

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ**



**PROJEKT MALÉ VODNÍ NÁDRŽE V K. Ú. DOLNÍ  
STARÉ BUKY**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

DIPLOMANT: Martin Tauber

VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: Ing. Vojtěcha Havlíčka, Ph.D.

PRAHA 2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Martin Tauber

Regionální environmentální správa

Název práce

**Návrh malé vodní nádrže v katastrálním území Dolní Staré Buky**

Název anglicky

**Project of small water reservoir in cadastral Dolní Staré Buky**

---

**Cíle práce**

Zpracovat návrh malé vodní nádrže v katastrálním území Dolní Staré Buky

**Metodika**

1. Získání mapových podkladů uvažované lokality
2. Provést návrh umístění nové nádrže a technické řešení všech objektů.
3. Navrhnout začlenění nádrže do krajiny.

## Doporučený rozsah práce

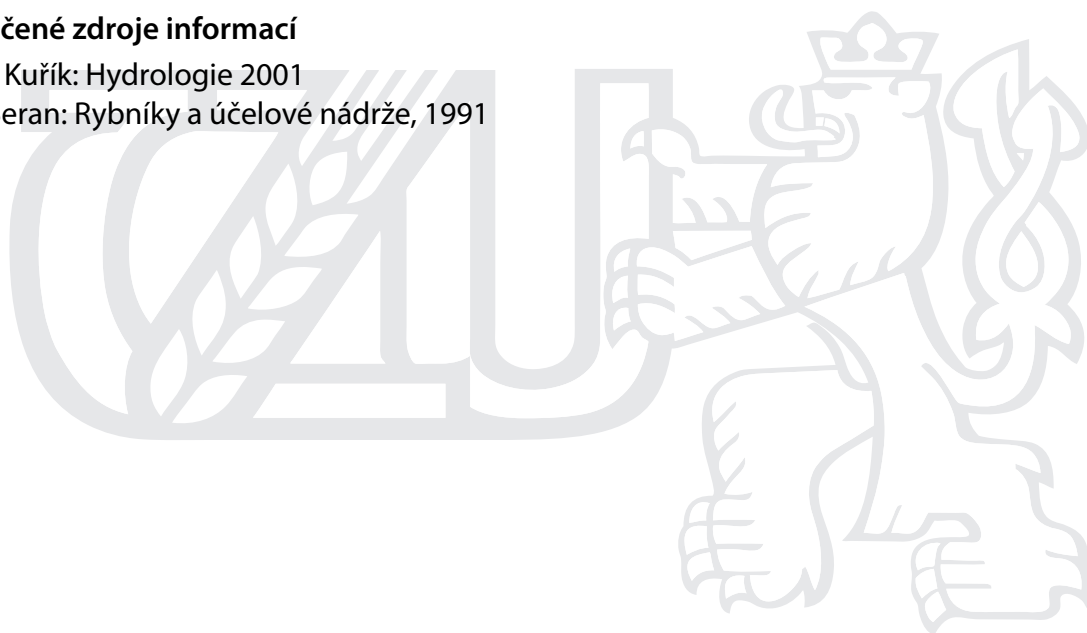
30 s. + přílohy

---

## Doporučené zdroje informací

Hrádek, Kuřík: Hydrologie 2001

Vrána, Beran: Rybníky a účelové nádrže, 1991



---

## Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

## Vedoucí práce

Ing. Vojtěch Havlíček, Ph.D.

---

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2015

**prof. Ing. Pavel Pech, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 26. 3. 2015

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 12. 04. 2015

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Projekt malé vodní nádrže v území obce Staré Buky“ vypracoval samostatně pod odborným vedením Ing. Vojtěcha Havlíčka, Ph.D. Všechny použité prameny jsou uvedeny v seznamu literatury a použitých zdrojů.

V Praze dne 3.4.2015

Podpis diplomanta.....

## Abstrakt

Diplomová práce se zabývá v řešeném území obce Staré Buky návrhem malé vodní nádrže, která má za úkol podpořit a zachovat mokřadní a vodní ekosystémy v nivě Starobuckého potoka s absencí pravidelných záplav, obnovit jejich přirozené funkce a zlepšit jejich celkový ekologický stav.

Nádrž je umístěna ve vhodné lokalitě s rozlohou 3,076 ha, která leží v katastrální území Dolní Staré Buky, jenž je součástí obce Staré Buky. Skládá se z hráze a funkčních objektů. Navržena je s objemem vody 5866,171 m<sup>3</sup> při normální hladině 363,75 m.n.m. a s největší hloubkou od nejnižšího místa u hráze až po maximální hladinu 363,88 m.n.m 0,75m.

Je začleněna do krajiny tak, aby u nádrže byla posílena její ekologická a krajinnotvorná funkce.

**Klíčová slova:** malá vodní nádrž, niva, hráz, funkční objekty, mokřadní a vodní ekosystém, krajinnotvorná funkce

## Abstract

This thesis deals with design of the side tank in the solved village of „Stare Buky“, which aims to promote and preserve wetland and water ecosystems in the floodplain of Starobucky creek, restore their natural function and improve their overall ecological state.

The reservoir is located in a suitable area with an area of 3,076 ha located in the cadastral area "Dolni Stare Buky", which is part of the village Stare Buky. Part of the reservoir are dam and functional objects. Reservoir with a volume of 5866,171 m<sup>3</sup> at a normal level of 363,75 m.s.n.m has the greatest depth from the lowest point at the dam up to the maximum level of 363,88 m.s.n.m. 0,75 m.

Reservoir is integrated into the landscape so that at the reservoir was strengthened its ecological functions.

**Keywords:** small water reservoir, water meadow, dam, functional objects, wetland and water ecosystem, landscape function.

# OBSAH

1. Úvod.....	7
2. Cíl práce.....	8
3. Metodika .....	9
4. Literární rešerše .....	10
4.1. Povodí .....	10
4.2. Vodní režim .....	10
4.3. Zadržení vody .....	11
4.3.1. Les.....	12
4.3.2. Mokřady.....	12
4.4. Biotechnické úpravy vodohospodářského charakteru.....	13
4.4.1. Revitalizace vodního prostředí.....	13
4.4.2. Malé vodní nádrže.....	14
4.5. Doporučení k návrhu malých vodních nádrží .....	17
4.5.1. Situování nádrže.....	17
4.5.2. Vodohospodářská koncepce nádrže .....	17
4.5.3. Tvar a velikost nádrže.....	17
4.5.4. Členění prostoru nádrže .....	18
4.5.5. Hráz a funkční objekty .....	18
5. Průvodní zpráva .....	20
5.1. Identifikační údaje stavby .....	20
5.2. Účel a funkce nádrže.....	20
5.3. Základní charakteristika nádrže .....	20
5.4. Vstupní podklady .....	21
5.5. Charakteristika povodí nádrže .....	21
5.5.1. Klimatické poměry.....	21
5.5.2. Geomorfologické poměry .....	22
5.5.3. Geologické poměry .....	22
5.5.4. Hydrologické údaje Starobuckého potoka .....	22
5.5.5. Vegetační poměry .....	23
5.6. Výběr lokality pro návrh nádrže .....	24
5.6.1. Popis lokality .....	25
5.7. Stavba nádrže .....	27
5.7.1. Přípravné práce .....	27
5.7.2. Dokončovací práce.....	27
6. Souhrnná technická zpráva .....	28
6.1. Technické řešení .....	28
6.1.1. Zemní sypaná hráze .....	28

6.1.2. Rozdělovací objekt.....	29
6.1.3. Nápuštěné potrubí.....	30
6.1.4. Požerák.....	30
6.1.5. Výpuštěné potrubí.....	31
6.1.6. Bezpečnostní přeliv.....	31
6.1.7. Odpadní koryto .....	31
6.2. Vodohospodářské řešení .....	31
6.2.1. Charakteristické čáry.....	32
6.2.2. Zásobní prostor .....	33
6.2.3. Hydraulické posouzení funkčních objektů nádrže .....	33
6.2.4. Průměrný měsíční výpar .....	44
6.2.5. Vodní bilance nádrže .....	46
6.2.6. Doba prázdnění nádrže.....	47
6.3. Úprava břehové čáry a okolí nádrže .....	47
6.3.1. Litorální pásmo .....	48
6.3.2. Návrh zeleně .....	48
6.3.3. Ochranný travní pás .....	48
7. Závěr .....	49
8. Přehled použité literatury a použitých zdrojů .....	50
9. Seznam příloh .....	54

# 1. Úvod

V důsledku narušeného vodního režimu Starobuckého potoka došlo ke zhoršení ekologického stavu jeho zastavované nivy. Ľemí nivy se sníženou ekologickou stabilitou vystupuje jako degradované vysychající vodní a mokřadní stanoviště. Narušený vodní režim, který se projevuje zrychleným odtokem z povodí, je způsoben hlavně plošnou meliorací nivy, spočívající ve výstavbě odvodňovacích kanálů a v technické úpravě koryta Starobuckého potoka, při níž došlo ke zvětšování jeho průtočné kapacity (Stránská, 2002).



## **2. Cíl práce**

Cílem návrhu nádrže na vybraném vhodném místě v řešeném území obce Staré Buky je zlepšení ekologického stavu nivy Starobuckého potoka. Nádrž s vyvinutou zónací jednotlivých typů vodní vegetace, která vznikne výstavbou hráze, má přispět k větší zásobě podzemní vody, optimalizaci vodního režimu a zároveň zvýšení biodiverzity v nivě.

### **3. Metodika**

Diplomová práce je rozdělena na tři části: literární rešerši, průvodní a souhrnnou zprávu a závěr.

Literární rešerše uvádí čtenáře do problematiky návrhu malých vodních nádrží a zároveň je v ní návrh nádrže dáván do širšího kontextu.

Průvodní a souhrnná zpráva se zabývá vlastním návrhem nádrže umístěné v katastrálním území Dolní Staré Buky, jejím účelem, funkcí a začlenění do okolní krajiny.

V kapitole závěr jsou shrnuty poznatky z předchozích kapitol.

## 4. Literární rešerše

### 4.1. Povodí

Podle zákona 254/2001 Sb. (§ 2, odst. 11) je povodí „*území, ze kterého veškerý povrchový odtok odtéká sítí vodních toků a případně i jezer do určitého místa vodního toku*“

Mezi hlavní charakteristiky povodí patří jeho plocha, tvar, orografické, půdní, vegetační a klimatické poměry (Beran, 2000).

Uvedené poměry zásadním způsobem ovlivňují vznik, průběh i velikost srážkového odtoku (Tlapák a kol., 1992).

Povodí představuje základní hydrologickou oblast, pro kterou se sestavuje hydrologická bilance, která posuzuje časový průběh změn zásob vody v povodí a ukazuje parametry vodního režimu. Hydrologická bilance vyjadřuje vztah mezi srážkami, výparem a odtokem z povodí (Slavík, 2004).

Ochrana vodních poměrů v povodí je garantována zákonem 254/2001 Sb. Paragraf 27 vodního zákona říká, že vlastníci pozemků jsou povinni především zajistit, aby nedocházelo ke zhoršování odtokových poměrů, odnosu půdy erozní činností vody v povodí a dbát o zlepšování retenční schopnosti krajiny

### 4.2. Vodní režim

Vodní režim je charakteristický pro výkyvy průtoků, vodních stavů, ledových jevů, teploty vody v periodách denních, sezonních a dlouhodobých ročních, dále pro změnu množství splavenin, změny průběhu a tvaru říčního koryta (Netopil, 1969). Vodní režim charakterizuje koloběh vody (Jůva a kol., 1977). Základními složkami oběhu vody v přírodě jsou srážky, výpar, povrchový, podpovrchový a podzemní odtok a voda v přirozených a umělých nádržích (Říha, 1987).

Z hydrologického hlediska má největší význam malý oběh vody, ve kterém se uplatňuje kondenzace ovzdušných par jak na zemském povrchu, tak i v půdě, vývěry podpovrchových vod, odběr půdní vody vegetací atd. K udržení největšího množství vody v malém oběhu se navrhuje nádrže a jiná vodohospodářská opatření (Tlapák a kol., 1992).

Vodní režim v povodí je ovlivňován hydrologickými vlastnostmi a základními charakteristikami povodí, funkcí, provozem a technickým stavem děl, způsobem a úrovní hospodaření na půdě, hydrologickými vlastnostmi zastoupených půd. Vodní režim kulturní krajiny je jiný než krajiny přírodní (Slavík, 2004).

Základní přírodní systém v krajině je tvořen těmito složkami: vodstvo, půda, vegetace, atmosféra. Tyto složky jsou navzájem propojené, a proto jakýkoliv zásah do jedné z těchto složek vyvolá zákonitě změny u ostatních (Jůva a kol., 1977). Půda a voda jsou významné a obtížně obnovitelné přírodní zdroje, které jsou zároveň snadno zranitelné (Vaška a kol., 2000).

K narušení vodního režimu dochází hlavně v důsledku zhoršujícího se stavu půdy a krajiny. Vodní režim v krajině je narušován zejména zemědělskou činností, nevhodně prováděnými úpravami drobných vodních toků a zmenšováním rozlohy inundačních území (Slavík, 2004).

V důsledku narušeného vodního režimu dochází ke snížení retenční a infiltrační schopnosti krajiny, půdy a k zmenšování mokřadních ploch (Just a kol., 2003). Nejspolehlivějším ukazatelem zásahů v povodí jsou kvantitativní a kvalitativní změny v říčním systému (Tlapák a kol., 1992).

### **4.3. Zadržení vody**

Voda v krajině je nenahraditelné bohatství přírody, které určuje její mnohotvárnost, druhovou rozmanitost i ekologickou stabilitu (Slavík, 2004). V ČR jsou zdrojem vody z hlediska hydrologické bilance srážky (Tlapák, 2000), které jsou prostorově a časově nerovnoměrně rozděleny (Vaška a kol., 2000).

