

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



**VYHODNOCENÍ RETENČNÍ KAPACITY
MALÝCH VODNÍCH NÁDRŽÍ VE
VYBRANÉM ÚZEMÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Martin Heřmanovský, Ph.D.

BAKALANT: Václav Říha

2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Václav Říha

Územní technická a správní služba

Název práce

Vyhodnocení retenční kapacity malých vodních nádrží ve vybraném území

Název anglicky

Evaluation of the retention capacity of small water reservoirs in the selected area

Cíle práce

Podrobný popis technického stavu malých vodních nádrží ve vybraném území.

Vyhodnocení jejich skutečně využívané a teoreticky možné akumulační kapacity, s ohledem na objem sedimentu.

Rámcový popis nezbytných úprav k uvedení vodních nádrží do optimálního technického stavu a kalkulace orientačních nákladů na jejich provedení.

Porovnání zjištěných nákladů v jednotkových cenách s již uskutečněnými projekty revitalizovaných nebo nově zřízených vodních nádrží v řešeném regionu.

Metodika

Na podkladě literárních rešerší popsat základní technické požadavky, kladené na malé vodní nádrže a jejich funkční objekty.

Provést podrobný terénní průzkum malých vodních nádrží ve vybraném území, zaměřený na popis technického stavu jejich funkčních objektů a celkového stavu nádrží.

Na základě provedených průzkumů a geodetického zaměření vyhodnotit současný i teoreticky možný akumulační potenciál, využitelný pro zadržování vody v krajině.

Rámcově popsat technická opatření, nezbytná k uvedení vodních nádrží do optimálního stavu a provést orientační kalkulaci nákladů na jejich provedení.

Zjištěné náklady v jednotkových cenách (Kč/m³ vytvořeného akumulačního prostoru) porovnat s náklady již dříve provedených revitalizací či nové výstavby vodních nádrží v rámci řešeného regionu.

Doporučený rozsah práce

50 – 80 stran

Klíčová slova

malá vodní nádrž, akumulární potenciál

Doporučené zdroje informací

Šálek J., Míka Z., Tresová A. : Rybníky a účelové nádrže. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989

Vrána K., Beran J. : Rybníky a účelové nádrže. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2013

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Martin Heřmanovský, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2019

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 18. 03. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Martina Heřmanovského, Ph.D. Uvedl jsem všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 29.3.2019

.....
Václav Říha

Poděkování:

Rád bych poděkoval svému vedoucímu Ing. Martinu Heřmanovskému, Ph.D., za vstřícný přístup při zadání tématu práce, odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce. Současně bych chtěl poděkovat všem za pomoc při získávání informací, potřebných ke zpracování této práce.

V Praze dne 29.3.2019

.....
Václav Říha

Vyhodnocení retenční kapacity malých vodních nádrží ve vybraném území

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce je terénní průzkum stávajících malých vodních nádrží ve vybraném území. Průzkum je zaměřen na podrobný technický popis vodních nádrží s cílem vyčíslit jejich teoretický a skutečně využívaný akumulací potenciál, využitelný k zadržení vody v krajině. U řešených vodních nádrží je dále proveden orientační propočet finančních nákladů, nezbytných na jejich uvedení do optimálního technického stavu, umožňujícího využít jejich plnou akumulací kapacitu. Takto odhadované finanční náklady jsou v jednotkových cenách porovnány s cenami již dříve provedených stavebních úprav či nové výstavby vodních nádrží v místním regionu.

Na základě průzkumů provedených v rámci práce bylo zjištěno, že náklady v jednotkových cenách mají nepřímou úměru k akumulací objemu nádrží – tzn. čím větší objem akumulace, tím nižší jednotkové náklady na vytvořený objem a současně náklady v jednotkových cenách mají přímou úměru k podílu sedimentu na akumulací objemu – tzn. čím vyšší podíl sedimentu z akumulace, tím i vyšší jednotkové náklady na vytvořený objem. Současně porovnáním zjištěných jednotkových cen na vytvoření akumulací prostoru u skupiny řešených vodních nádrží se skupinou nádrží referenčních vyplývá, že průměrné jednotkové náklady skupiny řešených vodních nádrží 333 Kč/m^3 jsou nižší než u skupiny nádrží referenčních 442 Kč/m^3 . Toto zjištění je však zatíženo poměrně velkou statistickou chybou, způsobenou jednak malým počtem referenčních vodních nádrží, dále pak i jejich mírně odlišnou velikostí.

Klíčová slova

malá vodní nádrž, akumulací potenciál, jednotkové náklady

Abstract

The subject of this Bachelor thesis is a field survey of existing small water reservoirs in the selected area. The survey is focused on a detailed technical description of water reservoirs with the aim to quantify their theoretical and actually used accumulation potential, usable for water retention in the landscape. Further is done the calculation of the financial costs, which are necessary to bring concerned water reservoirs to an optimal technical condition, enabling them to use their full accumulation capacity. The estimated financial costs in unit prices are compared with the prices of previously made construction modifications or new construction of water reservoirs in the local region.

Based on surveys carried out within the work was found, that the costs in unit prices have an indirect relation to the accumulation volume of the tanks - ie. The higher the accumulation volume, the lower the unit cost per volume created, and the cost at the unit price are directly related to the sediment content of the storage volume - ie. The higher the sediment content of the accumulation, the higher the unit cost per volume created. At the same time, by comparing the observed unit prices to the creation of an accumulation space for a group of concerned water reservoirs with a group of reference reservoirs, results that the average unit cost of a concerned group of water reservoirs CZK 333/m³ is lower than for a group of reference water reservoirs 442 CZK/m³. However, this finding is burdened by a relatively large statistical error caused by the small number of reference water reservoirs, and by their slightly different size.

Keywords

small water reservoir, accumulation potential, unit cost

OBSAH:

1. Úvod	1
2. Cíle práce	2
3. Literární rešerše	2
3.1. Stručný přehled historie MVN v Čechách	2
3.2. Definice MVN	5
3.3. Definice a rozdělení prostoru uvnitř MVN	6
3.4. Technické řešení MVN se zaměřením na rybníky	8
3.4.1. Funkční objekty – Hráz	10
3.4.2. Funkční objekty – Výpustné zařízení	13
3.4.3. Funkční objekty – Bezpečnostní přeliv	16
3.5. Současné problémy MVN	18
3.6. Malé vodní nádrže z pohledu výkonu TBD	23
4. Charakteristika zájmového území	24
4.1. Popis širšího zájmového území	24
4.2. Popis řešeného území	26
5. Metodika	28
5.1. Metodika průzkumných prací	28
6. Současný stav řešené problematiky a dílčí výsledky	32
6.1. Vodní nádrže v k.ú. Tuněchody u Stříbra	32
6.1.1. Rybník Pařízek	33
6.1.2. Velký rybník	38
6.1.3. Protržený rybník	44
6.1.4. Rybník U silnice	49
6.1.5. Rybník Pod silnicí	55
6.1.6. Rybník Pod rampou	61
7. Souhrn výsledků průzkumu	67
7.1. Zjištěné technické údaje vodních nádrží	67
7.2. Zjištěný technický stav vodních nádrží	68
7.3. Zjištěné ekonomické údaje vodních nádrží	69

8. Diskuze a závěry práce	74
8.1. Zhodnocení výsledků průzkumů	74
8.2. Zhodnocení metod terénního průzkumu	76
8.2.1. Metody použité při zpracování práce	76
8.2.2. Alternativní metody	77
8.3. Zhodnocení metod zpracování měřených dat	78
8.3.1. Metody použité při zpracování práce	78
8.3.2. Alternativní metody	78
9. Závěr a přínos práce	79
10. Přehled literatury a použitých zdrojů	81
11. Seznamy	83
11.1. Seznam obrázků	83
11.2. Seznam tabulek	84
12. Přílohy	85
Příloha č. 1 – Propočet nákladů na úpravy rybníka Pařízek	85
Příloha č. 2 – Propočet nákladů na úpravy Velkého rybníka	86
Příloha č. 3 – Propočet nákladů na úpravy Protrženého rybníka	87
Příloha č. 4 – Propočet nákladů na úpravy rybníka U silnice	88
Příloha č. 5 – Propočet nákladů na úpravy rybníka Pod silnicí	89
Příloha č. 6 – Propočet nákladů na úpravy rybníka Pod rampou	90

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK:

AOPK ČR	Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
Balt pv	Výškový systém Baltský po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČSN	Česká technická norma
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
GIS	Geografický informační systém
GNSS	Globální družicový polohový systém
IDVT	Identifikace vodního toku
MVN	Malá vodní nádrž
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OPŽP	Operační program životního prostředí
SFŽP	Státní fond životního prostředí
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
TBD	Technickobezpečnostní dohled
ÚSES	Územní systém ekologické stability
VKP	Významný krajinný prvek

1. Úvod

Malé vodní nádrže jsou součástí naší kulturní krajiny již celá staletí a svou přítomností významně ovlivňují své okolí. Tato práce se dále bude zabývat pouze rybníky – tedy vodními nádržemi uměle vytvořenými činností člověka a zpravidla sloužící chovu ryb.

Uvádí se, že první písemná zmínka o rybnících v českých zemích pochází z roku 1115 v tzv. listině Kladrubské, nicméně rybníky byly zcela jistě zakládány už mnohem dříve. Zlatá éra rybníkářství u nás se datuje do 16. století, ve kterém došlo, mimo jiné, k realizaci Třeboňské rybniční soustavy, která je dnes považována za zcela přirozenou součást tohoto území a jako člověkem uměle vytvořená kulturní krajina požívá celospolečenské ochrany ve formě velkoplošného chráněného území, zvažuje se i možnost zápisu do seznamu světového kulturního dědictví UNESCO (Křivánek a kol. 2012).

Bohužel v pozdějších obdobích již v oblasti rybníkářství dochází spíše ke stagnaci a posléze i významnému úbytku počtu rybníků. Tento nepříznivý stav byl v nedávné historii ovlivněn i zásadní změnou společenského a hospodářského systému na území tehdejší ČSR ve druhé polovině 20. století, kdy násilným prosazením kolektivního vlastnictví a řízeným prosazováním orientace hospodářství na těžký průmysl, s potřebou zajištění energetických zdrojů pro jeho provoz, byly preferovány spíše velké vodohospodářské stavby. Tyto skutečnosti významně přispěly k zásadnímu zanedbávání pravidelné údržby prakticky všech malých vodních nádrží, rybníky nevyjímaje.

K jistému obratu dochází až v posledních letech, kdy noví vlastníci mají zájem uvést rybníky do technického stavu, odpovídajícího jejich předpokládanému využití, v neposlední řadě musí dostat i právním a normovým požadavkům. Zásadní změnou oproti minulosti je posun v chápání funkce rybníků, kdy z původně dominantní funkce produkční či ochranné nabývají na významu, a mnohde i převažují, funkce ekostabilizační, krajínotvorné, v souvislosti se změnou globálního klimatu pak i funkce spojené se zadržováním vody v krajině.

Tato práce se pokouší zmapovat několik vybraných malých vodních nádrží ve vybraném území okresu Tachov v Plzeňském kraji a na jejich vzorku vyhodnotit jejich využitelnou akumulaci schopnost s ohledem na jejich současný technický stav. Záměrně byly vybírány vodní nádrže vytvářející ucelenou soustavu na drobném vodním toku. Základem pro všechny práce byl podrobný terénní průzkum zaměřený na zmapování současného technického stavu každé vodní nádrže jako celku i jejich hlavních objektů, doplněný o geodetická měření, dále pak i dostupné údaje z vodoprávní evidence či jiných dokumentů.

2. Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce by mělo být zmapování technického stavu existujících malých vodních nádrží v řešeném území a vyhodnocení jejich akumulčního potenciálu pro zadržení vody v krajině. Hodnocena bude akumulční kapacita v současném technickém stavu i akumulční kapacita odpovídající ideálnímu technickému stavu. Dalším cílem je orientační kalkulace předběžných nákladů na uvedení vodních nádrží do technického stavu umožňujícího plného využití jejich akumulčního potenciálu. V neposlední řadě si práce klade za cíl i porovnání zjištěných jednotkových nákladů na provedení stavebních úprav řešených nádrží s reálnými náklady již dříve provedených úprav či výstavby jiných vodních nádrží, a to na podkladě dostupných údajů z již dokončených projektů v okolí řešeného území.

Hlavní cíle:

- Popis současného technického stavu vodních nádrží
- Vyhodnocení současné a možné akumulční kapacity

Vedlejší cíle:

- Kalkulace předběžných nákladů na uvedení vodních nádrží do technického stavu, umožňujícího využít jejich plný akumulční potenciál
- Porovnání takto zjištěných jednotkových nákladů (Kč/m³ akumulčního prostoru) s již uskutečněnými projekty vodních nádrží revitalizovaných (rekonstruovaných) a vodních nádrží zřízených jako novostavby

3. Literární rešerše

3.1. Stručný přehled historie malých vodních nádrží v Čechách

V literatuře se uvádí první písemná zmínka o rybnících na území Čech a Moravy v tzv. listině Kladrubské z roku 1115 (jde o falzum zakládací listiny Benediktinského kláštera v Kladrubech u Stříbra, které mimo jiné obsahuje i podrobný výčet majetku darovaného do správy kláštera), další písemný záznam je z roku 1227 z období vlády Přemysla Otakara I. Uvádí se, že nejstarším, dosud dochovaným, rybníkem z toho období je Žárský rybník (120 ha) v podhůří Novohradských hor (Křivánek a kol. 2012).

Prvotním impulzem k budování rybníků byla zřejmě potřeba chovu ryb jako postního jídla pro duchovní řády. Později již rybníky budovala i šlechta a města, a to nejen pro chov ryb, ale i v souvislosti s rozvojem mlýnů na vodních tocích, kde rybníky často plnily i akumulaciční funkci pro zajištění a udržení stálých potřebných průtoků (Křivánek a kol. 2012).

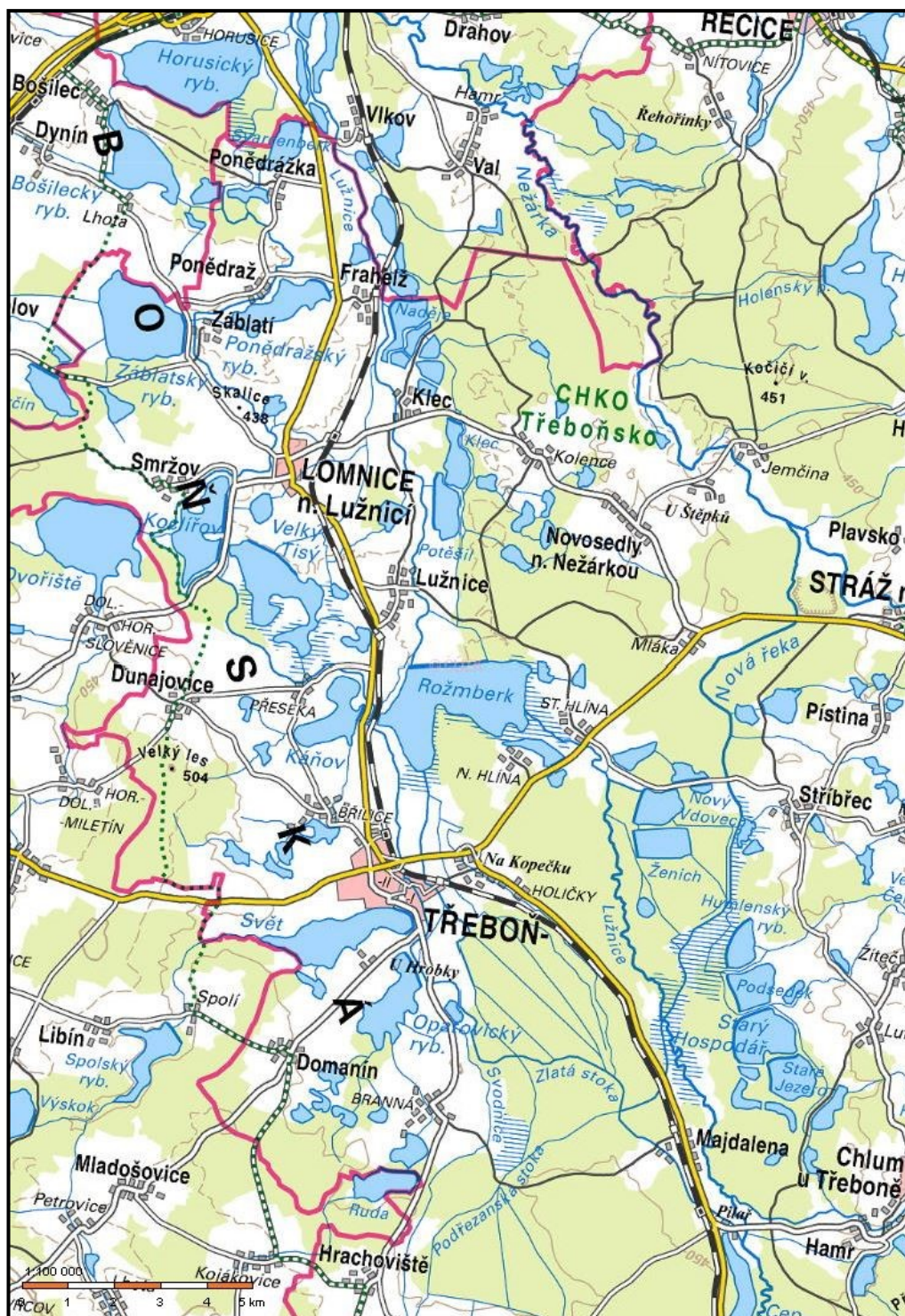
Ve 14. století byla již stavba rybníků poměrně rozšířená, neboť chov ryb byl v té době velmi výnosný a z ryb se stal žádaný obchodní artikl, dodávaný na trhy i do okolních zemí. Rybníky budované v tomto období měly již často rozlohu větší než 100 ha. Z tohoto období pochází např. i Máchovo jezero (rozloha 312 ha), založené jako „velký rybník“ panovníkem Karlem IV (Křivánek a kol. 2012).

Rozvoj rybníkářství pokračoval i v 15. století, byl však zásadně ovlivněn husitskými válkami, spojenými s celkovým hospodářským úpadkem. Mnoho rybníků tak v této době opět zpusťlo a následně i zaniklo. V tomto období byl v oblasti u Poděbrad zřízen zřejmě největší, dnes již zaniklý, rybník Blato, který měl mít rozlohu až 990 ha. Ten byl součástí Pardubické rybníční soustavy, budované Vilémem z Pernštejna (Křivánek a kol. 2012).

Následující 16. století je možno nazvat „zlatým věkem rybníkářství“, spojenému s budováním rozsáhlých rybníčních soustav – v jižních Čechách na tehdejší Rožmberském panství, ve východních Čechách pak na panství Pernštejnském. Právě do této éry patří budování celé Třeboňské rybníční soustavy, zřízené v oblasti tehdejších nevyužívaných mokřadů – viz obrázek č. 1.

Zřízení této soustavy umožnila stavba umělého kanálu „Zlatá stoka“ pod vedením Josefa Štěpánka Netolického (asi 1460 – 1538), který do oblasti přivedl vodu z řeky Lužnice a umožnil tak řízené napájení celé rybníční soustavy. Mezi největší rybníky z jeho éry patří rybníky Opatovický (161 ha) a Horusický (415 ha). Zmínit je nutno i jeho vrstevníka Mikuláše Rutarda z Malešova (? – 1576), proslulého stavbou Chlumecké soustavy rybníků, zejména pak Staňkovského rybníka (241 ha), ve své době rybníka s nejvyšší hrází, který je dodnes rybníkem s nejvyšší průměrnou hloubkou i objemem zadržené vody (Křivánek a kol. 2012).

Jejich následovník Jakub Krčín z Jelčan a Sedlčan (1535 – 1604) pak v této práci pokračoval stavbou největších rybníků Třeboňské oblasti – Rožmberk (647 ha) a Svět (tehdy zvaný Nevděk). Pro ochranu rybníka Rožmberk před velkými vodami nechal zřídit umělý odlehčovací kanál „Nová řeka“, který zajišťuje převádění části průtoků z řeky Lužnice do řeky Nežárky (Křivánek a kol. 2012).



Obrázek č. 1 – Třeboňská rybníční soustava; zdroj ČÚZK

Následující 17. století bylo zásadně poznamenáno třicetiletou válkou, která přinesla rozsáhlý hospodářský úpadek. V jeho důsledku došlo ke zpusnutí a zániku mnoha rybníků, ať už z důvodu ztráty původního majitele, zejména pak ztráty pracovní síly, která by se o rybníky starala.

Rozvoji rybníkářství nebyla příliš nakloněna ani hospodářsko-politická situace v 18. století, kdy po zrušení nevolnictví nastal „hlad po půdě“ ze strany původních nádeníků. Mnoho rybníků, zejména v Polabí, bylo v této době zrušeno, oblasti vysušeny a na jejich místě se začalo zemědělsky hospodařit. To souvisí i s rozvojem pěstování cukrové řepy, které z důvodu průmyslové rafinace cukru nabralo zásadní rozvoj počátkem 19. století. V průběhu tohoto století již nedocházelo k žádné významné výstavbě nových rybníků, rozvoj společenských a technických věd spíše vedl k intenzifikaci rybářství. V tomto směru je nutno zmínit knihu „O výživě kapra a jeho družiny rybníčné“ (vydáno 1884) autora Josefa Šusty, která se řadí ke světové klasické rybníkářské literatuře.

Rovněž průběh 20. století rozvoji rybníků příliš nepřál. Do první poloviny tohoto období zásadně zasáhly dva celosvětové válečné konflikty, které rozvrátily celá hospodářství a vyžádaly si miliony obětí. Následně ve druhé polovině století došlo k zásadní změně politického a ekonomického systému, se zavedením kolektivního systému vlastnictví a hospodaření. V této době byla budována spíše energeticky či vodárensky významná vodní díla, malé vodní nádrže a rybníky byly více či méně udržovány v původním stavu bez zásadnějších investic. To se projevilo zejména v technickém zastarávání hlavních objektů těchto nádrží a jejich sníženou údržbou či obnovou, zásadně pak v dramatickém nárůstu objemu sedimentů v akumulacním prostoru.

K obratu v této oblasti dochází až v posledních letech, kdy v důsledku klimatických změn dochází k nárůstu extrémních projevů počasí, spojených s krátkým obdobím prudkých přivalových srážek a delším bezdeštným obdobím. To s sebou nese požadavky na zvýšení bezpečnosti vodních nádrží všech velikostních kategorií, které musí bezpečně převést přivalové průtoky, rovněž ale musí zajistit potřebnou akumulaci vody pro bezdeštné období. Zásadním způsobem tak nabývá na významu funkce akumulacní pro zadržení vody v krajině oproti dříve preferované funkci rybochovné.

3.2. Definice malých vodních nádrží

Vodní nádrž je umělá vodohospodářská stavba, sloužící k delšímu zadržení vody může však jít i o nádrž, vzniklou přirozenými přírodními poměry – v takovém případě je označována jako jezero. V našich podmínkách jsou známá zejména šumavská glaciální jezera (např. Černé, Čertovo), vzniklá činností ledovce.

Uměle vzniklá vodní nádrž je z hlediska vodního zákona vodním dílem, které je definováno jako stavba, sloužící zpravidla ke vzdouvání a zadržování vod, umělému usměrňování odtokového režimu povrchových vod, k ochraně a užívání vod, k nakládání s vodami, ochraně před škodlivými účinky vod, k úpravě vodních poměrů nebo k jiným účelům sledovaným vodním zákonem (zák. 254/2001 Sb.)

Pojem malá vodní nádrž je možno, v souladu s ČSN 75 2410 *Malé vodní nádrže*, definovat jako vodní nádrž se sypanou hrází, jejíž objem po úroveň hladiny ovladatelného prostoru (úroveň normální hladiny) činí maximálně 2 mil. m³ a současně největší hloubka nádrže nepřesahuje 9 m (ČSN 75 2410:2011).

Návrhové normové hodnoty a požadavky se doporučuje použít i pro rekonstrukce historických rybníků, přesahujících výše uvedené hodnoty. Pro vodní nádrže s objemem do 5 tisíc m³ se návrhové normové hodnoty a požadavky použijí přiměřeně okolnostem. Za vodní nádrž se pokládá i suchá nádrž – poldr (ČSN 75 2410:2011)

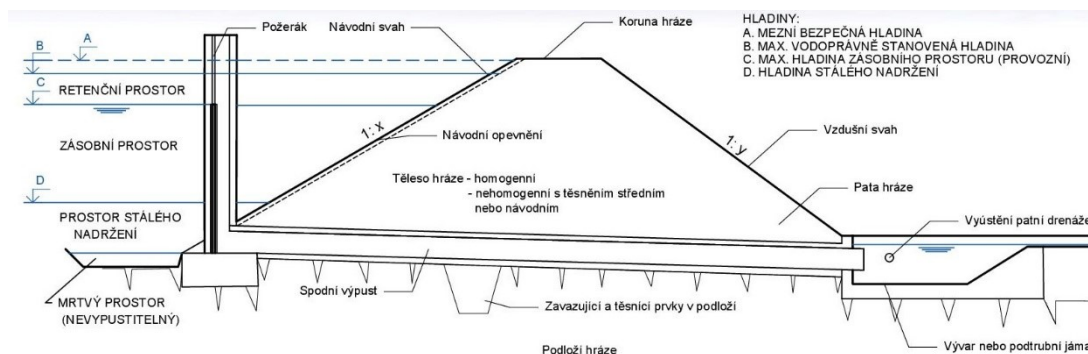
Tato práce se zabývá úzce vymezenou skupinou malých vodních nádrží – rybníky. Rybník je zpravidla vodní nádrž, sloužící především k chovu ryb či vodní drůbeže, většinou má však celou řadu dalších funkcí – zadržování vody v krajině, podpora biodiverzity, rekreační využití či krajinnotvorný efekt. Zákon o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb. řadí rybníky mezi významné krajinné prvky (VKP).

3.3. Definice a rozdělení prostoru uvnitř malých vodních nádrží

Rozdělení prostoru uvnitř vodních nádrží všech kategorií vychází jednak z definice ČSN 75 2405 *Vodohospodářská řešení vodních nádrží*, dále pak jejich funkčního využití. Z hlediska vertikálního členění norma ve vodních nádržích definuje tyto prostory (ČSN 75 2405:2017):

- Mrtvý prostor V_m
- Prostor stálého nadržení V_s
- Zásobní prostor (akumulační) V_z
- Ochranný prostor (retenční) V_r
- Ovladatelný prostor V_{ro}
- Neovladatelný prostor V_m

U rybníků se, v souladu s ČSN 75 2405:2017, zpravidla využívá toto základní vertikální členění vnitřního prostoru – viz obrázek č. 2:



Obrázek č. 2 – Vertikální členění prostorů rybníka; zdroj Mze, příručka pro provádění TBD

I. Mrtvý prostor (V_m)

Jako mrtvý je označován prostor ode dna nádrže do úrovně dna spodní výpusti – tzn. prostor, který nelze vypustit. Tento prostor se neuplatní jako součást oběhu vody v nádrži. U rybníků se zpravidla tento prostor vůbec nevyskytuje – tzn. lze vypustit veškerý objem zadržené vody.

II. Zásobní (akumulační) prostor (V_z)

Jako zásobní je označován hlavní, zpravidla nejobjemnější, prostor vodní nádrže, který je na dolní úrovni omezen horní hladinou mrtvého prostoru (dnem spodní výpusti) a na horní úrovni provozní hladinou. Úroveň provozní hladiny je stanovena manipulačním řádem vodního díla. U rybníků bývá obvykle tato hladina v úrovni dna bezpečnostního přelivu – tzn. rybník je „na plné vodě“.

III. Retenční (ochranný) prostor (V_r)

Jako retenční je označován prostor výškově vymezený mezi úrovní dna přelivu a maximální možnou hladinou vody v nádrži. U vodních nádrží vybavených samostatným hrazeným přelivem a bezpečnostním přelivem lze ještě tento prostor dělit na retenční prostor ovladatelný a neovladatelný. Ovladatelný retenční prostor je pak výškově vymezen mezi úrovní dna hrazeného přelivu a spodní úrovní bezpečnostního přelivu, neovladatelný retenční prostor je pak výškově vymezen od spodní úrovně bezpečnostního přelivu do úrovně maximální hladiny v nádrži. U rybníků se zpravidla toto dílčí dělení retenčního prostoru neuplatní.

3.4. Technické řešení malých vodních nádrží se zaměřením na rybníky

Technické řešení malých vodních nádrží zahrnuje návrh hráze, funkčních objektů, úprav v prostoru a v okolí nádrže, úpravy toku v nádrži a pod nádrží. Funkční objekty představují u všech malých vodních nádrží výpustné zařízení a zařízení na neškodné odvedení povodňových průtoků, u účelových nádrží i další objekty, umožňující využití nádrže pro účel, k němuž byla navržena (Vrána, Beran 2013).

Pro technický návrh vodní nádrže je potřeba získat velké množství podkladů, mezi nejdůležitější patří zejména podklady klimatické (srážkové a teplotní údaje, hodnoty výparu z volné hladiny), hydrologické (plocha povodí, srážkové úhrny, M-denní a N-leté průtoky), vodohospodářské (vodní režim oblasti), geomorfologické (tvar a sklony nádržní pánve), inženýrskogeologické a geodetické (Vrána, Beran 2013).

Výběr vhodného umístění vodní nádrže je jedním z nejdůležitějších faktorů, který následně ovlivňuje jak její konstrukční technické řešení, tak i její následný provoz. Zásadní pro výběr vhodného místa jsou zejména tyto faktory (Vrána, Beran 2013):

- ***Tvar nádržní pánve***

U nádrží rybničního typu je vhodné, pokud je podélný sklon údolí menší než 1%. Při nižším podélném sklonu je i při nižší výšce hráze možno dosáhnout větší zatopené plochy nádrže. Místo pro umístění hráze by se mělo ideálně nacházet v místě přirozeného zúžení údolí, aby hráz byla co nejkratší. Výška a délka hráze má při tom zásadní vliv na ekonomiku celé stavby, neboť náklady na její stavbu tvoří zásadní podíl celkových nákladů.

Posouzení vhodnosti zvoleného profilu je možno provést absolutním a relativním objemovým ukazatelem.

Absolutní objemový ukazatel slouží k posouzení ekonomické efektivity návrhu, pro jeho výpočet platí vztah (Vrána, Beran 2013):

$$\eta = V_z/V_h \quad [1]$$

kde	η	absolutní objemový ukazatel jeho hodnota by neměla být nižší než 4, ideální jsou hodnoty 10 a více
	V_z	objem akumulčního prostoru nádrže [m ³]
	V_h	objem tělesa hráze [m ³]

Relativní objemový ukazatel slouží k posouzení morfologické vhodnosti tvaru nádržní pánve ve zvoleném profilu, pro jeho výpočet platí vztah (Vrána, Beran 2013):

$$\eta_r = A/I_n \quad [2]$$

kde η_r relativní objemový ukazatel
 A míra zúžení údolí [%]
 I_n podélný sklon údolnice nádržní pánve [%]

Třída	η_r	Morfologické vlastnosti
I.	> 250	mimořádně příznivé
II.	100–250	velmi výhodné
III.	45–100	vhodné
IV.	15–45	podmínečně vhodné
V.	< 15	málo příznivé

- **Zdroj vody**

Zdroj vody ve zvoleném místě je dalším ze zásadních faktorů, ovlivňující budoucí vodní režim a vodohospodářskou bilanci vodní nádrže. Ideální pro umístění nádrže je vodní tok s vyrovnanými ročními průtoky a stabilním splaveninovým režimem. Přítok vody do nádrže by i v období hydrologického sucha (průtok klesne pod hodnotu Q_{355}) měl minimálně zajistit doplnění ztráty vody výparem z vodní hladiny (Vrána, Beran 2013). Dle ČSN 75 2405:2017 *Vodohospodářská řešení vodních nádrží* se orientační hodnoty ročního výparu z volné hladiny pohybují dle nadmořské výšky v hodnotách 480-830 mm vodního sloupce. U rybníků je zásadní i zajištění průběžné obměny vody, neboť v letním období při prohřívání vody dochází ke kyslíkovému deficitu (se stoupající teplotou vody klesá nasycení kyslíkem), s možností hromadného úhynu ryb. Vhodné nejsou ani velké přítoky do nádrže při průchodu velkých vod, neboť zvyšují náklady na budování kapacitních bezpečnostních přelivů, navíc způsobují i zvýšené zanášení nádrže splaveninami.

