit

**12** písčito-hlinitý až hlinito-písčítý sediment (deluviální) (složení pestré) **763** bazalt, andezitobazalt

#### *pleistocén*

**764** tuf bazaltu, tuf andezitu

**19** sprašová hlína (eolická) (složení křemen + příměsi) **765** bazalt, andezitobazalt, tufy

### neoproterozoikum

### karbon, perm

**751** silicit

**1805** gabro (magmatické horniny) (složení amfibol, biotit amfibol, + pyroxen)


**755** břidlice fylitická, droba fylitická

Kvartér v povodí Biřkovského potoka je zastoupen lokálně se vyskytující údolní terasou malé mocnosti, překrytou povodňovými hlínami, lokálně i s vrstvou organického kalu. Na východních svazích jsou vyvinuty závěje spraší. Širší zájmové území leží uvnitř hydrogeologického rajónu 622- Krystalinikum proterozoikum v mezipovodí Mže pod Stříbrem.

**Obr. č.: 4.** Hydrogeologická mapa, geologické služby Geofondu v měřítku 1 : 13 000 dokumentuje hydrogeologické poměry v užším okolí lokality.



Vysvětlivky:


 14 = sericiticko chloritické fylity při východní straně stodského masivu. Transmisivita  $T = 4,4 \cdot 10^{-5}$  až  $1,3 \cdot 10^{-4}$  m<sup>3</sup> · s<sup>-1</sup>, směrodatná odchylka  $s = 0,234$

Zdroj: (Povodí Vltavy, státní podnik, 2017)

Z hydrogeologického hlediska se jedná o území relativně monotónní, zastoupené horniny prakticky vylučují souvislý oběh průlinových podzemních vod. Propustnost hornin je převážně puklinová. V přípovrchové zóně rozpojení hornin se vytváří plošně nehomogenní mělká zvodně, která je drénována rozptýlenými puklinovými a suťovými prameny o vydatnosti obvykle v prvních desetínách litru za sekundu. Kvartérní pokryvné útvary jsou zvodněny jen ve dně vodoteče a jeho nejbližším okolí, komunikujícím s vodním tokem. Vedle mělké zvodně s napjatou hladinou v podloží povodňových hlín se lokálně periodicky vytváří pseudozvodně povrchové vody, vázané na kaluže v mělkých prohlubeninách na povrchu aluviální nivy.

#### 4.1.1.2 Klimatické poměry

Území je součástí klimatického regionu MT 2 - mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinný. Průměrná roční teplota vzduchu v zájmovém území je 7,4 °C (podle klimatické stanice Stříbro 412 m n. m.) z časové řady let 1901 - 1950. Průměrná roční výška srážek činí pro stanici Roupov (430 m n. m.) 577 mm z časové řady let 1900 - 1950. Počet ledových dnů činí 33,4 za rok, mrazových dnů 109,9 z časové řady let 1926 - 1950. Údaje byly zjišťovány pro nejbližší stanice Klatovy dle Atlasu podnebí ČSSR a dle Podnebí ČSSR - tabulky. Nejvyšší denní úhrn srážek 72,3 mm byl zjištěn ve stanici Roupov dne 6.8.1905 z období 1901 - 1950.

**Tab. č.: 1.** Průměrné teploty v jednotlivých měsících v roce na zájmovém území

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
t (°C)	-2,3	-1,2	2,5	6,9	12,5	15,4	17,4	16,3	12,4	7,5	2,2	-1,0

Zdroj: (Povodí Vltavy, státní podnik, 2017)

**Tab. č.: 2.** Atmosférické srážky (HSA) v povodí, stanice Roupov

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Hsa(mm)	28	26	30	45	68	72	86	65	47	43	33	34

Zdroj: (Povodí Vltavy, státní podnik, 2017)

#### 4.1.1.3 Hydrologické poměry

Hydrologická data pro Biřkovský potok byla zjišťována pro profil obec Biřkov - cca 100 m nad křížením toku s místní komunikací. Plocha povodí (A) k tomuto profilu činí 12,69 km<sup>2</sup>. Průměrná dlouhodobá roční výška srážek na povodí (P<sub>a</sub>) je 618 mm. Průměrný dlouhodobý roční průtok (Q<sub>a</sub>) činí 52 l.s<sup>-1</sup>.

Základní hydrologické údaje byly vypracovány z časové řady let 1931 - 1980 Českým hydrometeorologickým ústavem, pobočka Plzeň dle ČSN 75 1400 dne 19.5. 2016, dle zapůjčených dat z archivu Povodí Vltavy, státní podnik. Hydrologické údaje jsou III. třídy spolehlivosti. Základní údaje o N- letých a M- denních průtocích jsou uvedeny v následujících tabulkách.

**Tabulka č.: 3.** N- leté průtoky

N	(roky)	1	2	5	10	20	50	100
$Q_N$	( $m^3 \cdot s^{-1}$ )	0,51	0,88	1,48	2,01	2,60	3,48	4,22

Zdroj: (Archiv Povodí Vltavy, státní podnik, 2017)

**Tabulka č.: 4.** M- denní průtoky

M	(dny)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
$Q_{Md}$	( $l \cdot s^{-1}$ )	118	81	62,5	50,5	42	35	29,5	24,5	20	16	12	7,5	4

Zdroj: (Archiv Povodí Vltavy, státní podnik, 2017)

**Tabulka č.: 5.** Objem a průběh teoretické povodňové vlny

		<b>PV 100</b>	<b>PV 50</b>
$W_{PV}$	( $m^3$ )	640 000	570 000
$T_{krit}$	(hod)	7,62	8,23

Zdroj: (Archiv Povodí Vltavy, státní podnik, 2017)

#### 4.1.1.4 Problematika velkých vod

Navrhovaná výstavba dvou poldrů v lokalitě "Nivy" a "Karlovky" bude sloužit jako protipovodňové opatření obce Biřkov. Snahou je zadržet vodu v krajině a zpomalit tak odtok. Navrhovaný retenční objem u poldru "Nivy" byl odhadnut na 17 650  $m^3$  a poldru "Karlovky" na 80 290  $m^3$ . Jelikož stoleté povodňové vlny činí 640 000  $m^3$  a retenční objem obou poldrů dosáhne 97 940  $m^3$ , dojde pouze k minimální transformaci kulminačního průtoku povodňové vlny a to z  $Q_{100} = 18,8 m^3/s$  na 17,0  $m^3/s$ . Revitalizací Biřkovského potoka dojde ke zpomalení odtoku vody z krajiny.

#### 4.1.1.5 Biologický průzkum lokality

Dne 31.08.2016 byl proveden orientační biologický průzkum ploch dotčených stavbou projektovaných suchých poldrů "Karlovky" a "Nivy" poblíž obce

Biřkov. Roční doba, ve které byly práce provedeny, dovolila provést pouze rámcový floristický průzkum, orientační geobotanický průzkum a velmi nahodilý průzkum obratlovců. Z nich ptáky bylo možno posuzovat jen z pohledu výskytu stálých druhů, kteří neodlétají do zimních teritorií, případně druhů, kteří jsou u nás zimními hosty.

Posuzovány byly plochy suchých poldrů, zvláště pak v místech navrhovaných hrází,

kde bude realizován zásah do terénu vedoucí k likvidaci stávajících porostů. Posuzovány byly také partie podél Biřkovského potoka v úseku mezi poldrem "Karlovky" a Ježovským rybníkem, kde má proběhnout úprava koryta.

#### **4.1.1.6 Poldr Nivy**

Dolní poldr "Nivy" se rozkládá na ploše TTP s druhově chudým složením, částečně také na orné půdě. Tok Biřkovského potoka je lemován vrbou křehkou (*Salix fragilis*), olší lepkavou (*Alnus glutinosa*), lískou obecnou (*Corylus avellana*), bezem černým (*Sambucus nigra*, L.). Bylinný podrost má ruderalní charakter s absolutní dominancí chrastice rákosovité (*Phalaris arundinacea*), svazu *Aegopodion podagrariae*. Ve složení porostu nebyly shledány žádné cenné rostlinné druhy. Koryto potoka proráží jílovité sedimenty. V místě projektované hráze poldru je vytvořen souvislý porost chrastice rákosovité (*Phalaris arundinacea*) s vrbou křehkou (*Salix fragilis*) a vrbou košíkářskou (*Salix viminalis*), s účastí kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica*), kozlíku lékařského (*Valeriana officinalis*), ostřice kalužní (*Carex acutiformis*), děhelu lesního (*Angelica sylvestris*), skřípiny lesní (*Scirpus sylvaticus*). Doprovod Biřkovského potoka má charakter tužebníkové louky v podrostu rozptýleně se vyskytujících dřevin, které jen lokálně v blízkosti lesního porostu vytvářejí souvislý lem zastíňující vodoteč. Druhově bohatší je doprovod pravobřežního přítoku, který má charakter spíše svazu Spartanko - Glycerion fluitantis Br.- BL. et Sissingh in Boer nom. invers. propos. - pobřežní porosty malých vodních toků. Přítomnost bezkolence modrého (*Molinia caerulea*) ukazuje na zbytek vlhké louky svazu Molinion. Louky tohoto typu je třeba chránit. V korytě vodoteče jsou přítomny druhy viz tabulka č.: 6.

