



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

# MULTIFUNKČNÍ ZAHRADNÍ JEZÍRKA A VODNÍ NÁDRŽE

MULTIFUNCTIONAL GARDEN PONDS AND RESERVOIRS

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Václav Kraváček

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL KRIŠKA, Ph.D.

BRNO 2021



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Václav Kraváček
Název	Multifunkční zahradní jezírka a vodní nádrže
Vedoucí práce	Ing. Michal Kriška, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

---

doc. Ing. Daniel Marton, Ph.D.

Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.

Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

- 1) Šálek, J., Malý, J., Čistící procesy ve stabilizačních nádržích využívaných k čištění odpadních vod v krajině, příspěvek na konferenci Krajina, meliorace a vodní hospodářství na přelomu tisíciletí, VUT, MZLU, ICID, Brno, 1999
- 2) Šálek, J., Tlapák, V.: Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod. 1. vydání. Praha: Informační centrum ČKAIT, s.r.o., 2006. 283 s. ISBN 80-86769-74-7.
- 3) LELLÁK, Jan. Hydrobiologie. Praha: Karolinum, 1991. ISBN 80-7066-530-0
- 4) Databáze sciencedirect.com
- 5) Technické listy materiálů pro nádrže, jezírka (hydroizolace, betonové prvky)

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce se zaměřuje na teoretické srovnání variantních provedení zahradních jezírek, okrasných nádrží, koupacích biotopů, závlahových nádrží, stabilizačních nádrží a případně kombinaci těchto specifických druhů technického řešení pro nakládání s vodou. Jelikož se v dnešní době nevyskytuje ucelený materiál jako podklad pro návrh nádrží, bude stěžejním úkolem práce sběr informací ze starší literatury a propojení získaných poznatků s novými technickými možnostmi – materiály, výroba, katalogy a technická řešení ve 21. století.

V případě, že práce nebude dostatečně obsáhlá v teoretické rovině, bude doplněna konkrétním řešením – návrhem specifické nádrže pro daného investora, včetně výčtu výhod, nevýhod, specifik a dalších parametrů – vše provázáno se získanými poznatky.

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Michal Kriška, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá problematikou zahradních jezírek a vodních nádrží se zaměřením nejen na technické provedení, ale také na dlouhodobé udržení kvality vody. Hlavní část práce je věnována bližšímu popisu materiálů určených pro stavbu zahradních jezírek, technické vybavenosti, či uspořádání jednotlivých zón v jezírku. Dále se práce zabývá bližším popisem, parametry a charakterem vybraných typů nádrží, jako jsou např. jezírka určená k chovu ryb, či přírodních koupacích biotopů. V neposlední řadě je práce koncipována jako literární rešerše zásadních poznatků v oblasti realizace zahradních jezírek a jejich údržby. Na teoretické poznatky navazuje druhá část práce, zaměřená na návrh dvou variant provedení zahradního jezírka pro vybraného investora.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Zahradní jezírko, koupací jezírko, biotop, jezírko pro chov ryb, vodní rostliny, vodní živočichové, jezírková technika, kvalita vody

## **ABSTRACT**

The bachelor's thesis deals with the issue of garden ponds and reservoirs with a focus not only on technical design, but also on long-term maintenance of water quality. The main part of the work is devoted to a more detailed description of materials intended for the construction of garden ponds, technical equipment, or the arrangement of individual zones in the pond. Furthermore, the work deals with a detailed description, parameters and character of selected types of reservoirs, such as ponds intended for fish farming, or natural bathing habitats. Last but not least, the work is conceived as a literary search of fundamental knowledge in the field of implementation of garden ponds and their maintenance. The theoretical knowledge is followed by the second part of the work, focused on the design of two variants of the design of a garden pond for a selected investor.

## **KEYWORDS**

Garden pond, swimming pond, biotope, pond for fish farming, aquatic plants, aquatic animals, pond technology, water quality

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Václav Kraváček *Multifunkční zahradní jezírka a vodní nádrže*. Brno, 2021. 98 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Michal Kriška, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Multifunkční zahradní jezírka a vodní nádrže* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 25. 5. 2021

---

Václav Kraváček

autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Multifunkční zahradní jezírka a vodní nádrže* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2021

---

Václav Kraváček

autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Michalu Kriškovi, Ph.D., za jeho čas, odborné rady a ochotu. Dále bych rád poděkoval celé rodině za podporu a trpělivost při psaní této práce.

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
1.1	Cíle .....	12
<b>2</b>	<b>PROBLEMATIKA ZAHRADNÍCH JEZÍREK.....</b>	<b>13</b>
2.1	Správný výběr zahradního jezírka .....	14
2.2	Potřebná legislativa.....	14
2.3	Umístění a rozměry .....	15
2.3.1	Výběr místa.....	16
2.3.2	Profil nádrže (zóny, hloubky) .....	16
2.3.3	Sklon břehů.....	21
2.4	Typy materiálů pro stavbu jezírka .....	22
2.4.1	Bližší popis jednotlivých materiálů dle účelu .....	22
2.5	Založení a samotná výstavba jezírka.....	28
2.5.1	Trubní rozvody a dnové výpusti .....	29
2.5.2	Výpočet množství fólie a geotextílie .....	29
2.5.3	Volba vhodného substrátu .....	30
2.5.4	Výsadba rostlin .....	30
2.5.5	Správné zakončení okrajů jezírka .....	31
2.6	Stručný popis doporučené péče o jezírka během roku .....	32
2.7	Technika pro zahradní jezírka .....	33
2.7.1	Čerpadla.....	33
2.7.2	Filtrace .....	35
2.7.3	UV zářiče .....	39
2.7.4	Vysavače, odsavače kalu .....	39
2.7.5	Hladinová odsávací zařízení – Skimmery.....	40
2.7.6	Vzduchovací zařízení a okysličovačla.....	41
<b>3</b>	<b>BLIŽŠÍ POPIS VYBRANÝCH TYPŮ NÁDRŽÍ.....</b>	<b>42</b>



<b>3.1</b>	<b>Zahradní jezírka určené pro chov ryb .....</b>	<b>42</b>
3.1.1	Časté druhy ryb pro zahradní jezírka .....	42
<b>3.2</b>	<b>Koupací jezírka a přírodní jezírka - biobazény .....</b>	<b>48</b>
3.2.1	Charakteristika koupacího jezírka.....	50
3.2.2	Charakteristika přírodního bazénu - biobazénu .....	51
3.2.3	Typy jezírek a biobazénů .....	51
3.2.4	Význam rostlin v koupacích jezírkách.....	53
3.2.5	Nejčastější konstrukční a funkční nedostatky .....	53
<b>3.3</b>	<b>Mokřady .....</b>	<b>54</b>
<b>3.4</b>	<b>Malá jezírka a nádrže .....</b>	<b>56</b>
<b>4</b>	<b>PRINCIP EKOLOGICKÝCH ZAHRADNÍCH JEZÍREK .....</b>	<b>58</b>
<b>4.1</b>	<b>Organismy zahradních jezírek .....</b>	<b>59</b>
4.1.1	Nekton .....	59
4.1.2	Bentos .....	59
4.1.3	Plankton .....	60
<b>4.2</b>	<b>Organismy pro zlepšení kvality vody .....</b>	<b>61</b>
<b>5</b>	<b>KVALITA A VLASTNOSTI VODY ZAHRADNÍCH JEZÍREK.....</b>	<b>63</b>
5.1.1	Klasifikace stojatých vod podle úživnosti .....	63
5.1.2	Hodnota pH.....	63
5.1.3	Alkalita .....	64
5.1.4	Kyslík.....	64
5.1.5	Oxid uhličitý .....	65
5.1.6	Teplota vody .....	65
5.1.7	Zákal a zbarvení.....	65
5.1.8	Tvrdost vody .....	65
5.1.9	Fosfor.....	66
5.1.10	Dusíkaté látky .....	67
<b>5.2</b>	<b>Základní typy zdrojových vod .....</b>	<b>67</b>
<b>6</b>	<b>NÁVRH ZAHRADNÍHO JEZÍRKA .....</b>	<b>70</b>

<b>6.1</b>	<b>Návrh zahradního jezírka č.1</b> .....	<b>71</b>
6.1.1	Umístění a tvar jezírka .....	71
6.1.2	Rozměry jednotlivých zón s návrhem osázení rostlin.....	73
6.1.3	Volba materiálu .....	75
6.1.4	Technika .....	76
6.1.5	Potřebná údržba .....	77
<b>6.2</b>	<b>Návrh zahradního jezírka č.2</b> .....	<b>77</b>
6.2.1	Umístění a tvar jezírka .....	77
6.2.2	Rozměry jednotlivých zón s návrhem osázení rostlin.....	78
6.2.3	Volba materiálu .....	81
6.2.4	Technika .....	81
6.2.5	Návrh rybí obsádky.....	82
6.2.6	Potřebná údržba .....	82
<b>6.3</b>	<b>Orientační posouzení bilance vody v jezírku</b> .....	<b>82</b>
<b>6.4</b>	<b>Srovnání návrhů obou jezírek</b> .....	<b>85</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>86</b>
<b>8</b>	<b>POUŽITÉ ZDROJE:</b> .....	<b>88</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>95</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>98</b>

# 1 ÚVOD

Voda je jeden z nejdominantnějších přírodních živlů. V přírodě ji můžeme potkat v mnoha podobách, jako jsou například lesní studánky, malé potůčky, mocné řeky a jezera se svou třpytící se hladinou. Vodu nepotkáváme jen v tekutém skupenství, ale také ve formě plynné jako vodní pára a především v zimních měsících v tuhém skupenství ve formě ledu. Zdroj vody je nepostradatelný pro veškerý život na naší planetě. Obecně platí pravidlo, že její hodnotu si lidé uvědomí až tehdy, když je jí nedostatek. Na vodu není odkázán pouze člověk, nýbrž i všichni živočišové, včetně těch, kteří ji obývají (ryby, žáby, vodní hmyz), ale také spousta dalších suchozemských zvířat a rostlin.

Člověk se v přítomnosti vodních prvků většinou cítí příjemněji. Pozorování pohybující se vody ve vodním korytě nebo stojaté vody ve vodní nádrži, působí uklidňujícím dojmem na většinu populace. Z tohoto důvodu vznikla oblast zahradních jezírek, přičemž jejich primárním účelem je právě dobrý pocit osob, které se v blízkosti jezírka vyskytují.

Díky vývoji nových technologií a lidským poznatkům se zahradní jezírka dají využít k mnoha účelům. Vždy záleží na přání a představě konkrétního člověka, zda chce jezírko přírodního charakteru, jenž bude sloužit především k dekorativním účelům, relaxaci a odpočinku, nebo preferuje využití vodní plochy k osvěžení v horkých letních měsících. Často zejména drobní investoři nebo vlastníci zahrad usuzují, že koupání v nádržích pravidelných tvarů s použitím dezinfekce vody není to, co by si představovali jako ideální řešení. Zahradní jezírko se potom nabízí jako alternativa ke standardním bazénům, u nichž se udržuje čistá voda prostřednictvím dezinfekčních prostředků a přísně nastavené filtrace bazénové vody. Samozřejmě navrhnout koupací jezírko tak, aby dobře fungovalo a po pár letech nepůsobilo zanedbaným dojmem, není vůbec jednoduchý úkol. Ani sebelépe navržené jezírko nemůže udržet přirozenou cestou kvalitní vodu, je potřeba dodržování pečlivé údržby a předem definovaných pravidel. Stále častěji bývá také požadavkem při realizaci jezírek chov okrasných ryb s cílem oživení jezírka. Nemusí se jednat pouze o ryby, na které jsme zvyklí z našich končin. V dnešní době se velké oblibě těší ryba, jenž má kořeny v dalekém Japonsku, známá pod názvem kapr Koi.

## 1.1 CÍLE

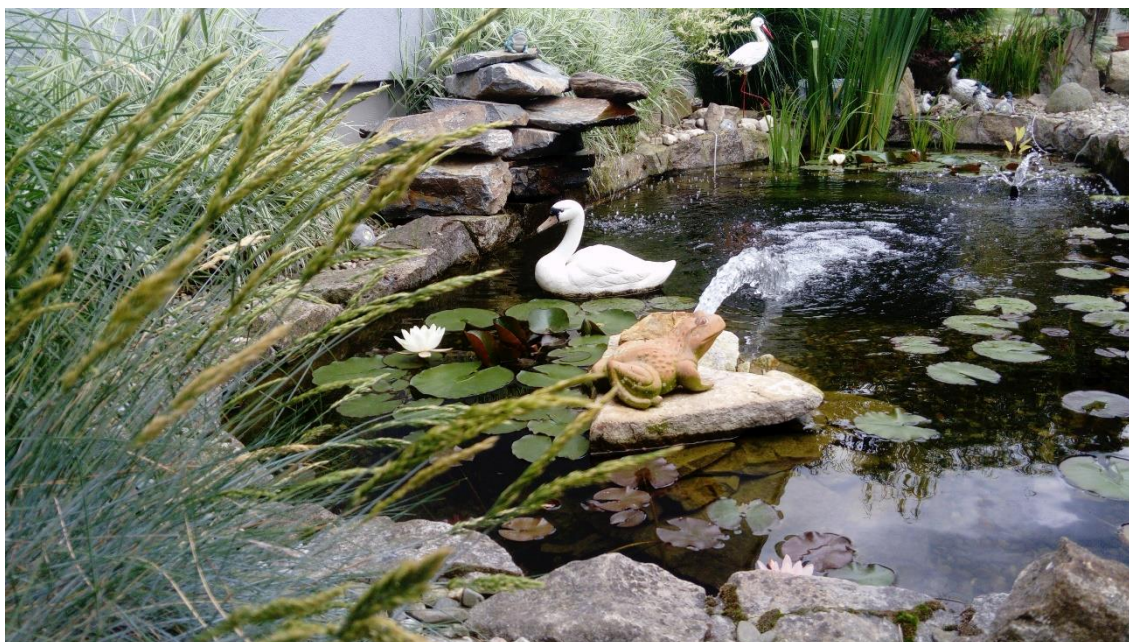
Cílem bakalářské práce je zpracování rešerše a ucelení veškerých dostupných informací, zabývajících se problematikou zahradních jezírek sloužících k různým účelům. Pozornost bude zaměřena nejen na online zdroje, ale zejména tištěnou literaturu, dostupnou pro většinu populace v ČR. V práci bude popsán postup vhodného umístění, volby tvaru, či správného vytvoření jednotlivých zón, k nimž budou kromě vhodného výškového uspořádání uvedeny také konkrétní příklady vodních rostlin. Rovněž bude uvedena legislativa potřebná pro stavbu zahradních nádrží. Podstatná část se bude věnovat popisu výstavby zahradních jezírek s bližší charakteristikou materiálů, mezi které patří izolačních fólií, podkladový materiál, či prvky sloužící k oddělení jednotlivých zón. K dlouhodobému udržení kvality vody bude popsáno nejen využití různé techniky, ale také přirozeného samočistícího procesu. Záměrem bude mimo jiné představení ryb chovaných nejen z estetických důvodů. Problematika koupacích jezírek bude zaměřena především na popis různých typů, počínaje jezírky zcela přírodními bez využití jakékoliv techniky, až po specifické biobazény. Určitá pozornost se bude vztahovat i k popisu ekologických jezírek. V neposlední řadě budou představeny základní vlastnosti vody, která je vhodná do těchto nádrží. Na veškeré zjištěné informace bude navazovat i praktická část práce, která se bude zabývat návrhem a srovnáním dvou typů jezírek pro vybraného investora. Lze předpokládat, že praktický výsledek práce bude aplikován ještě v roce 2021.

## 2 PROBLEMATIKA ZAHRADNÍCH JEZÍREK

Zahradní jezírka se ve větší míře začala budovat v Československu od počátku osmdesátých let. V dnešní době již neplatí, že musí být výsadou pouze lidí s velkým pozemkem a nemalým finančním obnosem, ale můžou dopřát radost opravdu každému. Na zahradách tak vznikají pěkné přirozeně působící vodní plochy, jež vytvářejí mnoha živočichům potřebné životní prostředí, které se často v blízkém okolí nemusí ani vyskytovat. Není však pravidlem, že každá vodní nádrž může plnit takovou úlohu. Aby se uměle vybudované jezírko stalo skutečně živoucí oázou podle požadovaných představ, musí být splněno několik významných faktorů [1], jež budou popsány v následujících kapitolách.

Velký význam budování nádrží v zahradách je zachycování dešťové vody, jež přispívá k jímání jejího přebytku. Zachytáváním dešťové vody se odlehčuje nejen kanalizacím, ale zároveň se voda může využít i pro zalévání [1] a současně se prostřednictvím otevřené vodní plochy zlepšuje mikroklima v bezprostřední blízkosti, dochází k výparu vody, vytváří se životní prostředí pro vodní i suchozemské živočichy, hmyz, včelstvo apod. Jezírko svým uspořádáním zadržuje vodu v krajině a současně bojuje se suchem. Po fyzikální stránce vodní prvek vyrovnává teploty (tepelná kapacita velkého objemu vody ovlivňuje okolní teplotu).

Vodní nádrže představují obohacení zahrady nejen pro faunu, ale i pro celkový vzhled a jsou důležitým prvkem zahradní architektury. Nejčastější a nejoblíbenější formou vodní plochy na zahradách jsou právě zahradní jezírka nebo rybníčky [2].



Obrázek 1: Pohled na multifunkční jezírko

## 2.1 SPRÁVNÝ VÝBĚR ZAHRADNÍHO JEZÍRKA

Při výběru a následném plánování vodní zahrady by se mělo postupovat pečlivě a dopřát si čas na optimální řešení. Zabrání se tak pozdějším změnám a dalším neočekávaným investicím. Je třeba si uvědomit, že pokud je jezírko jednou hotové, lze případnou přestavbu realizovat už jen s velkými obtížemi [3].

Velikost zahradních jezírek se přizpůsobuje celkové ploše zahrady. Navrhnout se dají jako přírodní zcela bez dalších technických vymožeností, nebo mohou být oživeny různými doprovodnými prvky, jako jsou vodní chrliče, vývěrové kameny, fontány, tekoucí potůčky, nebo vodopády. Pokud se jedná o více technické řešení, může být pro udržitelný stav požadována určitá technická vybavenost, jako jsou například oběhová čerpadla, filtrační zařízení atd. [2].

**Výčet nejčastějších účelů pro založení jezírka dle [1]:**

- jako uklidňující vodní plocha (po stránce psychologické, sociální)
- jako osvěžující fontána či napajedlo pro ptáky a hmyz
- za účelem pěstování vodních rostlin (estetická funkce)
- jako přírodní biotop (architektura zahrady)
- jako jezírko ke koupání
- jako jezírko pro okrasné ryby

V tomto seznamu by se dalo pokračovat a rozlišovat další a další typy. Mnohé lze mezi sebou kombinovat, například přírodní biotop lze využít ke koupání, jiné kombinace však mohou být mnohdy problematické, jako například chov ryb v nádržích příliš malých rozměrů, chov ryb vs. koupání atd. Ve výsledku je téměř každé jezírko multifunkční, nelze striktně oddělit jednu funkci a účel od druhé.

## 2.2 POTŘEBNÁ LEGISLATIVA

Česká republika se řídí v této problematice Zákonem č. 183/2006 Sb. jejíž znění je ve zkráceném podání s výtahem důležitých paragrafů následující:

*Dle § 79 Rozhodnutí o umístění stavby ani územní souhlas nevyžadují:*

- *bazén do 40 m<sup>2</sup> zastavěné plochy na zastavěném stavebním pozemku rodinného domu nebo stavby pro rodinnou rekreaci v zastavěném území nebo v zastavitelné ploše umístěný v odstupové vzdálenosti nejméně 2 m od hranice pozemku, a jeho související technické zařízení*

*Dle § 80 Rozhodnutí o změně využití území ani územní souhlas nevyžadují:*

- *terénní úpravy do 1,5 m výšky nebo hloubky o výměře do 300 m<sup>2</sup> na pozemcích, které nemají společnou hranici s veřejnou pozemní komunikací nebo veřejným prostranstvím, pokud nedochází k nakládání s odpady*
- *změny druhu pozemku nebo způsobu využití pozemků o výměře do 300 m<sup>2</sup>*

*Dle § 96 Územní souhlas postačí v případech:*

- *stavebních záměrů uvedených v § 103*
- *změn druhu pozemku a způsobu využití pozemků o výměře nad 300 m<sup>2</sup> nejvíce však do 1000 m<sup>2</sup>*
- *terénních úprav do 1,5 m výšky nebo hloubky o výměře nad 300 m<sup>2</sup> nejvíce však do 1000 m<sup>2</sup> na pozemcích, které nehraničí s veřejnými pozemními komunikacemi nebo veřejným prostranstvím, pokud nedochází k nakládání s odpady*

*Dle § 103 Stavební povolení ani ohlášení stavebnímu úřadu nevyžadují:*

- *zásobníky na vodu nebo jiné nehořlavé kapaliny do objemu 50 m<sup>3</sup> a do výšky 3 m;*
- *nádrže na vodu do 100 m<sup>3</sup> obsahu ve vzdálenosti nejméně 50 m od budov s obytnými nebo pobytovými místnostmi, pokud nejde o vodní díla*
- *bazén nebo skleník včetně souvisejícího technického zařízení na zastavěném stavebním pozemku rodinného domu nebo stavby pro rodinnou rekreaci*

*(Zákon č. 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)) [4].*

Rovněž platí, že před vybudováním jezírka je vhodné navštívit příslušný stavební úřad a předložit alespoň náčrtek jezírka s potřebnými parametry. Zároveň by se v zájmu dobrých sousedských a občanských vztahů, mělo, především v blízkosti hranice pozemku, informovat dotčené majitele sousedních nemovitostí [5].