- **Geologické poměry**

Inženýrskogeologické poměry lokality zásadně ovlivňují technický návrh samotné hráze jak z hlediska základovým poměrů, tak i z hlediska dostupnosti vhodných zemín pro její stavbu. Ideální pro založení hráze je mělké uložení skalního podloží, které umožní stabilní zavázání hráze bez nutnosti náročného zlepšování hornin v podloží (např. injektáží). Pro celou ekonomiku stavby nádrže je pak zásadní nalezení vhodných zemín pro stavbu hráze přímo v místě, ideálně v prostoru zátopy. Důležité je posouzení geologických poměrů nejen v místě hráze, ale i v prostoru zátopy, kde by v důsledku změny vodního režimu mohlo hrozit sesouvání okolních svahů do nádrže (Vrána, Beran 2013).

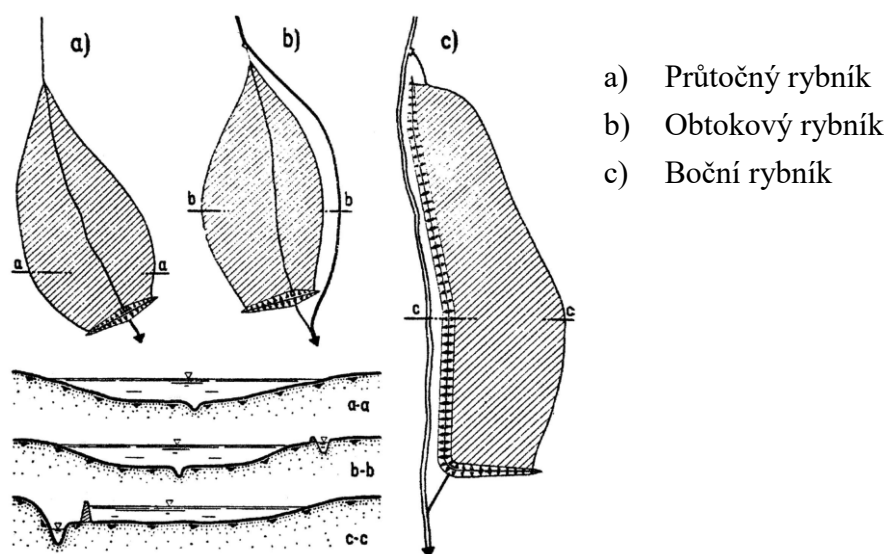
Funkční objekty malých vodních nádrží

V dalším textu bude pozornost věnována technickému řešení hlavních funkčních objektů, zpravidla uplatňovanému u rybníků.

3.4.1. Hráz

Hráz je nejdůležitějším, nejdražším a proto ze stavebního hlediska nejnáročnějším prvkem každé vodní nádrže.

Podle tvaru údolí, účelu nádrže a funkce hráze dělíme hráze vodních nádrží na čelní, boční, obvodové a dělicí, přičemž nejvíce používané jsou hráze čelní a boční. Podle způsobu přívodu vody do nádrže se nádrže dělí na průtočné, obtokové a boční (Vrána, Beran 2013) – viz obrázek č. 3:

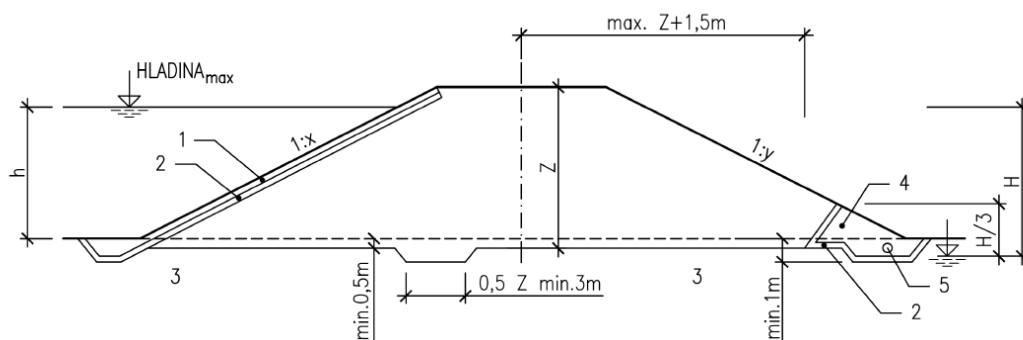


Obrázek č. 3 Dělení rybníků podle přívodu vody; (Vrána, Beran 2013)

U rybníků, obecně i většiny malých vodních nádrží, se hráze zřizují zásadně jako sypané zemní. Vhodnost materiálu pro použití do tělesa hráze se určuje inženýrskogeologickým průzkumem. Zatřídění a vhodnost zemin pro použití zemin ke stavbě hrází je uvedena v ČSN 75 2410:2011. Obecně pak platí, že nejvhodnější jsou jílovitopísčité zeminy, obsahující 50-70 % písku. Naopak zcela nevhodné jsou zeminy jílovité, které vykazují velké objemové změny.

Zemní sypané hráze se při dostupnosti vhodného materiálu navrhují převážně jako homogenní – tzn. v celém objemu hrázového tělesa ze stejného materiálu, který plní stabilizační i těsnící funkci. Pouze při nedostatku vhodného materiálu, který by současně plnil stabilizační i těsnící funkci se hráz navrhuje jako nehomogenní – tzn. složená z více různých materiálů. Zpravidla se pak jedná o materiály plnící funkci těsnící a materiály plnící funkci konstrukční a stabilizační. Ačkoli těsnící část konstrukce se může nacházet i přímo na návodní straně hráze ve formě fóliového či asfaltobetonového povlaku, dává se z praktického hlediska u zemních sypaných hrází přednost zřízení vnitřního těsnícího jádra, obaleného konstrukčním materiálem (Vrána, Beran 2013).

Tato část práce se podrobněji zaměřuje pouze popisem konstrukce homogenní zemní hráze, neboť je uplatněna u většiny existujících i nově navrhovaných rybníků. Na obrázku č. 4 jsou uvedeny základní návrhové parametry pro konstrukční návrh homogenní zemní hráze do výšky 6 m dle ČSN 75 2410:2011.



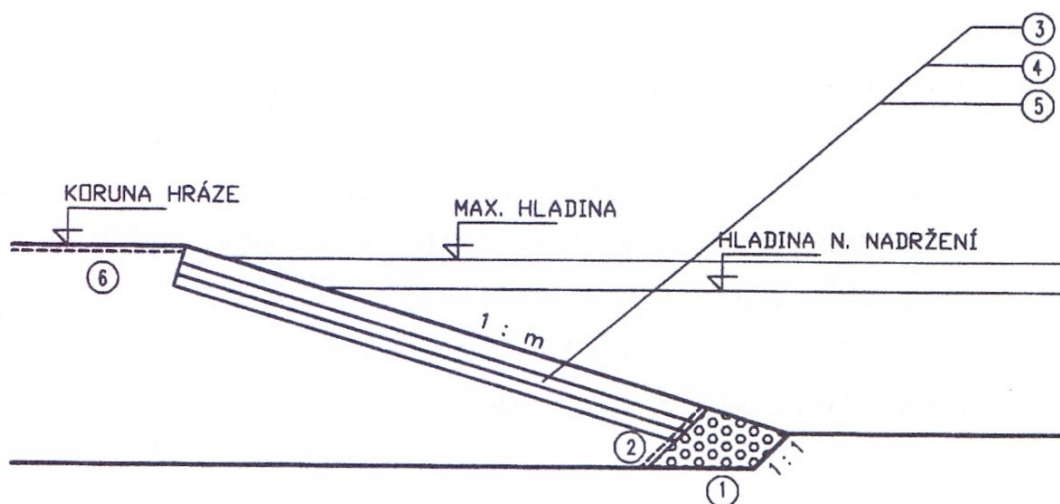
Legenda

- 1 Opevnění
- 2 Filtr
- 3 Nepropustné podloží
- 4 Patní drén
- 5 Drenážní potrubí

Obrázek č. 4 Homogenní zemní hráz na nepropustném podloží; zdroj ČSN 75 2410:2011

Šířka koruny hráze, po které je vedena komunikace, se navrhuje dle návrhových parametrů této komunikace, v případě občasného pojezdu vozidel pak postačí šířka 3,5 m. U hrází vyšších než 5 m nesmí být šířka koruny nižší než 3 m, u hrází nižších pak je rozhodující technologie provádění (ČSN 75 2410:2011).

Sklon líců hráze se stanovuje dle podmínek ČSN 75 2410:2011, kde jsou uvedeny bezpečné návrhové sklony pro různé druhy zemin (sklon závisí na smykové pevnosti dané úhlem vnitřního tření konkrétní zeminy). U rybníků se zpravidla navrhuje návodní líc ve sklonu 1:3, vzdušný líc pak ve sklonu 1:2. Z hlediska materiálového se návodní líc zpravidla opevňuje v celé výšce kamenným pohozelem či rovnáninou, stabilizovanou u dna nádrže patkou, koruna a vzdušný líc pak zatravněním - viz. obrázek č. 5. Přípustná je i výsadba dřevin na vzdušném líci, která však musí být provedena z dlouhověkových druhů a nesmí ohrožovat stabilitu funkčních objektů ani návodního líce. Naopak výsadba nebo výskyt dřevin na návodní straně hráze je nežádoucí z důvodu narušování konstrukce hráze kořenovým systémem.



- 1 – opěrná patka, 2 – geotextilie, 3 – makadam 63-125 mm tl. 300 mm,
 4 – kamenivo 32-63 mm tl. 200 mm, 5 – kamenivo 16-32 mm tl. 200 mm,
 6 – ohumusování a osetí

Obrázek č. 5 Opevnění návodního líce hráze kamenným pohozelem; zdroj Vrána, Beran 2013

Převýšení koruny hráze musí být navrženo nad úroveň maximální hladiny při maximálním návrhovém průtoku, vliv hraje též výška větrových vln, pro jejíž určení je možno využít hodnoty uvedené v ČSN 75 2410:2011. Z praktického hlediska se zpravidla volí převýšení hráze minimálně 0,6 - 0,8 m nad maximální hladinu (Vrána, Beran 2013). Při návrhovém průtoku nesmí v žádném případě dojít k přelítí hráze, neboť to zpravidla mívá fatální důsledky pro její konstrukci (vymíláním dojde v krátkém čase k jejímu protržení).

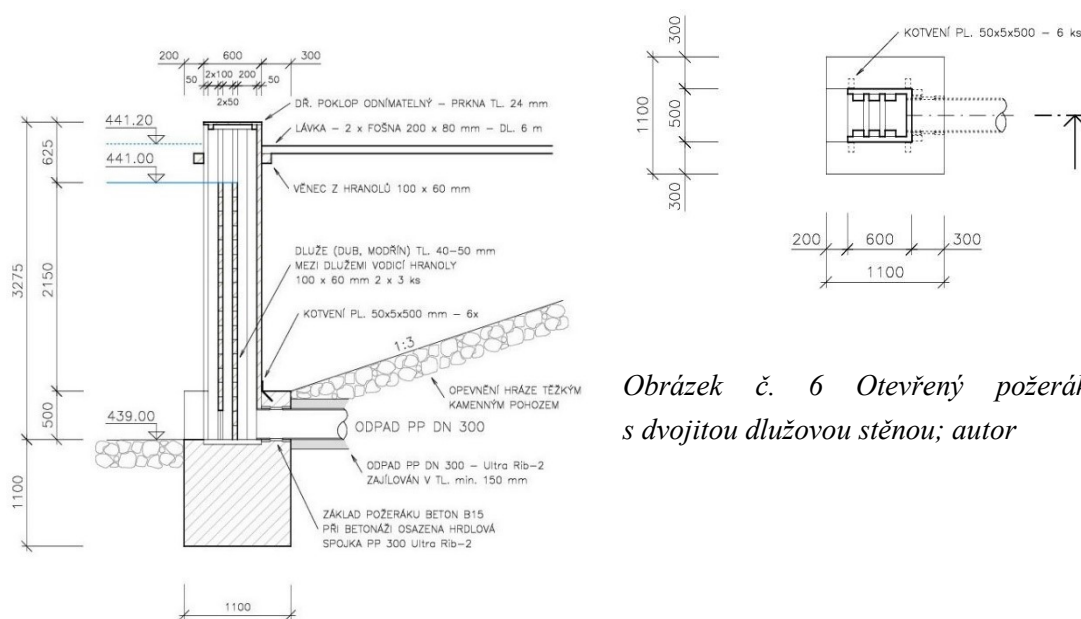
Součástí hráze je i drenážní systém, sloužící k systematickému odvádění průsaků z tělesa či podloží hráze. Umísťuje se u vzdušné paty hráze (patní drén) a musí bezpečně zajistit odvodnění zemin ještě v nezamrzlé hloubce, aby vlivem mrazových cyklů nedocházelo k narušování zemní konstrukce. Drenážní systém je zpravidla tvořen hrubozrnným materiálem vhodných frakcí, vlastní odvodňovací funkci pak tvoří perforované potrubí, vyústěné pod hrázi do vodního toku. Detailní technické parametry pro návrh patního drénu jsou uvedeny v ČSN 75 2410:2011.

3.4.2. Výpustné zařízení

Výpustné zařízení slouží k udržování potřebné výšky vodní hladiny v nádrži, současně pak i k úplnému vypuštění vodní nádrže.

Každá vodní nádrž musí být vybavena výpustným zařízením, jeho kapacita musí umožnit vypouštění v souladu s požadavky na funkci nádrže, a to při všech úrovních vodní hladiny. Nádrže s objemem ovladatelného prostoru větším než 1 mil. m³ musí být vybaveny dvěma výpustmi. Nejmenší průměr výpusti je 300 mm. Každá výpust musí být opatřena nejméně jedním uzávěrem, použitelným za všech vodních stavů v nádrži a současně dalším uzávěrem, umožňujícím bezpečné uzavření nátoky do výpusti (ČSN 75 2410:2011).

Konstrukčně mohou být výpusti vodních nádrží řešeny různým způsobem (v zásadě otevřené či trubní), převládají však výpusti trubní, kde ve vodní nádrži je umístěno uzavírací zařízení a hrázi prochází odpadní potrubí, vyústěné pod hrázi do vodního toku. U rybníků se historicky používala celá řada různých typů výpustných zařízení (lopatové uzávěry, čepové uzávěry, šoupátkové uzávěry), v současné době však převládá požeráková výpust s dvojitou dlužovou stěnou (Vrána, Beran 2013) – viz obrázek č. 6.



Výpočet průtočné kapacity požerákové výpusti sestává ze dvou kroků – v prvním kroku se počítá průtočná kapacita přelivné hrany požeráku, ve druhém pak průtočná kapacita trubního odpadu. Limitním faktorem je většinou kapacita trubního odpadu, kde je potřeba zachovat režim proudění s volnou hladinou dle základního Chézyho vztahu, s vyloučením tlakového proudění. Na průtočné kapacitě se rovněž může podílet i vliv vyústění trubního odpadu do vodního toku (volný výtok, zatopený výtok atd.). Tlakový režim proudění v potrubí trubní výpusti by neměl nastat z důvodu vzniku vodních rázů, způsobených provzdušněným vodním proudem, které svými dynamickými účinky mohou konstrukci poškozovat (Šálek a kol. 1989).

Pro výpočet průtoku požerákovou výpustí se vychází ze základního Bazinova vztahu pro výpočet obdélníkového přeřadu ve tvaru (Šálek a kol. 1989):

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{\frac{3}{2}} \quad [3] \quad \text{kde: } Q - \text{průtok [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$$

m – součinitel přeřadu
 b – délka přelivné hrany [m]
 g – tíhové zrychlení [m · s⁻²]
 h – výška přeřadového paprsku [m]

Tvar základní rovnice se pak upravuje vložením koeficientů, zohledňujících kontrakci vodního paprsku na vtoku požeráku a tvar přelivné hrany dluží. Výsledný vztah pro výpočet průtoku požerákem pak má tvar (Šálek a kol. 1989):

$$Q = m \cdot b_u \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{\frac{3}{2}} \quad [4] \quad \text{kde: } Q - \text{průtok [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$$

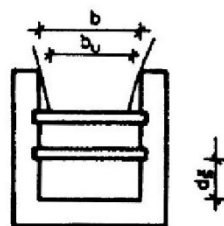
m – součinitel přeřadu
 b_u – účinná šířka přelivné hrany [m]
 g – tíhové zrychlení [m · s⁻²]
 h – výška přeřadového paprsku [m]

Uvedený vztah platí pro průtok přes přelivné hrany dluží, nikoli vtok do šachty požeráku horem, při jeho úplném zatopení. Tomu je potřena zabránit (horní hrana požeráku by měla být nad úrovní maximální hladiny v nádrži), neboť vtékající voda s sebou strhává vzduch a dochází k pulzacím a rázům, které mohou celou konstrukci poškodit (Šálek a kol. 1989).

účinná šířka přelivu b_u se započtením vlivu kontrakce: [5]

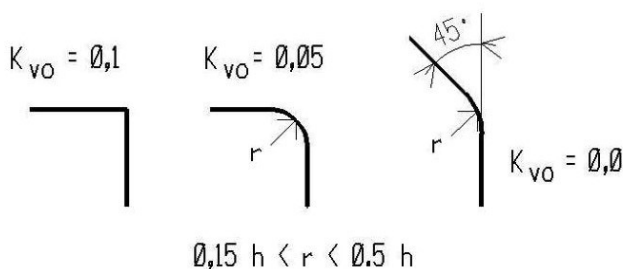
$$b_u = b - 2K_v h \quad [m]$$

kde b je šířka přeliv. bez vlivu kont. [m]
 K_v je součinitel vtoku [m]
 h je výška přepadového paprsku [m]



$$K_v = \frac{bK_{v0}}{b + h}$$

kde součinitel odporu K_{v0} závisí na ostrosti stěn požeráku [6]



Pro výpočet kapacity trubního odpadu požeráku se vychází ze základní rovnice kontinuity (Jandora, Hlavínek 1996):

$$Q = S \cdot v \quad [7] \quad \text{kde: } Q - \text{průtok [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{]} \\ S - \text{plocha průtočného průřezu [m}^2\text{]} \\ v - \text{rychlost proudění [m} \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$$

Pro režim proudění s volnou hladinou se použije Chézyho vztah pro výpočet průtočné rychlosti (Jandora, Hlavínek 1996):

$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot I} \quad [8] \quad \text{kde: } v - \text{rychlost proudění [m} \cdot \text{s}^{-1}\text{]} \\ C - \text{Manningův rychlostní součinitel} \\ R - \text{hydraulický poloměr [m]} \\ I - \text{sklon potrubí [m} \cdot \text{m}^{-1}\text{]}$$

Pro prvotní návrh kapacity lze bez výpočtu využít i hydraulických tabulek kruhových stok z příslušného materiálu (např. Herle a kol. 1971).

Pro tlakový režim proudění, který může nastat v případě nedostatečné dimenze odpadního potrubí (např. u starých rybníků) se pro výpočet průtočné rychlosti používá vztah (Vrána, Beran 2013):

$$v = \sqrt{\frac{2gH}{1 + \xi}} \quad [9]$$

kde S je průtočný průřez potrubí [m^2]
 H rozdíl hlad. v nádrži a v odpadu od výpusti [m]
 ξ suma součinitelů ztrát (místní a tření) [m]

$$\xi = \xi_t + \xi_m$$

ztráty třením ξ_t (kruhový profil): [10]

$$\xi_t = \frac{125n^2L}{d^{4/3}}$$

kde n je drsnostní součinitel
 L je délka potrubí [m]
 d je průměr potrubí [m]

Místní ztráty ξ_m zahrnují především ztrátu vtokem a výtokem, dále pak ztráty změnou směru proudění – podrobnosti uvádí např. Jandora a Hlavínek (1996).

3.4.3. Bezpečnostní přeliv

Bezpečnostní přeliv slouží k ochraně nádrží před účinky povodňových průtoků a zajišťuje jejich bezpečné převedení do vodního toku pod nádrží. Jeho hlavním účelem je ochrana hráze vodní nádrže před přelitím, které u sypaných zemních hrází může mít fatální následky – protržení hráze a zaplavení území pod nádrží povodňovou vlnou (Vrána, Beran 2013).

Každá průtočná vodní nádrž musí být vybavena bezpečnostním přelivem, kapacitně dimenzovaným na návrhový kulminační průtok. Ten se odvíjí od zařazení vodní nádrže do příslušné kategorie dle vyhlášky č. 590/2002 Sb. „O technických požadavcích pro vodní díla“ a vyhlášky č. 471/2001 Sb. „O technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly“. Tyto předpisy vymezují vodní nádrže kategorie I – IV, přičemž kritériem pro zařazení nádrže do kategorie je rozsah škod na životech a majetku. Zařazení vodního nádrže do příslušné kategorie je dle těchto předpisů prováděno stanoveným odborným subjektem (např. firma Vodní díla TBD, a.s.). Rybníky, kterými se tato práce zabývá, bývají zpravidla zařazeny do kategorie IV, přičemž pro většinu z nich je stanoven návrhový průtok Q_{100} (míra bezpečnosti $P = 0,01$), u nádrží kde může dojít jen ke škodám na vlastním vodním díle bez vzniku škod dalších, se připouští i návrhový průtok Q_{50} , minimálně však Q_{20} , (vyhláška č. 590/2002 Sb.).

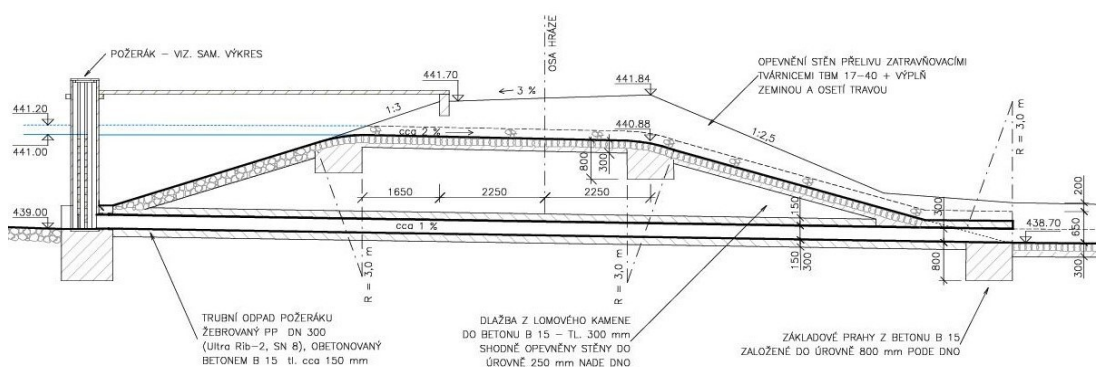
U vodních nádrží neprůtočných, plněných nápusným zařízením, se kapacita bezpečnostního přelivu navrhuje na maximální kapacitu nápusného zařízení. U vodních nádrží nebeských (bez umělého přítoku) je možno bezpečnostní přeliv zcela vypustit (Vrána, Beran 2013).

Přelivy všech typů mají být nehrazené, bez pohyblivých součástí, tak aby nevyžadovaly pro svou funkci přítomnost obsluhy. Hrazené přelivy smí být použity pouze u nádrží se stálou obsluhou. Nedoporučuje se používat přelivy a odpady od přelivů, u nichž může dojít k zahlcení při překročení průtoku, na který byly dimenzovány, nebo u nichž hrozí ucpání ledem či plovoucími předměty (např. šachtové přelivy, trubní přelivy). Nepřípustný je i tlakový průtok odpadním potrubím procházejícím hrází (ČSN 75 2410:2011).

Konstrukční řešení bezpečnostních přelivů bývá různé, pro návrh konstrukce jsou zpravidla zásadní rozměry přelivné hrany a odpadního kanálu, dále pak tvar, výška a konstrukční řešení hrázového tělesa, jakož i místní morfologické a inženýrsko-geologické poměry dané lokality.

U rybníků se zpravidla používají bezpečnostní přelivy řešené konstrukčně jako přímé, boční, kašnové či sdružené – příklad uveden na obrázku č. 7. Ty se liší umístěním přelivu v hrázovém tělese, tvarem a umístěním přelivné hrany, případně sdružením přelivu s výpustí do jednoho objektu. Všechny tyto typy přelivů sestávají z přelivné hrany, odpadního kanálu (zpravidla obdélníkového či lichoběžníkového tvaru) a skluzu, ukončeného v korytě toku pod hrází konstrukcí k tlumení energie vodního proudu (vývar, zdrsnění koryta).

Příklad sdruženého bezpečnostního přelivu (přeliv + výpust):



Obrázek č. 7 Sdružený bezpečnostní přeliv; autor

Při dimenzování bezpečnostního přelivu se vychází z výpočtu délky přelivné hrany a výšky přepadového paprsku, které pak určují rozměry přelivu. Průtok přes korunu přelivu je dán vztahem (Vrána, Beran 2013):

$$Q = m \cdot b \cdot (2g)^{0,5} \cdot h^{1,5} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] \quad [11]$$

kde: Q – návrhový průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$], např. Q_{100}

m – součinitel přepadu

b – délka přelivné hrany [m]

h – výška přepadového paprsku [m]

g – tíhové zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]

Vzhledem k tomu, že pro výpočet jsou v uvedeném vztahu dvě neznámé, volíme u malých vodních nádrží výšku přepadového paprsku h v rozmezí 0,3 – 0,6 m a pro ni pak vypočteme délku přelivné hrany b dle vztahu (Vrána, Beran 2013):

$$b = Q / (4,43 \cdot m \cdot h^{1,5}) \quad [\text{m}] \quad [12]$$

3.5. Současné problémy malých vodních nádrží

Malé vodní nádrže tvoří významnou krajinnou složku a významně ovlivňují její ekologickou stabilitu, přičemž zákon č. 114/1992 Sb. „O ochraně přírody a krajiny“, je řadí mezi významné krajinné prvky, zpravidla jsou pak i součástí územních systémů ekologické stability (ÚSES). Významné jsou samozřejmě i další funkce vodních nádrží, přičemž v souvislosti s probíhající klimatickou změnou nabývají na významu zejména funkce spojené se zadržením vody v krajině.

Bohužel současný stav významné části malých vodních nádrží je možno stále označit za neuspokojivý, kdy kromě technických nedostatků na funkčních objektech, mnohdy i závažného charakteru, je zásadním způsobem omezena jejich akumulární kapacita. To se prokázalo i na vybraném vzorku vodních nádrží, řešených touto prací – podrobnosti v kapitolách 6. a 7.

Příčinu tohoto stavu lze nejspíše hledat v dlouhodobém přerušení vlastnických vztahů, způsobených zásadními změnami společenského systému v druhé polovině 20. století. Zpřetrháním vazeb konkrétních vlastníků ke svému majetku, s upřednostněním kolektivního vlastnictví, pak vedlo k dlouhodobému zanedbávání péče o takový majetek.

Tento dlouhodobý „investiční“ dluh se nepodařilo splatit ani do současné doby, ať už vlivem vleklých restitučních řízení nebo zkrátka jen orientací nových vlastníků na jiné aktivity. Nicméně objem finančních prostředků nutných k zajištění zásadnějších oprav bývá zpravidla tak vysoký, že jej vlastníci nejsou schopni sami zajistit bez využití různých dotačních titulů vypisovaných z programů MZe, SZIF či OPŽP.

Problematika zanedbaného stavu malých vodních nádrží je velmi široká a vyžaduje komplexní přístup, neboť se jedná o záležitost nejen vodohospodářskou, posuzovanou ryze z technického hlediska, ale je nutno řešit i zájmy ochrany přírody, odpadového hospodářství, ochrany zemědělského půdního fondu apod.

Vrána a Beran (2013) rozdělují současné problémy, vyskytující se u malých vodních nádrží, do těchto skupin:

- Problémy vodohospodářské
- Problémy technické
- Problémy ekologické
- Problémy ekonomické
- Problémy majetkoprávní
- Problémy legislativní

Níže budou podrobněji rozvedeny první tři okruhy uvedených problémů.

Za zásadní **vodohospodářský problém** malých vodních nádrží je dnes považováno jejich zanesení sedimenty, které mnohdy tvoří i více než třetinu jejich akumulacího prostoru. Na tuto problematiku je ostatně tato práce přímo zaměřena, kdy v kapitolách 6. a 7. jsou podrobně popsány výsledky průzkumů, provedených na konkrétních vodních nádržích.

Dle generelu rybníků a nádrží ČR je objem sedimentů odhadován na cca 197 mil. m³, přičemž mocnost sedimentu nad 40 cm se vyskytuje u 38% nádrží (Hydroprojekt a kol., 1995 – 1999). Konkrétně jsou v tomto dokumentu vodní nádrže zatříděny podle mocnosti sedimentů a naléhavosti jejich řešení takto:

Třída	I.	II.	III.
Mocnost sedimentu [cm]	< 20	20 – 40	> 40
Naléhavost řešení	nízká	do 7 – 15 let	ihned
Zastoupení nádrží z celku [%]	5	57	38

Dle Vrány a Berana (2013) lze považovat za hlavní negativní dopady sedimentu na funkci vodní nádrže tyto aspekty:

- Vnos živin obsažených v sedimentech může přispívat k eutrofizaci nádrže
- Zmenšení akumulčního prostoru s následným vlivem na hydraulické funkce nádrže
- Snižování hloubky vody s následným zarůstáním vlhkomilnou vegetací, která po opětovném zaplavení odumírá a mění kyslíkový režim nádrže
- Zvýšení výparu vody transpirací rostlinami
- Ohrožení provozuschopnosti funkčních objektů nádrže
- Estetické problémy

Proces zanášení vodních nádrží sedimentem má příčiny jednak přirozené, jednak způsobené antropogenními vlivy. Za přirozené procesy lze považovat samovolnou tvorbu dnového sedimentu (sapropelu), způsobeného odumíráním organické hmoty uvnitř nádrže (Vrána uvádí se roční přírůstek cca 1-2 cm). Přirozené je i zanášení břehovou abrazí, kterou však lze eliminovat vhodnými technickými či vegetačními úpravami. Vhodný vegetační doprovod se stává jedním ze základních skladebných prvků ÚSES a vytváří tak ekologicky vyváženou krajinu (Šlezinger, Úradníček, 2002).

Mezi hlavní antropogenní vlivy zanášení vodních nádrží lze označit zvýšenou vodní či větrnou erozi, způsobenou nevhodným hospodařením na pozemcích v okolí vodní nádrže. Erozní procesy jsou samozřejmě rovněž přirozené, ale zásadně je ovlivňuje způsob hospodaření na zemědělské půdě – zejména velikost obhospodařovaných pozemků, druh a způsob pěstované plodiny. Paradoxem je, že zvýšenou erozí se ztrácí nejcennější složky orné půdy, které pak ve vodních nádržích působí problémy. Dle pamětníků z autorova okolí byl v minulosti tento sediment z nádrží pravidelně těžen, kompostován a vrácen zpět na okolní pozemky – sám autor této práce využívá zemědělské pozemky, zúrodněné v minulosti touto formou.

K nejvýraznějším **technickým problémům** malých vodních nádrží patří především stav a provozuschopnost funkčních objektů – zejména výpustí a bezpečnostních přelivů. I pro tuto skupinu je zásadní dlouhodobé zanedbání údržby a oprav, jistý vliv mají samozřejmě i stále se vyvíjející technické a právní požadavky na technické řešení a návrhové parametry těchto objektů. Je nutno vzít v potaz, že podstatná část malých vodních nádrží vznikla již před několika sty lety, a těžko mohou plně odpovídat současným, zejména bezpečnostním, požadavkům (Vrána, Beran 2013).

Na základě vlastních zkušeností autora této práce i provedených průzkumů, prezentovaných v 6. kapitole, patří mezi nejobvyklejší nedostatky:

- Chybějící či zcela nefunkční výpust, často jde o dožívající torzo dřevěného požeráku
- Trubní odpad požeráku v nevyhovující dimenzi, s ukončením na vzdušném líci bez jakéhokoli opevnění (bez výústního čela) a bez řešení tlumení energie vodního proudu
- Zcela chybějící, omezeně funkční, technicky či kapacitně nevyhovující bezpečnostní přeliv
- Hrázové těleso s četnými nerovnostmi a propady, zcela zarostlé vegetací i v návodním líci
- Terén pod vzdušným lícem hrázového tělesa zcela podmačený, bez jakékoli možnosti kontroly průsaků hrází

Ekologické problémy malých vodních nádrží souvisí především s jejich zanesením sedimenty, což působí problémy nejen v nádrži samotné, ale je nutno řešit i otázku nakládání s tímto sedimentem v souladu s právními předpisy. Právě tato otázka je zřejmě i zásadní v úvahách vlastníků na odstranění tohoto sedimentu (odbahnění), neboť má zcela zásadní vliv na ekonomickou stránku (Vrána, Beran 2013).