**Tabulka č.: 6.** Druhov pestrost na ploše poldru "Nivy"

<b>Vdeck nzev</b>	<b>Cesk ekvivalent</b>
<i>Aegopodium podagraria</i>	brlice koz noha
<i>Agrostis gigantea</i>	psineek obrovsk
<i>Alisma p/antago-aquatica</i>	abnk vodn
<i>A/nus g/utinosa</i>	ole lepkav
<i>Angelica sy/vestris</i>	dhellesn
<i>Anthriscus sy/vestris</i>	kerblk lesn
<i>Artemisia vu/garis</i>	pelynek černobl
<i>Bal/ota nigra</i>	mernice čern
<i>Bel/is perennis</i>	sedmikrska vytrval
<i>Betu/a pendu/a</i>	břiza belokor
<i>Bromus inermis</i>	sveep bezbrann
<i>Ca/ystegia sepium</i>	opletnk plotn
<i>Carex hirla</i>	ostřice srstnat
<b>Vdeck nzev</b>	<b>Cesk ekvivalent</b>
<i>Carex nigra</i>	ostřice obecn
<i>Carex riparia</i>	ostřice pobřezn
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	krabilice zpasn
<i>Cirsium arvense</i>	pchc oset
<i>Cirsium oleraceum</i>	pchc zelinn
<i>Dactylis glomerata</i>	srha lalocnat
<i>Deschampsia cespitosa</i>	metlice trsnat
<i>Epi/obium ci/iatum</i>	vrbovka lznat
<i>Equisetum fluviali/e</i>	přeslika pořchn
<i>Filipendula ulmaria</i>	tuzebnik jilmov
<i>Fragaria vesca</i>	jahodnik obecn
<i>Heracleum sphondylium</i>	bolševnik obecn
<i>Holcus lanatus</i>	medynek vlnat
<i>Hypericum perforatum</i>	třezalka teekvnan
<i>Hypericum tetrapterum</i>	třezalkatřkřdl
<i>Juncus effusus</i>	stina rozkladit
<i>Lamium maculatum</i>	hluchavka skvrnit
<i>Lotus uliginosus</i>	třirovnk bahenn
<i>Lycopus europaeus</i>	karbinec evropsk
<i>Lysimachia vulgaris</i>	vrbina obecn
<i>Lythrum salicaria</i>	kyprej obecn
<i>Mentha aquatica</i>	mata vodn
<i>Molinia caerulea</i>	bezkolenec modr
<i>Pastinaca sativa</i>	pastink set
<i>Persicaria maculosa</i>	rdesnoervivec
<i>Phalaris arundinacea</i>	chrastice rkosovit
<i>Poa trivialis</i>	lipnice pospolit
<i>Potentilla anserina</i>	mochna hus
<i>Ranunculus acris</i>	pryskyřnik prudk
<i>Ranunculus repens</i>	pryskyřnik plaziv
<i>Rosa sect. Caninae</i>	rže ps
<i>Rubusidaeus</i>	ostruřink malink

<i>Quercus robur</i>	dub letní
<i>Salix cinerea</i>	vrba popelavá
<i>Salix fragilis</i>	vrba křehká
<i>Salix purpurea</i>	vrba nachová
<i>Sambucus nigra</i>	bez černý
<i>Scrophularia nodosa</i>	krtičník hlíznatý
<i>Torylis japonica</i>	tořice japonská
<i>Tussilago farfara</i>	podběl lékařský
<i>Typha latifolia</i>	orobinec širokolistý
<i>Urtica dioica</i>	kopřiva dvoudomá
<i>Valeriana officinalis</i>	kozlík lékařský
<i>Vicia sepium</i>	vikev plotní

(Tabulka vlastní, 2017)

#### 4.1.1.7 Poldr Karlovky

V místě hráze poldru "Karlovky" je vytvořen mokřad s dominancí kopřivy a tužebníku jilmového s porostem syntaxonomické příslušnosti k pod svazu *Filipendulenion* (Lohmeyer in Oberdorfer et al. 1967) Balátová - Tuláčková 1978 - nepravidelně kosená vysokobylinná společenstva, nejčastěji s dominujícím tužebníkem *Filipendula ulmaria*.

Porost se stává z druhů uvedených v tabulce č.: 7.

**Tabulka č.: 7.** Druhová pestrost na ploše poldru "Karlovky"

Vědecký název	Český ekvivalent
<i>Angelica sylvestris</i>	děhel lesní
<i>Carex riparia</i>	ostřice pobřežní
<i>Cirsium arvense</i>	pcháč oset
<i>Cirsium canum</i>	pcháš sivý
<i>Epi/obium hirsutum</i>	vrbovka chlupatá
<i>Filipendula ulmaria</i>	tužebník jilmový
<i>Galium palustre</i>	svízel bahenní
<i>Geranium palustre</i>	kalost bahenní
<i>Lamium maculatum</i>	hluchavka skvrnitá
<i>Lycopus europaeus</i>	karbinec evropský
<i>Sachia vulgaris</i>	vrbina obecná
<i>Lythrum salicaria</i>	kyprej obecný
<i>Myosoton aquaticus</i>	křehkýš vodní
<i>Phalaris arundinacea</i>	chrastice rákosovitá
<i>Picea abies</i>	smrk ztepilý
<i>Poa trivialis</i>	lipnice pospolitá
<i>Rubusidaeus</i>	ostružiník maliník
<i>Rumex maritimus</i>	šťovík přímořský

<i>Salix caprea</i>	vrba ilva
<i>Scutellaria galericulata</i>	šišák vroubkovaný
<i>Solanum dulcamara</i>	lilek potměchuť
<i>Urtica dioica</i>	kopřiva dvoudomá

(Tabulka vlastní, 2017)

V kontaktní lesním porostu dominují v dosahu stavby v blízkosti toku olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), hloh (*Crataegus* sp.), trnka obecná (*Prunus spinosa*), vrba jíva (*Salix alba*). Dále od vody je vytvořen porost kyselé doubravy svazu *Genisto germanicae* - Quercion Neuhausl et Neuhauslová - Novotná 1967 - acidofilní doubravy, březové a borové doubravy střední Evropy představující klimaxovou popř. subklimaxovou lesní vegetaci kyselých silikátových a křemenných půd, zde s dominancí borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a dubu letního (*Quercus robur*) ve stromovém patře, s účastí brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*) v keřovém patře. Levý břeh potoka na ploše poldru "Karlovy" je kryt kulturní loukou s dominancí druhů uvedených v tabulce č.: 8.

**Tabulka č. 8** Dominantní druhy v dosahu stavby v blízkosti toku na pravém břehu

<b>Vědecký název</b>	<b>Ceský ekvivalent</b>
<i>Achillea millefolium</i>	řebříček obecný
<i>Agrostis capillaris</i>	psineček obecný
<i>Alopecurus pratensis</i>	psárka luční
<i>Cirsium arvense</i>	ocháč oset
<i>Dactylis glomerata</i>	srha laločnatá
<i>Deschampsia cespitosa</i>	metlice trsnatá
<i>Galium album</i>	svízel bílý
<i>Glechoma hederacea</i>	popenec obecný
<i>Hypericum perforatum</i>	třezalka tečkovaná
<i>Juncus conglomeratus</i>	sítina nahloučená
<i>Lathyrus pratensis</i>	hrachor luční
<i>Phalaris arundinacea</i>	chrastice rákosovitá
<i>Plantago lanceolata</i>	jitrocel kopinatý
<i>Poa pratensis</i>	lipnice luční
<i>Potentilla anserina</i>	mochna husí
<i>Ranunculus repens</i>	pryskyřník plazivý
<i>Rumex obtusifolius</i>	šfovík tupolistý
<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>	pampeliška lékařská
<i>T. risetum flavescens</i>	trojštět žlutavý

(Tabulka vlastní, 2017)



Louka na pravém břehu Biřkovského potoka na ploše poldru "Karlovky" má charakter kulturní psárkové louky. V porostu byly determinovány druhy uvedené v tabulce č.: 9.

