

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace  
Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí  
Zadávající katedra: Katedra krajinného managementu  
Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Zpracování studie revitalizace malé vodní  
nádrže**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jana Moravcová, Ph.D.  
Autor: Bc. Tomáš Kopřiva

České Budějovice, 2017

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš KOPŘIVA**

Osobní číslo: **Z15331**

Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**

Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**

Název tématu: **Zpracování studie revitalizace malé vodní nádrže**

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 malé vodní nádrže a jejich historický vývoj.

Typické prvky malých vodních nádrží.

Možnosti řešení revitalizací malých vodních nádrží.

Možnosti financování revitalizačních akcí.

Praktická část Výběr vodního díla pro zpracování studie na jeho obnovu.

Charakteristika historie vybraného vodního díla.

Popis zájmové lokality v rozsahu zpracování dokumentace pro získání dotace na obnovu vodního díla.

Návrh postupu revitalizace a technické řešení malé vodní nádrže.

Návrh postupu obnovy a technické řešení umělých i přirozených vodotečí souvisejících s vodním dílem.

Návrh na údržbu a doplnění zeleně v okolí vodní nádrže.

Možnosti oživení malé vodní nádrže po provedení revitalizace.

Možnosti financování revitalizační akce.

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

Seznam odborné literatury:


- DAVIE, T. 2008. Fundamentals of hydrology. Oxon: Routledge. 200 s. ISBN 978-0415220286. .
- JUST, T. 2003. Revitalizace vodního prostředí. Praha: AOPK ČR. 144 s. ISBN 80-86064-72-7.
- VRÁNA, K. 2004. Revitalizace malých vodních toků, Praha: MŽP ČR. 60 s. ISBN 80-902132-9-4.
- NOVOTNY, V. 2003. Water Quality. New Jersey: John Wiley Sons. 888 s. ISBN 0-471-39633-8. .
- NOVOTNY, V., CHESTERS, G. 1981. Handbook of nonpoint pollution sources and management. New York: Van Nostrand Reinhold Company. 555 s. .
- ŘÍHA, J., DOLEŽAL, P., JANDORA, J., OŠLEJŠKOVÁ, J., RYL, T. 2002. Jakost vody v povrchových vodních tocích a její matematické modelování. Brno: NOEL 2000, s.r.o. 269 s. ISBN 80-86020-31-2. .
- VASILIEV, O. F., VAN GELDER, P. H. A. J. M., PLATE, E. J., BOLGOV, M. V. (Eds.). 2007. Extreme hydrological events: New concepts for security. Dordrecht: Springer. 500 s. ISBN 978-1-4020-5740-3. .
- WESTRICH, B., FÖRSTNER, U. (Eds.). 2007. Sediment Dynamics and Pollutant Mobility in Rivers. New York: Springer. 430 s. ISBN 978-3-540-34785-9. .
- Časopisy Journal of Hydrology, Hydrological Processes, Water Research, Soil and Water Research, Vodní hospodářství .

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


Datum zadání diplomové práce: 14. března 2016

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2017

JIHOČESKÁ UNIVERZITA   
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentůvká 1888, 370 05 České Budějovice

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

L.S.

  
doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 14. března 2016

*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 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 21.4.2017*

.....  
*Tomáš Kopřiva*

### ***Poděkování***

*Rád bych poděkoval vedoucí mé diplomové práce Ing. Janě Moravcové Ph.D.  
za odbornou pomoc a ochotu během tvorby této práce.*

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá problematikou spojenou s revitalizací malých vodních nádrží. Tyto vodní nádrže jsou významnými krajinnými prvky, které mají podstatný vliv na udržení či zvýšení druhové diverzity celého území. Práce obsahuje teoretickou a praktickou část. V teoretické části nalezne čtenář definici, členění, historii ale třeba i typické prvky malých vodních nádrží. Praktická část obsahuje konkrétní příklad návrhu revitalizace malé vodní nádrže, rybníka Cikán v k.ú. Zahrádka u Mirkovic.

**Klíčová slova:** Malá vodní nádrž, rybník, revitalizace, obnova

## **Abstract**

This thesis deals with the problems associated with the revitalization of small water reservoirs. These water tanks are important landscape elements that have a significant impact on maintaining or increasing species diversity of the entire area. The thesis contains theoretical and practical part. In the theoretical part the reader will find the definition, classification, history, but also the typical elements description of small water reservoirs. The practical part contains a specific design example of revitalization of a small reservoir, The Gypsy pond in the cadastral region of Zahrádka by Mirkovice.

**Keywords:** Small water deposit, pond, revitalization, renewal

## OBSAH

1. Úvod.....	9
2. Literární přehled.....	10
2.1 Základní pojmy spojené s problematikou.....	10
2.2 Definice a členění malých vodních nádrží.....	11
2.3 Historický vývoj malých vodních nádrží.....	13
2.4 Typické prvky malých vodních nádrží.....	14
2.4.1 Hráz.....	14
2.4.2 Zátopný prostor.....	16
2.4.3 Funkční objekty.....	18
2.4.4 Sdružené funkční objekty.....	20
2.4.5 Speciální objekty.....	20
2.5 Význam a důvody revitalizace.....	20
2.6 Možnosti řešení revitalizací malých vodních nádrží.....	21
2.6.1 Základní revitalizační opatření malých vodních nádrží.....	22
2.7 Hydroekologická studie.....	27
2.8 Možnosti financování revitalizačních akcí.....	30
3. Cíle diplomové práce.....	32
4. Metodika.....	32
4.1 Materiál.....	32
4.1.1 Lokalizace.....	32
4.2 Metodika.....	33
5. Výsledky a diskuze.....	36
5.1 Charakteristika povodí.....	36
5.1.1 Klima.....	36
5.1.2 Geologie.....	38
5.1.3 Geomorfologie.....	39
5.1.4 Flóra a fauna.....	39
5.2 Popis povodí.....	39
5.2.1 Všeobecné informace:.....	39
5.2.2 Charakter povodí.....	40
5.2.3 Popis land-use.....	41
5.2.4 Zalesněnost.....	42
5.2.5 Plocha odvodnění.....	42
5.2.6 Nádrže v povodí.....	42
5.3 Popis toku.....	42

5.3.1	Celkový popis toku .....	42
5.4	Stanovení mezních průtoků.....	43
5.4.1	Výpočet $Q_{100}$ v povodí Mirkovického potoka dle Čerkašina.....	43
5.4.2	Výpočet průtoků $Q_1, Q_2, Q_3, Q_{10}, Q_{20}, Q_{50}$ .....	43
5.4.1	Výpočet $Q_{100}$ v povodí Rybníku Cikán dle Čerkašina.....	43
5.4.2	Výpočet průtoků $Q_1, Q_2, Q_3, Q_{10}, Q_{20}, Q_{50}$ .....	43
5.4.3	Podélný profil toku.....	44
5.4.1	Podélný profil náhonu .....	45
5.5	Výpočet smyvu půdy z pozemků.....	46
5.6	Rybník Cikán .....	48
5.6.1	Historický vývoj.....	48
5.6.2	Údaje o území .....	49
5.6.3	Údaje o stavbě.....	51
5.6.4	Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení .....	53
5.7	Návrh postupu revitalizace a technické řešení malé vodní nádrže .....	54
5.7.1	Odbahnění .....	54
5.7.2	Rekonstrukce hráze .....	54
5.7.3	Rekonstrukce výpusti .....	55
5.7.4	Rekonstrukce bezpečnostního přelivu.....	56
5.7.5	Ozelenění nádrže.....	58
5.8	Návrh postupu revitalizace a technické řešení vodotečí souvisejících s vodním dílem.....	58
5.8.1	Rekonstrukce náhonu .....	58
5.9	Možnosti oživení malé vodní nádrže po provedení revitalizace.....	60
5.10	Možnosti financování revitalizační akce.....	61
5.11	Diskuze.....	62
6.	Závěr .....	63
7.	Zdroje .....	64
8.	Přílohy .....	69



## 1. Úvod

Voda, představitel jednoho ze čtyř přírodních živlů, je významným faktorem, ovlivňujícím život na Zemi. Již v dávných dobách byla považována za element s jistou nadpřirozenou magickou silou, která má schopnost jak pomáhat, tak i ničit. Když se podíváme do historie, můžeme sledovat dva rozdílné vztahy k vodě. Jednou se k vodě přistupuje jako k ničivému živlu, před kterým je nutno se chránit, podruhé jako k životadárnému zdroji. Díky četným zkušenostem a bohaté historii se mohl vyvinout široký obor vodního hospodářství a vodního stavitelství. Na základě hodnocení fungování celkového systému biosférických zdrojů (sluneční záření, půda, voda, vzduch, nerostné bohatství, fauna a flora) by se zdálo, že celkové zásoby vody na Zemi jsou nevyčerpatelné, ovšem hodnotíme-li tento fakt z regionálního hlediska, dojdeme k závěru, že se jedná o zdroj vyčerpatelný a nenahraditelný. Toto je ovlivňováno geografickou polohou, časem, množstvím a polohou (ŘÍHA, 1987).

Voda vyskytující se na Zemi se označuje souhrnně jako hydrosféra. Ta se dále dělí podle toho, kde se voda vyskytuje na vodu atmosférickou (pára, vzdušná vlhkost), vodu povrchovou (oceány, moře, močály atd.), podpovrchovou, podzemní prameny a vodu obsaženou v organizmech. Voda je na Zemi v uzavřeném, neustále cirkulujícím pohybu, který nazýváme hydrologický cyklus nebo koloběh. S tímto cyklem je spojena též přirozená změna skupenství vody. Důležitým zdrojem pohybu vody je Slunce a gravitace Země (ŠILAR, 1996).

Základním zdrojem a zásobárnou vody na Zemi je oceán. Můžeme říci, že celkové množství vody na Zemi je neměnné. Přirozeného koloběhu vody se účastní pouze 0,4% z veškerého vodstva. Z regionálního hlediska, vezmeme-li poměry v České republice, jsou hlavním zdrojem vody atmosférické srážky. Zásoby vody pak nalezneme v půdě, vodních nádržích a podzemních vodách (KREŠL, 2001).

## 2. Literární přehled

### 2.1 Základní pojmy spojené s problematikou.

**Renaturace** neboli znovu zpřírodnění, nebo také znovu oživení, je navrácení určité části krajiny do přirozeného či přírodě blízkého stavu. Jde o posílení přírodních a krajinářských hodnot a zároveň o příznivé ovlivnění vodohospodářských funkcí vodního prostředí. Jedná se buď o přirozenou tedy neřízenou renaturaci, nebo o renaturaci realizovanou člověkem, a tedy řízenou renaturaci (KUPEC a kol., 2009).

**Revitalizace** už ve spojení s krajinou či vodními toky se rozumí obnova přirozeného stavu dané lokality nebo systému, popřípadě úprava do stavu přírodě blízkého. Lze jí těž chápat jako obnovu, oživení něčeho nefunkčního či zchátralého (DOSTÁL, 2008). Obecně se pod pojmem revitalizace míní obnovení původních ekologických funkcí krajiny a s nimi i návrat přirozených společenstev rostlin a živočichů (GERGEL a HUSÁK, 1997).

**Povodí** je základní hydrologickou oblastí, ve které zkoumáme odtokový proces a zjišťujeme vzájemný vztah bilančních prvků. Zároveň je hydrologicky uzavřenou oblastí v krajině, z níž veškeré srážky spadlé na povrch odtékají určitým tzv. uzávěrovým profilem. Toto území je omezené rozvodnicí, tj. myšlenou čarou, probíhající po obvodových nejvyšších místech, úbočích, vrcholech, hřbetech a sedlech tak, že odděluje sousední povodí (KVÍTEK a kol., 2006).

**Vodní nádrž** je omezený prostor určený k hromadění vody za účelem jejího pozdějšího využití, k zachycení povodňových průtoků pro ochranu údolí pod nádrží, k vytvoření vodního prostředí nebo k úpravě vlastností vody. Nádrže lze dělit na přírodní a umělé. Přírodní nádrž je prohlubeň, pánev nebo dutina plněná vodou, která vznikla v přírodě bez zásahu člověka. Umělá nádrž vznikla zásahem člověka do přírodních poměrů (STARÝ, 1990).

**Malá vodní nádrž** je nádrž, jejíž objem po hladinu ovladatelného prostoru není větší než 2 miliony m<sup>3</sup> a největší hloubka vody nepřesahuje 9 m (MALÉ VODNÍ NÁDRŽE – RYBNÍKY, 2016).

## 2.2 Definice a členění malých vodních nádrží

Nádrže pomáhají řešit širokou škálu problémů vyplývajících ze změn klimatu. Hlavním problémem je však nestálost hydrologických podmínek (LEE A KOL., 2013). Budováním nádrží odčिňujeme chyby v podobě odlesnění, regulace a jiných činů, kterými jsme v minulosti připravili krajinu o potřebné množství vody. V dnešní situaci jsou nádrže prakticky jedinou reálnou možností na řešení potíží s vodou (ŠTĚRBA, 1986).

Na našem území se ve druhé polovině 20. století budovaly vodní nádrže, jejichž hlavní funkce je jiná než rybochovná. Byly budovány za účelem retence vody, zdroje vody pro závlahu, sedimentace atd. Proto se zavedl obecný termín „malé vodní nádrže“, do kterých spadaly i rybníky. Vznikla příslušná norma ČSN 75 2410 „Malé vodní nádrže“. Pojem malé vodní nádrže označuje všechny umělé vytvořené nádrže, jejichž hráze jsou sypané a u nichž maximální výška vodní hladiny nepřesahuje 9 m a objem zadržované vody nepřesahuje 2 miliony m<sup>3</sup> při provozní hladině. Velice důležité je si uvědomit, že rybníky jsou v širším mezinárodním významu chápány jako dílčí součást výrazu „mokřady“ (POKORNÝ, 2015). Mezi mokřady lze také zahrnout zemědělské odvodňovací příkopy, které jsou většinu času zamokřené (JIA A KOL., 2011). Takovéto mokřady jsou budovány pro zachytávání nečistot pocházejících ze zemědělských aktivit a také slouží jako zásobárna vody (OCKENDEN A KOL., 2012).

Podle HANCOCK (2009) jsou rybníky hojně využívány i k regulaci odtoku, ovšem jejich kapacita nebývá často dostatečná k zadržení většího množství vody, například při prudkých deštích nebo povodních. BLAŽEK a kol. (2006) uvádí, že v roce 2002 zadržela rybniční soustava na Třeboňsku, čítající 392 rybníků, 1000letou povodeň. Zmiňovaná soustava zadržela 148 milionů m<sup>3</sup> vody, přičemž retenční schopnost tří největších údolních nádrží v Jihočeském kraji činí 76,8 milionů m<sup>3</sup>.

Malé vodní nádrže lze dělit podle různých kritérií, například krajině ekologického, provozně funkčního, podle tvaru a uspořádání, atd. Nádrže možno rozřadit podle polohy na nádrže v pramenných oblastech, vysočinách a nížinách. Dle zapojení do přírodního prostředí se člení na nádrže návesní, polní, luční, lesní a

jiné. Dále, podle druhu chovaných ryb, můžeme nádrže rozdělit na pstruhové a kaprovité. Podle způsobu napájení vodou pak rozlišujeme nádrže pramenité, nebeské, potoční a říční. Dále nádrže dělíme podle umístění vůči vodnímu zdroji na nádrže průtočné a neprůtočné. (VRÁNA a kol., 2009).

Z funkčního hlediska se malé vodní nádrže rozdělují na:

- zásobní nádrže, do kterých spadají vodárenské, průmyslové, závlahové, energetické, zálohové a retardační nádrže,
- ochranné (retenční) nádrže, které zahrnují suché retenční (poldry), retenční nádrže s malým zásobním prostorem, protieroční, dešťové, vsakovací (infiltrační) nádrže,
- nádrže upravující kvalitu vody, mezi které patří chladicí, předehřívací, usazovací, aerobní biologické, anaerobní biologické a dočišťovací biologické nádrže,
- rybochovné nádrže (speciální rybníky), jejichž součástí jsou výtěrové a třecí rybníky, plůdkové výtažníky, komorové rybníky, speciální komory, karanténní rybníky a sádky,
- hospodářské nádrže, jako jsou protipožární, pro chov drůbeže, pro pěstování vodních rostlin, napájecí a plavící nádrže,
- speciální účelové nádrže, mezi které patří recirkulační, vyrovnávací, přečerpávací, splavovací, závlahové vodojemy,
- asanační nádrže - záchytné, skladovací, otevřené vyhnívací, rekultivační,
- rekreační přírodní koupaliště pro plavání a vodní sporty,
- nádrže krajinytvorné v obytné zástavbě, jako jsou nádrže hydromeliorační, okrasné, návesní rybníky a umělé mokřady,
- nádrže na ochranu bioty (ŠEDIVÝ a VRÁNA, 2011).

Obecně můžeme říci, že žádná malá vodní nádrž neslouží pouze k jednomu účelu. Každá nádrž má dvě a více funkcí, přičemž jedna funkce je vždy upřednostňovaná (VRÁNA a kol., 2009).