Dle platné legislativy přichází v úvahu dvě formy nakládání se sedimentem z vodní nádrže. Ve většině případů půjde o nakládání buď dle zákona č. 156/1998 Sb. „o hnojivech“ nebo dle zákona č. 185/2001 Sb. „o odpadech“ a jejich prováděcích předpisů. V úvahu přichází ještě i varianta ponechání sedimentu uvnitř nádrže se zmenšením její rozlohy (uložením do břehové linie, vytvořením ostrůvku). V takovém případě se nejedná o nakládání s odpadem, sediment je využit jako stavební materiál.

Ideální formou je navrácení sedimentu na místa, ze kterých byl transportován erozní činností – tedy především na zemědělskou půdu. Pro toto řešení jsou však zásadní podmínkou výsledky laboratorních rozborů sedimentu z hlediska rizikových prvků, limitující je však i monitoring zemědělské půdy, na kterou by aplikace měla být prováděna, to vše v souladu se zákonem č. 156/1998 Sb. „o hnojivech“. Prováděcí vyhláška k tomuto zákonu č. 257/2009 Sb. „o používání sedimentů na zemědělské půdě“ stanoví v příloze č. 1 limitní hodnoty rizikových látek v sedimentu, v příloze č. 3 pak limitní hodnoty rizikových látek v půdě na kterou má být sediment aplikován. V případě vyhovujících výsledků pak vyhláška požaduje vlastní aplikaci provést ve vrstvě max. tl. 10 cm, a to za stanovených podmínek.

Další možností je postupovat v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. „o odpadech“ a jeho prováděcí vyhláškou č. 295/2005 Sb. „o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu“, která v příloze č. 10 opět stanoví limitní hodnoty rizikových látek.

Spíše teoretickou možností je využít sediment jako jednu ze složek pro kompostování. I zde jsou stanoveny limitní hodnoty rizikových látek (dle ČSN 46 5735 Průmyslové komposty), zásadním omezujícím faktorem pro využití této formy však zřejmě bude dopravní vzdálenost od vodní nádrže do kompostárny a s tím spojené značné náklady na dopravu, případně i čištění komunikací.

Nejhorší možnou variantou je, pokud laboratorní rozbory prokážou překročení limitních hodnot rizikových prvků v sedimentu. V souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. „o odpadech“ zde pak nezbývá než zajistit dekontaminaci odborně způsobilým subjektem, což je v reálných podmínkách vodních nádrží spíše teoretická možnost (uplatňuje se spíše v podmínkách dekontaminace rozsáhlejšího území - např. bývalých průmyslových areálů), nebo odvázet sediment k uložení na skládce příslušné kategorie odpadu. Finanční náklady na provedení těchto prací, zejména doprava a poplatky za uložení sedimentu, pak zpravidla vedou vlastníky k upuštění od celé akce a ponechání sedimentu ve vodní nádrži.

Samostatnou kapitolou ekologických problémů malých vodních nádrží je i vyvážení míry potřeb vodohospodářského řešení a potřeb ochrany přírody a krajiny, neboť každý zásah vyžaduje i projednání s orgánem ochrany přírody (jde o VKP). Striktně vodohospodářské řešení by ideálně vyžadovalo co největší hloubku vodní nádrže v celé její ploše k získání maximálního objemu zadržené vody. Naproti tomu hledisko ochrany přírody vyžaduje vytvoření litorální zóny s nízkým sklonem dna a nízkou vodní hladinou, která vytváří vhodné podmínky pro vlhkomilnou vegetaci a živočichy vázané na vodní prostředí. Norma ČSN 75 2410:2011 uvádí požadavek na rozsah litorální zóny mezi 15-18% z celkové plochy nádrže, sklon dna by měl být maximálně 1:7, zpravidla je však požadován mírnější. Obdobné požadavky jsou prezentovány i v metodikách a doporučeních AOPK (Just, Moravec, 2017; Just a kol. 2003).

3.6. Malé vodní nádrže z pohledu výkonu technickobezpečnostního dohledu

Dle vyhlášky č. 471/2001 Sb. „o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly“ (TBD) jsou vodní nádrže řazeny do kategorií I. – IV., přičemž kritériem pro zařazení do příslušné kategorie je bodové hodnocení potenciálu škod (P), prováděné formou posudku odborně způsobilým subjektem. Vlastní hodnocení se provádí dle metodického pokynu MZe č. 1/2010 „k technickobezpečnostnímu dohledu nad vodními díly“. Posudek je podkladem pro rozhodnutí vodoprávního úřadu o zařazení vodního díla do příslušné kategorie.

Provádění TBD dle uvedené vyhlášky podléhá každá přehrada, hráz či jez, jejichž výška od paty po korunu je vyšší než 1 m a současně objem vzduté vody přesahuje 1000 m³, nebo vzdouvací stavby v korytech vodních toků, jejichž pevná přelivná hrana je převýšena nade dnem o více než 1,5 m.

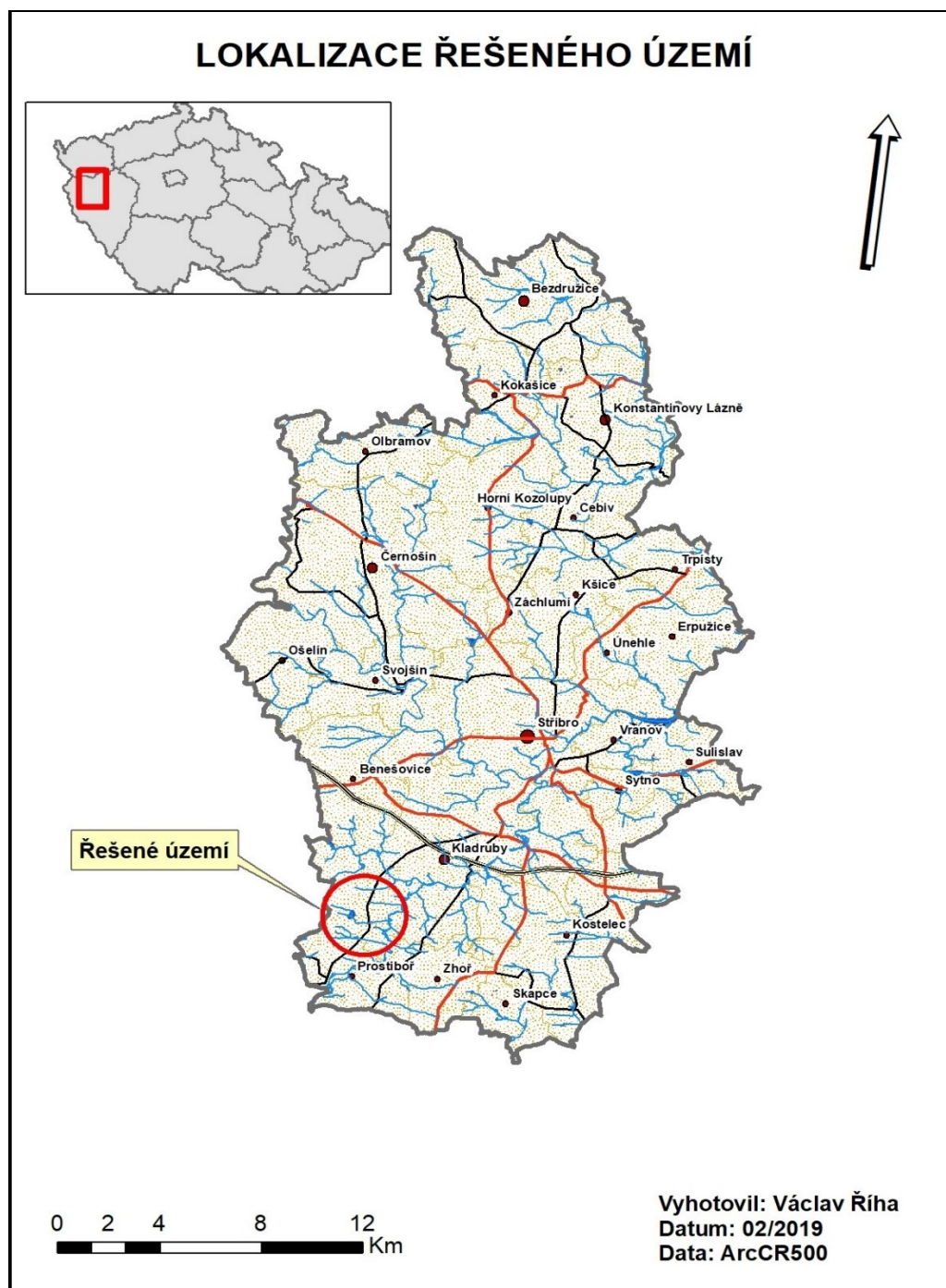
Detailní popis problematiky zařazování vodních děl do kategorií dle vyhlášky o TBD není předmětem této práce, neboť se jedná o úzce odbornou problematiku, k jejímuž výkonu je v rámci celé ČR určeno jen několik oprávněných subjektů (např. firma Vodní díla TBD, a.s.). V zásadě však lze uvést, že do kategorií I. - III. jsou zařazeny všechny přehrady, z rybníků jen pak ty největší (Rožmberk a pod). Většina rybníků a obdobných vodních nádrží je pak zařazena do IV. kategorie, kde v případě poškození vodního díla nejsou ohroženy životy a škody na majetku nejsou významné. Po povodních v roce 2012 byla ještě nově vytvořena kategorie významných vodních nádrží IV. kategorie, kam byla zařazena omezená část největších vodních nádrží původní IV. kategorie (v rámci celé ČR se takto jedná o cca 800 vodních nádrží).

Pro každé vodní dílo IV. kategorie, které podléhá výkonu TBD, je vlastník povinen stanovit odpovědnou osobu, jejíž identifikační údaje oznámí příslušnému vodoprávnímu úřadu. Pokud tak neučiní, je touto osobou přímo sám vlastník. Výkon TBD pak spočívá v provádění pravidelných prohlídek v měsíčním intervalu, o kterých se pořizuje zápis. Jednou za 10 let je povinnost přizvat k prohlídce i vodoprávní úřad a předložit mu zápisy z průběžně prováděných prohlídek (vyhláška 471/2001 Sb.).

4. Charakteristika zájmového území

4.1. Popis širšího zájmového území

Pro tuto práci bylo vybráno území v Plzeňském kraji, okrese Tachov a v územním obvodu obce s rozšířenou působností Stříbro – podrobnosti o lokalizaci zájmového území jsou patrné z obrázku č. 8.



Obrázek č. 8 Lokalizace řešeného území; autor

Území je typicky venkovským regionem, postiženým společenskými událostmi po skončení 2. světové války s odsunem významné části původního obyvatelstva a příchodem nových dosídlenců z vnitrozemí tehdejší ČSR. S těmito událostmi bezprostředně souvisí i zpřetrhání původních majetkových vztahů k nemovitostem, přičemž rodící se nové majetkové uspořádání bylo záhy přerušeno společenským vývojem po roce 1948 s preferencí kolektivní formy vlastnictví. To se samozřejmě dotklo i vlastnických vztahů k vodním nádržím. Nově ustavené státní rybářské podniky měly zájem pouze o využívání větších rybochovných nádrží, takže menší rybníky zůstávaly zcela na okraji zájmu, ponechány svému osudu.

Část těchto rybníků, která se nacházela uvnitř zastavěných intravilánu obcí, byla často využita jako „požární nádrže“, což sice zajistilo přísun alespoň nějakých finančních prostředků na jejich údržbu, velmi často to však s sebou neslo degradaci celé břehové linie zřízením tvrdého opevnění z panelů či betonových zárubních zdí. Takovýto rybník se pak stal skutečně pouze „mrtvou vodní nádrží“ v obecném významu tohoto pojmu. Ostatní menší rybníky ve volné krajině byly většinou zcela opomíjeny, neboť zpravidla přímo nikoho neohrožovaly svým technickým stavem. Ani v rámci plošného odvodňování zemědělských pozemků (meliorace), prováděných masivně v 70-80 letech 20. století nebyly do vodních nádrží směřovány žádné zásadnější investice, zpravidla se jednalo pouze o úpravy toků do nich vyústěných či toků pod jejich výpustí.

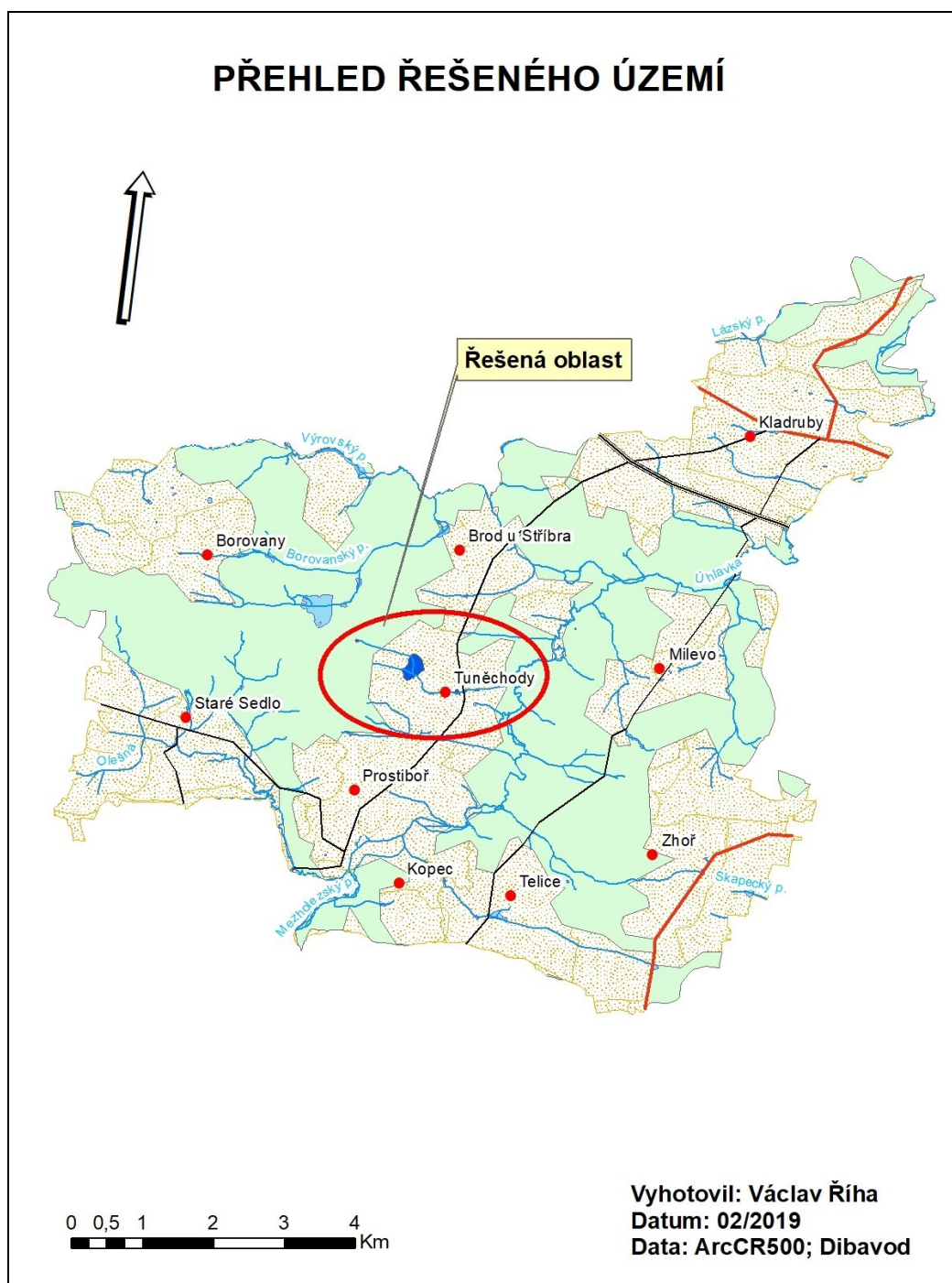
Po změně společenského systému v 90. letech pak byly rybníky předmětem majetkových převodů z různých organizačních složek státu (především tehdejšího Pozemkového fondu), nebo jako historický majetek přešly do vlastnictví obcí.

Takovéto majetkoprávní poměry samozřejmě zásadním způsobem ztěžovaly jakékoli investice do běžné údržby, natož pak do zásadnějších oprav. Řešeny proto byly pouze havarijní situace, kdy technický stav vodní nádrže někoho přímo ohrožoval.

K průzkumu byly záměrně vybrány vodní nádrže, na kterých dosud nebyly prováděny žádné opravy či revitalizační zásahy, neboť dobře reprezentují současný technický stav naprosté většiny malých vodních nádrží v místním regionu. Ve všech případech se jedná původním účelem o rybochovné nádrže (rybníky), převážně pak o kaskády průtočných nádrží, umístěné od pramenné oblasti po proudu vodního toku. Snahou bylo řešit skupinu vodních nádrží, které se nachází na jednom vodním toku jako soustava v kaskádě, což do budoucna umožní využít získané údaje např. pro výpočty transformací povodňové vlny nebo vzájemných vazeb jednotlivých nádrží.

4.2. Popis řešeného území

V rámci řešeného území byla vybrána skupina malých vodních nádrží v katastrálním území Tuněchody u Stříbra – viz obrázek č. 9, která byla předmětem podrobných průzkumných prací. Kritériem výběru byla prakticky pouze fyzická možnost provedení průzkumných prací (tzn. volná přístupnost vodní nádrže) a dále znalost místních poměrů.



Obrázek č. 9 Přehled řešeného území; autor

Řešené území se nachází v povodí vodního toku Úhlavka (č.h.p. 1-10-01-109; IDVT 10100103), jehož správce je státní podnik Povodí Vltavy, závod Berounka. Úhlavka je levostranným přítokem řeky Mže a tvoří hlavní vodní recipient celé širší oblasti. Všechny řešené vodní nádrže se nachází na drobném bezejmenném vodním toku (IDVT 10244969) ve správě státního podniku Lesy České republiky, správa toků, oblast povodí Berounky. Ten je levostranným přítokem Úhlavky v oblasti říčního km cca 15,0.

Jde o neupravený vodní tok, jehož koryto je v počátečním úseku od vyústění do Úhlavky vedeno poměrně hluboce zaříznutým údolím s lesními porosty, a to v poměrně velkém podélném spádu cca 5%. V úrovni obce Tuněchody se šířka údolí zvětšuje a snižuje se i podélný spád toku. Lesní porosty lemující vodní tok zde přecházejí do podoby přirozeného vegetačního doprovodu vlhkomilných listnatých dřevin a křovin, zastoupených převážně olšemi, osikami či vrbami. Tento charakter údolní nivy pokračuje až do pramenné oblasti toku, která se nachází cca 1,5 km západně nad obcí Tuněchody, na okraji rozsáhlejšího lesního komplexu. Poměrně příznivé morfologické poměry umožnily v této oblasti na vodním toku zřídit kaskádu šesti malých vodních nádrží.

Bezprostřední okolí vodního toku i širší oblast jeho povodí tvoří převážně zemědělské pozemky, původně intenzivně zemědělsky obhospodařované, v posledních cca 10 letech však uvedené do podoby trvalých travních porostů s extenzivním využíváním formou pravidelné senoseče.

Morfologicky tvoří celé území pahorkatina v podhůří Českého lesa, nadmořská výška řešeného území se pohybuje od 432 do 473 m.n.m.

Z geologického hlediska patří celé území do oblasti Kladrubského žulového masivu. Skalní podloží se zde vyznačuje velmi nepravidelným stupněm zvětrávání s častým střídáním poloh silně navětralých skalních hornin a eluvií, která mají písčité, písčito-jílovité až kamenito-písčité charakter.

Klimaticky náleží území do mírně teplé klimatické oblasti, okrsku mírně teplého, mírně vlhkého, vrchovinového. Průměrné srážkové úhrny v oblasti se pohybují kolem 550 mm/rok (pro srážkoměrnou stanicí Stříbro uvádí ČHMÚ dlouhodobý roční srážkový úhrn 525 mm/rok).

5. Metodika

5.1. Metodika průzkumných prací

U každé vybrané vodní nádrže byl nejprve proveden průzkum dostupných dokladů a dokumentace ve vodoprávní evidenci. Dle platného znění zákona č. 254/2001 Sb. „o vodách“ má vlastník každé vodní nádrže (stavby určené ke vzdouvání a akumulaci vod) disponovat povolením k nakládání s vodami dle § 8 odst. 1 písmeno a) bod 2 vodního zákona, dále má být zpracován a vodoprávním úřadem chválen manipulační řád vodního díla, vlastník má mít též zpracován provozní řád.

Bohužel ani pro jedinou z vybraných vodních nádrží nejsou tyto dokumenty k dispozici, pouze u největšího z rybníků bylo vodoprávním úřadem dohledáno tzv. „schválení normace rybníka“, prováděné podle již neplatného vodního zákona č. 138/1973 Sb. V důsledku absence těchto dokumentů není možno pro žádnou z vodních nádrží převzít údaje o normální provozní hladině, neboť ta je určena právě v manipulačním řádu vodního díla.

Proto bylo ve výpočtech u všech vodních nádrží uvažováno s úrovní normální provozní hladiny na úrovni dna bezpečnostního přelivu – tzn. rybník „na plné vodě“. V tabulkách č. 2, 3, 5, 6, 8 a 10 základních parametrů vodních nádrží, uváděných níže v kapitole 6., je tato úroveň vodní hladiny zvýrazněna modrým podbarvením, oranžovým podbarvením pak hladina maximální.

V další fázi byl u každé vodní nádrže proveden podrobný terénní průzkum, zaměřený na zmapování skutečného plošného rozsahu zátopy nádrže, nadmořských výšek, mocnosti sedimentů a technického stavu funkčních objektů. Při provádění průzkumů byly využity tyto metody:

- Získání mapových podkladů (ortofotomapa, katastrální mapa, databáze DIBAVOD) z veřejně dostupných zdrojů (ČÚZK; HEIS VÚV)
- Pořízení fotodokumentace vodní nádrže autorem – zátopa, hrázové těleso, funkční objekty
- Hodnocení technického stavu funkčních objektů dle metodiky pro výkon TBD u malých vodních nádrží (Příručka pro provádění TBD Malé vodní nádrže – rybníky; MZe 2016)
- Geodetické zaměření hrázového tělesa, funkčních objektů, obvodu nádrže a výškových poměrů v zátopě – prováděno autorem ve spolupráci s úředně oprávněným zeměměřickým inženýrem s využitím metody GNSS
- Měření hloubky sedimentů v nádrži autorem pomocí latě, pochůzkou v zátopě nebo z loďky

Jak bylo uvedeno, bylo pro hodnocení technického stavu funkčních objektů každé vodní nádrže použito metodiky, využívané pro výkon TBD. Ta spočívá v bodovém hodnocení zjištěných skutečností dle tabulky č. 1:

TABULKA CHARAKTERISTICKÝCH ZÁVAD

dle metodického pokynu Mze č. 1/2010 k výkonu TBD nad vodními díly

Část vodního díla	Charakteristika závady	Závažnost
Bezpečnostní přeliv	drobné, ustálené výrony vody zdívem přelivu (pokud možno měřit, za jakou dobu naplní nádobu určitého objemu)	1
	prostor před přelivem (vtok), vlastní přeliv nebo odpad bezprostředně u přelivu je zanesený, zarostlý	2
	česlová stěna (brlení) je přímo na přelivu nebo v jeho bezprostřední blízkosti (při jejich zanesení dojde ke snížení kapacity přelivu)	2
	průtočný profil zatarasen; česlová stěna zcela zanesena	3
	stavidla při velké vodě neovladatelná (nemají táhla, špatný přístup, nejsou pohotoví k dispozici pomůcky - klika, hever apod.); zdvih stavidla je omezen	3
	není zajištěna včasná obsluha pro ovládnutí hrazení při povodních za všech okolností (v noci, při průtrži mračen apod.)	3
Koruna hráze	není v celé délce vyrovnaná, průlehy nebo vjeté "koleje"	1
	vysoký plevel, keře, mladší dřeviny, prosychající nebo odumřelé stromy a stromy ohrožené vyvrácením	2
	stromy bránící příjezdu k objektům v případě potřeby	2
	nedostatečné převýšení nad hladinou nádrže (přibližně při normální hladině méně než 0,5 m, při povodni méně než 0,30 m)	3
	propady (zejména nad výpustí nebo u zdíva přelivu)	3
	trhliny v zemině hráze (nikoli jen spáry vznikající sesycháním zeminy)	3
	podélné trhliny nad 3 m délky s patrným poklesem jedné části vůči druhé	3
Vzdušní svah hráze	chybějící zatravnění	1
	nežádoucí vegetace: vysoký plevel, keře, nálety, výmladky, mladší stromky uhynulé a značně proschlé stromy či stromy se zvýšeným rizikem vývrátů (např. smrky apod.)	1
	výmoly, menší místní propady	1
	chodby a nory živočichů	1
	trvale zamokřená místa (odhad plochy); vodomilné traviny	2
	ústálené soustředěné vývěry vody (čirá voda, stálé množství)	2
	trhliny v zemině hráze	2
	sesuvy větší než polovina výšky hráze	3
	propady nad výpustí nebo jinde	3
	trhliny nad 3 m délky s patrným poklesem jedné části vůči druhé	3
	vývěr vody se zákalem nebo vyplavováním půdních částic	3
	zvětšující se vývěr, voda čirá	3
voda ve vývěru je zakalená a při tom se vývěr zvětšuje	4	
Návodní svah hráze	dřeviny vyrůstají v opevnění	1
	plevelná vegetace znemožňující kontrolu	2
	porušené opevnění, výmoly, abrazní sruby	2
	trhliny, sesuvy	3
	hladina v nádrži stoupá tak, že hrozí přelití hráze	4

Spodní výpust	dřevěné potrubí není trvale celé pod vodou	2
	uzávěr není zajištěn proti svévolné manipulaci	2
	potrubí se zahlcuje, vznikají v něm rázy a vibrace (zjistí se poslechem)	2
	uzávěr není ovladatelný	3
	potrubí (nejčastěji dřevěné) je porušeno (propady na vzdušném svahu nebo koruně hráze)	3
Podhrází nejméně do vzdál. od paty rovnající se výšce hráze	vegetace znemožňuje kontrolu	1
	trvale zamokřený (zabahněný) terén (odhad plochy zamokření)	1
	ustálené vývěry vody (odhadnout množství)	2
	zvětšující se vývěry vody	3

Tabulka č. 1 Popis charakteristických závad objektů MVN; metodický pokyn MZe č. 1/2010

Popis závažnosti závad:

- 1 Závady bezprostředně neohrožují stabilitu vodního díla jako celku. Nápravná opatření nejsou nutná bezodkladně. Zjištění hlásí osoba provádějící obchůzky oprávněné osobě.
- 2 Významné závady, jejichž vývoj by mohl být nebezpečný, ale zatím přímo rychlý škodlivý vývoj nehrozí. Zjištění hlásí osoba provádějící obchůzky oprávněné osobě.
- 3 Závady, u nichž lze předpokládat rychlý nepříznivý vývoj nebo které svou existencí ohrožují zvládnutí mimořádné situace (např. průchod povodně). Osoba provádějící obchůzky musí neprodleně vyrozumět oprávněnou osobu a do jejich dalších pokynů pokračovat ve sledování a podrobných záznamech.
- 4 Nejzávažnější závady, indikující přímé ohrožení bezpečnosti vodního díla (stability hráze). Situace vyžaduje použití nouzových opatření, za něž zodpovídá vlastník ve spolupráci s povodňovou komisí. Prvořadým cílem opatření je ochrana hráze před přelitím či protržením. Je nutné vyrozumět složky IZS a obyvatelstvo pod vodním dílem.

Geodetické měření vodních nádrží bylo prováděnou metodou GNSS s RTK korekcemi zařízením SOUTH S82T v kombinaci s totální stanicí TOPCON GTS-303, s připojením na státem zřízené základy polohového bodového pole. Měřené výstupy jsou ve 3. třídě přesnosti v polohovém systému S-JTSK, výšky byly určeny trigonometricky ve výškovém systému Balt pv. Kancelářské zpracování měřených hodnot bylo provedeno programy „Transform MAX“ firmy Geoobchod s.r.o., a „KOKES“ firmy Gepro s.r.o., ke kterým má autor platné licence.

Orientační ocenění nákladů na provedení nezbytných stavebních úprav, pro uvedení vodních nádrží do technického stavu odpovídajícím současným normovým a právním požadavkům bylo provedeno programem „Ceník stavebních prací“ firmy Verlag Dashöfer s.r.o. s využitím cenové soustavy firmy RTS a.s. v cenové úrovni podzim 2018. I k tomuto programu má autor platnou licenci.

Při určování nákladů na likvidaci sedimentů z vodních nádrží bylo vycházeno z předpokladu možnosti jejich aplikace na zemědělských pozemcích v nejbližším okolí – tzn. splnění požadavků vyhl. č. 257/2009 Sb. „o používání sedimentů na zemědělské půdě.“

Výpočet akumulační kapacity nádrží byl prováděn dle vztahu (Vrána, Beran 2013):

$$V_i = 0,5 \cdot (S_i + S_{i+1}) \cdot \Delta h \quad [13]$$

kde: V_i – dílčí objem mezi dvěma sousedními vrstevnicemi [m^3]

S_i – plocha omezená dolní vrstevnicí [m^2]

S_{i+1} – plocha omezená horní vrstevnicí [m^2]

Δh – výškový rozdíl horní a dolní vrstevnice [m]

Pro výpočet plochy jednotlivých vrstevnic byla použita přímo příslušná funkce programu KOKEŠ. Jak bylo již uvedeno, byla za úroveň normální provozní hladiny určena výška v úrovni dna bezpečnostního přelivu (rybník na „plné vodě“). Zjištěné a vypočtené hodnoty plochy a objemů byly použity pro konstrukci grafu charakteristických čar nádrže.

Stejným způsobem byl určován i objem sedimentu v nádrži, kde za horní omezující plochu byla určena současná změřená výšková úroveň povrchu sedimentů, za dolní úroveň pak výška dna nádrže, vypočtená odečtením změřené vrstvy sedimentu, snížené od 0,1 m (hodnota 0,1 m byla ponechána jako vrstva sedimentu, potřebná k zachování těsnosti nádrže a rozvoji profundálního bentosu). Plocha litorální zóny byla volena jednotně 15% z celkové plochy hladiny.

Cílem provedených průzkumů bylo získání technických údajů, potřebných k vyhotovení situačních výkresů vodních nádrží, výpočtům plochy a objemů pro konstrukci charakteristických křivek každé vodní nádrže (batygrafické křivky), v neposlední řadě i specifikaci zjištěných závad dle metodiky uplatňované při TBD.

Výstupem průzkumů je u každé vodní nádrže situační výkres, charakteristický řez hrázovým tělesem v místě výpusti s vyznačením základních výškových poměrů, charakteristické křivky nádrže, fotodokumentace a tabulkové hodnocení zjištěných závad funkčních objektů z pohledu TBD.

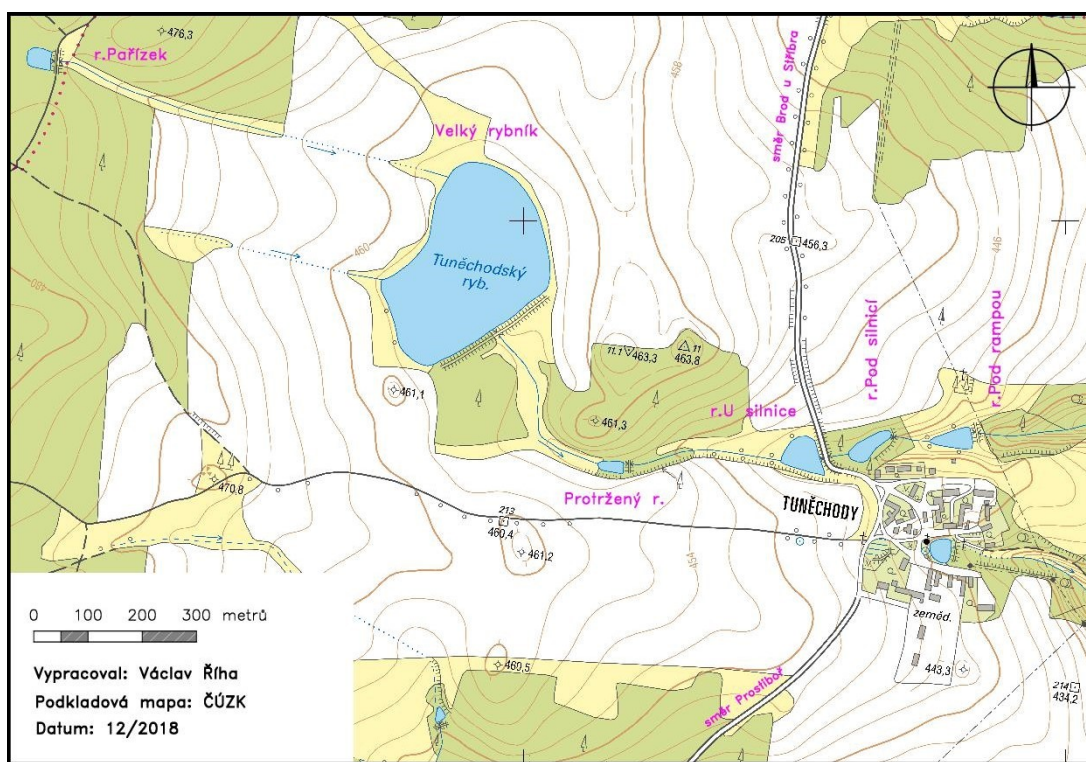
Připojen je i hrubý orientační propočet finančních nákladů, nutných na uvedení vodní nádrže do technického stavu, odpovídajícímu normovým a právním požadavkům.