V poslední době dochází v krajině často ke dvěma jevům - povodním a suchům. Oba tyto jevy nepříznivě působí na krajinu, floru, faunu v tocích a jejich nivách. Příčinou těchto jevů jsou změny klimatu, stav půdy a úpravy toků. Optimální cestou ke zlepšení této situace je zadržení co největšího množství srážkové vody přímo v místě jejího dopadu na zemský povrch (Vrána, 2000).

Zadržování srážkové vody příznivě ovlivňuje vodní režim krajiny. Schopnost krajiny zadržovat vodu je výsledek dobře uspořádané a fungující krajiny (Burián a kol., 2011). Cílem zadržování vody v krajině je obnova stability vodního režimu snížením rozdílů mezi minimálními a maximálními průtoky. Tento cíl je možno dosáhnout zachycováním a zpomalováním povrchového odtoku vody. K zachycování a zpomalování povrchové vody se v krajině navrhuje různá opatření, která vycházejí z analýzy příčin neuspokojivého stavu, a která se v krajině dělí na opatření - vodohospodářská, lesnická a zemědělská (Tlapák, 2000). Mezi nápravná opatření patří revitalizace vodních toků, ochranné infiltrační pásy, zvětšování rozlohy mokřadů, výstavba malých vodních nádrží, zvětšování ploch lesních porostů, změna orné půdy na trvale travní porosty. Uvedená opatření by měly být v povodí navrhovány

komplexně, protože jedině tak mohou efektivně řešit problémy s vodou v povodí (Vrána, 2000).

Zásadní význam na zadržování vody v krajině má přítomnost a struktura vegetace. Z hlediska zadržování vody v krajině jsou významné ekosystémy s vysokou evaporační schopností, které přispívají k ochlazení krajiny. Vysokou evaporační schopnost mají v krajině přírodní ekosystémy, jako jsou lesy, mokřady, louky atd. Větší schopnost zadržovat vodu má teplotně pestřejší mozaikovitá krajina, ve které je přítomno velké množství potenciálních míst vhodných pro kondenzaci vodních par (remízky, drobné mokřady a jiné), než teplotně homogenní krajina s rozlehlými lány pole, kde tato kondenzační místa chybí (Seják a kol, 2010).

Z výše uvedených důvodů je v zemědělsky obhospodařované krajině s nepatrnou lesnatostí důležitá přítomnost rozptýlené zeleně, která je významným stabilizačním prvkem (Hadač, 1982)

#### **4.3.1. Les**

Lesní porosty, představující ekosystémy s vysokou transpirační schopností, mají vliv na koloběh vody. Hydrická funkce lesa patří k jedné z nejdůležitějších mimo-produkčních funkcí lesa. Les, který ovlivňuje výskyt srážek a působí na odtok srážkových vod snižováním povrchového odtoku a jeho transformaci na podzemní odtok, přispívá ke stabilizaci vodního režimu v krajině (Tlapák a kol., 1992). Příznivě ovlivňuje srážkoodtokové procesy v povodí (Herynek, 2000).

Uvedené vlastnosti lesa se využívají u navrhovaných lesních opatření, které kladně ovlivňují hospodaření s vodou v povodí. Mezi ně patří porosty v pramenných oblastech, vsakovací lesní pásy, protierozní a břehové porosty (Tlapák a kol., 1992).

#### **4.3.2. Mokřady**

Mokřady jsou mělké vodní plochy obvykle tvořící základ biocentra v krajině (Vaška a kol., 2000). Představují snadno zranitelné (především vodohospodářskými melioracemi) ekologicky cenné území, v němž hladina vody vystupuje k terénu a nad terén, aniž by vytvářela větší volnou plochu s hloubkou vody přes 0,6 m (Just a kol., 2003).

Při řešení revitalizace říčních systému je velice významná Ramsarská konvence o mokřadech (Tlapák, 2000), která slouží k ochraně mokřadů.

Ramsarská úmluva definuje mokřad jako: „*území bažin, slatin, rašelinišť i území pokrytá vodou, přirozeně i uměle vytvořená, trvalá či dočasná, s vodou stojatou či tekoucí*“. Podle Ramsarské úmluvy se mokřadem rozumí zejména: rašeliniště, slatiniště, rybníky, soustavy rybníků, lužní lesy, nivy řek, mrtvá ramena, tůň, zaplavované nebo mokré louky,

rákosiny, ostřicové louky, prameny, prameniště, toky a jejich úseky, jiné vodní a bažinné biotopy, nádrže, zatopené lomy, štěrkovny, pískovny, horská jezera, slaniska.

Hlavní funkce mokřadů spočívá v zadržování vody, fixaci uhlíku, podpoře a stabilizaci zdrojů pitné vody, tlumení průběhu povodní (Just a kol., 2003).

Mokřad může být technicky navržen jako nízká homogenní hrázka bez bezpečnostního přelivu s mírnými svahy sklonů (Vaška a kol., 2000). Specifickým typem mokřadu je takzvaný umělý mokřad určený k zlepšení kvality vody. Přirozené samočistící procesy u mokřadu probíhají v půdním a vodním prostředí. (Šálek, 1996).

Vzhledem k výše uvedeným funkcím představuje mokřad, který není nákladný a nepotřebuje údržbu, velmi vhodný prvek pro revitalizaci niv poškozených regulačními úpravami (Just a kol., 2003).

## **4.4. Biotechnické úpravy vodohospodářského charakteru**

Podle Slavíka (1999) jsou biotechnické úpravy nezastupitelným prvkem pro revitalizaci krajiny a jejich říčních systémů. Slavík dále uvádí, že mají převážně plošný vliv na složky životního prostředí: působí na ekosféru a ovlivňují její kvalitativní a kvantitativní kritéria. Uplatňují se jako komplexně řešené systémy, které umožňují efektivně hospodařit a chránit půdu a vodu v zemědělských a lesních oblastech (Slavík, 2000). Navrhují se v projektech komplexních pozemkových úprav (Vlasák a kol., 2007), pro které je vodohospodářská problematika krajiny zcela zásadní (Burián a kol., 2011)

Do biotechnických úprav patří investiční zásahy vodohospodářského a stavebního charakteru (Vaška a kol., 2000), které důsledně respektují přirozený, biologický charakter oběhu a vlivu vody v krajině (Slavík, 2004). Pomáhají zvládat extrémní hydrologické situace v krajině a přispívají k její ekologické stabilitě (Vaška a kol., 2000).

Investiční zásahy v krajině vystupují jako společná zařízení. K realizaci společných zařízení, u nichž je výhodné, aby vlastníkem byla obec nebo stát, dochází až po schválení návrhu pozemkových úprav (Vlasák a kol., 2007).

### **4.4.1. Revitalizace vodního prostředí**

V souvislosti s exploatací území ČR docházelo v minulosti k likvidaci stabilizačních prvků krajiny (mezí, remízků, mokřadů, průlehů, vsakovacích pásů, rozlivových ploch, slepých ramen), což vedlo k její uniformitě. Důsledkem těchto zásahů byla snížená retenční a retardační schopnost krajiny a vznik zrychlené eroze v krajině. K nápravě devastovaného

vodního režimu v krajině přispívá revitalizace říčních systémů uplatňovaná v 90. letech v rámci takzvaného „Program revitalizace říčních systémů“ (Just a kol., 2003).

Cílem revitalizace je obnova původního přírodě blízkého charakteru vodního toku (Vlasák a kol., 2007), který je v krajině přirozeným biokoridorem (Tlapák, 2000).

V revitalizacích vodního prostředí se rozeznávají tyto úlohy: revitalizace toků a jejich niv, podpora přirozených forem retence, obnova či vytváření tůní a mokřadů, výstavba nebo rekonstrukce malých vodních nádrží (Just a kol., 2003), která spočívá v návrhu nové nádrže při využití starého místa (Pavlica, 1964). Obnova mokřadů a revitalizace toků se významně podílí na zvýšení druhové rozmanitosti rostlin i živočichů (Tlapák, 2000).

Revitalizaci toků a jejich niv se dělí na revitalizaci částečnou nebo úplnou. Úplná probíhá v celém rozsahu původní nevhodné úpravy toku, na rozdíl od ní částečná představuje pouze dílčí úpravu říčního koryta (Šlezinger, 2010).

#### **4.4.2. Malé vodní nádrže**

Dle normy ČSN 75 2410 malé vodní nádrže jsou nádrže, které nemají hloubku vody při maximální hladině v nejnižším místě dna větší než 9 m a jejich objem po hladinu ovladatelného prostoru nepřesahuje 2 miliony m<sup>3</sup>.

Podle § 55 zákona o vodách jsou malé vodní nádrže vodní díla určená ke vzdouvání a zadržování vody.

Malé vodní nádrže, které definuje norma ČSN 75 2410 „Malé vodní nádrže“, jsou obvykle tvořeny hrází, spodní výpustí a bezpečnostním přelivem (Just a kol., 2003). Jsou neoddělitelnou součástí naší kulturní krajiny a napomáhají k tvorbě a ochraně životního prostředí (Šálek, 2000).

Často vystupují jako důležitá součást biocenter, neboť v krajině jsou považovány za ekologicky stabilní prvky (Slavík, 2000).

Ve vertikálním směru se nádrž člení na oblast volné vody (pelagiál), dna a pobřežní pásmo pod úrovní nízké letní hladiny (Šálek, 1996).

Přírodovědecky nejcennější částí nádrže jsou mělké partie při březích a přítoku, které v nádrži fungují jako biologická čistírna. Litorální pásmo, tvořící plynulý přechod mezi vodním prostředím nádrže a okolní souší, má zásadní význam na podporu biodiverzity, protože se v něm soustředí většina biologické rozmanitosti celé nádrže. Vyskytuje se zde hlavně rákos, chrastice, orobinec širokolistý a tak dále. Podíl litorálního pásma v nádrži je podstatný pro její výsledný revitalizační efekt (Just a kol., 2003).

Jednou z důležitých úloh litorálu nádrže v životním prostředí je její příznivý vliv na kvalitu vody (Šálek, 1996). Na kvalitu vody v nádrži má vliv koncentrace znečištění

přicházejícího do nádrže, teplota, hloubka a rychlost proudění vody v nádrži, obsah kyslíku a množství vegetace a mikroorganismů ve vodě (Tlapák a kol., 1992).

Při čištění vody v nádrži dochází ke spotřebovávání kyslíku. S nárůstem teploty vody v nádrži stoupá i spotřeba kyslíku, protože rozkladné procesy probíhají intenzivněji (Pavlica, 1964).

Nádrže v krajině plní spoustu funkcí: vodohospodářskou, hospodářskou, ekologickou a krajinotvornou (Šálek, 1996). Při výběru hlavní a vedlejší funkce uvažované nádrže je třeba přihlídnout ke kvalitě vody, nadmořské výšce, stavu povodí nad nádrží, dnu i tvaru nádrže a hydrologickým poměrům oblasti (Pavlica, 1964).

Nádrže se dělí podle způsobu, jakým byl vytvořen jejich nádržní prostor, dále podle jejich umístění a zásobení vodou. Podle způsobu, jakým byl vytvořen zásobní prostor, se rozeznávají nádrže: zahloubené, hrázové a údolní. Podle umístění: návesní, polní, lesní a nakonec podle zásobení vodou: nebeské, pramenné a říční, které se dělí na nádrže průtočné, obtokové a boční. Obtokové a boční nádrže patří do takzvaných nádrží neprůtočných (Jůva a kol., 1980).

Obrázek 1. Říční nádrže



Zdroj: (Jůva a kol., 1980)

Boční nádrže jsou nezávislé na proměnlivé kapacitě a kvalitě vody napájecího toku na rozdíl od nádrží průtočných a navrhují se jako intervenční (Pavlica, 1964).

Jak už bylo zmíněno, funkce nádrží je v krajině mnohostranná, nicméně u většiny nádrží je jejich hlavní funkce vodohospodářská (Hadač, 1982). Vodohospodářskou funkci v krajině efektivněji než osamoceně navržené nádrže plní soustava malých vodních nádrží, která účinně nadlepšuje průtoky na drobných i největších tocích a zároveň snižuje kulminace vody na těchto tocích (Pavlica, 1964).

K tomu aby nádrž v plném rozsahu plnila své funkce, je nutné věnovat maximální pozornost jejímu návrhu, výstavbě, provozu a údržbě (Tlapák a kol., 1992). S provozem nádrží, který probíhá podle manipulačního a provozního řádu, je spojena řada ekologických problémů. Hlavním problémem je zanášení, které zhoršuje ekologickou a vodohospodářskou funkci nádrže. K zanášení nádrží dochází v důsledku špatného obhospodařování okolních pozemků. Zdrojem zanášení je břehová abraze, zarůstání a



zanášení přítokem, kterým hlavně trpí nádrže průtočné (Beran, 2000). Při břehové abrazi, která je podmíněna kromě jiného i sklonem svahů dna, dochází k obrušování dna a ústupu břehové čáry. Hlavním činitelem způsobující abrazi je vítr opírající se o vodní hladinu a zapřičiňující vlnění. Jako stabilní svahy proti abrazi se jeví svahy se sklonem 1:10, svahy větší je potřeba opevnit (Šlezinger, 2011). Velkým problémem u mělkých nádrží je jejich zarůstáním vodní vegetací. Kromě hloubky vody má vliv na zarůstání množství živin v nádrži. K omezení růstu vodních rostlin používáme mechanické (zastiňování, sečení) ale i biologické způsoby ochrany (Šálek, 1996). Zarůstání nádrží převážně litorální vegetací probíhá v místech s hloubkou menší než 0,6 m (Just a kol., 2003). Za účelem meliorace nádrží se u nádrží přistupuje k tzv. zimování a letnění, při kterém se nechává nádrž úplně nebo jen částečně vypuštěná (Jůva a kol., 1980).