## **2.3 UMÍSTĚNÍ A ROZMĚRY**

Při návrhu jezírka je klíčová velikost a architektonické uspořádání zahrady. Vždy by měla být dodržena minimální vzdálenost břehů dva metry od hranice pozemku. Obecně platí doporučení budovat jezírka větších velikostí, jednak z estetických důvodů, ale také z důvodu udržení stabilnější biologické rovnováhy [2].

Znamená to tedy, že velká zahradní jezírka mají lepší samočisticí schopnosti a dochází v nich k menšímu poklesu kvality vody. To se dá ověřit i v přírodě, kde jde vidět, že malé rybníčky

bývají často zbarveny kvůli přemnoženým řasám. Oproti tomu velké přehrady a rybníky bývají, co se týká kvality vody mnohem stabilnější [6].

Ovšem je důležité myslet také na to, že s velikostí porostou jak pořizovací náklady, tak u jezírek s využitím techniky rostou výdaje spojené s provozem. Z ekonomických důvodů, ale i z důvodů spojených s dimenzí filtrace, se jeví nejvhodnější volit jezírko o velikosti 20 až 50 m<sup>3</sup> [7].

U jezírek, kde je počítáno s cirkulací vody, je vhodné volit tvar delší na úkor šířky. Dojde tak k lepšímu proudění a odnosu nečistot z důvodu, že voda proudí z míst přítoku směrem k sání. Samozřejmě cílem není budovat dlouhá rovná koryta, nýbrž volit hruškovité, či např. obdélníkové tvary. Naopak zcela nevhodné se jeví tvary kruhové či čtvercové [8].

Jak již bylo zmíněno, měla by být snaha o vytvoření co největší rovnováhy mezi jezírkiem a zahradou. V žádném případě není cílem, aby jezírko svým tvarem připomínalo kráter, což se často stává při budování na malých plochách [1].

### **2.3.1 Výběr místa**

Místo by se mělo ideálně volit bez listnatých stromů a opadavých keřů. Listí, které na podzim může do jezírka napadat, bude při svém rozkladu tvořit organický odpad, který může vážným způsobem narušit biologickou rovnováhu v jezírku. Z čehož poté mohou vznikat problémy, jako je přemnožení řas, pro které jsou organické nečistoty nejlepším zdrojem živin. Pokud je situace taková, že se listnatým stromům vyhnout nedá, je třeba počítat s náročnější údržbou. Napadané listí bude z jezírka potřeba odstraňovat ručně pomocí speciálních podběráků. Dalším velkým problémem mohou být silné kořeny stromů, které mohou způsobit nepříjemnosti, během kterých může dojít až k poškození samotných fólií. Důležité je také zajistit vhodnou dobu slunečního svitu. Ideální je, pokud na hladinu jezírka budou sluneční paprsky dopadat přibližně 8 hodin denně. Příliš mnoho slunce může způsobovat přehřátí vody, a tím může docházet k přemnožení řas. Naopak málo slunečního svitu brání některým rostlinám v jejich rozvoji [6].

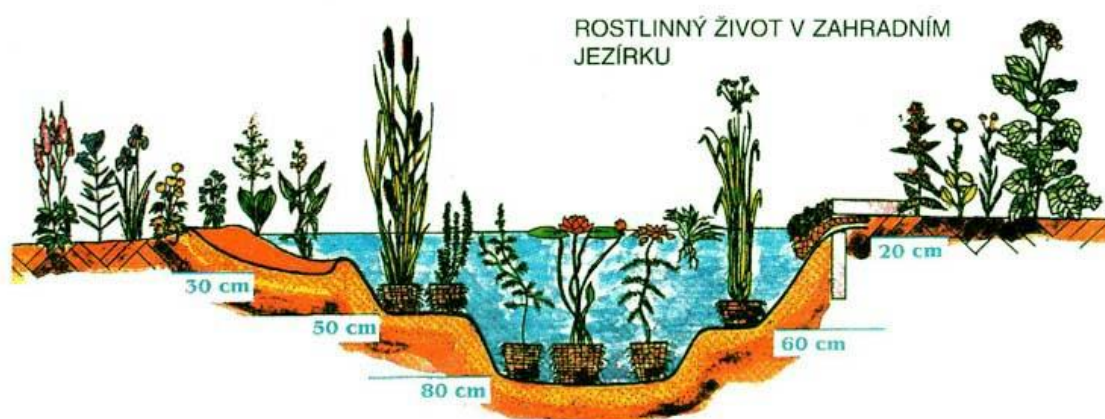
### **2.3.2 Profil nádrže (zóny, hloubky)**

Díky dnešním hydroizolačním fóliím a jejich snadnému tvarování se může profil a dno jezírka, jakkoliv tvarovat. Výhoda pružných fólií se ocení především při konstrukci jednotlivých zón [2].



Stejně jako v přírodě se dle místa výskytu vegetace dělí na tři základní zóny a dle [1] jsou popsány následujícím způsobem:

- **mělká voda** (o hloubce 0-30 cm)
- **středně hluboká voda** (o hloubce 30-50 cm)
- **voda hluboká** (o hloubce větší než 50 cm, ležící především uprostřed jezírka)



Obrázek 2: Ukázka zón jezírka [9]

Podle [3] se proměnlivým profilem dna docílí vhodného základu pro správně fungující jezírko. Své místo by zde měla mít rozlehlá bažina osázená bahenními rostlinami, ale také alespoň 80 až 100 cm hluboká voda s chladnou vodou a dostatečným množstvím kyslíku. Jednotlivé zóny se dají charakterizovat následovně:

### **Zóna břehová**

Na břeh se vysazují především rostliny, které vyžadují suchou až vlhkou půdu. Jsou to například vrbovka, kakost, nebo bohyška. Tyto rostliny často díky svým odnožím prorůstají až do vody a díky svým kořenům odebírají v jezírku živiny. Rovněž by se mělo dbát na to, aby břehová zóna nebyla příliš strmá, a to především z důvodu, že by se snadno mohla stát pastí pro zvířata [3].



Obrázek 3: Vrbovka malokvětá (*Epilobium parviflorum*) [10]



Obrázek 4: Kakost smrdutý (*Geranium robertianum*) [11]

### **Zóna bahenní**

Bezprostředně hraničí se suchou zónou břehovou. Výška vodní hladiny se pohybuje v rozmezí 0-20 cm. Z celkové vodní plochy by měla tvořit zhruba 40 %, a podle velikosti budovaného jezírka by měla být široká alespoň 40-90 cm. Bahenní rostliny, stejně jako rostliny vlhkomilné dobře snášejí opakující se období sucha a nedostatek vody [3]. Tato zóna bývá porostlá velkým množstvím rozmanitých, bohatě kvetoucích trvalek [12]. Mezi bahenní rostliny můžeme zařadit kupříkladu blatouch bahenní, tužebník jilmovitý a velké množství kosatců [3].



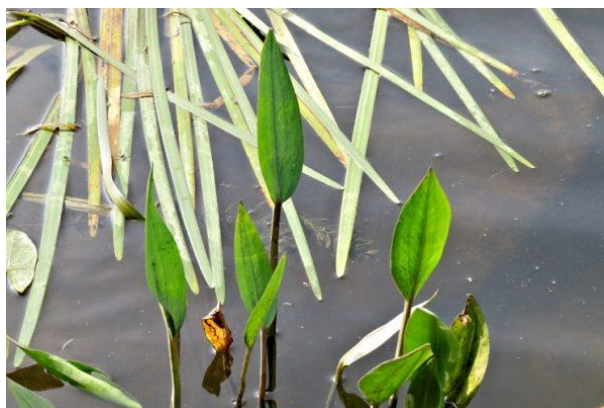
Obrázek 5: Blatouch bahenní (*Caltha palustris*) [13]



Obrázek 6: Kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*) [14]

### Zóna mělčiny

Měla by tvořit okolo 40 % celkové vodní plochy, a to především z důvodu, že chladnější voda mělčiny může ve velké míře přijímat kyslík, jenž do vody uvolňují rostliny, a tím přispívat k zachování biologické rovnováhy i v létě. V této zóně by měla hloubka vody být 20-50 cm. Daří se zde rostlinám, jako jsou žebratka bahenní, žabník jitrocelový, šípátka středolistá a spousta dalších. [3].



Obrázek 7: Žabník jitrocelový (*Alisma plantago-aquatica*) [15]



Obrázek 8: Šípatka střelolistá (*Sagittaria sagittifolia*) [16]

### Zóna hluboké vody

Voda by zde měla dosahovat hloubky minimálně 50 cm. Pokud v jezírku mají žít ryby a žáby, tak je potřeba k přezimování těchto živočichů hloubka alespoň 80-100 cm. Čím je zóna hlubší, tím lépe, protože během roku se v ní tvoří vrstvy odumřelých zbytků rostlin a substrátu, a tím může docházet k tomu, že se sama od sebe stává mělčí. Důležitost této zóny je mimo jiné v tom, že zabraňuje jezírku v létě příliš silnému zahřívání. Zóna hluboké vody je také známa jako zóna leknínů, a to z důvodu, že právě zde koření jedna z nejoblíbenějších rostlin zahradních jezírek, což je leknín. Dále se zde daří například řezanu pilolistému [3], stulíku žlutému či spoustě dalších [17].



Obrázek 9: Leknín bílý (*Nymphaea alba*) [18]



Obrázek 10: Stulík žlutý (*Nuphar lutea*) [17]

Do zóny leknínů patří též rostliny submerzní, tedy ponořené volně plující ve vodě. Svou zvýšenou schopností vytváření kyslíku, hrají v jezírku důležitou roli. Jedná se např. o růžkatec ponořený (*Ceratophyllum demersum*), stolítek klasnatý (*Myriophyllum spicatum*) či rdest kadeřavý (*Potamogeton crispus*) [12].



Obrázek 11: Růžkatec ponořený (*Ceratophyllum demersum*) [19]

### 2.3.3 Sklon břehů

Pozvolna se svažující sklon dna je důležitý z několika důvodů. V mírném svahu se lépe umisťují rostliny. Další důvod je, že brzy po založení jezírka na dno začnou padat různé rostlinné zbytky, a pokud by byl příliš příkrý sklon, tak se tyto nečistoty budou hromadit uprostřed nádrže, což by mělo za následek rychlé zvětšování vrstvy bahna, čímž by docházelo k uvolňování hnilobných plynů a docházelo by i ke snižování objemu vody v jezírku. Pokud se docílí tvaru dna jako mírně svažující prohlubně, rostlinné zbytky se rovnoměrněji rozprostřou po ploše a mikroorganismy je budou moci snadněji rozložit, a tím zpřístupnit živiny kořenům rostlin. Tvorba kalu bude tedy podstatně pomalejší. Pozvolný sklon je také důležitý z důvodu bezpečnosti a výrazně se tím sníží riziko jako je např. utonutí dětí. Jako vhodný se dá považovat

sklon 1:3. U velkých jezírek se může volit sklon ještě mírnější 1:4. Obecně bude opět záležet na účelu jezírka a velikosti [1].

## **2.4 TYPY MATERIÁLŮ PRO STAVBU JEZÍRKA**

### **Základní požadavky na materiál:**

- Odolnost proti hnilobě
- Mrazuvzdornost
- Odolnost proti prorůstání kořenů
- Nezávadnost vůči rostlinám a živočichům
- Dostatečná pevnost
- Odolnost proti UV záření [20].

### **Rozdělení materiálů dle účelu:**

- Hydroizolační
- Podkladové materiály
- Substráty na vyrovnání
- Ochranné krycí a překrývací vrstvy
- Materiály potřebné k oddělení jednotlivých zón [20].

### **2.4.1 Bližší popis jednotlivých materiálů dle účelu**

#### ***Izolační funkce***

V dnešní době jsou nejvíce používané hydroizolační fólie. Jsou cenově výhodné a díky svým vlastnostem a malé váze se z nich dají tvořit libovolné tvary. Lehce se opravují a mají dlouhou životnost [20].

#### **Jíl**

Používá se v případech, kdy je požadavek vybudovat jezírko čistě na přírodní a ekologické bázi. Hliněné podklady jezírek se mohou izolovat pláty nebo cihlami z mazlavého jílu. Jíl, jenž postupně přijímá vodu, následně zbytní, další vodu nepropustí. Velkou výhodou jílu je pohlcování všech nadbytečných živin z jezírka, které dokáže rostlinám zpětně uvolnit. I přesto že je jíl nejpřirozenější materiál pro stavbu jezírek, tak v praxi bývá jeho využití již minimální. Vystavět funkční a izolované zahradní jezírko pouze z jílu je fyzicky náročné a vyžaduje dostatečnou praxi s vhodnou údržbou. U jílového jezírka nesmí nikdy dojít k celkovému

vyschnutí břehů. Sklon by měl být proveden do maximálně 30°, aby se zabránilo případnému sesuvu. Pokud se má dosáhnout hloubky alespoň jeden metr, tak při dodržení požadovaného sklonu bude plocha jezírka vycházet cca 30-40 m<sup>2</sup>. Jílová jezírka nelze vystavět na písčitých půdách, z důvodu, že by jílové pláty či cihly dostatečně nepřilnuly k podkladu. Velké potíže při použití tohoto izolačního materiálu nastávají rovněž při porušení vrstvy výskytem hrabošů, či prorůstáním kořenů stromů [21]. Důležité také je průmyslově vyráběné jílové dílce pečlivě upěchovat [1].

### **Beton a zděné systémy**

V dřívějších dobách docházelo k častému budování zděných lekninových nádrží, které se uvnitř omítaly vodovzdornou maltou, nebo natíraly speciální barvou. Později se přešlo k budování betonových nádrží. Výhodou betonu je, že před zatvrdnutím je plastický a díky tomu se dají vymodelovat přirozené tvary [1].

Nevýhody betonu jsou především jeho cena, náročnost na zpracování a špatná mrazuvzdornost. Případné praskliny se dodatečně těsní s velkými obtížemi. Beton se v dnešní době využívá již jen ve zvláštních případech [3].

### **Umělé pryskyřice se skelným vláknem (laminátové)**

Ekologické plasty zpevněné skelným vláknem se z části používají i při výrobě hotových nádrží. V tekuté podobě se dají použít k vytvoření malých netypizovaných nádrží a po zatvrdnutí vydrží velmi dlouho. Hlavní nevýhodou je vysoká cena a namáhavé zpracování [3].

### **Prefabrikované nádrže**

Jsou to hotové nádrže, které se v dnešní době dají na trhu sehnat v různých velikostech či tvarech. Mezi hlavní výhody patří dlouhá životnost, dobrá odolnost vůči mrazu, kořenům, ultrafialovému záření, nebo poškození od hrabošů. Doporučené velikosti jsou alespoň 1,5 m šířky a 3 m délky. Menší nádrže se nedoporučují z důvodu rychlého přehřívání a horšímu udržení biologické rovnováhy [22].

Materiály prefabrikovaných nádrží:

-plastická hmota (PE): levnější varianta, křehčí a tenčí, s kratší životností.

-sklolaminát: prakticky nezničitelný, dobře odolává mrazu a ultrafialovému záření, nevýhodou je ovšem vyšší pořizovací cena [22].



Obrázek 12: Prefabrikované plastové jezírko [23]

### **Kaučukové fólie (EPDM)**

Jsou vyráběny ze syntetického materiálu gumokaučuku (Etylen-Propylen-Dien-Monomer). Mají vysokou pevnost v tahu, tažnost a rázovou pevnost. Jsou odolné vůči působení ozónu, střídavému tepelnému namáhání a UV-záření. Díky tomu že materiál neobsahuje žádné toxické přísady, je považován za ekologicky šetrný [2].

Na trhu se fólie dají sehnat do šíře 15 m a délky 60 m. Větších rozměrů jde docílit slepením fólií speciálním lepidlem. EPDM fólie se vyrábí podle účelu v tloušťkách 1,02–1,50 mm. Pro jezírka s hloubkou do 1,5 m postačí fólie o tloušťce 1,02 mm. U hlubších jezírek je v každém případě lepší volit tloušťku 1,5 mm [2].

Kaučukové fólie jsou velmi dobře zpracovatelné a nardožíl od některých jiných výrobků jsou i za nízkých teplot poddajné [3].

Do kategorie EPDM rovněž spadají pryžové membrány např. GeoGard od firmy Firestone, Výhodou těchto fólií je rovněž dlouhodobá odolnost a trvanlivost, vysoká elasticita, vysoký třecí úhel či dobrá odolnost vůči protržení atd. [24].

### **Folie z modifikovaného polyetylenu, stabilizovaného proti UV-záření**

Tyto fólie bývají k sehnání v tloušťkách 0,5 - 1,5 mm. Jsou vysoce odolné a šetrné k životnímu prostředí. Nevýhodou je, že nejsou tak pružné a ohebné, jako např. kaučukové fólie. Zejména při nízkých venkovních teplotách je práce s nimi velmi náročná z důvodu špatné ohebnosti [2].

Životnost těchto fólií se udává 30 a více let. Bývají k dostání o šířce i délce do 30 m. Větších rozměrů se docílí svařováním pomocí speciálního nářadí. [2].



Jednoduché polyetylenové fólie jsou domácí fólie a plastové krycí plachty, které jsou často nabízeny v prodejnách stavebnin, jsou sice šetrné k životnímu prostředí, laciné, ale příliš tenké. Rychle křehnou, trhají se a proto, jsou zcela pro stavbu jezírek nevyhovující [2].

### **PVC fólie**

Staly se nejrozšířenějším typem fólií nejen u nás, ale např. v Německu a Rakousku [25]. Jsou cenově nejdostupnější a vyrábí se v různých tloušťkách a odstínech.

Pro nádrže do 100 m<sup>2</sup> jsou vyhovující fólie s tloušťkou 1 mm. U větších nádrží se již doporučuje tloušťka alespoň 1,5 mm. Vyrábí se i fólie o menších tloušťkách, ty jsou ale pro potřebné požadavky spíše nevyhovující a nedoporučují se. PVC fólie se vyskytují i o tloušťce 2 mm [25].

Na trhu se dají fólie sehnat v různých šířích, např. 130 nebo 200 cm. Délka může přesahovat i 300 m. Co je spíše limitující, je váha a s ní spojená manipulace [25].

PVC fólie se dají lehce slepovat, nebo svařovat ve výrobnách při vysokých teplotách, díky čemu se dají vyrobit i větší metráže. Pro svařování se používají automaty, nebo horkovzdušné pistole. Při použití horkovzdušných pistolí tyto přesahy odpadají. Pistole se dají použít i při opravách poškozených míst [25].

Velkou výhodou je dobrá pevnost a průtažnost, která se uvádí do 300 %, což je velmi výhodné při pokládání, kdy fólie překlene i drobné nerovnosti terénu a tím se nevystavuje vnitřnímu pnutí. U kvalitnějších fólií se můžeme setkat i s protiskluzovou úpravou [25].

V České republice se mezi nejpoužívanější fólie na bázi PVC, a to i dle majitele jedné z největších firem na stavbu jezírek v ČR Jezírka Banat s.r.o. řadí český výrobek AQUAPLAST 805, což je nevyztužená fólie na bázi měkčeného polyvinylchloridu (PVC-P), která spadá do sortimentu firmy Fatra [26].



**Obrázek 13: PVC-P fólie AQUAPLAST 805 [26]**

Dalším produktem této firmy je FATRAFOL P 923 jezírková fólie z TPO. Je to fólie na bázi speciálního typu termoplastického polyolefinu, stabilizovaná vůči UV záření a svařitelná horkým vzduchem. [26]

Obecně by hydroizolační fólie měly splňovat požadavky dle ČSN EN 13967 ed. 2 (727612) a to především:

- Stabilita proti UV záření
- Odolnost vůči prorůstání kořenů ČSN P CEN/TS 14416
- Mechanickou, či chemickou odolnost

### ***Podkladový materiál a geotextílie***

Obecně platí, že trvanlivost vodní nádrže je určena trvanlivostí pláště. Proto je nezbytné, aby se lože jezírka po vykopání zeminy a vymodelování profilu vysypalo tenkou vrstvou písku, pokud samotný materiál lože není tvořen z písku, jílu, nebo jiného jemnozrnného minerálního substrátu. Musí se také zabránit, aby se fólie pokládala přímo na humusovou půdu prorostlou kořeny, díky kterým může dojít k poškození. Pro opláštění jezírka je nevhodným podložím také kamenitá půda, neboť kameny i v malém množství neustále vyvíjejí tlak na stěny. Pokud je tedy zemina nevhodná, pak by se mělo vykopat dalších 20 cm zeminy, a do této výšky vysypat vrstvu písku. I na tuto vrstvu je však nutné uložit geotextílii, aby fólie byla lépe chráněna [2].

### **Geotextílie**

Geotextílie jsou netkané textilie z textilních nebo polymerových vláken [2] na bázi polyesteru, polypropylenu, nebo ve směsi s recyklovanými přírodními vlákny [20]. Lehkými netkanými textiliemi (100-1000 g/m<sup>2</sup>) snadno neproniknou ani ostré kameny. Dostatečnou ochranu jezírkové fólie zajišťují zejména na strmých stěnách, u kterých je obtížné položit ochrannou vrstvu písku [2].



**Obrázek 14: Pokládka geotextílie [27]**

Dále se dají, při ochraně fólie na příkrých stěnách použít břehové rohože (tzv. vegetační rohože) z jutových nebo kokosových vláken. Tyto rohože, i přes své malé rozměry, dobře zadržují a vážou písek s jemnými částicemi zeminy [2].

## ***Ochranné a překrývající vrstvy***

Ochranná vrstva má za úkol chránit hydroizolační fólii z horní části proti mechanickému poškození. Pro zmíněný účel se používají podobné materiály jako u vrstvy podkladové. Překrývací vrstvy slouží ke konečnému zakrytí obvodových hran. Zároveň slouží i jako dekorační a je zde možné i použití kamínkových fólií [20].