## 2.3 Historický vývoj malých vodních nádrží

Mnoho historických dokumentů z různých částí světa dokazuje, že budováním vodních nádrží se zabývali lidé už v nejstarších známých civilizacích jako jsou Egypt, Mezopotámie, Čína a Indie. První zmínky o vodních nádržích a chovu ryb pocházejí z Číny, z období 2200 let před Kristem. V českých zemích se první zmínky o rybnících objevují v roce 1115 a to v tzv. Kladrubské listině a dále pak v roce 1227, v období vlády Přemysla Otakara I. Tato listina dokumentuje svolení panovníka klášteru ke koupi lesa, za účelem vybudování rybníků. Chov ryb byl u duchovních řádů spojován s obstaráváním postního jídla. Ovšem o budování rybníků se brzy projevil zájem i z řad šlechticů i měst. Brzy se rybníky začaly využívat i pro jiné účely než jen chov ryb, a to například k provozování mlýnů, pil, hamrů, plavení dřeva atd.

V polovině 14. století byla výstavba nádrží natolik technicky rozvinuta, že byly budovány poměrně vysoké a složité hráze. Příčinou rozvoje byl výnosný obchod s rybami. Zásoboval se jimi nejen tuzemský trh, ale i trh ve Vídni, Magdeburgu, Pasově či Vratislavi. Rozvoj byl podporován i Karlem IV., který mu napomohl svým nařízením.

Na začátku 15. století přišel útlum ve výstavbě rybníků spojený s husitskými válkami. Nejen, že se nebudovaly nové nádrže, ale mnoho z nich byly násilně zničeny protržením hráze nebo zpustla v důsledku vyplenění statků, klášterů či dobytých měst. Od poloviny 15. století se začíná projevovat úsilí o obnovu rybníků a rybníkářství vůbec, a to především z řad šlechty (VRÁNA a BERAM, 2002). To vedlo k rozsáhlému zakládání rybníků a celých rybníčních soustav. Zakládání rybníků bylo podporováno také zájmem ze zahraničí o ryby z českých rybníků. Největší rozmach rybníkářství bylo možné pozorovat především v krajích, kde se sama příroda nabízela k budování rybníčních soustav. V Čechách to byly především pánve na Pardubicku, Poděbradsku a Třeboňsku. Vilém z Pernštejna, který získal panství na Pardubicku v roce 1498 od krále Jiřího z Poděbrad, začal s budováním rybníků a propracované sítě náhonů a kanálů (GEOGRAFICKÉ ROZHLEDY, 2009). Počátkem 16. století se v tomto směru začínají projevovat i Rožmberkové v jižních Čechách, přesněji na Třeboňsku. Velký pokrok spočíval

v tom, že se od budování rybníků přikročilo k budování rybníčních soustav. Tyto cílevědomé plány byly realizovány díky poctivé práci manuálních dělníků a díky několika zaníceným odborníkům, z nichž nejznámější jsou Štěpánek Netolický a Jakub Krčín z Jelčan (VRÁNA a BERAM, 2002). Na konci 16. Století, za panování Rudolfa II., se celková plocha rybníků odhaduje celkem hodnověrně na 180 000 ha. (KENDER, 2000).

V 17. století nebyly rybníky zpustošené třicetiletou válkou obnovovány, jiné byly dokonce rušeny z důvodu využití pro polní hospodářství. 18. století poznamenává další úpadek, tentokrát vlivem hospodářských tlaků. Nové způsoby využívání půdy, zavedení klasického střídání osevního postupu a změny v organizaci využití půdního fondu znamenaly pro klasické rybníkářství vážného ekonomického konkurenta. Všeobecný trend rušení rybníků, který se týkal především úrodnějších zemědělských oblastí, způsobil pokles výměry rybníků z původních 180 tisíc ha na 76 816 ha v roce 1788 a v roce 1840 dokonce až na 35 414 ha. Mezi nejvýznamnější obnovitele rybníkářské slávy na našem území patří Václav Horák, František Špatný, Antonín Fryč a především Josef Šusta. Docílili toho tak, že využívali poznatků biologických věd a především nově vznikajícího vědního oboru agronomie a s využitím moderních organizačních metod práce zařadili rybníkářství jako trvalou součást živočišné výroby, podobně jako tomu bylo u původně extenzivních druhů hospodářských zvířat.

Rybníční hospodářství bylo ve 20. století provázeno snahou o celkové zvýšení produkce ryb a zvětšení rybníčních ploch. Oproti historickým údajům jsou nyní rybníky na území České republiky rozmístěny nerovnoměrně. V současné době se na našem území rozprostírá více než 24 tisíc rybníků s celkovou plochou 52 tisíc hektarů. Tyto rybníky umožňují zadržet cca 625 milionů m<sup>3</sup> vody, ovšem vlivem zanášení je tento objem snížen přibližně o celou třetinu (VRÁNA a kol., 2009).

## 2.4 Typické prvky malých vodních nádrží.

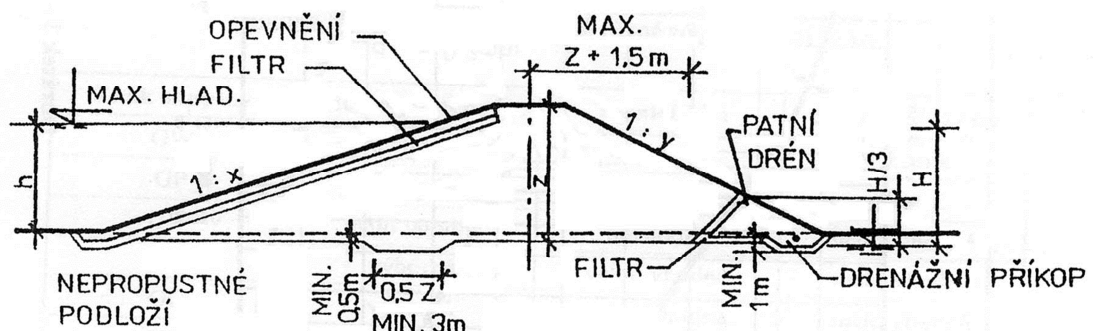
### 2.4.1 Hráz

Nejnáročnějším prvkem malých vodních nádrží jsou hráze, a to jak z hlediska spolehlivosti a dlouhověkosti, tak i z hlediska financí. Jde o nejnákladnější a

nejsložitější část nadrží. Budují se ze zemního materiálu, a to do maximální výšky vodního sloupce devíti metrů (POKORNÝ, 2009). Je velice důležité zvážit veškeré ovlivňující aspekty ohledně hráze jako je umístění, materiál, tvar, způsob založení a ochrana svahů. Proto výstavba a provoz podléhají tzv. technickobezpečnostnímu dohledu, který má dohlížet na kvalitu stavebního provedení a podrobuje dílo pravidelným prohlídkám z hlediska bezpečnosti (VRÁNA a kol., 2009).

Před vlastním návrhem hráze je nutné vyšetřit podrobný inženýrsko-geologický a půdně-mechanický průzkum zemních materiálů, který se nezaměřuje pouze na osu hráze, ale šetří široké okolí. Průzkum se vypracuje v rozsahu závislejícím na geologické situaci, výšce hráze, rozložení objektu, rozsahu kvartérního pokryvu atd. (ŠÁLEK, 1996). Úkolem průzkumu je v blízkosti návrhové nádrže nalézt ložiska vhodných zemín, stanovit jejich fyzikálně-mechanické vlastnosti, objemy, úroveň hladiny podzemní vody, těžitelnost zeminy a vhodný způsob zpracovatelnosti zeminy do tělesa hráze (VRÁNA a kol., 2009).

Hráze dělíme podle umístění na čelní, boční a dělící. Dále hráze dělíme podle půdorysného uspořádání na hráze přímé, lomené a zaoblené (ŠÁLEK, 1996). Podle materiálu používaného na stavbu rozdělujeme hráze na homogenní a nehomogenní. Homogenní hráze jsou tvořeny z jednoho druhu materiálu. Vhodným materiálem jsou například zeminy hlinitopísčité nebo hlinitojílovité písky. Naopak jíly, které jsou namrzavé, rozbředají a bobtnají, jsou nevhodné. Nehomogenní hráze jsou budovány ze dvou a více druhů zemín. Je to zapříčiněno nedostatkem vhodného materiálu v blízkosti návrhové nádrže (VRÁNA a kol., 2009).



**Obr. č. 1:** Homogenní hráz na nepropustném podlží (zdroj: Vodní hospodářství Hydraulika, Malé vodní nádrže, Revitalizace krajiny, 2011).

Zemní hráze mají v příčném profilu tvar lichoběžníku. Sklony jsou dimenzovány podle druhu násypové zeminy a výšky hráze, na návodní straně nabývá hodnot od 1 : 1,75 do 1 : 4 a na vzdušné straně od 1 : 1,5 do 1 : 3. Výšku hráze určuje požadovaná výška vzduť vody v nádrži navýšená o 0,6 až 1,1 metru nad nejvyšší hladinu vody v nádrži, popřípadě 0,8 až 1,8 metru nad hladinu ovladatelného prostoru. Od výšky hráze je pak odvozena šířka v koruně. Pokud se jedná o velmi nízké, vedlejší a ručně stavěné hráze je minimální šířka koruny stanovená na 1,5 metru, u vyšších strojně vystavěných hrází je minimálně 2,5 metru široká. Jestliže výška hráze přesahuje 5 metrů, musí být šířka alespoň 3 metry. Za předpokladu, že po hrázi vede veřejná komunikace, bude šířka určena návrhovými prvky této komunikace (JŮVA a kol., 1980).

Před samotnou výstavbou je nutné kvalitně připravit základovou spáru. To zahrnuje odstranění drnu, odstranění dřevin a odtěžení orniční vrstvy obsahující vysoký podíl organických látek. Hloubka založení se odvíjí od vlastností podložních vrstev. Obě strany hráze je třeba chránit. Návodní stranu chráníme opevněním proti vlnobití a ledu. Používají se k tomu například betonové desky, nebo pohoz z lomového kamene, které bývají na části svahu, zpravidla ale bývají umístěné po celé návodní straně. Vzdušnou stranu pak musíme chránit před klimatickými vlivy. Toho dosáhneme zatravněním svahu (VRÁNA a kol., 2009).

#### 2.4.2 Zátopný prostor

Nádrže mění svůj objem v závislosti na přítoku a odtoku, a tím tvoří vodní režim nádrže. Základní funkcí vodní nádrže je vyrovnávat rozkolísaný odtok nebo akumulovat vodu tak, aby se mohla lépe využít. Celkový prostor nádrže dělíme podle způsobu hospodaření s vodou na několik částí (ŠÁLEK A KOL., 1989). Prostor mezi dnem a nejvyšší vzduť vodní hladinou malé vodní nádrže nazýváme celkový obsah nádrže. Je tvořen prostorem stálým (rezervním, mrtvým) a prostorem užitkovým (zásobním, akumulačním). Dále je tvořen prostorem ochranným (retenčním), který se dále dělí na ovladatelný a neovladatelný (KRATOCHVÍL, 1961).

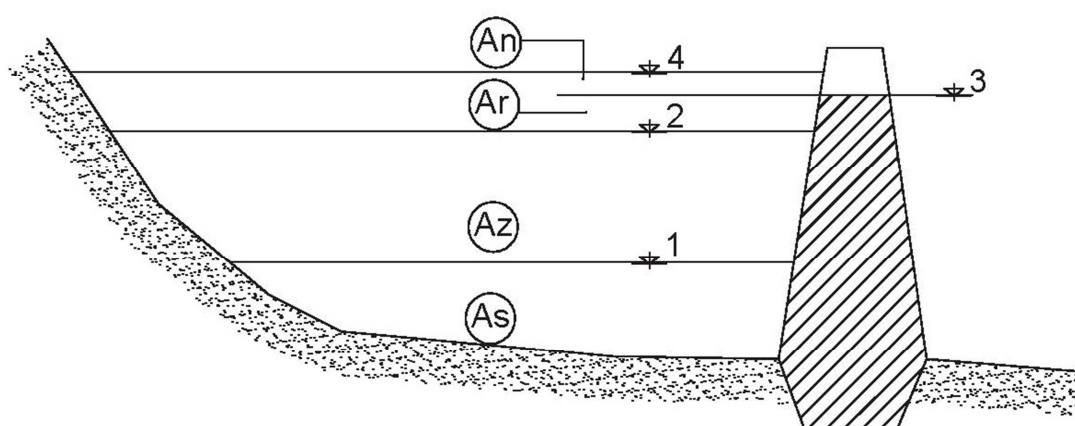
Stálý neboli mrtvý prostor se nachází mezi dnem a nejnižší provozně přístupnou hladinou nádrže tedy hladinou stálého nadržení. Tento prostor se vypouští



zcela výjimečně, a to pouze jeli nutná oprava výpustného zařízení nebo kvůli údržbě dna. Případné zanášení dna splaveninami nemá vliv na funkci nádrže, protože voda z mrtvého prostoru se nevyužívá. Nádrže s funkcí, která vyžaduje úplné vypuštění, stálý prostor nemají. Jsou jimi například rybochovné nádrže, které jsou intenzivně obhospodařované (JÚVA a kol., 1980).

Užitkový prostor leží mezi nejnižším bodem vtokové části potrubí a nejvyšší provozní hladinou (VRÁNA a kol., 2009). Akumulační prostor je určen pro zásobu vody a je plně ovladatelný odběrným zařízením. Voda obsažená v tomto prostoru lze zcela využít jak k závlaze, tak i k jiným účelům. Velikost objemu je dána jednak vydatností vodního zdroje a jednak reliéfem, který tvaruje dno a břehy nádrže (JÚVA a kol., 1980).

Ochranný prostor je zdola vymezen nejvyšší provozní hladinou, tedy zásobním prostorem, a shora je dán maximální hladinou. Primární funkcí tohoto prostoru je zpomalení a zmenšení povodňových vln. Je potřeba chránit území pod nádrží i nádrž samotnou před škodlivými účinky povodňových vod. Bezpečný pozvolný odtok z retenčního prostoru zajišťuje bezpečnostní přeliv, který rozděluje ochranný prostor na ovladatelný a neovladatelný. Ovladatelný ochranný prostor je pod korunou bezpečnostního přelivu a neovladatelný ochranný prostor leží nad korunou přelivu až po maximální hladinu.



**Obr. č. 2:** Členění nádržního prostoru: As – prostor stálý, Az – zásobní, Ar – retenční ovladatelný, An – retenční neovladatelný; hladina: 1 – stálého nadržení, 2 – zásobního prostoru, 3 – ovladatelného retenčního prostoru, 4 – neovladatelného retenčního prostoru. (zdroj: Vlastní tvorba).

U nádrží se může vyskytovat ještě jeden důležitý prostor, a to prostor půdní. Tento prostor je závislý na hloubce propustných vrstev pod dnem nádrže. Voda

je zadržována v půdních pórech a dutinách půdního prostoru. Po vypuštění nádrže se projevuje i několikaměsíčním podzemním odtokem k výpusti. Dále pak odtéká do odpadového toku, který prospěšně zvodňuje (JŮVA a kol., 1980).

### 2.4.3 Funkční objekty

#### *Nápuštná zařízení*

Rybochovná zařízení jako jsou chovné rybníky, sádky a ostatní, musí být pravidelně zásobovány vodou. Takovým zdrojem vody je například vlastní povodí, potok, silný pramen či drenáž, ale i retenční nebo účelová nádrž, dokonce, ve výjimečných případech, je do nádrží voda čerpána. (POKORNÝ, 2009). Nápuštné zařízení zajišťuje naplnění nádrže vodou. Je upraveno podle způsobu, kterým dodává vodu od zdroje do nádrže. Jedná se například o gravitační kanál, potrubí s nápuštným stavidlem, nebo o tlakové potrubí se šoupátkovým uzávěrem, pokud vodu ze zdroje čerpáme (JŮVA a kol., 1980).

#### *Výpuštná zařízení*

Výpuštná zařízení jsou využívána k udržení hladiny normálního nadržení a k řízenému vypouštění vody z nádrží. Abychom mohli nádrž zcela vypustit a odvodnit, umísťuje se zařízení do nejhlubší části nádrže. Průměr odpadního potrubí od výpusti by neměl být menší než 300 mm a průtok v něm musí být vždy beztlakový. Každá výpušť musí mít za jakýchkoli okolností jeden uzávěr ovladatelný. U nádrží přesahující 1 mil. m<sup>3</sup> musí být dvě výpuštná zařízení. Před v tokovou část se umísťují česle o rozteči mezi 30 až 90 mm z důvodu, aby odtok neucpaly nežádoucí předměty či neuplavávaly ryby (VRÁNA a kol., 2009).

Z hlediska konstrukčního uspořádání obsahují výpuštná zařízení vtokovou část, dále výpuštné potrubí a vývar. Výpuštné potrubí, které prochází hrází, dimenzujeme na průtok o volné hladině, přičemž uzávěry jsou umístěny na vtokové části (ŠALEK, 1996).

Výpuštní zařízení dělíme na otevřené neboli žlabové a uzavřené neboli trubní. Dále dělíme trubní výpusti dle druhu uzávěru na:

- lopatkové a šikmé stavidlové uzávěry na návodní straně,
- čepové a pneumatické čepové uzávěry,
- šoupátkové uzávěry s různými typy šoupátek a kladek,
- stavidlové uzávěry a plochá kanalizační šoupátka,
- segmentové a speciální uzávěry.
- Na rybnících se převážně využívají požerákové výpusti neboli kbel či mnich (VRÁNA a kol., 2009).