6. Současný stav řešené problematiky a dílčí výsledky průzkumu

V této kapitole budou podrobně popsány jednotlivé vodní nádrže v rozsahu řešeného území, a to ve stavu zjištěném při terénním průzkumu, prováděném v období 04/2018 – 01/2019. Pro každou nádrž jsou v této kapitole prezentovány dílčí výsledky provedených průzkumů, které pak budou souhrnně za celé řešené území prezentovány v kapitole 7. V kapitole 7. pak budou prezentovány i výsledky průzkumu cenové náročnosti již dříve provedených revitalizací nebo výstavby zcela nových vodních nádrží v blízkém regionu. Cílem je porovnat jednotkové náklady v Kč/m³ vytvořeného akumulačního objemu nádrží revitalizovaných, nově budovaných a řešených touto prací.

6.1. Vodní nádrže v katastrálním území Tuněchody u Stříbra


V rámci katastrálního území (k.ú.) Tuněchody u Stříbra byl proveden podrobný terénní průzkum 6 stávajících vodních nádrží – všechny s původním účelem jako nádrže rybochovné. Polohové umístění vodních nádrží je patrné z obrázku č. 10.



Obrázek č. 10 Přehled vodních nádrží (zvýrazněny fialovým textem) v k.ú. Tuněchody u Stříbra; autor

6.1.1 Rybník Pařízek

Parcelní číslo:	1561/1
Obec:	Kladruby [560928]
Katastrální území:	Brod u Stříbra [612669]
Číslo LV:	77
Výměra [m ²]:	4344
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	KMD
Určení výměry:	Graficky nebo v digitalizované mapě
Způsob využití:	rybník
Druh pozemku:	vodní plocha



Obrázek č. 11 rybník Pařízek – údaje katastru nemovitostí 12/2018; zdroj ČÚZK

Rybník Pařízek se nachází na okraji rozsáhlejšího lesního porostu, rozprostírajícího se západně nad obcí Tuněchody. Jde o první ze skupiny vodních nádrží, napájených ze společné zdrojnice. Jedná se o tzv. „nebeský rybník“, napájený primárně pramennými vývěry, v určitém období však může fungovat i jako rybník průtočný, napájený vodou z přelivu výše položeného rybníka Fučka. Voda z rybníka odtéká do níže položeného Velkého Tuněchodského rybníka.

Okolí rybníka je dnes tvořeno výhradně lesními porosty, po hrázi je vedena zpevněná účelová lesní komunikace, pod níž se nachází dlouhodobě neudržované zamokřené louky, postupně zarůstáné dřevinami.

Rybník zřejmě nikdy nebyl využíván k rybochovným účelům a není dlouhodobě využíván ani udržován. Tomu odpovídá i jeho současný technický stav, mající spíše charakter mokřadu. V letním období rybník často zcela vysychá, jeho prostor je pak využíván lesní zvěří jako kaliště. Současný i historický stav rybníka a jeho okolí je možno porovnat z leteckých snímků – viz obrázek č. 12.



Obrázek č. 12 rybník Pařízek – vlevo stav k roku 2017; zdroj: Mapy.cz
vpravo stav k roku 1957; zdroj: geoportál Plzeňského kraje

ZÁKLADNÍ PARAMETRY VODNÍ NÁDRŽE

OZNAČENÍ NÁDRŽE
UMÍSTĚNÍ NÁDRŽE
KATASTRÁLNÍ VÝMĚRA

rybník Pařízek
p.p.č. 1561/1, k.ú. Brod u Stříbra
4344 m²

NADMOŘSKÉ VÝŠKY (Balt pv)					PLOCHA HLADINY (m ²)	
DNO	VÝPUST	HLADINA			provozní	maximální
		provozní	přeliv	maximální		
473,35	není	474,10	474,10	474,25	2 852	3 262

AKUMULAČNÍ A RETENČNÍ OBJEMY NÁDRŽE (m ³)				SEDIMENT V NÁDRŽI		
IDEÁLNÍ (bez sedimentu)		SKUTEČNÉ (s vlivem sedimentu)		plocha sedimentu (m ²)	podíl z akumulace (%)	průměrná vrstva (m)
akumulační	retenční	akumulační	retenční			
697	459	371	459	1 903	47	0,17

TABULKA PRO VÝPOČET OBJEMŮ VODNÍ NÁDRŽE

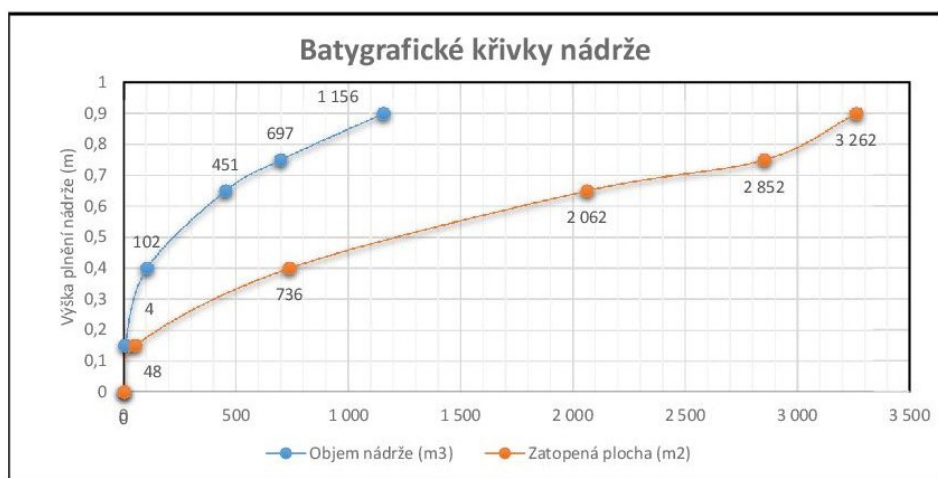
idealizovaný objem bez vlivu sedimentu

nadm. výška (Balt pv)	výška od dna (m)	rozdíl výšek (m)	zatopená plocha (m ²)	průměrná plocha (m ²)	dílčí objem (m ³)	celkový objem (m ³)
473,35	0	0	0	0	0	0
473,50	0,15	0,15	48	24	4	4
473,75	0,40	0,25	736	392	98	102
474,00	0,65	0,25	2 062	1 399	350	451
474,10	0,75	0,10	2 852	2 457	246	697
474,25	0,90	0,15	3 262	3 057	459	1 156

TABULKA PRO VÝPOČET OBJEMU SEDIMENTU

sediment tvoří souvislý rovinný povrch na úrovni 473,92 mmm

nadm. výška (Balt pv)	výška od dna (m)	rozdíl výšek (m)	plocha sedimentu (m ²)	průměrná plocha (m ²)	dílčí objem (m ³)	celkový objem (m ³)
473,35	0	0	0	0	0	0
473,50	0,15	0,15	48	24	4	4
473,75	0,40	0,25	736	392	98	102
473,92	0,57	0,17	1903	1 320	224	326



Tabulka č. 2 rybník Pařízek – základní hydrotechnické údaje; autor

Popis zjištěného technického stavu rybníka jako celku

K rybníku Pařízek nebyly dohledány žádné údaje ve vodoprávní evidenci, k dispozici není povolení k nakládání s vodami, manipulační ani provozní řád. Rybník nepodléhá výkonu TBD, neboť objem vzdušné vody je nižší než 1000 m³. Z tohoto důvodu není provedeno hodnocení zjištěných závad funkčních objektů dle metodiky TBD.

Technický stav rybníka odpovídá prováděné údržbě, která je zcela evidentně dlouhodobě, v řádu desítek let, zcela zanedbávána – viz obrázek č. 14. Vlivem toho má dnes rybník spíše charakter mokřadu, což zřejmě nejlépe vystihuje jeho současnou funkci. Měřením bylo zjištěno, že sediment v současné době tvoří cca 47% akumulačního prostoru rybníka. Ačkoli se primárně jedná o nebeský rybník a jeho vodní bilance je tedy nevyrovnaná, nedochází k úplné ztrátě vody ani v letním období.



Obrázek č. 14 rybník Pařízek

vlevo nahoře stav v dubnu 2018, vpravo nahoře stav v září 2018

vlevo dole vtok do trubního propustu, vpravo dole hráz s účelovou komunikací

Popis zjištěného technického stavu funkčních objektů

Hráz

Hráz rybníka tvoří těleso účelové lesní komunikace vedoucí mezi katastry Brod u Stříbra a Tuněchody u Stříbra. Hráz je konstrukčně provedena jako sypaná zemní homogenní konstrukce, má v celé délce 35 m přímý tvar, šířka v koruně činí cca 3,50 m, v patě cca 10 m. Výška hráze od paty ke koruně činí pouze 1,20 m. Návodní i vzdušní svah jsou opevněny pouze travním drnem, návodní svah je v celé délce zarostlý dřevinami (vrby, bříza, smrk).

Výpust

Rybník nemá zřízenou žádnou výpust, nelze jej tedy vypustit, což je v rozporu s normovými požadavky (čl. 8.4.1 ČSN 75 2410:2011).

Přeliv

Rybník nemá zřízen ani bezpečnostní přeliv, odtok přebytečné vody je zajištěn trubním propustem BT 300. Ten je proveden z betonových polodázkových trub DN 300, není ani na jedné straně opatřen ukončovacím čílkem či jiným opevněním. Kapacitu tohoto trubního propustku lze při měřeném sklonu cca 8% odhadovat podle hydraulických tabulek (Herle a kol. 1971) v hodnotě cca 212 l/s. Rybník je sice primárně napájen vývěry spodní vody (nebeský rybník) takže nemusí být vybaven bezpečnostním přelivem a tato kapacita odtoku by tak byla dostatečná. Nicméně při plném stavu výše položeného rybníka Fučka v k.ú. Borovany u Boru dochází k nátoku vody z jeho bezpečnostního přelivu. Rybník Fučka se nachází uvnitř rozsáhlých lesních porostů a je poměrně velký (16,438 ha), má tak dostatečnou retenční kapacitu k transformaci zvýšených přítoků při srážkových událostech, nicméně lze očekávat vyšší odtok z jeho povodí než je současná kapacita propustku.

Dle Vášky lze v lesním povodí očekávat hodnoty povrchového odtoku při srážkových událostech s dobou opakování $N=100$ let v hodnotách $q_{100} = 0,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$ (Váška a kol. 2000). Orientačním vymezením povodí rybníka Fučka z modelu povodí IV. řádu (DIBAVOD) v ploše cca $3,7 \text{ km}^2$ tak lze odvodit povrchový odtok v hodnotách cca $0,74 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Skutečný odtok bude nižší, neboť se uplatní transformace objemu povodňové vlny v rybníku Fučka. Nicméně i tak by měl být přeliv rybníka Pařízek dimenzován alespoň na kapacitu $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá dimenzi potrubí DN 500 při podélném sklonu 2% (Herle a kol. 1971). Všechny uvedené hodnoty jsou pouze hrubě orientační, neboť hydrologické podklady využitelné pro detailní návrh může zpracovávat pouze ČHMÚ.

Propočet orientačních nákladů na uvedení rybníka do odpovídajícího technického stavu

Pročet nákladů je proveden pro tento rozsah prací:

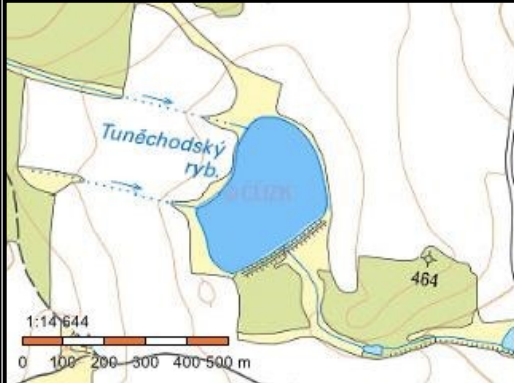
- Smýcení porostů na návodní straně hráze a její opevnění kamenným záhozem
- Vymístění sedimentu z akumulčního prostoru (odbahnění) a jeho aplikace na zemědělské pozemky v okolí s dopravní vzdáleností do 2 km
- Zřízení sdruženého objektu spodní výpusti a bezpečnostního přelivu náhradou za současný trubní propust

Jak bylo uvedeno v metodice, předpokládá se, že sediment i zemědělské pozemky splňují kritéria z hlediska obsahu rizikových prvků. Vymístěno bude 90% zjištěného objemu sedimentu. Spodní výpust se předpokládá formou betonového požeráku s dvojitou dlužovou stěnou, sdruženého s kašnovým přelivem a společným trubním odpadem DN 500.

Podrobný propočet stavebních nákladů na provedení výše popsaných stavebních úprav je uveden v příloze č. 1 a činí celkem **318.740,- Kč** (bez DPH). Jednotkové náklady na vytvoření akumulčního prostoru rybníka pak činí:
 $318.740,- \text{ Kč} / 697 \text{ m}^3 = 457,- \text{ Kč} / \text{m}^3$

6.1.2 Velký rybník

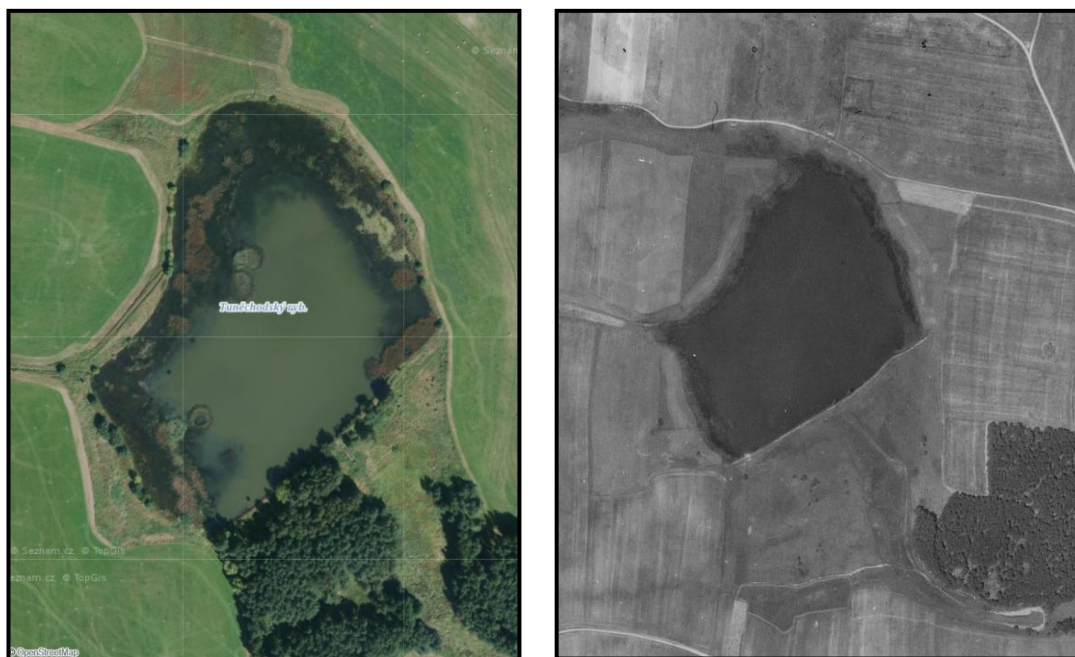
Parcelní číslo:	1626
Obec:	Kladruby [560928]
Katastrální území:	Tuněchody u Stříbra [612677]
Číslo LV:	77
Výměra [m ²]:	74480
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	DKM
Určení výměry:	Ze souřadnic v S-JTSK
Způsob využití:	rybník
Druh pozemku:	vodní plocha



Obrázek č. 15 Velký rybník – údaje katastru nemovitostí 12/2018; zdroj ČÚZK

Velký (též Velký Tuněchodský) rybník se nachází v prostoru mělké terénní sníženiny cca 1 km severozápadně od obce Tuněchody. Jedná se o největší z rybníků v celé skupině vodních nádrží, které se v obci vyskytují. Jedná se o rybník částečně průtočný, napájený z výše položeného rybníka Pařízek, dále pak z vyústění trubních melioračních svodů z okolních zemědělských pozemků. Významné pro doplňování vody budou i pramenní vývěry ve dně.

V současné době rybník dlouhodobě trpí nedostatkem vody v letním období, kdy dochází ke snížení hladiny výparem až o cca 0,60 m. Rybník je poměrně mělký, jeho průměrná hloubka činí pouze 1,07 m, proto v důsledku poklesu hladiny dochází k prudkému rozvoji rákosin v litorální zóně, která dnes zabírá až 24% celé plochy rybníka. Tento fakt je dobře patrný z porovnání historického a současného leteckého snímku – viz obrázek č. 16.



Obrázek č. 16 Velký Tuněchodský rybník – vlevo stav k roku 2017; zdroj: Mapy.cz, vpravo stav k roku 1957; zdroj: geoportál Plzeňského kraje

Okolí rybníka je tvořeno převážně zemědělskými pozemky, dříve intenzivně obhospodařovanými, v posledních cca 10 letech trvale zatravněnými. Pozemky v podhráží nejsou dlouhodobě (minimálně 40 let) využívány a mají charakter přirozeného mokřadu.

Rybník je prakticky soustavně od poválečného období využíván rybářskou společností k chovu ryb (původní národní podnik prošel transformací až do současné soukromé a.s.), rybí obsádka se průběžně mění ve dvou až tříletém cyklu.

Z dostupných údajů nebyla novodobě nikdy na rybníku prováděna žádná zásadní rekonstrukce, v roce 1969 byla v rámci odvodnění okolních zemědělských pozemků provedena úprava původních otevřených přívodních kanálů a odpadního kanálu spodní výpusti s jejich zatrubněním, dále pak úprava odpadního kanálu bezpečnostního přelivu. V polovině 80-tých let byla část východní plochy rybníka odbahňována vyhrnutím na okolní zemědělské pozemky.

Současný technický stav rybníka a jeho funkčních objektů je dokumentován na obrázku č. 17. Patrná je zejména hráz rybníka, zarostlá neudržovanými dřevinami jak na vzdušní tak i návodní straně, dále pak odpadní kanál výpusti, zcela zanesený sedimenty až nad úroveň odtokového potrubí, rovněž i zcela zarostlý prostor bezpečnostního přelivu. Podrobněji bude stav funkčních objektů popsán v dalším textu.



*Obrázek č. 17 Velký rybník (duben 2018)
vlevo nahoře pohled na rybník od výpusti, vpravo nahoře hráz rybníka
vlevo dole odpadní kanál výpusti, vpravo dole prostor přelivu*

ZÁKLADNÍ PARAMETRY VODNÍ NÁDRŽE

OZNAČENÍ NÁDRŽE Velký Tuněchodský rybník
 UMÍSTĚNÍ NÁDRŽE p.p.č. 1626, k.ú. Tuněchody u Stříbra
 KATASTRÁLNÍ VÝMĚRA 74480 m²

NADMOŘSKÉ VÝŠKY (Balt pv)					PLOCHA HLADINY (m ²)	
DNO	VÝPUST	HLADINA			provozní	maximální
		provozní	přeliv	maximální		
455,25	455,15	457,75	457,75	457,90	73 399	73 940

AKUMULAČNÍ A RETENČNÍ OBJEMY NÁDRŽE (m ³)				SEDIMENT V NÁDRŽI		
IDEÁLNÍ (bez sedimentu)		SKUTEČNÉ (s vlivem sedimentu)		plocha sedimentu (m ²)	podíl z akumulace (%)	průměrná vrstva (m)
akumulační	retenční	akumulační	retenční			
78 374	11 050	58 733	11 050	71 556	25	0,27

TABULKA PRO VÝPOČET OBJEMŮ VODNÍ NÁDRŽE

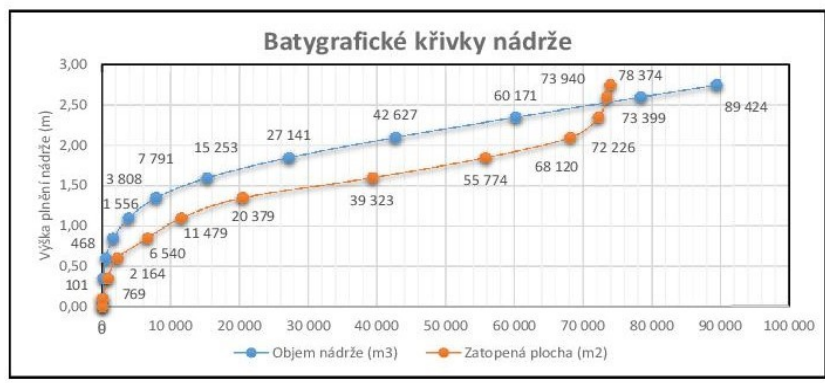
idealizovaný objem bez vlivu sedimentu

nadm. výška (Balt pv)	výška od dna (m)	rozdíl výšek (m)	zatopená plocha (m ²)	průměrná plocha (m ²)	dílič objem (m ³)	celkový objem (m ³)
455,15	0,00	0	0	0	0	0
455,25	0,10	0,10	30	15	2	2
455,50	0,35	0,25	769	400	100	101
455,75	0,60	0,25	2 164	1 467	367	468
456,00	0,85	0,25	6 540	4 352	1 088	1 556
456,25	1,10	0,25	11 479	9 010	2 252	3 808
456,50	1,35	0,25	20 379	15 929	3 982	7 791
456,75	1,60	0,25	39 323	29 851	7 463	15 253
457,00	1,85	0,25	55 774	47 549	11 887	27 141
457,25	2,10	0,25	68 120	61 947	15 487	42 627
457,50	2,35	0,25	72 226	70 173	17 543	60 171
457,75	2,60	0,25	73 399	72 813	18 203	78 374
457,90	2,75	0,15	73 940	73 670	11 050	89 424

TABULKA PRO VÝPOČET OBJEMU SEDIMENTU

sediment tvoří souvislou vrstvu, v oblasti výpusti mocnosti 0,60 m, ve zbytku 0,20 m
 u břehové linie jsou souvislé porosty rákosiny výměry 17649 m² o mocnosti 0,50 m

nadm. výška (Balt pv)	výška od dna (m)	rozdíl výšek (m)	plocha sedimentu (m ²)	průměrná plocha (m ²)	dílič objem (m ³)	celkový objem (m ³)
455,15	0,00	0,00	0	0	0	0
455,25	0,10	0,10	30	15	2	2
455,50	0,35	0,25	769	400	100	101
455,75	0,60	0,25	2 164	1 467	367	468
455,75	0,60	0,00	51 743	0	0	468
455,95	0,80	0,20	51 743	51 743	10 349	10 817
456,75	1,60	0,00	17 649	0	0	10 817
457,25	2,10	0,50	17 649	17 649	8 825	19 641



Tabulka č. 3 Velký rybník – základní hydrotechnické údaje; autor

Popis zjištěného technického stavu rybníka jako celku

K Velkému rybníku nebyly dohledány žádné aktuální údaje ve vodoprávní evidenci, existuje pouze záznam z tzv. „normace rybníka“ z roku 1974 (dle již neplatného vodního zákona č. 138/1973 Sb.), kde se však uvádí pouze výměra rybníka 6,55 ha (ta ovšem neodpovídá hodnotě 7,34 ha zjištěné současným měřením). K dispozici není povolení k nakládání s vodami, manipulační ani provozní řád.

Celkově rybník trpí v letním období nedostatkem vody (výpar převládá nad přítoky), což má za následek snížení hladiny s následným rozvojem rákosin v litorální zóně. Ty v současné době tvoří až 24% celkové plochy vodní hladiny. K jejich rozvoji přispívá i sediment, který dle měření činí až 25% akumulacího objemu.

Rybník podléhá výkonu TBD, proto bylo provedeno hodnocení zjištěných závad funkčních objektů dle metodiky TBD – viz další text.

Popis zjištěného technického stavu funkčních objektů

Hráz

Hráz rybníka je konstrukčně provedena jako sypaná zemní homogenní konstrukce. Má v celé své délce 282 m zhruba přímý tvar, šířka v koruně činí cca 2-2,5 m, v patě cca 6-13 m, maximální výška hráze od paty ke koruně činí 2,40 m. Návodní líc je opevněn kamennou rovnatinou, koruna a vzdušní svah jsou opevněny travním drnem. Hráz je v celé své délce na vzdušním i návodním líci zarostlá neudržovanými dřevinami (vrby, břízy, smrky), které ve vegetačním období značně ztěžují pohyb. Koruna hráze je značně nerovná, vykazuje pomístní propadliny, v blízkosti bezpečnostního přelivu pak nemá ani dostatečné převýšení nad provozní hladinou.

Výpust

Rybník má zřízení výpust formou dřevěného požeráku s dvojitou dlužovou stěnou. Odpad je proveden z betonových trub DN 300 s vyústěním do krátkého otevřeného kanálu s tvrdým opevněním, za kterým následuje zatrubněný úsek vodního toku z potrubí DN 600. Do odpadního kanálu je bočně zaústěno i koryto od bezpečnostního přelivu. V současné době je odpadní kanál zcela zanesen sedimenty, a to až nad úroveň odtokového potrubí i odpadu z požeráku.

Přeliv

Rybník má na východním konci hráze, v místě jejího navázání na okolní terén, zřízen bezpečnostní přeliv. Řešen je formou snížení koruny hráze do tvaru lichoběžníku s šířkou ve dně cca 2 m. Přeliv je ve dně i svazích opatřen tvrdým opevněním z kamenné dlažby, v současné době však zcela porostlou travním drnem a křovinami vrby jívy. Na přeliv navazuje odpadní kanál, vedený podél paty k hráze směrem k výpusti, kde je zaústěn do společného odpadu s výpustí rybníka. Odpadní kanál je proveden jako opevněné koryto lichoběžníkového tvaru (betonová žlabovka + přídlažba), v současné době až do úrovně okolního terénu zarostlé travním drnem a křovinatými porosty vrby jívy.

Hodnocení zjištěného stavu funkčních objektů z hlediska TBD

Vzhledem k tomu, že rybník podléhá výkonu TBD dle vyhlášky č. 471/2001 Sb. „o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly“, bylo provedeno hodnocení zjištěného technického stavu funkčních objektů, s využitím metodického pokynu MZe č. 1/2010 „k technickobezpečnostnímu dohledu nad vodními díly“ – viz tabulka č. 1 v kapitole 5.1. Výsledky hodnocení jsou uvedeny níže v tabulce č. 4.

TABULKA ZJIŠTĚNÝCH ZÁVAD

dle metodického pokynu Mze č. 1/2010 k výkonu TBD nad vodními díly

Část vodního díla	Charakteristika závady	Závažnost
Bezpečnostní přeliv	prostor před přelivem (vtok), vlastní přeliv nebo odpad bezprostředně u přelivu je zanesený, zarostlý	2
Koruna hráze	není v celé délce vyrovnaná, průlehy nebo vyjeté "koleje"	1
	vysoký plevel, keře, mladší dřeviny, prosychající nebo odumřelé stromy a stromy ohrožené vyvrácením	2
	stromy bránící příjezdu k objektům v případě potřeby	2
	nedostatečné převýšení nad hladinou nádrže (přibližně při normální hladině méně než 0,5 m, při povodni méně než 0,30 m)	3
Vzdušní svah hráze	nežádoucí vegetace: vysoký plevel, keře, nálety, výmladky, mladší stromky uhynulé a značně proschlé stromy či stromy se zvýšeným rizikem vývrátů (např. smrky apod.)	1
Návodní svah hráze	dřeviny vyrůstají v opevnění	1
	plevelná vegetace znemožňující kontrolu	2
Spodní výpust	uzávěr není zajištěn proti svévolné manipulaci	2
	potrubí se zahlcuje, vznikají v něm rázy a vibrace (zjistí se poslechem)	2
Podhrází	vegetace znemožňuje kontrolu	1

Tabulka č. 4 Velký rybník – hodnocení funkčních objektů dle TBD; autor

Propočet orientačních nákladů na uvedení rybníka do odpovídajícího technického stavu

Pročet nákladů je proveden pro tento rozsah prací:

- Smýcení porostů na návodní straně hráze a na vzdušné v blízkosti objektů
- Vyčištění přelivu a odpadních kanálů výpusti a přelivu od sedimentu
- Vymístění sedimentu z akumulčního prostoru (odbahnění) a jeho aplikace na zemědělské pozemky v okolí s dopravní vzdáleností do 2 km
- Výměna dožívajícího dřevěného požeráku za železobetonový prefabrikát
- Vyrovnání koruny hráze s navýšením nivelety v nejnižších místech

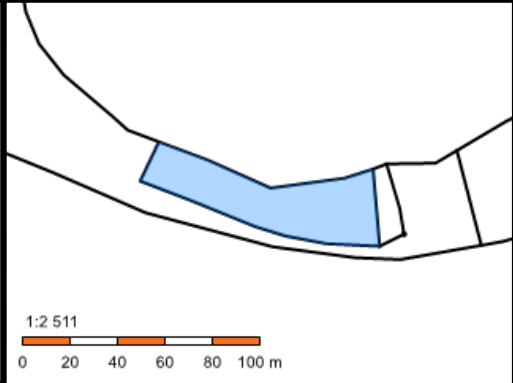
Jak bylo uvedeno v metodice, předpokládá se, že sediment i zemědělské pozemky splňují kritéria z hlediska obsahu rizikových prvků. Vymístěno bude 90% zjištěného objemu sedimentu, zbytek bude ponechán pro tvorbu litorální zóny.

Podrobný propočet stavebních nákladů na provedení výše popsaných stavebních úprav je uveden v příloze č. 2 a činí celkem **5.225.360,- Kč** (bez DPH). Jednotkové náklady na vytvořený akumulční prostor rybníka pak činí:

$$5.225.360,- \text{ Kč} / 78.374 \text{ m}^3 = 67,- \text{ Kč/m}^3$$

6.1.3 Protržený rybník

Parcelní číslo:	1616
Obec:	Kladruby [560928]
Katastrální území:	Tuněchody u Stříbra [612677]
Číslo LV:	142
Výměra [m ²]:	2116
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	DKM
Určení výměry:	Ze souřadnic v S-JTSK
Způsob využití:	rybník
Druh pozemku:	vodní plocha



Obrázek č. 19 Protržený rybník – údaje katastru nemovitostí 12/2018; zdroj ČÚZK

Protržený rybník (též malý Tuněchodský rybník) se nachází cca 500 m západně nad obcí Tuněchody, v prostoru terénní údolnice s drobným vodním tokem. Ve skupině rybníků, napájených ze stejné zdrojnice, je třetí v pořadí. Jedná se o rybník plně průtočný, napájený z výše položeného Velkého Tuněchodského rybníka.