**Obrázek 15: Kamínková fólie [28]**

### **Písek, štěrk, kačírek**

Při obkládání stěn se obvykle používají kulaté oblázky, které patří do praného říčního štěrku neboli kačírku. Jednotlivé štěrky se dělí podle oblasti původu a podle toho také vypadá i jejich vzhled [2].

### **Větší kameny a valouny**

Větší kameny dobře poslouží při zpracování okrajů jezírka. Balvany stejně jako lomový kámen jsou vhodný přírodní materiál. Lomové kameny se dají koupit za rozumnou cenu z lomů v horských oblastech. Občas se i stává, že při bagrování ve štěrkovně se objeví velké oblázky, které se výborně hodí při výstavbě jezírka [2].

## ***Materiály používané k oddělení jednotlivých zón***

### **Pytle s pískem**

### **Rukávce ze zahradnické síťoviny naplněné kačírkem**

**Ploché kameny** – je potřebný dostatečný prostor

**Kulatina, nebo dřevěné desky** – výhodou je rychlé provedení a dobrá funkčnost, nevýhodou je ovšem tvarové a konstrukční omezení

**Betonové tvárnice** – jsou dražší a náročnější na dodatečnou povrchovou úpravu

**Ztracený armovaný beton** – za výhodu se dá považovat snadná údržba, nevýhoda je především pracnost a finanční náročnost [20].

## *Materiály k dalšímu využití*

### **Dřevo**

Dřevo má jako přírodní materiál v systému vodních útvarů v zahradě zvláštní hodnotu. Dá se vhodně využít pro stavbu teras na březích, mostů, lávek a mol. Dále se dá využít pro systém pažení. Jako vhodné stavební dřevo se pro zahradní vodní stavby osvědčily trámy, prkna a fošny z modřínu, akátu, nebo douglasky [2].



**Obrázek 16: Ukázka použití dřeva u jezírka [27]**

### **Vrbové proutí**

Z dlouhých a pružných prutů se dají uplést a vystavit ochranné ploty a stěny. Dají se také využít k zajištění sklonu břehu, úchytům pro lezení, nebo jako koše pro vodní rostliny [2].

## **2.5 ZALOŽENÍ A SAMOTNÁ VÝSTAVBA JEZÍRKA**

**Stručný harmonogram prací během realizace zahradního jezírka dle [29]:**

- Přesné zaměření výkopu jezírka
- Výkopové práce
- Úprava dna, břehů, případně schodů
- Instalace potrubí a dnové výpusti
- Položení a slepení geotextílie
- Pokládka a slepování jezírkové fólie
- Navezení substrátu – kačírku

- Uložení velkých kamenů, popř. vyskládání kamenných stěn
- Částečné napuštění jezírka vodou
- Instalace techniky jako např. čerpadla, případné filtrace atd.
- Výsadba vodních rostlin
- Dopusštění zbytku vody

### 2.5.1 Trubní rozvody a dnové výpusti

Před samotnou pokládkou fólie je důležité vzhledem k pozicím jednotlivých prvků cirkulačního systému vhodně rozmístit trubní rozvody. Díky dobré ohebnosti a tvarové stálosti se k těmto účelům nejčastěji používají flexi-hadice [20].

Častým prvkem využívaným především u nádrží určených pro chov ryb a koupacích jezírek je zařízení pro sběr nečistot ze dna tzv. gula. Gulu je třeba předem zabetonovat a poté po proříznutí fólie osadit přírubou, která po dotažení zabráni průsaku vody z jezírka. Dnová výpušť je jeden z nejlepších systémů na propojení jezírka s filtrací [30]. Při použití tohoto zařízení je potřebné správně vyspádované dno, aby došlo k samovolnému pohybu nečistot do míst osazení dnové vpusti [7].



Obrázek 17: Dnová vpust' (GULA) [31]

### 2.5.2 Výpočet množství fólie a geotextílie

Pokud se provádí výpočet potřebného množství fólie ještě před provedením samotného výkopu, bude dle [32] postup následující: Délka fólie bude rovna největší délce jezírka + dvakrát nejvyšší hloubce jezírka + alespoň 100 cm jako rezerva na okraje. Obdobný postup se provede při výpočtu šířky fólie.

V případech, kdy je jáma jezírka již zcela hotová se potřebné množství geotextílie i folie zaměří za pomoci pásma. I zde platí, že k délce i šířce je třeba započítat rezervu, v tomto případě

alespoň 60 cm. U geotextílie je třeba brát v úvahu překryv jednotlivých pruhů a tím pádem je nutné přičíst ještě několik centimetrů navíc [3].

### 2.5.3 Volba vhodného substrátu

Rybniční substrát musí být chudý s minimálním obsahem živin. Rovněž je důležitá jeho struktura, poněvadž by při velkém množství lehkých částic docházelo k jeho vyplavení [3].

Dříve, když se zakládala první fóliová jezírka, používaly se nejrůznější směsi s vysokými podíly rašeliny, se zeminou pro pěstování trávníků, či příměsí písku. K těmto směsím se rovněž přidávala minerální nebo organická hnojiva. Důsledkem velkého množství živin docházelo k brzkému zakalení, znečištění a tvorbě vláknité a plovoucí řasy [12].

V dnešní době se již prodávají speciální substráty na bázi křemičitého písku a směsi zeminy. Hodnota pH a obsah živin je především v souladu s nároky leknínů a dalších náročných rostlin. Pro ostatní rostliny, kterým postačí živiny z vody, jsou až příliš bohaté. Z toho důvodu se tyto substráty nejčastěji používají pouze k plnění sázecích košů [3].

Další podstatnou funkcí substrátu kromě kotvení rostlin je poskytnutí co největšího povrchu bakteriím a dalším mikroorganismům, kteří jsou prvotními zpracovateli rozpuštěných látek ve vodě. Jako filtrační substráty se používají přírodní materiály jako písky, kačírek, nebo kamenné drtě. Další možností jsou substráty vzniklé úpravou přírodních surovin jako je např. keramzit [20].

### 2.5.4 Výsadba rostlin

Před samotnou výsadbou je důležité předem určit, které rostliny budou zasazeny volně do substrátu a které je třeba umístit do sázecích košů, vaků, či perforovaných tvárníc [3].

Podle [3] je zde uveden orientační počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> pro jednotlivé zóny:

- Břehová zóna            6 až 8 menších, nebo 2 až 3 větší
- Bahenní zóna            4 až 6
- Zóna mělčiny            2 až 4
- Zóna hluboké vody    (zde se počítá u leknínů 1 až 2 kusy na 10 m<sup>2</sup>)
- Ponořené rostliny      2 až 3

Rostliny se dají sadit také do tzv. plovoucích ostrovů. Touto problematikou se zabývá např. firma RAVAT, která vytváří biodegradovatelné ostrůvky o velikosti přibližně 2 x 2 m, v nichž jsou rohože připravené k vysazení vybranými rostlinami. V ponořené části ostrůvku časem začne bohatě prorůstat kořenový systém rostlin. Poté biofilm vzniklý na kořenech za pomoci

mikroorganismů aktivně čistí vodu ve vodním sloupci. Kromě odstraňování přebytečných živin, jež by podpořily rozvoj řas, rostlinné ostrůvky také pomáhají okysličovat vodu, či dokážou produkovat alelopatické látky proti sinicím. Zároveň tyto ostrůvky poskytují vodním živočichům stín, či ideální stanoviště ptákům [33].



Obrázek 18: Plovoucí ostrůvek [33]

## 2.5.5 Správné zakončení okrajů jezírka

Zakončení okrajů jezírka od okolní půdy je důležité z důvodu přerušení kapilár a zabránění vzlínání. Správné zakončení je rovněž důležité z hlediska estetického, ale také aby bylo zabráněno degradaci materiálu. I přesto že dnešní izolační fólie obsahují ochranné prvky proti UV záření, by při neustálém vystavení slunečnímu svítu a extrémním rozdílům teplot mohlo časem dojít k jejich zkřehnutí [1].

Úprava okraje je také podřízena tomu, zda se jedná o zakončení např. u zpevněné, nebo nezpevněné zóny břehu, či možné ukončení u terasy. Dle toho se zvolí, zda bude okraj zakončen vrstvou šterku, velkými oblázky, betonovými dlaždicemi, nebo přímo propojen k dřevěným prvkům terasy [3].



Obrázek 19: Ukázka jednotlivých typů zakončení fólie [3]

## 2.6 STRUČNÝ POPIS DOPORUČENÉ PÉČE O JEZÍRKA BĚHEM ROKU

Následující kalendář má za úkol jednoduše shrnout potřebné úkony při provozu zahradních jezírek a byl sepsán na základě zkombinování dle: [3]; [20]; [27]; [34].

**Leden a únor** – U jezírek s rybami se musí kontrolovat funkčnost vzduchovacích zařízení. Pokud jsou v jezírku chováni jeseteři, je třeba zajistit pravidelné krmení.

**Březen** – Pokud klesla hladina vody, měla by se doplnit do standartní výšky hladiny jezírka. Odstraní se listí a odumřelé části rostlin. Dle potřeby se použijí prostředky proti řasám.

**Duben** – Pokud již nehrozí mrazy, zprovozní se technická zařízení odstavená přes zimu. Za pomoci jezírkových vysavačů se odstraní kal ze dna. Potřebná místa se pomalu začínají osazovat novými vodními rostlinami. Doplnuje se požadované množství bakterií do filtru, během čehož je nutné mít vypnutou UV lampu.

**Květen** – Je třeba pravidelně odstraňovat vláknité a plovoucí řasy. Mělo by se dbát na zvýšenou kontrolu a pravidelné čištění filtrace. Při teplotách nad 10 až 12 °C se znovu začínají krmit okrasné ryby. V druhé půli května se vysazují choulostivé druhy rostlin.

**Červen a červenec** – Pravidelné odstraňování biomasy. V suchém období případně zalévat přibřežní rostliny, či dopouštět studenou vodu. Nutná kontrola a čištění filtrace. Dohled na hodnoty vody jako je pH, tvrdost, obsah kyslíku atd.

**Srpen a září** – Stejná péče jako v předchozích měsících. V tomto období může docházet k mírnému zakalení vody v jezírku, což bývá koncem léta běžný jev. Pokud jsou chovány ryby, pomalu přecházet na krmiva s vyšším obsahem tuku. Pravidelná péče o rostliny, během níž by mělo koncem září dojít u potřebných druhů ke zkrácení pod hladinou o 1/3 a odstranění odumřelých částí. U rákosovitých a vysokých choulostivých druhů se doporučuje jejich svázání, aby nedošlo k polámání.

**Říjen** – Odstranění všech zahnívajících a zahnědlých rostlin. Ošetření leknínů a zazimování choulostivých přibřežních rostlin. Nutné odstraňování spadlého listí, popř. natáhnutí ochranné sítě. Ke konci měsíce je vhodné odpojit filtrační zařízení, dále s příchodem prvních mrazů je také třeba odpojit čerpadla, UV lampy, popř. jinou potřebnou techniku. Vzduchovací zařízení by měly zůstat i nadále v provozu. Pomalu se přestávají krmit ryby do chvíle, než teplota vody klesne pod 10°C.

**Listopad a prosinec** – Kompletní zazimování jezírka. Z rybí obsádky se pokračuje v krmení jenom jeseterů, a to pouze dvakrát až čtyřikrát do měsíce.



## 2.7 TECHNIKA PRO ZAHRADNÍ JEZÍRKA

U jednoduchých a s rozmyslem založených jezírek není technika, jako jsou například čerpadla, filtrace, provzdušňovací zařízení atd., nutností. Pokud se nebavíme o nádržích určených pro chov ryb, nebo např. některých typech koupacích jezírek, kde je technika většinou nepostradatelná, postačí pro čistotu vody vodní rostliny, které dopomohou ke snížení obsahu živin s kombinací čistících mikroorganismů. Dále se technika využívá obecně tam, kde je požadována tekoucí voda (vodotrysky, potoky atd.) [2].

Při provádění elektrických zařízení musí být dodržena ČSN 331500 a ČSN 332000 [35]

### 2.7.1 Čerpadla

Čerpadla se používají pro pohyb vody, který je nutný zajistit pro filtraci, pohánění potoka, nebo tzv. vodní hrátky. Je tedy nutné si určit k čemu je čerpadlo plánováno využívat. Dle instalace se čerpadla umísťují na sucho mimo vodu, nebo přímo do jezírka (tzv. ponorná čerpadla). Dalším důležitým parametrem je dopravní výška s čerpacím výkonem v litrech za hodinu [3]. V základu se čerpadla pro zahradní jezírka dělí nejčastěji na cirkulační, oběhová a gravitační [36].

#### *Čerpadla potřebná k filtraci*

Na čerpadla, která slouží k čerpání vody přes filtraci jsou kladeny velké nároky. Jelikož je nutné, aby filtrační systémy fungovali během vegetačního období neustále, musí být vhodně zvoleno čerpadlo k nepřetržitému provozu. Rovněž se zde dají použít jak čerpadla ponorná, tak čerpadla do tzv. „suché jímky“. Ponorná čerpadla, jež mají většinou menší energetický příkon, ale zároveň i menší dopravní výkon, se používají především pro filtrace s gravitačním systémem. Oproti tomu čerpadla do „suché jímky“ jsou konstruována pro větší tlak a využívají se spíše pro chod např. pískových filtrací [30].

#### *Solární čerpadla*

Jsou čerpadla, která jsou poháněna pouze slunečním zářením a dají se označovat jako ekologická a ekonomicky výhodná. U některých systémů se doba finanční návratnosti očekává 4 až 6 let. Využívají se především tam, kde neexistuje přípojka k elektrickému proudu a na odlehlých územích. Systém přeměny solární energie je založen na principu fotovoltaických panelů [37].

Pro potřeby do zahradních jezírek výkony solárních modulů musí odpovídat výkonu čerpadla. Jmenovitý výkon solárního modulu by měl být asi trojnásobkem výkonu čerpadla [2].

U malých solárních čerpadel s příkonem cca 8 W, je nutný jmenovitý výkon asi 25 W, a to z důvodu, že čerpadlo musí běžet i při průměrném slunečním osvětlení. U těchto čerpadel je zajištěno dopravní množství max. 700 l/h do dopravní výšky 2 m. Tyto čerpadla jsou naprosto postačující např. pro vodotrysky. Pro větší solární čerpadla např. u 17 W odebíraného výkonu, je třeba solární modul s 50 až 60 W jmenovitého výkonu. Dopravní objem zde dosahuje max. 1500 l/h do nejvíce 3 metrů dopravní výšky. V současné době se na trhu objevují také silná ponorná čerpadla pro 12 V napájení. Svým výkonem a dopravním objemem se také používají v bazénech, nebo koupacích jezírkách. Při srovnání s klasickými čerpadly napájenými ze sítě, dosahují solární čerpadla většinou menšího výkonu, přepravují menší objem vody a pořizovací cena je vyšší. Výhodou je, že se dají provozovat i bez instalace přípojky a také odpadají běžné náklady na spotřebu elektřiny [2].

### ***Čerpadla pro koupací jezírka***

Vzhledem k tomu, že se jedná o prostor určený ke koupání osob, je vyloučeno umístit čerpadlo přímo do jezírka. Oběhové čerpadlo je tedy nutné umístit vně nádrže, a to minimálně 10 až 15 cm pod úroveň hladiny vody. Již při projektování koupacího jezírka je nutné si předem zvolit vhodné umístění čerpadla a ventilových rozvodů. Pokud je jezírko umístěno v blízkosti domu je vhodné umístit čerpadlo do zahřoubené šachty, nebo sklepu domu. Hlavní výhodou takového umístění čerpadla je zkrácení trubních rozvodů, lepší ochrana čerpadla proti povětrnostním vlivům a obvykle snazší přívod elektrické energie. Naopak nevýhodou může být náročnost prostupu přes základy objektu [20].

U vhodných čerpadel pro suchou instalaci se rovněž dodávají i sací přípojky, na které lze připojit příslušné sací potrubí. Je důležité sací místo v nádrži vhodně umístit a opatřit ochranným krytem, aby nedošlo k nasátí větších cizích těles. U takových čerpadel je důležitá ochrana proti přehřátí v případech, kdy by čerpadlo mohlo jet na prázdno. K tomuto problému může například dojít, pokud se sací otvor ucpe listím, nebo jiným cizím tělesem [2].

### ***Čerpadla pro pohon potoků***

Pro transport vody potřebný k zajištění dostatečného průtoku potřebného pro provoz potůčků nebo vydatnějších pramenů je podle [2] vhodné použít odstředivá ponorná čerpadla, která mají pro požadovaný účel dostatečnou účinnost a navíc pracují úsporně.

Pro potůčky platí empirické pravidlo, že pro pěkný vzhled by mělo na 1 cm šířky protěci nejméně 1,5 litru vody za minutu. Což znamená, že například pro 50 cm široký proud je třeba zajistit průtok nejméně 4 500 l/h. Je také důležité zohlednit, že dopravní výška se určí jako rozdíl výšek mezi hladinou nádrže a horním výtokovým místem pramene [2].

## ***Čerpadla pro provoz vodních prvků***

Tyto čerpadla jsou využívána pouze pro dekorální účely jako např. fontány. Používají se ponorná čerpadla s nízkým výkonem, který většinou bývá menší než 100 wattů za hodinu, ale vysokým tlakem. Při použití speciálních výměnných nástavců se dá docílit vytvoření různých podob vodních hrátek, např. rozstřík ve tvaru zvonu. U těchto čerpadel je důležité dbát na ochranu pomocí předsazeného filtru, který u většiny modelů již bývá zabudován [3].



**Obrázek 20: Fontánové čerpadlo [38]**

### **2.7.2 Filtrace**

Filtrace jsou důležité především u jezírek určených k chovu ryb, nebo u koupacích jezírek. Nejsou nezbytně nutné u např. u okrasných nádrží, kde čištění vody dokážou obstarat rostliny v kombinaci s mikroorganismy [2].

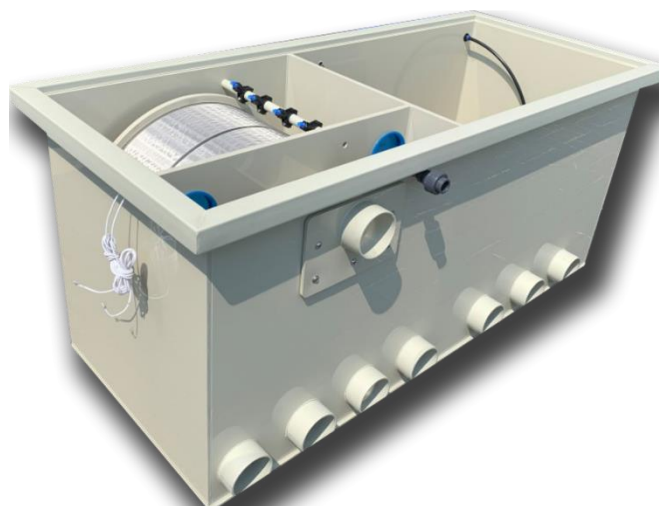
Velikost a výkon filtru se řídí objemem jezírka. Pro zahradní nádrže se využívají filtry mechanické a biologické. Dále se filtrační systémy můžou dělit na tlakové filtry, které jsou vhodné spíše pro menší až střední jezírka (do objemu 10 000 litrů). Fungují na principu, že čerpadlo nasává vodu a dále ji stlačuje přes soustavu filtrů, kdy se poté voda vrací zpět do nádrže. Druhým typem jsou beztlakové filtry, využívané pro velké vodní plochy. U těchto filtrů jsou nevýhodou jejich velké nároky na plochu. Výkon tohoto filtru by měl být navržen tak, aby zvládl během dne alespoň dvakrát přefiltrovat objem vody [3].

Účinky těchto filtrů se dají ještě více zefektivnit zapojením UV lampy před vlastní filtrací [2].

#### ***Mechanické filtrace***

Tyto filtrace fungují na bázi odstraňování pevných částic a usazenin pomocí jemných sít a pěnových materiálů [3]. Filtry pracují na principu průchodu vody mikrosítem při

automatickém odkalování nečistot mimo filtr. Za jeden z neúčinnějších se považuje filtr ve tvaru bubnu, jenž pracuje na stejném principu jako šterbinové filtry, kdy dochází k záchytu hrubých nečistot [30]. U bubnových filtrů je vnitřní část tvořena třemi vodotěsně oddělenými komorami, kdy u první dochází k nátoky vody ze skimmeru a dnových vpustí a při výtoku prochází přes síto bubnu o hustotě 60 micronů. V případě, že je síto čisté, dochází k odsávání vody čerpadlem umístěným uvnitř filtru ze dna druhé komory přes stěnovou průchodku. Při zanesení síta dojde za pomoci plováku k automatickému čištění tryskami s tlakovou vodou a při současném otáčení bubnu dojde k ostříku nečistot do třetí komory filtru. Nejvýhodnější umístění tlakového filtru je gravitační, kdy je třeba umístit spodní výtok z filtru nad úroveň hladiny jezírku, či biofiltru [39]. Dalším často používaným typem je níže zmíněná metoda pracující na mechanicko – biologickém principu s vortexem. Jako další typy mechanických filtrací se používají pískové filtry, deskové filtry, svičkové filtry, lamelové filtry atd. [30].



Obrázek 21: Bubnový filtr [40]

### ***Biologické filtrace***

Hlavním cílem biologických filtrací je za pomoci nitrifikačních bakterií odebírat z vody amoniak, který může být ve vodě nebezpečný a podporovat růst řas. Pro daný proces je nezbytný přístup vzduchu, jelikož se jedná o aerobní proces. K účinnému provedení je třeba teplota mezi 12 až 26 °C [41]. Štěch [30] uvádí teplotu 10 až 27 °C.