### *Bezpečnostní přelivy*

Funkcí bezpečnostních přelivů je neškodné převedení povodňových průtoků. Musí být tedy navrženy tak, aby převedly návrhovou povodeň dle ČSN 73 6824 (VRÁNA, 1998). Přepady lze také nazývat splavy nebo jalové přelivy. Umisťují se na nádrže, které jsou zásobeny vodou z vlastního povodí a na nádržích ohrožovaných velkými vodami. Bezpečnostní přepady na neprůtočných nádržích jsou navrženy na maximální přítok, který náplustné zařízení nebo náhony dokážou přivést. U nejmenších rybníků můžeme nahradit přepady výpustními objekty s přiměřenou kapacitou, která zajistí odvod i mimořádných průtoků (POKORNÝ, 2009). Bezpečnostní přelivy jsou nehrazené a nevyžadují obsluhu (VRÁNA a kol., 2009). Kapacita bezpečnostního přelivu se dimenzuje na průtok  $Q_{100}$ , přičemž se až na mimořádné případy nepočítá s retenčním prostorem nádrže (ŠÁLEK, 1996). Česle bránící úniku ryb, mohou být umístěny před bezpečnostním přelivem jen ve zdůvodněných případech a jejich hrana nesmí nikdy dosahovat maximální hladiny. Musí se početně dokázat, že i při neprůchodnosti česlí nedojde k ohrožení nádrže (POKORNÝ, 2009). Provedení přelivů musí být vždy stavebně dokonalé, aby mohly za všech okolností plnit funkci, pro kterou byly vytvořeny. Bezpečnostní přelivy se dělí podle konstrukce a umístění na:

- přímé
- boční
- kašnové
- šachtové

- kombinované
- speciální (JÚVA a kol., 1980).

#### 2.4.4 Sdružené funkční objekty

Sdružené funkční objekty zastávají na malých vodních nádržích funkce přelivu, výpustných a odběrných objektů. Sloučení funkcí jednotlivých objektů je prokazatelně výhodné a jak po technické tak provozní tak i ekonomické stránce. Spojené funkce výpusti s odběrem je sice nejjednodušší, ovšem nejefektivnější je sloučení funkcí výpusti s bezpečnostním přelivem. V těchto zařízeních jsou případy převážně žlabové nebo šachtové (ŠÁLEK, 1996).

#### 2.4.5 Speciální objekty

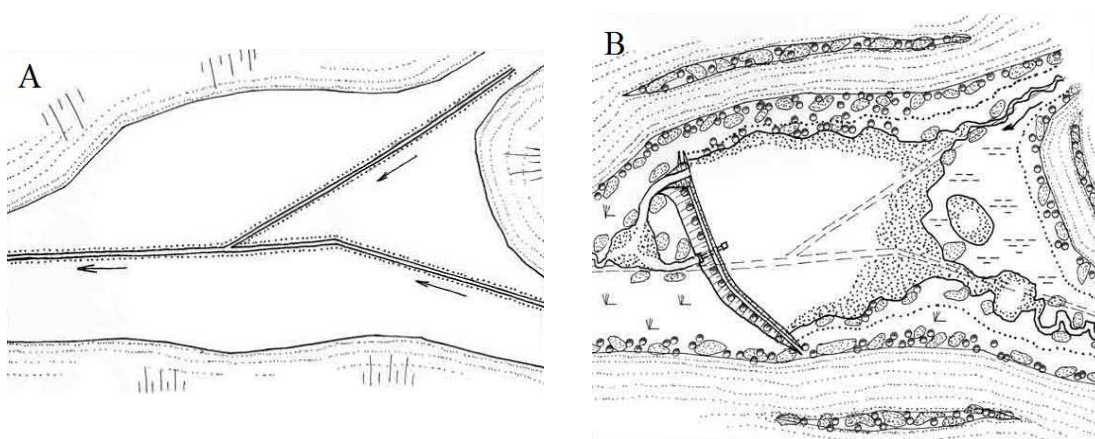
Nádrže mohou být kromě základních funkčních objektů vybaveny ještě dalšími objekty. Tyto objekty jsou nazývány speciálními objekty a slouží k dotváření funkce nádrže, k níž byla vytvořena. Pro každou nádrž jsou speciální objekty jiné, například pro rybochovné nádrže to mohou být loviště a kádiště, přístupová schodiště a rampy, příjezdová komunikace, prokysličovací zařízení, odběrná zařízení a česlové stěny (VRÁNA a kol., 2009).

### 2.5 Význam a důvody revitalizace

Území České republiky bylo v minulých desetiletích značně negativně ovlivněno v souvislosti s nadměrným obhospodařováním zemědělských ploch. Tyto negativní vlivy se projevují jako likvidace stabilizačních prvků krajiny, nadměrné zatížení a destrukce přírodních významných a unikátních částí krajiny, erozí půdy, vysokým povrchovým i podpovrchovým látkovým odnosem živin, kontaminací povrchových a podzemních vod (včetně zdrojů pitné vody), cizorodými látkami, fyzikálně-chemickými zátěžemi půdy, snížením biologické aktivity půdy, zátěží potravního řetězce cizorodými látkami a dalším. Ze začátku devadesátých let jsou v krajině realizována opatření za účelem obnovy ekologické stability krajiny a jejích prvků, v rámci takzvaných krajinotvorných programů. Cílem těchto krajinotvorných programů je ekologická optimalizace a revitalizace krajiny, pomocí kterých dosáhneme přírodě blízkého stavu krajiny i v územích člověkem stále narušených

ekosystémů. Toho lze dosáhnout vhodným umístěním ekologicky stabilnějších přirozených a přírodě blízkých ekosystémů a lokalit v těchto narušených územích (JUST a kol., 2003).

Revitalizace se mohou uplatňovat jako jedna ze součástí komplexně pojaté ochrany před povodněmi vedle plošných opatření, ovlivňujících vznik povrchového odtoku, technické protipovodňové ochrany a protipovodňového organizačního systému. Ovšem v tomto komplexu mohou revitalizační a revitalizačním blízká opatření přinášet nezanedbatelné efekty. Některá revitalizační opatření přinášejí protipovodňové efekty sama o sobě, některá zvětšují ekologickou hodnotu primárně technických opatření (JUST a kol., 2005).



**Obr. č.3:** Revitalizační akce: A – před, B – po. (zdroj: Revitalizace vodního prostředí, 2003).

## 2.6 Možnosti řešení revitalizací malých vodních nádrží.

Pod pojmem revitalizace malé vodní nádrže se rozumí určitá činnost, která vede k obnově narušené změněné základní ekologické funkce malé vodní nádrže (VRÁNA a BERAM, 2002). Cílem moderních projektů je realizovat takové procesy a opatření, která navrátí ekosystém do požadovaného stavu, nastolí rovnováhu vodního ekosystému a zahájí integrovaný a dlouhodobě udržitelný management nádrží a jejich okolí. Aby ovšem bylo možné realizovat takovéto projekty obnovy nádrže, je nutné mít informace o fungování celého systému (povodí - nádrž) (ADÁMEK a kol., 2010).

### 2.6.1 Základní revitalizační opatření malých vodních nádrží

Mezi základní opatření řadíme:

- odstranění sedimentů
- úprava dna nádrže
- úprava břehové linie
- zatravnovací pásy po obvodu nádrže, včetně ozelenění
- rekonstrukce a obnova tělesa hráze a obslužných zařízení
- opatření k omezení transportu sedimentů (GERGEL a HUSÁK, 1997),(SLAVÍK a NERUDA, 2007).

#### *Odstranění sedimentů*

Zanášení vzniká přirozenými erozními procesy, které probíhají v povodí malé vodní nádrže. Látky uvolněné v povodí se dostávají do nádrže jako splaveniny a zde sedimentují. Část sedimentů se vytváří i z odumřelých porostů. Celkový přírůstek usazenin činí 2 - 5 cm za jeden rok. Sedimenty mají z hlediska funkce nádrže a kvality vody řadu negativních dopadů. Kromě toho, že obsahují značné množství živin, obsahují mnohdy i toxické látky (těžké kovy). Dále zmenšují akumulací prostor rybníka. Při poklesu vody v nádrži se obnažují rybníční okraje, ty zarůstají vegetací, která při opětovném napuštění odumírá a může způsobit kyslíkové problémy (NOVÁČEK, 2000).

Malé vodní nádrže se přirozenou cestou zanášejí, zarůstají a zazemňují (VRÁNA a BERAM, 2002). Tyto procesy způsobují stárnutí nádrže, přičemž zmenšují zásobní prostor nádrže, a tím způsobují zhoršování kvality vody a i další problémy jako je zarůstání břehů, rozvoj řas apod. (ŠÁLEK a kol., 1989).

Odstraňování sedimentů neboli odbahňování lze zařadit jako úkon spadající do údržby nádrže. Samotné realizaci předchází řádná příprava a zpracování jednoduchého projektu. Pro tento projekt je nutno zjistit:

- množství a kvalitu sedimentu,

- na základě výsledků rozboru kvality a odhadu množství sedimentu rozhodnout o využití vytěženého sedimentu,
- způsob těžby, trasu a způsob dopravy,
- vhodné pozemky na skladování a pozemky na konečné využití sedimentů,
- potřebné finanční prostředky (VRÁNA a BERAM, 2002).

Mezi hlavní zdroje zanášení patří:

- přítok nerozpuštěných látek z povodí nádrže,
- eroze koryta nad nádrží a abraze břehů vlastní nádrže,
- přítok rozpuštěných látek, především nutrientů z povodí nádrže, jež jsou příčinou rozvoje biomasy, která postupně zanáší nejnižší položená místa.

K odstranění sedimentu z nádrží se využívá těchto způsobů:

- suchou cestou na vysušené nádrži s použitím strojů pro zemní práce,
- mokrou cestou pomocí sacích bagrů,
- kombinací těchto dvou metod,
- těžbou korečkovými rypadly z plovoucích pontonů,
- zcela výjimečně odstřelem. (ŠEDIVÝ a VRÁNA, 2011).

Těžba sedimentu nesmí dosahovat větší hloubky, než bylo původní dno nádrže (ŠEDIVÝ a VRÁNA, 2011). Sediment odstraňujeme ve stejnoměrných vrstvách, přičemž na dně ponecháváme vrstvu silnou cca 10 centimetrů (NOVÁČEK, 2000). Tato vrstva po opětovném napuštění slouží jako pufrační systém, snižuje výkyvy v kvalitě vody. Dále složí jako zdroj živin a napomáhá oživení nádrže. Vytěžené bahno bude podrobena zdravotním testům a podle výsledků bude s tímto sedimentem naloženo. (ŠEDIVÝ a VRÁNA, 2011).

### *Úprava dna nádrže*

Ze dna zátopové plochy se musí odstranit veškeré organické hmoty, které by mohly při napuštění negativně ovlivnit hygienické a estetické funkce. Dalším krokem je odvodnění dna, které spočívá ve vybudování odvodňovací sítě. Tato síť zajišťuje nejen dokonalé vypuštění, ale i vysušení dna (ŠÁLEK, 1996).

### *Úprava břehové linie*

Součástí odstranění sedimentů z nádrže je i obnova litorálního pásma (ŠEDIVÝ a VRÁNA, 2011). Rybníky jsou prvky ekosystémů krajiny. Oblast, v níž dochází k střetu mezi rybníky a ostatními prvky ekosystémů krajiny se nazývá litorální pásmo. Toto pásmo, podobně jako okrajové plochy rybníka a břehové plochy, mají zásadní vliv pro začlenění rybníků do krajiny (HASÍK, 1974). Při revitalizaci nebo obnově nádrže je důležité věnovat pozornost právě tvarování a úpravě litorálu. Jestliže se alespoň částečně zachoval, snažíme se postupovat tak, abychom jej co nejméně ovlivnili. Ponechání i malé části litorálu může významně přispět k rychlému a dobrému obnovení celé pobřežní zóny (KENDER, 2000).

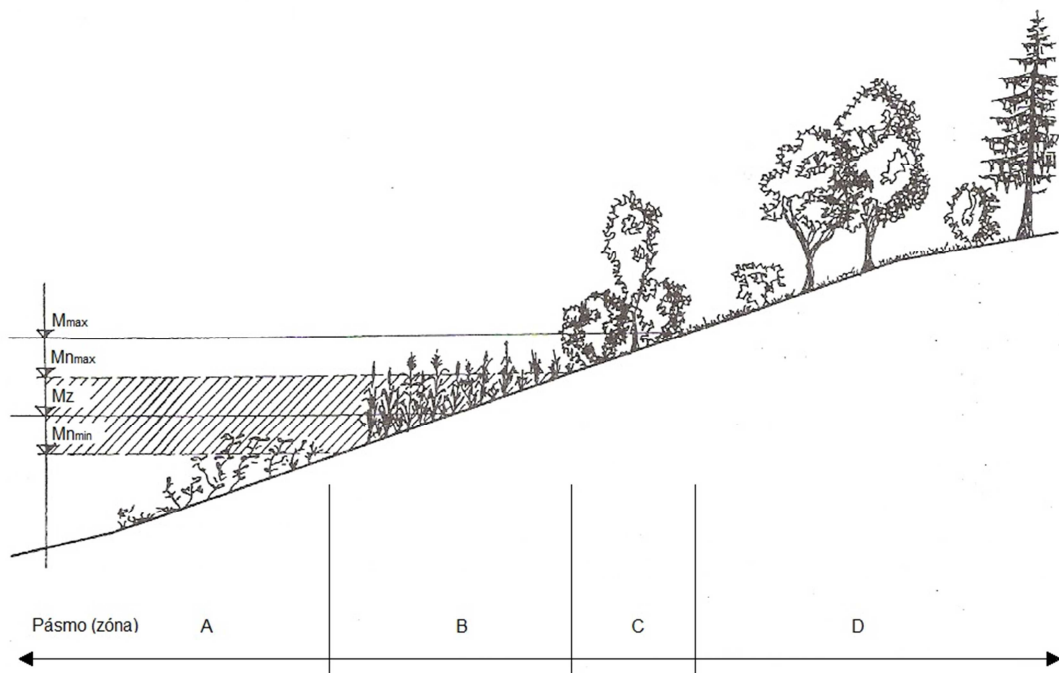
Požadavku na optimální podíl litorálů odpovídá plocha pásma zhruba 15 – 20 % vodní plochy nádrže při vytvoření sklonu břehů zejména v oblasti nátoky, v rozpětí 1:6 – 1:10. Z přírodovědeckého hlediska bývá vítáno, pokud jsou některé části litorálu odděleny od hlavního objemu nádrže pásem vyvýšeného dna, porostlým vegetací, který je obtížně prostupný pro ryby (JUST a kol., 2009).

Pobřežní území členěno ve vertikálním směru na část ležící převážně nad úrovní hladiny vody v nádrži a na část břehovou. Za spodní hranici je brána nejčtenější minimální hladina zásobního prostoru a za horní hranici pak maximální hladina vody v nádrži. V horizontálním směru pak členíme pobřežní území na pásma A, B, C, D.

Pásmo A: Profundální – oblast stálého nebo převážného zatopení, výskyt plovoucích zakořeněných i nezakořeněných rostlin (rdest, leknín, okřehek, stulík aj.)



- Pásmo B: Sublitorální – zóna bažinných rostlin, rákosin, dochází k občasnému zatápění (zblochan, orobinec, rákos, aj.)
- Pásmo C: Eulitorální – v břehové části blízké sublitorálnímu pásmu výskyt rákosin, výše po svahu měkké dřeviny (keřové i stromové druhy vrby, olše, topol), byliny, tráva
- Pásmo D: Supralitorální – ve spodní části i tvrdé dřeviny (dub letní, jasan) dále pak doprovodné porosty, lesní, luční pásy (ŠLEZINGR, 2004).



**Obr. č. 4:** Pobřežní území vodní nádrže – členění ve vztahu k hladinám a stanovištním zónám vegetace.  $M_{max}$  – maximální hladina,  $M_z$  – hladina zásobního prostoru,  $M_{nmax}$  – maximální nejčastější hladina,  $M_{nmin}$  – minimální nejčastější hladina; A – Profundální zóna, B – Sublitorální zóna, C – Eulitorální zóna, D – Supralitorální zóna. (zdroj: Břehová abraze, 2004).

#### *Zatrávňovací pásy po obvodu nádrže, včetně ozelenění*

Pro snížení povrchového odtoku a eroze se hojně využívá travních zasakovacích pásů, které podporují zasakování a retenci vody (SOUKUP, 2008). Minimální šíře zatrávňovacích ochranných pásů podél toků, rybníků a dalších prvků

hydrografické sítě je podle konfigurace terénu od 20 do 50 metrů. Hlavním cílem je ochrana jednotlivých prvků hydrologické sítě a snaha zabránit kumulaci sedimentů ve spodních partiích toků a akumulacích prostorech nádrží (VRÁNA a kol., 2009). Tyto pásy se každý rok dvakrát až třikrát sečou. Pásy mohou být doplněny stromovou či křovinnou vegetací. Slouží nejen ke zlepšení vizuální stránky, ale také jako spojovací prvky a biokoridory. Při využití tohoto opatření je zapotřebí brát zřetel na celkový ráz a typ krajiny. Keřovou a stromovou vegetaci musíme udržovat (SOUKUP, 2008).