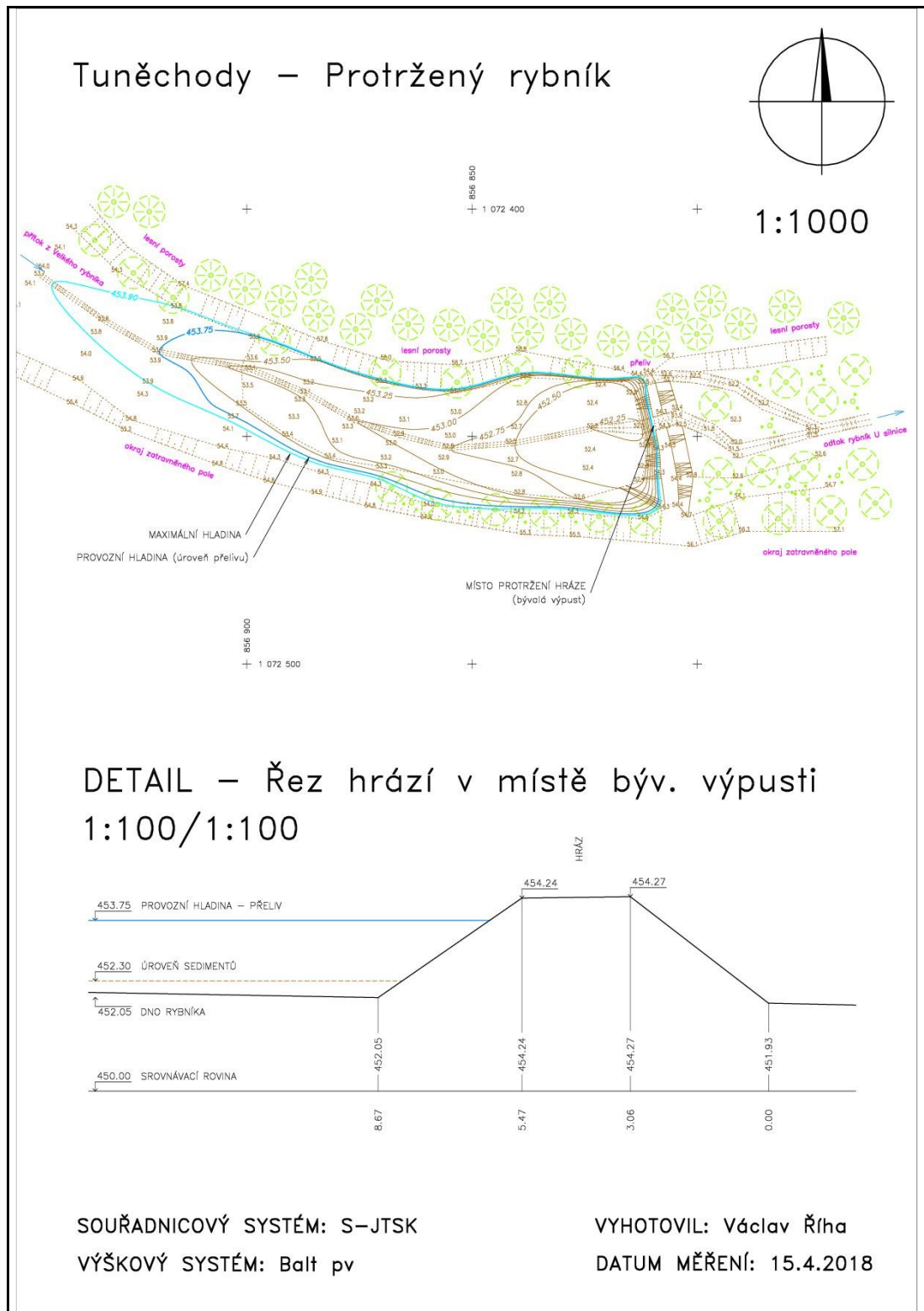
Rybník se rozkládá v mělkém údolí, vymezeném na severní straně lesními porosty, na straně jižní zemědělskými pozemky. Pozemky nad rybníkem i v podhráží byly původně lučními porosty, dnes z důvodu dlouhodobé neúdržby mají spíše charakter mokřadu.

Vlastní rybník dnes již svou funkci neplní, neboť jeho hrázové těleso bylo před cca 35 lety protrženo vodou při vypouštění Velkého rybníka. Od té doby nebyl zatím obnoven. Současný i historický stav rybníka a jeho okolí je možno porovnat z leteckých snímků – viz obrázek č. 20.



Obrázek č. 20 Protržený rybník – vlevo stav k roku 2017; zdroj: Mapy.cz
vpravo stav k roku 1957; zdroj: geoportál Plzeňského kraje

Na obrázku č. 21 je prezentován současný stav Protrženého rybníka na podkladě provedeného geodetického zaměření, v tabulce č. 5 pak měřené a vypočítané základní údaje o nadmořských výškách, plochách a objemech, jakož i charakteristické čáry této vodní nádrže.



Obrázek č. 21 Protržený rybník – situace a řez hrází; autor

ZÁKLADNÍ PARAMETRY VODNÍ NÁDRŽE

OZNAČENÍ NÁDRŽE
UMÍSTĚNÍ NÁDRŽE
KATASTRÁLNÍ VÝMĚRA

Tuněchody - Protržený rybník
p.p.č. 1616, k.ú. Tuněchody u Stříbra
2116 m²

NADMOŘSKÉ VÝŠKY (Balt pv)					PLOCHA HLADINY (m ²)	
DNO	VÝPUST	HLADINA			provozní	maximální
		provozní	přeliv	maximální		
452,10	není	453,75	453,75	453,90	2 474	2 952

AKUMULAČNÍ A RETENČNÍ OBJEMY NÁDRŽE (m ³)				SEDIMENT V NÁDRŽI		
IDEÁLNÍ (bez sedimentu)		SKUTEČNÉ (s vlivem sedimentu)		plocha sedimentu (m ²)	podíl z akumulace (%)	průměrná vrstva (m)
akumulační	retenční	akumulační	retenční			
1 813	407	1 316	407	1 987	27	0,25

TABULKA PRO VÝPOČET OBJEMŮ VODNÍ NÁDRŽE

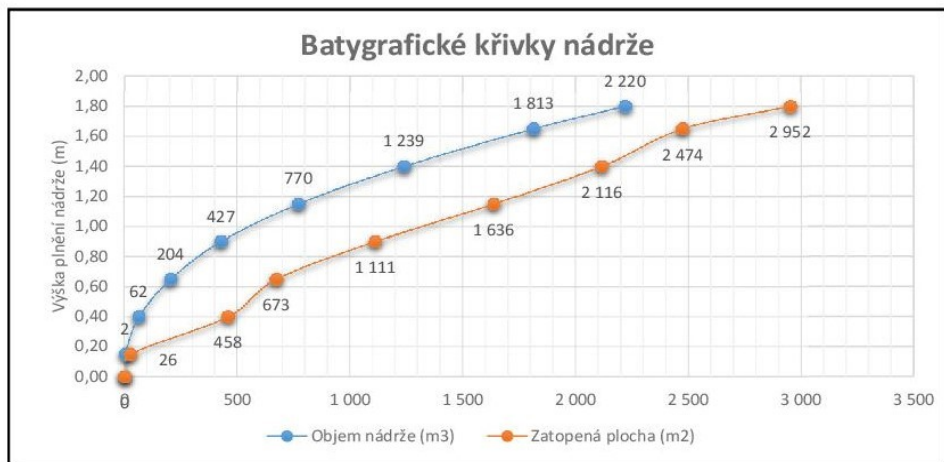
idealizovaný objem bez vlivu sedimentu

nadm. výška (Balt pv)	výška od dna (m)	rozdíl výšek (m)	zatopená plocha (m ²)	průměrná plocha (m ²)	dílčí objem (m ³)	celkový objem (m ³)
452,10	0,00	0	0	0	0	0
452,25	0,15	0,15	26	13	2	2
452,50	0,40	0,25	458	242	61	62
452,75	0,65	0,25	673	566	141	204
453,00	0,90	0,25	1 111	892	223	427
453,25	1,15	0,25	1 636	1 374	343	770
453,50	1,40	0,25	2 116	1 876	469	1 239
453,75	1,65	0,25	2 474	2 295	574	1 813
453,90	1,80	0,15	2 952	2 713	407	2 220

TABULKA PRO VÝPOČET OBJEMU SEDIMENTU

sediment je v souvislé vrstvě výšky 0,25 m na dně nádrže

nadm. výška (Balt pv)	výška od dna (m)	rozdíl výšek (m)	plocha sedimentu (m ²)	průměrná plocha (m ²)	dílčí objem (m ³)	celkový objem (m ³)
452,10	0	0	1 987	0	0	0
452,35	0,25	0,25	1 987	1 987	497	497



Tabulka č. 5 Protržený rybník – základní hydrotechnické údaje; autor

Popis zjištěného technického stavu rybníka jako celku

K Protrženému rybníku nebyly dohledány žádné údaje ve vodoprávní evidenci, k dispozici není povolení k nakládání s vodami, manipulační ani provozní řád. Rybník sice svými parametry podléhá výkonu TBD, ale hodnocení zjištěného stavu funkčních objektů nebylo prováděno, neboť v současné době rybník fyzicky neexistuje (je dlouhodobě prázdný po protržení hráze v místě bývalé výpusti).

Obnova rybníka by byla poměrně snadná a z hlediska vodní bilance i příznivá, neboť by byl trvale dotován přítokem vody z výše položeného Velkého rybníka. Obnovou by byl vytvořen akumulací prostor objemu 1813 m³. Stav prostoru rybníka je patrný z obrázku č. 22.



*Obrázek č. 22 Protržený rybník
vlevo prostor zátopu rybníka, vpravo místo protržené hráze rybníka*

Popis zjištěného technického stavu funkčních objektů

Hráz

Hráz rybníka je vedena napříč mělkým údolím mezi zemědělskými pozemky na jeho jižní straně a lesními porosty na straně severní. Konstrukčně je provedena jako sypaná zemní homogenní konstrukce délky 32 m. Má v celé délce přímý tvar, šířka v koruně činí cca 2-3,5 m, v patě cca 9 m. Výška hráze od paty ke koruně činí 2,30 m. Návodní i vzdušní svah jsou opevněny pouze travním drnem, na obou svazích se nachází porosty dřevin (olše). Hráz je v místě bývalé výpusti rybníka porušena až k základové spáře průtrží v šířce cca 3 m, kterou dnes protéká vodní tok z výpusti Velkého rybníka.

Výpust

Rybník v současné době výpust nemá, byla zničena při protržení hráze, její pozůstatky již nejsou patrné.

Přeliv

V místě navázání hráze na terénní svah údolní s lesním porostem je patrný pozůstatek původního bezpečnostního přelivu. Ten má charakter sníženiny koruny hráze v lichoběžníkovém profilu s šířkou dna 1,4 m. Od něj je pak patrný pozůstatek koryta odpadního kanálu přírodního charakteru.

Propočet orientačních nákladů na obnovu rybníka

Pročet nákladů je proveden pro tento rozsah prací:


- Zřízení objektu spodní požerákové výpusti a obnova porušené hráze
- Obnova bezpečnostního přelivu
- Smýcení porostů na návodní straně hráze a její opevnění kamenným záhozem
- Vymístění sedimentu z akumulčního prostoru a jeho aplikace na zemědělské pozemky v okolí s dopravní vzdáleností do 2 km

Jak bylo uvedeno v metodice, předpokládá se, že sediment i zemědělské pozemky splňují kritéria z hlediska obsahu rizikových prvků. Vymístěno bude 90% zjištěného objemu sedimentu. Spodní výpust se předpokládá formou betonového požeráku s dvojitou dlužovou stěnou a trubním odpadem DN 300. Obnova bezpečnostního přelivu se předpokládá ve stávajícím místě s jeho opevněním kamennou dlažbou, včetně skluzu do původního koryta.

Podrobný propočet stavebních nákladů na provedení výše popsaných stavebních úprav je uveden v příloze č. 3 a činí celkem **406.090,- Kč** (bez DPH). Jednotkové náklady na vytvořený akumulční prostor rybníka pak činí:
 $406.090,- \text{ Kč} / 1.813 \text{ m}^3 = 224,- \text{ Kč} / \text{m}^3$

6.1.4 Rybník U silnice

Parcelní číslo:	1613
Obec:	Kladruby [560928]
Katastrální území:	Tuněchody u Stříbra [612677]
Číslo LV:	143
Výměra [m ²]:	5446
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	DKM
Určení výměry:	Ze souřadnic v S-JTSK
Způsob využití:	vodní nádrž umělá
Druh pozemku:	vodní plocha



Obrázek č. 23 rybník U silnice – údaje katastru nemovitostí 12/2018; zdroj ČÚZK

Rybník U silnice (též dolní Tuněchodský rybník) se nachází přímo na okraji obce Tuněchody, ve směru příjezdu od sousední obce Brod u Stříbra. Jde o čtvrtý ze skupiny rybníků, napájených ze stejné zdrojnice. Jedná se o rybník plně průtočný, napájený drobným vodním tokem vytékajícím z výše položeného Velkého Tuněchodského rybníka.

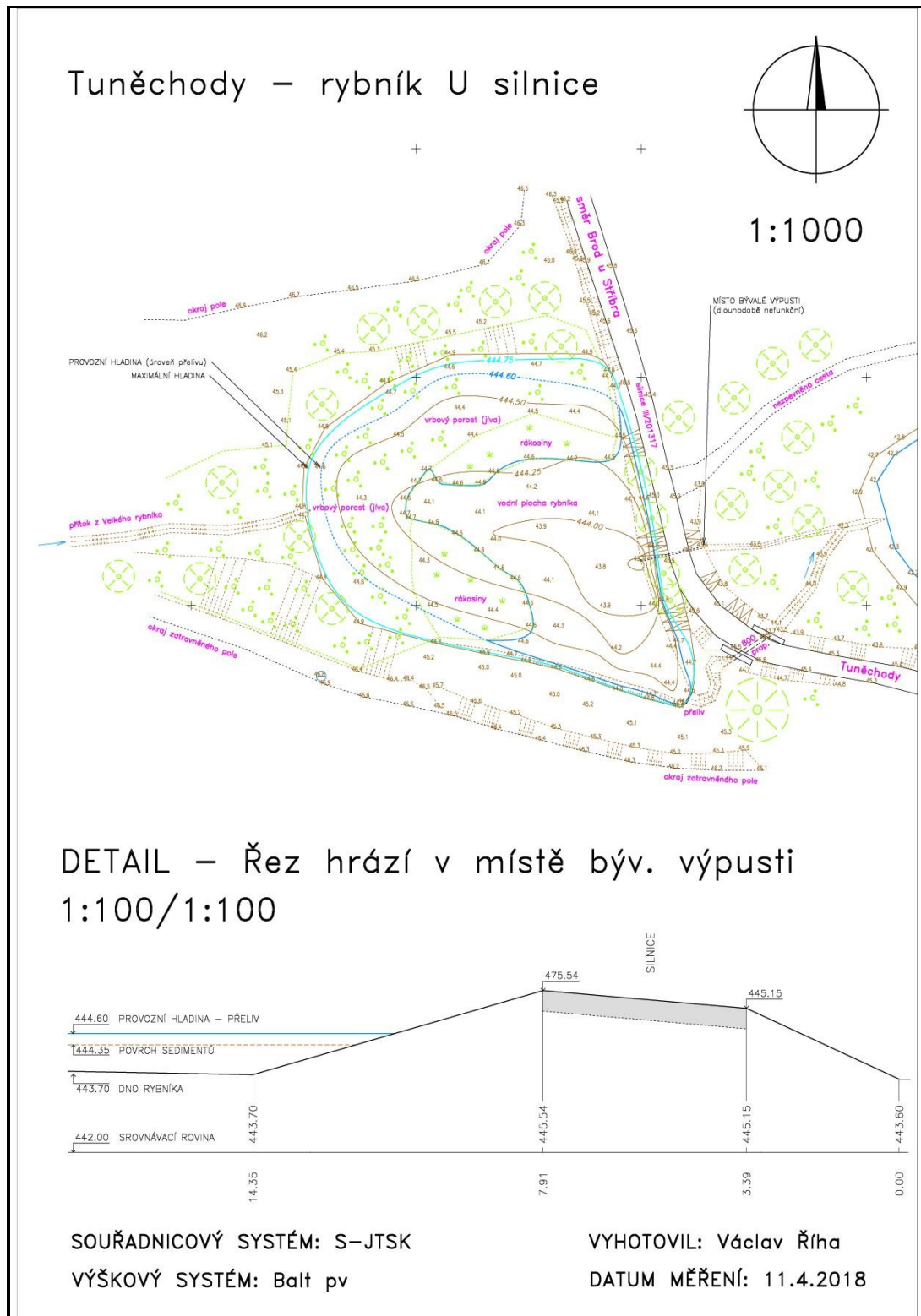
Rybník se rozkládá v mělkém údolí, vymezeném na severní a jižní straně zemědělskými pozemky, uzavřeném na východní straně násypem silnice III/201317, která současně tvoří i hrázové těleso rybníka. Pozemky nad rybníkem i v podhráží byly původně lučními porosty, dnes z důvodu dlouhodobé neúdržby mají charakter mokřadů.

V současné době rybník dlouhodobě trpí značným zabahněním, kdy vodní hladina nad vrstvou sedimentů dosahuje výšky pouze 0,20-0,30 m. Vlivem rostoucí vrstvy sedimentů tvoří dnes značnou část původní plochy rybníka rákosiny, které dnes zaujímají až 70% původní plochy vodní hladiny. Tento fakt je dobře patrný z porovnání historického a současného leteckého snímku – viz obrázek č. 24.



Obrázek č. 24 rybník U silnice – vlevo stav k roku 2017; zdroj: Mapy.cz, vpravo stav k roku 1957; zdroj: geoportál Plzeňského kraje

Na obrázku č. 25 je prezentován současný stav rybníka U silnice na podkladě provedeného geodetického zaměření, v tabulce č. 6 pak měřené a vypočítané základní údaje o nadmořských výškách, plochách a objemech, jakož i charakteristické čáry této vodní nádrže.



Obrázek č. 25 rybník U silnice – situace a řez hrází; autor

ZÁKLADNÍ PARAMETRY VODNÍ NÁDRŽE

OZNAČENÍ NÁDRŽE Tuněchody - rybník U silnice
 UMÍSTĚNÍ NÁDRŽE p.p.č. 1613, k.ú. Tuněchody u Stříbra
 KATASTRÁLNÍ VÝMĚRA 5446 m²

NADMOŘSKÉ VÝŠKY (Balt pv)					PLOCHA HLADINY (m ²)	
DNO	VÝPUST	HLADINA			provozní	maximální
		provozní	přeliv	maximální		
443,70	není	444,60	444,60	444,75	3 476	4 446

AKUMULAČNÍ A RETENČNÍ OBJEMY NÁDRŽE (m ³)				SEDIMENT V NÁDRŽI		
IDEÁLNÍ (bez sedimentu)		SKUTEČNÉ (s vlivem sedimentu)		plocha sedimentu (m ²)	podíl z akumulace (%)	průměrná vrstva (m)
akumulační	retenční	akumulační	retenční			
1 150	615	211	615	2 641	82	0,36

TABULKA PRO VÝPOČET OBJEMŮ VODNÍ NÁDRŽE

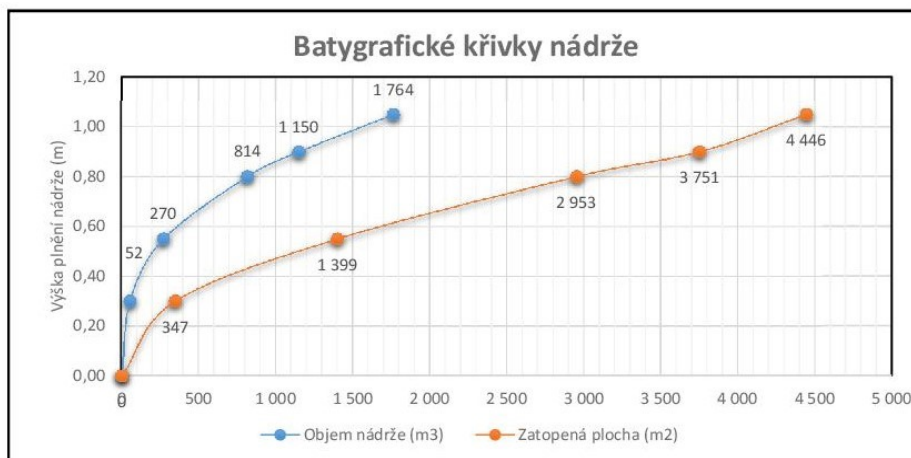
idealizovaný objem bez vlivu sedimentu

nadm. výška (Balt pv)	výška od dna (m)	rozdíl výšek (m)	zatopená plocha (m ²)	průměrná plocha (m ²)	dílčí objem (m ³)	celkový objem (m ³)
443,70	0,00	0	0	0	0	0
444,00	0,30	0,30	347	174	52	52
444,25	0,55	0,25	1 399	873	218	270
444,50	0,80	0,25	2 953	2 176	544	814
444,60	0,90	0,10	3 751	3 352	335	1 150
444,75	1,05	0,15	4 446	4 099	615	1 764

TABULKA PRO VÝPOČET OBJEMU SEDIMENTU

sediment tvoří souvislý povrch na úrovni 444,35 mnm ze kterého vystupují rákosiny

nadm. výška (Balt pv)	výška od dna (m)	rozdíl výšek (m)	plocha sedimentu (m ²)	průměrná plocha (m ²)	dílčí objem (m ³)	celkový objem (m ³)
443,70	0	0	0	0	0	0
444,00	0,30	0,30	347	174	52	52
444,25	0,55	0,25	1 399	873	218	270
444,35	0,65	0,10	1 875	1 637	164	434
444,60	0,90	0,25	2 641	2 020	505	939



Tabulka č. 6 rybník U silnice – základní hydrotechnické údaje; autor

Popis zjištěného technického stavu rybníka jako celku

K rybníku U silnice nebyly dohledány žádné aktuální údaje ve vodoprávní evidenci, k dispozici není povolení k nakládání s vodami, manipulační ani provozní řád.

Technický stav rybníka odpovídá prováděné údržbě, která je zcela evidentně dlouhodobě, v řádu desítek let, zcela zanedbávána – viz obrázek č. 26. Celkově rybník trpí značným zabahněním – dle měření tvoří sediment až 82% jeho akumulacího objemu. S tím souvisí i rozvoj rákosin a křovinatých porostů vrby jívy, které dnes tvoří až 70% původní plochy vodní hladiny. Vodní nádrž má tak spíše charakter mokřadu než rybníka.



*Obrázek č. 26 rybník U silnice
vlevo nahoře stav v dubnu 2018, vpravo nahoře stav v říjnu 2018
vlevo dole hráz se silnicí a propustkem, vpravo dole přeliv rybníka*

Popis zjištěného technického stavu funkčních objektů

Hráz

Hráz rybníka tvoří těleso silnice III/20317 ve směru Tuněchody – Brod u Stříbra. Konstrukčně je provedena jako sypaná zemní homogenní konstrukce. Délka hráze činí 67 m, převážný úsek délky je přímý, v jižní části se pak začíná stáčet východním směrem. Šířka hráze v koruně činí 4,5-5 m, v patě cca 14-15 m, maximální výška hráze od paty ke koruně činí 1,90 m. Po koruně hráze je vedena silnice s živичným krytem. Návodní líc je opevněn kamennou rovnatinou, vzdušní svah travním drnem. Hráz je v celé své délce návodního líce zarostlá porosty olší a bříz.

Výpust

Rybník dnes nemá funkční žádnou výpust, nelze jej tedy vypustit, což je v rozporu s normovými požadavky (čl. 8.4.1 ČSN 75 2410:2011).

Původní se nacházela zhruba v polovině délky hráze, zanikla však již před desítkami let a dnes je v terénu patrný jen náznak původního odpadního koryta (dle pamětníků zřejmě vlivem provozu na silnici došlo k porušení původního dřevěného odpadního potrubí výpusti a tím i ztrátě její funkčnosti).

Přeliv

Rybník má na jižním okraji zatopené plochy zřízen bezpečnostní přeliv. Řešen je formou snížení koruny hráze do obdélníkového tvaru s šířkou ve dně cca 2 m. Přeliv není nijak opevněn, přelivnou hranu tvoří volně položený kamenný sloupek. Na přeliv navazuje přírodní koryto odpadního kanálu, vedené směrem k propustku pod silnicí. Ten je v současnosti řešen ocelovou troubou DN 800, vloženou do prostoru původního kamenného kanálu obdélníkového tvaru.

Hodnocení zjištěného stavu funkčních objektů z hlediska TBD

Vzhledem k tomu, že rybník podléhá výkonu TBD dle vyhlášky č. 471/2001 Sb. „o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly“, bylo provedeno hodnocení zjištěného technického stavu funkčních objektů, s využitím metodického pokynu MZe č. 1/2010 „k technickobezpečnostnímu dohledu nad vodními díly“ – viz tabulka č. 1 v kapitole 5.1. Výsledky hodnocení jsou uvedeny níže v tabulce č. 7.

TABULKA ZJIŠTĚNÝCH ZÁVAD

dle metodického pokynu Mze č. 1/2010 k výkonu TBD nad vodními díly

Část vodního díla	Charakteristika závady	Závažnost
Bezpečnostní přeliv	prostor před přelivem (vtok), vlastní přeliv nebo odpad bezprostředně u přelivu je zanesený, zarostlý	2
Koruna hráze	bez závad	0
Vzdušný svah hráze	bez závad	0
Návodní svah hráze	dřeviny vyrůstají v opevnění	1
	plevelná vegetace znemožňující kontrolu	2
Spodní výpust	zcela chybí - rozpor s ČSN 75 2410:2011	2
Podhrází	vegetace znemožňuje kontrolu	1

Tabulka č. 7 rybník U silnice – hodnocení funkčních objektů dle TBD; autor

Poznámka k tabulce zjištěných závad:

U položky „spodní výpust“, která u rybníka zcela chybí, bylo hodnocení provedeno na úrovni závažnosti 2 (významné závady, jejichž vývoj by mohl být nebezpečný, ale zatím přímo rychlý škodlivý vývoj nehrozí). Jde o závadu, která přímo neohrožuje bezpečnost vodního díla, je však v rozporu s čl. 8.4.1 ČSN 75 2410:2011.

Propočet orientačních nákladů na uvedení rybníka do odpovídajícího technického stavu

Pročet nákladů je proveden pro tento rozsah prací:

- Smýcení části porostů na návodní straně hráze a v blízkosti přelivu
- Smýcení křovinatých porostů vrby jívy v zátopě nádrže při provozní hladině
- Vymístění sedimentu z akumulčního prostoru (odbahnění) a jeho aplikace na zemědělské pozemky v okolí s dopravní vzdáleností do 2 km
- Zřízení nové spodní výpusti formou železobetonového požeráku, trubní odpad pod silnicí navržen neřízeným horizontálním podvrtem s vložením plastového odpadního potrubí do ocelové chráničky a zabetonováním mezikruží
- Rekonstrukce přelivu – lichoběžníkový přeliv z kamenné dlažby do betonu, balvanitý skluz


Jak bylo uvedeno v metodice, předpokládá se, že sediment i zemědělské pozemky splňují kritéria z hlediska obsahu rizikových prvků. Vymístěno bude 90% zjištěného objemu sedimentu, zbytek bude ponechán pro tvorbu litorální zóny.

Podrobný propočet stavebních nákladů na provedení výše popsanych stavebních úprav je uveden v příloze č. 4 a činí celkem **794.780,- Kč** (bez DPH). Jednotkové náklady na vytvořený akumulční prostor rybníka pak činí:

$$794.780,- \text{ Kč} / 1150 \text{ m}^3 = 691,- \text{ Kč} / \text{m}^3$$

6.1.5 Rybník Pod silnicí

Parcelní číslo:	1463
Obec:	Kladruby [560928]
Katastrální území:	Tuněchody u Stříbra [612677]
Číslo LV:	117
Výměra [m ²]:	2740
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	DKM
Určení výměry:	Ze souřadnic v S-JTSK
Způsob využití:	vodní nádrž umělá
Druh pozemku:	vodní plocha



Obrázek č. 27 rybník Pod silnicí – údaje katastru nemovitostí 12/2018; zdroj ČÚZK

Rybník Pod silnicí se nachází rovněž na okraji obce Tuněchody, vlevo pod příjezdovou silnicí od sousední obce Brod u Stříbra. Jde o pátý ze skupiny rybníků, napájených ze stejné zdrojnice. I zde jde o rybník plně průtočný, napájený drobným vodním tokem vytékajícím z výše položeného Velkého Tuněchodského rybníka.

Rybník se opět rozkládá v mělkém údolí, vymezeném na severní straně nezpevněnou cestou, na straně jižní násypem silnice III/201317. Údolí je uzavřeno násypem hrázového tělesa na jeho východní straně. Pozemky nad rybníkem byly původně lučními porosty, pozemky v podhráží pak obecními pastvinami. Dnes mají tyto pozemky z důvodu dlouhodobého nevyužívání charakter mokřadů, zcela zarostlých vlhkomilnými dřevinami (olše, osiky, vrby).

V současné době má rybník nového soukromého majitele, který již provedl odstranění sedimentů z prostoru zátopy, rovněž provedl i základní opravy funkčních objektů. Rybník je využíván k rybochovným účelům, avšak velmi extenzivní formou. Současný i historický stav rybníka a jeho okolí je možno porovnat z leteckých snímků – viz obrázek č. 28.



Obrázek č. 28 rybník Pod silnicí – vlevo stav k roku 2017; zdroj: Mapy.cz, vpravo stav k roku 1957; zdroj: geoportál Plzeňského kraje

ZÁKLADNÍ PARAMETRY VODNÍ NÁDRŽE

OZNAČENÍ NÁDRŽE
UMÍSTĚNÍ NÁDRŽE
KATASTRÁLNÍ VÝMĚRA

Tuněchody - rybník Pod silnicí
p.p.č. 1463, k.ú. Tuněchody u Stříbra
2740 m²

NADMOŘSKÉ VÝŠKY (Balt pv)					PLOCHA HLADINY (m ²)	
DNO	VÝPUST	HLADINA			provozní	maximální
		provozní	přeliv	maximální		
443,70	443,70	444,60	444,60	444,75	3 476	4 446

AKUMULAČNÍ A RETENČNÍ OBJEMY NÁDRŽE (m ³)				SEDIMENT V NÁDRŽI		
IDEÁLNÍ (bez sedimentu)		SKUTEČNÉ (s vlivem sedimentu)		plocha sedimentu (m ²)	podíl z akumulace (%)	průměrná vrstva (m)
akumulační	retenční	akumulační	retenční			
1 038	326	738	326	1 999	29	0,15

TABULKA PRO VÝPOČET OBJEMŮ VODNÍ NÁDRŽE

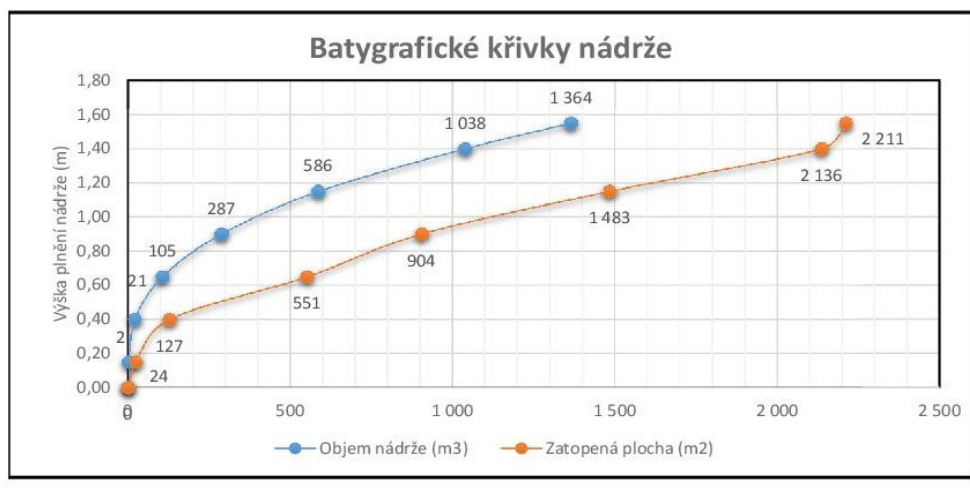
idealizovaný objem bez vlivu sedimentu

nadm. výška (Balt pv)	výška od dna (m)	rozdíl výšek (m)	zatopená plocha (m ²)	průměrná plocha (m ²)	dílčí objem (m ³)	celkový objem (m ³)
440,85	0,00	0	0	0	0	0
441,00	0,15	0,15	24	12	2	2
441,25	0,40	0,25	127	76	19	21
441,50	0,65	0,25	551	339	85	105
441,75	0,90	0,25	904	728	182	287
442,00	1,15	0,25	1 483	1 194	298	586
442,25	1,40	0,25	2 136	1 810	452	1 038
442,40	1,55	0,15	2 211	2 174	326	1 364

TABULKA PRO VÝPOČET OBJEMU SEDIMENTU

sediment je v souvislé vrstvě výšky 0,15 m na dně nádrže

nadm. výška (Balt pv)	výška od dna (m)	rozdíl výšek (m)	plocha sedimentu (m ²)	průměrná plocha (m ²)	dílčí objem (m ³)	celkový objem (m ³)
440,85	0	0	1 999	0	0	0
441,00	0,15	0,15	1 999	1 999	300	300



Tabulka č. 8 rybník Pod silnicí – základní hydrotechnické údaje; autor

Popis zjištěného technického stavu rybníka jako celku

K rybníku Pod silnicí nebyly dohledány žádné aktuální údaje ve vodoprávní evidenci, k dispozici není povolení k nakládání s vodami, manipulační ani provozní řád.