Biologické filtry se dají rozdělit do tří základních skupin na ponořené, skrápěné a flotační. U ponořených filtrů bývá filtrační náplň trvale ponořena pod vodou a ve většině případů bývají provzdušňovány. Za neúčinnější se dají označit filtry skrápěné, jejichž velkou nevýhodou je velikost a potřebné osazení do větší výšky. Proto se využívá kombinace těchto dvou způsobů,

kdy se v poslední komoře ponořeného filtru nachází filtr skrápěný. Jako materiály pro výplň jednotlivých komor slouží plastové špony, japonské matrace, hrubé molitanové matrace (bioflox), keramické porézní válečky atd. Skrápěné filtry jako výplň využívají na kousky nařezané meliorační potrubí tzv. husí krky, nebo porézní keramiku. Obecně se filtrační výplně volí tak, aby jejich povrch bylo schopno obsadit co největším množstvím nitrifikačních bakterií a tím docílit větší účinnosti. Posledním zmíněným typem biologické filtrace je flotační neboli vířivá. U tohoto filtru dochází k horizontálnímu protékání vody prouděním, nebo za pomoci vzduchování, což způsobuje víření filtračního materiálu. V tomto případě se jedná o materiál typu PP čoček, nebo plovoucí filtrační prvky s velkým povrchem tzv. kaldnes. Hlavní výhodou tohoto filtru je menší objem komor díky velkému povrchu náplní [30].



Obrázek 22: Filtrační materiál (filtrační kartáče, biokuličky, aguarock, japonská rohož) [41]

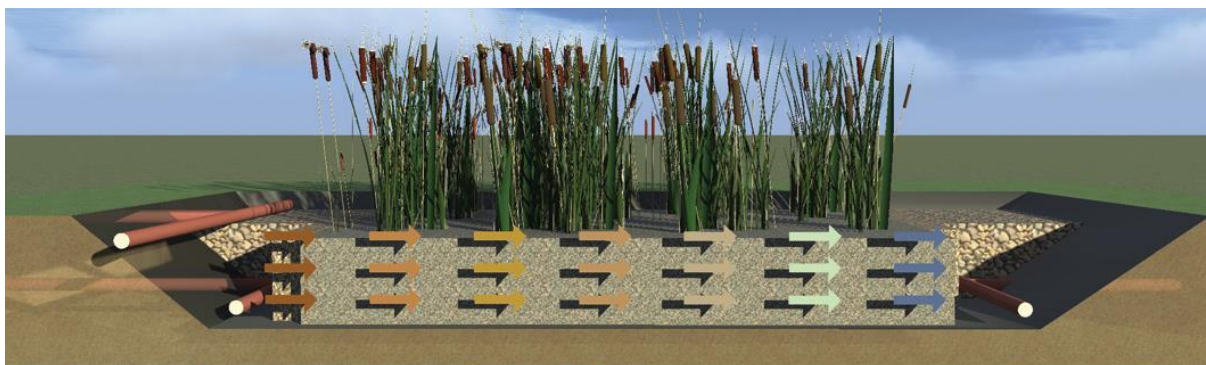
Za nejpoužívanější filtraci především při chovu ryb, jak z finančních, tak prostorových důvodů, a to i podle [30] se dá označit **mechanicko – biologická filtrace**. Ta funguje jako sedimentační komora kombinovaných filtračních jednotek. Komora může být ve tvaru válce s kuželovým dnem bez výplně nazývaná vortex. Ve druhém případě může být první komora kompaktního filtru již naplněna různě dlouhými kartáči. U obou případů se jedná o usazovací princip, při kterém dochází k sedimentaci pevných částí na dně komory, odkud je možné jejich odkalení. Poté následují zbylé komory, jež jsou vybaveny filtračními prvky pro biologický stupeň čištění.



Obrázek 23: Mechanicko-biologická filtrace s vortexem [42]

### *Kořenové filtrace*

V dnešní době se stávají stále populárnějšími, tzv. kořenové čistírny využívané především pro čištění odpadních vod. V tomto systému bývají nejčastěji umístěny za septikem, nebo balenou čistírnou odpadních vod. Pracují na bázi fyzikálních, chemických a biologických samočisticích procesech, jež probíhají v porézním prostředí plně nasyceném vodou. V základu se tyto vegetační čistírny dělí podle proudění na horizontální či vertikální, přičemž rozšířenější způsobem jsou s prouděním horizontálním [43].



Obrázek 24: Schéma horizontálního kořenového filtru [44]

Při použití kořenové čistírny u jezírek je důležité brát v úvahu potřebné předčištění vody stejně jako při čištění odpadních vod. Jinak by mohly nastat problémy s nedokonalě rozloženými zbytkovými látkami, jako jsou dusičnany, fosfor, či jiné organické látky. V nejlepším případě by tedy voda měla projít např. šterbinovým, nebo bubnovým filtrem a poté protéci filtračním ložem, v izolované nádrži vyplněné šterkem, především kačirkem. Celá plocha je hustě osázena vegetací a hlavním cílem je přitékající vodu rozvést tak, aby protékala, pokud možno co největším objemem filtračního pole. Hlavní nevýhoda tohoto způsobu čištění, kromě velkých nároků na plochu, by se projevila při absenci předčišťování vody, čímž by docházelo k zanášení šterku jakožto filtračního materiálu a potřebě jeho výměny [39].

### 2.7.3 UV zářiče

UV zářiče pomocí ultrafialového záření brzdí v růstu jednobuněčných organismů, především jednobuněčných řas. Jedná se o uměle vytvořené záření ve speciální lampě elektromagnetického zářiče. Výkon je závislý především na objemu UV záření a průtoku vody. Například pro nádrže určené pro chov Koi kaprů, je nutné dle obsádky použít UV zářič nejméně s koeficientem 1,5–2,0. Pro příklad to znamená, že pro jezírko o velikosti 25 m<sup>3</sup> je zapotřebí UV s příkonem 37–50 W. Časem se účinnost UV snižuje a při klesnutí na hodnotu okolo 60 % dochází k přežívání mikroorganismů a tím i ke znovu zakalení vody. Běžná životnost UV se pohybuje mezi 7 500 až 9 000 hodinami [30].



Obrázek 25: UV lampa [45]

### 2.7.4 Vysavače, odsavače kalu

Vysavače a odsavače kalu obecně slouží k odstranění organických látek, jenž se během roku usazují na dno [3]. Největší využití vysavačů bývá na jaře, kdy dochází k oteplování vody a začínají procesy rozkladu [46]. U příliš silné vrstvy kalu, by se odsátá voda neměla vracet nazpět do jezírka, kvůli čemu by mohlo docházet k zakalení [3]. Naopak u koupacích jezírek je vhodné, aby se po separaci pevné a kapalné frakce přefiltrovaná voda vracela zpět do nádrže na začátek regenerační zóny. U koupacích jezírek se kromě běžných ručních vysavačů, používají vysavače automatické s dálkovým ovládním [47].

V dnešní době se na trhu jezírkové vysavače dělí do 3 skupin. Jednokomorové vysavače se používají pro jezírka s menším objemem (cca. 10–15 m<sup>3</sup>). Jejich hlavní nevýhodou je, že nedokáže současně nasávat a vypouštět vodu. Dalším typem jsou vysavače dvoukomorové,

kteří již dokážou být v nepřetržitém provozu, což je především velká úspora času. Posledním typem jsou tzv. profesionální vysavače, které jsou vhodné pro velká jezírka nad 80 m<sup>2</sup> [46].



Obrázek 26: Dvoukomorový jezírkový vysavač [46]

### 2.7.5 Hladinová odsávací zařízení – Skimmery

Skimmer neboli velkoplošný sběrač nečistot je zařízení instalované na hladině. Těsně pod hladinou je umístěn sací otvor, díky kterému nečistoty jako například plovoucí řasy, listy a jiné tuhé částice jsou odsávány a odváděny do filtračního bloku [2].

Dle [3] se plovoucí odsávací zařízení umísťují do středu, nebo ke břehu nádrže a mělo by se používat pouze v nejnútnejších případech, a to z důvodu, že kromě odstraňování nežádoucích nečistot dochází i k odsávání spousty drobných živočichů. Rovněž je třeba pravidelné čištění sít, které slouží k hrubému předčištění.

V případě koupacích jezírek se nejčastěji využívají teleskopické kruhové skimmery, jež je možné kotvit v mělkých částech jezírka. Při umístění by se mělo zohlednit, kde převládající směr větrů nejčastěji nafouká plovoucí nečistoty. Je potřeba klást důraz na správné uchycení, a to především aby teleskopická část byla schopna provozu i při snížené hladině vody a zároveň neztratila kontakt s vodícím tělem skimmeru při hladině zvýšené. Dají se zde rovněž použít skimmery plovoucí, jejichž výhodou je osazení do menších hloubek [20].





Obrázek 27: Ukázka propojení skimmeru s ostatní technikou (gravitační zapojení) [48]

## 2.7.6 Vzduchovací zařízení a okysličovadla

Kyslík je důležitý nejen pro živočichy žijící v jezírku, ale také pro správné fungování biologické filtrace. Vzduchovací systém pro jezírka se skládá ze vzduchovacího kompresoru, vzduchovacích rozvodů a vzduchovacích kamenů.

Důležitým faktorem je výkon kompresoru k spotřebě. Je důležité brát v úvahu, že vzduchování bude mnohdy v neustálém provozu a je vhodné jeho dimenzi přizpůsobit velikosti a účelu jezírka. Častou poruchou bývá poškození membrány. Z toho důvodu je vhodné pořizovat vzduchování, kde je možnost výměny. U vzduchových kamenů je důležité volit takové materiály, aby z nich bubliny vycházely rovnoměrně a byly co nejmenší, díky čemuž dochází k dobrému vázání kyslíku ve vodě, a tedy kvalitnějšímu okysličení [49].

V literatuře [3] je uveden způsob okysličování, který funguje bez elektrického proudu. Zmíněná metoda pracuje na principu ponoření hliněné jímký naplněné peroxidem vodíku ( $H_2O_2$ ), která nepřetržitě uvolňuje kyslík, dokud nedojde k vyčerpání jejího obsahu. Jak dlouho náplň vydrží je ovlivněno teplotou vody. V zimních měsících vydrží dvakrát déle než v letních (zhruba 2 měsíce).

## **3 BLIŽŠÍ POPIS VYBRANÝCH TYPŮ NÁDRŽÍ**

### **3.1 ZAHRADNÍ JEZÍRKA URČENÉ PRO CHOV RYB**

Při předpokladu že jezírko bude plnit funkci zahradního doplňku, u kterého není plánován větší chov náročnějších druhů ryb, je možné zvolit přírodní jezírko tůňového charakteru s rozsáhlejšími pobřežními lagunami s dostatečnou hloubkou pro přezimování ryb. Pokud je v plánu chov ryb, především Koi, ve větší míře, je vhodné jezírko volit s kolmými stěnami a větší hloubkou (v nejhlubším místě okolo 2 m). Plocha nejhlubší části by měla dostatečně pokrýt celou rybí obsádku při zimování. Platí, že pro 10 ks Koi o průměrné velikosti zhruba 50 cm je dostatečná plocha asi 1,5 m<sup>2</sup>. Ideální celková plocha jezírka by měla být nejméně 15 m<sup>2</sup> s obsahem vody alespoň 20 m<sup>3</sup>. Při chovu ryb, je nutné brát v úvahu, že se ve většině případů neobejdou bez správně nadimenzovaných technických prvků, jež jsou popsány v předchozích kapitolách. Pokud by byl požadavek jezírka pro ryby bez filtrace, je třeba myslet na to, že ve vodě bude docházet ke zvýšené koncentraci dusíku a fosforu, což způsobí zvýšení množství jednobuněčných zelených, nebo hnědých řas a voda se stane neprůhlednou. Je také třeba brát zřetel na potřebný přísun kyslíku, který se dá v nejnnutnějších případech zajistit alespoň kalovým čerpadlem pro cirkulaci vody. Při absenci i této techniky by měl být kyslík dodáván alespoň za pomoci vzduchovacích zařízení. [30].

#### **3.1.1 Časté druhy ryb pro zahradní jezírka**

Existuje velké množství ryb, které se dají chovat v zahradních nádržích. Zde je uveden výčet těch nejčastějších, které se chovají především z estetického hlediska. Rovněž jsou zde uvedeny ryby chované za účel pomoci udržení lepší kvality vody, a to hlavně při boji s řasou.

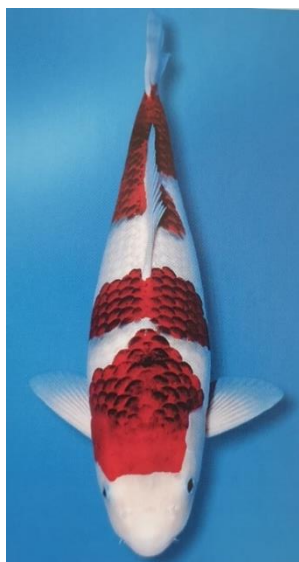
#### ***Ryby chované pro svůj vzhled***

##### **Koi kapr**

V dnešní době se jedná o nejoblíbenější a nejrozšířenější rybu, jejíž původ se datuje do doby před 2500 lety, kdy se v Číně začali věnovat chovu barevných kaprů. Název Koi je dnes spojován hlavně se zemí Japonsko a správně zní „Nishikigoi“. První evropskou zemí, která se začalo chovem Koi zabývat, byla v 70. letech 20. století Anglie. Do české republiky se první kvalitní kusy dostali až v 90. letech. Kategoricky se ty ryby dělí podle stanovených barevných variet. U Koi se neřeší ani tak jejich hmotnost, ale především délka a profil těla. Pro ukázkou a hodnocení těchto ryb bývá pořádáno nespočetné množství výstav. Rychlost růstu je ovlivněna nejen původem a kvalitou krmiva, ale také klimatickými podmínkami a spoustou dalších faktorů. Ceny těchto ryb se u velmi kvalitních kusů u nás pohybují v řádech i staniců korun.

Jako i ostatní ryby, se Koi potýkají s řadou nemocí jako mohou být virové, bakteriální, plísňové, či parazitní choroby, jemiž se mimo jiné detailněji ve své knize zabývá [30].

Častým tématem sojovaným s touto rybou je v poslední době Koi herpes virus. Jedná se virové, velmi infekční onemocnění [50]. Tato dříve neznámá nákaza se poprvé objevila v 90. letech v Izraeli a Evropě, kdy vedla k hromadné úmrtnosti kapra obecného, ale také Koi. Herpes virus se dá označit jako kaprová intersticiální nefritida a virus nekrózy žaber. Podrobněji se touto problematikou zabývá ve své studii [51]. Koi herpes virus napadá ryby všech věkových kategorií a vede k 80 až 100% úmrtnosti. Náchylné k infekci jsou ryby žijící ve vodě kde se teplota pohybuje mezi 16 až 25 °C. První záznamy o úhynech ryb jsou v prvních 24 až 48 hodinách po projevení prvních příznaků, mezi které patří např. léze na žábrech, krvácení žaber, zapadnutí očí, či bledé skvrny na kůži. Během experimentálních studií došlo při teplotě vody 22 °C k úhynu 82 % ryb v prvních 15 dnech [52].



Obrázek 28: KOI [30]

### **Jeseter** (*Acipenseriformes*)

Nejčastější typy jeseterů chovaných v zahradních nádržích:

- Jeseter malý (*Acipenser ruthenus*)
- Vyza velká (*Huso huso*)
- Jeseter sibiřský (*Acipenser baeri*)
- Jeseter ruský (*Acipenser gueldenstaedti*)
- Jeseter hvězdnatý (*Acipenser stellatus*)
- Veslonos americký (*Polyodon spathula*) [53].

Po Koi kaprech jsou jeseterovité ryby druhou nejvíce ceněnou rybou v zahradních nádržích. Řadí se mezi chrupavčité ryby a jejich stáří se odhaduje na 250 milionů let. Kromě okrasných účelů se jeseter využívá pro zpracování kaviáru [30].

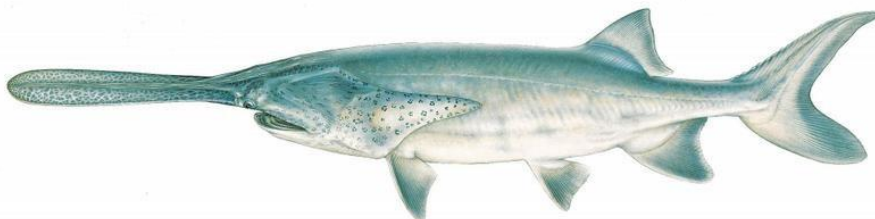
Při chovu jeseterů v jezírku je důležité aby ryba byla zvyklá přijímat granulovou potravu, které musí obsahovat vyšší množství živočišné složky. Jelikož je jeseter schopen nasávat potravu pouze ze dna, je důležité, aby krmivo klesalo na spodek nádrže. Snášenlivost jeseterů s ostatními rybami je velice dobrá. Kvůli tomu, že jeseter je ryba, která se pohybuje i u hladiny, a to pomalou rychlostí, je nutné především u menších jedinců dávat pozor na predátory, jako jsou například kočky [53].

Jeseter je ryba náročná na kvalitu vody a to především na dostatek kyslíku. Díky poměrně velkým růstovým schopnostem je třeba klást důraz na velikost nádrže, která se doporučuje o objemu alespoň 8 m<sup>3</sup> a hloubka minimálně 120 cm [53].



Obrázek 29: Jeseter malý [54]

Veslonos u nás patří mezi poměrně nové a méně známé druhy. Pro okrasné účely se využívá veslonos americký. Od jeseterů se odlišuje především tím, že nepřijímá potravu ze dna, ale z vodního sloupce. Ve volné přírodě dorůstají hmotnosti 50 až 100 kg. V jezírkách většinou dosahují váhy 5 až 10 kg [30].



Obrázek 30: Veslonos americký [55]

## Karas

Nejčastějším typem ryb v zahradním jezírku bývají zlatí karasy. Nejstarší zmínky o této rybě pochází z Číny. Karasi patří do čeledi Cyprinidae (kaprovité) [56].

Dalším nejčastějším typem pro zahradní jezírka kromě zlatých karasů (goldfisch), bývají Shubunkini, kteří bývají více barevní a většinou s prodlouženou ocasní ploutví. Karas je považován za rybu, jenž nepotřebuje žádné větší nároky na přežití v jezírku a je vhodný i do menších nádrží [30].



Obrázek 31: Shubunkin [57]

### Závojnátky

Závojnatek je nepřeborné množství. Jsou známy především díky svým bohatým ocasním ploutvím. V jezírku se závojnátky zdržují převážně u hladiny a mohou obývat i mělká lagunová pásma [30].



Obrázek 32: Závojnátka [57]

### Další časté druhy okrasných ryb:

- Jelec zlatý (*Idus idus*)
- Jesen zlatý (*Leuciscus idus*)
- Perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*)
- Zlatý lín (*Tinca tinca gold*)



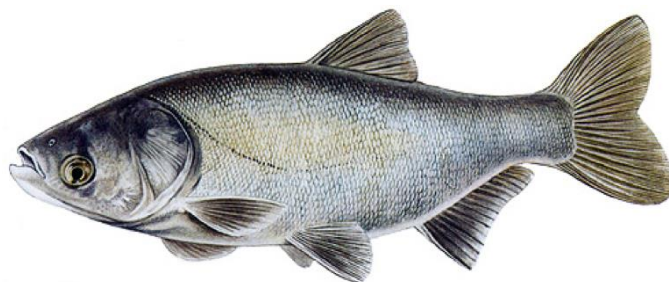
Obrázek 33: Zlatý lín [57]

### ***Ryby pro účely zlepšení kvality vody***

#### **Tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*)**

Je u nás nepůvodní druh, který k nám byl přivezen poprvé v roce 1965. Dorůstá délky až 130 cm a dosahuje hmotnosti 35 kg. Může se dožít věku i přes 30 let. Hřbet má modrozeleně zbarvený, ploutve tmavé a břicho bývá bílé. Mezi jeho potravu patří drobný zooplankton i fytoplankton a detrit. U nás se rozmnožuje výhradně uměle [58].

V zahradních jezírkách se tento druh chová z důvodu, že dokáže svým žaberním ústrojím filtrovat řasy a jednobuněčné sinice. Nasazuje se především tam, kde máme v jezírku hnědý nebo zelený zákal vody, který se může týkat především nádrží bez filtrace [30].



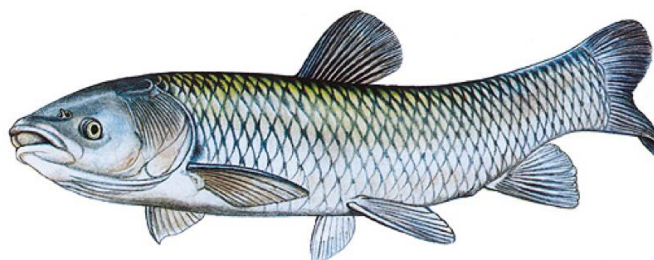
Obrázek 34: Tolstolobik bílý [54]

#### **Amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*)**

Amur pochází z Číny a k nám byl dovezen v roce 1961. Je to býložravá ryba, která se využívá k melioraci zarostlých rybníků. Typickými znaky je válcový tvar, hřbet zbarvený do tmavozelena, boky jsou zlatisté a břicho světlé. Dožívá se věku až 15 let. Reprodukce u nás probíhá uměle [58].

Jak již bylo zmíněno, amur se živí makrovegetací, což je velká rostlinná potrava jako např. rákos, nebo okřehek. V našich podmínkách se také živí posekanou trávou pohozenou do vody. V jezírkách se chovají, protože jsou velmi dobrým konzumentem vláknité řasy a mohou tam dorůstat do velikosti 2-3 kg. Nevýhodou chovu tohoto druhu je, že bohužel konzumují i okrasné rostliny, jako jsou například lekníny.