**Tabulka č. 9.** Dominantní druhy v dosahu stavby v blízkosti toku na levém břehu

<b>Vědecký název</b>	<b>Český ekvivalent</b>
<i>Achillea millefolium</i>	řebříček obecný
<i>Aegopodium podagraria</i>	bršlice kozí noha
<i>Alchemilla</i> sp.	kontryhel sp.
<i>Alopecurus pratensis</i>	psárka luční
<i>Arrhenatherum elatius</i>	ovsík vyvýšený
<i>Campanula patula</i>	zvonek rozkladitý
<i>Cerastium holosteoides</i> subsp. <i>triviale</i>	rožec obecný luční
<i>Cirsium arvense</i>	pcháč oset
<i>Cirsium canum</i>	pcháč sivý
<i>Deschampsia cespitosa</i>	metlice trsnatá
<i>Elyfrigia repens</i>	pýr plazivý
<i>Festuca rubra</i>	kostřava červená
<i>Galium album</i>	svízel bílý
<i>Geranium pratense</i>	kakost luční
<i>Juncus conglomeratus</i>	sítina nahloučená
<i>Lathyrus pratensis</i>	hrachor luční
<i>Poa pratensis</i>	lipnice luční
<i>Potentilla reptans</i>	mochna plazivá
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	pampeliška lékařská
<i>Trifolium repens</i>	jetel plazivý
<i>Trisetum flavescens</i>	trojštět žlutavý
<i>Veronica chamaedrys</i>	rozrazil rezekvítek
<i>Vicia sepium</i>	vikev plotní

(Tabulka vlastní, 2017)

#### 4.1.1.8 Revitalizace Biřkovského potoka

Na kontaktu s lesním porostem (Kněžhora) je vodoteč doprovázena výmladkovými olšemi asi patnácti až dvacetiletými. Podrost je stále obdobný, silně ruderalizovaný vlivem blízkosti zemědělských ploch. V zastínění olší zde rostou druhy uvedené v tabulce č.: 10.

**Tabulka: č. 10.** Biologický průzkum druhů vyskytující se v zájmové lokalitě "Revitalizace Biřkovského potoka"

<b>Vědecký název</b>	<b>Český ekvivalent</b>
<i>Aegopodium podagraria</i>	bršlice kozí noha

<i>Anthriscus sylvestris</i>	kerblík lesní
<i>Calamagrostis epigejos</i>	třtina křovištní
<i>Carex riparia</i>	ostřice pobřežní
<i>Cirsium oleraceum</i>	pcháč zelinný
<i>Dactylis polygama</i>	srha hajní
<i>Deschampsia cespitosa</i>	metlice trsnatá
<i>Festuca aiaentee</i>	kostřava obrovská
<i>Geranium palustre</i>	kalost bahenní
<i>Geum urbanum</i>	kuklík městský
<i>Glechoma hederacea</i>	popenec obecný
<i>Lamium maculatum</i>	hluchavka skvrnitá
<i>Lapsana communis</i>	kapustka obecná
<i>Myosoton aquaticus</i>	křehkýš vodní
<i>Phalaris arundinacea</i>	chrastice rákosovitá
<i>Poa palustris</i>	lipnice bahenní
<i>Poa trivialis</i>	lipnice pospolitá
<i>Ranunculus repens</i>	pryskyřník plazivý
<i>Rubusidaeus</i>	ostružiník maliník
<i>Stachys sylvatica</i>	čistec lesní
<i>Veronica beccabunga</i>	rozrazil potoční

(Tabulka vlastní, 2017)

Koryto vodoteče je tvořeno rozpadlými polovegetačními tvárniciemi. V kontaktním lese se objevuje smrk ztepilý (*Picea abies*), modřín opadavý (*Larix decidua*) a letité duby letní (*Quercus robUt*).

V rámci úprav toku je doporučeno vytvořit podél toku asi 10 metrů široké sečené travnaté pásmo pro zachytávání smyvů z okolních zemědělských ploch.

Koryto potoka pod Ježovským rybníkem je doprovázeno bujným bylinným porostem s dominancí chrastice rákosovité (*Phalaris arundinacea*), syntaxonomicky příslušným k ruderálnímu svazu *Aegopodion podagrariae* Tüxen 1967 em. Hilbig, Heinrich et Niemann 1972 - druhotná lemová nitrofilní společenstva víceletých rostlin, rostoucích na vlhčích ruderalizovaných stanovištích v sídlech i v zastíněných porostech mimo sídla. Lokálně je koryto souvisle kryto porostem olší lepkavých (*Alnus glutinosa*) a vrb křehkých (*Salix fragilis*).

#### 4.1.1.9 Fauna vyskytující se v dané lokalitě

Ptačí druhy zastížené na posuzovaných plochách:

- káně rousná - *Buteo lagopus* - loví na přilehlých polních biotopech v proměnlivých počtech
- střízlík obecný - *Troglodytes troglodytes* - jednotlivě v křovinách kontaktního

lesa

- kos černý - *Turdus merula* - jednotlivě na rozličných stanovištích v celé lokalitě
- vrabec polní - *Passer montanus* - početná hejnka v křovinách podél vodoteče a na březích rybníků
- konopka obecná - *Carduelis cannabina* - společně v hejnkách čížka lesního
- čížek lesní - *Carduelis spinus* - početná hejnka sbírající semena olší na březích vodních ploch
- hýl obecný - *Pyrrhula pyrrhula* - přeletující hejnka v počtu do 10 ks
- strnad obecný (*Emberiza citrinella*) - početně na polních biotopech, v porostech křovin v lesních lemech a na mezích
- pěnkava obecná - *Fringilla coelebs* - jednotlivě v břehových porostech rybníka
- zvonek zelený - *Carduelis chloris* - hojně v přeletujících hejnkách

Ze savců obývají studované biotopy tyto druhy:

- krtek obecný (*Talpa europaea*) - početně především v lučních biotopech
- hryzec vodní (*Arvicola terrestris*) - hojně v březích vodoteče
- prase divoké (*Sus scrofa*) - početně v lesním porostu i na lučních a polních biotopech
- srnec (*Capreolus capreolus*) - poměrně hojně v lesních i polních porostech

## **4.2 Metody**

### **Stanovení podmínek pro přípravu výstavby**

Pro potřeby vypracování diplomové práce byl zapůjčen v archivu Povodí Vltavy, státní podnik inženýrsko - geologický průzkum z roku 2016 včetně geotechnických rozborů v akreditované laboratoři Povodí Vltavy, státní podnik a rozbor vody v akreditované laboratoři Povodí Vltavy, státní podnik.

#### **4.2.1 Metoda vrtných prací pomocí inženýrsko-geologického průzkumu**

Průzkumné úzkoprofilové sondy první etapy byly provedeny dne 16.10.2016

(S-21 až S-27) a druhé etapy 15.12.2017 S-121 až S-123) ruční vrtačkou. Sondy byly ukončeny v hloubce maximálně 1,5 m. Další hloubení by bylo pro daný účel neefektivní. Celková metráž vrtaných sond byla 5,7 bm. Během vrtání bylo odebráno 5 vzorků zemin pro stanovení geotechnických parametrů:

S-23 - z centrální části horní hráze charakterizující povodňové hlíny aluviální nivy

S-26 - z podloží západního okraje projektované dolní hráze

S-27 - centrální části dolní hráze charakterizující aluviální nivy na břehu Biřkovského potoka

S-121 - ze zátopy horní hráze charakterizující povodňové hlíny aluviální nivy

S-123 - pod obcí jako potenciální náhradní zemník na břehu Biřkovského potoka z aluviální nivy

Vzorky zachytily hlavní typy zemin celého zkoumaného území.

Popisy sond a výsledky hydrogeologického měření jsou uvedeny v následující tabulce č.: 11.