Technický stav rybníka je, oproti předchozím, vcelku příznivý, neboť soukromý vlastník již na rybníku provedl základní údržbu, spočívající v jeho odbahnění a obnově funkčních objektů výpusti a bezpečnostního přelivu. Práce ale prováděl svépomocí, takže se dopustil několika chyb – podrobněji bude popsáno v dalším textu. Současný stav rybníka a jeho funkčních objektů je dokumentován na obrázku č. 30.



*Obrázek č. 30 rybník Pod silnicí
vlevo nahoře rybník v dubnu 2018, vpravo nahoře požerák rybníka
vlevo dole vyústění odpadu požeráku, vpravo dole přeliv rybníka*

Popis zjištěného technického stavu funkčních objektů

Hráz

Hráz rybníka je konstrukčně provedena jako sypaná zemní homogenní konstrukce. Délka hráze činí 82 m, směrově je hráz mírně zakřivena dvěma protisměrnými oblouky velkých poloměrů. Šířka hráze v koruně je značně proměnná v rozmezí 1,50-4,0 m, v patě pak cca 6-10 m, maximální výška hráze od paty ke koruně činí 2,14 m. Návodní líc, koruna i vzdušní líc jsou opevněny pouze travním drnem, bez stabilizace návodního líce kamennou rovnáninou či záhozem. Hráz je v celé délce vzdušného líce zarostlá porosty olší a osik, ojedinele zasahující i do návodního líce.

Výpust

Výpust rybníka je provedena formou dřevěného požeráku s dvojitou dlužovou stěnou, ke kterému není z hráze zřízen žádný trvalý přístup (chybí lávka). Odpad z požeráku je proveden z hladkého potrubí PVC-KG DN 200, které není v místě vyústění do koryta toku ukončeno žádným výústním čílkem, není zřízena ani konstrukce pro tlumení energie vodního proudu. Dimenze potrubí výpusti je nedostatečná a v rozporu s požadavky čl. 8.4.3 ČSN 75 2410:2011 (požadováno min. DN 300). Rovněž druh potrubí je zcela nevhodný z hlediska praktických možností utěsnění průsaků podél hladké stěny potrubí (vhodnější jsou potrubí žebrovaná s obetonováním).

Přeliv

Rybník má na severním okraji hráze zřízen bezpečnostní přeliv. Řešen je formou snížení koruny hráze do obdélníkového tvaru s šířkou ve dně 1,80 m. Opevnění bočních hran přelivu je řešeno vertikálně osazenými betonovými prefabrikáty, přelivnou hranu tvoří betonová konstrukce. Na přeliv navazuje balvanitý skluz a přírodní koryto odpadního kanálu.

Hodnocení zjištěného stavu funkčních objektů z hlediska TBD

Vzhledem k tomu, že rybník podléhá výkonu TBD dle vyhlášky č. 471/2001 Sb. „o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly“, bylo provedeno hodnocení zjištěného technického stavu funkčních objektů, s využitím metodického pokynu MZe č. 1/2010 „k technickobezpečnostnímu dohledu nad vodními díly“ – viz tabulka č. 1 v kapitole 5.1. Výsledky hodnocení jsou uvedeny níže v tabulce č. 9.

TABULKA ZJIŠTĚNÝCH ZÁVAD

dle metodického pokynu Mze č. 1/2010 k výkonu TBD nad vodními díly

Část vodního díla	Charakteristika závady	Závažnost
Bezpečnostní přeliv	prostor před přelivem (vtok), vlastní přeliv nebo odpad bezprostředně u přelivu je zanesený, zarostlý	2
Koruna hráze	není v celé délce vyrovnaná, průlehy nebo vyjeté "koleje"	1
	vyšoký plevel, keře, mladší dřeviny, prosychající nebo odumřelé stromy a stromy ohrožené vyvrácením	2
	stromy bránící příjezdu k objektům v případě potřeby	2
Vzdušný svah hráze	nežádoucí vegetace: vysoký plevel, keře, nálety, výmladky, mladší stromky uhynulé a značně proschlé stromy či stromy se zvýšeným rizikem vývrátů (např. smrky apod.)	1
Návodní svah hráze	dřeviny vyrůstají v opevnění	1
	plevelná vegetace znemožňující kontrolu	2
Spodní výpust	uzávěr není zajištěn proti svévolné manipulaci	2
	potrubí se zahlcuje, vznikají v něm rázy a vibrace (zjistí se poslechem)	2
	odpadní potrubí má nedostatečnou dimenzi, rozpor s ČSN 75 2410:2011	2
Podhrází	vegetace znemožňuje kontrolu	1

Tabulka č. 9 rybník Pod silnicí – hodnocení funkčních objektů dle TBD; autor

Poznámka k tabulce zjištěných závad:

U položky „spodní výpusť“, která má u rybníka nedostatečnou dimenzi, bylo hodnocení provedeno na úrovni závažnosti 2 (významné závady, jejichž vývoj by mohl být nebezpečný, ale zatím přímo rychlý škodlivý vývoj nehrozí). Jde o závadu, která přímo neohrožuje bezpečnost vodního díla, je však v rozporu s čl. 8.4.3 ČSN 75 2410:2011.

Propočet orientačních nákladů na uvedení rybníka do odpovídajícího technického stavu

Pročet nákladů je proveden pro tento rozsah prací:

- Smýcení části porostů na návodní straně hráze a na vzdušné v blízkosti objektů
- Vymístění sedimentu z akumulčního prostoru (odbahnění) a jeho aplikace na zemědělské pozemky v okolí s dopravní vzdáleností do 2 km
- Výměna odpadního potrubí požeráku se zřízením výústního čílka, včetně výměny dožívajícího dřevěného požeráku za železobetonový prefabrikát
- Vyrovnání koruny hráze

Jak bylo uvedeno v metodice, předpokládá se, že sediment i zemědělské pozemky splňují kritéria z hlediska obsahu rizikových prvků. Vymístěno bude 90% zjištěného objemu sedimentu, zbytek bude ponechán pro tvorbu litorální zóny.

Podrobný propočet stavebních nákladů na provedení výše popsanych stavebních úprav je uveden v příloze č. 5 a činí celkem **369.150,- Kč** (bez DPH). Jednotkové náklady na vytvořený akumulční prostor rybníka pak činí:

$$369.150,- \text{ Kč}/1038 \text{ m}^3 = 356,- \text{ Kč}/\text{m}^3$$

6.1.6 Rybník Pod rampou

Parcelní číslo:	1467
Obec:	Kladruby [560928]
Katastrální území:	Tuněchody u Stříbra [612677]
Číslo LV:	117
Výměra [m ²]:	2830
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	DKM
Určení výměry:	Ze souřadnic v S-JTSK
Způsob využití:	vodní nádrž umělá
Druh pozemku:	vodní plocha



Obrázek č. 31 rybník Pod rampou – údaje katastru nemovitostí 12/2018; zdroj ČÚZK

Rybník Pod rampou je posledním, tedy šestým z kaskády rybníků, napájených ze stejné zdrojnice. Nachází se pod obytnou zástavbou obce Tuněchody na jejím severovýchodním okraji. I zde jde o rybník plně průtočný, napájený drobným vodním tokem vytékajícím z výše položeného Velkého Tuněchodského rybníka.

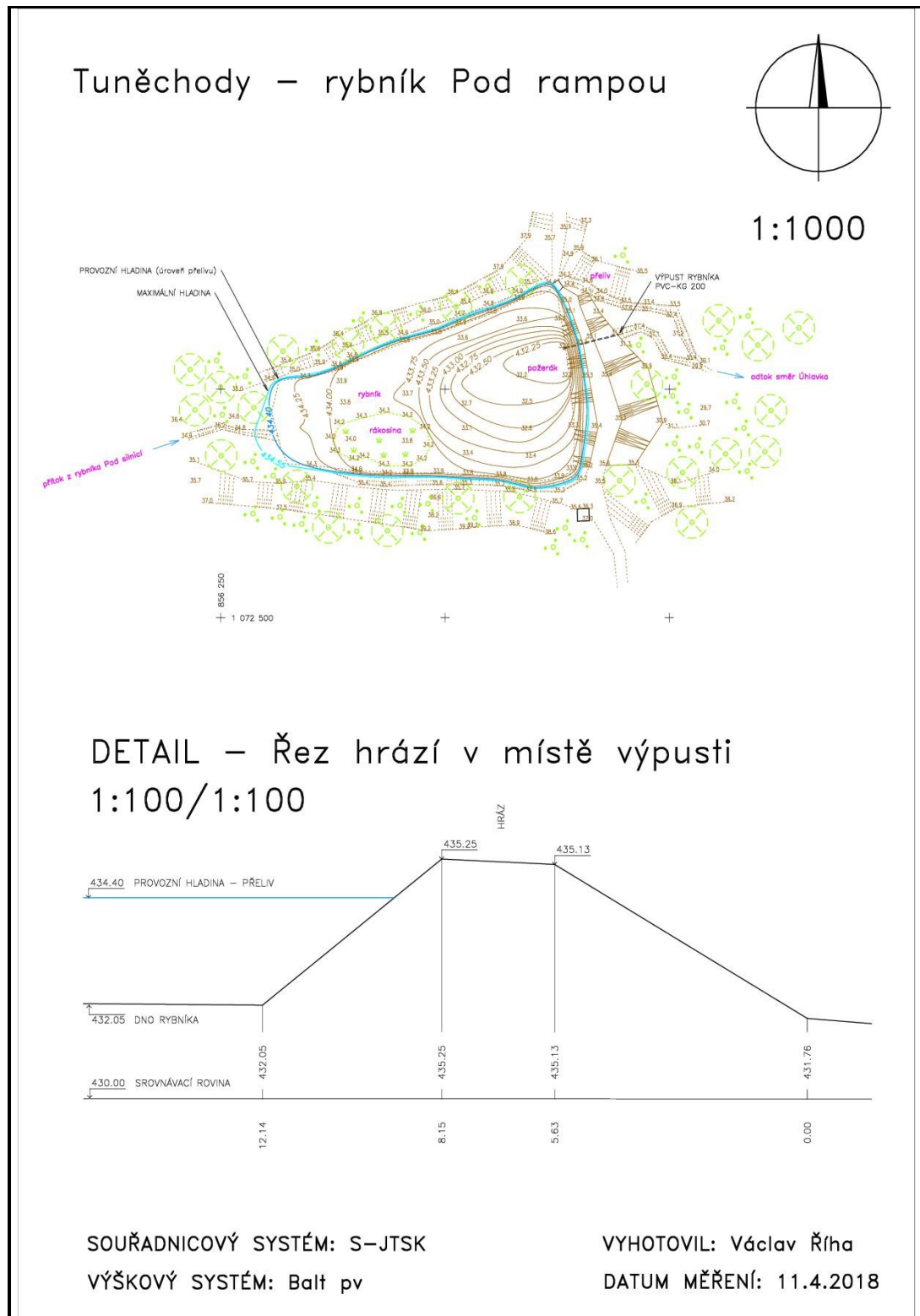
I tento rybník se rozkládá v údolí, které je již v terénu hlouběji zaříznuto a ohraničeno na severu i jihu prudšími svahy. Údolí je uzavřeno násypem poměrně vysokého hrázového tělesa na jeho východní straně. Pozemky nad rybníkem byly původně obecními pastvinami, dnes mají z důvodu dlouhodobého nevyužívání charakter mokřadů, zcela zarostlých vlhkomilnými dřevinami (olše, osiky, vrby). Stejný charakter mají i pozemky v podhráží, pokračující až do údolní nivy řeky Úhlavka, která odvodňuje celou oblast.

I tento rybník má nového soukromého majitele, který již provedl odstranění sedimentů z prostoru zátopy, rovněž provedl i základní opravy funkčních objektů. Bohužel práce spojené s novou výpustí nebyly provedeny kvalitně, dochází k trvalému nekontrolovatelnému odtoku vody kolem odpadního potrubí. V důsledku toho trpí rybník v letním období nedostatkem vody. Teto fakt prakticky znemožňuje původně plánovaný chov ryb. Současný i historický stav rybníka a jeho okolí je možno porovnat z leteckých snímků – viz obrázek č. 32.



Obrázek č. 32 rybník Pod rampou – vlevo stav k roku 2017; zdroj: Mapy.cz, vpravo stav k roku 1957; zdroj: geoportál Plzeňského kraje

Na obrázku č. 33 je prezentován současný stav rybníka Pod rampou na podkladě provedeného geodetického zaměření, v tabulce č. 10 pak měřené a vypočítané základní údaje o nadmořských výškách, plochách a objemech, jakož i charakteristické čáry této vodní nádrže.



Obrázek č. 33 rybník Pod rampou – situace a řez hrází; autor

ZÁKLADNÍ PARAMETRY VODNÍ NÁDRŽE

OZNAČENÍ NÁDRŽE Tuněchody - rybník Pod rampou
 UMÍSTĚNÍ NÁDRŽE p.p.č. 1467, k.ú. Tuněchody u Stříbra
 KATASTRÁLNÍ VÝMĚRA 2830 m²

NADMOŘSKÉ VÝŠKY (Balt pv)					PLOCHA HLADINY (m ²)	
DNO	VÝPUST	HLADINA			provozní	maximální
		provozní	přeliv	maximální		
432,05	432,05	434,40	434,40	434,55	2 131	2 228

AKUMULAČNÍ A RETENČNÍ OBJEMY NÁDRŽE (m ³)				SEDIMENT V NÁDRŽI		
IDEÁLNÍ (bez sedimentu)		SKUTEČNÉ (s vlivem sedimentu)		plocha sedimentu (m ²)	podíl z akumulace (%)	průměrná vrstva (m)
akumulační	retenční	akumulační	retenční			
1 933	327	1 648	327	1 903	15	0,15

TABULKA PRO VÝPOČET OBJEMŮ VODNÍ NÁDRŽE

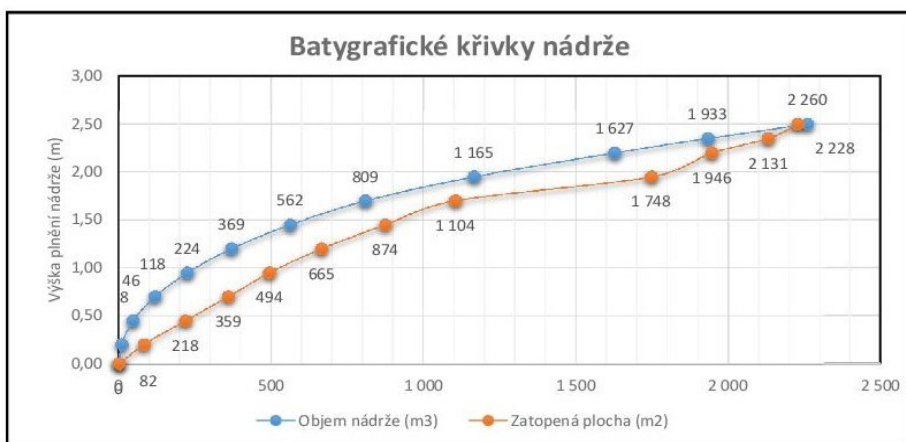
idealizovaný objem bez vlivu sedimentu

nadm. výška (Balt pv)	výška od dna (m)	rozdíl výšek (m)	zatopená plocha (m ²)	průměrná plocha (m ²)	dílčí objem (m ³)	celkový objem (m ³)
432,05	0,00	0	0	0	0	0
432,25	0,20	0,20	82	41	8	8
432,50	0,45	0,25	218	150	38	46
432,75	0,70	0,25	359	289	72	118
433,00	0,95	0,25	494	427	107	224
433,25	1,20	0,25	665	580	145	369
433,50	1,45	0,25	874	770	192	562
433,75	1,70	0,25	1 104	989	247	809
434,00	1,95	0,25	1 748	1 426	357	1 165
434,25	2,20	0,25	1 946	1 847	462	1 627
434,40	2,35	0,15	2 131	2 039	306	1 933
434,55	2,50	0,15	2 228	2 180	327	2 260

TABULKA PRO VÝPOČET OBJEMU SEDIMENTU

sediment v souvislé vrstvě výšky 0,15 m na dně nádrže

nadm. výška (Balt pv)	výška od dna (m)	rozdíl výšek (m)	plocha sedimentu (m ²)	průměrná plocha (m ²)	dílčí objem (m ³)	celkový objem (m ³)
432,05	0	0	1 903	0	0	0
432,20	0,15	0,15	1 903	1 903	285	285



Tabulka č. 10 rybník Pod rampou – základní hydrotechnické údaje; autor

Popis zjištěného technického stavu rybníka jako celku

Ani k rybníku Pod rampou nebyly dohledány žádné aktuální údaje ve vodoprávní evidenci, k dispozici není povolení k nakládání s vodami, manipulační ani provozní řád.

Technický stav rybníka je, stejně jako u předchozího rybníka Pod silnicí, relativně příznivý, neboť soukromý vlastník již na rybníku provedl základní údržbu, spočívající v jeho odbahnění a obnově funkčních objektů výpusti a bezpečnostního přelivu. I zde však práce prováděl svépomocí, což mělo, stejně jako u rybníka Pod silnicí, vliv na výsledek provedeného díla – podrobněji bude popsáno v dalším textu. Současný stav rybníka a jeho funkčních objektů je dokumentován na obrázku č. 34.



*Obrázek č. 34 rybník Pod rampou
vlevo nahoře rybník v dubnu 2018, vpravo nahoře rybník v říjnu 2018
vlevo dole vyústění odpadu požeráku, vpravo dole přeliv rybníka*

Popis zjištěného technického stavu funkčních objektů

Hráz

Hráz rybníka je konstrukčně provedena jako sypaná zemní homogenní konstrukce. Délka hráze činí 47 m, směrově je hráz mírně zakřivena do oblouku velkého poloměru. Šířka hráze v koruně je značně proměnná v rozmezí 2,6-5,5 m, v patě pak cca 7-19 m, maximální výška hráze od paty ke koruně činí 3,37 m. Návodní líc, koruna i vzdušní líc jsou opevněny pouze travním drnem, bez stabilizace návodního líce kamennou rovinaninou či záhozem. Hráz je v téměř v celé délce obou líců prostá vegetace, pouze u paty vzdušného líce se nachází dožívající mohutná vrba.

Výpust

Výpust rybníka je provedena formou dřevěného požeráku s dvojitou dlužovou stěnou, ke kterému není z hráze zřízen žádný trvalý přístup (chybí lávka). Odpad z požeráku je proveden z hladkého potrubí PVC-KG DN 200, které není v místě vyústění do koryta toku ukončeno žádným výústním čílkem, není zřízena ani konstrukce pro tlumení energie vodního proudu. Dimenze potrubí výpusti je nedostatečná a v rozporu s požadavky čl. 8.4.3 ČSN 75 2410:2011 (požadováno min. DN 300). Rovněž druh potrubí je zcela nevhodný z hlediska praktických možností utěsnění průsaků podél hladké stěny potrubí (vhodnější jsou potrubí žebrovaná s obetonováním).

Přeliv

Rybník má na severním okraji hráze zřízen bezpečnostní přeliv. Řešen je formou snížení koruny hráze do obdélníkového tvaru s šířkou ve dně 2,0 m. Opevnění bočních hran přelivu není provedeno (pouze travní drn), přelivnou hranu tvoří plochá betonová konstrukce, na kterou je volně položen betonový prefabrikát, volně obtékaný i podtékáný (v podstatě zbytečná hradící konstrukce). Na přeliv navazuje přírodní koryto odpadního kanálu, zčásti vyštípané ve skalním podloží.

Hodnocení zjištěného stavu funkčních objektů z hlediska TBD

Vzhledem k tomu, že rybník podléhá výkonu TBD dle vyhlášky č. 471/2001 Sb. „o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly“, bylo provedeno hodnocení zjištěného technického stavu funkčních objektů, s využitím metodického pokynu MZe č. 1/2010 „k technickobezpečnostnímu dohledu nad vodními díly“ – viz tabulka č. 1 v kapitole 5.1. Výsledky hodnocení jsou uvedeny níže v tabulce č. 9.

TABULKA ZJIŠTĚNÝCH ZÁVAD

dle metodického pokynu Mze č. 1/2010 k výkonu TBD nad vodními díly

Část vodního díla	Charakteristika závady	Závažnost
Bezpečnostní přeliv	prostor před přelivem (vtok), vlastní přeliv nebo odpad bezprostředně u přelivu je zanesený, zarostlý	2
Koruna hráze	není v celé délce vyrovnaná, průlehy nebo vyjeté "koleje"	1
Vzdušní svah hráze	nežádoucí vegetace: vysoký plevel, keře, nálety, výmladky, mladší stromky uhynulé a značně proschlé stromy či stromy se zvýšeným rizikem vývrátů (např. smrky apod.)	1
Návodní svah hráze	dřeviny vyrůstají v opevnění	1
	plevelná vegetace znemožňující kontrolu	2
Spodní výpust	uzávěr není zajištěn proti svévolné manipulaci	2
	potrubí se zahlcuje, vznikají v něm rázy a vibrace (zjistí se poslechem)	2
	odpadní potrubí má nedostatečnou dimenzi, rozpor s ČSN 75 2410:2011	2
Podhrází	vegetace znemožňuje kontrolu	1
	trvale zamokřený (zabahněný) terén, plocha cca 50% podhrází	1

Tabulka č. 11 rybník Pod rampou – hodnocení funkčních objektů dle TBD; autor

Poznámka k tabulce zjištěných závad:

U položky „spodní výpusť“, která má u rybníka nedostatečnou dimenzi, bylo hodnocení provedeno na úrovni závažnosti 2 (významné závady, jejichž vývoj by mohl být nebezpečný, ale zatím přímo rychlý škodlivý vývoj nehrozí). Jde o závadu, která přímo neohrožuje bezpečnost vodního díla, je však v rozporu s čl. 8.4.3 ČSN 75 2410:2011.

Propočet orientačních nákladů na uvedení rybníka do odpovídajícího technického stavu

Pročet nákladů je proveden pro tento rozsah prací:

- Smýcení části porostů na návodní straně hráze a na vzdušné v blízkosti objektů
- Vymístění sedimentu z akumulčního prostoru (odbahnění) a jeho aplikace na zemědělské pozemky v okolí s dopravní vzdáleností do 2 km
- Výměna odpadního potrubí požeráku se zřízením výústního čílka, včetně výměny dožívajícího dřevěného požeráku za železobetonový prefabrikát
- Rekonstrukce přelivu – lichoběžníkový přeliv z kamenné dlažby do betonu, balvanitý skluz
- Vyrovnání koruny hráze

Jak bylo uvedeno v metodice, předpokládá se, že sediment i zemědělské pozemky splňují kritéria z hlediska obsahu rizikových prvků. Vymístěno bude 90% zjištěného objemu sedimentu, zbytek bude ponechán pro tvorbu litorální zóny.

Podrobný propočet stavebních nákladů na provedení výše popsaných stavebních úprav je uveden v příloze č. 6 a činí celkem **389.940,- Kč** (bez DPH). Jednotkové náklady na vytvořený akumulční prostor rybníka pak činí:

$$389.940,- \text{ Kč} / 1933 \text{ m}^3 = 202,- \text{ Kč} / \text{m}^3$$

7. Shrnutí výsledků průzkumu

V rámci této kapitoly budou souhrnně prezentovány výsledky průzkumů malých vodních nádrží v řešeném území, detailně popsané v kapitole předchozí. V první části budou shrnuty výsledky zjištěných technických údajů, ve druhé pak údajů ekonomických.

7.1. Zjištěné technické údaje vodních nádrží

V rámci kapitoly 6. byl proveden podrobný terénní průzkum celkem šesti vodních nádrží ve vybraném území, zaměřený na zjištění jejich současné i teoreticky možné akumulační kapacity, dále pak technického stavu nádrží jako celku i jejich hlavních funkčních objektů.

Níže jsou prezentovány vybrané výsledky provedených průzkumů s hodnocením akumulačního potenciálu vodních nádrží, který byl hlavním cílem práce. Prezentace je provedena tabelárně i formou grafů.

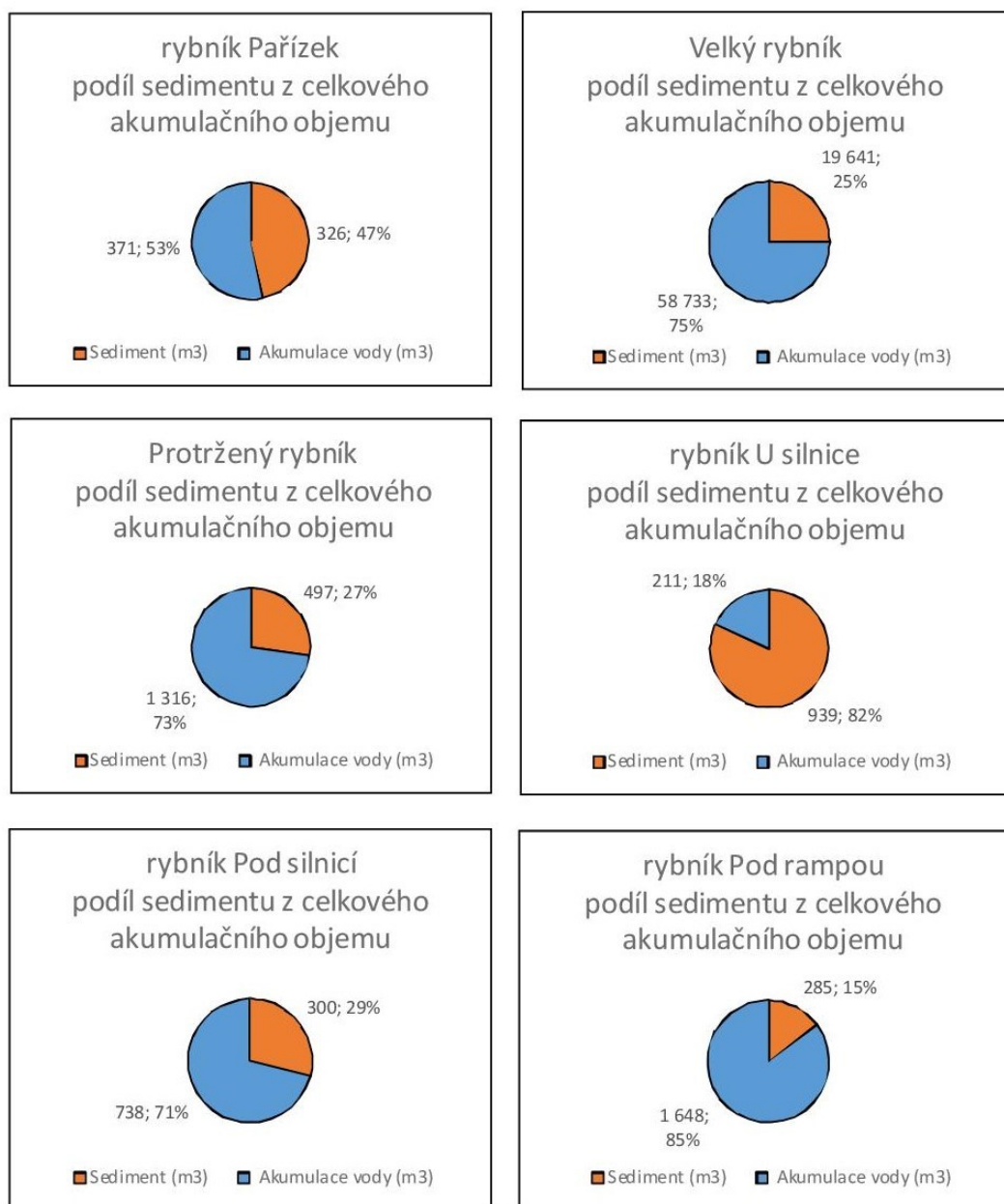
V tabulce č. 12 jsou uvedeny zjištěné údaje o jednotlivých vodních nádržích. Zatopená plocha představuje hodnotu při provozní hladině – u všech nádrží jednotně v úrovni bezpečnostního přelivu (tzn. rybníky „na plné vodě“). Současná akumulační kapacita je hodnota, zahrnující vliv sedimentu ve vodní nádrži, jehož zjištěný objem je uveden v samostatném sloupci. Teoretická akumulační kapacita je hodnota, které by bylo možno u každé nádrže dosáhnout při vymístění sedimentu.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU VODNÍCH NÁDRŽÍ

Vodní nádrž název	Zatopená plocha při provozní hladině (m ²)	Zjištěný objem sedimentu (m ³)	Akumulační kapacita	
			současná (m ³)	teoretická (m ³)
rybník Pařízek	2 852	326	371	697
Velký rybník	73 399	19 641	58 733	73 374
Protržený rybník	2 474	497	1 316	1 813
rybník U silnice	3 476	939	211	1 150
rybník Pod silnicí	3 476	300	738	1 038
rybník Pod rampou	2 131	285	1 648	1 933
Souhrnné hodnoty	87 808	21 988	63 017	80 005

Tabulka č. 12 Souhrnné údaje z průzkumu akumulační kapacity vodních nádrží; autor

GRAFICKÉ ZOBRAZENÍ PODÍLU SEDIMENTU Z CELKOVÉ AKUMULACE VODNÍCH NÁDRŽÍ



Obrázek č. 35 Grafické znázornění podílu sedimentu na akumulacím prostoru; autor

7.2. Zjištěný technický stav vodních nádrží

Technický stav vodních nádrží byl podrobně popsán v kapitole 6. a odpovídá dlouhodobě zanedbávané údržbě. U všech řešených nádrží byly zjištěny tyto typické závady:

- Špatný stav funkčních objektů – bezpečnostních přelivů i spodních výpustí
- Neudržované dřeviny na návodní i vzdušné straně hrází i v okolí objektů
- Zvýšené množství sedimentů v akumulacím prostoru

7.3. Zjištěné ekonomické údaje vodních nádrží

Vedlejším cílem práce bylo provést porovnání nákladů, potřebných pro uvedení prověřovaných vodních nádrží do optimálního technického stavu s náklady již dříve realizovaných projektů revitalizací či zcela nové výstavby vodních nádrží v místním regionu. Porovnání bylo provedeno v jednotkových cenách Kč/m³ vytvořeného akumulárního prostoru.

Přehled zjištěných nákladů na uvedení vodních nádrží v řešeném území do optimálního technického stavu, umožňujícího využít jich plnou akumulární kapacitu, je uveden v tabulce č. 13 a graficky znázorněn na obrázku č. 36 (podrobnosti viz kapitola 6. a přílohy č. 1-6 v kapitole 12.).

NÁKLADY NA PROVEDENÍ ÚPRAV VODNÍCH NÁDRŽÍ V ŘEŠENÉM ÚZEMÍ

Označení nádrže	Zjištěné náklady c.ú. 2018 (Kč)	Objem akumulace (m ³)	Jednotkové náklady (Kč/m ³)
Rybník Pařízek	318 740	697	457
Velký rybník	5 225 360	78 374	67
Protržený rybník	406 090	1 813	224
rybník U silnice	794 780	1 150	691
rybník Pod silnicí	369 150	1 038	356
rybník Pod rampou	389 940	1 933	202

Tabulka č. 13 Zjištěné jednotkové náklady na úpravy řešených vodních nádrží; autor



Obrázek č. 36 Grafické znázornění zjištěných jednotkových cen; autor

Pro porovnání byly vybrány projekty vodních nádrží v místním regionu, pro které bylo možno získat potřebné technické a ekonomické údaje. Ty byly čerpány přímo z projektů staveb a informací zveřejněných poskytovateli dotací. Aby bylo možno vzájemně porovnávat náklady z různých časových období, byly všechny převedeny na cenou úroveň roku 2018 (tj. do cenové úrovně, pro kterou byly počítány náklady řešených nádrží), a to s využitím cenových indexů, zveřejněných Českým statistickým úřadem. V dalším textu budou uvedeny základní údaje o těchto projektech:

Optimalizace vodního režimu MVN na p.p.č. 58 a p.p.č. 32, k.ú. Lšelín

Předmětem projektu bylo provedení revitalizace malých vodních nádrží na pozemcích p.p.č. 58 a p.p.č. 32 v k.ú. Lšelín, obec Kostelec u Stříbra, okres Tachov. V rámci projektu bylo u obou vodních nádrží provedeno odstranění sedimentů, oprava funkčních objektů výpustí a přelivů. Projekt stavby byl zpracován v 08/2014 Jaroslavem Zabloudilem, stavba byla realizována v průběhu roku 2015, investorem byla Obec Kostelec. Pro stavbu byla získána dotace ze SFŽP.