Pro okrasné účely se hodí spíše forma tzv. zlatého amura, který se v naší krajině velmi těžko shání a je spíše chován a Americe nebo Izraeli [30].



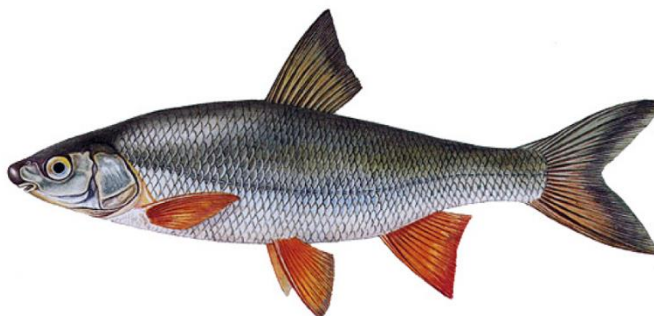
Obrázek 35: Amur bílý [54]

#### **Ostroretka** (*Chondrostoma nasus*)

Ostroretka stěhovavá je český druh ryby. Běžná hmotnost se pohybuje mezi 0,3 až 0,4 kg, může ale dorůst délky až 60 cm a hmotnosti 3 kg.

Vzhledově má ostroretka temně zelený hřbet se stříbrnými boky. Ploutve jsou zbarveny šedočerveně až tmavě [58].

Ostroretka dokáže velmi dobře prosperovat v zahradní nádrži i navzdory tomu že se jedná o říční rybu. Ostroretky se v zahradních nádržích chovají především z důvodu, že jejich velkou část potravy tvoří řasy, kterou dokáže svými ostrými rty strhávat i z kamenů. Problém může nastat, pokud si zvykne na jinou potravu, jako např. granule, a tím odsune rostlinnou stravu na druhé místo. Při větším počtu kusů a bez pravidelného přísunu potravy dokážou velký podíl řasy úspěšně odstraňovat. Z estetického hlediska velké využití nemá [30].



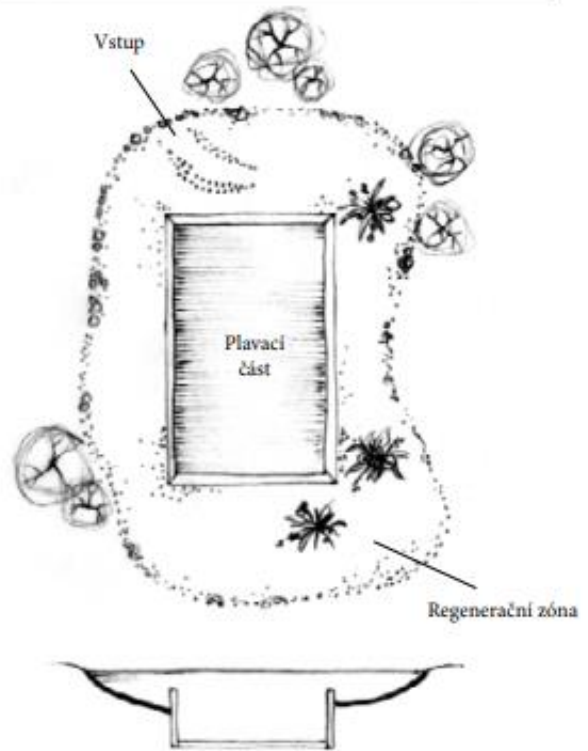
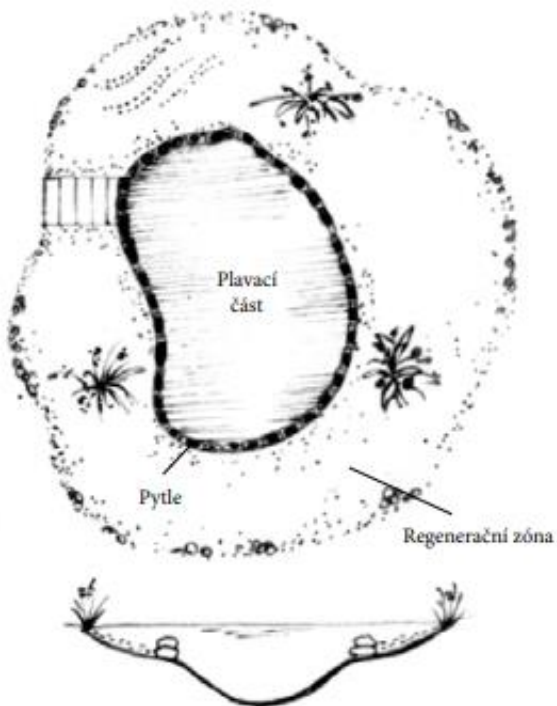
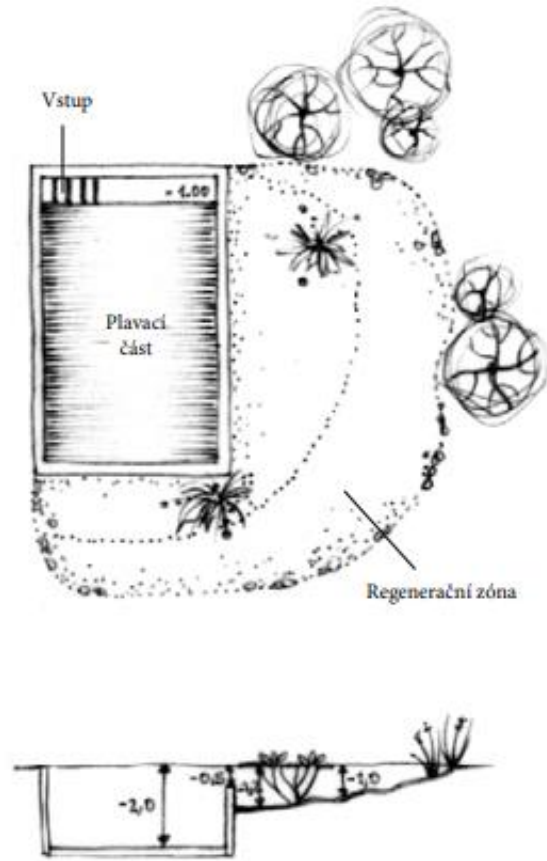
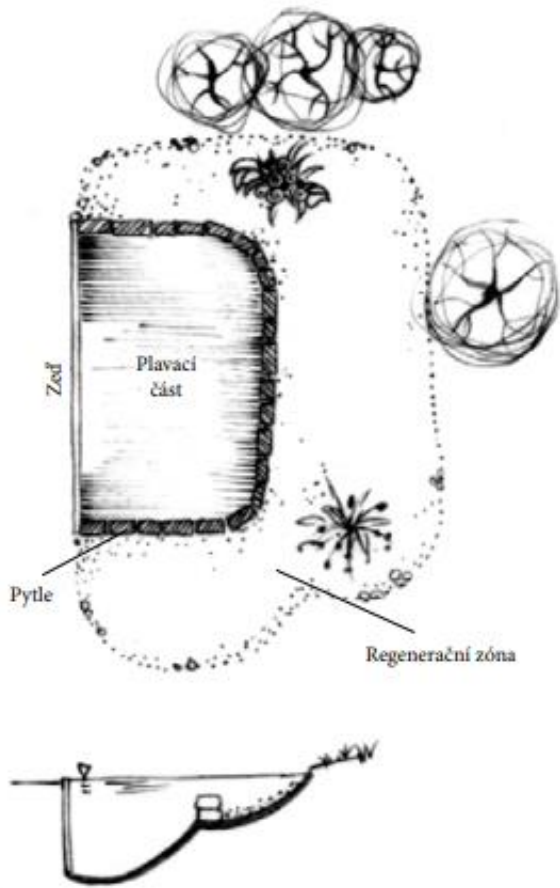
Obrázek 36: Ostroretka stěhovavá [54]

### **3.2 KOUPACÍ JEZÍRKA A PŘÍRODNÍ JEZÍRKA - BIOBAZÉNY**

Přírodní koupaliště nabízí zdravější formu plavání bez chemických prostředků. Zvyšují estetickou hodnotu prostředí. Snižují dopad na nedostatek atmosférického ozónu, který je částečně způsoben sloučeninami chlóru. Ve srovnání s klasickými bazény snižují spotřebu energie. Podobně jako mokřady zachytávají CO<sub>2</sub> a fungují jako jeho uložisko. Svým principem provozu neprodukují žádné ekologicky škodlivé odpadní vody [59].

Pro velikost ekologických koupacích jezírek je stejně jako pro jiné typy nádrží rozhodující velikost pozemku. Standardně pokud je plánována koupací část alespoň pro dvě plavající osoby, měla by se uvažovat délka 8 m, která je dostačující pro 4 plavecká tempa a šířka 4 m. Hloubka je doporučena 1,5 až 2,3 m. Celkový tvar jezírka většinou bývá nepravidelných tvarů, což ovšem nemusí platit pro koupací část, u které pravidelný tvar nebývá ničím neobvyklým. Dále nebývá pravidlem, že regenerační část musí být nutně spojena s prostory pro koupání. U tohoto řešení je již nutné využití techniky pro přečerpávání vody [20].





Obrázek 37: Příklad řešení koupacích jezírek [20]

### 3.2.1 Charakteristika koupacího jezírka

Koupací jezírka jsou brána jako uměle založené nádrže bez přítoku a svým způsobem jsou považovány za samočisticí jezírka se snahou napodobit model přírodních stojatých vod. V koupacím jezírku je důležitá rovnováha všech organismů, jako jsou mikroorganismy, plankton a vodní rostliny, které jsou nezbytné pro čistou vodu. Zooplankton, jenž je součástí planktonu, je základem čisté vody a dá se považovat za nejúčinnější filtrační zařízení. Díky činnosti zooplanktonu se za 24 hodin přefiltruje celý objem vody v jezírku. Fytoplankton, který je v jezírkách zastoupen především jako jednobuněčné, koloniální a vláknité řasy, se bude v omezené míře v jezírku vyskytovat neustále. Kvalita vody v jezírku je ovlivněna její úživností (trofií), u které je limitující hlavně obsah fosforu. Fosfor by měl v koupacích jezírkách dosahovat hodnoty maximálně do 0,035 mg/l. Přebytky živin je třeba z jezírka odstraňovat pravidelnou péčí o rostliny a odsáváním sedimentů. Zjednodušeně se dá říct, že živiny ve vodě jsou spotřebovávány pro množení a růst fytoplanktonu (především jednobuněčných řas), jehož nadměrný výskyt může způsobit zakalení vody. Čištění vody také napomáhá fakt, že zooplankton používá fytoplankton jako potravu a využívá tedy živiny vázané v tělech jednobuněčných řas. Při těchto procesech na dně jezírka vzniká sediment, kde jsou živiny určitou dobu vázány, než nastane jejich uvolnění – mineralizaci a návratu do vody ve formě využitelné pro fytoplankton. Odstraněním sedimentu předtím, než zmineralizuje, dojde k odebrání živin z tohoto koloběhu [60].

Přírodní koupací jezírka bývají vždy rozdělena na dvě zóny. První je zóna užitková, která je určena ke koupání. Druhá zóna, jenž slouží k úpravě vody se nazývá regenerační. Podle množství využití techniky a poměru užitkové a regenerační zóny se koupací jezírka dělí na tři typy, jež jsou podrobněji popsány v následujících kapitolách [60].



Obrázek 38: Přírodní koupací jezírko bez techniky [61]

### 3.2.2 Charakteristika přírodního bazénu - biobazénu

Biobazény jsou uměle založené nádrže s cirkulací vody bez přítoku. Čištění vody bývá zajištěno technologií biofiltru s malou spotřebou energie. Díky činnosti mikroorganismů přichycených na povrchu substrátu v biofilmu se z protékající vody odebírají živiny s cílem, aby obsah fosforu byl do 0,010 mg/l. Biofilm na povrchu biofiltru postupně narůstá a je třeba jej pravidelně odstraňovat [60].

U biobazénů je vyžadována pravidelná údržba, která spočívá ve vysávání dna a již zmíněném čištění biofilmového filtru. Jelikož biobazény bývají většinou postaveny na menší ploše, bývá jejich údržba časově méně náročná a lze částečně zautomatizovat [62].



Obrázek 39: Biobazén [60]

### 3.2.3 Typy jezírek a biobazénů

Následující kapitola se zabývá rozdělením a charakteristikou koupacích jezírek a biobazénů o smluveném označení do 5 základních tříd, dle jejich charakteristiky, poměru mezi užitkovou a regenerační zónou, stupně filtrace aj.

#### ***TYP I Přírodní koupací jezírko***

Je stojatá voda imitující tůň, či rybník, bez použití jakéhokoliv technického zařízení. Čištění zde probíhá na principu sedimentace, při kterém by nemělo dojít k rozvření. Dále za pomoci zooplanktonu, fytoplanktonu a v neposlední řadě díky ponořeným rostlinám. Voda zde může být přirozeně zakalena. Hloubka užitkové zóny je zde okolo 2,0 až 2,5 m a je intenzivně oddělena od zóny regenerační, jenž je osázena rostlinami a tvoří 1/2 až 2/3 z celkové plochy jezírka. Díky rozdílné hloubce vody, členění dna, a vyššímu obsahu fosforu je možno využít

spoustu rostlin ponořených, pobřežních i plovoucích, které dodávají vodě kyslík (fotosyntéza). Biofilm se vytváří na všech površích.

Při údržbě jezírka se v průběhu srpna posekají a odstraní ponořené rostliny, a tím se odeberou přebytečné živiny z jezírka. Kal usazený na dně je třeba odsávat alespoň dvakrát ročně. Rovněž se provádí sestřih pobřežních rostlin, a to v jarních nebo podzimních měsících [62]; [35].

### ***TYP II Koupací jezírko s odsáváním hladiny***

Druhý typ koupacího jezírka je postaven na stejném principu přírodního čištění, jako u první varianty. Je však podpořeno odebíráním nečistot z hladiny pomocí cirkulace vody přes skimmer či skimmerové jezírko. Užitková a regenerační zóna by zde měla být rozdělena 50/50.

Péče zde probíhá stejně jako u prvního typu, s rozdílem, že je třeba pravidelně vyprazdňovat skimmer a dbát na údržbu čerpadla [62]; [35].

### ***TYP III Koupací jezírko s pomalým mineralizačním filtrem***

U tohoto typu může být poměr užitkové a regenerační zóny 60–40 %. Probíhají zde stejné principy a procesy jako u typu II s rozdílem, že zde je navíc vybudováno zařízení s minerální nebo umělou náplní s velkým aktivním povrchem, na kterém dochází k zachycení organických substancí a živin tzv. mineralizační filtr. Zjednodušeně se dá říct, že voda proudící přes skimmer do mineralizačního filtru, v němž dochází k mineralizaci organických látek a rozkladu vázaného fosforu na složky, které mohou být absorbovány vodními rostlinami, především ponořenými. Výtok z filtru musí být vyveden do regenerační zóny, kde se může uvolněný fosfor vázat [62]; [35]; [63].

### ***TYP IV Biobazén s jednoduchým biofiltrem***

Odpovídá tekoucí vodě a svým charakterem připomíná neznečištěný nížinný tok. Voda zde neustále cirkuluje pomocí čerpadel a protéká přes biofiltr, jenž váže živiny v biofilmu. Přes skimmer proteče více než 100 % celkového objemu vody za den. Rostliny zde již hrají estetickou roli a je jimi osázeno maximálně 30 % celkové plochy. Zooplankton se zde vyskytuje již v malém nebo téměř žádném množství. Vlivem nárustu biofilmu přibývá spotřeba dusíku, je tedy nutno jej doplňovat formou speciálních hnojiv.

V rámci péče je důležité dbát na pravidelný odběr sedimentů, správnou starostlivost o rostliny a v závislosti na systému provádět dostatečnou údržbu biofiltru (tzv. sklizení fiobilmu) [62]; [35].

## ***TYP V Biobazén s větším množstvím techniky***

Svým charakterem se tento typ nejvíce přibližuje klasickým bazénům s hlavním rozdílem, že zde není použito chemikálií pro úpravu vody, ale přírodního biologického čištění. V tomto případě mají rostliny funkci již pouze dekorativní a koupací zóna zde může tvořit až 100 % vodní plochy. Substrát v biofiltru, většinou umístěném mimo vlastní biobazén, může svým složením doplňovat chybějící dusík.

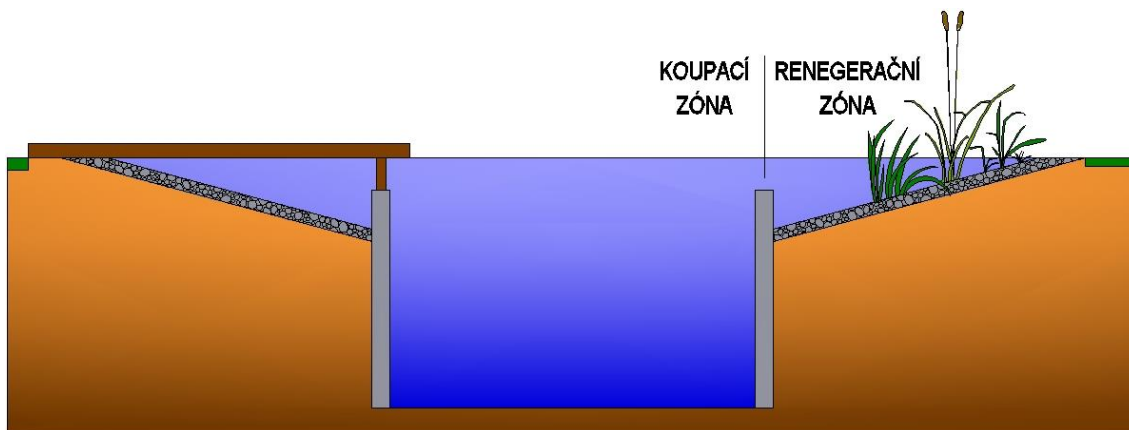
Péče je v podstatě stejná jako u typu IV a je zde doporučena automatizovaná údržba v podobě robotického vysavače [62]; [35].

### **3.2.4 Význam rostlin v koupacích jezírkách**

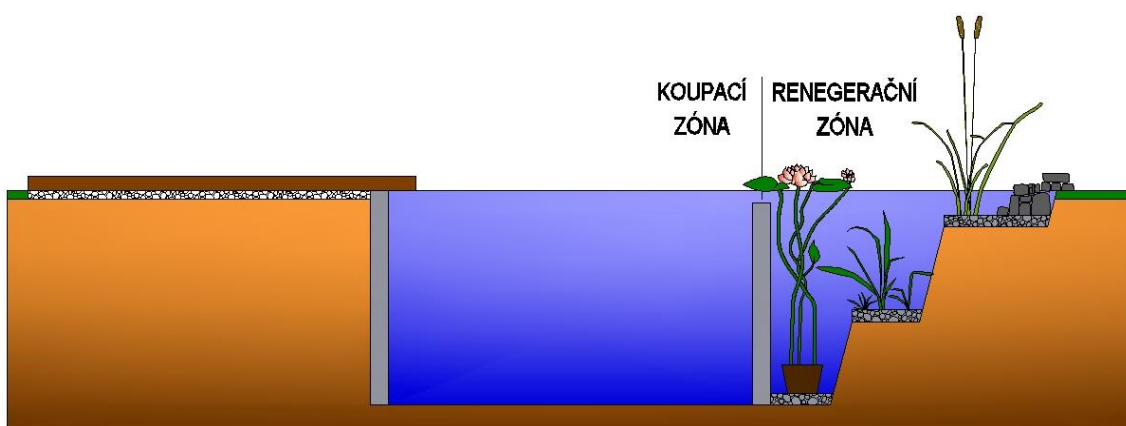
Produkcí rostlinné hmoty odebírají z vody živiny, čímž omezují růst řas. Díky fotosyntéze dodávají vodě kyslík, který bakterie využívají k mineralizaci živin. Biologický život v jezírku podporují i tím, že vytváří větší plochy pro bakterie a živé organismy. Za pomoci kořenů vytváří drenážní kanály, které přivádí významné množství kyslíku i do hlubších vrstev substrátu. Chrání břehy proti sesuvu půdy [20].

### **3.2.5 Nejčastější konstrukční a funkční nedostatky**

Koupací jezírka, a to zejména ty bez použití techniky nemusí správně fungovat, pokud dojde ke špatnému oddělení koupací a regenerační zóny. Zmíněný nedostatek, značně naruší jeden ze dvou hlavních principů čištění vody přírodním způsobem. Prvním z nich je sedimentace, která může probíhat jen ve vodním sloupci v místech, kde nedochází k pohybu. Druhým problémem bývá nedostatečně velká hluboká část v regenerační zóně (1,0 až 1,5 m), která by měla být zarostlá dostatečným množstvím podvodních rostlin jako jsou např. *Batrachium sp.*, *Ceratophyllum sp.*, *Myriophyllum sp.*, *Potamogeton sp.* Důsledkem tohoto problému bývá nevytvoření dostatečného prostoru a vhodných podmínek pro planktonní organismy, což může vést k tomu, že neproběhne druhý základní proces přírodního čištění u stojatých vod, tedy filtrace fytoplanktonu zooplanktonem [61].