**Tabulka č.: 11.** Popisy vrtů

Hloubka od terénu(m)	Pro homogenní hráz	Popis a lokalizace
<b>S-21</b>		<b>Zátopa horní hráze</b>
0,0 - 0,02	Nevhodná	Hlína černohnědá humosní jílovitá s příměsí písku a kořínky rostlin.
0,2 - 0,5	Vhodná	Hlína šedohnědá jílovito písčité tuhá.
0,5 - 1,4	Málo vhodná	Dtto s rezavými záteky, oglejená, tuhá až měkká.
1,4 - 1,5	Málo vhodná	Dtto s ojedinělými valounky do 1 cm.
		Hladina podzemní vody nenaražena, nenastoupala. Z oglejní půdy lze předpokládat výskyt periodické hladiny podzemní vody při vyšších vodních stavech.
<b>S-22</b>		<b>Západní okraj horní hráze</b>
0,0 - 0,1	Nevhodná	Hlína světlehnědá slabě humosní prachovitá s příměsí písku a kořínky rostlin.
0,1 - 0,6	Vhodná	Hlína šedohnědá jílovito písčité tuhá.

0,6 - 0,9	Málo vhodná	Dtto rezavými záteky, oglejená, tuhá až měkká.
0,9 - 1,4	Nevhodná	Dtto s rezavými záteky, oglejená.
		Hladina podzemní vody nenaražena, nenastoupala. Z oglejní půdy lze předpokládat výskyt periodické hladiny podzemní vody při vyšších vodních stavech.
<b>S-23</b>		<b>Centrální část horní hráze</b>
0,0 - 0,1	Nevhodná	Hlína světlehnědá slabě humosní prachovitá s příměsí písku a kořínky rostlin.
0,1 - 0,5	Vhodná	Hlína hnědá prachovito jílovitá, tuhá.
0,5 - 0,6	Málo vhodná	Dtto s rezavými záteky, oglejená, tuhá až měkká.
0,6 - 0,9	Málo vhodná	Šedohnědá jílovitá hlína glejová.
0,9 - 1,5	Nevhodná	Zelenošedý plastický jíl.
		Hladina podzemní vody naražena 0,9 m pod terénem ustálena tamtéž.
<b>S-24</b>		<b>Východní okraj horní nádrže</b>
0,00 - 0,1	Nevhodná	Lesní hrabanka - světle hnědá.
0,1 - 0,4	Nevhodná	Hlína světlehnědá prachovitá tuhá.
0,4 - 0,5	Nevhodná	Dtto s úlomky břidlic do 1 cm.
		Hladina podzemní vody naražena, nenastoupala.
<b>S-25</b>		<b>Zátopa dolní hráze</b>
0,0 - 0,1	Nevhodná	Hlína hnědá prachovitá s kořínky rostlin.
0,1 - 0,3	Vhodná	Černohnědá jílovitá hlína tuhá.
0,3 - 0,5	Vhodná	Hnědá jílovito písčité hlína.
0,5 - 0,6	Málo vhodná	Dtto s rezavými záteky, oglejená, tuhá až měkká.
0,6 - 0,8	Málo vhodná	Dtto s ojedinělými valounky do 1 cm (5%).
		Hladina podzemní vody nenaražena, nenastoupala. Z oglejní půdy lze předpokládat výskyt periodické hladiny podzemní vody při vyšších vodních stavech.
<b>S-26</b>		<b>Západní okraj dolní hráze</b>

0,0 - 0,3	Nevhodná	Hlína hnědá prachovitá s kořínky rostlin, vlhká.
0,3 - 0,9	Málo vhodná	Černohnědá jílovitá hlína s kořínky rostlin, vlhká, tuhá až měkká.
0,9 - 1,5	Málo vhodná	Hnědošedá jílovito písčité hlína s ojedinělými zrny štěrku do 8 mm.
1,5 - 1,6	Málo vhodná	Dtto s ojedinělými valounky do 1 cm (5%).
		Hladina podzemní vody naražena na úrovni terénu, po dovtání poklesla cca 0,5 m pod terén, podzemní voda se vyskytuje pod polohou povodňových hlín.
<b>S-27</b>		<b>Centrální část dolní hráze</b>
0,0 - 0,1	Nevhodná	Černý písek s organickým kalem.
0,1 - 0,4	Nevhodná	Dtto s ostrohranným štěrkem do 2 cm (30%).
0,4 - 0,5	Nevhodná	Hnědošedá hlína písčité s ostrohranným štěrkem do 3 cm 25% a černým hnilobným kalem, další postup znemožnila mechanická překážka (zřejmě hrubý ostrohranný štěrk), tuhá až měkká.
		Hladina vody naražena 0,1 m pod terénem v úrovni potoka, ustálena tamtéž.
<b>S-121</b>		<b>Zátoka horní hráze</b>
0,0 - 0,2	Nevhodná	Hlína černohnědá humosní jílovitá s příměsí písku a kořínky rostlin.
0,2 - 0,5	Vhodná	Hlína šedohnědá jílovitá tuhá.
0,5 - 1,7	Vhodná	Dtto s rezavými záteky, tuhá.
		Hladina podzemní vody naražena, nenastoupala.
<b>S-123</b>		<b>Potencionální zemník - aluviální niva pod obcí u hájovny č.p. 1754 k.ú. Biřkov</b>
0,0 - 0,2	Nevhodná	Hlína světlehnědá slabě humosní prachovitá s příměsí písku a kořínky rostlin.
0,2 - 1,7	Vhodná	Hlína hnědá prachovito jílovitá, tuhá.
		Hladina podzemní vody naražena, nenastoupala.

(Tabulka vlastní, 2017)

#### 4.2.2 Rozbory zrnitosti

Podle makroskopického popisu na lokalitě, výsledků zrnitostních rozborů a ČSN 73 1001. Základová půda pod plošnými základy odpovídá zemina ze sondy S-23 centrální část horní hráze (reprezentována odběrem z profilu 06 až 09 m) kategorii MH = hlína s vysokou plasticitou, třída F7. Tato zemina je podle ČSN málo vhodná pro homogenní hráze a pro těsnící jádro hrází. Pro stabilizační hráze je nevhodná. **Jedná se o půdu vysoce mrazuvzdornou a nepropustnou.**

Zemina ze sondy S-26 z prostoru západního okraje dolní hráze (reprezentováno odběrem z profilu 0,9 až 1,5 m) odpovídá kategorii CI = jíl se střední plasticitou, třída F6. Tato zemina je podle ČSN **vhodná pro homogenní hráze a velmi vhodná pro těsnící jádro hrází.** Pro stabilizační část hráze je nevhodná. **Jedná se o půdu vysoce mrazuvzdornou a velmi málo propustnou.** Vzorek ze sondy S-26 odpovídá litologickým složením i zemině reprezentované sondami S-21 až S-25 ze zátopy obou nádrží (mimo vlastní koryto potoka a podmáčená místa) a východním okraji dolní hráze u soukromé usedlosti.

Zemina ze sondy S-27 centrální část dolní hráze (reprezentována odběrem z profilu 0,4 až 0,5 m) odpovídá kategorii MS1 = hlína písčítá, třída F3. tato zemina je podle ČSN obecně vhodná pro homogenní hráze a pro těsnící jádro hrází, v případě prostoru koryta potoka obou hrází je však nelze použít jako případný materiál pro stavbu hráze z důvodu vysoké příměsi hnilivé organické hmoty. Pro stabilizační část hráze je nevhodná. **Jedná se o půdu nebezpečně mrazuvzdornou a nepropustnou.**

Zemina ze sond S-121 z prostoru zátopy horní hráze i sondy S-123 z potenciaálního zemníku pod obcí u hájovny (odběry z hloubky 1,5 - 1,7 m) odpovídá kategorii CI = jíl se střední plasticitou, třída F6. Tato zemina je podle ČSN **vhodná pro homogenní hráze a velmi vhodná pro těsnící jádro hrází.** Pro stabilizační část hráze je nevhodná. **Jedná se o půdu nebezpečně mrazuvzdornou a nepropustnou.**

Tabulka č.: 12. Charakteristika odebraných vzorků

Číslo vrtu	Hloubka odběru	K(m.s-1) ČSN 75 2410	ČSN 73 3050 třída těžitelnosti	Genetické zatížení	Zrnitosti			
					d10	d30	d50	d60mm

S-23	0,6-0,9	8.1 0- 9 až 1.1 0 <sup>-10</sup>	2-3	Povodňová hlína	<0,001	0,0015	0,006	0,01
S-26	0,9-1,5	1.10 <sup>-7</sup> až 1.1 0- 10	2-3	Povodňová hlína	<0,001	0,0015	0,015	0,018
S-27	0,4-0,5	1.1 0- 5 až 1.1 0 <sup>-10</sup>	2-3	Povodňová hlína	0,001	0,025	0,22	0,5
S- 121	1,5-1,7	1.10- 7 až 1.10- 10	2-3	Povodňová hlína	<0,001	0,0045	0,011	0,017
S- 123	1,5-1,7	1.10 <sup>-7</sup> až 1.1 0- 10	2-3	Povodňová hlína	<0,001	0,006	0,015	0,018