Nádrže se navrhují podle ČSN 75 2410. Navrhované nádrže by měly být součástí širších krajinnotvorných a vodohospodářských opatření (Just a kol., 2009).

Při návrhu malých vodních nádrží jsou nezbytné plánovací a návrhové podklady, které se rozdělují do tří skupin: podklady přírodní, vodohospodářské a geodetické (Jůva a kol., 1980).

Důležitou součástí návrhu ekologických nádrží je jejich zapojení do okolní krajiny (Šálek, 1996), které by mělo být v souladu s pozemkovými úpravami. Začlenění souvisí s využíváním okolní krajiny, uspořádáním a funkcí nádrže, terénními a místními podmínkami. K lepšímu začlenění nádrže přispívá její vegetační doprovod, který je z ekologického hlediska neoddelitelnou součástí biotopu nádrže. Účelem výsadby vegetačního doprovodu, je stabilizace břehů, úprava mikroklimatu, zlepšování samočisticí schopnosti nádrže, funkce větrolamu a zastínění, které má za úkol omezit zarůstání dna nádrže vodními rostlinami (Šlezinger, 2010). Začlenění nádrže do krajiny má vliv na plnění funkcí nádrže (Šálek, 1996).

Před výstavbou nové nádrže je potřeba popsat její revitalizační efekty, což pomáhá k racionálnímu provedení projektu a umožňuje posuzovat vhodnost a efektivnost návrhu (Just a kol., 2009). Pro výsledné revitalizační efekty je podstatná morfologie budoucího retenčního prostoru a podíl mělkovodního pásma. Na velikost revitalizačních efektů, které spočívají v podpoře biodiverzity a v podílu zadržené vody v krajině, má vliv stavební koncepce, konstrukční provedení a obhospodařování nádrží. Hlavní význam nádrží z hlediska zadržování vody v krajině je v odpařování vody, které přispívá ke stabilizaci malého vodního cyklu. Nicméně na rozdíl od mokřadů, které disponují houbovým efektem, představují pasivní zásobu vody v krajině (Just a kol., 2003).

Optimálně řešená malá vodní nádrž je nádrž, u které se nejnižšími náklady docílí její maximální plnění požadovaných funkcí, při zajištění absolutní bezpečnosti. Zároveň by to mělo být dílo odolné a snadno udržovatelné (Pavlica, 1964).

O nákladech na výstavbu nádrže rozhoduje konkrétní rozsah prací, vhodnost profilu pro výstavbu, geologické, terénní podmínky atd., jak uvádí Just (2000).

## **4.5. Doporučení k návrhu malých vodních nádrží**

### **4.5.1. Situování nádrže**

Při výběru místa pro návrh nádrže je důležitý tvar nádržní pánve, účel a požadované funkce nádrže, vhodnost místa pro výstavbu hrázového tělesa a dalších objektů, hydrologické a hydropedologické podmínky, vhodnost vodního zdroje (Beran, 2000).

Výstavba je vhodná pouze tam, kde zlepší ekologický stav území. Mělké, široké nivy jsou vhodné pro návrh neprůtočných účelových nádrží (Just a kol., 2003). Pro návrh průtočných nádrží jsou vybírány lokality, kde maximálnímu objemu odpovídá co nejmenší zatopená plocha (Šálek, 1996). Těmito lokalitami jsou terénní sníženiny na přirozených údolnicích toku.

### **4.5.2. Vodohospodářská koncepce nádrže**

U nádrží se rozeznávají dvě vodohospodářské koncepce – průtočná a neprůtočná. Průtočné nádrží se navrhují na vodním toku, neprůtočné mimo tok. Při volbě vodohospodářské koncepce se vychází z místních podmínek.

Výhodou neprůtočného řešení je regulovaný přítok do nádrže, menší zanášení nádrže tokem a využití ke stavbě nádrže pouze jednoho břehu toku (vlastnické poměry). Hlavní nevýhodou nádrže jsou omezené vodohospodářské funkce (Just, 2003).

### **4.5.3. Tvar a velikost nádrže**

Tvarování nádrže by mělo v co největší míře využívat přirozených tvarů terénu. Členitost v tvarech břehů a prodlužování břehové čáry jsou z ekologického hlediska žádoucí.

Jako ekologicky stabilní prvek v krajině vystupuje nádrž s plochou zátopy nad 0,5 ha, protože takovéto nádrže s horizontálním způsobem akumulace vody umožňují dostatečné rozvinutí litorálního pásma (Just a kol., 2003).

Nicméně při návrhu mělké a rozlehlé nádrže musíme zhodnotit její vliv na odtokové poměry toku pod hrází v období nízkých přítoků do nádrže a současně nejvyšších výparů z hladiny (Pavlica, 1964).

#### **4.5.4. Členění prostoru nádrže**

U nádrží se rozeznávají tři různé funkční prostory: prostor stalý, zásobní a retenční. Zastoupení těchto prostorů je dáno účelem nádrže v krajině, proto se stává, že u různých nádrží některý z těchto prostorů zcela chybí nebo je velmi omezen (Jůva a kol., 1980). Tak například u účelových neprůtočných nádrží obvykle chybí prostor retenční, protože v krajině neplní protipovodňovou funkci na rozdíl od nádrží údolních průtočných, u kterých nebývá naopak zastoupen prostor zásobní.

#### **4.5.5. Hráz a funkční objekty**

Mezi hlavní stavební uspořádání nádrží patří hráze a funkční objekty a zařízení (Jůva a kol., 1980). Mezi funkční objekty a zařízení nádrží patří obvykle výpustná zařízení, rozdělovací objekty regulující přítok do nádrží a odpadní koryta sloužící k odvedení vody z nádrží.

Konstrukční řešení objektů nádrže se odvozuje od vodohospodářské koncepce (Just a kol., 2009). Objekty nádrže mají být stavebně jednoduché, ale při tom provozně bezpečné, přiměřeně levné, snadno obsluhovatelné a udržovatelné (Jůva a kol., 1980).

Hráz, která má za úkol zadržet vodu v nádrži, je nejdůležitější a nejnáročnější objekt nádrže, proto je třeba pečlivě zvažovat umístění hráze, vhodnost materiálu pro stavbu hráze, způsob založení, tvar hráze atd. Cílem při stavbě hráze je, aby co největší akumulací prostor byl získán co nejkratší hrází a tedy i vynaložením co nejnižších nákladů. Vhodnost místa pro výstavbu hráze převážně u retenčních nádrží je možné posuzovat podle hodnoty objemového ukazatele nádrže, který udává poměr mezi objemem akumulované vody v nádrži a objemem hrázového tělesa. Hodnota objemového ukazatele nemá klesnout pod hodnotu 4. Optimálně řešené nádrže mají hodnotu objemového ukazatele nad 10. Hráze malých vodní nádrží se navrhuje zemní lichoběžníkového tvaru. Pro stavbu hráze jsou nejvýhodnější dostatečně nepropustné a konstrukčně stálé zeminy. Návodní svah hráze se chrání před působením vln a ledu opevněním. Minimální hloubka základové stáry hráze je 0,5m (ČSN 75 2410).

Výpustné zařízení, které slouží k udržení normální hladiny a k vypouštění nádrže, se umísťují obvykle k čelní hrázi do nejnižšího místa nádrže. U nádrže je výhodnější navrhnout trubní výpust, než výpust stavidlovou s mohutnou konstrukcí, která narušuje celistvost hráze. Nejpoužívanějším typem trubních výpustí je požerák, který představuje stavebně

jednoduché provozně bezpečné a snadno obsluhovatelné zařízení. Skládá se z hradícího prvku – požeráku a odpadního potrubí DN 300 odvádějícího vodu z nádrže. Rozměry výpustného potrubí jsou navrženy tak, aby maximální průtok byl proveden beztlakově. Minimální navrhovaný průměr odpadního potrubí požeráku je 300 mm. Požerák by měl umožňovat zahrazení vtoku při poruše provozního uzávěru (ČSN 75 2410).

## 5. Průvodní zpráva

### 5.1. Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Malá vodní nádrž
Obec:	Staré Buky
Katastrální území:	Dolní Staré Buky
ORP:	Trutnov
Kraj:	Královéhradecký kraj
Vodní tok:	Starobucký potok
Vodohospodářská koncepce nádrže:	Neprůtočná nádrž
Projektant:	Martin Tauber

### 5.2. Účel a funkce nádrže

Nádrž má krajínovorný účel. Vybudováním nádrže vznikne funkční mokřadní biotop.

Krajínovorná nádrž se snaží posílit přírodní a krajinné hodnoty a současně příznivě působit na vodohospodářské funkce vodního prostředí.

V krajině plní ekostabilizační funkci: pomáhá optimalizovat vlhkostní poměry, vytvářet příznivé podmínky pro rozvoj vegetace a zlepšovat mikroklima krajiny.

### 5.3. Základní charakteristika nádrže

Kóta dna nádrže (m.n.m.):	363,00
Kóta koruny hráze (m.n.m.):	364,08
Kóta normální hladiny $H_n$ (m.n.m.):	363,75
Kóta maximální hladiny $H_{max}$ (m.n.m.):	363,88
Plocha vodní hladiny při normální hladině $S_n$ (m <sup>2</sup> ):	13660
Plocha vodní hladiny při maximální hladině $S_{max}$ (m <sup>2</sup> ):	15103,2
Objem vody při normální hladině $V_n$ (m <sup>3</sup> ):	5866,171
Objem vody při maximální hladině $V_{max}$ (m <sup>3</sup> ):	7735,779
Délka hráze (m):	46,17
Šířka koruny hráze (m):	0,56
Objem hráze $V_h$ (m <sup>3</sup> ):	79

Rozdělovací objekt:	hradidlový jez
Nápuštné potrubí:	betonové DN 300
Výpuštné zařízení:	betonový požerák
Odpadní potrubí:	betonové DN 300

## 5.4. Vstupní podklady

1. Hydrologické údaje Starobuckého potoka - profil u soutoku s Volanským potokem
2. Výškopisné zaměření lokality nádrže (1: 1000)
3. Měřičská zpráva lokality nádrže
4. Výřez katastrální mapy (1:2000)
5. Fotodokumentace lokality pro návrh nádrže

## 5.5. Charakteristika povodí nádrže

Povodí nádrže je analogické k povodí s číslem hydrologického pořadí 1–01–01–043. Nachází se v dolní části Starobuckého potoka v katastrálním území Dolní Staré Buky. Hlavním tokem je Starobucký potok, který je dotován vodou z pravostranných a levostranných přítoků. Nejvýznamnějším z jeho přítoků je Dolnický potok, na kterém je vybudována retenční nádrž.

### 5.5.1. Klimatické poměry

Katastrální území Dolní Staré Buky se nachází v průměrné nadmořské výšce 374 m.

Klimatická oblast:	MT7
Počet letních dnů:	30 – 40
Počet dnů s teplotou alespoň 10°C:	140 – 160
Počet mrazových dnů:	110 – 130
Počet ledových dnů:	40-50
Průměrná teplota v lednu:	- 2° až - 3°
Průměrná teplota v dubnu:	6 – 7°
Průměrná teplota v červenci:	17 – 18°
Průměrná teplota v říjnu:	7 – 8°
Srážkový úhrn ve vegetačním období:	400 – 450 mm
Srážkový úhrn v zimním období:	250 – 300 mm
Počet dnů se sněhovou pokrývkou:	60 – 80

Zdroj: (Quitt a kol, 1998)

### 5.5.2. Geomorfologické poměry

Reliéf území má charakter zvlněné pahorkatiny. Je součástí geomorfologického celku Krkonošské podhůří (Demek a kol., 1987).

### 5.5.3. Geologické poměry

Vybrané území se nachází na holoceních fluviálních písčito-hlinitých a písčito-šterkovitých usazeninách (Vejlupek a kol., 1987)

### 5.5.4. Hydrologické údaje Starobuckého potoka

K vyhodnocení vodního režimu povodí s č.h.p. 1–01–01–043 slouží hydrologické údaje Starobuckého potoka, zjišťované z profilu nad soutokem s Volanovským potokem. Hydrologické údaje mi byly poskytnuty Českým hydrometeorologickým ústavem pouze pro účely této diplomové práce.

Název vodní tok:	Starobucký potok
Číslo hydrologického pořadí:	1–01–01–043
Profil:	nad soutokem s Volanovským p.
Plocha povodí A (km <sup>2</sup> ):	29,68
Dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek(mm):	795
Dlouhodobý průměrný průtok $Q_a$ (l.s <sup>-1</sup> ):	285
N–leté průtoky $Q_N$ :	

Tabulka 1. N–leté průtoky  $Q_N$

N	1	2	5	10	20	50	100
$Q_N$ (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	4,3	6,8	11	14,9	19,4	26,2	32,2

Zdroj: (ČHÚ, 2014)

Roční odtoková křivka udává zaručený průtok v profilu nad soutokem s Volanovským potokem po určitý počet dní.