Základní technické a ekonomické údaje o projektu:

celkový akumulací prostor vodních nádrží (2166+1985)	4.151 m ³
celková cena realizace (c.ú. 2015)	1.771.311,- Kč
celková cena realizace (c.ú. 2018)	1.865.191,- Kč
jednotkové náklady stavby	449,- Kč/m³

Optimalizace vodního režimu návesního rybníka v obci Darmyšl

Předmětem projektu bylo provedení revitalizace malé vodní nádrže na pozemku p.p.č. 11/1 v k.ú. Darmyšl, obec Staré Sedlo, okres Tachov. V rámci projektu bylo provedeno odstranění sedimentů, oprava funkčních objektů výpustí a přelivu. Projekt stavby byl zpracován v 04/2014 Jaroslavem Zabloudilem, stavba byla realizována v průběhu roku 2015, investorem byla Obec Staré Sedlo. Pro stavbu byla získána dotace ze SFŽP.

Základní technické a ekonomické údaje o projektu:

celkový akumulací prostor vodní nádrže	3.300 m ³
celková cena realizace (c.ú. 2015)	1.486.044,- Kč
celková cena realizace (c.ú. 2018)	1.564.804,- Kč
jednotkové náklady stavby	474,- Kč/m³

Krtín - Odbahnění rybníka a opravy hráze

Předmětem projektu bylo provedení revitalizace malé vodní nádrže na pozemku p.p.č. 272 v k.ú. Krtín, obec Skapce, okres Tachov. V rámci projektu bylo provedeno odstranění sedimentů, oprava funkčních objektů výpusti a přelivu, oprava netěsností hráze. Sediment vykazoval nadlimitní hodnoty rizikových látek (olovo, kadmium), proto musel být odvážen na skládku nebezpečných odpadů. Projekt stavby byl zpracován v 09/2008 Ing. Jiřím Panuškou, stavba byla realizována v průběhu roku 2009, investorem byla Obec Skapce. Pro stavbu byla získána dotace ze SFŽP.

Základní technické a ekonomické údaje o projektu:

celkový akumulací prostor vodní nádrže	4.578 m ³
celková cena realizace (c.ú. 2015)	5.668.178,- Kč
celková cena realizace (c.ú. 2018)	5.968.591,- Kč
jednotkové náklady stavby	1304,- Kč/m³

Revitalizace Erpužického potoka

Předmětem projektu bylo provedení revitalizace Erpužického potoka v k.ú. Erpužice a Trpísty, obce Erpužice a Trpísty, okres Tachov. V rámci projektu byla na drobném vodním toku nově vytvořena kaskáda osmi vodních nádrží a tůní. Projekt stavby byl zpracován v 06/2011 Ing. Antonínem Kavanem, stavba byla realizována v průběhu roků 2014-2015, investorem byl soukromý zemědělec. Pro stavbu byla získána dotace ze SFŽP.

Základní technické a ekonomické údaje o projektu:

celkový akumulací prostor vodních nádrží	60.816 m ³
celková cena realizace (c.ú. 2014)	19.199.920,- Kč
celková cena realizace (c.ú. 2018)	20.275.116,- Kč
jednotkové náklady stavby	333,- Kč/m³

Vodní plochy v údolí Úterského potoka

Předmětem projektu byla výstavba nových vodních nádrží na pozemcích v k.ú. Trpísty, obec Trpísty, okres Tachov. V rámci projektu bylo na drobném vodním toku Křelovický potok, v oblasti před jeho zaústěním do Úterského potoka, zřízena kaskáda dvou vodních nádrží a tří tůní. Projekt stavby byl zpracován v 11/2009 Ing. Jiřím Täglem, stavba byla realizována v průběhu roku 2011, investorem byla soukromá osoba. Pro stavbu byla získána dotace ze SFŽP.

Základní technické a ekonomické údaje o projektu:

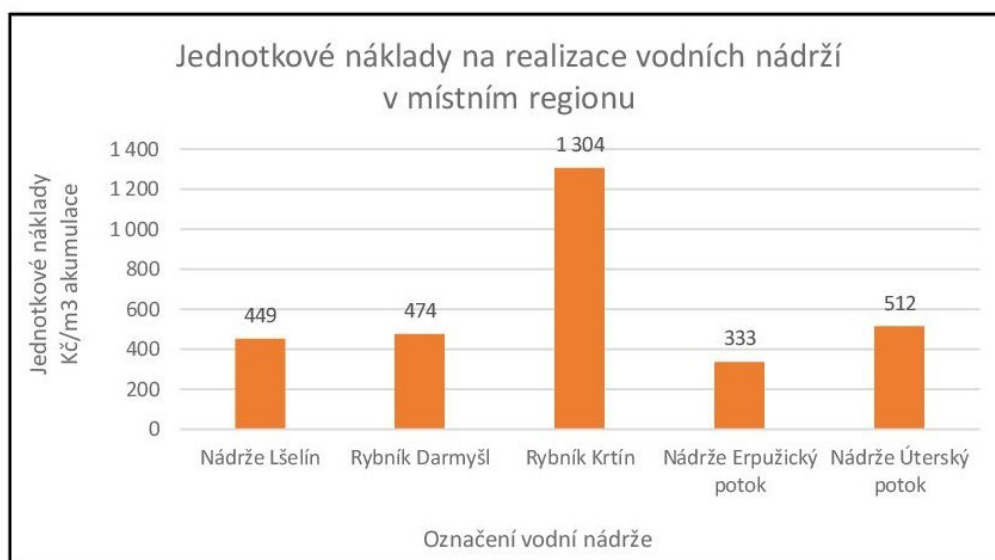
celkový akumulací prostor vodních nádrží	21.045 m ³
celková cena realizace (c.ú. 2011)	9.753.600,- Kč
celková cena realizace (c.ú. 2018)	10.777.728,- Kč
jednotkové náklady stavby	512,- Kč/m³

Souhrnný přehled zjištěných nákladů na realizaci referenčních vodních nádrží v místním regionu je uveden v tabulce č. 14 a graficky znázorněn na obrázku č. 37. Z údajů je patrná výrazná odlišnost zjištěných jednotkových nákladů u rybníka v obci Krtín, která je zhruba trojnásobná oproti ostatním. Příčinou je nutnost likvidace sedimentu z nádrže na skládce nebezpečného odpadu, neboť byl kontaminován nadlimitním obsahem rizikových látek (olovo, kadmium), které neumožnily jeho aplikaci na okolních zemědělských pozemcích. Předpokládá se, že příčinou kontaminace byla průmyslová hnojiva, užívaná v minulosti na zemědělských pozemcích v povodí nádrže.

NÁKLADY NA REALIZOVANÉ VODNÍ NÁDRŽE V MÍSTNÍM REGIONU

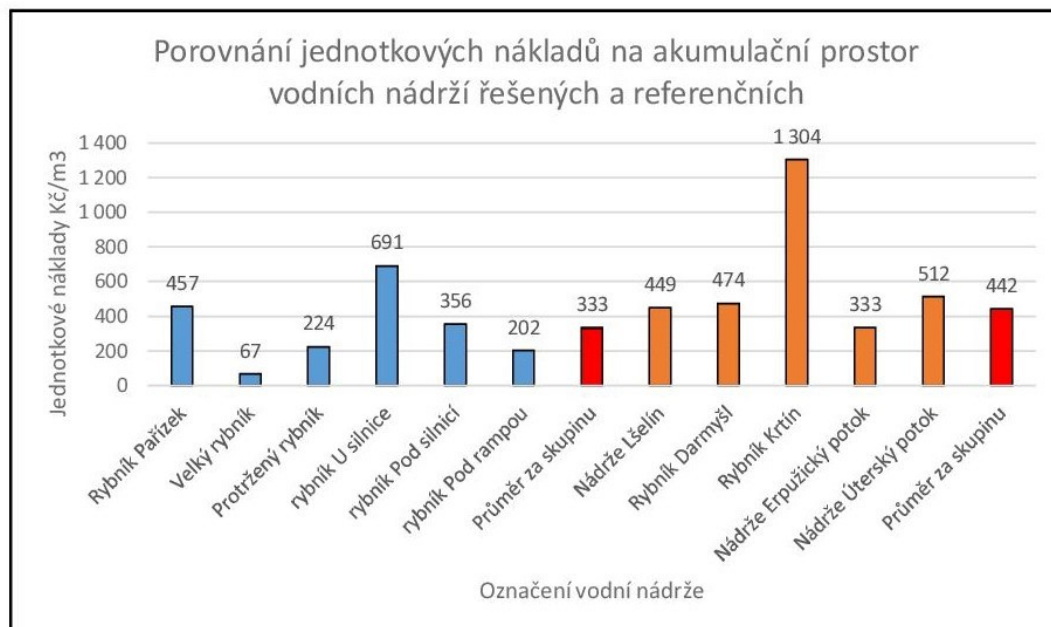
Označení projektu	Zjištěné náklady c.ú. 2018 (Kč)	Objem akumulace (m ³)	Jednotkové náklady (Kč/m ³)
Nádrže Lšelín	1 865 191	4 151	449
Rybník Darmyšl	1 564 804	3 300	474
Rybník Krtín	5 968 591	4 578	1 304
Nádrže Erpužický potok	20 275 116	60 816	333
Nádrže Úterský potok	10 777 728	21 045	512

Tabulka č. 14 Zjištěné jednotkové náklady na výstavbu referenčních nádrží v regionu; autor



Obrázek č. 37 Grafické znázornění zjištěných jednotkových cen; autor

Porovnání jednotkových nákladů na vytvoření akumulčního prostoru (v Kč/m³) u vodních nádrží řešených touto prací a vodních nádrží referenčních (vybraných k porovnání) je souhrnně graficky znázorněno na obrázku č. 38.



Obrázek č. 38 Souhrnné grafické porovnání zjištěných jednotkových cen; autor modré sloupce – řešené nádrže, oranžové sloupce – referenční nádrže

Z porovnání na obrázku č. 38 vyplývá, že průměrná jednotková cena na vytvoření akumulčního prostoru (v Kč/m³) u vodních nádrží řešených touto prací je v průměru za celou skupinu nádrží nižší než u vodních nádrží referenčních. Naprosto zásadní vliv na tuto skutečnost má ovšem možnost aplikace sedimentu z nádrží na okolní zemědělské pozemky, a to ještě v uvažované dopravní vzdálenosti do 2 km (tato kritéria byla zvolena mimo jiné i s ohledem na skutečnost, že struktura orníční vrstvy na okolních zemědělských pozemcích je převážně písčitohlinitá - kód BPEJ 53201 a aplikace sedimentu by zlepšila její strukturu). V případě, že by tento předpoklad nebylo možno reálně využít, došlo by ke zvýšení jednotkových nákladů – zejména vlivem dopravy.

Do výpočtu průměrné ceny skupiny referenčních nádrží nebyly zahrnuty jednotkové náklady na referenční nádrž rybník Krtín, neboť se jedná o atypický příklad – cena je výrazně ovlivněna nutností likvidace sedimentu na skládce nebezpečného odpadu namísto aplikace na zemědělských pozemcích, jak tomu bylo u ostatních nádrží. Tato vodní nádrž byla do přehledu zahrnuta právě z důvodu poukázat na značný (až trojnásobný) cenový rozdíl oproti ostatním.

8. Diskuze a závěry práce

První část této kapitoly je věnuje zhodnocení výsledků průzkumů, prezentovaných v předchozích kapitolách 6 a 7, zejména s ohledem na interpretaci získaných údajů ve vztahu k použité metodice. Druhá část se zaměřuje na porovnání použitých metod průzkumných prací s možnými alternativními metodami, které jsou pro obdobné práce již běžně k dispozici.

8.1. Zhodnocení výsledků průzkumů

Práce si kladla za cíl provést podrobný terénní průzkum malých vodních nádrží ve vybraném území, přičemž hlavním výsledkem těchto průzkumů mělo být vyčíslení jejich možného akumulárního potenciálu.

Vzhledem k tomu, že ani pro jedinou z řešených vodních nádrží nebyly k dispozici žádné potřebné technické údaje (v průběhu zpracování pak bylo zjištěno, že ani údaje ve vodoprávní evidenci, rovněž tak i manipulační či provozní řády), bylo nutno u každé vodní nádrže provést podrobné zaměření polohopisu a výškopisu za účelem vyhotovení podrobných mapových podkladů, které byly podkladem pro výpočty ploch i objemů, dále zhodnotit technický stav funkčních objektů, v neposlední řadě pak změřit mocnost sedimentu za účelem výpočtů jeho objemu.

Vlastní měření polohopisu a výškopisu bylo prováděno běžně užívanými geodetickými metodami (podrobněji následující kapitola), které v sobě již zahrnují kontrolní mechanismy a jejich výsledky jsou tedy opakovaně ověřitelné.

Nejproblematictější částí tak zůstává stanovení objemu sedimentu, který je přímo závislý na přesnosti měření jeho vrstvy v různých profilech. Toto měření je zatíženo chybami, vzniklými obtížným pohybem v prostoru vodní nádrže (ať již chůzí po dně či plavbou po hladině), dále pak volbou vhodné hustoty a rozmístění měřených bodů (přesnost stoupá s počtem měřených bodů), v neposlední řadě i možností reálně postihnout všechny dílčí změny reliéfu dna. Zjištěné hodnoty je tak nutno brát jako idealizované s vnitřní chybou, která se může pohybovat v řádu jednotek procent.

K jisté chybě zjištěných objemů samozřejmě dochází i použitou metodikou výpočtu, která opět vede ke zjednodušení. Autor použil pro výpočty metodu průměrné plochy řezu s výškovým krokem řezů po 0,25 m, alternativní metoda kónické aproximace by přinesla výsledky poněkud odlišné, jiné by pak poskytl i případný digitální model.

Celkově lze k této části průzkumných prací uvést, že cíle práce byly naplněny, autor se snažil maximálně omezit chyby měření, aby získané výsledky byly zatíženy nepřesnostmi v minimální možné míře. Získané výsledky by tak měly s dostatečnou vypovídací hodnotou prezentovat současný stav řešených vodních nádrží.

Dalším cílem práce bylo vyčíslit orientační náklady na uvedení řešených vodních nádrží do technického stavu, umožňujícího využít jejich teoretickou akumulaci kapacitu a tyto náklady v jednotkových cenách Kč/m³ akumulacího prostoru porovnat s náklady na realizace (nová výstavba či rekonstrukce) obdobných vodních nádrží v místním regionu.

Rozsah prací, potřebných k uvedení vodních nádrží do optimálního technického stavu, umožňujícího využití jejich plné akumulacího kapacity, zahrnoval především vymístění sedimentů a jejich aplikaci na okolních zemědělských pozemcích, dále pak nezbytné úpravy funkčních objektů. Objem sedimentů k vymístění i potřebný rozsah prací na funkčních objektech byly převzaty z provedených průzkumů. Pro ocenění se vycházelo z předpokladu, že jak sedimenty, tak i zemědělské pozemky budou splňovat zákonné podmínky pro tuto formu využití. Tento předpoklad je hlavním omezujícím faktorem zjištěných výsledků, neboť jiná forma nakládání se sedimentem z nádrží by naprosto zásadně ovlivnila ekonomické náklady.

Z výsledků této části práce lze dovést dvě hlavní zjištění:

- Jednotkové náklady mají nepřímou úměru k akumulacího objemu nádrží – tzn. čím větší objem akumulace, tím nižší jednotkové náklady na vytvořený objem. Jako příklad lze uvést Velký rybník s akumulacího objemem 78.374 m³ a jednotkovými náklady 67 Kč/m³, na opačné straně pak rybník Pařízek s akumulacího objemem 697 m³ a jednotkovými náklady 457 Kč/m³.
- Jednotkové náklady mají přímou úměru k podílu sedimentu na akumulacího objemu – tzn. čím vyšší podíl sedimentu z akumulace, tím i vyšší jednotkové náklady na vytvořený objem. Jako příklad lze uvést rybník Pod rampou s podílem sedimentu na akumulaci 15% a jednotkovými náklady 202 Kč/m³, oproti tomu rybník U silnice s podílem sedimentu na akumulaci 82% má jednotkové náklady 691 Kč/m³.

Z porovnání zjištěných jednotkových cen na vytvoření akumulčního prostoru u skupiny řešených vodních nádrží se skupinou nádrží referenčních vyplývají tato zjištění:

- Průměrné jednotkové náklady skupiny řešených vodních nádrží 333 Kč/m³ jsou nižší než u skupiny nádrží referenčních 442 Kč/m³. Toto zjištění je však zatíženo poměrně velkou statistickou chybou, způsobenou jednak malým počtem referenčních vodních nádrží, dále pak i jejich mírně odlišnou velikostí. I když byla snaha do výběru zařadit vodní nádrže charakterem a velikostí podobné těm řešeným, nelze na tak úzkém vzorku zajistit dostatečnou relevanci.
- V případě kontaminace sedimentu rizikovými látkami a nutností jeho uložení na skládku příslušné kategorie odpadu rapidně vzrůstají jednotkové náklady. Jako příklad byl do referenčního výběru zařazen rybník Krtín, kde bylo v sedimentu zjištěno překročení limitů pro olovo a kadmium. Zde pak jednotkové náklady činily 1304 Kč/m³ oproti průměru 442 Kč/m³ této skupiny – tzn. téměř trojnásobek.

I tato část práce tedy naplnila stanovené cíle. Získané výsledky jsou však zatíženy nejistotou, plynoucí z neověřených předpokladů (nebylo provedeno vzorkování sedimentu), dále i z malého počtu referenčních dat pro porovnání.

8.2. Zhodnocení metod terénního průzkumu

8.2.1. Metody použité při zpracování práce

K provádění průzkumných prací na vodních nádržích byla autorem práce využita metoda terénního měření s využitím běžně používaných geodetických metod GNSS + RTK korekce, v místech s omezeným příjmem satelitního signálu (zejména v blízkosti stromových porostů) pak polárním měřením totální stanicí z předem stabilizovaného měřického polygonu (ze stanovisek určených metodou GNSS). Autor použil zařízení SOUTH S82T v kombinaci s totální stanicí TOPCON GTS-303, s připojením na státem zřízené základy polohového bodového pole. Měřené výstupy jsou ve 3. třídě přesnosti v polohovém systému S-JTSK, výšky byly určeny trigonometricky ve výškovém systému Balt pv. Hloubka nádrží a mocnost sedimentu v nádržích byla měřena přímo měřicí latí, čímž byla současně pro každý takto měřený bod určena jak poloha, tak i výška.

Uvedenými metodami je možno zajistit prakticky nejpřesnější polohová a výšková měření, neboť ta se provádějí přímo na místě samém, s možností aktuálně přizpůsobit práce reálným podmínkám v terénu. Nicméně provádění v ploše vlastní vodní nádrže je velmi ztíženo nutností se zde pohybovat, ať už přímo chůzí po dně, či měřením z loďky. Ideální pro práci je provádění měření při vypuštěné nádrži, nicméně i zde práci značně ztěžuje únosnost sedimentu a reálná možnost se po jeho povrchu pohybovat. Tyto skutečnosti omezují využití této metody spíše pro plošně malé vodní nádrže s menší průměrnou hloubkou. S ohledem na rozsah řešených vodních nádrží jde tedy o metodu vhodnou právě pro řešené území.

8.2.2. Alternativní metody

Pro zjišťování plošného rozsahu vodních nádrží je možno s výhodou využít ortofotomap, které dnes i ve standardně dostupných verzích mají vysoké rozlišení, umožňují tak rychlou a poměrně přesnou vektorizaci břehové linie. U této metody však nastává problém s vegetačním pokryvem, který zpravidla bývá běžnou součástí břehové linie vodních nádrží. Hustší vegetační pokryv v určitých místech zcela znemožňuje reálně určit rozhraní vodní plochy a okolního terénu, čímž prakticky vylučuje dosáhnout vyšší přesnosti vektorizace. Metoda rovněž neumožňuje získat přesnější údaje o nadmořských výškách a poloze funkčních objektů. Tuto metodu lze tedy využít pouze jako doplňkovou, pro rychlé určení tvaru a plošného rozsahu, bez nároků na dosažení vyšší přesnosti.

Za obdobným účelem zjištění plošného rozsahu vodních nádrží by bylo též možno využít metody laserového měření LIDAR, jejíž data v přesnosti odpovídající požadavkům ovšem nejsou běžně dostupná. Metoda se hodí spíše pro plošně rozsáhlá území, kde by provádění jiné formy měření bylo časově náročné.

Jak bylo uvedeno v odstavci 8.2.1, je pro použití klasických geodetických metod zásadně omezující měření uvnitř zátopy vodní nádrže. Zde je s výhodou možno využít batymetrických metod měření hloubek pomocí echolokace, kdy zařízení kromě aktuální hloubky zaznamená i souřadnice takto měřených bodů. Měření je tak velmi rychlé a přesné. Nicméně výstupem jsou pouze údaje o současné úrovni dna vodní nádrže, bez znalosti aktuální mocnosti sedimentu. K získání této informace by musela být k dispozici data o výškové úrovni původního dna nádrže (např. z projektu, skutečného zaměření po výstavbě apod.). Provádění obdobných měření se tak omezuje spíše na plošně či hloubkově rozsáhlejší vodní nádrže.

8.3. Zhodnocení metod zpracování měřených dat

8.3.1. Metody použité při zpracování práce

Pro zpracování měřených hodnot z terénu byly použity softwarové produkty „Transform MAX“ firmy Geoobchod s.r.o. a „KOKEŠ“ firmy Gepro s.r.o., ke kterým má autor platné licence a běžně je využívá ve své praxi. Program „Transform MAX“ slouží pro transformaci souřadnic globálního systému WGS84 nebo evropského ETRS89, měřených zařízeními GNSS do systému S-JTSK na základě globálního transformačního klíče, schváleného pro území České republiky ČÚZK. Data v systému S-JTSK pak byla následně kancelářsky zpracována programem „KOKEŠ.“ V jeho prostředí byly vykresleny situace jednotlivých vodních nádrží, provedeno vykreslení vrstevnic v zátopě nádrží v základním kroku 0,25 m a provedeny výpočty jednotlivých ploch. Ty byly následně využívány k výpočtům objemů, provedených tabelárně v prostředí MS Excel. Šlo tedy v celém rozsahu o „ruční“ výpočty bez tvorby digitálního modelu terénu.

8.3.2. Alternativní metody

Pro zpracování měřených dat by s výhodou bylo možno využít některou z metod využívající digitálního modelu terénu. Prakticky lze využít buď metodu rastrového modelu terénu (plocha je rozdělena na jednotlivé, shodně velké pixely, z nichž každý má přiřazenu výšku), nebo vektorového modelu (trojúhelníkové síť pokrývající povrch). Rastrový model terénu podporuje např. program „ArcGIS“ firmy ESRI (interpolační funkce Topo to Raster), vektorový model terénu využívá např. program „ATLAS VRST“ firmy Atlas s.r.o., který je nadstavbou systému KOKEŠ. Zásadní rozdíl a výhoda oproti použitým „ručním“ výpočtům je možnost automatizovaného zpracování výstupů a tvorby řezů nad modelem terénu. Tyto metody je tak vhodnější použít pro rozsáhlejší území s možností značně variabilního využití zpracovaných dat.

9. Závěr a přínos práce

Práce prokázala, že současný technický stav malých vodních nádrží ve vybraném území není ideální a neumožňuje plně využít jejich akumulaci potenciál k zadržení vody v krajině. Tento stav sice autor práce očekával na základě dlouhodobějších praktických zkušeností, nebylo jej však možno podložit žádnými konkrétně měřenými údaji. Ty jsou nyní obsaženy v této práci.

Jako hlavní příčinu tohoto stavu lze označit dlouhodobě zanedbávanou údržbu, která byla společným faktorem všech prověřovaných vodních nádrží. Ačkoli u dvou ze šesti nádrží již došlo k provedení základní údržby jejich novými vlastníky, svépomocný způsob provádění stavebních prací měl za následek nedodržení základních návrhových požadavků, kladených na funkční objekty – zejména spodní výpustě a bezpečnostní přelivy. Následkem toho u obou nádrží dochází ke zbytečné ztrátě vody nekontrolovatelnými průsaky.

Na základě výsledků práce lze konstatovat, že reálná hodnota současné akumulaci kapacity vzorku vodních nádrží se pohybuje v širokém rozmezí 18 – 85% jejich teoretické kapacity, přičemž nejběžněji se pohybuje kolem 70%. Prakticky to znamená, že akumulovaný objem vody v prověřovaných vodních nádržích by bylo možno zvýšit průměrně až o 30%, což zde v absolutním objemu činí cca 22.000 m³.

Jedná se o hodnotu, ověřenou na jednom katastrálním území, navíc pouze v části jeho rozsahu. Z autorovy znalosti místního regionu lze dovodit, že obdobných hodnot by bylo možno dosáhnout i v širším měřítku. Autor se proto domnívá, že práce spojené s rekonstrukcí a obnovou malých vodních nádrží mají smysl a zasluhují veřejnou podporu, neboť sami vlastníci nejsou schopni financovat dlouhodobě zanedbanou údržbu. Ačkoli je zřejmé, že obdobné malé vodní nádrže nemají vždy kladnou vodní bilanci a v určitých obdobích trpí nedostatkem vody, jsou i tak vhodným ekostabilizačním prvkem a mohou přispívat ke zvýšení územní retence.

Ačkoli větší vodní nádrže mají zpravidla lepší vodní bilanci, není v krátkodobém, a zřejmě ani ve střednědobém horizontu, jejich budování reálné, neboť je vůči těmto stavbám patrný celospolečenský odpor, ať už ze strany vlastníků pozemků či staveb, tak i občanských iniciativ (příkladem může být příprava vodního díla Nové Heřmínovy, trvající již déle než 20 let, aniž by bylo dosud vydáno jediné pravomocné povolení k její stavbě). Je tedy zřejmé, že obnova či revitalizace menších, již existujících vodních nádrží, má spolu s úpravami vodního režimu na tocích a změnami způsobu hospodaření na zemědělských pozemcích v jejich povodí dobrý potenciál ke zvýšení územní retence.

Práce, bohužel, potvrdila i další skutečnost, a to nedodržování právních předpisů spojených s vlastnictvím a provozem vodních nádrží – zejména zákona č. 254/2001 Sb. „o vodách“ v platném znění. Ani pro jednu z vodních nádrží neneviduje vodoprávní úřad platné povolení k nakládání s vodami, nejsou vypracovány a schváleny manipulační ani provozní řády, nejsou prováděny pravidelné kontrolní prohlídky TBD.

Za hlavní přínos práce, krom exaktního popisu zjištěného stavu, proto autor považuje vytvoření technických podkladů, plně využitelných pro splnění všech povinností vyplývajících z vodního zákona. Zjištěné údaje mohou být dobrým podkladem pro následná správní řízení vedená vodoprávním úřadem (např. povolení k nakládání s vodami). Zjištěné ekonomické údaje pak mohou být pro vlastníky nádrží dobrým vodítkem pro plánování jejich budoucích oprav a údržby.

10. Přehled literatury a použitých zdrojů

- Herle J., Štefan O., Turi Nagy J., 1971: Hydraulické tabulky stok. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 356 str.
- Jandora J., Hlavínek P., 1996: Hydraulika čistíren odpadních vod. Vydavatelství NOEL 2000, s.r.o., Brno, 160 str.
- Just T., Moravec P., 2017: Doporučení k projektům malých vodních nádrží. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 53 str.
- Just T., Moravec P., Šámal V., Franková L., 2009: Obnova rybníků, obnova malých vodních nádrží jako významných krajinných prvků. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 28 str.
- Křivánek J., Němec J., Kopp J., 2012: Rybníky v České republice. Jan Němec – Consult, 303 str.
- Šálek J., Mika Z., Tresová A., 1989: Rybníky a účelové nádrže. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 265 str.
- Šlezinger M., Úradníček L., 2002: Vegetační doprovod vodních toků a nádrží. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno, 129 str.
- Váška J., Dvořák P., Hrádek F., Kovář P., Kovář F., Kulhavý F., Kuráž V., Říha J., Vrána K., 2000: Hydromeliorace. Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků, Praha, 220 str.
- Vrána K., Beran J., 2013: Rybníky a účelové nádrže. České vysoké učení technické v Praze, 150 str.