Obrázek 40: Nevhodné oddělení jednotlivých zón [61]



Obrázek 41: Správné oddělení koupací a renegační zóny [61]

### 3.3 MOKŘADY

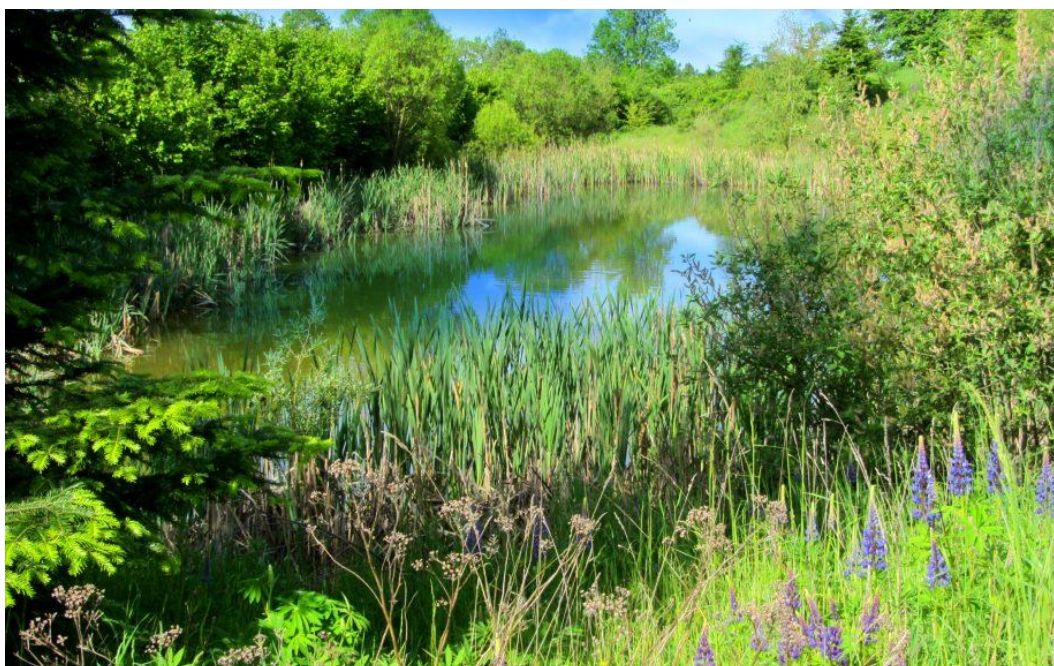
Dle [64] se mokřady dají obecně definovat jako území rašelinišť, bažin a ploch pokrytých vodou. Mohou být jak přírodní, tak uměle vytvořená. Dočasná nebo trvalá, s tekoucí či stojatou vodou.

Mokřadem se tedy rozumí přechod mezi vodním a suchozemským ekosystémem, jenž má své speciální vlastnosti. Voda nebo alespoň její větší část se zde nachází po celý rok. U mokřadů je důležité, aby se v něm nacházeli typičtí živočichové jako vážky, obojživelníci, čápi a rostliny [65].

Problémem, jímž se ve své publikaci zabývají [66], je změna klimatu, která se dá označit jako hlavní hrozba pro mokřady. Díky změnám hydrologie a rostoucí teplotě, by mohlo dojít ke změně biogeochemie. Mokřady by kvůli tomu mohly přijít o svou schopnost čistit vodu a docházelo by k rozkladům a uvolňování živin do povrchových vod.

V zahradách se mokřady zakládají jako samostatné biotopy, nebo jako ekologické čistící prvky propojené s okrasnými, či koupacími jezírky. V případech, kdy má být mokřad součástí jezírka,

by měl tvořit minimálně čtvrtinu z celkové vodní plochy a tím zajistit filtraci vody pomocí rostlin, jež odebírají živiny. Častou alternativou pro stavbu mokřadů může být svádění dešťové vody do jezírka, odkud se přepadem dostává do mokřadu. Založení mokřadu se může provést bez umělé izolace v místech, kde je jílovitá, nebo relativně hustá hlinitá půda zpevněná dusadlem nebo vibračním kompaktozem. V místech, kde se nenachází potřebná půda, je třeba instalace izolační folie. Hloubka mokřadu se kvůli přezimování živočichů doporučuje 60 až 80 cm. Jinak by díky odolnosti bažinatých rostlin proti mrazu byla dostatečná hloubka 20 až 40 cm. Během samotného provozu je třeba v době sucha mokřad zavodnit a odstraňovat odumřelé, ale také přemnožené rostliny [2].



Obrázek 42: Mokřad [67]

#### Přehled některých vhodných druhů rostlin pro mokřady:

- Vachta trojlistá (*Menyanthes trifoliata*)
- Potočnice lékařská (*Nasturtium officinale*)
- Blatouch bahenní (*Caltha palustris*)
- Šmel okoličnatý (*Butomus umbellatus*)
- Žabník jitrocelový (*Alisma plantago-aquatica*)
- Kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*) [2].

### 3.4 MALÁ JEZÍRKA A NÁDRŽE

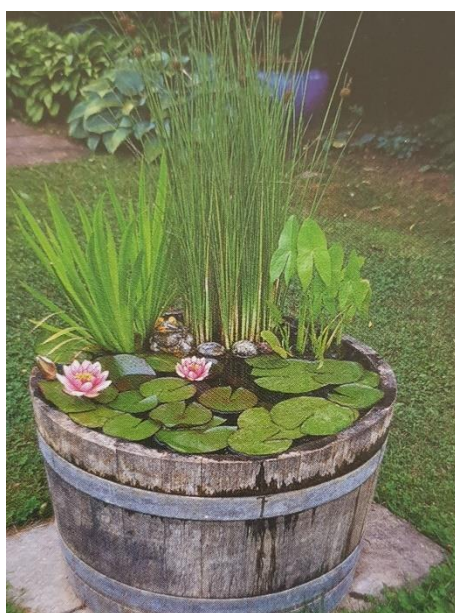
Miniaturní vodní zahrádky mají především nahrazovat zahradní rybníček v případech, kdy mají zahrady nedostatek místa, nebo v případech kdy člověk žádnou zahradu nemá [12].

Miniaturními jsou především míněny jezírka o průměru 40-120 cm s hloubkou 10-60 cm.

Za miniaturní jezírka, které se někdy provozují i na balkonech se považují následující typy a spousta dalších, protože zde platí pravidlo, že fantazii se meze nekladou:

- Skleněné mísy s plovoucími rostlinami
- Vaničky s trpasličími lekníny
- Vědra, sudy, kádě
- Prefabrikované nádrže

Vzhledem k omezené hloubce a malým rozměrům se většina miniaturních jezírek nehodí pro chov ryb. V létě dochází k příliš rychlému ohřevu vody, a naopak v zimě se ryby nemají kam ukrýt před postupujícím ledem. Kromě toho jsou ryby v tak malém prostoru snadným cílem nejen pro kočky, ale například i pro volavky. Tyto nádržky jsou tedy spíše vhodné pro určité druhy vodní zeleně a malé živočichy jako jsou vážky, plži atd.



Obrázek 43: Ukázka miniaturního jezírka [12]

Údržba těchto jezírek pokud v nich tedy nejsou ryby je jednoduchá. V polovině května až počátkem června se do jezírka znovu zasadí případné choulostivé rostliny, které se přes zimu uchovali uvnitř. V tomto čase se také dají dle potřeby omladit lekníny a rozdělit příliš rozrostlé rostliny. Přes léto je potřeba dohlédnout na hladinu vody a případně jezírko dopustit. Dále je



důležité pravidelně odstraňovat chuchvalce řas a jiné nežádoucí nečistoty. Na podzim je třeba začít jezírko připravovat na zimu, a to odstraňováním listů a jiných nečistot, které do jezírka napadaly. Choulostivé rostliny je třeba na zimu z jezírka vyjmout a nechat přezimovat ve vnitřních prostorech.

Díky malým rozměrům, a tedy horší biologické rovnováze, je třeba počítat s tím, že mohou nastat problémy s plovoucími řasami a zelenou vodou. Tomu se dá částečně předejít přidáním plovoucích rostlin, které zajistí větší stín a také budou řasám odebírat živiny. Pokud by problémy nadále přetrvávaly, nezbyvá než jezírko založit od počátku znovu [68].

## 4 PRINCIP EKOLOGICKÝCH ZAHRADNÍCH JEZÍREK

Funkční ekosystém založený na přírodním způsobu čištění je vázán na producenty, konzumenty a destruenty.

### **Producenti**

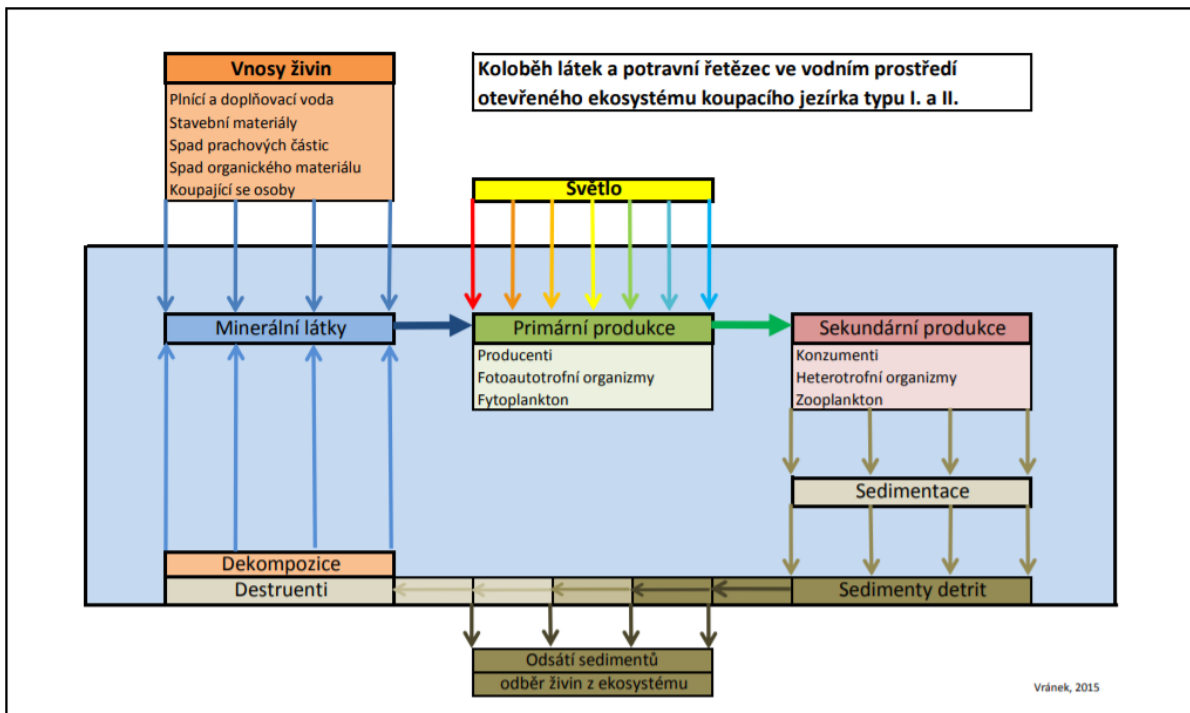
Jejichž úkolem je vnos kyslíku do vody a poutání minerálních živin. Jsou to organismy schopné fotosyntézy. U správně navrhnutých jezírek by měli převládat vyšší rostliny, které neumožní rozvoj řas ani sinic [47].

### **Konzumenti**

Úkolem konzumentů je zabránit rozrůstání planktonních řas a sinic. Nejlevnějším filtračním mechanismem, který se rozmnožuje podle potravní nabídky, je zooplankton. Platí tedy, že čím více je řas, sinic a rozsivek, tím je také větší množství zooplaktonu [47].

### **Destruenti**

Destruenti patří mezi neviditelné a často zapomínané organismy důležité především u koupacích jezírek. Jedná se o viry a bakterie, jež mají přímý vliv na živinový a kyslíkový režim a jsou klíčovými organismy pro hygienizaci nádrže. Díky schopnosti reagovat v hodinách jsou důležité při nárazových a nerovnoměrných znečištěních. U koupacích jezírek slouží k rozkladu produktů koupajících (pot, sliny, ...). Podstatně větším problémem jsou přípravky z PPCP (Personal Protection and Care Products). Jedná se například o opalovací krémy a tužidla na vlasy, které mohou být pro vodní organismy toxické. Další důležitou schopností destruentů je schopnost rozkladu hygienicky sledovaných bakterií, jako jsou Salmonely, Enterokoky, E. coli atd. V neposlední řadě je schopností destruentů mineralizace organických látek na minerální látky, tedy živiny a stimulují tak růst primárních producentů. Bakterie jsou také schopny poutat určité množství fosforu v jeho organické formě a tím konkurovat fytoplanktonu [47].



Obrázek 44: Schéma principu udržení čisté vody [61]

## 4.1 ORGANISMY ZAHRADNÍCH JEZÍREK

### 4.1.1 Nekton

Pojem nekton poprvé použil v roce 1890 E. Haeckel ve své knize Plankton-Studien. Definoval jej jako všechna vodní zvířata, která si mohou zvolit svou cestu, což znamená, že na rozdíl od planktonických zvířat dokážou odolávat silnému proudu a pohybovat se, jak chtějí [69].

Jedná se především o ryby a kruhoústé, velké druhy korýšů, některé druhy brouků a vážek. Často se do této skupiny řadí také vodní plazy a obojživelníci [70].

Dle [47] se sem můžou zařadit také vodní hlodavci, ondatry atd. V koupacím jezírku je většinou jakýkoliv nekton nežádoucí.

### 4.1.2 Bentos

Bentos je skupina živočichů v přírodě žijících na dně řek, jezer, potoků, nebo se jedná o živočichy ukrývající se ve vodní vegetaci [71].

### **Dle složení se bentos dělí na:**

- Rostlinný (fytobentos) – což jsou nárůstová společenstva tvořená autotrofními organismy, které tvoří především řasy, ruduchy, sinice, rozsivky nebo mechy, které se nachází na kamenitých až bahenních substrátech či jiné vegetaci.
- Živočišný (zoobentos) – je tvořen společenstvy živočichů vyskytujících se na různých substrátech dna od bahnitých, až po skalní podklady. Patří sem především korýši, měkkýši, vodule, larvy vodního hmyzu či bičíkovci a spousta dalších.
- Mikrobiální – zde se jedná o organismy, především bakterie a houby, jež jsou primárně závislé na látkových a energetických zdrojích [70].

V jezírkách se s těmito organismy setkáváme nejen u dna, ale i litorálních (mělkých) a regeneračních zónách. Správně fungující bentická společenstva jsou důležitým hygienizačním prostředkem, produkujícím dostatek biologicky aktivních látek. Dále jsou velmi důležité pro zdravotní stav a dobrý růst kořenících rostlin. Správně fungující bakteriobentos má udržet živiny v substrátu, a to tak že vůbec neprostoupí do volné vody pro planktonní organismy. Bakterioplankton je kvůli produkci slizu nebezpečný především u stěn z plastu, kdy může dojít k uklouznutí [47].

### **4.1.3 Plankton**

Za plankton se považuje soubor mikroskopických organismů pasivně se vznášející ve vodním prostředí, pohybujícím se pomocí vodních proudů a turbulencí a je potravou velkého počtu vodních živočichů. Zejména se vyskytuje ve stojatých vodách, rovněž se ale může nacházet také ve vodách tekoucích. Plankton je tvořen autotrofními i heterotrofními organismy. Skládá se z primárních hydrobiontů, což jsou bakterie, jednobuněčné až mnohobuněčné řasy, nebo prvoci. Další skupina tvořená vířníky, klanonožci nebo perloočkami spadá do kategorie bezobratlých a poslední sekundární hydrobionti jsou tvořeni např. larvami koreter, vodulí, mlžů či larvami parazitických ploštěnců [70].

### **Dle složení se plankton dělí na:**

Virioplankton – jedná se o viry neškodné pro člověka, které působí jako regulátor rozvoje bakterií a v přírodních biotopech jsou důležitým hygienizačním faktorem.

Bakterioplankton – v jezírkách by se měl vyskytovat v minimálním množství z důvodu tvorby zákalu vody.

Fytoplankton – bývá v jezírkách zastoupen jednobuněčnými, koloniálními a vláknitými řasami, dále rozsivkami, či sinicemi, jež způsobují zákal a zbarvení vody. Podle dominujících skupin a množství ovlivňují pH a kyslíkový režim ve vodě. Druhové složení fytoplanktonu se odvíjí především od roční doby a úživnosti nádrže. V letním období převládají zelené řasy a sinice, naopak v brzkých jarních měsících se vyskytují převážně rozsivky, či zlativky [47].

Zooplankton – při zdravé věkové a druhové struktuře je základním prvkem čiré vody bez převahy fytoplanktonu. Dochází ke koloběhu, kdy vířníci filtrují nálevníky či bakterie a korýši filtrují zejména řasy a sinice. Zooplankton se dá označit za nejúčinnější filtrační mechanismus koupacích biotopů. Nevýhodou je velká citlivost na toxické látky [47].

## 4.2 ORGANISMY PRO ZLEPŠENÍ KVALITY VODY

**Dafnie (*Daphnia magna*)** – patří do rodu malých korýšů. Pro jezírka jsou prospěšné především z důvodu, že za jediný den dokážou přefiltrovat až 2 litry vody a odstranit z ní tak nežádoucí řasy, sinice a bakterie, které jim slouží jako potrava [72].



Obrázek 45: Dafnie [72]

**Beruška vodní (*Asellus aquaticus*)** – hlavním zdrojem potravy berušek jsou zbytky rostlin a další usazeniny organického původu na dně či stěnách nádrží, které svým rozkladem znečišťují vodu v jezírku. Díky tomu se označují za schopné pracanty, kteří aktivně pomáhají s péčí o zahradní jezírko [72].



Obrázek 46: Beruška vodní [72]

**Kladofora (*Cladophora glomerata*)** – je speciální kmen vláknité řasy, využívané pro udržení čisté vody v zahradních jezírkách a koupacích biotopech. Ke svému růstu rychle spotřebovávají velké množství živin, které bývají rozpuštěny ve vodě a přispívají k šíření a rozmnožování nežádoucích řas a sinic. Vedlejším produktem kladofory při růstu bývá rozpuštěný kyslík, který je nezbytný pro samočistící procesy, dafnie a další živočichy. Dále produkují alelopatické látky, jež zabraňují růstu jiných druhů řas. Předností kladofor je také to, že žijí v symbióze se speciálními druhy bakterií a rozsivkami, jež jsou z vody schopny odstranit další zdroje znečištění v podobě opalovacích krémů, moči atd. [72].



Obrázek 47: Kladofora [72]

## 5 KVALITA A VLASTNOSTI VODY ZAHRADNÍCH JEZÍREK

V této kapitole budou uvedeny základní vlastnosti vody, jež jsou potřebné znát při provozu zahradních jezírek.

### 5.1.1 Klasifikace stojatých vod podle úživnosti

V limnologii, což je věda o kontinentálních vodních útvarech s pomalou výměnou vody, byla celosvětově přijata jednotná typizace vod dle jejich úživnosti (trofie). To znamená obsah chemických látek a charakter jejich fyzikálně chemických parametrů. Terminologie se soustředí na popis jevů, které souvisí s koncentracemi a biodostupností forem dusíku a především fosforu. Stupně trofie a jejich charakteristiky jsou uvedeny v následující tabulce. U koupacích jezírek by úživnost měla být udržována maximálně na úrovni mezotrofie [47].

Tabulka 1: Klasifikace stojatých vod dle úživnosti (OECD 1992) [47]

Úživnost	Celkový P	Chlorofyl a		Průhlednost	
	(mg.l <sup>-1</sup> )	(μg.l <sup>-1</sup> )		(m)	
	prům.	prům.	max.	prům.	max.
Oligotrofie	<0,010	<2,5	<8	>6	>3
Mezotrofie	0,010–0,035	2,5–8	8–25	3–6	1,5–3
Eutrofie	0,035–0,100	8–25	25–75	1,5–3	0,7–1,5
Hypertrofie	>0,100	>25	>75	<1,5	<0,7

### 5.1.2 Hodnota pH

Zkratka latinského *potentia Hydrogenii* je faktor, jenž udává stupeň kyselosti dané látky [2]. Hodnota pH od 1 do 7 značí kyselé prostředí, 7 jako neutrální a v rozmezí mezi 7 a 14 se jedná o prostředí zásadité. U klasických okrasných jezírek je nejlepší hodnota pH 6 až 7 [3].

Optimální hodnota pH u jezírek určených pro chov ryb, speciálně Koi, je 6 - 8. Rovnovážný stav pH je závislý na dostatečném množství  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  (hydrogenuhličitanu vápenatém) a  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (kyselině uhličitě). Kyselina uhličitá ve vodě vzniká rozpuštěním plynného oxidu uhličitého a tím dochází k poklesu pH. Při dostatečném množství vápence ( $\text{CaCO}_3$ ) ve vodě se vlivem oxidu uhličitého nebo kyseliny uhličitě mění vápenec na  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , čímž alkalita společně s pH stoupá do rovnovážného stavu. Ke kolísání pH během dne dochází z důvodu, že rostliny a řasy při fotosyntéze z vody odebírají oxid uhličitý, díky čemuž dochází ke zvyšování pH. Naopak v noci dochází k produkci  $\text{CO}_2$  a spotřebě kyslíku, a tedy i poklesu pH [30].

U přírodních koupacích biotopů by se hodnota pH měla držet v mezích 5,5 až 9. Záleží na osázení nádrže, velikosti či přizpůsobení organismů tomuto stavu. Při překročení horní hranice probíhají procesy, jež nejsou pro organismy vhodné [47].

Pro měření hodnot pH se používají indikátory známé jako např. fenolftalein nebo metyloranž. Vhodnou kombinací vznikl tzv. univerzální indikátor (Čůta – Kámen), jenž dokáže určit hodnoty v mezích 1,2 až 12,7 pH. Vyznačuje se jednoduchostí měření a nezávislostí na teplotě vody. Kvůli odchýlkám ( $\pm 0,3 - 0,5$ ) není určen pro přesná měření. Pro stanovení hodnoty pH se dále využívá velká škála testerů, mezi něž patří např. lakmusové papírky, u nichž se hodnota určí za pomoci barevné škály políček. Mezi modernější způsoby měření se řadí potenciometrické, u kterých při ponoření elektrody do vody je využíván rozdíl elektrického napětí. Tento způsob je mnohem přesnější, ale rovněž je kladen mnohem větší důraz na údržbu přístroje. Zároveň se dají využívat malé kapesní pH metry vzhledově připomínající tužku [30].