(Tabulka vlastní, 2017)

**Tabulka č. 13.** Souhrn výsledků laboratorních stanovení

Číslo sondy	Vlhkost $W_n\%$	konzistenční meze					$P_s$
		$W_p\%$	$W_L\%$	$I_p\%$	$I_c$	$I_a$	
S-23	36,3	69	35	34	0,92	1,02	2700
S-26	26,2	37	22	15	0,62	0,73	2700
S-27	39,5	40	27	13	-	1,07	2700
S-121	24,6	44	22	22,0	0,97	0,97	2700
S-123	20,2	40	19,0	21,0	0,92	1,06	2700

(Tabulka vlastní, 2017)

Poznámka:  $W_n\%$  = vlhkost zeminy

$W_L\%$  = vlhkost na mezi tekutosti

$W_p\%$  = vlhkost na mezi plasticity

$I_p$  = stupeň plasticity

$I_c$  = stupeň konzistence

$I_a$  = relativní hutnost

$P_s$  = zdánlivá hustota pevných částic zeminy v  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$



**Tabulka č. 14.** Normové hodnoty podle metodiky ČSN 73 1001 (tuhá konzistence)

Číslo	Popis	Třída	V	$\beta$	$\gamma$	$E_{def}$	$C_{ef}$	$C_u$	$\varphi_u$	$\varphi_{ef}$
S-23	Hlína s vysokou plasticitou	F7	0,42	0,37	20,5	2-4	2-8	40	0	13-17
S-26	Jíl se střední plasticitou	F6	0,40	0,47	21,0	3-6	8-16	50	0	17-21
S-121										
S-123										
S-27	Hlína písččná	F3	0,35	0,62	18,0	5-8	8-16	60	0	24-29

(Tabulka vlastní, 2017)

**Tabulka č. 15.** Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti podle metodiky ČSN 73 1001

Číslo sondy a hloubka odběru	popis	Třída	Rdt- tuhá konzistence kPa
S-23	Hlína s vysokou plasticitou	F7	100
S-26, S-121, S-123	Jíl se střední plasticitou	F6	100
S-27	Hlína písččitá	F3	175

(Tabulka vlastní, 2017)

Na základě výsledků laboratorních stanovení geotechnických vlastností vzorků, reprezentujících zemníky v zátopě horní i dolní hráze a zemník v prostoru pod obcí u hájovny (vzorky ze sond S-121, S-123 a S-26) lze pro budování hrází doporučit sklon návodního svahu hráze 1:3,7 a vzdušného svahu 1:2,2. Sklony návodních svahů mohou záviset na způsobu zpevnění svahů. Při předpokladu zpevnění svahu zapojeným travním drnem nebo pohozem lze jít i nad doporučení ČSN 75 2410 na sklon návodního svahu 1:3,7 a vzdušného svahu 1:2,2. Strmější sklon (až 1:2,7 návodní svah a 1:1,7) vzdušný svah je možné realizovat v případě, že bude v partii, vystavené působení vln při maximální hladině, zpevněna kamennou dlažbou nebo obdobnými vhodnými způsoby.

### 4.2.3 Kvalita vody

Vzorek vody byl odebrán dne 15.11.2016 ve 13 hodin. Během odběru bylo jasno, teplota vzduchu 30 °C. Vzorek byl odebrán přímo do vzorkovnic ve středu obce pod mostkem z hloubky 0,1 m pod hladinou.

Na základě provedených laboratorních rozborů byly zjišťovány základní fyzikální a chemické vlastnosti vody s ohledem na stavební účely. Dle ČSN 73 1215, která ukončila svoji závaznost ke dni 01.01.2004, ale jako metodická pomůcka je pro daný účel vhodná, je agresivita vody na betonové konstrukce nízká koncentrací agresivního CO<sub>2</sub>.

Agresivita na beton - koroze vlivem agresivního prostředí: Voda je dle ČSN EN 206-1 hodnocena jako neagresivní.

Vzhledem k výše uvedeným výsledkům a jejich srovnání s legislativními a etodickými podklady je doporučen obvyklý postup stavebních prací včetně důkladného promíchání betonu a jeho pečlivé aplikace při betonážních pracích (kontrola hutnění s ohledem na těžko přístupné kouty).

### 4.2.4 Závěr

V rámci inženýrsko geologického průzkumu byly provedeny terénní průzkumné práce pro ověření základových poměrů hráze projektovaných poldrů a pro nalezení vhodných zeminů.

Průzkumem bylo zjištěno, že podloží hrází je v prostoru mimo vlastní koryto a mimo podmáčené plochy homogenní a je budováno tuhou prachovitou, respektive jílovito - písčitou až jílovitou hlínou. Tato hlína v hloubce cca 0,4 až 0,6 m pod terénem zvolna přechází v oglejenou půdu tuhou až měkkou a v hloubce 0,9 až 1,7 m pod terénem do jílovitého eluvia podložní horniny. V blízkém okolí koryta potoka a v podmáčených plochách chybí poloha tuhých hlín. Na stavbu dolní hráze lze použít zeminu ze zátopy v mocnosti od 0,2 - 0,5 m. Na stavbu horní hráze lze použít zeminu ze zátopy v mocnosti od 0,2 - 1,7 m, v okolí toku lze však použít pouze zeminu o mocnosti 0,2 - 0,5 m. Zemina, která se vykope navíc bude použita na zasypání starého koryta.

## 5. Diskuse

### 5.1 Orientační údaje stavby

#### 5.1.1 Poldr Nivy

- 1) **Hráz poldru** bude homogenní se sklony svahů návodního líce 1:4 a vzdušného 1:2,2. Délka hráze bude činit 127,6 m s výškou 3,5 m. Koruna hráze bude na kótě 420,50 m n. m.
- 2) **Bezpečnostní přeliv** bude navržen na  $Q_{100}$ , s konstrukční délkou 20,2 m, sklony svahů budou 1:8. Přeliv bude založen v rostlém terénu stabilizačním prahem zlomového kamene na cementovou maltu (hl. 0,8 m). Svahy budou opevněny dlažbou z lomového kamene (tl. 0,3 m) na sucho do štěrkopísku (tl. 0,1 m).
- 3) **Odpad od bezpečnostního přelivu** bude mít délku 70 m, průměrný sklon 3,66 %, sklony svahů 1:2, šířku ve dně 6 m. Odpad bude opevněn dlažbou z lomového kamene (TL. 0,2 m) na sucho do štěrkopísku (tl. 0,1 m).
- 4) **Spodní výpust** bude navržena na  $Q_{20}$ . Odpadní potrubí bude mít profil DN 1500 v průměrném sklonu 1,1 %.
- 5) **Pod spodní výpustí** bude navrženo **zkapacitnění stávajícího koryta** na  $Q_{20}$ . Šířka nového koryta ve dně bude 3 m, hloubka 0,7 m a průměrný sklon 3,0%. Odpad od spodní výpusti bude opevněn dlažbou z lomového kamene (tl. 0,2 m) na sucho do štěrkopísku (tl. 0,1 m).

#### 5.1.2 Poldr Karlovky

- 1) **Hráz poldru** bude homogenní se sklony svahů návodního líce 1:4 a vzdušného 1 : 2,2. Délka hráze bude činit 129,0 m s výškou 4,4 m. Koruna hráze bude na kótě 429,00 m n. m.
- 2) **Bezpečnostní přeliv** bude navržen na  $Q_{100}$ , s konstrukční délkou 20,2 m, sklony svahů jsou 1:8. Přeliv bude založen v rostlém terénu stabilizačním prahem z lomového kamene na cementovou maltu (hl. 0,8 m). Svahy budou opevněny dlažbou z lomového kamene (tl. 0,2 m) na sucho do štěrkopísku (tl. 0,1 m).
- 3) **Odpad od bezpečnostního přelivu** bude mít délku 137 m, průměrný sklon 2,44 %, sklony svahů 1:3, šířku ve dně 20,2 m. Odpad bude opevněn dlažbou z lomového kamene (tl. 0,2 m) na sucho do štěrkopísku (tl. 0,1 m). **Výpustné zařízení** bude představováno uzavřeným prefabrikovaným požerákem DN 500,

průměrný sklon výpustného potrubí bude 1,65 %. Požerák bude vyveden až na úroveň koruny hráze.