- Zákon č. 254/2001 Sb. „o vodách“, v platném znění
- Zákon č. 185/2001 Sb. „o odpadech“, v platném znění
- Zákon č. 156/1998 Sb. „o hnojivech“, v platném znění
- Zákon č. 114/1992 Sb. „o ochraně přírody a krajiny“, v platném znění
- Vyhláška č. 471/2001 Sb. „o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly“, v platném znění

- MZe, ©2010: Metodický pokyn MZe č. 1/2010 „k technickobezpečnostnímu dohledu nad vodními díly“
- MZe, ©2016: Příručka Mze pro provádění technickobezpečnostního dohledu nad vodními díly: Malé vodní nádrže - rybníky, Praha, 2016

- ČSN 75 2405:2017 Vodohospodářská řešení vodních nádrží. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha.
- ČSN 75 2410:2011 Malé vodní nádrže. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha.
- Kavan A., 2011: Revitalizace Erpužického potoka, projektová dokumentace. „nepublikováno“. Dep.: Městský úřad Stříbro
- Panuška J., 2008: Krtín – Odbahnění rybníka, opravy hráze, projektová dokumentace. „nepublikováno“. Dep.: Obecní úřad Skapce
- Tägl J., 2009: Vodní plochy v údolí Úterského potoka, projektová dokumentace. „nepublikováno“. Dep.: Městský úřad Stříbro
- Zabloudil J., 2014: Optimalizace vodního režimu MVN p.p.č. 58 a MVN p.p.č. 32 Lšelín, projektová dokumentace. „nepublikováno“. Dep.: Obecní úřad Kostelec
- Zabloudil J., 2014: Optimalizace vodního režimu návesního rybníka v obci Darmešl, projektová dokumentace. „nepublikováno“. Dep.: Obecní úřad Staré Sedlo
- ARCDATA PRAHA, s.r.o., ©2018: Digitální vektorová geografická databáze České republiky ArcČR®500 (online) [cit.2018.12.10], dostupné z <<https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>>
- ČÚZK, 2018: Nahlížení do katastru nemovitostí (online) [cit.2018.12.15], dostupné z <<https://nahliznidokn.cuzk.cz/>>
- Krajský úřad Plzeňského kraje, 2018: Mapové služby (online) [cit.2018.12.15], dostupné z <http://mapy.kr-plzensky.cz/gis/letecke_snimky/>
- SFŽP, ©2016: Seznam schválených projektů z operačního programu životní prostředí 2007-2013 (online) [cit.2019.01.10], dostupné z <<http://www.opzp2007-2013.cz/ke-stazeni/17026/detail/seznam-schvalenych-projektu/>>
- Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., v.v.i., 2018: Digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD) (online) [cit.2018.12.10], dostupné z <www.dibavod.cz/>

11. Seznamy

11.1. Seznam obrázků

<i>Obrázek č. 1 – Třeboňská rybníční soustava</i>	4
<i>Obrázek č. 2 – Vertikální členění prostorů rybníka</i>	7
<i>Obrázek č. 3 - Dělení rybníků podle přívodu vody</i>	10
<i>Obrázek č. 4 - Homogenní zemní hráz na nepropustném podloží</i>	11
<i>Obrázek č. 5 - Opevnění návodního líce hráze kamenným pohozením</i>	12
<i>Obrázek č. 6 - Otevřený požerák s dvojitou dlužovou stěnou</i>	13
<i>Obrázek č. 7 - Sdružený bezpečnostní přeliv</i>	17
<i>Obrázek č. 8 - Lokalizace řešeného území</i>	24
<i>Obrázek č. 9 - Přehled řešeného území</i>	26
<i>Obrázek č. 10 - Přehled vodních nádrží v k.ú. Tuněchody u Stříbra</i>	32
<i>Obrázek č. 11 - Rybník Pařízek – údaje katastru nemovitostí</i>	33
<i>Obrázek č. 12 - Rybník Pařízek – stav k roku 2017</i>	33
<i>Obrázek č. 13 - Rybník Pařízek – situace a řez hrází</i>	34
<i>Obrázek č. 14 - Rybník Pařízek – stav funkčních objektů</i>	36
<i>Obrázek č. 15 - Velký rybník – údaje katastru nemovitostí</i>	38
<i>Obrázek č. 16 - Velký Tuněchodský rybník – stav k roku 2017</i>	38
<i>Obrázek č. 17 - Velký rybník – stav funkčních objektů</i>	39
<i>Obrázek č. 18 - Velký rybník – situace</i>	40
<i>Obrázek č. 19 - Protržený rybník – údaje katastru nemovitostí</i>	44
<i>Obrázek č. 20 - Protržený rybník – stav k roku 2017</i>	44
<i>Obrázek č. 21 - Protržený rybník – situace a řez hrází</i>	45
<i>Obrázek č. 22 - Protržený rybník – stav funkčních objektů</i>	47
<i>Obrázek č. 23 - Rybník U silnice – údaje katastru nemovitostí</i>	49
<i>Obrázek č. 24 - Rybník U silnice – stav k roku 2017</i>	49
<i>Obrázek č. 25 - Rybník U silnice – situace a řez hrází</i>	50
<i>Obrázek č. 26 - Rybník U silnice – stav funkčních objektů</i>	52
<i>Obrázek č. 27 - Rybník Pod silnicí – údaje katastru nemovitostí</i>	55
<i>Obrázek č. 28 - Rybník Pod silnicí – stav k roku 2017</i>	55
<i>Obrázek č. 29 - Rybník Pod silnicí – situace a řez hrází</i>	56
<i>Obrázek č. 30 - Rybník Pod silnicí – stav funkčních objektů</i>	58
<i>Obrázek č. 31 - Rybník Pod rampou – údaje katastru nemovitostí</i>	61
<i>Obrázek č. 32 - Rybník Pod rampou – stav k roku 2017</i>	61
<i>Obrázek č. 33 - Rybník Pod rampou – situace a řez hrází</i>	62

<i>Obrázek č. 34 - Rybník Pod rampou – stav funkčních objektů</i>	64
<i>Obrázek č. 35 - Grafické znázornění podílu sedimentu na akumulacním prostoru</i>	68
<i>Obrázek č. 36 - Grafické znázornění zjištěných jednotkových cen řešených nádrží</i>	69
<i>Obrázek č. 37 - Grafické znázornění zjištěných jednotkových cen referenčních nádrží</i>	72
<i>Obrázek č. 38 - Souhrnné grafické porovnání zjištěných jednotkových cen nádrží</i>	73

11.2. Seznam tabulek

<i>Tabulka č. 1 - Popis charakteristických závad objektů MVN</i>	30
<i>Tabulka č. 2 - Rybník Pařízek – základní hydrotechnické údaje</i>	35
<i>Tabulka č. 3 - Velký rybník – základní hydrotechnické údaje</i>	41
<i>Tabulka č. 4 - Velký rybník – hodnocení funkčních objektů dle TBD</i>	43
<i>Tabulka č. 5 - Protržený rybník – základní hydrotechnické údaje</i>	46
<i>Tabulka č. 6 - Rybník U silnice – základní hydrotechnické údaje</i>	51
<i>Tabulka č. 7 - Rybník U silnice – hodnocení funkčních objektů dle TBD</i>	53
<i>Tabulka č. 8 - Rybník Pod silnicí – základní hydrotechnické údaje</i>	57
<i>Tabulka č. 9 - Rybník Pod silnicí – hodnocení funkčních objektů dle TBD</i>	59
<i>Tabulka č. 10 - Rybník Pod rampou – základní hydrotechnické údaje</i>	63
<i>Tabulka č. 11 - Rybník Pod rampou – hodnocení funkčních objektů dle TBD</i>	65
<i>Tabulka č. 12 - Souhrnné údaje z průzkumu akumulacní kapacity vodních nádrží</i>	67
<i>Tabulka č. 13 - Zjištěné jednotkové náklady na úpravy řešených vodních nádrží</i>	69
<i>Tabulka č. 14 - Zjištěné jednotkové náklady na výstavbu referenčních nádrží v regionu</i>	72

12. Přílohy

Příloha č. 1 – Propočet nákladů na úpravy rybníka Pařízek

VERLAG DASHÖFER		Stavební rozpočet			
Název stavby Brod u Stříbra - Revitalizace rybníka Pařízek		Doba výstavby: 62 dní	Objednatel:		
Druh stavby: Orientační propočet nákladů stavby		Začátek výstavby:	Projektant: Václav Říha, Tuněchody 9, 349 01 Stříbro		
Lokalita: rybník Pařízek		Konec výstavby: 30.11.2020	Zhotovitel:		
JKSO: 8331512		Datum zpracování 22.01.2019		Zpracoval: Václav Říha	
Číslo	Kód	Název	MJ	Množství	ly - celkem (Kč)
	11	Přípravné a přidružené práce			11 244,00
1	115101202RC	Čerpání vody na výšku do 10 m, přítok 500 - 1000 l	h	16,00	2 623,80
2	112101101RC	Kácení stromů listnatých o průměru kmene 10-30 cm	kus	5,00	1 230,00
3	112201101RC	Odstranění pařezů pod úrovní, o průměru 10 - 30 cm	kus	5,00	1 410,00
4	111201101RC	Odstranění křovin i s kořeny na ploše do 1000 m2	m2	100,00	5 980,00
	12	Odkopávky a prokopávky			16 611,00
5	122703603RC	Odstranění nánosu při únosnosti dna nad 60 kPa	m3	231,30	8 717,70
6	129203101RC	Čištění vodotečí, hl. do 2,5 m, š.do 5 m, v hor.3	m3	7,50	5 265,00
7	123202101RC	Vykopávky zářezů v hor.3 do 1000 m3	m3	14,40	2 628,10
	16	Přemístění výkopku			38 842,00
8	162406111RC	Vodorovné přemístění sedimentu z nádrže do 2000 m	m3	231,20	38 841,60
	17	Konstrukce ze zemin			872,00
9	174101103RC	Zásyp zářezů se šikmými stěnami se zhutněním	m3	8,40	764,30
10	171206111RC	Uložení zemin do násypů předeps. tvarů s urovnáním	m3	6,00	108,00
	18	Povrchové úpravy terénu			8 494,00
11	181301103RC	Rozprostření ornice, rovina, tl. 15-20 cm,do 500m2	m2	35,00	3 038,00
12	180401212RC	Založení trávníku lučního výsevem ve svahu do 1:2	m2	35,00	581,00
13	183552211RC	Rozmetání sedimentu na zemědělských pozemcích, do 5 ha, do 5 st.	ha	0,46	2 555,30
14	183551211RC	Úprava půdy orbou hlubokou do 5 ha, do 5 stup.	ha	0,50	1 237,50
15	183551511RC	Úprava půdy kombinátorem 15 cm do 5 ha, do 5 st.	ha	0,50	551,00
16	180451111RC	Setí zemědělských kultur do 5 ha, sklon do 5° - založení TTP	ha	0,50	531,50
	27	Základy			26 642,00
17	273320030RA	Základová deska ŽB z betonu C 16/20, vč.bednění	m3	2,80	26 642,00
	32	Zdi přehradní a opěrné			18 428,00
18	325213345RC	Zdivo nadz. odběr.věží z lom.kam., obkladní vyspár	m3	2,10	18 427,50
	46	Zpevněné plochy (kromě vozovek a železnic. svršku)			19 803,00
19	464511111RC	Pohoz z lom.kamene neupraveného tříděného z terénu	m3	21,00	19 803,00
	57	Kryty štěrkových a živichých komunikací a ploch			26 691,00
20	577000006RA	Oprava komunikace s asfaltobeton. krytem D1-N-1-V-PIII	m2	21,00	26 690,80
	81	Potrubí z trub betonových			8 808,00
21	812422121RC	Montáž trub vibrolis. hrdlových pryž. kr. DN 500	m	12,00	8 808,00
	89	Ostatní konstrukce			11 146,00
22	899623151RC	Obetonování potrubí odpadu požeráku betonem C16/20	m3	4,32	11 145,60
	91	Doplňující konstrukce a práce pozemních komunikací, letišť a ploch			50 870,00
23	919443111RC	Požerák rybníka - kompletní ŽB prefabrikát, včetně montáže	kus	1,00	35 150,00
24	919441211RC	Výústní čelo trubního odpadu z lom. kamene z trub DN 30 - 50 cm	kus	1,00	15 720,00
	93	Různé dokončovací konstrukce a práce inženýrských staveb			14 040,00
25	934953114RC	Obsluhovací lávka nádrží délky do 5 m s nátěrem	m2	6,00	14 040,00
	H33	Nádrže na tocích, úpravy toků a kanály			49 328,00
26	998331011RC	Přesun hmot pro nádrže	t	104,50	34 328,30
27	002VD	Odběr vzorků sedimentů a laboratorní vyhodnocení	MJ	1,00	15 000,00
		Ostatní materiál			16 917,00
28	59223116	Trouba betonová hrdlová TBH-Q 50/250	kus	5,00	15 111,30
29	00572486	Směs travní pastevní II. polopozdní PROF1	kg	20,00	1 806,00

Celkové náklady: **318 740,00 Kč**

Příloha č. 2 – Propočet nákladů na úpravy Velkého rybníka

Číslo	Kód	Název	MJ	Množství	ly - celkem (Kč)
11 Přípravné a přidružené práce					
1	115101202RC	Čerpání vody na výšku do 10 m, přítok 500 - 1000 l	h	24,00	3 935,80
2	112101101RC	Kácení stromů listnatých o průměru kmene 10-30 cm	kus	15,00	3 690,00
3	112201101RC	Odstranění pařezů pod úrovní, o průměru 10 - 30 cm	kus	15,00	4 230,00
4	111201101RC	Odstranění křovin i s kořeny na ploše do 1000 m2	m2	200,00	11 960,00
12 Odkopávky a prokopávky					
5	122703602RC	Odstranění nánosů při únosnosti dna 40 - 60 kPa	m3	17 677,00	1 776 538,50
6	125703313RC	Čištění kanálů s dnem z tvárnice, tl. vrstvy 50 cm	m3	70,65	38 505,00
16 Přemístění výkopku					
7	162406111RC	Vodorovné přemístění sedimentu z nádrže do 2000 m	m3	17 677,00	2 969 736,00
8	167103101RC	Nakládání výkopku zeminy schopné zúrodnění - zemina na hráz	m3	125,00	4 926,30
9	162606112RC	Vodorovné přemístění zeminy pro zúrodnění do 5000 m - zemina na hráz	m3	125,00	29 187,50
17 Konstrukce ze zemin					
10	171206111RC	Uložení zemin do násypů předeps. tvarů s urovnáním	m3	125,00	2 250,00
18 Povrchové úpravy terénu					
11	181301103RC	Rozprostření ornice, rovina, tl. 15-20 cm, do 500m2	m2	250,00	21 700,00
12	180401212RC	Založení trávníku lučního výsevem ve svahu do 1:2	m2	250,00	4 150,00
13	183552231RC	Rozmetání sedimentu na zemědělských pozemcích, nad 5 ha, do 5 st.	ha	17,68	94 499,60
14	183551211RC	Úprava půdy orbou hlubokou do 5 ha, do 5 stup.	ha	17,68	43 758,00
15	183551511RC	Úprava půdy kombinátorem 15 cm do 5 ha, do 5 st.	ha	17,68	19 483,20
16	180451111RC	Setí zemědělských kultur do 5 ha, sklon do 5° - založení TTP	ha	17,68	18 793,80
27 Základy					
17	273320030RC	Základová deska ŽB z betonu C 16/20, vč. bednění	m3	2,50	23 787,50
91 Doplnující konstrukce a práce pozemních komunikací, letišť a ploch					
18	919441211RC	Výústní čelo trubního odpadu z lom. kamene z trub DN 30 - 50 cm	kus	1,00	15 720,00
19	919443111RC	Požerák rybníka - kompletní ŽB prefabrikát, včetně montáže	kus	1,00	43 937,50
93 Různé dokončovací konstrukce a práce inženýrských staveb					
20	934953114RC	Obsluhovací lávka nádrží délky do 5 m s nátěrem	m2	6,00	14 040,00
H33 Nádrže na tocích, úpravy toků a kanály					
21	998331011RC	Přesun hmot pro nádrže	t	7,53	2 473,60
22	002VD	Odběr vzorků sedimentů a laboratorní vyhodnocení	MJ	1,00	60 000,00
Ostatní materiál					
23	00572486	Směs travní pastevní II. polopozdní PROFÍ	kg	200,00	18 060,00

Celkové náklady: **5 225 360,00 Kč**

Příloha č. 3 – Propočet nákladů na úpravy Protrženého rybníka

VERLAG
DASHÖFER

Stavební rozpočet

Název stavby: Tuněchody u Stříbra - Revitalizace Protrženého rybníka	Doba výstavby: 62 dní	Objednatel:
Druh stavby: Orientační propočet nákladů stavby	Začátek výstavby:	Projektant: Václav Říha, Tuněchody 9, 349 01 Stříbro
Lokalita: Protržený rybník	Konec výstavby: 30.11.2020	Zhotovitel:
JKSO: 8331512	Datum zpracování 22.01.2019	Zpracoval: Václav Říha

Číslo	Kód	Název	MJ	Množství	ly - celkem (Kč)
	11	Přípravné a přidružené práce			16 264,00
1	115101202RC	Čerpání vody na výšku do 10 m, přítok 500 - 1000 l	h	16,00	2 623,80
2	112101101RC	Kácení stromů listnatých o průměru kmene 10-30 cm	kus	10,00	2 460,00
3	112201101RC	Odstranění pařezů pod úrovní, o průměru 10 - 30 cm	kus	10,00	2 820,00
4	111201101RC	Odstranění křovin i s kořeny na ploše do 1000 m2	m2	50,00	2 990,00
5	111201501RC	Spálení větví stromů o průměru nad 100 mm	kus	10,00	4 940,00
6	111201401RC	Spálení křovin a stromů o průměru do 100 mm	m2	50,00	430,00
	12	Odkopávky a prokopávky			37 907,00
7	122703603RC	Odstranění nánosů při únosnosti dna nad 60 kPa	m3	447,00	16 847,40
8	129203101RC	Čištění vodotečí, hl. do 2,5 m, š.do 5 m, v hor.3	m3	30,00	21 060,00
	16	Přemístění výkopku			83 829,00
9	162406111RC	Vodorovné přemístění sedimentu z nádrže do 2000 m	m3	447,00	75 096,00
10	167103101RC	Nakládání výkopku zeminy schopné zúrodnění - zemina na hráz	m3	32,00	1 261,10
11	162606112RC	Vodorovné přemístění zemín pro zúrodnění do 5000 m - zemina na hráz	m3	32,00	7 472,00
	17	Konstrukce ze zemin			2 912,00
12	174101103RC	Zásyp zářezů se šikmými stěnami se ztuhnutím	m3	32,00	2 911,70
	18	Povrchové úpravy terénu			15 795,00
13	181301103RC	Rozprostření ornice, rovina, tl. 15-20 cm, do 500m2	m2	65,00	5 642,00
14	180401212RC	Založení trávníku lučního výsevem ve svahu do 1:2	m2	65,00	1 079,00
15	183552211RC	Rozmetání sedimentu na zemědělských pozemcích, do 5 ha, do 5 st.	ha	0,89	4 943,90
16	183551211RC	Úprava půdy orbou hlubokou do 5 ha, do 5 stup.	ha	0,89	2 202,80
17	183551511RC	Úprava půdy kombinátorem 15 cm do 5 ha, do 5 st.	ha	0,89	980,80
18	180451111RC	Setí zemědělských kultur do 5 ha, sklon do 5° - založení TTP	ha	0,89	946,10
	27	Základy			15 224,00
19	273320030RA	Základová deska ŽB z betonu C 16/20, vč.bednění	m3	1,60	15 224,00
	46	Zpevněné plochy (kromě vozovek a železnič. svršku)			85 256,00
20	464511111RC	Pohoz z lom.kamene neupraveného tříděného z terénu	m3	21,00	19 803,00
21	465517103RC	Bezp. přeliv - kam. dlažba tl. 300 mm do betonu C16/20, vč.prahů	m2	18,00	38 790,00
22	467510111RC	Balvanitý skluz z lom.kamene, tl. vrstvy 30-50 cm, vč.uk.prahu C20/25	m2	12,50	26 662,50
	81	Potrubí z trub betonových			7 020,00
23	812372121RC	Montáž trub vibrolis. hrdlových pryž. kr. DN 300	m	12,00	7 020,00
	89	Ostatní konstrukce			11 146,00
24	899623151RC	Obetonování potrubí odpadu požeráku betonem C16/20	m3	4,32	11 145,60
	91	Doplňující konstrukce a práce pozemních komunikací, letišť a ploch			50 870,00
25	919443111RC	Požerák rybníka - kompletní ŽB prefabrikát, včetně montáže	kus	1,00	35 150,00
26	919441211RC	Výústní čelo trubního odpadu z lom. kamene z trub DN 30 - 50 cm	kus	1,00	15 720,00
	93	Různé dokončovací konstrukce a práce inženýrských staveb			14 040,00
27	934953114RC	Obsluhovací lávka nádrží délky do 5 m s nátěrem	m2	6,00	14 040,00
	H33	Nádrže na tocích, úpravy toků a kanály			50 738,00
28	998331011RC	Přesun hmot pro nádrže	t	108,79	35 737,50
29	002VD	Odběr vzorků sedimentů a laboratorní vyhodnocení	MJ	1,00	15 000,00

Číslo	Kód	Název	MJ	Množství	ly - celkem (Kč)
		Ostatní materiál			15 095,00
30	59223113	Trouba betonová hrdlová TBH-Q 30/250	kus	5,00	11 482,60
31	00572486	Směs travní pastevní II. polopozdní PROF1	kg	40,00	3 612,00

Celkové náklady: **406 090,00 Kč**

Příloha č. 4 – Propočet nákladů na úpravy rybníka U silnice

VERLAG
DASHÖFER

Stavební rozpočet

Název stavby: Tuněchody u Stříbra - Revitalizace rybníka U silnice	Doba výstavby: 62 dní	Objednatel:
Druh stavby: Orientační propočet nákladů stavby	Začátek výstavby:	Projektant: Václav Říha, Tuněchody 9, 349 01 Stříbro
Lokalita: rybník U silnice	Konec výstavby: 30.11.2020	Zhotovitel:
JKSO: 8331512	Datum zpracování 22.01.2019	Zpracoval: Václav Říha

Číslo	Kód	Název	MJ	Množství	ly - celkem (Kč)
	11	Přípravné a přidružené práce			84 206,00
1	115101202RC	Čerpání vody na výšku do 10 m, přítok 500 - 1000 l	h	24,00	3 935,80
2	112101101RC	Kácení stromů listnatých o průměru kmene 10-30 cm	kus	25,00	6 150,00
3	112201101RC	Odstranění pařezů pod úrovní, o průměru 10 - 30 cm	kus	25,00	7 050,00
4	111201101RC	Odstranění křovin i s kořeny na ploše do 1000 m2	m2	800,00	47 840,00
5	111201501RC	Spálení větví stromů o průměru nad 100 mm	kus	25,00	12 350,00
6	111201401RC	Spálení křovin a stromů o průměru do 100 mm	m2	800,00	6 880,00
	12	Odkopávky a prokopávky			105 983,00
7	122703602RC	Odstranění nánosů při únosnosti dna 40 - 60 kPa	m3	845,00	84 922,50
8	129203101RC	Čištění vodotečí, hl. do 2,5 m, š.do 5 m, v hor.3	m3	30,00	21 060,00
	13	Hloubené vykopávky			33 048,00
9	133201101RC	Hloubení šachet v hor.3 do 100 m3	m3	24,00	33 048,00
	14	Ražení a hloubení tunelářské			112 900,00
10	141741122RC	Podvrt z ocel. trub neřízený, v hor.1-4, D 530 mm - odpad požeráku	m	16,00	112 900,00
	16	Přemístění výkopku			141 960,00
11	162406111RC	Vodorovné přemístění sedimentu z nádrže do 2000 m	m3	845,00	141 960,00
	17	Konstrukce ze zemin			2 796,00
12	174101101RC	Zásyp jam, rýh, šachet se zhuťněním	m3	24,00	2 796,00
	18	Povrchové úpravy terénu			17 230,00
13	183552211RC	Rožmetání sedimentu na zemědělských pozemcích, do 5 ha, do 5 st.	ha	1,69	9 387,90
14	183551211RC	Úprava půdy orbou hlubokou do 5 ha, do 5 stup.	ha	1,69	4 182,80
15	183551511RC	Úprava půdy kombinátorem 15 cm do 5 ha, do 5 st.	ha	1,69	1 862,40
16	180451111RC	Setí zemědělských kultur do 5 ha, sklon do 5° - založení TTP	ha	1,69	1 796,50
	27	Základy			15 224,00
17	273320030RA	Základová deska ŽB z betonu C 16/20, vč.bednění	m3	1,60	15 224,00
	46	Zpevněné plochy (kromě vozovek a železnič. svršku)			107 888,00
18	464511111RC	Pohoz z lom.kamene neupraveného tříděného z terénu	m3	45,00	42 435,00
19	465517103RC	Bezp. přeliv - kam. dlažba tl. 300 mm do betonu C16/20, vč.prahů	m2	18,00	38 790,00
20	467510111RC	Balvanitý skluz z lom.kamene, tl. vrstvy 30-50 cm, vč.uk.prahu C20/25	m2	12,50	26 662,50
	87	Potrubí z trub plastických, skleněných a čedičových			794,00
21	871373121RC	Montáž trub z plastu, gumový kroužek, DN 300	m	18,00	793,60
	89	Ostatní konstrukce			6 450,00
22	899623151RC	Obetonování potrubí odpadu požeráku betonem C16/20 - injektáž mezikr	m3	2,50	6 450,00
	91	Doplňující konstrukce a práce pozemních komunikací, letišť a ploch			50 870,00
23	919443111RC	Požerák rybníka - kompletní ŽB prefabrikát, včetně montáže	kus	1,00	35 150,00
24	919441211RC	Výústní čelo trubního odpadu z lom. kamene z trub DN 30 - 50 cm	kus	1,00	15 720,00
	93	Různé dokončovací konstrukce a práce inženýrských staveb			14 040,00
25	934953114RC	Obsluhovací lávka nádrží délky do 5 m s nátěrem	m2	6,00	14 040,00
	H33	Nádrže na tocích, úpravy toků a kanály			72 482,00
26	998331011RC	Přesun hmot pro nádrže	t	129,32	42 481,60
27	002VD	Odběr vzorků sedimentů a laboratorní vyhodnocení	MJ	1,00	30 000,00

Číslo	Kód	Název	MJ	Množství	ly - celkem (Kč)
		Ostatní materiál			28 908,00
28	286142421	Trubka kanalizač. ULTRA-RIB 2 SN 16 300x6000 mm	kus	3,00	23 490,00
29	00572486	Směs travní pastevní II. polopozdní PROFÍ	kg	60,00	5 418,00

Celkové náklady: **794 780,00 Kč**

Příloha č. 5 – Propočet nákladů na úpravy rybníka Pod silnicí

VERLAG
DASHÖFER

Stavební rozpočet

Název stavby: Tuněchody u Stříbra - Revitalizace rybníka Pod silnicí	Doba výstavby: 62 dní	Objednatel:
Druh stavby: Orientační propočet nákladů stavby	Začátek výstavby:	Projektant: Václav Říha, Tuněchody 9, 349 01 Stříbro
Lokalita: rybník Pod silnicí	Konec výstavby: 30.11.2020	Zhotovitel:
JKSO: 8331512	Datum zpracování 22.01.2019	Zpracoval: Václav Říha

Číslo	Kód	Název	MJ	Množství	ly - celkem (Kč)
	11	Přípravné a přidružené práce			16 264,00
1	115101202RC	Čerpání vody na výšku do 10 m, přítok 500 - 1000 l	h	16,00	2 623,80
2	112101101RC	Kácení stromů listnatých o průměru kmene 10-30 cm	kus	10,00	2 460,00
3	112201101RC	Odstranění pařezů pod úrovní, o průměru 10 - 30 cm	kus	10,00	2 820,00
4	111201101RC	Odstranění křovin i s kořeny na ploše do 1000 m2	m2	50,00	2 990,00
5	111201501RC	Spálení větví stromů o průměru nad 100 mm	kus	10,00	4 940,00
6	111201401RC	Spálení křovin a stromů o průměru do 100 mm	m2	50,00	430,00
	12	Odkopávky a prokopávky			29 369,00
7	122703603RC	Odstranění nánosu při únosnosti dna nad 60 kPa	m3	270,00	10 176,30
8	129203101RC	Čištění vodotečí, hl. do 2,5 m, š.do 5 m, v hor.3	m3	7,50	5 265,00
9	123302101RC	Vykopávky zářezů v hor.4 do 1000 m3	m3	45,00	13 928,00
	16	Přemístění výkopku			45 360,00
10	162406111RC	Vodorovné přemístění sedimentu z nádrže do 2000 m	m3	270,00	45 360,00
	17	Konstrukce ze zemin			4 095,00
11	174101103RC	Zásyp zářezů se šikmými stěnami se zhutněním	m3	45,00	4 094,60
	18	Povrchové úpravy terénu			8 607,00
12	181301103RC	Rozprostření ornice, rovina, tl. 15-20 cm,do 500m2	m2	30,00	2 604,00
13	180401212RC	Založení trávníku lučního výsevem ve svahu do 1:2	m2	30,00	498,00
14	183552211RC	Rozmetání sedimentu na zemědělských pozemcích, do 5 ha, do 5 st.	ha	0,54	2 999,70
15	183551211RC	Úprava půdy orbou hlubokou do 5 ha, do 5 stup.	ha	0,54	1 336,50
16	183551511RC	Úprava půdy kombinátorem 15 cm do 5 ha, do 5 st.	ha	0,54	595,10
17	180451111RC	Setí zemědělských kultur do 5 ha, sklon do 5° - založení TTP	ha	0,54	574,00
	27	Základy			15 224,00
18	273320030RA	Základová deska ŽB z betonu C 16/20, vč.bednění	m3	1,60	15 224,00
	46	Zpevněné plochy (kromě vozovek a železnič. svršku)			96 654,00
19	464511111RC	Pohoz z lom.kamene neupraveného tříděného z terénu	m3	48,00	45 264,00
20	465517103RC	Bezp. přeliv - kam. dlažba tl. 300 mm do betonu C16/20, vč.prahů	m2	9,00	19 395,00
21	467510111RC	Balvanitý skluz z lom.kamene, tl. vrstvy 30-50 cm, vč.uk.prahu C20/25	m2	15,00	31 995,00
	81	Potrubi z trub betonových			5 850,00
22	812372121RC	Montáž trub vibrolis. hrdlových pryž. kr. DN 300	m	10,00	5 850,00
	89	Ostatní konstrukce			9 288,00
23	899623151RC	Obetonování potrubí odpadu požeráku betonem C16/20	m3	3,60	9 288,00
	91	Doplňující konstrukce a práce pozemních komunikací, letišť a ploch			50 870,00
24	919443111RC	Požerák rybníka - kompletní ŽB prefabrikát, včetně montáže	kus	1,00	35 150,00
25	919441211RC	Výústní čelo trubního odpadu z lom. kamene z trub DN 30 - 50 cm	kus	1,00	15 720,00
	93	Různé dokončovací konstrukce a práce inženýrských staveb			14 040,00
26	934953114RC	Obsluhovací lávka nádrží délky do 5 m s nátěrem	m2	6,00	14 040,00
	H33	Nádrže na tocích, úpravy toků a kanály			60 734,00
27	998331011RC	Přesun hmot pro nádrže	t	139,22	45 733,80
28	002VD	Odběr vzorků sedimentů a laboratorní vyhodnocení	MJ	1,00	15 000,00
		Ostatní materiál			12 798,00
Číslo	Kód	Název	MJ	Množství	ly - celkem (Kč)
29	59223113	Trouba betonová hrdlová TBH-Q 30/250	kus	4,00	9 186,00
30	00572486	Směs travní pastevní II. polopozdní PROFI	kg	40,00	3 612,00

Celkové náklady: **369 150,00 Kč**

Příloha č. 6 – Propočet nákladů na úpravy rybníka Pod rampou

VERLAG
DASHÖFER

Stavební rozpočet

Název stavby: Tuněchody u Stříbra - Revitalizace rybníka Pod rampou	Doba výstavby: 62 dní	Objednatel:
Druh stavby: Orientační propočet nákladů stavby	Začátek výstavby:	Projektant: Václav Říha, Tuněchody 9, 349 01 Stříbro
Lokalita: rybník Pod rampou	Konec výstavby: 30.11.2020	Zhotovitel:
JKSO: 8331512	Datum zpracování 22.01.2019	Zpracoval: Václav Říha

Číslo	Kód	Název	MJ	Množství	ly - celkem (Kč)
11		Přípravné a přidružené práce			11 154,00
1	115101202RC	Čerpání vody na výšku do 10 m, přítok 500 - 1000 l	h	16,00	2 623,80
2	112101101RC	Kácení stromů listnatých o průměru kmene 10-30 cm	kus	5,00	1 230,00
3	112201101RC	Odstranění pařezů pod úrovní, o průměru 10 - 30 cm	kus	5,00	1 410,00
4	111201101RC	Odstranění křovin i s kořeny na ploše do 1000 m2	m2	50,00	2 990,00
5	111201501RC	Spálení větví stromů o průměru nad 100 mm	kus	5,00	2 470,00
6	111201401RC	Spálení křovin a stromů o průměru do 100 mm	m2	50,00	430,00
12		Odkopávky a prokopávky			67 028,00
7	122703603RC	Odstranění nánosů při únosnosti dna nad 60 kPa	m3	257,00	9 686,30
8	129203101RC	Čištění vodotečí, hl. do 2,5 m, š.do 5 m, v hor.3	m3	45,00	31 590,00
9	123302101RC	Vykopávky zářezů v hor.4 do 1000 m3	m3	83,20	25 751,20
16		Přemístění výkopku			43 176,00
10	162406111RC	Vodorovné přemístění sedimentu z nádrže do 2000 m	m3	257,00	43 176,00
17		Konstrukce ze zemín			7 570,00
11	174101103RC	Zásyp zářezů se šikmými stěnami se zhutněním	m3	83,20	7 570,40
18		Povrchové úpravy terénu			11 403,00
12	181301103RC	Rozprostření ornice, rovina, tl. 15-20 cm, do 500m2	m2	60,00	5 208,00
13	180401212RC	Založení trávníku lučního výsevem ve svahu do 1:2	m2	60,00	996,00
14	183552211RC	Rozmetání sedimentu na zemědělských pozemcích, do 5 ha, do 5 st.	ha	0,51	2 833,00
15	183551211RC	Úprava půdy orbou hlubokou do 5 ha, do 5 stup.	ha	0,51	1 262,30
16	183551511RC	Úprava půdy kombinátorem 15 cm do 5 ha, do 5 st.	ha	0,51	562,00
17	180451111RC	Setí zemědělských kultur do 5 ha, sklon do 5° - založení TTP	ha	0,51	542,10
27		Základy			15 224,00
18	273320030RA	Základová deska ŽB z betonu C 16/20, vč.bednění	m3	1,60	15 224,00
46		Zpevněné plochy (kromě vozovek a železnič. svršku)			75 480,00
19	464511111RC	Pohoz z lom.kamene neupraveného tříděného z terénu	m3	30,00	28 290,00
20	465517103RC	Bezp. přeliv - kam. dlažba tl. 300 mm do betonu C16/20, vč.prahů	m2	12,00	25 860,00
21	467510111RC	Balvanitý skluz z lom.kamene, tl. vrstvy 30-50 cm, vč.uk.prahu C20/25	m2	10,00	21 330,00
81		Potrubí z trub betonových			7 020,00
22	812372121RC	Montáž trub vibrolis. hrdlových pryž. kr. DN 300	m	12,00	7 020,00
89		Ostatní konstrukce			11 146,00
23	899623151RC	Obetonování potrubí odpadu požeráku betonem C16/20	m3	4,32	11 145,60
91		Doplňující konstrukce a práce pozemních komunikací, letišť a ploch			50 870,00
24	919443111RC	Požerák rybníka - kompletní ŽB prefabrikát, včetně montáže	kus	1,00	35 150,00
25	919441211RC	Výústní čelo trubního odpadu z lom. kamene z trub DN 30 - 50 cm	kus	1,00	15 720,00
93		Různé dokončovací konstrukce a práce inženýrských staveb			14 040,00
26	934953114RC	Obsluhovací lávka nádrží délky do 5 m s nátěrem	m2	6,00	14 040,00
H33		Nádrže na tocích, úpravy toků a kanály			60 734,00
27	998331011RC	Přesun hmot pro nádrže	t	139,22	45 733,80
28	002VD	Odběr vzorků sedimentů a laboratorní vyhodnocení	MJ	1,00	15 000,00
		Ostatní materiál			15 095,00

Číslo	Kód	Název	MJ	Množství	ly - celkem (Kč)
29	59223113	Trouba betonová hrdlová TBH-Q 30/250	kus	5,00	11 482,60
30	00572486	Směs travní pastevní II. polopozdní PROFÍ	kg	40,00	3 612,00

Celkové náklady: **389 940,00 Kč**