Doprovodná břehová vegetace plní mnoho biologických funkcí. Lze jí považovat za stanoviště četných rostlinných druhů a dále poskytuje potravu, úkryt ale třeba i prostor pro hnízdění a rozmnožování živočichů. Ochranný pás po obvodu nádrže má mimořádný, protierozní, infiltrační, mikroklimatický a další, význam. Tento ochranný pás zachycuje povrchové smyvy a nečistoty, které by jinak volně vstupovaly do vodních nádrží a znečišťovaly je (ŠÁLEK, 1996).

Vegetační doprovod se využívá především pro jeho estetickou, krajinnotvornou a stabilizační funkci. Při navrhování i provádění nových výsadeb lze postupovat podle stejných zásad a postupů jako při zakládání břehových porostů na březích vodních toků. Vhodně navržený a udržovaný vegetační doprovod na březích malých vodních nádrží vytváří harmonickou přírodní kulisu podél vodní plochy a přispívá ke zlepšení přírodního a životního prostředí. Podle účelu, jemuž nádrž slouží, volíme druhovou skladbu dřevin a jejich prostorové uspořádání. Podél vodních nádrží se vyskytují dva základní typy vegetace. Jednak se jedná o souvislou zeleň, tvořenou lesními komplexy na svazích břehů nebo pásy břehových porostů, jednak jde o rozptýlenou zeleň ve formě menších skupin dřevin a rostlinných společenstev. Podle funkcí můžeme vegetaci obou typů rozdělit na ochranné břehové porosty, tedy ochranné vegetační pásy, a na doprovodné porosty, tedy lesní parky, lesní porosty a rekreační zeleň (NOVÁK a kol., 1986).

#### *Rekonstrukce a obnova tělesa hráze a obslužných zařízení*

Mezi nejčastější rekonstrukční práce lze zahrnout výměnu původního výpustného zařízení, rekonstrukce tělesa hráze, rekonstrukce nevyhovujících

bezpečnostních přelivů, dodatečná instalace odběrných zařízení atd. (ŠEDIVÝ a VRÁNA, 2011).

### *Opatření k omezení transportu sedimentů*

Zabránit nepřiměřenému zanášení malé vodní nádrže z povodí lze částečně, souborem opatření, mezi která patří:

- realizace protierozních opatření v povodí nádrže souběžně s odbahněním,
- založení přeronových pásů tvořených vyšší vodní vegetací u vtoku do nádrže,
- vybudováním sedimentačních nádrže s řádově několikaminutovou dobou zdržení k odsazení nejhrubších částic. Nádrž se pravidelně čistí, aby nedocházelo ke zkrácení doby zdržení a tím ke snížení její účinnosti,
- snížení břehové abraze,
- odstranění příčin eutrofizace a zarůstání nádrže biomasou (ŠEDIVÝ a VRÁNA, 2011).

## 2.7 Hydroekologická studie

Na revitalizaci malých vodních nádrží nelze nahlížet jako na osamocený problém, nýbrž musíme do problematiky revitalizace zahrnout celé povodí nádrže. Pak již nemluvíme o revitalizaci malé vodní nádrže, ale o revitalizaci povodí. Je nutné, aby byly prozkoumány všechny vzájemné vztahy systému povodí - nádrž. Před samotným technickým řešením problematiky je nutné vytvořit studii revitalizace říčních sítí povodí, takzvanou hydroekologickou studii. Není žádný přesně stanovený obsah studií, ale orientačně lze uvést tyto hlavní body:

- popis a vyhodnocení současného stavu krajiny,
- posouzení náchylnosti pozemků k účinkům vodní, případně i větrné eroze,
- návrh protierozních opatření na pozemcích, ohrožených erozí,
- revitalizace toku v povodí,
- revitalizace, případně návrh nových malých vodních nádrží či

- mokřadů,
- ozelenění krajiny,
- posouzení stavu hlavních a vedlejších polních cest (VRÁNA a BERAM, 2002).

#### *Popis a vyhodnocení současného stavu krajiny*

K vytvoření kvalitního popisu a vyhodnocení současného stavu krajiny se využívá archivních materiálů, studií, projektů a hlavně výsledky podrobného terénního průzkumu doplněného o informace od starousedlíků. Měly by zde být uvedené údaje týkající se vymezení zájmové oblasti, morfologických poměrů, klimatických poměrů, hydrologických poměrů, říční sítě, stávajících nádrží, geologických a půdních poměrů, způsobu využívání půdního fondu, hydrogeologických poměrů, vegetace, sídel, cestní a silniční sítě. Důležité je též podrobný popis, lokalizace a fotodokumentace významných krajinných prvků, což umožňuje získat orientační představu o charakteru území. V této části studie by se také měly vyskytovat informace a hlavní závěry o zpracovaných komplexních studiích o území, jako je územní systém ekologické stability, pozemkové úpravy v povodí atd. (VRÁNA a BERAM, 2002).

#### *Posouzení náchylnosti pozemků k účinkům eroze*

Další, neméně důležitou částí studie, je posouzení zemědělských pozemků k náchylnosti na erozi. (VRÁNA a BERAM, 2002). Eroze půdy je komplexní fenomén zahrnující transport a přeměnu půdních částic, který se odvíjí od retence a odtoku povrchových vod (RÖMKENS A KOL., 2001). Než zahájíme tuto značně náročnou práci, je dobré si zjistit, zda nebylo posouzení zhotoveno například při komplexních pozemkových úpravách. Jestli byly nějaké práce tohoto charakteru zpracovány, je nutné posoudit plošný rozsah řešení, protože komplexní pozemková úprava probíhá na území katastru, kdežto revitalizace by měla probíhat na území povodí. K určení náchylnosti lze využít například Wischmeier-Smith rovnice (VRÁNA a BERAM, 2002).

### *Návrh protierozních opatření na pozemcích, ohrožených erozí*

Na ohrožených pozemcích, zjištěných z výpočtu Wischmeier-Smith rovnice, lze navrhnout protierozní opatření. Při navrhování těchto opatření je vhodné vycházet od jednoduchých a finančně nenáročných, tedy agrotechnických opatření. Agrotechnickými opatřeními se rozumí pěstování vhodných plodin a využívání vhodného způsobu obdělávání (vrstevnicové obdělávání, setí do strniště atd.). Tyto návrhy jsou vzhledem k současné legislativě však jen jakýmsi doporučením. Nejsou-li agrotechnická opatření postačující, přistupuje se k opatřením technického rázu, jako jsou záchytné, odváděcí nebo vsakovací příkopy, případně terasy atd. Ovšem tato opatření jsou podstatně finančně náročnější a je tedy výhodnější realizovat je v rámci komplexních pozemkových úprav (VRÁNA a BERAM, 2002).

### *Revitalizace toku v povodí*

Revitalizace hydrografické sítě v povodí má za cíl zpomalit odtok vody z povodí. Toho lze dosáhnout rozvlněním trasy koryta nebo snížením podélného sklonu dna koryta vložением příčných objektů (VRÁNA a BERAM, 2002). Správná revitalizace má být navržena tak, aby splňovala optimální požadavky z hlediska technického, provozního, ekonomického i estetického, s přihlédnutím na způsob realizování úpravy toku (HUBÁČKOVÁ a OPPELTOVÁ, 2008). Při návrhu revitalizace toku je důležité také posoudit současný stav toku. Pokud je v toku značný sediment a špatná kvalita vody, může se stav prodloužením trasy nebo snížením sklonu toku ještě zhoršit. Velký vliv na kvalitu vody v toku mohou mít bodové zdroje znečištění. Nejčtenější výskyt bodových zdrojů znečištění je v obcích bez čistíren odpadních vod, kde vypouštějí splaškové vody přímo do toku (VRÁNA a BERAM, 2002).

### *Revitalizace, případně návrh nových MVN či mokřadů*

Při revitalizaci hydrografické sítě se navrhuje nové malé vodní nádrže a mokřady, nebo se rekonstruuje stávající nádrže. Tyto nádrže plní v rámci revitalizace krajiny retenční funkci, to znamená, že zadržují a zpomalují odtok vody z povodí. Mezi další účely patří estetika, zlepšení kvality vody v toku, rekreace atd. Důležité je malou vodní nádrž vhodně začlenit do krajiny. K tomu přispívá osázení okolí zátopy

nádrže i na vzdušné straně hráze, stromy a křovinnými dřevinami (VRÁNA a BERAM, 2002). Mnohé rybníky byly vybudovány s takovým citem pro přírodu, že se staly domovem nejrůznějších chráněných a ohrožovaných druhů rostlin a živočichů. Proto je důležité sladit podmínky jejich obnovy a provazování tak, aby nebyly ohrožovány cenné složky přírodního prostředí (BLAŽEK a kol., 2006)

### *Ozelenění krajiny*

Návrh ozelenění se vypracovává až po prostudování již existujících materiálů, zejména materiálů týkající se různých úrovní územního systému ekologické stability. Jestliže tyto podklady byly zpracovány, je nutné je respektovat a přizpůsobit se jim. Osázení stromů a keřů podél toků a komunikací by mělo být nestereotypní. Není vhodné vysazovat stromy v liniích, nýbrž ve skupinách. Také není vhodné osázet celou délku toku, musí se vynechávat určité vzdálenosti bez vegetace a pro výsadbu střídat oba břehy. Ve výsledku by výsadba měla být zhruba na 60 – 70 % délky toku. Dále je dobré navrhnout a realizovat rovnoběžně s břehovou čarou travní pás v minimální šíři 15 m, který plní funkci vegetačního filtru zachycující splaveniny (VRÁNA a BERAM, 2002). Splaveniny se v říčních korytech a nádržích mění na sedimenty, což vede ke zmenšování objemů jak koryt, tak i nádrží (RECKENDORFER a kol., 2013).

### *Posouzení stavu hlavních a vedlejších polních cest*

Nové nebo rekonstruované polní cesty musí být navrženy tak, aby byly v souladu s návrhem protierozních opatření. Příkopy těchto cest mají za účel odvádět vodu z povrchu cest, ale mohou i přirozeně přerušit povrchový odtok vody a neškodně odvádět takto zachycenou vodu do nejbližšího recipientu (VRÁNA a BERAM, 2002).

## 2.8 Možnosti financování revitalizačních akcí

Revitalizace krajiny se v České republice rozvíjí teprve od devadesátých let 20. Století. Je to tedy poměrně mladý obor. Ministerstvo životního prostředí iniciovalo vytvoření podpůrného finančního programu Revitalizace říčních systémů, který podporoval vývoj tohoto oboru. Zpočátku se revitalizace týkaly převážně

výstavby malých vodních nádrží. To proto, že k budování nádrží byly z minulosti dochovány podklady, jako návrhy, legislativní nástroje, normy či vyhlášky. Revitalizace vodních toků se postupně vyvíjely tak, jak se projektanti tento nový obor naučili chápat a řešit. Ke konci tohoto programu byla cca polovina všech akcí, které byly realizovány za pomoci Programu revitalizace říčních systémů, spojena s revitalizací vodních toků, nebo alespoň s výstavbou malé vodní nádrže spojené s revitalizací napájecího toku. Po skončení Programu revitalizace říčních systémů byl zahájen nový podpůrný finanční program, který byl z podstatné části dotován z prostředků Evropské unie. Nejprve to byl Operační program infrastruktura a dále na něj navazoval Operační program životní prostředí. V obou těchto programech byl rozhodující podíl finančních prostředků věnován na realizaci revitalizačních staveb, a to nejprve na drobných vodních tocích a později i na významných vodních tocích. (ŠEDIVÝ a VRÁNA, 2011).

### 3. Cíle diplomové práce

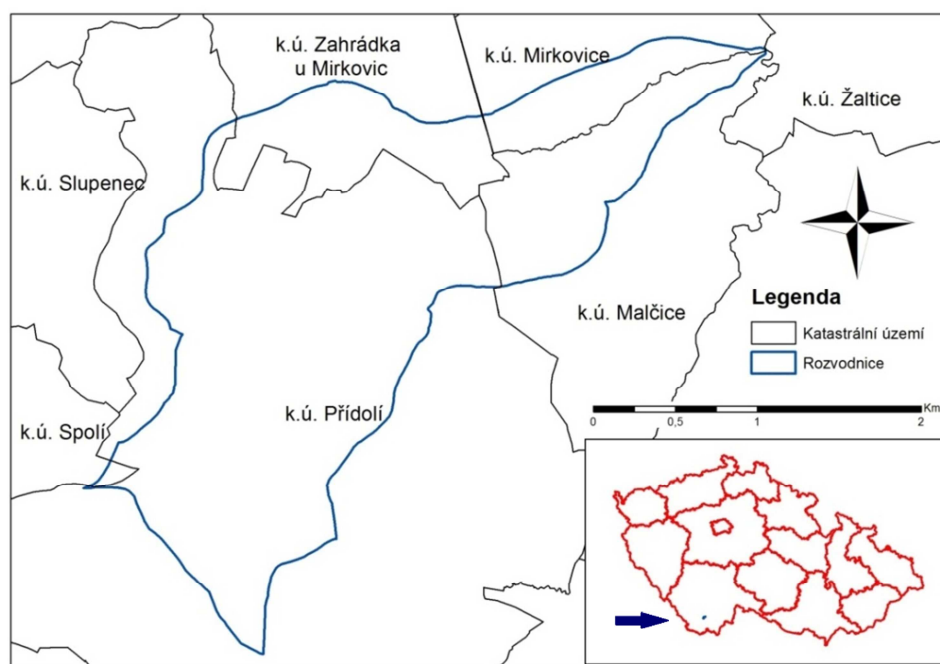
Cílem této diplomové práce je návrh revitalizace malé vodní nádrže. Splnění tohoto zadání spočívá ve výběru území, v němž se nachází malá vodní nádrž vhodná k revitalizaci. Dále je tato zájmová lokalita popsána v rozsahu dokumentace pro získání dotace na obnovu nádrže. Práce se dále zabývá samotným návrhem revitalizace, a to jak samotné nádrže, tak i náhonu nad i pod nádrží. Následně je zde navrženo zapojení nádrže do okolní krajiny, tedy ozelenění a oživení malé vodní nádrže. Na závěr této diplomové práce je popsáno možné financování z dotačního programu.

### 4. Metodika

#### 4.1 Materiál

##### 4.1.1 Lokalizace

Povodí Mirkovického potoka se nachází v Jihočeském kraji v Českokrumlovském okrese mezi vesnicemi Přídolí, Zahrádka, Malčice a Mirkovice. Zájmové povodí má rozlohu 5,84 km<sup>2</sup>. Nejvyšší bod rozvodnice je 741 m.n.m. a nejnižší bod je uzávěrový profil Mirkovického potoka 526 m.n.m. Délka údolnice je 4,765 km. Mirkovický potok pramení v obci Přídolí a vlévá se do Jíleckého potoka.



**Obr. č. 5:** Mapa lokalizace povodí Mirkovického potoka (zdroj: Vlastní tvorba).



## 4.2 Metodika

Na počátku bylo třeba zvolit zájmovou oblast. V tomto případě bylo vybráno povodí Mirkovického potoka. Hlavní kritérium stanovilo podmínku, aby v daném povodí ležela malá vodní nádrž, vhodná k revitalizaci. Dalším kritériem byla přístupnost a taková vzdálenost, aby bylo možno provést terénní průzkum. Terénní průzkum povodí byl proveden na podzim roku 2016 a následně pak na jaře 2017. Průzkum byl soustředěn na povodí Mirkovického potoka od ústí v obci Mirkovice až po pramen v městysu Přídolí a na rybník Cikán, ležící v prostřední části povodí, na náhonu z Mirkovického potoka. Podkladová data, která nebyla získána terénním průzkumem, byla pořízena prostřednictvím počítačového softwaru GIS. V tomto programu bylo zdigitalizováno vybrané povodí díky využití podkladových map, které poskytuje Český úřad zeměměřičský a katastrální (ČÚZK). Dalším krokem bylo zpracování landuse, neboli využití krajiny. Tímto způsobem byly získány informace o povodí typu jednotlivých kultur a jejich rozlohy. Z těchto informací byl dále vypočítán stupeň ekologické stability (SES), a tím určena stabilita zájmového území. Následně bylo nutno stanovit přírodní charakteristiky. K získání požadovaných dat bylo využito Atlasu podnebí ČR. Tato data obsahovala informace o srážkách, teplotách či síle a směru větru. Dále bylo nutné stanovit erozní ohrožení. K tomu byla využita Wischmeier-Smithova rovnice, do které byly dosazeny hodnoty získané ze softwaru GIS. Následně byla navržena vhodná protierozní opatření, která jsou podložena výpočty. Po zpracování dat o území bylo využito odborné literatury pro vytvoření vhodného návrhu revitalizace malé vodní nádrže.