### **5.1.3 Revitalizace Biřkovského potoka**

- 1) Revitalizované koryto bude mít šířku ve dně 0,4 m a hloubku 0,3 m, průměrný sklon bude 0,8 %. Koryto bude místně opevněno dlažbou z lomového kamene (tl. 0,2 m) na sucho do štěrkopísku (tl. 0,1 m).
- 2) Stávající drenážní potrubí bude svedeno do nového drenážního potrubí flexibil DN 250, délky 506 m a sklonu 1,0 %, ležícího na dně starého koryta. Staré koryto bude zasypáno. Sběrné drény přerušené revitalizovaným korytem budou podchyceny do ochranného drénu (profilu DN 80, dlouhého 424 m a průměrného sklonu 1,0 %) a vyvedeny do zátopy poldru Karlovky.

## 6. Výsledky

### 6.1 Poldr Nivy

Tabulka č.16 Odhadnuté parametry poldru Nivy

Parametry Nádrže	Nadm. výška (m. n.m.)	Plocha (m <sup>2</sup> )	Objem (m <sup>3</sup> )
Koruna hráze	420,50	0	0
Maximální hladina	420,10	13 545	17 650
Kóta bezpečnostního přelivu	419,50	6 070	8 200
Dno	417,00	0	0

(Tabulka vlastní, 2017)

#### Stavebně technické řešení poldru Nivy

##### SO1 Poldr Nivy

Poldr Nivy je navrhován jako suchá malá vodní nádrž

##### Hráz

Koruna hráze výšky 3,5 m, šířky 3 m, délky 127,6 m bude dosahovat kóty 420,50 m n. m. (viz Výkresová dokumentace - Příloha: D 1 - 1). Návodní líc bude vysvahován ve sklonu 1:4 a vzdušný líc ve sklonu 1:2,2. Spodní stavba tělesa hráze bude založena 0,5 m pod terénem a opatřena zámekem 0,5 m hlubokým. Koruna hráze a oba dva svahy budou zatravněny. Trvalý travní porost na tělese hráze bude pravidelně sečen z důvodů vyvinutí zapojeného travního drnu. Pro zabránění povrchové eroze, po dokončení stavby před úplným zapojením travního drnu, je doporučeno chránit povrch svahů hráze ochrannou geotextilií nebo jutovou tkaninou. Veškerá vzrostlá vegetace, nacházející se v půdorysu budoucího tělesa hráze, bude odstraněna.

Zemník pro výstavbu hráze se bude nacházet v budoucí zátopě a v případě nedostatku zeminy ze zátopy na obecním pozemku p.č.: 1754 (k.ú. Biřkov viz. příloha C 3). Z inženýrsko geologického průzkumu vyplývá, že zemina ze zemníku je nebezpečně namrzavá a nepropustná. Z tohoto důvodu bude návodní i vzdušný líc a koruna hráze opatřena ochrannou šterkopískovou vrstvou mocnosti 0,2 m. Svodné drény zasahující do půdorysu budoucí hráze (viz Výkresová dokumentace - Příloha:

D 1 - 1) budou podchyceny a vyvedeny do zátopy poldru, případně do bezpečnostního přelivu.

**Tabulka č.: 17** Základní parametry hráze poldru Niva

Kóta koruny hráze	420,50 m. n.m.
Kóta bezpečnostního přelivu	419,50 m. n.m.
Kóta maximální hladiny	420,10 m. n.m.
Kóta dna v zátopě v místě spodní výpusti	417,60 m. n.m.
Délka hráze v koruně	127,6 m
Šířka hráze v koruně	3 m
Sklony svahů hráze - návodní	1:4
Sklony svahů hráze - vzdušní	1:2,2

(Tabulka vlastní, 2017)

### **Spodní výpust'**

Spodní výpust' bude představována trubním vedením DN 1500 cca 21,6 m dlouhým, které bude na obou stranách zakončeno čelem ze zdiva z lomového kamene na cementovou maltu s s betonovou římsou. Terén v zátopě v okolí vtokového čela do spodní výpusti bude upraven tak, aby se dno výpusti nacházelo v nejnižším bodě údolní prohlubně, a tak jako celá zátopa bude zatravněn. Zvoleným průtočným profilem bude při sklonu 1,1 % protékat  $Q_{20} = 11,6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Odpad od spodní výpusti naváže na nově vybudované koryto o sklonu 3,0 %, hloubce 0,7 m šířce ve dně 3 m. Svahy nového koryta budou 1:2, opevněny dlažbou z lomového kamene (tl. 0,2 m) na sucho do štěrkopísku (tl. 0,1 m).

### **Bezpečnostní přeliv**

Bezpečnostní přeliv bude situován do levého zavázání hráze poldru. Hrana přelivu bude na kótě bezpečnostního přelivu (419,50 m n. m.). Přeliv bude široký 20,2 m (konstrukční délka) se sklonem svahů 1:8 (viz - Výkresová dokumentace - Příloha: D 1 - 4 a výpočtová část - Příloha: B 3). Přepadová hrana přelivu bude stabilizována zaobleným prahem z lomového kamene na cementovou maltu (0,4 m širokým a 0,8 m hlubokým), na který plynule naváže odpad od bezpečnostního

přelivu o sklonu 3,66 % a délce cca 70 m. Odpad bude opevněn dlažbou z lomového kamene do šterkopísku. Levý i pravý břeh odpadu bude stabilizován opěrnou hrázkou. Levá hrázka bude mít šířku 2,5 m a pravá 2,0 m se sklony svahů 1:2. Odpad od bezpečnostního přelivu je navržen na kapacitu  $Q_{100}$  a bude zaústěn do odpadu od spodní výpusti cca 30 m pod hrází.

### **Těžba zeminy ze zemníku**

Zemina potřebná na vybudování tělesa hráze bude odtěžena ze zátopy poldru v rámci zvětšení retenčního prostoru poldru. Je předpokládáno, že na stavbu bude zapotřebí cca 3 300 m<sup>3</sup> zeminy z prostoru zátopy. Vytěžená zemina ze zátopy by měla pokrýt množství potřebné na stavbu tělesa hráze.

### **Úpravy ve zdrži poldru**

Těžištěm úprav ve zdrži bude těžba zeminy ze zemníku v zátopě poldru. Zemina bude o sejmutí ornice odtěžena ze zátopy poldru v rámci zvětšení retenčního prostoru. Dotčená plocha zátopy bude zpětně pokryta ornici. Podél hranice maximální hladiny bude vytvořen ochranný travní pás cca 20 m. Vzrostlá vegetace v údolní prohlubni vodoteče bude zachována. Trvalý travní porost v zátopě bude pravidelně sečen z důvodů vyvinutí zapojeného travního drnu. Tuto činnost bude zajišťovat správce toku Povodí Vltavy, státní podnik.

### **Obslužná komunikace k poldru**

Obslužná komunikace bude mít šířku 3,5 m.

Konstrukční vrstvy nové komunikace:

- vsypný makadam (tl. 100 mm)
- vibrovaný štěrk (tl. 200 mm)
- štěrkodrt' (tl. 200 mm)

## 6.2 Poldr Karlovky

Tabulka č.18. Odhadnuté parametry poldru Karlovky

Parametry Nádrže	Nadm. výška (m. n.m.)	Plocha (m <sup>2</sup> )	Objem (m <sup>3</sup> )
Koruna hráze	429,00	0	0
Maximální hladina	428,60	44 927	80 290
Kóta bezpečnostního přelivu	428,00	33 062	50 420
Dno	424,60	0	0

(Tabulka vlastní, 2017)

### Stavebně - technické řešení

#### SO2 Poldr Karlovky

Poldr Karlovky je navrhován jako nádrž se stálou vodní hladinou.

#### Hráz

Koruna hráze výšky 4,4 m, šířky 3 m, délky 129,0 m bude dosahovat kóty 429,00 m n. m. (viz Výkresová dokumentace - Příloha: D 2 - 1). Návodní líc bude vysvahován ve sklonu 1:4 a vzdušný líc ve sklonu 1:2,2. Spodní stavba tělesa hráze bude založena 0,5 m pod terémem a opatřena zámekem 0,5 m hlubokým. Do paty vzdušného líce bude uloženo do štěrkopískového obsypu flexibilní drenážní potrubí DN 100 z PVC-U (viz Výkresová dokumentace - Příloha D 2 - 4), které bude vyústěno do odpadu od spodní výpusti. Koruna hráze a oba dva svahy budou zatravněny. Travní porost na návodním líci bude zasahovat po hladinu stálého nadržení 427,00 m. n. m. Trvalý travní porost na tělese hráze bude pravidelně sečen z důvodů vyvinutí zapojeného travního drnu. Pro zabránění povrchové eroze, po dokončení stavby před úplným zapojením travního drnu, je doporučeno chránit povrch svahů hráze ochrannou geotextilií nebo jutovou tkaninou. Veškerá vzrostlá vegetace, nacházející se v půdorysu budoucího tělesa hráze, bude odstraněna.