### 5.1.3 Alkalita

Neboli kyselinová neutralizační kapacita (KNK) značí míru stability pH a rovněž se označuje jako pufrční kapacita vody. V přirozených vodách je většina alkality způsobena hydrogenuhličitanu. Platí tedy, že čím je KNK vyšší, tím je větší schopnost vody neutralizovat kyselinu, která je do vody přidána. Zjednodušeně se dá říct, že ve vodě bez této neutralizační schopnosti by každý uvolněný kationt  $H^+$  způsobil patřičný pokles pH. U vod s dostatečnou alkality je pak nárůst  $H^+$  kompenzován neutralizačními reakcemi, přičemž pH zůstává neměnné. V případě, kdy je KNK vyčerpána, může přidání kyseliny teprve způsobit pokles pH, což by se mělo zohlednit při snaze úpravy pH [73].

### 5.1.4 Kyslík

Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě se za dané teploty a atmosférického tlaku stanovuje hmotnostní koncentrací (mg/l) a nasycení vody kyslíkem v procentech. Do vody se kyslík dostává především ze vzduchu, a hlavně u stojatých vod díky fotosyntéze vodních rostlin a řas. Z vody je spotřebováván jednak pro dýchání všech organismů, ale také na všechny oxidační procesy jak organických, tak anorganických látek [74].

V zahradních okrasných jezírkách, kde na rozdíl od přírodních biotopů je požadavkem křišťálově čistá voda, produkují kyslík ve velkém množství přisedlé vláknité řasy. U jezírek s chovem kaprů Koi se optimální hodnota kyslíku pohybuje okolo 5–8 mg/l vody. Měření se dá provádět klasickou laboratorní metodou např. Hrabáčovou nebo za pomoci oxymetru [30].



### **5.1.5 Oxid uhličitý**

Jak již bylo zmíněno obsah volného CO<sub>2</sub> přímo ovlivňuje hodnoty pH během dne. Díky noční produkci oxidu uhličitého za pomoci řas a rostlin bývá pH nejnižší při východu slunce. Naopak nejnižší hodnota CO<sub>2</sub> bývá odpoledne, kdy také dochází k nárustu pH [20].

### **5.1.6 Teplota vody**

Teplota je jedním z nejvýznamnějších prvků ovlivňujících dění ve vodě. Nejvyšší měrné hmotnosti voda dosahuje při teplotě 4 °C. K promíchávání vody dochází v jarních a podzimních měsících. V létě bývá nejtěžší vrstva chladné vody u dna. Ve vrstvě nad ní dochází k rychlým změnám teploty a nejvyšší teploty dosahuje u hladiny. V zimě je tomu přesně naopak. U dna se nachází nejteplejší a nejtěžší voda, zatím co u hladiny lehčí a chladnější [20].

Při chovu okrasných ryb, především kaprů Koi, je nejideálnější teplota mezi 22–28 °C. Při této teplotě stoupá jejich aktivita a také metabolismus je v nejlepším stavu [30].

### **5.1.7 Zákaly a zbarvení**

Obecně platí, že je požadováno u okrasných zahradních jezírek docílit co nejlepší průhlednosti vody. Zákaly bývá způsoben neživými, jemně rozptýlenými částicemi, nebo drobnými planktonními živými organismy [74].

U koupacích jezírek by průhlednost měla být alespoň 2 m. V případě výskytu zeleného zákalu je dobré podpořit rozvoj zooplanktonu. Profesionálně se zákaly a zbarvení vody měří turbidimetrem. Pro měření u zahradních jezírek je dostatečný klasický Secchiho disk na měření průhlednosti vody [47].

### **5.1.8 Tvrdost vody**

Značí obsah všech vícemocných kationtů kovů alkalických zemin ve vodě. Jedná se především o součet vápníku a hořčíku, které představují značný podíl mineralizace vody. Voda s větším obsahem vápníku a hořčíku se označuje jako tvrdá. K vyjádření tvrdosti se využívají německé, či francouzské stupně tvrdosti. Při stanovení tvrdosti, jako sumy vápníku a hořčíku, se výsledek vyjadřuje v mmol/l. Přepočty i meze tvrdosti vody jsou uvedeny v následující tabulce [75].

**Tabulka 2: Meze a přepočty tvrdosti vody [75]**

Meze tvrdosti vody				
pitná voda	mmol/l	°dH	°F	Převodní jednotek
velmi tvrdá	>3,76	>21,01	>37,51	1 °dH = německý stupeň
tvrdá	2,51–3,75	14,01–21	25,01–37,5	1 °F = francouzský stupeň
středně tvrdá	1,26–2,5	7,01–14	12,51–25	1 mmol/l = 5,61 °dH
měkká	0,7–1,25	3,9–7	7–12,5	1 mmol/l = 10 °F
velmi měkká	<0,5	<2,8	<5	

Celková tvrdost vody v zahradním jezírku pro zdravý vývoj ryb a rostlin by měla být v rozmezí 8-14°dGH nebo také 1,5-2,5 mmol/l [76].

### 5.1.9 Fosfor

Fosfor je nepostradatelnou živinou pro správný chod ekosystému, který při svém přebytku hromadně s dusíkem zapříčiňuje eutrofizaci [77]. Společně s dusíkem je tedy nepostradatelný pro výživu bakterií, řas a vyšších rostlin. Je nezbytný pro bílkovinou syntézu a funguje jako zdroj biochemických procesů buňky. Při správném poměru fosforu a dusíku (cca 1:5) se docílí vhodných podmínek pro rozvoj řas, jež jsou zdrojem potravy zooplanktonu. U zahradních okrasných rybníčků je to ovšem z estetického hlediska nežádoucí a je snaha fosfor v co největší míře omezit. U nádrží určených k chovu ryb se fosfor do vody dostává především s krmivem pro ryby a jejich následnými výkaly [30].

Pro koupací jezírka platí, že kromě založení jezírka za použití vody s nízkým obsahem živin je také důležité udržovat jich ve stavu oligo-mezotrofie. Správně založené jezírko by mělo mít obsah fosforu do 40 µm fosforu/l [47].

Kromě hlavního zdroje fosforu což jsou rozkládající se rostliny, které je třeba pravidelně odstraňovat sem dle [47] patří:

- Prach z polí, pyl z luk nebo lesů
- Dešťová voda v prašných lokalitách
- Trus ptáků
- Splachy z okolní půdy
- Koupající se lidé

### 5.1.10 Dusíkaté látky

Sloučeniny dusíku mají při všech biologických procesech ve vodě velký význam. V problematice zahradních jezírek jsou nejdůležitější sloučeniny, které vznikají rozkladem organické hmoty ve vodě a dají se rozdělit na tři skupiny:

- Amoniakální (čpavkové) - volný čpavek  $\text{NH}_3$ , nebo vázaný  $\text{NH}_4$
- Dusitany  $\text{NO}_2^-$  (nitrity)
- Dusičnany  $\text{NO}_3^-$  (nitráty)

Rozpuštěný čpavek je ve vodním prostředí značně jedovatý plyn. U jezírek s rybami je nebezpečný především z důvodu, že ryby jej vylučují pomocí žaber, kterými rovněž přijímají kyslík. Pokud je hodnota čpavku ve vodě vysoká (1–3 mg/l vody) dochází k úhynu ryb. Dusitany jsou látky, které jsou přítomny ve všech vodách, vznikají rozbouráváním, nebo slučováním čpavku. V povrchových vodách se nalézají v malé koncentraci, ale při chovu ryb mohou způsobit rovněž značné problémy. V krvi reagují s hemoglobinem na methemoglobin, který není schopen vázat kyslík, a to má za následek udušení ryb. Dusičnany jsou konečným produktem biochemické oxidace organického dusíku a v aerobních podmínkách jsou stabilní [30].

Biologické odstranění dusíku využívá dějů, které ve vodách standardně probíhají. Organické dusíkaté látky se za pomoci mikrobiálních činností rozkládají a uvolňují amoniakální dusík, který je zároveň zdrojem syntézy nové biomasy pro organismy. Dva základní děje, jež probíhají ve vodě, jsou nitrifikace (biochemická oxidace amoniakálního dusíku na dusitany a poté dusičnany) a denitrifikace (biochemická redukce dusičnanů na oxidy dusíku a poté na elementární dusík, jenž je z vody odstraňován odvětráním do ovzduší) [78].

## 5.2 ZÁKLADNÍ TYPY ZDROJOVÝCH VOD

V následující kapitole jsou uvedeny vody sloužící jako zdrojové pro napouštění, ale také pro doplnění potřebné vody, vzniklé výparem.

## **Povrchové vodní zdroje**

Povrchové vodní zdroje obsahují vody, které bývají ve většině případů po stránce hydrobiologické ustálené. Její použití se doporučuje pouze po realizaci analýz na základní hydrochemické a hydrobiologické parametry. Z hydrochemie se doporučuje zkrácený chemický rozbor s podrobnou analýzou fosforu. Analýzy hydrobiologické bývají odborníky doporučeny dle lokality. Podstatou by měl být rozbor fytozoo planktonu a fytoplanktonu, díky kterému se dle bioindikací ukáže jednak stupeň trofie a podpoří tak chemické analýzy, ale také poukáže na případnou toxicitu vody. Je doporučeno pečlivě sledovat uvažovaný zdroj povrchové vody, což může být potok, řeka, rybník atd. zhruba rok předem. Pokud zde budou projevy vysoké trofie např. ve formě vodního květu nebo sinic, měl by se zvážit jiný zdroj a zbytečně neinvestovat do chemických analýz. Před vlastním použitím vody je také potřeba zvážit aktuální legislativu pro nakládání s povrchovými vodami a předejít tak zbytečným problémům [47].

## **Děšťová voda**

Kvalita dešťové vody se odvíjí od prostředí, ve kterém spadla. Jsou zde důležité parametry jako vodivost, pH, obsah prachu a nečistot. Při napouštění je nutné, aby voda pouštěná do jezírka přešla přes filtr, jehož úkolem je odstranění nejen prachových částic, ale například i zrn pylu, které prezentují výrazný vnos fosforu. Nádrže, u kterých se projeví vyšší výskyt řas nebo bude voda v nich jinak znehodnocena, nelze vypouštět do jezírka. Důležitou součástí ošetřování vody je odkalování a čištění dešťových nádrží. I tak je dešťová voda vhodná k použití jen někde a je zapotřebí hlídat její složení. To lze realizovat i bez drahých analýz, pozorováním nádrže umístěné na slunci. Pokud voda do několika dnů zezelená, je pravděpodobnost jejího využití jako vody v jezírku malá. To, že voda nezezelená, ještě neznamená, že neobsahuje přebytek živin. Speciální pozornost je třeba také věnovat lokalitám, kde jsou měděné okapy. Jde o kov, který v dešťové vodě může být ve velkých koncentracích toxický pro vodní organismy [47].

## **Pitná voda**

Často bývá uváděno, že nejlepší zdroj pro prvotní napuštění koupacího jezírka je voda z veřejných vodovodů, tedy voda pitná. Mnohdy platí, že pitná voda je opravdu vhodná, záleží ale na zdroji vody surové, technologii úpravy a způsobu hygienizace (dezinfekce nejen na úpravně, ale také ve vodojemech a rozvodných řadech) a především na způsobu provozování rozvodných řadů. U mnoha vodárenských společností ve střední Evropě se setkáme s tím, že proti korozi vodovodního potrubí aplikují hexametrafosforečnany. Je tedy vhodné provést realizaci aktuální a vlastní analýzy, která je v řádech stokorun, ale zcela jistě se vyplatí. Platí, že jezírko napuštěné vodou, které má obsah fosforu 300krát vyšší, než je potřeba pro udržení

kvality vody bez řas, je horší než běžně zmiňované obsahy chloru, které časem vyprchají nebo železa, které může být esteticky na závadu, ale také má funkci poutat fosfor [47].

### **Studny, vrty, prameny**

Voda z těchto zdrojů bývá charakteristická vysokým obsahem minerálních solí. Doporučuje se provést analýzu chemického složení, kde je třeba se zaměřit na obsah a formy P, N, Fe, tzv. tvrdost vody, případně na obsah toxických kovů, jako jsou např. Cd, Cu, Zn, As, Pb, Hg. V lokalitách, kde je podezření na výskyt ropných derivátů nebo pesticidů, je důležité jim věnovat zvláštní pozornost. S tvrdostí vody si často poradí sami rostliny. Mnohdy je daná voda stabilnější z hlediska uhličitanové rovnováhy než vody povrchové nebo dešťové. Problémem při použití těchto vod je obsah fosforu vyšší než 35, max 40 µg celkového fosforu na litr [47].

## 6 NÁVRH ZAHRADNÍHO JEZÍRKA

Součástí zadání práce je návrh jezírka pro vybraného investora. Z tohoto důvodu byla vybrána osoba, která uvažuje o realizaci zahradního jezírka při současném plánování výstavby rodinného domu. Pozemek určený pro návrh zahradního jezírka se nachází ve městě Napajedla, v místní části nazývané Výhledy, jež leží ve Zlínském kraji, 13 km jihozápadně od Zlína. Nadmořská výška na řešeném pozemku je 222,00 m. n. m.



Obrázek 48: Město Napajedla (zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

Investor nemá žádnou konkrétní představu o tvaru, konfiguraci nebo technickém řešení. Jediná podmínkou byla velikost jezírka do 35 m<sup>2</sup>. Z tohoto důvodu se nabízí jako vhodné dvě technické varianty: jezírko bez technické vybavenosti (níže popsáno jako varianta č. 1) a jezírko včetně filtrace, čerpání atd. (popsáno níže jako č. 2). Na základě priorit, zvážení a rozmyšlení, jak bylo popsáno v úvodní kapitole, investor následně zvolí výhodnější z těchto dvou variant.

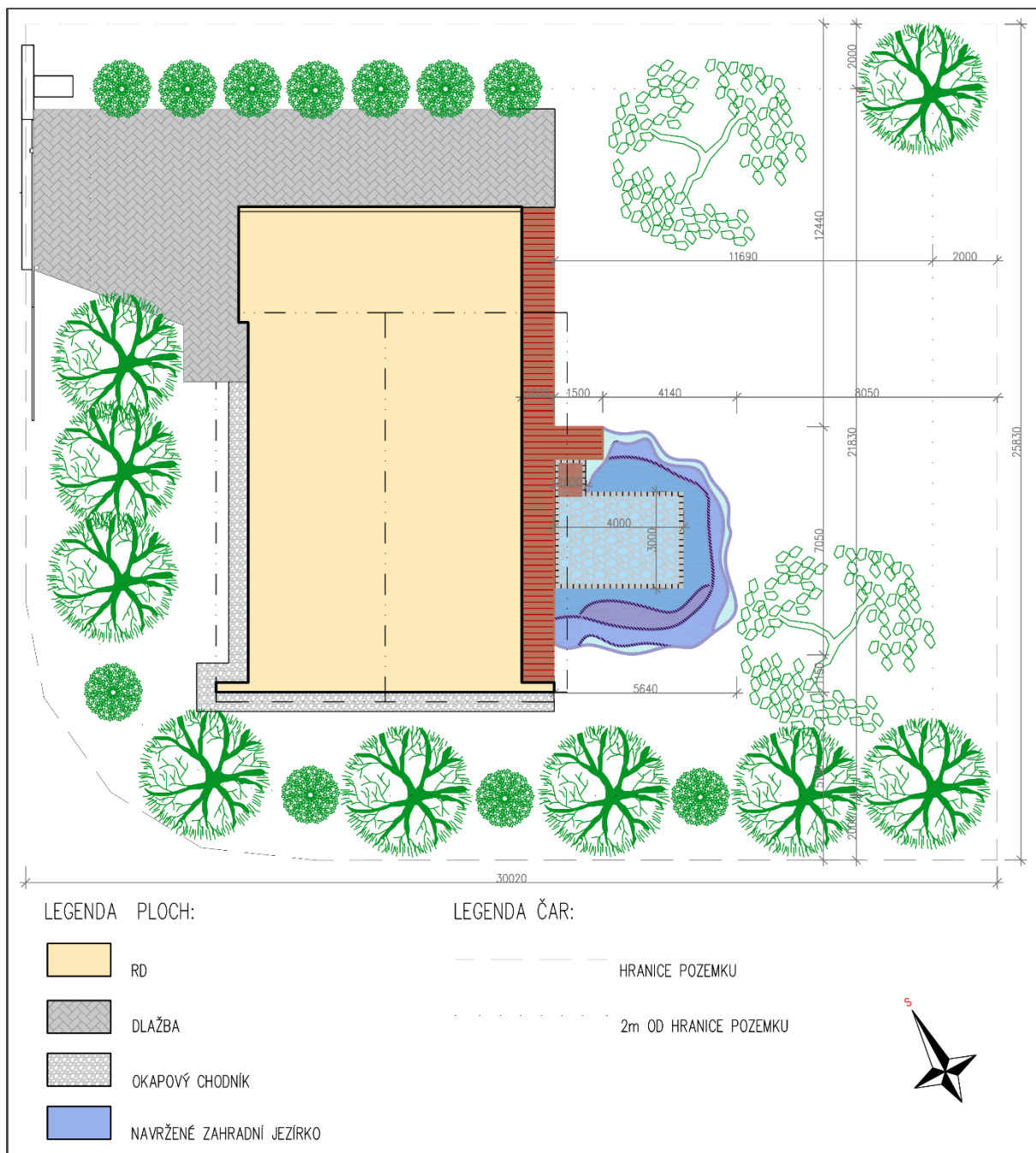
## **6.1 NÁVRH ZAHRADNÍHO JEZÍRKA Č.1**

Při návrhu první varianty jezírka je kladen důraz na vybudování přírodního koupacího jezírka bez použití jakékoliv technické vybavenosti. Jezírko by mělo zastávat jak funkci estetickou, tak možnost osvěžení v horkých letních měsících ve vodě, bez použití „chemie“. Těto myšlence odpovídá přírodní koupací jezírko typu I.

### **6.1.1 Umístění a tvar jezírka**

Vzhledem k menší velikosti pozemku bylo požadavkem majitele navrhnout jezírko o celkové ploše pohybující se okolo 30 až 35 m<sup>2</sup>. Vhodným místem pro jezírko se jevila jihovýchodní část pozemku, kde nehrozí křížení s žádnými inženýrskými sítěmi a je zde větší soukromí. Dále zde bude využita plánovaná dřevěná terasa, u které jezírko vzbuzuje pěkný estetický dojem. Jelikož se jedná o pozemek, kde ještě není provedena ani stavba RD, má majitel v plánu pozemek uvést do co nejvíce rovinnatého tvaru. Zároveň se zde nenachází stromy či jiná zeleň, která by ovlivnila umístění jezírka, a naopak se dle něj přizpůsobí při provádění samotné výsadby.

Návrh tvaru byl v tomto případě ovlivněn potřebou intenzivně oddělit užitkovou zónu od zóny regenerační. Vzhledem k plánované absenci techniky byl celkový tvar navržen v podobě nepravidelného kruhu. V nejdelším a nejširším bodě jsou rozměry jezírka 6,9 a 5,6 m. Ve výšce 15 cm pod terénem je navržen bezpečnostní přepad, jenž se bude napojovat do plánovaného vsaku určeného pro odvedení dešťové vody ze střechy domu.

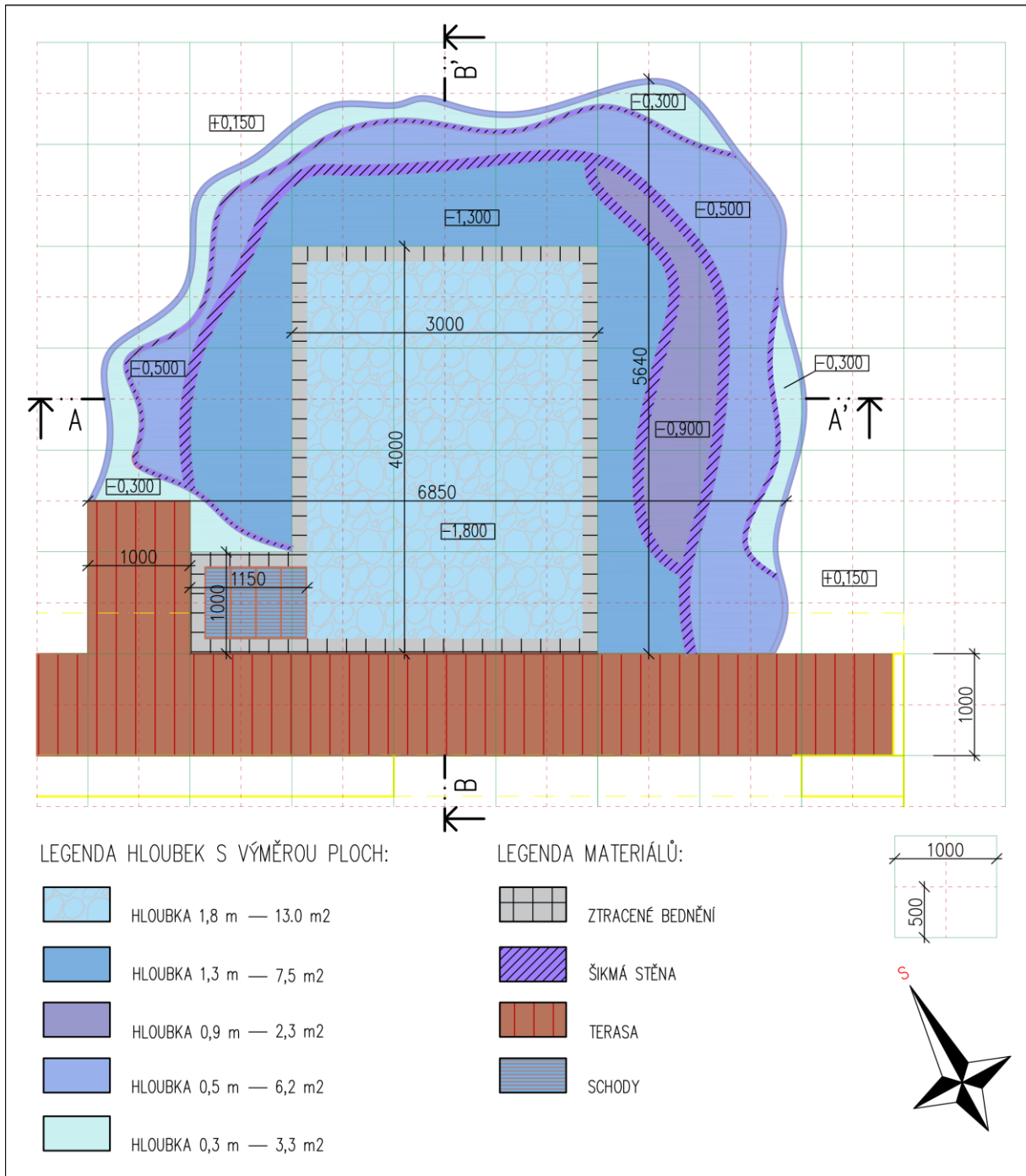


Obrázek 49: Ukázka umístění prvního jezírka



## 6.1.2 Rozměry jednotlivých zón s návrhem osázení rostlin

Hlavním prioritou při tvorbě jednotlivých zón bylo v tomto případě oddělit zónu koupací od zóny regenerační. Při požadované velikosti jezírka odvíjející se od plochy pozemku nebylo možné dodržet standardní délku, jež se udává pro 4 plavecká tempa. S touto skutečností byl majitel obeznámen a souhlasil s daným návrhem.