*Výpočet  $Q_{100}$  dle Čerkašína*

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

$\psi$  je koeficient závislý na tvaru povodí a určí se jako funkce koeficientu tvaru povodí  $L^2/S_p$

$\beta$  je objemový koeficient podle izolinií na mapě

$v^{2/3}$  se určí jako funkce průměru sklonu údolnice toku a procenta lesnatosti povodí

Sp je plocha povodí v km<sup>2</sup>

L je délka údolnice v km

### *Výpočet smyvu z pozemků*

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

Kde:

G = ztráta půdy t/ha za rok

R = faktor erozní účinnosti deště (pro většinu území ČR R = 40)

K = faktor náchylnosti půdy k erozi

L = faktor délky svahu

S = faktor sklonu svahu

C = faktor ochranného vlivu vegetace

P = faktor účinnosti protierozních opatření (nejčastěji P = 1)

**Faktor R** je součin celkové kinetické energie deště a jeho maximální 30minutové intenzity. Pro oblast ČR byly stanoveny faktory R v rozmezí 16 - Jihozápadní Čechy až 30 - oblast Znojemska. Pro většinu území je hodnota faktoru R = 40

**Faktor K** charakterizuje půdní vlastnosti. Podmínky ovlivňující hodnotu faktoru K jsou shrnuty v nomogramu, kde se faktor K odečítá. Další možnost určení faktoru K je pomocí kódu KPP nebo BPEJ. V mém případě jsem stanovoval faktor K pomocí BPEJ, které jsem získal částečně na stránkách VÚMOP a částečně na serveru ČÚZK.

**Faktor L** závisí na výpočtu délky svahu a jeho hodnota se určí pomocí tabulek.

**Faktor S** závisí na výpočtu sklonu svahu a jeho hodnota se určí pomocí tabulek.

**Faktor C** získáme výpočtem, jehož hodnoty představují poměr smyvu na pozemku s pěstovanými plodinami ke ztrátě půdy.

**Faktor P** vyjadřuje účinnost protierozních opatření. Nejméně účinné je vrstevnicové obdělávání půdy. Účinnějším se jeví pásové střídání plodin a hrázkování. Nejúčinnější, ale nejnákladnější, jsou technická opatření jako terasy, cesty atd. Nejčastěji používaná hodnota faktoru P je 1, protože se v našem zemědělství protierozní opatření moc často neprovádějí.

### *Vybraná protierozní opatření*

Vrstevnicové obdělávání znamená provádění polních prací jako je orba, brázdování a výsadba podél vrstevnic (v pravém úhlu k obvyklému směru odtoku a nikoliv ve směru svahu). Cílem takového obdělávání je vytvořit kapacitu pro zadržování vody v povrchovém půdním horizontu a zpomalit odtok tak, aby měla voda čas k infiltraci do půdy.

Zatravnění působí proti erozi několika směry: chrání půdu před přímým dopadem kapek, podporuje vsak dešťové vody do půdy a svými kořeny zvyšuje soudružnost půdy, která se tak stává odolnější vůči účinkům stékající vody.

Záchytné průlehy se budují na pozemcích o sklonu do 15 %, maximálně však do 18 %, a to na základě překročené vypočtené limitní délky svahu. Je možné uplatnit:

- vsakovací průlehy – vhodné pro lehké půdy v sušších oblastech a na pravidelné svahy v terénu,
- kombinované průlehy (vsakovací a odváděcí funkce) – vhodné pro středně těžké půdy, při větším výskytu přívalových dešťů, v terénu s velmi dlouhými svahy nebo při zvláštní ochraně (např. zástavba),
- odváděcí průlehy – pro těžké půdy s minimálním vsakem, ve vlhčích oblastech ve zvlněném terénu.

## 5. Výsledky a diskuze

### 5.1 Charakteristika povodí

#### 5.1.1 Klima

##### *Srážky*

Průměrný roční úhrn srážek 600 – 650 mm

Průměrný úhrn srážek ve vegetačním období 400 – 450 mm

Průměrný počet dní s bouřkou (přívalová srážka) 24 – 27 dní

Průměrný počet srážkových dní s úhrnem:

≥ 0,1 mm 140 – 150 dní

≥ 1,0 mm 90 – 110 dní

≥ 5,0 mm 30 – 35 dní

≥ 10,0 mm 14 – 16 dní

Průměrné měsíční úhrn srážek

Leden 0 – 20 mm

Únor 20 – 30 mm

Březen 30 – 40 mm

Duben 40 – 50 mm

Květen 80 – 100 mm

Červen 100 – 120 mm

Červenec 100 – 120 mm

Srpen 60 – 80 mm

Září 40 – 50 mm

Říjen 30 – 40 mm

Listopad 30 – 40 mm

Prosinec 20 – 30 mm

### *Teploty*

Průměrná roční teplota	7 – 8 °C
Průměrná teplota ve vegetačním období	13 – 14 °C
Průměrný počet mrazivých dní v roce	120 – 140 dní
Průměrná měsíční teplota vzduchu	
Leden	-2 – -1 °C
Únor	-1 – 0 °C
Březen	2 – 3 °C
Duben	6 – 7 °C
Květen	11 – 12 °C
Červen	15 – 16 °C
Červenec	17 – 18 °C
Srpen	16 – 17 °C
Září	12 -13 °C
Říjen	7 – 8 °C
Listopad	2 – 3 °C
Prosinec	-1 – 0 °C

### *Fenologické charakteristiky*

Počátek jarních polních prací:	21. – 30. 3.
Počátek setí jarního ječmene:	26. – 30. 3.
Rozkvět ozimého žita:	6. – 10. 6.
Počátek senosečí:	6. – 10. 6.
Počátek žní ozimého žita:	21. – 25. 7.
Počátek setí ozimého žita:	21. - 25. 9.

### *Směr a síla větru*

Relativní četnost směru v % a síly větrů [stupnice Beaufortova]:

S	4,8 %	3 °B
SV	5,7 %	2 °B
V	7,5 %	1 °B
JV	15,5 %	4 °B
J	8,6 %	2 °B
JZ	23,6 %	4 °B
Z	23,6 %	3 °B
SZ	9,3 %	4 °B
Bezvětří	1,4 %	

Převládající směry větru zde jsou od západu a jihozápadu o síle 3° - 4° Beaufortovy stupnice. Nejslabší vítr vane od východu, kde nepřesáhne 1° Beaufortovy stupnice (TOLASZ a kol., 2007).

#### 5.1.2 Geologie

##### *Rozbor podle BPEJ*

Klimatický region:	mírně teplý, vlhký region
Sklonitost:	mírný svah 3° - 7° až střední svah 7° - 12°
Expozice:	jih
Skeletovitost půdy:	žádná, s příměsí, až slabá
Hloubka půdy:	hluboká, středně hluboká >30 cm
Skupina půdních typů:	kambizemě, gleje
Matečná hornina:	jednotvárná série moldanubika (svorové ruly, pararuly, migmatity)

### 5.1.3 Geomorfologie

System:	Hercynský
Subsystém:	Hercynské pohoří
Provincie:	Česká vysočina
Subprovincie:	Šumavská soustava
Oblast:	Šumavská hornatina
Celek:	Šumavské podhůří / Novohradské podhůří
Podcelek:	Českokrumlovská vrchovina / Kaplická brázda
Okrsek:	Rožmberská vrchovina / Velešínská pahorkatina (DEMEK a kol., 2006).

### 5.1.4 Flóra a fauna

Vybrané povodí spadá do Českokrumlovského bioregionu. Z hlediska fytogeografického členění, neboli botanického členění, se Českokrumlovský bioregion nachází v mezofytiku a rozkládá se v jižní části fytogeografického okresu 37. Šumavsko-novohradské podhůří. Charakteristickými vegetačními stupni tohoto bioregionu jsou suprakolinní až submontánní stupně. V nižších oblastech území se vyskytují acidofilní doubravy, a to s poměrně silným zastoupením jedle. Naopak ve vyšších polohách převládají květnaté bučiny.

Z pohledu fauny se v bioregionu vyskytuje běžná lesní zvěřina vyšších poloh hercynské provincie, jako jsou například tetřev hlušec a tetřívka obecná. Sousední horské regiony ovlivňují místní faunu. Mezi významné, v oblasti se vyskytující druhy, patří jezek západní, vydra říční, zmijs obecná, ještěrka živorodá či kobylka zelená (CULEK a kol., 2013).

## 5.2 Popis povodí

### 5.2.1 Všeobecné informace:

1) Číslo hydrologického pořadí	1-06-01-1880-0-00
2) Rozloha	5,84 km <sup>2</sup>
3) Hydrologicky rajon	32-24

4) Ochranná pásma v povodí	Nadregionální biokoridor, Přírodní park Poluška
5) Prvky vyskytující se v povodí podle hydrologické mapy	Studně, vrty sloužící k odběru pitné a užitkové vody. Srážkoměrné stanice.
6) Celková délka toku	5 053 m
7) Výšková poloha prameniště	652 m. n. m.
8) Výšková poloha ústí toku	526 m. n. m.
9) Celková délka údolnice	4 765 m

### 5.2.2 Charakter povodí

- 1) Střední šířka povodí

$$B = \frac{F}{L} = \frac{5,85}{7,765} = 1,23 \text{ [Km]}$$

- 2) Absolutní spád povodí

$$\Delta H = H_{\max} - H_{\min} = 741 - 526 = 215 \text{ [m]}$$

- 3) Sklon údolnice

$$l_u = \frac{H_{\max \text{ ú}} - H_{\min \text{ ú}}}{L_u} * 100 = \frac{674 - 526}{4765} * 100 = 3,1 \text{ [%]}$$

- 4) Průměrný sklon povodí

$$l_u = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{\sqrt{F}} * 100 = \frac{741 - 526}{\sqrt{5840000}} * 100 = 8,9 \text{ [%]}$$

- 5) Absolutní spád toku

$$\Delta HT = HT_{\max} - HT_{\min} = 652 - 526 = 126 \text{ [m]}$$

- 6) Sklon toku

$$I_t = \frac{\Delta HT}{L_t} * 100 = \frac{126}{5053} * 100 = 2,49 \text{ [%]}$$

- 7) Typ povodí

$$\alpha = \frac{F}{L_u^2} = \frac{5,84}{4,765^2} = 0,257 \Rightarrow \text{Přechodný typ povodí}$$

- 8) Gravelliův koeficient

$$K_g = \frac{Lr}{2\sqrt{F\pi}} = \frac{13,47}{2\sqrt{5,84 * \pi}} = 1,57$$



9) Koeficient protáhlosti povodí

$$Re = \frac{2\sqrt{\frac{F}{\pi}}}{L} = \frac{2\sqrt{\frac{5,84}{\pi}}}{4,961} = 0,55$$

5.2.3 Popis land-use

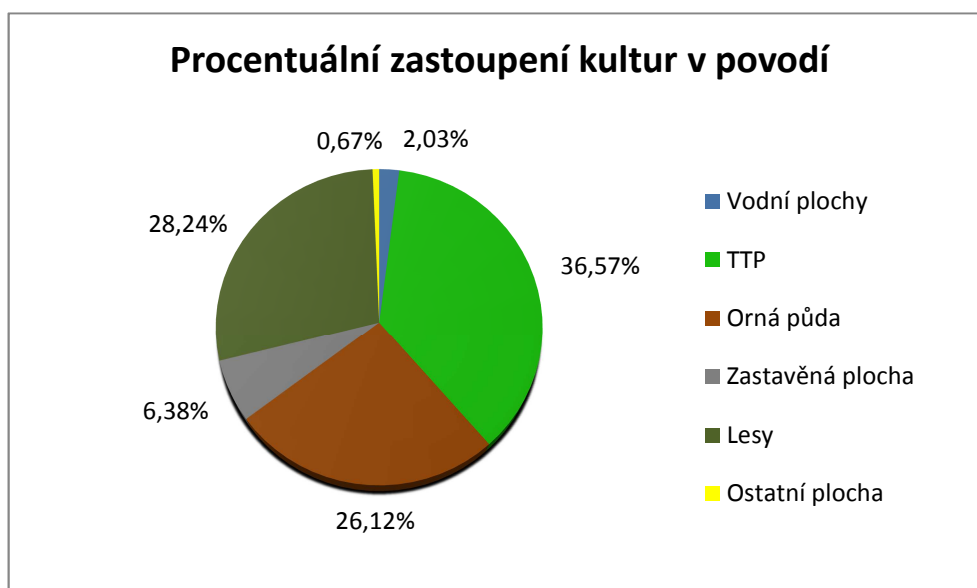
Řešené území je na základě geomorfologické regionalizace území České republiky, vycházející z regionálních a typologických kritérií, součástí Hercynského systému, subsystému Hercynská pohoří.

Land-use (m <sup>2</sup> )		Procentuální zastoupení (%)
Vodní plochy	118784,94	2,03
TTP	2137028,09	36,57
Orná půda	1526312,32	26,12
Zastavěná plocha	372706,26	6,38
Lesy	1650264,96	28,24
Ostatní plocha	39147,92	0,67
	5844244,49	100,00

SES (m <sup>2</sup> )		
0	411854,18	0
1	1526312,32	1526312,3
2	2137028,09	4274056,2
4	1769049,90	7076199,6
	5844244,49	12876568
		12876568,1 / 5844244,49 = 2,20
KES = 2,20		

Tab. č.1: Rozloha a procentuální zastoupení kultur.

Tab. č.2: Výpočet systému ekologické stability



Graf č.1: Procentuální zastoupení kultur v povodí.

#### 5.2.4 Zalesněnost

Jak lze vyčíst z výše uvedené tabulky, lesy zaujímají plochu cca 165 ha, což činí 28,5 % z celkové plochy povodí Mirkovického potoka.

#### 5.2.5 Plocha odvodnění

Odvodněná plocha činí 1,72 km<sup>2</sup>, což je 30 % povodí Mirkovického potoka.

#### 5.2.6 Nádrže v povodí

V povodí se vyskytují čtyři rybníky: Přídolský rybník o rozloze 0,27 ha, Koutecký rybník 2,6 ha, rybník Cikán 6 ha a rybník bez názvu 0,28 ha. Po bližším průzkumu povodí nebyl zjištěn žádný zavlažovací systém. Nacházejí se zde meliorační šachty, tudíž zde existuje odvodňovací drenážní systém.

### 5.3 Popis toku

#### 5.3.1 Celkový popis toku

*Popis povodí jako celku*

- Povodí I. Řádu – Labe
- Povodí II. Řádu – Vltava
- Povodí III. Řádu – Jílecký potok
- Povodí IV. Řádu – Mirkovický potok

Hydrologické pořadí Mirkovického potoka je 1-06-01-1880-0-00. Rozloha povodí je 5,84 km<sup>2</sup> a délka toku je 5 053 m.

## 5.4 Stanovení mezních průtoků

### 5.4.1 Výpočet $Q_{100}$ v povodí Mirkovického potoka dle Čerkašina

$$Q_{100} = \frac{24,7 * 0,6 * 0,9^{2/3} * 5,84}{1,375 * 4,765^{2/3}} = 20,72 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 5.4.2 Výpočet průtoků $Q_1, Q_2, Q_3, Q_{10}, Q_{20}, Q_{50}$

Naše povodí spadá mezi částečně zalesněná svazitá

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

$\alpha_1$	0,10	$Q_{100}$	20,72	$Q_1$	2,072
$\alpha_2$	0,15	$Q_{100}$	20,72	$Q_2$	3,108
$\alpha_5$	0,23	$Q_{100}$	20,72	$Q_5$	4,7656
$\alpha_{10}$	0,33	$Q_{100}$	20,72	$Q_{10}$	6,8376
$\alpha_{20}$	0,47	$Q_{100}$	20,72	$Q_{20}$	9,7384
$\alpha_{50}$	0,70	$Q_{100}$	20,72	$Q_{50}$	14,504

**Tab.č.3:** Výpočet jednotlivých průtoků.

### 5.4.1 Výpočet $Q_{100}$ v povodí Rybníku Cikán dle Čerkašina

$$Q_{100} = \frac{24,7 * 0,6 * 0,7^{2/3} * 1,35}{1,375 * 1,93^{2/3}} = 7,40 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 5.4.2 Výpočet průtoků $Q_1, Q_2, Q_3, Q_{10}, Q_{20}, Q_{50}$