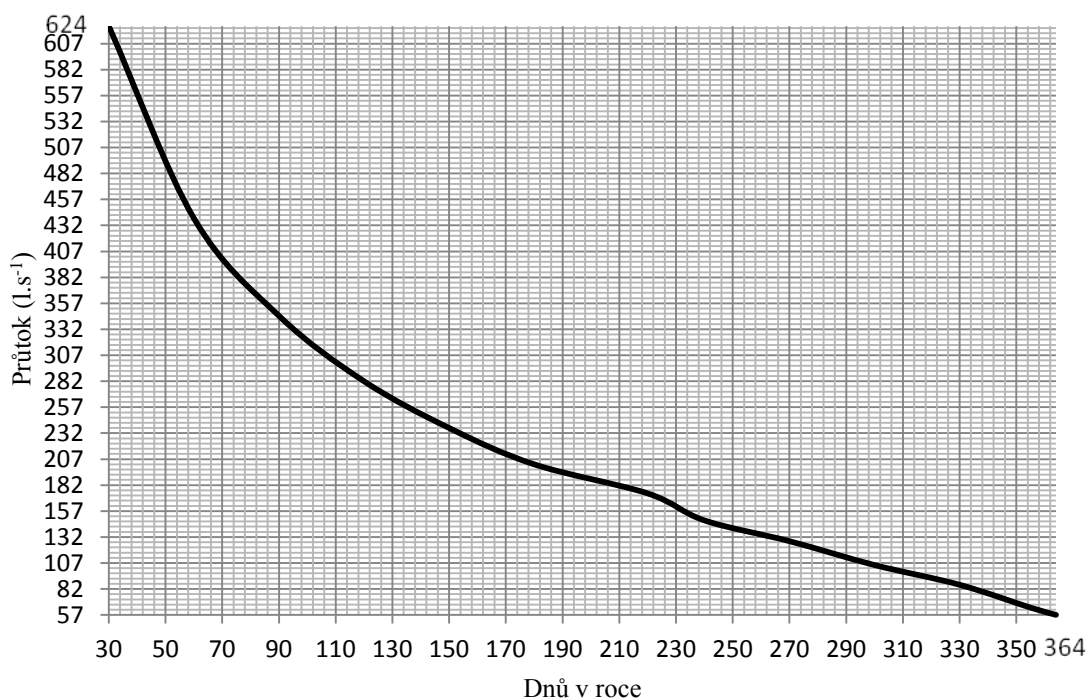
Z odtokové křivky vychází návrh parametrů funkčních objektů a zařízení vodní nádrže.

Tabulka 2. M – denní průtoky  $Q_M$

M	30	60	90	120	150	180	220	240	270	300	330	355	364
$Q_M$ ( $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$ )	624	439	345	282	237	202	174	148	128	105	86	64	57

Zdroj: (ČHÚ, 2014)

Obrázek 3. Roční odtoková křivka



Z roční odtokové křivky je možno vyčíst, že minimální průtok Starobuckého potoka  $Q_{364}$  má hodnotu  $57 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ .

### 5.5.5. Vegetační poměry

Potenciální přirozenou vegetací na daném území je vegetace acidofilních bučin a jedlin. (Neuhäslová a kol., 1998)



## 5.6. Výběr lokality pro návrh nádrže

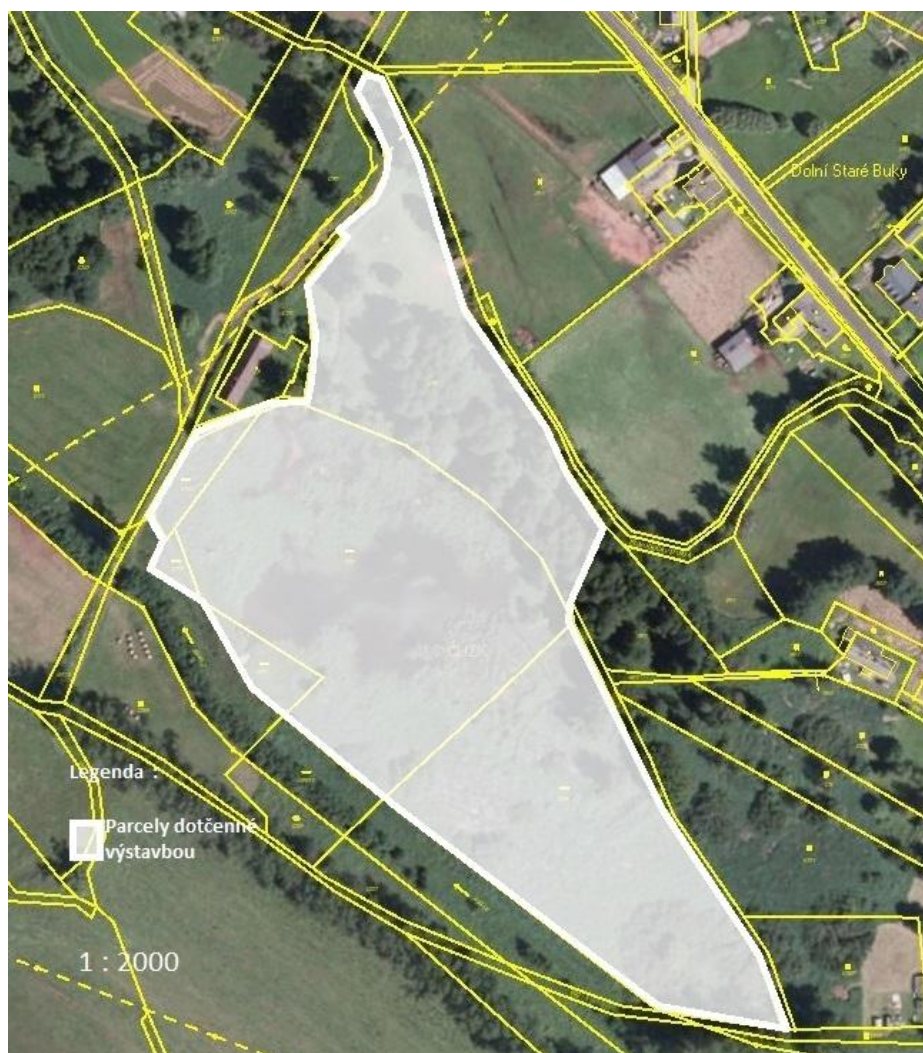
Navrhovaná nádrž je umístěna v katastrálním území Dolní Staré Buky. Výstavbou nádrže jsou přímo dotčeny níže uvedené parcely.

Tabulka 3. Dotčené parcely výstavbou

P.č	LV	Druh pozemku	Způsob využití	Výměra m <sup>2</sup>
1037	453	vodní plocha	zamokřená plocha	12147
1038	453	vodní plocha	zamokřená plocha	198
1256	467	vodní plocha	zamokřená plocha	612
1257	467	vodní plocha	zamokřená plocha	625
1258	467	vodní plocha	zamokřená plocha	9321
1281	92	ostatní plocha	jiná plocha	7857

Zdroj: (ČÚZK, 2014)

Obrázek 4. Vybraná lokalita



Zdroj: (ČÚZK, 2014)

### 5.6.1. Popis lokality

Výměra (ha):	3,076
k.ú.:	Dolní Staré Buky
Nadmořská výška (m.n.m.):	363,13 – 364,10
BPEJ:	7.69.01
Fyziotop:	Vodní a bažinná společenstva (VO)

Lokalita o rozloze 3,076 ha se nachází v ploché údolnici Starobuckého potoka, která je součástí lokálního biocentra (LC 10). Členitost budoucího dna nádrže určená z výškopisného zaměření lokality (viz A.1. Výškopisné zaměření lokality nádrže) je 363,00 m.n.m. – 363,88 m.n.m.

Jak ukazuje „Výkres předpokládaného záboru půdy“ (Smilnický, 2008) lokalita leží na hydromorfních nepropustných půdách (kód BPEJ 7.69.01) s pátou třídou ochrany. Půdy jsou nevhodné k hospodaření, protože mají velice nízký produkční potenciál (sklon k dlouhodobému zamokření). O pedologické vhodnosti lokality pro návrh svědčí skutečnost, že v minulosti se zde nacházel nebeský rybník.

Tabulka 4. Charakteristika půd s kódem BPEJ 7.69.01

Hloubka:	Hluboká a velmi hluboká půda
Zrnitost:	Těžká až velmi těžká půda
Hydrologická skupina půd:	D – půda s velmi nízkou infiltrací (jílová půda)
Vláhové poměry:	Nepříznivé

Zdroj: (VÚMOP, 2014)

Podle Stránské (2002) lokalita z biologického hlediska představuje monocenózu rákosu obecného (*Phragmites australis*).

V důsledku zhoršených hydrologických poměrů došlo k výraznému zvýšení abundace rákosu obecného a k zarůstání lokality náletem vrby bílé (*Salix alba*). Uvedené změny mají negativní dopady na ekologický stav lokality a na její vodohospodářskou funkci (menší akumulární schopnost lokality). Zlepšené vodní poměry na lokalitě díky výstavbě nádrže přispějí k redukci rákosu obecného a k zvýšení biodiverzity nivy.



Obrázek 5. Současný stav lokality – pohled z jižní strany



Obrázek 6. Současný stav lokality – pohled ze severní strany



## **5.7. Stavba nádrže**

Stavebních práce souvisí hlavně s výstavbou hráze, funkčních objektů a zařízení nádrže, kterými jsou nápusné potrubí, rozdělovací objekt, výpustné zařízení, bezpečnostní přeliv a odpadní koryto. Stavba nádrže si dále vyžádá terénní úpravu zátopy a jejího okolí a úpravu Starobuckého potoka pod hrází, do kterého je odpadní koryto zaústěno. Úprava potoka spočívá ve vybudování postranního ramene a tůň v místě soutoku ramene a odpadního koryta.

Při výstavbě nádrže by nemělo kácením dojít k poškození doprovodného břehového porostu potoka, neboť v rámci ekosystému má velký význam – útočiště ptactva, stabilizace břehů atd. Realizaci nádrže předcházejí přípravné práce, po vybudování díla následují dokončovací práce.

### **5.7.1. Přípravné práce**

Obecně lze činnosti, prováděné ve zvolené lokalitě návrhu, rozdělit na geodetické a terénní.

Geodetické práce se provádí v souřadnicovém systému jednotné trigonometrické sítě katastrální (S – JTSK) a ve výškovém systému Bpv (baltský po vyrovnání). Na základě geodetického zaměření se vyhotovují pro návrh a výstavbu nádrže důležité mapové a měřičské podklady (Vrána a Beran, 2002).

Terénní práce se týkají hlavně úpravy dna nádrže, spočívající ve vykloučení náletových dřevin a odstranění sedimentu ze zamýšlené zátopy nádrže vymezené tvarově členitou břehovou čarou. Výšku odstraňované vrstvy bahna je nutné rozhodnout na základě inženýrsko – geologického průzkumu. Po odstranění sedimentu by dno nádrže mělo mít stabilní mírný sklon a zároveň by se v prostoru zátopy nádrže neměly nacházet laguny, ve kterých by zůstávala voda.

### **5.7.2. Dokončovací práce**

Dokončovací práce přispívají k lepšímu začlenění nádrže do svého okolí. Mezi ně patří hlavně úprava břehové čáry a s ní související výsadba doprovodné vegetace a ochranného travního pásu. Po vysazení dřevin je nutné do jejich zapojení o ně pečovat.

## 6. Souhrnná technická zpráva

### 6.1. Technické řešení

Technické řešení se zabývá návrhem zemní sypané hráze, požerákové výpusti, rozdělovacího objektu, nápuštného potrubí a odpadového koryta nádrže.

#### 6.1.1. Zemní sypaná hráz

Zemní sypaná hráz lichoběžníkového tvaru s délkou 55 m je umístěna v morfologicky vhodném profilu lokality. Je navržena jako homogenní na propustném podloží. Koruna hráze ležící na kotě 364,08 m.n.m. a má šířku 0,50 m. K lepšímu začlenění je návodní a vzdušný líc hráze navržen v mírném sklonu 1:3. Návodní svah je opevněn polovegetačními tvárniciemi do úrovně 363,88 m.n.m., vzdušný svah je ohumusován 10 cm vrstvou ornice a zatravněn. K výstavbě hráze jsou použity zeminy dostatečné nepropustné a konstrukčně stále. O vhodnosti místních zemín musí rozhodnout inženýrsko – geologický průzkum. K odvedení vody z hráze je na vzdušné straně hráze do výše 1/3 hráze navržen patní dren, tvořený štěrkopískem a filtrační vrstvou.

##### Parametry hráze:

Kóta koruny hráze:	364,08 m.n.m.
Délka hráze:	55 m
Šířka koruny hráze:	0,50 m
Objem hráze $V_h$ :	96 m <sup>3</sup>

Před vlastní výstavbou hráze je nutné v prostoru vytyčeném pro stavbu hráze vykopat jámu až k základové spáře, která leží v hloubce 0,5 m pod povrchem. Materiál se při vlastní stavbě ukládá ve zhutnělých vrstvách po celé šířce hráze. Mocnost vrstev a vlhkost ukládané zeminy je udávána na základě laboratorních rozborů vzorků zeminy pro stavbu hráze.

Výpočet kubatury hráze se provádí ke zjištění ceny hráze. Objem hráze se počítá pomocí profilové metody, při které se hráz rozdělí svislými řezy (Vlasák a kol., 2007). Plochy svislých řezů hráze při jednotlivých nadmořských výškách jsou spolu s objemem hráze, který činí 96 m<sup>3</sup>, uvedeny v tabulce 18.