Zemník pro výstavbu hráze se bude nacházet v budoucí zátopě a v případě nedostatku zeminy ze zátopy na obecním pozemku p. č. 1754 (k.ú. Biřkov viz mapová část Příloha C 3). Z inženýrsko geologického průzkumu vyplývá, že zemina ze zemníku je nebezpečně namrzavá a nepropustná. Z tohoto důvodu bude návodní i



vzdušný líc a koruna hráze opatřena ochrannou štěrkopískovou vrstvou mocnosti 0,2 m. Svodné drény zasahující do půdorysu budoucí hráze (viz Výkresová dokumentace - Příloha: D 2 - 1) budou podchyceny a vyvedeny do zátopy poldru, případně do bezpečnostního přelivu.

**Tabulka č. 19.** Základní parametry hráze poldru Karlovky

Kóta koruny hráze	429,00 m. n.m.
Kóta bezpečnostního přelivu	428,00 m. n.m.
Kóta maximální hladiny	428,60 m. n.m.
Kóta dna v zátopě v místě spodní výpusti	424,86 m. n.m.
Délka hráze v koruně	129,0 m
Šířka hráze v koruně	3 m
Sklony svahů hráze - návodní	1 : 4
Sklony svahů hráze - vzdušní	1 : 2,2

(Tabulka vlastní, 2017)

### **Výpustné zařízení**

Výpustné zařízení bude představováno uzavřeným prefabrikovaným požerákem DN 500. Odpadní potrubí bude mít délku cca 29,5 m a sklon 1,65%, na obou stranách bude zakončeno čelem ze zdiva z lomového kamene na cementovou maltu s betonovou římsou. Terén v zátopě v okolí vtokového čela do spodní výpusti bude upraven tak, aby se dno výpusti nacházelo v nejnižším bodě údolní prohlubně. Zátopa bude zatravněna po hladinu stálého nadržení 427,00 m n. m. Zvoleným průtočným profilem bude při sklonu 1,65 % protékat 219 l/s. Odpad od spodní výpusti naváže na staré koryto Biřkovského potoka.

### **Bezpečnostní přeliv**

Bezpečnostní přeliv bude situován do levého zavázání hráze poldru. Hrana přelivu bude na kótě provozní hladiny (428,00 m. n. m.). Přeliv bude široký 20,2 m (konstrukční délka) se sklonem svahů 1:8 (viz - Výkresová dokumentace - Příloha: D 2 - 4 a výpočtová část - Příloha: B 7). Přepadová hrana přelivu bude stabilizována zaobleným prahem z lomového kamene na cementovou maltu (0,4 m širokým a 0,8

m hlubokým), na který plynule naváže odpad od bezpečnostního přelivu o sklonu 2,44 % a délce cca 137 m. Odpad bude opevněn dlažbou z lomového kamene do šterkopísku. Levý i pravý břeh odpadu bude stabilizován opěrnou hrázkou. Levá i pravá hrázka bude mít šířku 2,0 m se sklony svahů 1:2. Odpad od bezpečnostního přelivu je navržen na kapacitu  $Q_{100}$  a bude zaústěn do stávajícího rybníka ve vlastnictví firmy ASAVET.

### **Těžby zeminy ze zemnůk**

Zemina potřebná na vybudování tělesa hráze bude odtěžena ze zátopy poldru v rámci zvětšení retenčního prostoru poldru. Je předpokládáno, že na stavbu bude zapotřebí cca 5 700 m<sup>3</sup> zeminy z prostoru zátopy. Vytěžená zemina ze zátopy by měla pokrýt množství potřebné na stavbu tělesa hráze.

### **Úpravy ve zdrži poldru**

Těžištěm úprav ve zdrži bude těžba zeminy ze zemnůku v zátopě poldru. Zemina bude po sejmutí ornice odtěžena ze zátopy poldru v rámci zvětšení retenčního prostoru. Dotčená plocha zátopy bude zpětně pokryta ornici po hladinu stálého nadržení 427,00 m n. m. Podél hranice maximální hladiny bude vytvořen ochranný travní pás cca 20 m. Vzrostlá vegetace v údolní prohlubni vodoteče bude zachována. Trvalý travní porost v zátopě bude pravidelně sečen z důvodů vyvinutí zapojeného travního drnu.

### **Obslužná komunikace k poldru**

Obslužná komunikace bude mít šířku 3,5 m.

Konstrukční vrstvy nové komunikace:

- vsypný makadam (tl. 100 mm)
- vibrovaný šterk (tl. 200 mm)
- šterkodrt' (tl. 200 mm)

## **6.3 Revitalizace Biřkovského potoka**

**Stavebně - technické řešení**

**SO3 revitalizace Biřkovského potoka**

### **Koryto revitalizovaného toku**

Revitalizované koryto bude mít šířku 0,4 m a hloubku 0,3 m, průměrný sklon bude 0,8 %. Sklony svahů jsou navrženy 1:3. Koryto bude v konkávních březích opevněno dlažbou z lomového kamene (tl. 0,2 m) na sucho do šterkopísku (tl. 0,1 m). Na toku se budou střídát brodové a tůňové úseky. Revitalizace bude ukončena u hladiny stálého nadržení poldru Karlovky.

### **Drenážní potrubí**

Stávající drenážní potrubí bude svedeno do nového drenážního potrubí flexibil DN 250, délky 506 m a sklonu 1,0 %, ležícího na dně starého koryta. Staré koryto bude zasypáno. Sběrné drény přerušené revitalizovaným korytem budou podchyceny do ochranného drénu profilu DN 80, dlouhého 424 m a sklonu 1,0 %.

### **Výsadba**

Kolem revitalizovaného toku bude vytvořen ochranný travní pás šířky 10 m a provedena výsadba stromů a keřů. Je navržena tato druhová skladba: svída krvavá (*Cornus sanguinea*), brslen evropský (*euonymus europaeus*), topol osika (*Populus tremula*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), hloh obecný (*Crataegus laevigata*) a krušina olšová (*Frangula Aldus*).

### **Těžba zeminy**

Revitalizované koryto bude vytvořeno zcela v nové trase. Z nového koryta se vytěží cca 700 m<sup>3</sup> zeminy. Na zasypání starého koryta bude potřeba cca 9800 m<sup>3</sup> zeminy, zeminu lze použít jakoukoliv, která bude dostupná v dané lokalitě.

## **6.4 Zařízení staveniště**

Obvod staveniště je rámcově vyznačen na přiložených katastrálních mapách v měřítku 1:2000 (viz Příloha mapová část: Výkresová dokumentace C 4, C 5, C 6, C 7).

## 6.5 Koncepce provádění zemních prací

Zemní práce na staveništi bude třeba provádět pomocí takové techniky, která je maximálně mobilní, výkonná a přitom splňuje požadavky investora a ochrany přírody. Je nutné dodržovat maximální ohleduplnost k porostům v údolní prohlubni, které budou zachovány, a k okolní přírodě. Standardně je u mechanismů pohybujících se na staveništi vyžadováno používání ekologických olejů.

### **Postup výstavby**

#### Poldr Nivy, Karlovky

Po zahájení stavby bude nejdříve započato s pracemi v rámci odtěžení zeminy ze zátopy poldru. V průběhu těchto prací bude připravena plocha pro výstavbu tělesa hráze a realizována spodní výpusť spolu s jejím odpadem. Následně bude vybudováno těleso hráze včetně bezpečnostního přelivu a jeho odpadu.

#### Revitalizace Biřkovského potoka

Po zahájení stavby bude nejdříve započato s pracemi v rámci vytěžení zeminy v trase nového koryta. Dále bude koryto místně opevněno dlažbou z lomového kamene (tl. 0,2 m) na sucho do štěrkopísku (tl. 0,1 m). Jako poslední bude provedena plánovaná výsadba dřevin, osetí přiléhajícího 20 m širokého pásu travním semenem a zasypání starého koryta.