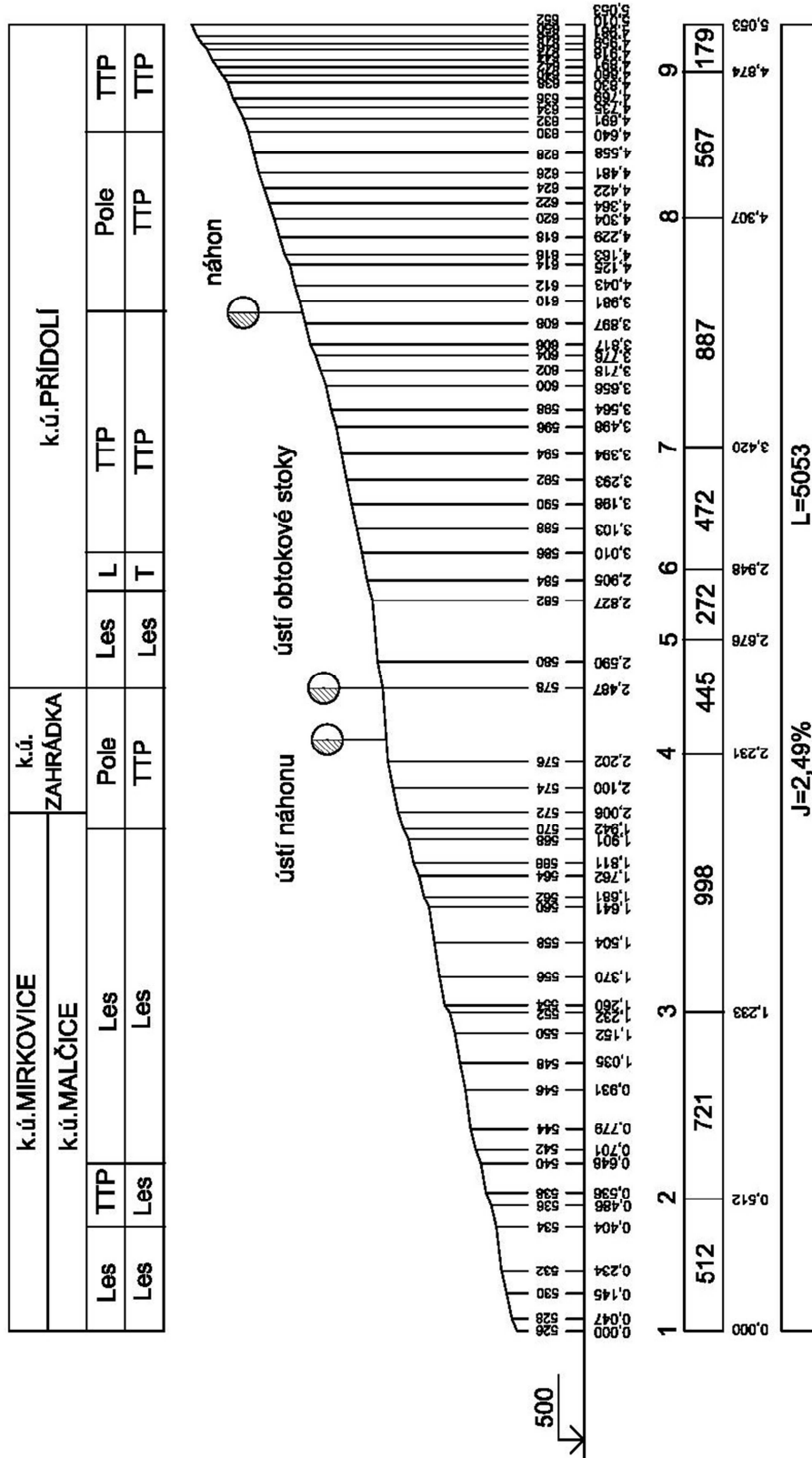
Naše povodí spadá mezi částečně zalesněná svazitá

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

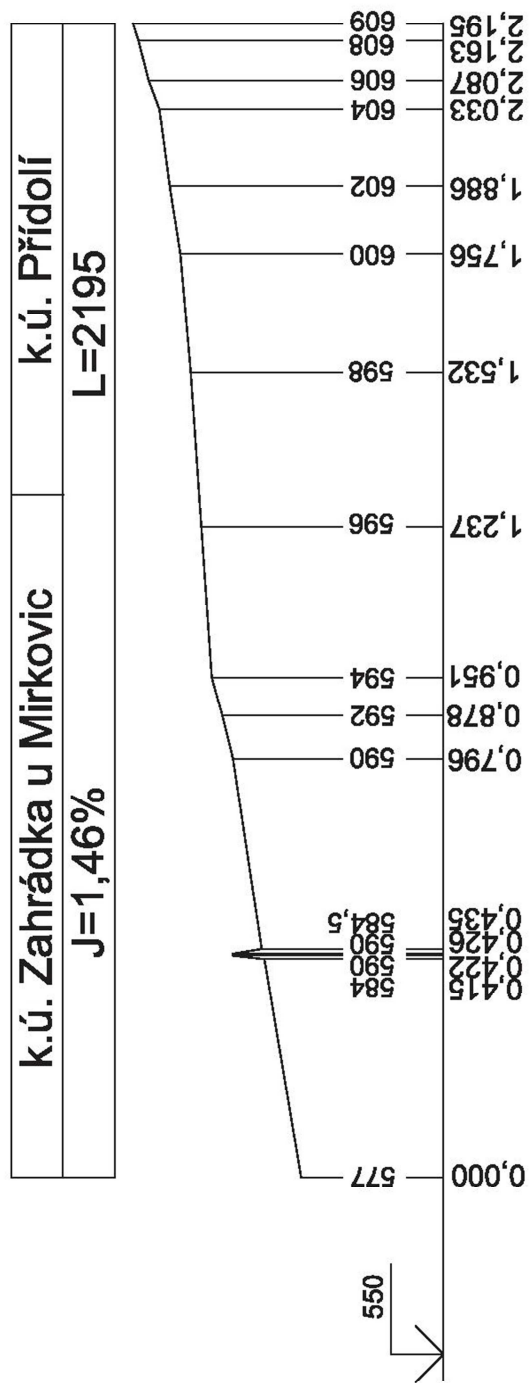
$\alpha_1$	0,10	$Q_{100}$	7,40	$Q_1$	0,740
$\alpha_2$	0,15	$Q_{100}$	7,40	$Q_2$	1,110
$\alpha_5$	0,23	$Q_{100}$	7,40	$Q_5$	1,702
$\alpha_{10}$	0,33	$Q_{100}$	7,40	$Q_{10}$	2,442
$\alpha_{20}$	0,47	$Q_{100}$	7,40	$Q_{20}$	4,478
$\alpha_{50}$	0,70	$Q_{100}$	7,40	$Q_{50}$	5,180

**Tab.č.4:** Výpočet jednotlivých průtoků.

### 5.4.3 Podélný profil toku



### 5.4.1 Podélný profil náhonu



## 5.5 Výpočet smyvu půdy z pozemků

Pro výpočet faktoru C jsem navrhl pětihonný osevní postup v následujícím složení:

- Jetel
- Jetel
- Pšenice
- Kukuřice
- Oves s podsevem

	Období	C	R			C Faktor
Jetel	16.8 - 15.8	0,015	2	0,03	0,03	
Jetel						
Pšenice	16.8 - 15.9	0,5	0,01	0,005		
	16.9 - 31.10	0,55	0,014	0,0077		
	1.11 - 30.4	0,3	0,005	0,0015		
	1.5 - 15. 8	0,05	0,816	0,0408		
	16.8 - 31.8	0,2	0,156	0,0312	0,0862	
Kukuřice	1.9 - 15.3	0,7	0,024	0,0168		
	16.3 - 31.5	0,9	0,075	0,0675		
	1.6 - 31.7	0,7	0,59	0,413		
	1.8 - 15.9	0,35	0,321	0,11235		
	16.9 - 30.9	0,7	0,01	0,007	0,61665	
Oves Δ	1.10 - 15.3	0,65	0,004	0,0026		
	16.3 - 31.5	0,7	0,075	0,0525		
	1.6 - 31.7	0,45	0,59	0,2655		
	1.8 - 15.8	0,08	0,311	0,02488	0,34548	0,215666

**Tab.č.5:** Výpočet C faktoru.

	Rozloha (ha)	Délka (m)	BPEJ	S	S'	L'	K	R	C	P	Eroze
PB 1a	58,71	715	83421	7,27	0,74	5,7	0,21	40	0,216	1	7,653
PB 1b		593	83421	7,76	0,8	5,2	0,21	40	0,216	1	7,548
PB 2	2,42	258	83401	10,85	1,3	3,4	0,21	40	0,216	1	8,020
PB 3	9,15	275	83421	4,36	0,39	3,6	0,21	40	0,216	1	2,547
PB 4	9,64	413	73204	2,42	0,22	4,3	0,21	40	0,216	1	1,716
PB 5	6,77	337	73204	4,75	0,42	3,85	0,21	40	0,216	1	2,934
PB 6	34,21	778	73204	3,34	0,3	5,9	0,21	40	0,216	1	3,211
PB 7	21,92	383	83404	8,88	0,95	4,2	0,21	40	0,216	1	7,239
PB 8	9,69	450	83404	7,56	0,78	4,52	0,21	40	0,216	1	6,397

Tab.č.6: Výpočet erozní ohroženosti.

	Rozloha (ha)	Délka (m)	BPEJ	S	S'	L'	K	R	C	P	Eroze
PB 1a	58,71	275	83421	8	0,84	3,5	0,21	40	0,216	0,7	3,734
		204	83421	8,8	0,95	3,05	0,21	40	0,216	0,4	2,103
		326	83421	5,1	0,47	3,25	0,21	40	0,216	0,7	1,940
PB 1b		44	83421	13,64	1,85	1,4	0,21	40	0,216	0,7	3,290
		134	83421	13,43	1,8	2,3	0,21	40	0,216	0,4	3,005
		415	83421	5,3	0,5	4,35	0,21	40	0,216	0,7	2,762
PB 2	2,42	81	83401	12,35	1,6	1,92	0,21	40	0,216	0,4	2,230
		177	83401	10,17	1,2	2,8	0,21	40	0,216	0,4	2,439
PB 7	21,92	246	83404	8,9	0,95	3,3	0,21	40	0,216	0,7	3,982
		137	83404	10,2	1,2	2,5	0,21	40	0,216	0,7	3,810
PB 8	9,69	230	83404	6,7	0,68	3,25	0,21	40	0,216	0,7	2,807
		220	83404	6,4	0,64	3,2	0,21	40	0,216	0,7	2,601

Tab.č.7: Výpočet erozní ohroženosti po aplikaci protierozních opatření.

Z tabulky č. 6 lze vyčíst, že ve vybraném povodí se nachází 8 půdních bloků s ornou půdou. Půdní bloky 3, 4, 5 a 6 mají smyv půdy i bez protierozních opatření pod kritickou úrovní 4 t/ha/rok. Zbývající bloky 1, 2, 7 a 8 tuto hranici překročily. V tabulce č. 7 je počítáno s jednotlivými protierozními opatřeními, které se projevují na faktoru P. Pokles faktoru P z 1 na 0,7 je zapříčiněn vrstevnicovým obděláváním a pokles na 0,005 je zapříčiněn zatravněním části půdního bloku. Dříve, než jsem začal manipulovat s faktorem P, rozdělil jsem délku svahů průlehy, což je patrné v tabulce č. 7.

## 5.6 Rybník Cikán

### 5.6.1 Historický vývoj

Rybník Cikán je velice stará malá vodní nádrž, jejímž důvodem vzniku byl s největší pravděpodobností chov ryb. Velkou část své historie náležel rybník Cikán klášteru ve Vyšším Brodě. Přesné datum vzniku se nepodařilo dohledat, ale podle doložené mapy I. vojenského (josefovského) mapování v letech 1764 - 1768, v této době již existoval.



**Obr. č.6:**Mapa I. vojenského (josefského) mapování s vyznačeným rybníkem Cikán (zdroj: [www.Staremapy.cz](http://www.Staremapy.cz))



## 5.6.2 Údaje o území

### *Rozsah řešeného území*

Rybářství Nové Hrady s. r.o. vlastní a provozuje rybník vedený pod názvem Cikán v katastrálním území Zahrádka u Mirkovic, nacházející se převážně na pozemku par. č. 235/1. Rybník je situován jižně od osady Zahrádka u Mirkovic. Leží v povodí Mirkovického potoka, jehož číslo hydrologického pořadí je 1-06-01-1880-0-00. Nádrž je průtočná, s čelní hrází, a je napájena náhonem z Mirkovického potoka. Tento náhon napájí i výše položený Koutecký rybník, ze kterého odtéká voda do rybníka Cikán. Vlastní povodí rybníka je 0,27 km<sup>2</sup>. Rozsah řešeného území je omezen vlastní polohou vodního díla stávající malé vodní nádrže se zemní sypanou hrází a náhonu nádrže.

### *Údaje o ochraně území*

Rybník se nachází v nadregionálním biokoridoru. Rybník a koryto vodního toku jsou významným krajinným prvkem dle zákona o Ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb.

### *Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací*

Obnova stávající malé vodní nádrže nevyžaduje změnu užívání a není v rozporu s územně plánovací dokumentací. Obnova náhonu spočívá v ozelenění, a proto bude potřeba vykoupit pás cca 5 m široký, po obou stranách náhonu. Výkup se týká pozemků par. č. 232/1, 232/2, 232/5, 276/27 v k.ú. Zahrádka u Mirkovic a par.č. 1684/13 a 1683/1 v k.ú. Přídolí.

### *Údaje o dodržení obecných požadavků na využití území*

Rybník Cikán je rybníkem průtočným a byl vybudován před několika stoletími ve střední části Mirkovického povodí. Rybník je dlouhodobě rybářsky využíván. V okolí rybníka jsou pozemky využívány jako trvale travní porost, orná půda i les. Zdrojem vody pro rybník je náhon vedený z Mirkovického potoka, který napájí i výše položený rybník Koutecký, ze kterého voda odchází do rybníku Cikán.

*Seznam pozemků a staveb dotčených prováděním stavby podle KN*

Při provedení všech stavebních opatření, která jsou popsána v této práci, budou dotčeny především zájmy vlastníka pozemků rybníka a jeho hráze, kterým je Rybářství Nové Hrady s. r. o., Štiptůň 78, 37401 Nové Hrady.

Stavbou budou dále dotčeni:

Parcelní číslo	Celková výměra (m <sup>2</sup> )	Druh pozemku	Vlastník	Druh stavby
235/1	88458	vodní plocha (rybník)	Rybářství Nové Hrady s.r.o., Štiptůň 78, 37401 Nové Hrady	Rybník
226/2	896	ostatní plocha (neplodná půda)	Rybářství Nové Hrady s.r.o., Štiptůň 78, 37401 Nové Hrady	Pod hrází (výpustě)
226/1	16832	ostatní plocha (neplodná půda)	Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3	Pod hrází (výpustě)
236/1	6449	ostatní plocha (neplodná půda)	Rybářství Nové Hrady s.r.o., Štiptůň 78, 37401 Nové Hrady	Hráz
276/27	12431	vodní plocha (zamokřená plocha)	Rybářství Nové Hrady s.r.o., Štiptůň 78, 37401 Nové Hrady	Náhon
230/1	1916	ostatní plocha (ostatní komunikace)	Rybářství Nové Hrady s.r.o., Štiptůň 78, 37401 Nové Hrady	Náhon
232/1	11639	trvalý travní porost	Zajíc Zbyněk Ing., Čécova 662/20, České Budějovice 3, 37004 České Budějovice	Náhon
232/4	1463	vodní plocha (koryto vodního toku přirozené nebo upravené)	Rybářství Nové Hrady s.r.o., Štiptůň 78, 37401 Nové Hrady	Náhon

232/2	10173	orná půda	Zajíc Zbyněk Ing., Čéčova 662/20, České Budějovice 3, 37004 České Budějovice	Náhon
232/5	8848	orná půda	Honetschläger Václav, Markvartice 42, 38232 Zubčice	Náhon
1683/1	235806	trvalý travní porost	Farma Přídolí spol. s r.o., Husova tř. 640/33, České Budějovice 2, 37005 České Budějovice	Náhon
1684/13	56046	trvalý travní porost	Farma Přídolí spol. s r.o., Husova tř. 640/33, České Budějovice 2, 37005 České Budějovice	Náhon

**Tab.č.8:**Dotčené parcely.

### 5.6.3 Údaje o stavbě

Stavba „Oprava a odbahnění rybníku Cikán“ je v zásadě změnou dokončené stavby, neboť v rámci ní bude provedena rekonstrukce a oprava funkčních objektů stávajícího průtočného rybníka.

Rybník je víceúčelový, přičemž plní a bude plnit funkce:

- rybochovnou – vhodné pro rybářské využití na úrovni polointenzifikace,
- akumulární - část objemu lze využít pro nadlepšení průtoku pod hrází,
- retenční - pro částečnou ochranu před povodněmi slouží retenční objem 24 000 m<sup>3</sup>,
- krajínotvornou- zadržení vody v krajině, zpomalení odtoku vody z území, zlepšení kvality vody samočisticím procesem.

Charakteristické údaje rybníku Cikán		
katastrální výměra	8,8458	ha
minimální hospodářská hladina	588,80	m.n.m.
vodní plocha	6,50	ha
objem	115000	m <sup>3</sup>
normální hospodářská hladina	589,00	m.n.m.
vodní plocha	6,60	ha
objem	127000	m <sup>3</sup>
maximální hladina	589,40	m.n.m.
vodní plocha	6,80	ha
objem	151000	m <sup>3</sup>
objem retenčního prostoru	24000	m <sup>3</sup>

**Tab.č.9:** Charakteristické údaje rybníku Cikán.

### *Hráz*

Hráz je zemní, homogenní, tedy z místních materiálů. Návodní svah je opevněn kamennou rovnatinou a vzdušný svah je pokryt travním porostem s výskytem křovin. Korunou hráze prochází nezpevněná cesta v šíři 2,5 – 3,5 m přičemž po obou stranách lemuje cestu alej vzrostlých stromů, které jsou převážně v dobrém stavu.

Charakteristické údaje hráze		
délka v koruně	379,00	m
kóta koruny průměrná	590,15	m.n.m.
kóta koruny minimální	589,95	m.n.m.
maximální výška hráze	5,44	m
šířka v koruně	3 - 5	m
šířka v patě	21,60	m
sklon návodního svahu	1:1,0 - 1:1,5	
sklon vzdušného svahu	1:1,5 - 1:2,1	

**Tab.č.10:** Charakteristické údaje hráze.

### *Výpustné zařízení*

Jako hlavní zařízení pro manipulaci s vodou v nádrži slouží dřevěný požerák o rozměrech 62 x 46 cm osazený na základové výpusti z dřevěné trouby DN 350 mm.