$V \text{ (m}^3\text{)}$  – celkový objem hráze

Celkový objem hráze  $V$ :

[2.1]

$$= \sum V_n$$

$V_n \text{ (m}^3\text{)}$  – dílčí objem hráze

Dílčí objem hráze  $V_n$ :

[2.2]

$$V_n = \frac{A_n + A_{n+1}}{2} \cdot d$$

$A_n$  – plocha příčného profilu hráze při nadmořské výšce  $H_{l_i}$  ( $\text{m}^2$ )

$A_{n+1}$  – plocha příčného profilu hráze při nadmořské výšce  $H_{l_{i+1}}$  ( $\text{m}^2$ )

$d \text{ (m)}$  – vzdálenost dvou sousedních příčných profilů

Tabulka 5. Výpočet kubatury hráze

č. profilu	Hl. (m.n.m)	$A_n \text{ (m}^2\text{)}$	$d \text{ (m)}$	$V_n \text{ (m}^3\text{)}$
1	364,08	0	8,83	1,04
2	363,88	0,2356	6,1809	2,31
3	363,75	0,5114	5,63	3,86
4	363,63	0,8594	6,6914	7,4
5	363,5	1,3512	5,1213	8,23
6	363,38	1,8619	4,7626	10,46
7	363,25	2,5313	5,9626	17,2
8	363,13	3,2393	7,2431	26,516
9	363,00	4,0824	4,5907	18,741
			$\Sigma$	95,757

### 6.1.2. Rozdělovací objekt

Rozdělovací objekt vysoký 1,92 m a dlouhý 8,31 je navržen v korytě Starobuckého potoka jako pohyblivý hradidlový jez. Horní hrana objektu je na úrovni 363,92 m.n.m. Je schopen provádět velké n - leté průtoky, ale zároveň umožňuje citlivou regulaci relativně malých m – denních průtoků v korytě. K úplnému vyhrazení dochází při povodňových stavech nebo při rekonstrukci objektů a zařízení nádrže, kdy je potřeba snížit hladinu v korytě. Přelivná hrana rozdělovacího objektu je 4,71 m široká leží při maximální výši na úrovni 363,75 m.n.m. Pevnou část objektu představuje betonový rám široký 0,6 m. Rám je

zapuštěn 1,33 m do pravého, 2,27 m do levého břehu a 0,5 m do dna koryta, tak že spodní hrana rozdělovacího objektu leží na úrovni dna koryta 362,50 m.n.m..

### 6.1.3. Nápuštěné potrubí

Nápuštěné potrubí dlouhé 40 m s tlakovým režimem proudění vymezuje maximální možný přítok do nádrže. Je navrženo jako betonové s vnitřním průměrem 300 mm a s tloušťkou 5 cm. Je usazeno na betonovém podkladě o rozměrech 50 x 10 cm. Osa potrubí se nachází ve výšce 363,33 m.n.m. Dolní hrana potrubí na výtoku leží na úrovni dna nádrže ve výšce 363,13 m.n.m. a na vtoku 0,63 m nad dnem koryta potoka. Dno koryta se nachází na úrovni 362,50 m.n.m. Potrubí, které se skládá z 21 přímých trub o délce 2 m, je na výtoku osazeno betonovým čelem. Betonový vtok potrubí je zkosený podle sklonu břehu.

### 6.1.4. Požerák

Požerák, umístěný 3,49 m od koruny hráze v nejnižším místě s kótou dna 363,00 m.n.m, je navržen jako otevřený jednoduchý zdvojený. Představuje věžovitý betonový objekt čtvercového průřezu vysoký 1,03 m a široký 0,7 m. Šířka šachty je 0,5 m. Požerák je zapuštěn 0,15 m do betonového základu o rozměrech 1 x 1 x 0,5 m. Průměr vypouštěcího otvoru je 0,41 m a jeho osa je ve výšce 0,3 m od spodní hrany požeráku. Uzávěrem požeráku je dlužová stěna, která je tvořena 6 ti dřevěnými dlužemi o výšce 0,13 a 0,12 m, které jsou osazeny v drážkách požeráku s rozměry 0,02 x 0,05. Přelivná hrana se šířkou 0,25 m leží na úrovni 363,75 m.n.m.

#### Parametry:

Výška požeráku h (m):	1,03
Šířka požeráku (m)	0,7
Šířka šachty požeráku $d_s$ (m):	0,5
Výška přelivné hrany (m.n.m.):	363,75
Výška horní hrany (m.n.m.):	363,88
Průměr odpadního otvoru (m)	0,41
Přepadová šířka b (m):	0,25

### **6.1.5. Výpustné potrubí**

Odpadní beztlakové potrubí s délkou 7,32 m je navrženo jako betonové s vnitřním průměrem DN 300 mm a s tloušťkou stěny 5 cm. Potrubí, které je tvořeno 6 ti přímými troubami o délce 1,22 m, je usazeno na betonovém podkladě o rozměrech 0,5 x 0,15 m ve sklonu 0,01. Vtok do potrubí leží ve výšce 363,15 m.n.m., výtok v 363,09 m.n.m. Diletační spára mezi požerákem a potrubím je vyplněna těsnicí gumou. Potrubí je zaústěno do odpadního koryta.

### **6.1.6. Bezpečnostní přeliv**

Bezpečnostní korunový přeliv slouží k bezpečnému odvedení přebytečné vody z nádrže v případě poruchy výpustného zařízení. Je navržen uprostřed koruny hráze. V koruně hráze je vytvořen jako průliv pravidelného lichoběžníkového profilu. Šířka průlivu je 1,5, hloubka 0,2 a délka ve směru osy 1,7 m. Přelivná hrana leží na úrovni 363,88 m.n.m, její délka činí 0,22 m.

### **6.1.7. Odpadní koryto**

Odpadní koryto pravidelného lichoběžníkového tvaru má sklon 0,005 %. Jeho maximální zahloubení činí 0,34 m. Sklon břehů je navržen v poměru 1:2. Hlinitojílové dno koryta o šířce 0,5 m není nijak opevněno, jeho břehy jsou ponechány spontánnímu ozelenění.

Odpad je vybudován tak, aby do něho bylo možno zaústit výpustné potrubí. V odpadu by měl být zajištěn plynulý odtok, výška hladiny v odpadu by neměla zpětným vzduším ovlivňovat průtok vody ve výpustném zařízení.

## **6.2. Vodohospodářské řešení**

U nádrže se vodohospodářské řešení zabývá: určením objemu a velikosti zatopené plochy nádrže, vymezením funkčních částí prostoru nádrže, hydraulickým posouzením funkčních objektů, zjišťováním velikosti výparu z vodní hladiny, vodohospodářskou bilancí nádrže a výpočtem její doby prázdnění.



## 6.2.1. Charakteristické čáry

Průběh charakteristických křivek je zjištěn z podrobné situace (viz A.2. Situační výkres návrhu nádrže) Výpočet ploch zátopy je proveden pomocí programu Microstation V8.

$V$  (m<sup>3</sup>) – celkový objem v nádrži

Celkový objem v nádrži (Beran, 2001):

[2.1]

$$= \sum V_i$$

$V_i$  (m<sup>3</sup>) – objem vody mezi vrstevnicemi

Objem vody mezi vrstevnicemi (Beran, 2001):

[2.2]

$$V_i = \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \cdot \Delta h$$

$\Delta h$  (m) – výšková odlehlost vrstevnic

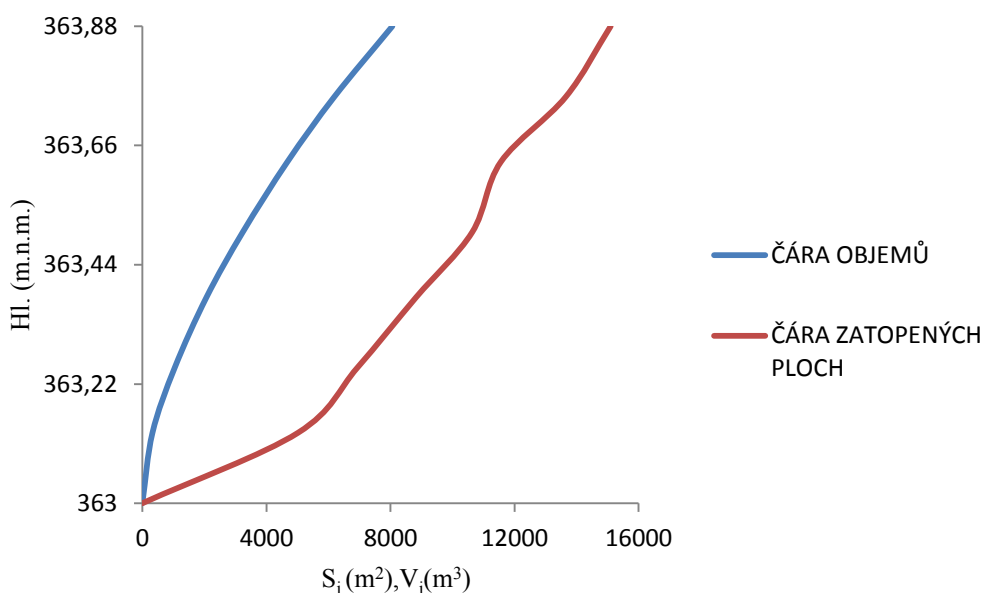
$S_i$  (m<sup>2</sup>) – plocha hladiny na úrovni hladiny Hl<sub>i</sub> (m.n.m.)

$S_{i+1}$  (m<sup>2</sup>) – plocha hladiny na úrovni hladiny Hl<sub>i+1</sub> (m.n.m.)

Tabulka 6. Charakteristické čáry nádrže

Hl. (m.n.m.)	$\Delta h$ (m)	$S_{i,i+1}$ (m <sup>2</sup> )	$V_{i,i+1}$ (m <sup>3</sup> )	pozn.
363,00	0	0	0	
363,13	0,13	5019	326,235	
363,25	0,12	6932,63	1043,333	
363,38	0,13	8829,35	2067,862	
363,5	0,12	10637,47	3235,871	
363,63	0,13	11564	4678,967	
363,75	0,12	13660	6192,407	Normální hl.
363,88	0,13	15103,2	8062,015	Max. provozní hl.

Obrázek 7. Charakteristické čáry nádrže



Hodnota objemu vody v nádrži při úrovni 363,75 m.n.m. je 6192,407 m<sup>3</sup>, při úrovni 363,88 m.n.m. 8062,015 m<sup>3</sup>. Hodnota plochy zátopy při úrovni 363,75 je 13660 m<sup>2</sup>, při úrovni 363,88 m.n.m. 15103,2 m<sup>2</sup>. Úroveň 363,75 m.n.m. odpovídá normální hladině, úroveň 363,88 m.n.m. maximální provozní hladině.

Jak je dále z tabulky 6. vidět, celkový zásobní objem nádrže s hodnotu 8062,015 m<sup>3</sup> je vymezen mezi kótami 363,13 – 363,88 m.n.m.

### 6.2.2. Zásobní prostor

Nádrž s největší hloubkou 0,75 m má navržený pouze zásobní prostor, který je ohraničen maximální provozní hladinou ležící na úrovni 363,88 m.n.m. Jeho velikost činí 1869,6 m<sup>3</sup>. Má zásadní vliv na krajínotvornou a ekologickou funkci nádrže a proto je navržen v co největší míře. Zásobní prostor vzhledem ke své velikosti, vycházející z místních podmínek, není určen k nadlepšování průtoku toku pod hrází.

### 6.2.3. Hydraulické posouzení funkčních objektů nádrže

V kapalině dochází ke dvěma druhům proudění – tlakovému a beztlakovému. Proudění kapaliny je možno určit, pokud známe v každém bodě tlak a rychlost (Roub a kol., 2003).

Hydraulické posouzení slouží k ověření správnosti návrhu funkčních objektů a zařízení, proto je provedeno u rozdělovacího objektu, nápuštného potrubí, požeráku

výpustného potrubí, bezpečnostního přelivu a odpadního koryta. Posouzení se provádí na základě příslušných hydraulických výpočtů (Vrána, 1998).

Hydraulické výpočty vycházejí z Bernoulliho rovnice a rovnice kontinuity (Roub a kol., 2003).

Výsledkem hydrologického posouzení daného objektu je jeho konzumpční křivka (Vrána, 1998), která znázorňuje vztah mezi vodním sloupcem a průtokem v určitém měrném profilu.

Průtok u daného funkčního objektu je možno dále zjistit z níže uvedené příslušné tabulky pomocí lineární interpolace.