## 7. Závěr

Díky výstavbě "revitalizace toku Biřkov" by došlo k částečnému vyřešení tíživé situace před povodněmi. Zadržít se voda v krajině a zpomalí se odtok vody z území. Výstavbou a následným začleněním díla do krajiny se zde vytvoří krajina pestrá, jak na rostlinné tak na živočišné druhy. V případě výstavby mnou navrhovaných poldrů a části revitalizace Biřkovského potoka by bylo nutné ke kolaudaci třeba zajistit vypracování manipulačních a provozních řádů nádrží, které budou provázeny a posuzovány s povodňovým plánem obce Biřkov. Dále by dle mé úvahy nad řešenou problematikou v diplomové práci bylo vhodné zkapacitnit navazující úsek Biřkovského potoka pod poldrem Nivy na  $Q_{20}$ . Oba navrhované poldry včetně rybníka ASAVET pojmu 14% stoleté povodňové vlny.

## 8. Literatura

BENNET, A.F. 1996.: Habitat corridors and the conservation of small mammals in a fragmented forest environment. *Landscape Ecology*, 4: 106-122.

COOKE, G.D., WELCH, E.B., PETERSON, S.A., NEWROTH, P.R. 1993.: *Restoration and Management of Lakes and Reservoirs*. 2nd edition. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA.

CZUDEK, T., ed.: Geomorfologické členění ČSR = Geomorphological division of the Czech Socialist Republic: [sborník]. [Praha]: Academia, 1972. 137, [3] s. *Studia geographica*; sv. 23.

DEMEK, J, a kolektiv. *Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny*. Brno : Academia, 1987. 584 s.

EHRlich, P. (2005) *Vodní hospodářství II., Vodní toky*. Vodňany: Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie, 2005 ISBN 80-239-4916-0 (s.177)

EHRlich, P., GERGEL, J., ONDR, P. *Revitalizační úpravy drobných vodních toků, Zájmové vydání pro potřeby Katedry PÚPN JČU- Zemědělské fakulty, České Budějovice 2003 (s.53)*

GERGEL, J., BENEŠOVÁ, J., BŘEZINA, K.B., EHRlich, P.: *Revitalizace drobných vodních toků*. VÚMOP, Praha 1999.

GERGEL, J., EHRlich, P.: *Možnosti hodnocení účinnosti revitalizace drobných vodních toků – In: Nemeč, J. (ed.): Krajinotvorné programy (sborník)*. Envi Typo, Příbram. 1999.

HARTMAN, P., *Hydrobiologie*. Praha: INFORMATORIUM, spol. s r.o., 1998, 174s ISBN 80-7333-046-6.

HUDEC, K., HUSÁK, Š., JANDA, J.: *Mokřady České republiky*. Český ramsarský výbor, Třeboň 1995.

JUST, T. (2003) *Revitalizace vodního prostředí*, Praha AOPK ČR, 2003, (s.144)

JUST, T. Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. [Praha]: Český svaz ochránců přírody, 2006. 359 s. ISBN 80-239-6351-1.

JŮVA, K. a kol.: Vodohospodářské meliorace. Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1964.

KOVÁŘ, P.: Úpravy toků. VŠZ, Praha 1976. 155 s. ISBN 978-80-214-3942-9

KRAVKA, M.; ŠLEZINGR, M.; FIALOVÁ, J.; MARKOVÁ, J.; VYSKOT, I.; DOMOKOŠOVÁ, K. Úprava malých vodních toků v krajině a lesnické meliorace. Úprava malých vodních toků v krajině a lesnické meliorace. 1. Brno: MZLU v Brně, 2009. s. 1-138. ISBN: 978-80-7375-337- 5.

KRÁLOVÁ, H.: Řeky pro život. Revitalizace řek a péče nivní biotopy. ZO ČSOP Veronica, Brno 2001. 173 s.

KRECHT, J.: Zákon o vodách (vodní zákon) č. 254/2001 SB., s důvodnou zprávou a poznámkami. Praha IFEC 2002

KREŠL, J.: Hydrologie, skriptum MZLU Brno 2001. s. 86. KRETOVÁ, H., NOVÁKOVÁ, J.: Možnosti revitalizace drobných vodních toků řešení na příkladu dvou případových studií. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické university Ostrava 2006. 236 s.

KŘIVÁNEK, J. NĚMEC, J. KOPP, J. KYZLÍK, P.: Drobné vodní toky v ČR, Praha 2014. 285 s.

KVÍTEK, T. *Zemědělské meliorace*. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2006. 165 s. ISBN 80-7040-858-8.

LEGÁT, V.: Umělé mokřady s čistícím efektem- kořenové čistírny odpadních vod. Sborník semináře Krajina a voda. Veselí nad Moravou 1992. 206 s.

MÍCHAL, I., LOW, J., Krajinný ráz. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce 2003, 552 s. ISBN 80-86386-27-9

NĚMEC, J.: Voda v České republice 2006

NĚMEC, J.: Vodstvo a podnebí v ČR 2004

O'CONNOR, R.I, SHRUBB, M.: Farming and Birds. Cambridge Univ. Press, cambridge 1986.

POKORNÝ, D.: Informační systém VODA České republiky. Praha, Ministerstvo zemědělství, ISBN 978-80-7084-667-4, 2008. 190 s.

RAPLÍK, M., VÝBORA, P. a MAREŠ, K.: Úprava tokov: vysokoškolská učebnica pre stavebné fakulty vysokých škol. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1989. 639 s. Edícia stavebníckej literatúry.

SKLENIČKA, P.: Základy krajinného plánování. Vyd. 2. Praha: Naděžda Skleničková, 2003. 321 s. ISBN 80-903206-1-9.

SKLENIČKA, P.: Obětujeme krajinu, abychom ji zachránili? Ochrana přírody, Praha 2001.

SKLENIČKA, P., KUNEŠ, K. 1998.: Zakládání a rekonstrukce biotopů na odvodněných pozemcích. Ochrana přírody, 10: s. 306-308.

STRNADOVÁ, N., JANDA, V.: Technologie vody. 1. VŠCHT Praha 1995. 147 s.

ŠLEZINGR, M.: Stabilizace říčních ekosystémů. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010. 353 s. ISBN 80-7204-403-6.

ŠLEZINGER, M.: Revitalizace toků 2010 – příspěvek k problematice úprav vodních toků – Miroslav Šlezinger, vydalo Vysoké učení technické v Brně, nakladatelství VUTIUM, 2010, 255 s. ISBN 978-80-214-3942-9.

ŠTEFÁČEK S.: Encyklopedie vodních toků Čech, Moravy a Slezka, baset, Praha (2008). 167 s.

ŠTĚRBA, O. et. al.: Říční krajina a její ekosystémy. UP Olomouc 2008. 226 s.

ŠTĚPÁN, L., KŘIVANOVÁ, M.: Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách. Historie a technika vodních a větrných mlýnů, hamrů, pil, valch, olejen, stoup. Praha 2000. 324 s.



TLAPÁK, V., ŠÁLEK, J., LEGÁT, V.: Voda v zemědělské krajině 1992. 318 s. ISBN 80-209-0232-5

VOPRAVIL, Jan. Půda a její hodnocení v ČR. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2009-2011. 148 s. ISBN 808-73-6102-451-4

VRÁNA, K., et al.: Revitalizace krajiny. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2009. 150 s. ISBN 978-80-7394-160-4.

VRÁNA, K.: Revitalizace malých vodních toků- součást péče o krajinu. Konsult, Praha 2004. 164 s.

ZÁKON č. 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny.

ZÁKON č. 254/2001 Sb. O vodách a o změně jiných zákonů (Zákon o vodách)

ZUNA, J.: Vliv úprava revitalizací potočních koryt a niv na odtok velkých vod. Sborník konference Krajinotvorné programy. Příbram 1999. 156 s.

ZUNA, J.: Zpomalení odtoku vody účinnou drsností stěn koryta, Zpráva VII-3-7-03 VE 02, Jičín 1987. 174 s. ISBN 80-239-6351- 1.

ZUNA, J.: Vodní toky s malým povodím a jejich úpravy ve vztahu k životnímu prostředí, Vodní hospodářství, řada A, č.8, Praha 1989.

#### **Internetové zdroje:**

Mapy.cz [online]. [cit. 2015-02-08]. Dostupné z [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

RegionalSustainableEnergyPolicy - [www.restep.cz](http://www.restep.cz)

Ministerstvo zemědělství - [www.mze.cz](http://www.mze.cz)

Ministerstvo životního prostředí - [www.env.cz](http://www.env.cz)

Vodohospodářský informační portál - [www.voda.mze.cz](http://www.voda.mze.cz)

## **9. Přílohy**

**A FOTODOKUMENTACE**

**B VÝPOČTOVÁ ČÁST**

**C MAPOVÁ ČÁST**

**D VÝKRESOVÁ ČÁST**