Charakteristické údaje hlavního výpustného zařízení		
kóta dna potrubí na vtoku	584,56	m.n.m.
kóta dna potrubí na výtoku	584,15	m.n.m.
délka potrubí k požeráku	19,8	m
kóta vrchu vtokového objektu	589,49	m.n.m.

**Tab.č.11:** Charakteristické údaje výpustného zařízení.

### *Bezpečnostní přepad*

Bezpečnostní přeliv je umístěn v hrázi, a to jako zděný kanál o rozměrech 0,45 x 0,23 m.

Charakteristické údaje přelivu		
délka přelivné hrany	0,45	m
kóta přelivné hrany	589,00	m.n.m.
kapacita přelivu při max. hladině	0,162	m <sup>3</sup> /s

**Tab.č.12:** Charakteristické údaje přelivu.

#### 5.6.4 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

- SO 01 Odbahnění
- SO 02 Rekonstrukce hráze
- SO 03 Rekonstrukce výpusti
- SO 04 Rekonstrukce bezpečnostního přelivu
- SO 05 Ozelenění nádrže a náhonu

## 5.7 Návrh postupu revitalizace a technické řešení malé vodní nádrže

### 5.7.1 Odbahnění

Na dně zátopy bude po vypuštění nádrže provedena prohrábka dna, která bude sloužit k vytvoření stoky vedoucí od přítoků k výpusti. Toto opatření napomůže tomu, aby došlo k maximálnímu naschnutí veškerého sedimentu. Dále je zapotřebí vytvořit sjezd do zdrže rybníku. Ten bude umístěn v severní části nádrže. K odstranění sedimentu dojde po gravitačním odvodnění a proschnutí dna nádrže. Při odstraňování sedimentů je nutné na dně ponechat 5 – 10 cm silnou vrstvu, pro umožnění dalšího rozvoje ekosystému. Po odbahnění bude sklon hlavní podélné osy rybníka 1,8% směrem k výpustnému zařízení, přičemž příčné sklony zdrže budou odpovídat původnímu sklonu dna rybníka. V jihozápadní části nádrže bude maximálně zachován stávající mělčí pás, který tvoří litorální zónu v rybníku a kde bude hloubka vody plynule přecházet od 0 do 50 cm.

Zemní práce budou s ohledem na další využití materiálu z prostoru zátopy prováděny selektivně, přičemž materiál z erozní zóny bude použit k úpravě terénních depresí a strží. Materiál s převahou jemných částic a vysokým obsahem organické hmoty bude použit k zúrodnění zemních konstrukcí, k přímé aplikaci na upravený terén a následnému osetí travním semenem. Dále bude ze dna rybníka vybrán vhodný jílovitý materiál, a ten bude použitý na opravu tělesa hráze ve tvaru lichoběžníku.

Pro těžbu bude použito klasických zemních strojů, kráčivého rypadla, pásového rypadla, popřípadě dozeru. Sediment bude vyhrnován a deponován do krajů zátopy při severním břehu nádrže, kde bude po odvodnění a částečném proschnutí v tuhé konzistenci připraven k přesunu na místo dalšího využití.

### 5.7.2 Rekonstrukce hráze

Hráz rybníka Cikán je zemní, s největší pravděpodobností homogenní, vytvořená z místních materiálů. Aktuální stav hráze je poměrně dobrý, nevyhovující je sklon na návodní straně, který má od 1:1 do 1:1,5. Sklon na vzdušné straně od 1:1,5 do 1:2,1 bude zachován. Hráz je osázena vzrostlými stromy, které jsou ve špatném zdravotním stavu a jsou nevhodně umístěny.

Návodní svah a koruna hráze budou zbaveny travního drnu, nežádoucích stromů i s pařezy a zbytků kamenného opevnění. Nevhodná humózní zemina z návodního svahu bude odstraněna. Tyto práce budou provedeny po celé délce hráze 379 m a v koruně o šířce 4 m. Sklon návodního svahu je navržen 1:2,5, sklon vzdušného svahu zůstane nezměněn. Návodní svah hráze bude rypadlem urovnán k vytvoření zemní konstrukce ve sklonu 1:2,5. Budou provedeny výkopové práce – odtěžení patky pro založení návodního opevnění hráze. Zemina z výkopů pro dosypání hráze bude deponována v severní části nádrže. K doplnění bude použita vhodná zemina z odbahnění a výkopu pro bezpečnostní přeliv a vypustné zařízení.

Od lože pro kamennou patku vybudovaného z lomového kamene 80 – 300 kg po korunu hráze bude na zhuštěné zemní těleso návodního líce hráze vytvořen podsyp z drobné frakce – filtr o minimální tloušťce 300 mm k zamezení vyplavování částic zeminy z hráze. Pro filtr se použije drcené kamenivo neobsahující více než 5 % částic pod 0,063 mm. Největší zrno nejhrubší vrstvy filtru nesmí být větší než 63 mm.

Na filtr se strojně položí zához (pohoz) z lomového kameniva z odstřelu s širší škálou zrnitosti od 50 kg do 80 kg, o minimální tloušťce k uložení 300 mm. Velké kameny budou použity pro konstrukci patky. Kameny strojně ukládané na filtr budou vyklínovány menšími za průběžného obsypávání drobným kamenivem. Jednotlivé velké kameny nesmí mít tloušťku uložení menší než 200 mm. Celková tloušťka kamenného opevnění včetně podsypu filtru činí minimálně 600 mm. Takto vzniklá konstrukce zaručí dlouhověkost opevnění proti abrazi, zamezí vyplavování částic z dosypané části hráze a splní ochranu bioty v nádrži.

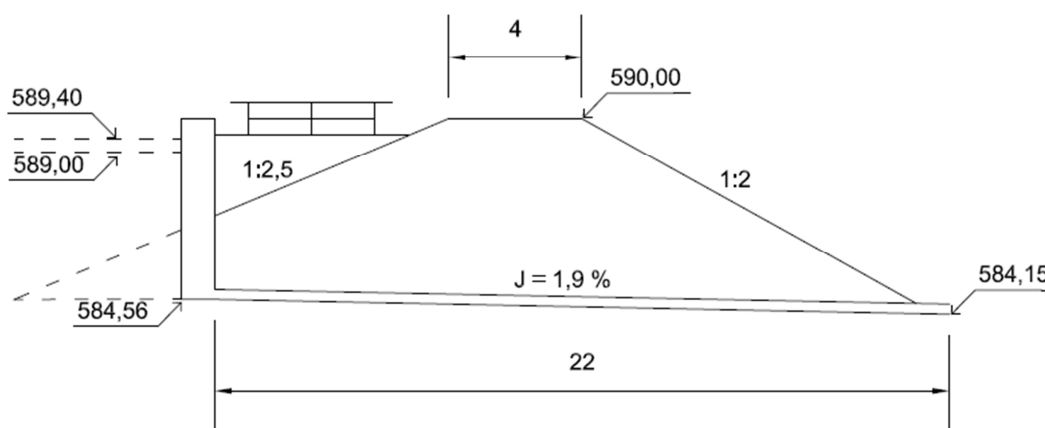
Po provedení dosypání bude travní drn vrácen zpět na korunu hráze a na vzdušný svah, do míst po provedení plomb po výkopu pařezů. Po urovnání bude kompletní koruna a vzdušný svah hráze v místě zemních prací ohumusován a oset travním semenem.

### 5.7.3 Rekonstrukce vypusti

Rybník má v současné době dřevěný požerák, který jeví známky značného poškození. Nový betonový požerák bude mít vnější rozměry 1,00 x 1,00 m

a tloušťku stěn 0,30 a 0,25 m. Je opatřen dvěma drážkami z ocelového profilu pro osazení dluží z fošen o tloušťce 4 cm a shora je uzavřen poklopem z ocelového plechu o tloušťce 4 mm s možností uzamčení. Požerák bude vybudován na místě původního požeráku. Výpustné potrubí budou tvořit kanalizační roury z PVC DN 350 celkové délky 22,0 m. Požerák a výpustní čelo budou budovány z vodostavebního betonu s výztuží ze svařovaných sítí KARI KY 50. Oboustranně bude výztuž uložena s krytím 40 mm. Pro přístup na požerák bude zřízena ocelová lávka délky 5 m a šířky 0,75 m s jednostranným zábradlím. Nová lávka bude pevně uchycena k požeráku a pod korunou hráze do kamenobetonového bloku.

Za hrází bude výpustné potrubí ústít do vývařiště, aby se utlumila energie odtékající vody, z něho bude dále pokračovat do stávajícího zatrubněného náhonu ústícího do Mirkovického potoka.



**Obr. č.7:** Profil hráze a výpustného zařízení (zdroj: Vlastní tvorba).

#### 5.7.4 Rekonstrukce bezpečnostního přelivu

K zajištění bezpečnosti vodního díla je navržen kašnový bezpečnostní přeliv, umístěný nalevo od požeráku, tvořený z lomového kamene tloušťky 300 mm a z vodostavebního betonu HV4 B20 T50. Přelivná hrana je pro výšku přepadového paprsku 0,4 m navrhovaná v délce 14,5 m. Tato přelivná hrana je v půdorysu tvořena půlkružnicí v kombinaci s přímkou a je navržena v úrovni 589,00 m.n.m. Voda přepadá do spadiště, jehož stěny tvoří stěny přelivu. Dno spadiště je navrženo v úrovni 586,00 m.n.m. a bude tvořeno kamennou dlažbou do betonu. Ze spadiště odtéká voda odpadem kruhového profilu do obtokové stoky pod hrází. Před



napojením na obtokovou stoku bude navržen vývar pro tlumení energie vytékající vody.

Takto vzniklá konstrukce zaručí dlouhověkost opevnění. Nový bezpečnostní přeliv s návrhem na padesátiletou vodu bude převádět při dosažení maximální hladiny 589,40m.n.m. 5,2 m<sup>3</sup>/s.

Při dimenzování tohoto bezpečnostního přelivu byl použit následující vzorec:

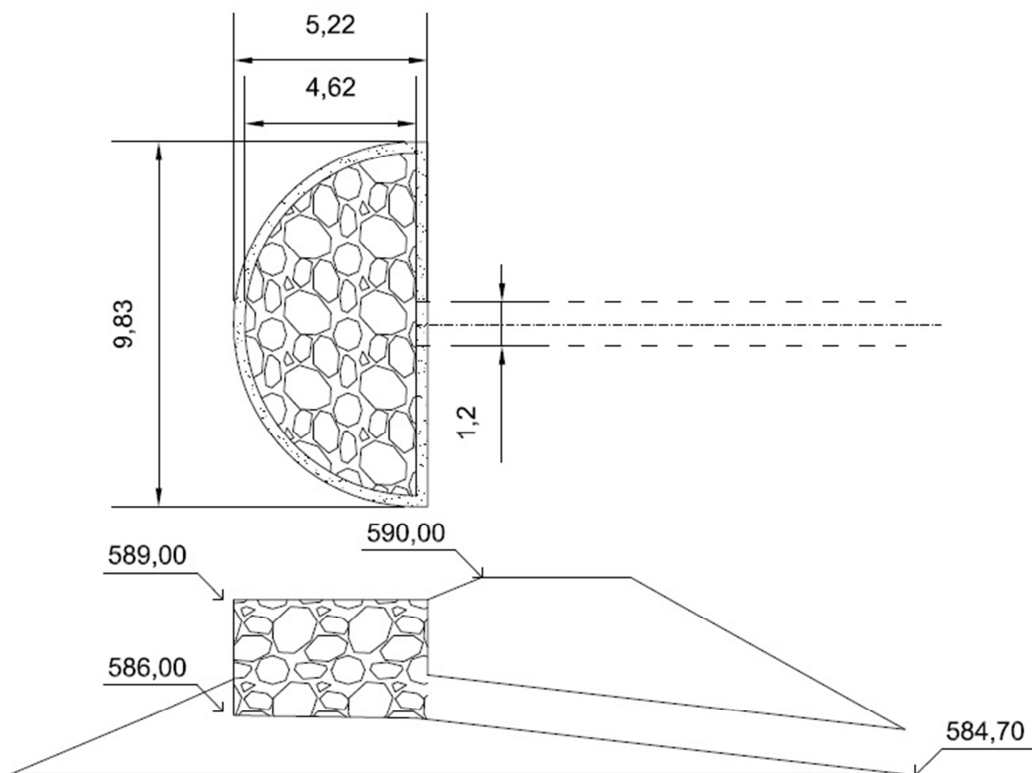
$$Q = h^{1,5} * M * b \quad [m^3 * s^{-1}]$$

Kde  $Q$ ...návrhový kulminační průtok  $Q_{50}$  [ $m^3 * s^{-1}$ ]

$h$ ...výška přepadového paprsku při návrhovém průtoku [ $m$ ]

$M$ ...součinitel přepadu

$b$ ...délka přelivné hrany [ $m$ ]



**Obr. č.8:** Profil a půdorys bezpečnostního přelivu (zdroj: Vlastní tvorba).

### 5.7.5 Ozelenění nádrže

Odstranění stávající vegetace v okolí nádrže bude v rozsahu zemních prací. Odstranění a nová výsadba dřevin se tedy týkají převážně hráze, kde bude vysázen Dub letní (*Quercus robur*) a Dub zimní (*Quercus petraea*). Koruna hráze bude ohumusována a oseta. Zatrávněny budou také všechny plochy dotčené pracemi, tedy ty plochy, které byly před pracemi travnaté. Po dokončení veškerých stavebních prací bude rybník Cikán doplněn vegetačním doprovodem.

Trvale zatápné části břehů, kde se vyskytují volně plovoucí ponořené zamokřené i nezamokřené vodní rostliny, budou doplněny Puškvorcem obecným (*Acorus calamus*) a Štípatkou střelovitou (*Sagittaria sagittifolia*). V břehové části, mezi hladinou stálého nadržení a maximální hladinou budou dosázeny z vodních rostlin Orobinec úzkolistý (*Typha angustifolia*), Rákos obecný (*Phragmites australis*), Rdesno obojživelné (*Persicaria amphibia*) a ze stromových dřevin druhy vrb a olší. Do nezaplavovaného území, tedy území ležícího nad maximální hladinou, budou dovysázeny Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), Javor jasanolistý (*Acer negundo*) a Javor mleč (*Acer platanoides*).

## 5.8 Návrh postupu revitalizace a technické řešení vodotečí souvisejících s vodním dílem

### 5.8.1 Rekonstrukce náhonu

#### *Nad nádrží*

Náhon nad nádrží bude vyčištěn od sedimentu, napadaných větví a ostatních překážek. Déle se navrhuje pětimetrový travní zasakovací pás s dosazením stromové vegetace, a to po obou stranách náhonu.

Návrhu travních porostů předcházet vhodný výběr travních směsí, který bude podmíněn těmito kritérii:

- rychlá produkce nadzemní hmoty,
- odolnost vůči škůdcům a chorobám,
- klimatická odolnost,

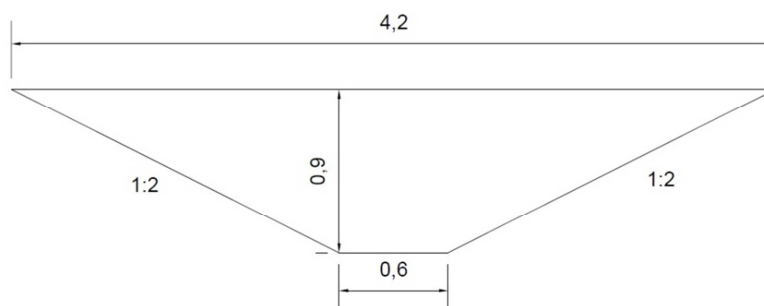
- odolnost v případě krátkodobého zatopení,
- tvorba kvalitního kořenového systému.

Na základě těchto kritérií bude složen nejvhodnější návrh travní směsi s protierozním účinkem. Travní směs bude mít následující složení: Lipnice luční (*Poa pratensis*) 40 %, Kostřava červená výběžkatá (*Festuca rubra rubra*) 25 %, Kostřava červená trsnatá (*Festuca rubra commutata*) 15 % a Jílek vytrvalý (*Lilium perenne*) 20 %.

V rámci úprav bylo nutné obnovit a doplnit břehový doprovodný porost na náhonu nad nádrží. Důležité je navázat na současné dřeviny, i když nejsou úplně vhodné. V návrhu je počítáno s výsadbou těchto dřevin: Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), Jilm habrolistý (*Ulmus minor*), Olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), Jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), Střemcha obecná (*Prunus padus*), Krušina olšová (*Frangula alnus*) a vybrané druhy vrb.

#### Pod nádrží

Náhon pod nádrží, směřující od výpusti požeráku k vyústění do Mirkovického potoka, bude ponechán v současném stavu, tedy zatrubněný. Obtoková stoka, vedoucí od bezpečnostního přelivu též k vyústění do Mirkovického potoka, bude vyčištěna a nadimenzována tak, aby zvládla odvést návrhový průtok z bezpečnostního profilu. Doprovodný porost se nenavrhuje z důvodu, že obtoková stoka prochází lesem, tedy není potřeba dosazování dřevin.