## A. Rozdělovací objekt

$Q$  ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) – přepadové množství rozdělovacího objektu

Přepadové množství rozdělovacího objektu (Beran, 2001):

[3.1]

$$Q = m \cdot b_o \cdot (2g)^{1/2} \cdot h^{3/2}$$

$m$  – součinitel přepadu (0,43)

$h$  (m) – výška přepadového paprsku rozdělovacího objektu

$b_o$  (m) – účinná šířka přelivu

Účinná šířka přelivu (Beran, 2001):

[3.2]

$$b_o = b - 2K_v \cdot h$$

$b$  (m) – šířka přelivné hrany (4,71)

$K_v$  – součinitel vtoku

Součinitel vtoku (Beran, 2001):

[3.3]

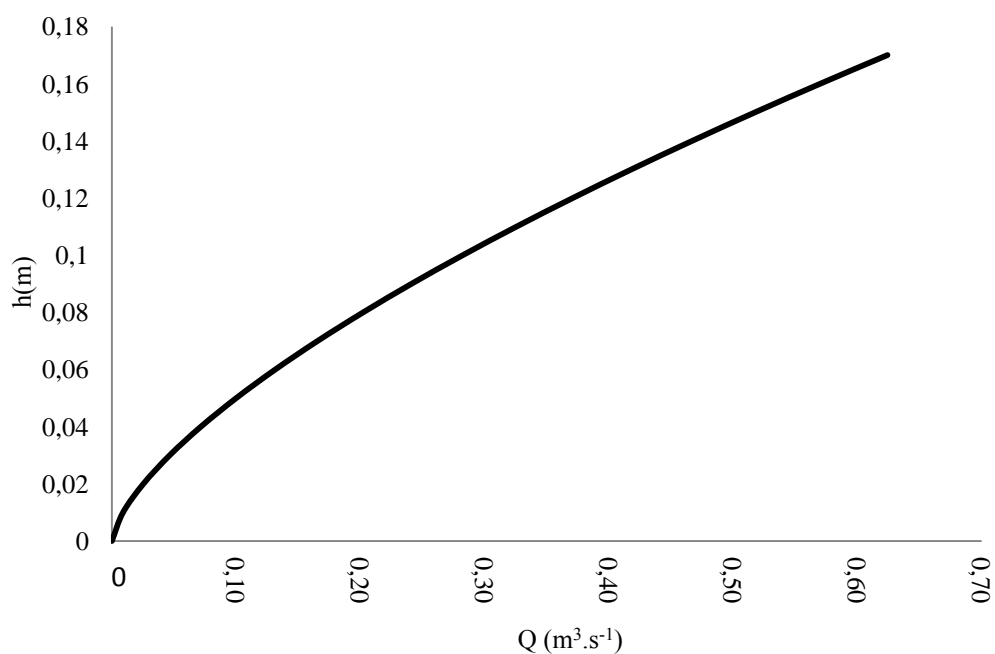
$$K_v = \frac{b \cdot K_{vo}}{b + h}$$

$K_{vo}$  – součinitel vtoku podle tvaru (pro ostrohranný – 0,1)

Tabulka 7. Konzumpční křivka rozdělovacího objektu

Hl. (m.n.m.)	h (m)	Q (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Pozn.
363,75	0	0	Normální hladina
363,76	0,01	0,0090	
363,77	0,02	0,0254	
363,78	0,03	0,0466	
363,79	0,04	0,0716	
363,8	0,05	0,1001	
363,81	0,06	0,1315	
363,82	0,07	0,1657	
363,83	0,08	0,2023	
363,84	0,09	0,2413	
363,85	0,1	0,2825	
363,86	0,11	0,3258	
363,87	0,12	0,3711	
363,88	0,13	0,4182	
363,89	0,14	0,4672	
363,9	0,15	0,5179	
363,91	0,16	0,5704	
363,92	0,17	0,6244	Max. hl. v potoce

Obrázek 8. Konzumpční křivka rozdělovacího objektu



Konzumpční křivka rozdělovacího objektu je stanovena od hladiny v korytě Starobuckého potoka 363,75 m.n.m. ( úroveň přepadové hrany rozdělovacího objektu) až k hladině 363,92 m.n.m. (horní hrana objektu, která je v potoce nejvyšší možná). Při

maximální hladině v korytě rozdělovacím objektem prochází průtok  $0,624 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , což je průtok rovnající se  $Q_{30}$ .

## B. Nápustné potrubí

$Q \text{ (m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$  – tlakový průtok nápustným potrubím

Tlakový průtok nápustným potrubím (Beran, 2001):

[3.4]

$$Q = S \cdot \left( \frac{2gH}{1 + \Sigma\zeta} \right)^{1/2}$$

$S \text{ (m}^2\text{)}$  – průtočný průřez potrubí (0,07065)

$H \text{ (m)}$  – rozdíl výšky hladiny v nádrži a v korytě potoka

$\Sigma\zeta \text{ (m)}$  – celková ztráta

Celková ztráta  $\Sigma\zeta$  (Beran, 2001):

[3.5]

$$\Sigma\zeta = \zeta_{\text{vtok}} + \zeta_{\text{po}}$$

$\zeta_{\text{vtok}} \text{ (m)}$  – ztráta vtokem (pro zkosený vtok - 0,8)

$\zeta_{\text{po}} \text{ (m)}$  – tření v potrubí

Tření v potrubí (Beran, 2001):

[3.6]

$$\zeta_{\text{po}} = 125 \cdot n^2 \cdot \frac{L}{D^{4/3}}$$

$n$  – drsnostní součinitel pro beton (0,014)

$L \text{ (m)}$  – délka potrubí (40)

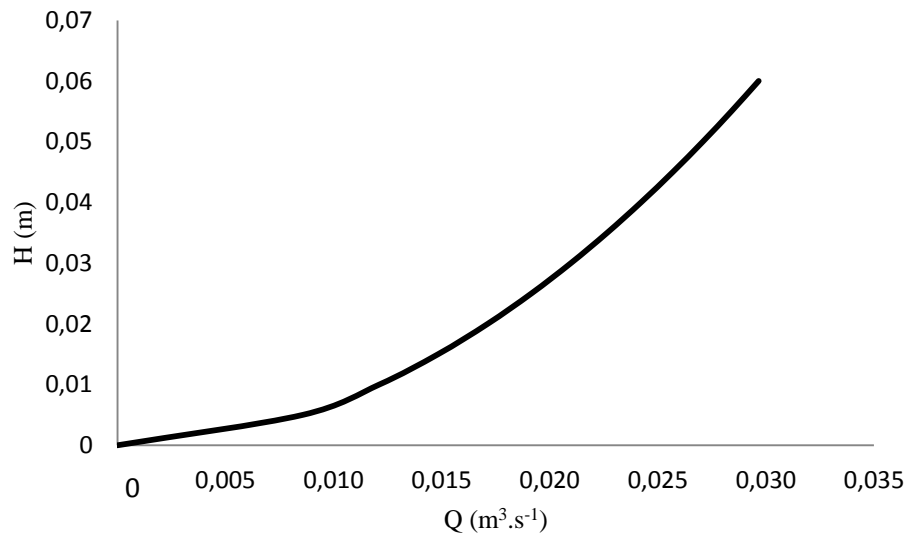
$D \text{ (m)}$  – průměr potrubí (0,3)

Tabulka 8. Konzumpční křivka nápustného potrubí

H (m)	Q (m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> )	pozn.
0	0,0000	
0,005	0,0086	

0,01	0,0121	
0,015	0,0148	
0,02	0,0171	
0,025	0,0191	
0,03	0,0210	
0,035	0,0227	
0,04	0,0242	
0,045	0,0257	
0,05	0,0271	
0,055	0,0284	
0,06	0,0297	

Obrázek 9. Konzumpční křivka nápuštěného potrubí



Konzumpční křivka potrubí je stanovena od rozdílu hladin  $H$  0 až k rozdílu 0,06 m.

### C. Požerák

$Q$  ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) – průtok přes dlužovou stěnu požeráku, výpočet podle [3.1]  
 $m$  – součinitel přepadu (0,43)

$h$  (m) – výška přepadového paprsku prožeráku

$b_o$  (m) – účinná šířka přelivu; výpočet podle [3.2]

$b$  (m) – šířka přelivné hrany (0,25)

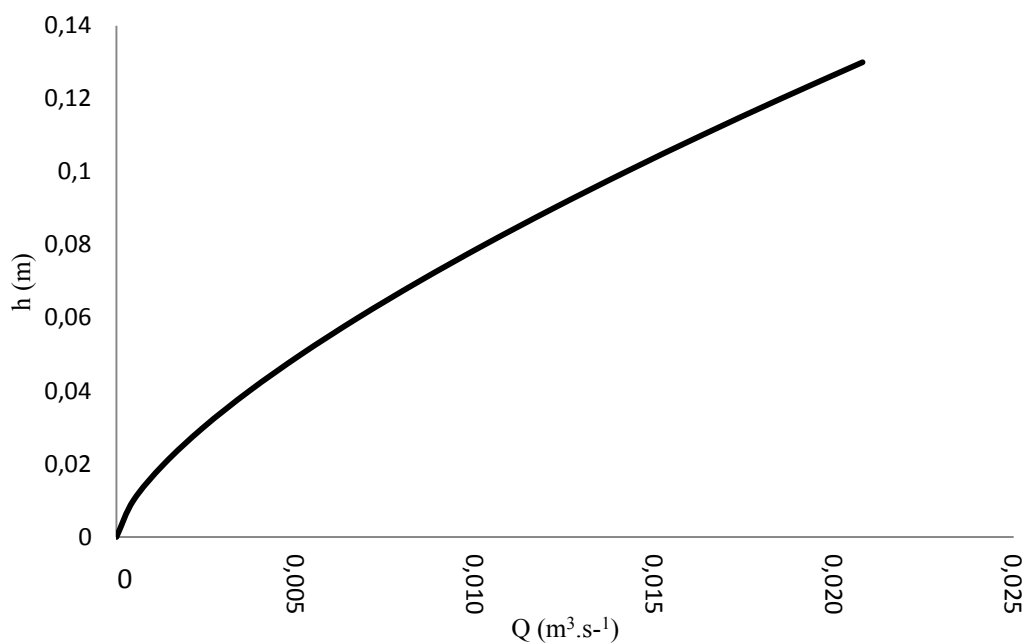
$K_v$  – součinitel vtoku; výpočet podle [3.3]

$K_{vo}$  – součinitel vtoku podle tvaru (pro ostrohranný – 0,1)

Tabulka 9. Konzumpční křivka požeráku

Hl. (m.n.m.)	h (m)	Q (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Pozn.
363,75	0	0,0000	Normální hladina
363,76	0,01	0,0005	
363,77	0,02	0,0013	
363,78	0,03	0,0024	
363,79	0,04	0,0037	
363,80	0,05	0,0051	
363,81	0,06	0,0067	
363,82	0,07	0,0084	
363,83	0,08	0,0103	
363,84	0,09	0,0122	
363,85	0,1	0,0142	
363,86	0,11	0,0163	
363,87	0,12	0,0185	
363,88	0,13	0,0208	Maximální hladina

Obrázek 10. Konzumpční křivka požeráku



Konzumpční křivka požeráku je stanovena od normální hladiny v nádrži 363,75 m.n.m. až k maximální provozní hladině 363,88 m.n.m. Při úrovni 363,88 m.n.m. požerákem prochází průtok 0,021 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

## D. Výpustné potrubí

### Beztlakové proudění

$Q$  ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) – beztlakový průtok výpustného potrubím

Beztlakový průtok výpustného potrubím -Manningově úpravě (Beran, 2001):

[3.7]

$$Q = S \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$S$  ( $\text{m}^2$ ) – průtočný průřez potrubí

$n$  – drstnostní součinitel potrubí (0,014)

$I$  – podélný sklon potrubí (0,01)

$R$  – hydraulický poloměr pro potrubí

Hydraulický poloměr pro potrubí (Beran, 2001):

[3.8]

$$R = S/O$$

$O$  (m) – omočený obvod potrubí

### Tlakové proudění

$Q$  ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) – tlakový průtok výpustným potrubím, podle vzorce [3.4]

$S$  ( $\text{m}^2$ ) – průtočný průřez potrubí

$H$  (m) – rozdíl mezi výškou hladiny v nádrži a výškou výtoku z potrubí

$\Sigma\zeta$  (m) – celková ztráta:  $\Sigma\zeta = \zeta_{vtok} + \zeta_{po} + \zeta_{\dot{s}}$

Celková ztráta:  $\Sigma\zeta$  (Beran, 2001):

[3.10]

$$\Sigma\zeta = \zeta_{vtok} + \zeta_{po} + \zeta_{\dot{s}}$$

$\zeta_{vtok}$  (m) – ztráta vtokem (0,5)

$\zeta_{po}$  (m) – tření v potrubí: výpočet podle [3.6]

$n$  – drstnostní součinitel potrubí (0,014)

$L$  (m) – délka potrubí (7, 32)

$D$  (m) – průměr potrubí (0,3)



$\zeta_s$  (m) – tření v požeráku

Tření v požeráku  $\zeta_s$  (Beran, 2001):

[3.11]

$$\zeta_s = \frac{2g \cdot n^2 \cdot l_s}{R^{4/3}}$$

n – drstnostní součinitel šachty požeráku (0,014)

$l_s$  (m) – délka zatopené šachty

R – hydraulický poloměr pro požerák (0,125), podle vzorce [3.8]

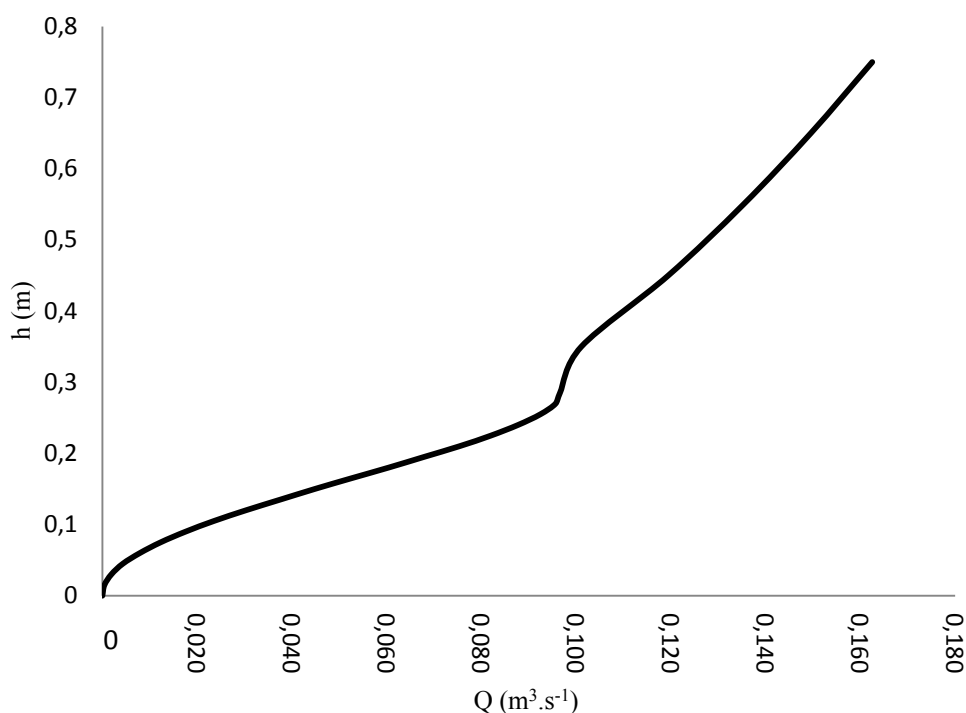
$S_s$  (m<sup>2</sup>) – průtočný průřez šachty (0,25)

$O_s$  (m) – omočený obvod šachty (2)

Tabulka 10. Konzumpční křivka výpustného potrubí

H	h (m)	S (m <sup>2</sup> )	O (m)	Q (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	pozn.
	0	0	0,1353	0,0000	
	0,015	0,0013	0,1353	0,0004	
	0,03	0,0037	0,1931	0,0019	
	0,045	0,0066	0,2386	0,0043	
	0,06	0,0101	0,2782	0,0079	
	0,075	0,0138	0,3142	0,0123	
	0,09	0,0178	0,3478	0,0175	
	0,105	0,022	0,3798	0,0235	
	0,12	0,0264	0,4108	0,0303	
	0,135	0,0309	0,4412	0,0375	
	0,15	0,0353	0,4712	0,0448	
	0,165	0,0398	0,5013	0,0525	
	0,18	0,0443	0,5316	0,0604	
	0,195	0,0486	0,5626	0,0678	
	0,21	0,0529	0,5947	0,0753	
	0,225	0,0569	0,6283	0,0820	
	0,24	0,0606	0,6643	0,0877	
	0,255	0,064	0,7039	0,0924	
	0,27	0,067	0,7499	0,0956	
	0,285	0,0694	0,8072	0,0966	
0,2525	0,35	0,07065		0,1011	tlakový průtok
0,3525	0,45	0,07065		0,1194	
0,4525	0,55	0,07065		0,1353	
0,5525	0,65	0,07065		0,1495	
0,6525	0,75	0,07065		0,1625	

Obrázek 11. Konzumpční křivka výpustného potrubí



Konzumpční křivka výpustného potrubí je stanovena od výšky 0 až k výšce 0,75 m. Maximální možný průtok přes dlužovou stěnu požeráku s hodnotou  $0,021 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  provádí potrubí beztlakově.