**Obr. č.9:** Příčný profil obtokové stoky (zdroj: Vlastní tvorba).

## 5.9 Možnosti oživení malé vodní nádrže po provedení revitalizace

Pokud se žádá o podporu z dotačních programů je potřeba si uvědomit, že rybářské hospodaření tradiční v českých zemích, tedy chov tržního kapra, je z pohledu ekologických či revitalizovaných nádrží, na jejichž obnovu je požadovaná podpora, nepřipustná. Jakousi výjimkou je odchov kapřího plůdku, s výlovem na podzim, nutné je však posoudit výnosnost chovu bez krmení a hnojení. V revitalizovaných nádržích lze provozovat extenzivní rybářské hospodaření, ale pouze s vybranými původními rybími druhy. Z toho vyplývá, že je nutné se vyvarovat krmení, hnojení a také nasazování nepůvodních druhů, jako jsou karas stříbřitý, tolstolobik, tolstolebec, siven, pstruh duhový. Dále je nutné se vyvarovat nasazování nevhodných druhů pro víceletý cyklus, jako jsou plotice a cejn a některých druhů predátorů, například okouna a sumce. Na obsádku rybníku jsou tedy kladeny takové požadavky, aby nezhoršovaly kvalitu vody, ponechávaly dostatek potravy pro ostatní živočichy a neohrožovaly je přímou predací.

Některé formy rybářského využití, jako jsou sportovní lov na udici nebo chov, který je přímo směřovaný za podporou ochrany přírody, mohou být slučitelné se zájmy ochrany přírody a krajiny. Ovšem je nutné počítat s tím, že takovéto aktivity jsou spíše prodělečné. Také je nutné alespoň v prvních letech vynechat chov víceletého kapra.

Vhodný pro ekologické a revitalizované nádrže může být také víceletý cyklus s částečnou obsádkou drobných kaprovitých ryb, například lína, perlína, hrouzka, mřenky a slunky s pozdějším dosazením dravců, a to zejména candáta a při větším množství nevhodných druhů také štiky. Lze také uvažovat o odchovu dvouletého pstruha potočního z váčkového plůdku nebo také odchovu kapra tohoročka, oboje bez příkrmování, ovšem to jen ve speciálních případech. Chov vodní drůbeže je zcela vyloučen.

## 5.10 Možnosti financování revitalizační akce

„Podpora retence vody v krajině – rybníky a vodní nádrže“ je program Ministerstva zemědělství 129 280 s cílem zadržení vody v krajině, zlepšení protipovodňových funkcí a zvýšení bezpečnosti. Program 129 280 podporuje výstavbu nových, obnovu zaniklých nebo také rekonstrukci stávajících rybníků, jejichž plocha je větší než 2 ha. Dále také podporuje odbahnění zanesených rybníků o výměře od 2 do 30 ha. V tomto programu jsou také vyčleněny finanční prostředky, které poslouží na odstranění havarijních situací na rybnících a povodňových škod. Doba trvání programu 129 280 „Podpora retence vody v krajině – rybníky a vodní nádrže“ podle schválené dokumentace je v rozmezí let 2016 – 2021.

Administrace programu se řídí Pravidly České republiky – Ministerstva zemědělství č.j. 40285/2015-MZE-15152, pro poskytování dotací z programu 129 280 „Podpora retence vody v krajině – rybníky a vodní nádrže“ [podle § 102 odst. 3 zákona č. 254/ 2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů], která upravují podmínky pro poskytování finančních prostředků.

Podle podmínek Pravidel může být žadatelem o podporu z programu 129 280 pouze právnická či fyzická osoba zapsaná v evidenci zemědělského podnikatele, vybrané univerzity a školní zařízení, organizační jednotky ČRS nebo MRS nebo rybářská sdružení či spolky. Déle musí být žadatel plátcem DPH. Žadatel o podporu na rekonstrukci, odbahnění rybníka, odstranění havarijních stavů a odstranění povodňových škod musí rybářsky hospodařit alespoň na 15 ha vodních ploch, včetně předmětu podpory. U podpor v rámci programu 129 280 na výstavbu nových rybníků a obnovu zaniklých rybníků se podmínka o hospodaření na 15 ha nevztahuje.

## 5.11 Diskuze

Hlavní problémy malých vodních nádrží nespatřujeme ani tak ve zmenšení velikosti celkové rybníční plochy, která je historicky 2,5 x menší než v dobách rozkvětu českého rybníkářství nebo snížení jejich počtu, ale v obnově a systematické údržbě stávajícího rybníčního fondu (VRÁNA a kol., 2009). Současný, nepřilíš uspokojivý stav prakticky všech malých vodních nádrží v České republice je výsledkem dlouhodobého nezájmu o údržbu, nízké míry finančních prostředků vkládaných v minulosti v této oblasti jak do údržby, tak i do prevence negativních vlivů (VRÁNA a BERAM, 2002). Přitom jsou malé vodní nádrže nedílnou součástí naší kulturní krajiny, přičemž významně napomáhají k ochraně a tvorbě životního prostředí. Tyto vodní nádrže plní funkci ochranou, vyrovnávací, akumulací, asanační, záchytnou, vsakovací či čistící. Značný je i jejich význam estetický, rekreační a hygienický. Každá nádrž má určitou dominantní funkci a některé mají i funkce vedlejší. Malé vodní nádrže významně přispívají ke zlepšení kvality vody v povodí a mají mimořádný a nezastupitelný význam pro celé životní prostředí (ŠÁLEK, 1996). Úspěšné plnění všech zmíněných úkolů podmiňuje požadavek, aby malé vodní nádrže byly správně navrhovány, budovány, využívány a udržovány v trvale dobrém stavu (JŮVA a kol., 1980).

## 6. Závěr

Malé vodní nádrže jsou neoddělitelnou součástí krajiny, plní mnoho důležitých a nezastupitelných funkcí. Pokud se sejde kvalitní návrh, vhodná výstavba a zodpovědné provozování, přispívají malé vodní nádrže významně k ochraně životního prostředí.

Tato diplomová práce se zabývá revitalizací malé vodní nádrže, která je definována jako nádrž, jejíž objem po hladinu ovladatelného prostoru není větší než 2 miliony m<sup>3</sup> a výška vodní hladiny od nejhlubšího místa nádrže nepřesahuje 9 m. Samotná práce je pak rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsou nastíněny základní pojmy spojené s touto problematikou. Dále se práce věnuje významu a důvodu revitalizace, možnému řešení revitalizací malých vodních nádrží či možnostem financování revitalizačních akcí. Najdete zde popis historického vývoje malých vodních nádrží, typických prvků těchto nádrží, jako jsou například hráze, výpustné zařízení či zátopný prostor. Praktická část je zaměřena na samotný návrh revitalizace malé vodní nádrže, zejména na způsob odbahnění, rekonstrukce hráze a výpustného zařízení a rekonstrukce bezpečnostního přelivu. Práce se zabývá také ozeleněním a oživením jak samotné nádrže, tak i jejího náhonu. V závěru je charakterizován program, ze kterého je možné revitalizační akci financovat.

## 7. Zdroje

ADÁMEK, Z., HALEŠIC, J., MARŠÁLEK, B., RULÍK, M., (2010) *Aplikovaná hydrobiologie*. 2. Vyd. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 350 s.

BLAŽEK, V., CÍLEK, V., EHRLICH, P., FRANK, D., GERGEL, J., HLADNÝ, J., HOFMEISTER, T., JANSKÝ, B., KAKOS, V., KENDER, J., KOPP, J., KRÁL, M., KRÁTKÁ, M., KRÁTKÝ, M., KVÍTEK, T., LÍDLOVÁ, D., LANGHAMMER, J., MANÍČEK, J., MATOUŠEK, V., MATOUŠKOVÁ, M., NESMĚRÁK, I., NĚMEC, J., NIETSCHEOVÁ, J., PLESNÍK, J., POKORNÝ, D., PUNČOCHÁŘ, P., ŘÁDEK, P., SATRAPA, L., ŠÁMALOVÁ, Z., ŠŤASTNY, B., VRABEC, M., VYLITA, T., ZEMAN, O., (2006) *Voda v České republice*. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství vydal Consult. 255 s.

CULEK, M., (1995) *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Nakladatelství ENIGMA s.r.o. 347 s.

CULEK, M., GRULICH, V., LAŠTŮVKA, Z., DIVÍŠEK, J., (2013) *Biogeografické regiony České republiky*. 1. Vyd. Brno: Masarykova univerzita. 447 s.

DEMEK, J., MACKOVČIN, P., BALATKA, B., (2006) *Zeměpisný lexikon ČR*. Vyd. 2. Brno: AOPK ČR. 508 s.

DOSTÁL, T., (2008) *Zásady revitalizace drobných vodotečí*. 1. Vyd. České vysoké učení technické v Praze. 22 S.

*Geografické rozhledy: GENIUS LOCI* [online]. (2009) Praha: Nakladatelství České geografické společnosti, 18/4 [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://geography.cz/geograficke-rozhledy/wp-content/uploads/2009/04/24-25.pdf>

GERGEL, J., HUSÁK, Š., (1997) *Revitalizace vodních nádrží*. 1. Vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. 56 s.

HANCOCK, G., A., (2010) *Field-Based Evaluation Of Wet Retention Ponds: How Effective Are Ponds At Water Quantity Control?. Journal Of The American Water Resources Association*, 6 (46). 1145–1158 s.

HASTÍK, O., (1974) *Vodohospodářská výstavba a životní prostředí člověka*. 1. Vyd. Praha: Academia. 381s.



HUBAČÍKOVÁ, V., OPPELTOVÁ, P., (2008) *Úpravy vodních toků a ochrany vodních zdrojů*. 1. Vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 131 s.

JIA, Z., LUO, W., XIE, J., PAN, Y., CHEN, Y., TANG, S., LIU, W., (2011) *Salinity dynamics of wetland ditches receiving drainage from irrigated agricultural land in arid and semi-arid regions*. *Agricultural Water Management*, č. 100. 9-17 s.

JUST, T., (2003) *Revitalizace vodního prostředí*. 1. Vyd. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. 144 s.

JUST, T., MATOUŠEK, V., DUŠEK, M., FISCHER, D., KARLÍK, P., (2005) *Vodohospodářská revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Praha: Český svaz ochránců přírody. 359 s.

JUST, T., MORAVEC, P., ŠÁMAL, V., FRANKOVÁ, L., (2009) *Obnova rybníků: Obnova malých vodních nádrží jako významných krajinných prvků*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. 28 s.

JŮVA, K., HRABAL, A., PUSTĚJOVSKÝ, R., (1980) *Malé vodní nádrže*. 1. Vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 280 s.

KENDER, J., (2000) *Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny*. 1. Vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR. 220 s.

KRATOCHVÍL, S., (1961) *Vodní nádrže a přehrady*. 1. Vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd. 956 s.

KUPEC, P., SCHNEIDER, J., ŠLESINGR, M., (2009) *Revitalizace v krajině*. 1. Vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 119 s.

KREŠL, J., (2001) *Hydrologie*. 1. Vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 125 s.

KVÍTEK, T., GERGEL, J., ONDR. P., ZÁMIŠOVÁ, K., (2006) *Zemědělská meliorace*. 1. Vyd. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 165 s.

LEE, B., YOU, G. J., (2013) *An assessment of long-term overtopping risk and optimal termination time of dam under climate change*. *Journal of Environmental Management*, č. 121. 57-71 s.

*Malé vodní nádrže - rybníky: příručka pro provádění technickobezpečnostního dohledu.* (2016) Praha: Ministerstvo zemědělství, Sekce vodního hospodářství. 44 s.

NOVÁČEK, J., (2000) *Péče o rybníky a jejich zařízení.* Praha: Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství České republiky. 41 s.

NOVÁK, L., IBLOVÁ, M., ŠKOPEK, V., (1986) *Vegetace v úpravách vodních toků a nádrží.* 1. Vyd. Praha: SNTL Nakladatelství technické literatury. 243 s.

OCKENDEN, M. C., DEASY, C., QUINTON, J. N., BAILEY, A. P., SURRIDGE, B., STOATE, CH., (2012) *Evaluation of fieldwetlands for mitigation of diffuse pollution from agriculture: Sediment retention, cost and effectiveness.* Environmental science &polici, č. 24. 110-119 s.

POKORNÝ, J., (2009) *Vodní hospodářství Stavby v rybářství.* 1. Vyd. Prahy: Nakladatelství Informatorium. 318 s.

POKORNÝ, J., ZYKMUND, A., MAREŠ, J., LUSK, S., ŠILHAVÝ, V., SPURNÝ, P., SMOLEK, L., LEVÝ, E., ZAJÍČEK, J., MERTEN, M., (2015) *České rybníky a rybníkářství ve 20. Století.* 1. Vyd. Rybářství sdružené České republiky. 335 s.

RECKENDORFER. W., (2013) *Aquaticecosystem function so fanisolated flood plain and the irimplications for flood retention and management. Journal of Aplied Ecology,* č. 50. 119–128 s.

RÖMKENS, M. J. M., HELNING, K., PRASAD., (2001) *Soile rosionunder differen train fallin tensities, surfaceroughness, and soilwaterregimes.* Catana, č. 46. 103-123 s.

ŘÍHA, J., (1987) *Voda a společnost.* 1.Vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury. 340 s.

SLAVÍK, L., NERUDA, M., (2007) *Voda v krajině.* 1. Vyd. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. 176 s.

SOUKUP, M., (2008) *Biotechnická opatření v krajině pro zvýšení retence vody na odvodněných pozemcích v pramenných oblastech: metodika a katalog navrhovaných opatření.* Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. 82 s.

STARÝ, M., (1990) *Nádrže a vodohospodářské soustavy*. 2. Vyd. Vysoké učení technické v Brně. 165 s.

ŠÁLEK, J., (1996) *Malé vodní nádrže v životním prostředí*. 1. Vyd. Vysoká škola báňská – Technická universita Ostrava

ŠÁLEK, J., MIKA, Z., TRESOVÁ, A., (1989) *Rybníky a účelové nádrže*. Praha: Nakladatelství technické literatury. 267 s.

ŠEDIVÝ, V., VRÁNA, K., (2011) *Vodní hospodářství Hydraulika, Malé vodní nádrže, Revitalizace krajiny*. 1. Vyd. Vodňany: Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie. 235 s.

ŠILAR, J., (1996) *Hydrologie v životním prostředí*. 1.Vyd. Vysoká škola báňská – Technická universita Ostrava. 136 s.

ŠLEZINGR, M., (2004) *Břehová abraze: Příspěvek k problematice zajištění stability břehu*. 2. Vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 160 s.

ŠTĚRBA, O., (1986) *Pramen života*. 1.Vyd. Praha: Editace nakladatelství Panorama. 221 s.

TOLASZ, R., BRÁZDIL, R., BULÍŘ, O., DOBROVOLNÝ, P., DUBROVSKÝ, M., HÁJKOVÁ, L., HALÁSOVÁ, O., HOSTÝNEK, J., JANOUC, M., KOHUT, M., KRŠKA, K., KŘIVANCOVÁ, S., KVĚTOŇ, V., LEPKA, Z., LIPINA, P., MACKOVÁ, J., METELKA, L., MÍKOVÁ, T., MRKVICA, Z., MOŽNÝ, M., NEKOVÁŘ, J., NĚMEC, L., POKORNÝ, J., REITSCHLÄGER, J. D., RICHTEROVÁ, D., ROŽNOVSKÝ, J., ŘEPKA, M., SEMERÁDOVÁ, D., SOSNA, V., STRÍŽ, M., ŠERCL, P., ŠKÁCHOVÁ, H., ŠTĚPÁNEK, P., ŠTĚPÁNKOVÁ, P., TRNKA, M., VALERIÁNOVÁ, A., VALTER, J., VANÍČEK, K., VAVRUŠKA, F., VOŽENÍLEK, V., VRÁBLÍK, T., VYSOUDIL, M., ZAHRADNÍČEK, J., ZUSKOVÁ, I., ŽÁK M., ŽALUD Z., (2007) *Atlas podnebí Česka*. 1. vydání. Praha, Olomouc: Český hydrometeorologický ústav, Universita Palackého. 256 s.

VRÁNA, K., BERAN, J., (2002) *Rybníky a účelové nádrže*. 2. Vyd. Praha: Nakladatelství ČVUT. 150 s.

VRÁNA, K., DOSTÁL, T., GERGEL, J., KENDER, J., ZUNA, J., (2004) *Revitalizace malých vodních toků*. 1. Vyd. Praha: Nakladatelství Consult. 60 s.

VRÁNA, K., EHRLICH, P., GERGEL, J., HŮDA, J., KENDER, J., MORAVCOVÁ, J., (2009) *Revitalizace krajín*. 1. Vyd. Jihočeská universita v Českých Budějovicích. 150 s.





VRÁNA, K., (1998) *Rybníky a účelové nádrže Příklady*. 2. Vyd. Praha: Nakladatelství ČVUT. 91 s.

## 8. Přílohy

### Vodohospodářská mapa



#### Legenda

-  Rozvodnice
-  Odvodnění
-  Vodní tok
-  Vodní tok zatrubněný
-  Vodní nádrž



Vlastní tvorba vodohospodářské mapy (Zdroj: ZABAGED)