## D. Bezpečnostní přeliv

$Q \text{ (m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$ : – přepadové množství rozdělovacího objektu: výpočet podle [3.1]

$m$  – součinitel přepadu (0,37)

$h \text{ (m)}$  – výška přepadového paprsku bezpečnostního přelivu

$b_o \text{ (m)}$  – účinná šířka přelivu; výpočet podle [3.2]

$b \text{ (m)}$  – šířka přelivné hrany (0,22)

$K_v$  – součinitel vtoku; výpočet podle [3.3]

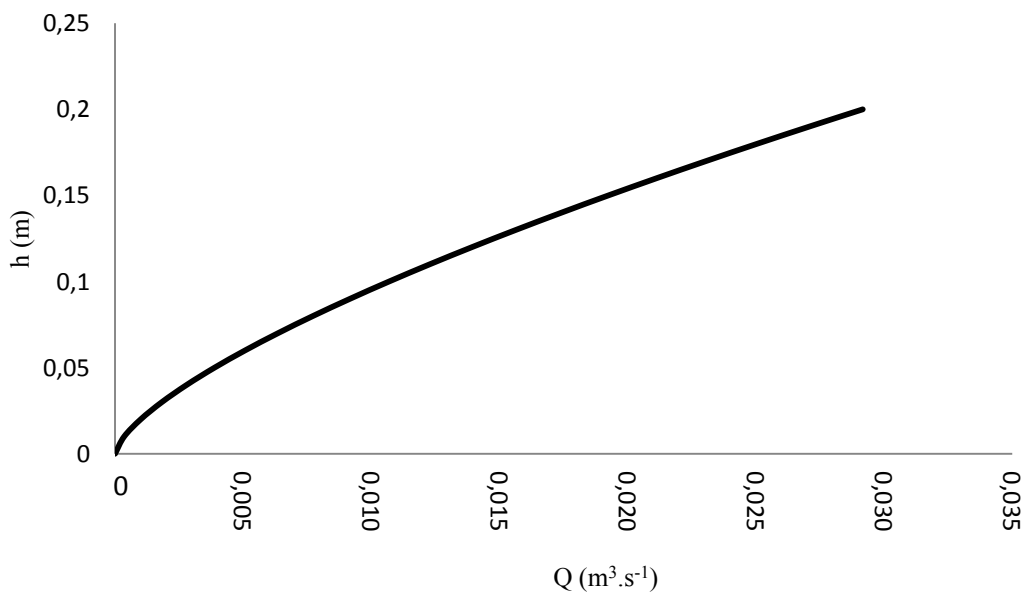
$K_{vo}$  – součinitel vtoku podle tvaru (pro ostrohranný - 0,1)

Tabulka 11. Konzumpční křivka bezpečnostního přelivu

Hl. (m.n.m.)	$h \text{ (m)}$	$Q \text{ (m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$	Pozn.
363,88	0	0,0000	Úroveň přelivné hrany
363,89	0,01	0,0004	

363,9	0,02	0,0010	
363,91	0,03	0,0018	
363,92	0,04	0,0028	
363,93	0,05	0,0039	
363,94	0,06	0,0051	
363,95	0,07	0,0064	
363,96	0,08	0,0077	
363,97	0,09	0,0092	
363,98	0,1	0,0107	
363,99	0,11	0,0123	
364,00	0,12	0,0139	
364,01	0,13	0,0156	
364,02	0,14	0,0174	
364,03	0,15	0,0192	
364,04	0,16	0,0211	
364,05	0,17	0,0231	
364,06	0,18	0,0251	
364,07	0,19	0,0271	
364,08	0,2	0,0292	Úroveň koruny hráze

Obrázek 12. Konzumpční křivka bezpečnostního přelivu



Konzumpční křivka bezpečnostního přelivu je stanovena od úrovně přelivné hrany 363,88 m.n.m. až k úrovni koruny hráze 364,08 m.n.m. Bezpečnostní přeliv s celkovou kapacitou  $0,029 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  umožní bezpečné přebytečné odvedení vody z nádrže.

## E. Odpadní koryto

$Q$  ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) – průtok odpadním korytem: výpočet podle [3.7]

$S$  ( $\text{m}^2$ ) – průtočný průřez koryta,

Průtočný průřez (Beran, 2001):

[3.12]

$$S = h(b + mh)$$

$h$  (m) – výška vodního sloupce v korytě

$b$  (m) – šířka dna (0,5)

$n$  – drsnostní součinitel dna (0,03)

$I$  – podélný sklon koryta (0,005)

$R$  – hydraulický poloměr pro koryto: výpočet podle [3.8]

$O$  (m) – omočený obvod koryta,

Omočený obvod (Beran, 2001):

[3.13]

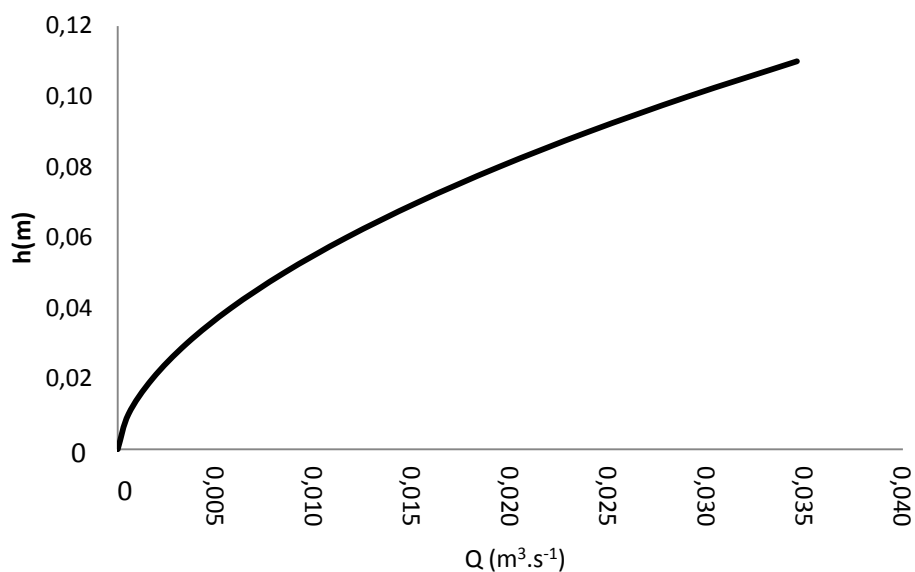
$$O = b + 2h(1 + m^2)^{0,5}$$

1:  $m$  – sklon břehů v poměru 1:2

Tabulka 12. Konzumpční křivka odpadního koryta

$h$ (m)	$S$ ( $\text{m}^2$ )	$O$ (m)	$R$	$Q$ ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )	Pozn.
0	0	0	0	0	
0,01	0,0052	0,544721	0,009546	0,0006	
0,02	0,0108	0,589443	0,018322	0,0018	
0,03	0,0168	0,634164	0,026492	0,0035	
0,04	0,0232	0,678885	0,034174	0,0058	
0,05	0,03	0,723607	0,041459	0,0085	
0,06	0,0372	0,768328	0,048417	0,0116	
0,07	0,0448	0,81305	0,055101	0,0153	
0,08	0,0528	0,857771	0,061555	0,0194	
0,09	0,0612	0,902492	0,067812	0,0240	
0,1	0,07	0,947214	0,073901	0,0291	
0,11	0,0792	0,991935	0,079844	0,0346	Max. kapacita v nejužším profilu

Obrázek 13. Konzumpční křivka odpadního koryta

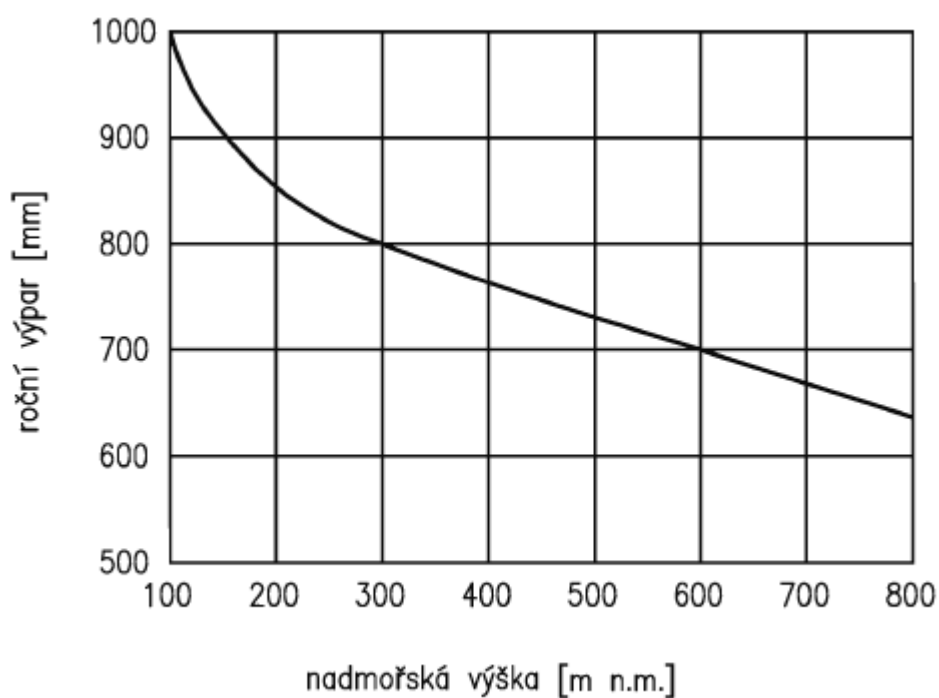


Konzumpční křivka odpadního koryta je stanovena od výšky 0 až k 0,11 m. Koryto je dimenzováno tak, aby bezpečně provedlo veškerý odtok z nádrže.

#### 6.2.4. Průměrný měsíční výpar

Výpar z vodní hladiny nádrže představuje největší ztrátu vody v nádrži, která je jednou z důležitých složek hydrologické bilance nádrže. Je závislý na teplotě, ale i na vlhkosti vzduchu. K určení orientačního průměrného ročního výparu slouží níže uvedený nomogram, který udává závislost výparu na nadmořské výšce.

Obrázek 14. Nomogram



**Zdroj:** (ČSN 75 2410)

Po zjištění průměrného ročního výparu z nomogramu je možné na základě tabulky 13 stanovit průměrný měsíční výpar v jednotlivých měsících.

Tabulka 13. Procentuální rozdělení průměrného ročního výparu do jednotlivých měsíců

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% ročního výparu	2	2	4	6	11	15	18	17	12	7	4	3

Zdroj: (ČSN 75 2410)

Roční výpar u navrhované nádrže s plochou zátopy 5866,171 m<sup>2</sup> při normální hladině 363,75 m.n.m. je 768 mm. Hodnoty výparu v jednotlivých měsících jsou uvedeny níže v tabulce 14.

Tabulka 14. Průměrný měsíční výpar

měsíc	1	2	3	4	5	6
výpar mm	15,36	15,36	30,72	46,08	84,48	111,36
výpar m <sup>3</sup>	209,8176	209,8176	419,6352	629,4528	1153,997	1521,178
výpar l.s <sup>-1</sup>	0,078337	0,08673	0,156674	0,242844	0,430853	0,586874

měsíc	7	8	9	10	11	12
výpar mm	138,24	130,56	88,32	53,76	30,72	23,04
výpar m <sup>3</sup>	1888,358	1783,45	1206,451	734,3616	419,6352	314,7264
výpar l.s <sup>-1</sup>	0,705032	0,665864	0,465452	0,274179	0,161896	0,117505

K největšímu výparu s hodnotou 0,705 l.s<sup>-1</sup> dochází v měsíci červenci, nejnižšímu s hodnotou 0,078 l.s<sup>-1</sup> v lednu.

## 6.2.5. Vodní bilance nádrže

Zjednodušená vodní bilance nádrže se počítá podle následujícího vzorce:

$$\text{BILANCE} = \text{PMP} - \text{PMV} - \text{MZP}$$

Průměrný měsíční přítok (PMP) je pro všechny měsíce stejný. Odvozuje se z dlouhodobého ročního průtoku  $Q_a$ , který je k dispozici namísto průměrných měsíčních průtoků. Jeho hodnota činí 11,11 l.s<sup>-1</sup>. Hodnoty průměrného výparu v jednotlivých měsících (PMV) jsou při výpočtu bilance použity z tabulky. Minimální zůstatkový průtok (MZP), je průtok, který bude v odpadním korytě protékat při nejnižším průtoku  $Q_{365}$  v Starobuckém potoce. Není stanovený vodohospodářským orgánem a jeho hodnota je 2,22 l.s<sup>-1</sup>.

Tabulka 15 Vodní bilance m<sup>3</sup>/měsíc

Měsíc	1	2	3	4	5	6
PMP	29770,42	26889,41	29770,42	28810,08	29770,42	28810,08
PMV	209,8176	209,8176	419,6352	629,4528	1153,997	1521,178
MZP	5954,083	5377,882	5954,083	5762,016	5954,083	5762,016
Bilance	23606,52	21301,71	23396,7	22418,61	22662,34	21526,89

Měsíc	7	8	9	10	11	12
PMP	29770,42	29770,42	28810,08	29770,42	28810,08	29770,42
PMV	1888,358	1783,45	1206,451	734,3616	419,6352	314,7264
MZP	5954,083	5954,083	5762,016	5954,083	5762,016	5954,083
Bilance	21927,97	22032,88	21841,61	23081,97	22628,43	23501,61

K nejnižšímu průtoku v potoce, který je 21927,97 m<sup>3</sup>/měsíc, dochází v měsíci červenci, kdy je největší výpar 1888,358 m<sup>3</sup>/měsíc.

## 6.2.6. Doba prázdnění nádrže

Výpustné zařízení je navrženo tak, že umožňuje úplné vypuštění nádrže. K prázdnění nádrže dochází postupným odjímáním dluží. K celkovému vypuštění nádrže, jak ukazuje tabulka 16, dojde zhruba za 44 hodin.

Doba  $t_i$ , během které hladina v nádrži klesne o výšku jedné dluže (Beran,2000)

[4.1]

$$t_i = 0,132 \frac{S_i + S_{i+1}}{2 \cdot m \cdot b_o \cdot z^{0,5}}$$

- $t_i$  (s) – doba, během které hladina v nádrži klesne o výšku jedné dluže  
 $S_i$  (m<sup>2</sup>) – plocha hladiny na úrovni hladiny  $H_{li}$  (m.n.m.)  
 $S_{i+1}$  (m<sup>2</sup>) – plocha hladiny na úrovni hladiny  $H_{li+1}$  (m.n.m.)  
 $m$  – součinitel přepadu (0,43)  
 $b_o$  (m) – účinná šířka přelivu požeráku; výpočet [2.2]  
 $z$  (m) – výška dluže (0,13, 0,12)

Tabulka 16. Doba prázdnění nádrže

Hl. (m.n.m.)	$S_i$	$t_i$ (s)	$t_i$ (hod)
363,75	13660	40275,03	11,18751
363,63	11564	34206,2	9,501723
363,5	10637	31082,57	8,634046
363,38	8829	24284,75	6,745765
363,25	6932,63	20610,77	5,725215
363,13	5975,815	9207,048	2,557513
363,00	0	0	0
		$\Sigma$	44,35

## 6.3. Úprava břehové čáry a okolí nádrže

Úprava břehové linie nádrže a okolí přispívá k posílení biodiverzity a ekologické funkce nádrže a dále i k lepšímu začlenění nádrže do krajiny. Úprava břehové čáry a okolí spočívá ve vymezení plochy pro rozvoj litorálního pásma, návrhu a výsadbě doprovodné zeleně podle odpovídajícího vegetačního stupně a výsadbě ochranného pásu (Slavík, 2000).



### 6.3.1. Litorální pásmo

Rozsáhlé mělkovodní pásmo a přirozeně tvarovaná zátoka vodní nádrže umožňuje vytvoření rozsáhlého litorálního pásma. To je vymezeno v dobře prosluněné jižně exponované části nádrže se sklonem dna menším než 1:5, hloubkou vody 0,5 – 0,6 m za normální hladiny (Just a kol., 2003).

Litorál je navržen na více než 50 % celkové plochy zátopy. Předpokládá se, že v budoucnu bude litorální pásmo zaujímat více než 80% plochy zátopy.

### 6.3.2. Návrh zeleně

Součástí návrhu nádrží je i projekt ozelenění. Vhodným řešením při návrhu nádrže se zdá být skupinová výsadba keřů a stromů, při které se používají středně veliké sazenice (0,5 - 1,5 m) a která zajistí časný vnik ochranného mikroklimatu a dosažení pokryvného efektu. Sazenice při tomto způsobu výsadby není vhodné sázet v malých hustotách a cílových sponech. Vegetační doprovod nádrže by neměl zastíňovat plochy vymezené pro rozvoj litorálního pásma. Stromová a keřová skladba by měla odpovídat vegetačnímu stupni a stanovištním podmínkám (Just a kol., 2003).

Podél břehové čáry nádrže s kolísavou hladinou je volena skupinová výsadba vrby bílé (*Salix alba*), protože dobře snáší trvalé ale i dočasné zamokření. Olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) snáší pouze trvalé zamokření a společně s uvedenou vrbou tvoří skupinovou výsadbu podél odpadového koryta a tůně pod hrází nacházející se v trvale zamokřeném území.

### 6.3.3. Ochranný travní pás

Ochranný travní pás má šířku 20 m, je navržen po obvodu nádrže. K osetí pásu je použita travinobylinná směs. Před osetím je nutné připravenou plochu po obvodu nádrže ohumusovat alespoň deseticentimetrovou vrstvou zeminy.

## 7. Závěr

Návrh, výstavba a následný provoz nádrže by měly maximálně podporovat dosažení požadovaných revitalizačních efektů.

Před vlastní výstavbou nádrže je potřeba na lokalitě určené k výstavbě nádrže provést biologické posouzení, jehož náplní je popis a přesné vymezení území, popis vegetace, výčet významných druhů a vliv projektu na populace významných rostlin a živočichů (Just a kol., 2003).

Při vlastní výstavbě nesmí být poškozeny zájmy ochrany přírody a krajiny. Výstavbu nádrže je třeba provádět s maximálním ohledem na břehový doprovod Starobuckého potoka, který je nutné v maximální míře chránit.

Po dokončení stavby je vhodné provést činnosti, které pomohou k usazení a zapojení díla a které napomáhají příznivým směrům samovolnému dotváření stavby a zapěstování vegetace (Just a kol., 2003).

## 8. Přehled použité literatury a použitých zdrojů

**Beran J., 2000:** Základy vodního hospodářství, ČZU – Lesnická fakulta, Praha, str. 16, 17 – 18, 72, 74, 76, 83 -86.

**Bureš R., 2012:** Výškopisné a polohopisné zaměření lokality určené k výstavbě navrhované nádrže, Geodetická kancelář – Geokan, Trutnov.

**Bureš R., 2012:** Měřičská zpráva lokality určené k výstavbě navrhované nádrže, Geodetická kancelář – Geokan, Trutnov.

**Burián Z., a kol., 2011:** Pozemkové úpravy v České republice, Consult, Praha, str. 94 -115.

**ČHÚ, 2014:** Hydrologické data k povodí č. 1–01–01-043, pobočka Hradec Kralové – Hradec Králové (Svobodné Dvory).

**ČSN 75 2410** Málé vodní nádrže, v planém znění

**ČÚZK, 2014:** Katastrální území obce Staré Buky (ortofoto + katastrální mapa), verze aplikace: 5.1.0 build 1, Praha 8, online: nahlizenidokn.cuzk.cz, cit. 11.11.2014.

**Demek a kol., 1987:** Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČSR, Academia, Praha.

**Hadač E., 1982:** Krajina a lidé, Academia, Praha, str. 84, 106.

**Herynek J., 2000:** Koncepce uceleného krajinného plánování – Reálné možnosti retence na lesních půdách, Dům techniky Brno spol. s.r.o., Lednice na Moravě, str. 94.

**Just T. a kol., 2009:** Obnova rybníků: Obnova malých vodních nádrží jako významných krajinných prvků, Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha, str. 8.

**Just T. a kol., 2003:** Revitalizace vodního prostředí, Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha, str. 7, 9, 63 – 65, 70, 72, 74, 78 – 79, 82, 99 – 104, 110 – 112, 117.

**Jůva K. a kol., 1977:** Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, str. 19, 26-27.

**Jůva K. a kol., 1980:** Malé vodní nádrže, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, str. 7, 11 – 17, 32, 66 – 69, 104 -105.

**Netopil R., 1969:** Základy hydrologie povrchových a podpovrchových vod, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, str. 223.

**Neuhäslová Z. a kol., 1998:** Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky, Academia, Praha.

**Pavlica J., 1964:** Malé vodní nádrže a rybníky, Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1, str. 17, 57, 83, 85, 89, 91, 178 – 179.

**Quitt E. a kol., 1998:** Porovnání klimatické regionalizace ČR, online: [janovec.wz.cz/pivec.htm](http://janovec.wz.cz/pivec.htm), cit. 11. 11.2014.

**Ramsarská úmluva**, o mokřadech mající mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva, platné znění.

**Roub R. a kol., 2003:** Hydraulika – příklady, ČZU - Lesnická fakulta, Praha, str. 24-25

**Říha J., 1987:** Voda a společnost, Nakladatelství technické literatury, Praha, str. 33.

**Seják J. a kol., 2010:** Hodnocení funkcí a služeb ekosystémů České republiky, Fakulta životního prostředí UJEP, Ústí nad Labem, str. 38 – 39.

**Slavík L., 2000:** Biotechnické úpravy v krajině, Fakulta životního prostředí UJEP, Ústí nad Labem, str. 171, 178, 207, 210.

**Slavík L., 2004:** Vodní režimy v krajině, Fakulta životního prostředí UJEP, Ústí nad Labem, str. 6, 26, 34, 73, 74, 191-194.

**Smilnický V., 2008:** Územní plán obce Staré Buky - Výkres předpokládaného záboru půdy, TENET s.r.o., Trutnov, online: [www.starebuky.cz](http://www.starebuky.cz).

**Stránská M., 2002:** Flora a vegetace lokality rákosiny u Pilníkova, ČZU – Agronomická fakulta, Praha.

**Šálek J., 1996:** Malé vodní nádrže v životním prostředí, Vysoká škola báňská – Technická univerzita, Ostrava, str. 11, 20,21,22 35,37, 38, 85, 121.

**Šálek J., 2000:** Koncepce uceleného krajinného plánování – Význam malých vodních nádrží při vytváření krajinného rázu, Dům techniky Brno spol. s.r.o., Lednice na Moravě, str. 77-83.

**Šlezinger M., 2010:** Revitalizace toků: Příspěvek k problematice úprav vodních toků, Vysoké učení technické v Brno, Brno, str. 31 – 32, 191-200.

**Šlezinger M., 2011:** Břehová abraze – možnosti stabilizace břehů, Mendlova univerzita, Brno, str. 10 – 20.

**Tlapák V. a kol., 1992:** Voda v zemědělské krajině, Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha, str., 14 – 15, 40, 68 – 69, 196, 286 – 287.

**Tlapák V., 2000:** Koncepce uceleného krajinného plánování - Zadržování vody v krajině melioračními a revitalizačními opatřeními, Dům techniky Brno spol. s.r.o., Lednice na Moravě, str. 85 -91.

**Vaška J. a kol., 2000:** Hydromeliorace, Nakladatelství ŠEL, spol. s.r.o., Praha, str. 11, 12, 176.

**Vejlupek M. a kol., 1987:** Geologická mapa ČSR 1: 50 000. List 03 -44 Dvůr Králové, ÚÚG, Praha.

**Vlasák J. a kol., 2007:** Pozemkové úpravy, ČVUT, Praha, str. 93, 124,133.

**Vrána K. a Beran K., 2002:** Rybníky a účelové nádrže, ČVUT, Praha, str. 25, 26, 63-73, 108, 110.

**Vrána K., 1998:** Rybníky a účelové nádrže – Příklady, ČVUT, Praha, str. 16 – 29.

**Vrána K., 2000:** Voda pro příští generace: Voda a krajinné inženýrství, Klub techniků ČVTVHS, Praha, str. 62 - 68.

**VÚMOP, 2014:** e - katalog BPEJ, Praha 5 – Zbraslav, online: [bpej.vumop.cz](http://bpej.vumop.cz), cit. 11.11. 2014.

**Zákon 254/2001 Sb.,** o vodách a o změně některých zákonů (Vodní zákon), v platném znění.

## 9. Seznam příloh

### A. Výkresová dokumentace

- A.1. Výškopisné zaměření lokality nádrže (1:1000)
- A.2. Situační výkres návrhu nádrže (1:1000)
- A.3.1. Příčný řez nádrže A' – A' (1 : 100)
- A.3.2. Příčný řez nádrže B' – B' (1: 100)
- A.3.3. Příčný řez nádrže C' – C' (1:100)
- A.4. Podélný řez nádrže D' – D' (1:100)
- A.5. Vzorový příčný řez hráze A1 - A1 (1:50)
- A.6. Výpustné zařízení (1:50)
  - A.6.1. Požerák (1:20)
- A.7. Bezpečnostní přeliv (1:50)
- A.8. Nápustné potrubí (1:50)
- A.9. Rozdělovací objekt (1:50)
- A.10. Odpadní koryto (1:100)
- A.11. Úprava toku pod hrázi (1:200)
- A.12. Návrh zeleně (1:1000)

### B. Měřičská zpráva