Obrázek 50: Návrh jednotlivých zón prvního jezírka

Celková plocha jezírka byla navržena 32,3 m<sup>2</sup>.

- 13,0 m<sup>2</sup> (40,2 %) tvoří zóna užitková
- 19,3 m<sup>2</sup> (59,8 %) tvoří zóna regenerační

Užitková zóna o rozměrech 3 x 4 m s prostorem určeným pro vstup do jezírka byla oddělena využitím ztraceného bednění. Hloubka koupací části byla navržena 1,8 m.

Regenerační zóna byla přizpůsobena požadavkům pro koupací jezírka bez použití techniky, což ovlivnilo především větší zastoupení hlubší části (1,3 – 0,9 m) kvůli dostatečnému prostoru pro podvodní rostliny.

Regenerační zóna byla rozdělena do 3 základních zón:

- Bahenní zóna ( $\pm$  0,0 – 0,3 m) o ploše 3,3 m<sup>2</sup>
- Zóna mělčiny (0,3 - 0,5 m) o ploše 6,2 m<sup>2</sup>
- Hluboká voda (0,5 – 1,3 m) o ploše 9,8 m<sup>2</sup>

Celkový objem jezírka se při daných plochách o průměrné výšce pohybuje okolo 39 m<sup>3</sup>. Přesný objem bude zjištěn při prvním napouštění jezírka.

### **Návrh osázení rostlin jednotlivých zón s ohledem na důležitost pro samočistící proces:**

Bahenní zóna

- Šáchor dlouhý (*Cyperus longus*)
- Kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*)
- Kyprej obecný (*Lythrum salicaria*)
- Máta vodní (*Mentha aquatica*)

Mělká zóna

- Puškvorec obecný (*Acorus calamus*)
- Žabník jitrocelový (*Alisma plantagoaquatica*)
- Prustka obecná (*Hippuris vulgaris*)
- Šípatka obecná (*Sagittaria sagittaria*)
- Zevar vzpřímený (*Sparganium erectum*)

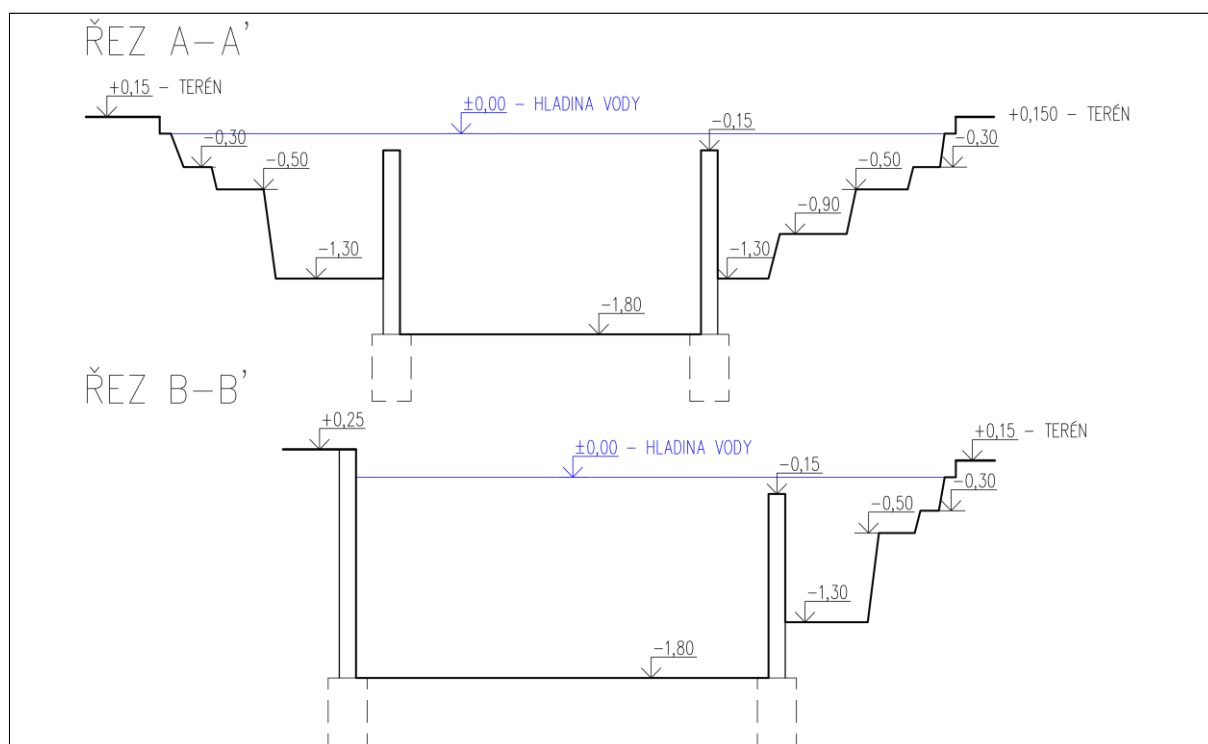
Hluboká voda

- Leknín bílý (*Nymphaea alba*)
- Stulík žlutý (*Nuphar lutea*)
- Pryskyřník vodní (*Ranunculus aquatilis*)

## Ponořené rostliny

- Rdest kadeřavý (*Potamogeton crispus*)
- Stolístek přeslenitý (*Myriophyllum verticillatum*)
- Růžkatec ponořený (*Ceratophyllum demersum*)
- Přeslice přeslenitá (*Hydrilla verticillata*)

Substrát pro rostliny se bude ukládat pouze do míst určeným pro výsadbu rostlin. Prioritou bude vnos co nejmenšího počtu živin. U rostlin, jako jsou například lekníny, bude využito sázecích košů, kdy horní vrstva bude uzavřena vrstvou jílu a šterku. Pro rostliny, které budou substrát využívat především za účelem ukotvení, se využije zrno do velikosti 8 mm.



Obrázek 51: Ukázka jednotlivých zón prvního jezírka v řezu

### 6.1.3 Volba materiálu

Při tvorbě podkladní vrstvy bude rozhodující stav zeminy. V případě potřeby bude při vymodelování profilů využito nezbytné množství písku. Samozřejmě bude použito ochranné geotextílie, která poslouží jako ochrana izolační fólie proti poškození od kamenů, či kořenů.

K izolačním účelům je navržena hydroizolační jezírková fólie AQUAPLAST 805/V od firmy fatra. Tloušťka fólie je 1,5 mm v černém barevném provedení. K provedení specifických detailů bude využito doplňkové sortimentu pro snadnější zpracování. Skutečná spotřeba

fólie a geotextílie bude zjištěna po samotné pokládce. Orientační množství je provedeno na základě výpočtu uvedeném v kapitole 2.5.2.

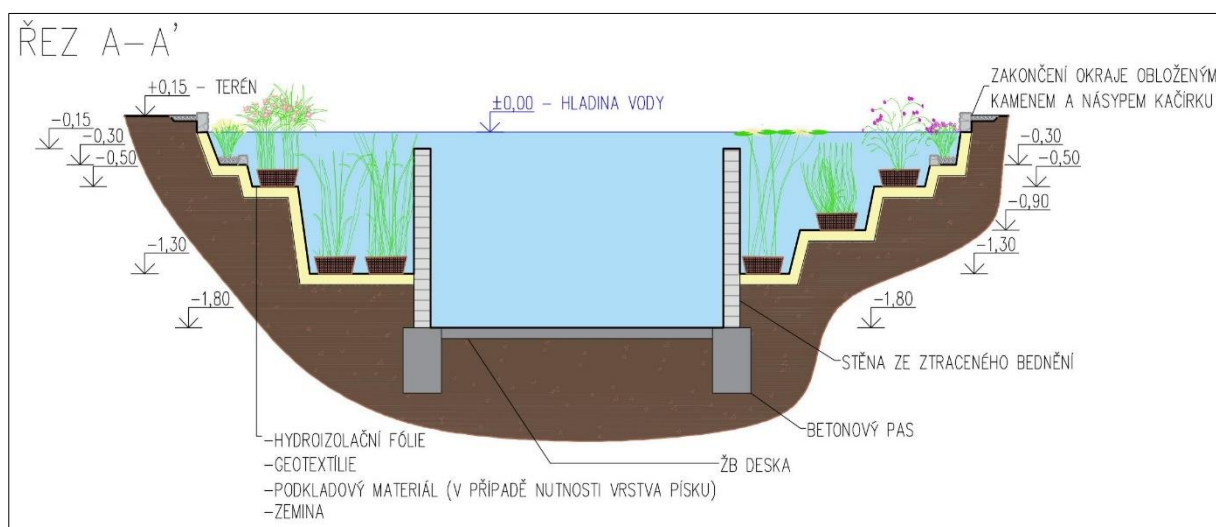
Délka fólie

- $(6,9 + 2 \times 1,8 + 1) + (2 \times 2,3) = 16,1$  m

Šířka fólie

- $(5,5 + 2 \times 1,8 + 1) + (2,3 + 1,5) = 13,9$  m

Pro oddělení regenerační a užitkové zóny bylo využito ztracené bednění tloušťky 0,15 m vyztuženého žebříkovými betonářskými tyčemi. Potřebný základ bude proveden z prostého betonu. Zajištění sesuvu substrátu u jednotlivých zón v regenerační části bude dle potřeby provedeno před pokládkou fólie za pomoci písečného valu s možností pozdějšího doplnění valounů po již zhotovené hydroizolaci. Zakončení bude provedeno vhodným vytvarováním umožňujícím zakrytí volné fólie jak z důvodu estetického, tak kvůli životnosti materiálu. Při zakončení ve volném terénu bude provedeno obložení většími kameny a ze strany k domu se zakončení provede osazením k dřevěné terase.



Obrázek 52: Vzorový řez s ukázkou použitých materiálů (návrh č.1)

## 6.1.4 Technika

Z technické vybavenosti zde bude využit pouze dvoukomorový jezírkový vysavač, určený k odstraňování usazeného kalu, či jiných nečistot. Dvoukomorový vysavač je navržen na základě vlastních zkušeností kvůli značné úspoře času. Jako vhodný se i díky sací hloubce až 2,4 m jeví např. jezírkový vysavač Oase Pondovac 4 pohybující se v cenové relaci okolo 13 000 Kč.

### **6.1.5 Potřebná údržba**

Údržba jezírka bude spočívat především v péči o rostliny, jako je např. sestřih, či odstraňování odumřelých částí, čímž bude docházet k odebrání přebytečných živin. Dále bude nutné pravidelné odkalování dna jezírka či odstraňování napadaného listí. Kromě pravidelného měření hodnot, bude důležité udržovat potřebné množství organismů zajišťujících přírodní proces čištění.

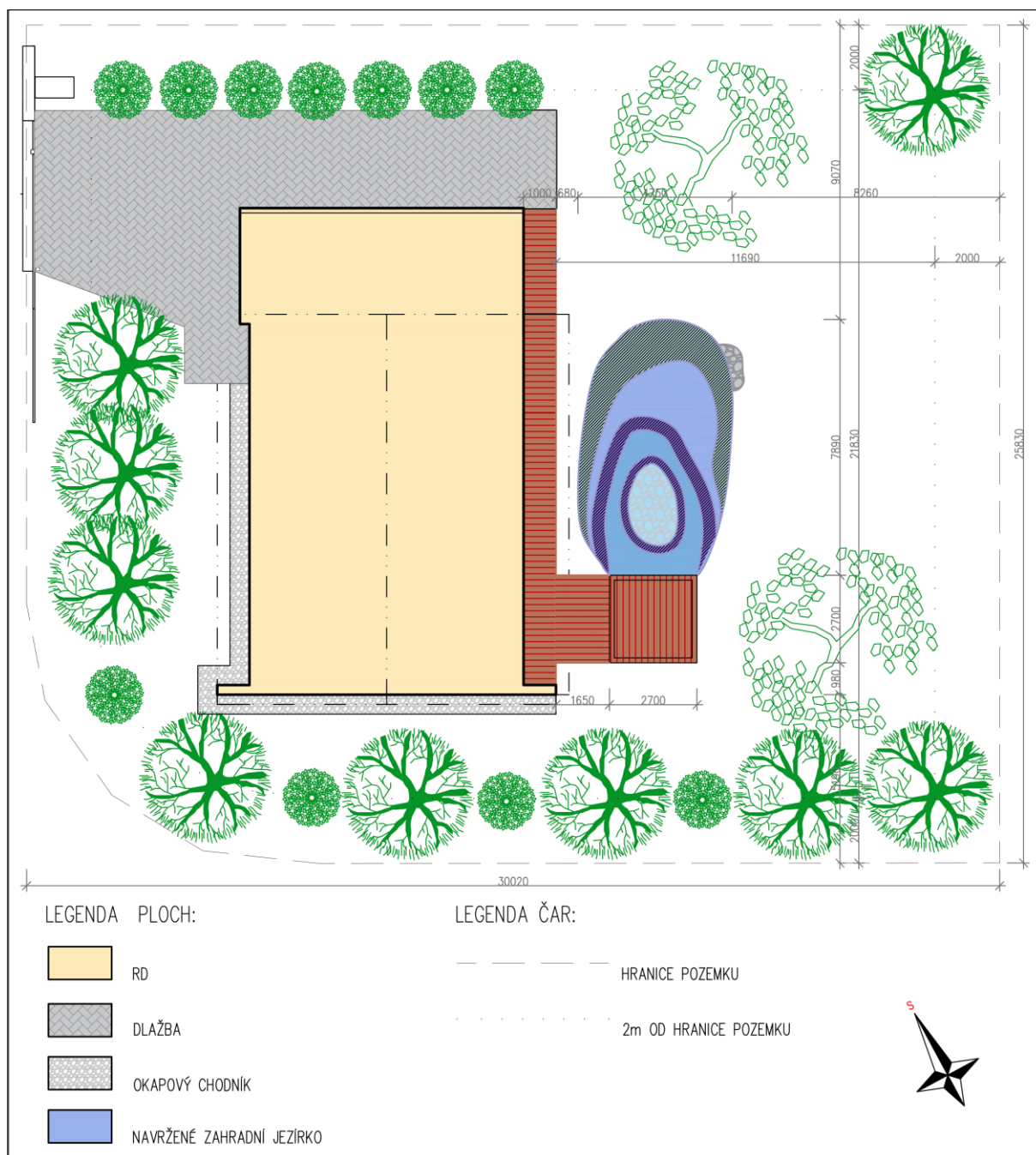
## **6.2 NÁVRH ZAHRADNÍHO JEZÍRKA Č.2**

V tomto případě se jedná spíše o návrh jezírka, jenž je kontrastem prvního typu. Jezírko má rovněž plnit funkci především estetickou, do čehož spadá také pěstování různých typů vodních rostlin stejně jako u jezírka č. 1. Hlavní rozdíl je především v tom, že zde bude využita celá řada technických prvků a jezírko bude také sloužit pro chov ryb.

### **6.2.1 Umístění a tvar jezírka**

Umístění jezírka odpovídá přibližně stejné poloze jako u prvního typu, tedy z vnitřní části pozemku. Hlavním rozdílem je, že jezírko není přímo napojeno na dřevěnou terasu, ale zároveň je z jižní strany (nachází se zde největší hloubka jezírka) umístěna filtrační šachta, u které by víko poklopu bylo provedeno ze stejného materiálu jako terasa. Tím by nedošlo k narušení vzhledu v blízkosti vodní plochy.

Tvar jezírka byl navržen oválný, což by mělo přispět k lepšímu odnosu nečistot z místa zpětného výtoku z filtru směrem ke skimmeru či gule. Nejsou zde navržena žádná slepá místa, kde by mohlo docházet k zahnívání vody. V nejdelším místě dosahuje jezírko délky 7,9 m a největší šířka je 4,5 m. Rovněž by zde byl proveden bezpečnostní přepad, jako u prvního návrhu.



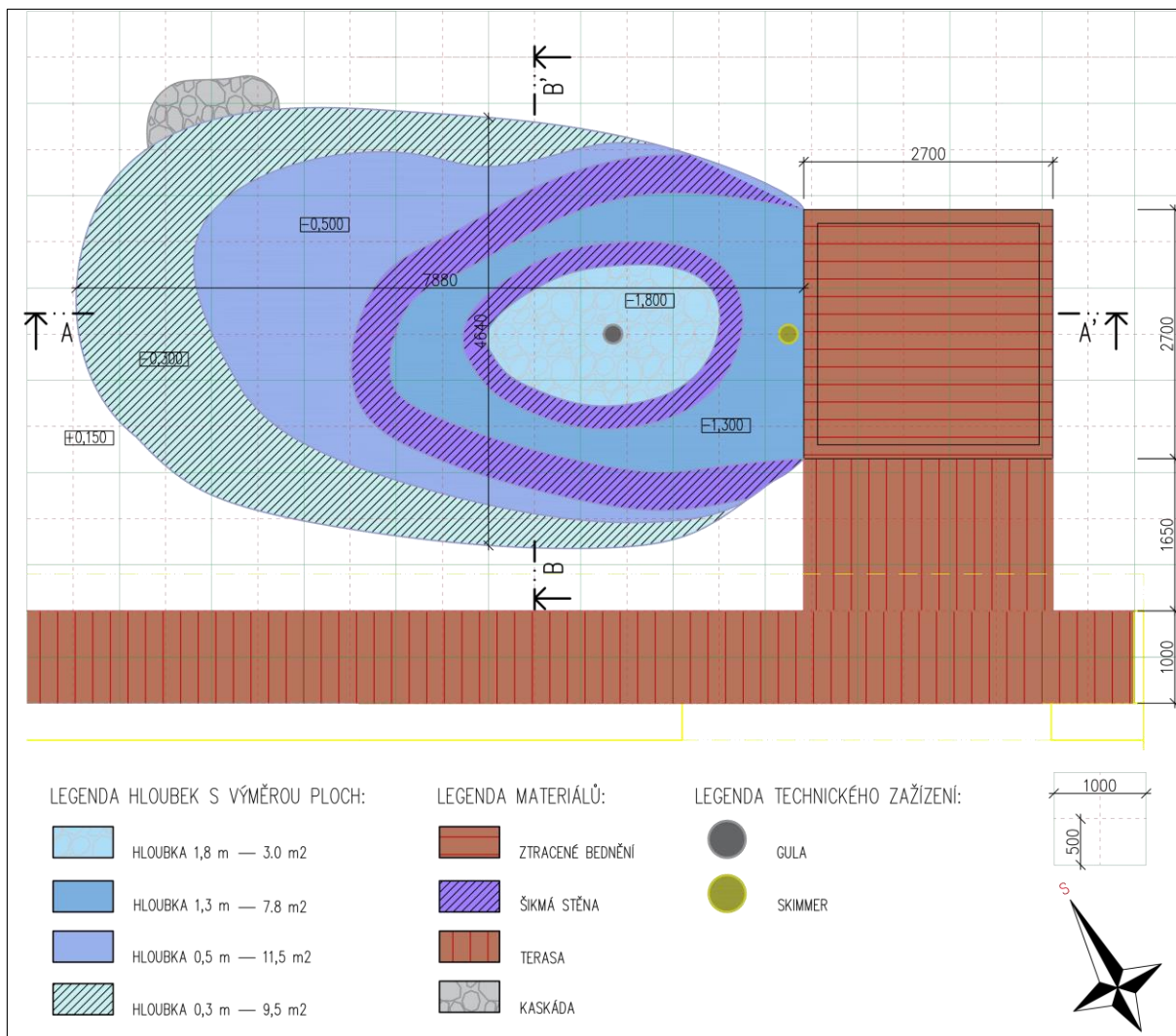
Obrázek 53: Ukázka umístění druhého jezírka

## 6.2.2 Rozměry jednotlivých zón s návrhem osázení rostlin

Celková plocha jezírka byla navržena 31,8 m<sup>2</sup>.

- Bahenní zóna ( $\pm 0,0 - 0,3$  m) o ploše 9,5 m<sup>2</sup> → 30 % z celkové plochy
- Zóna mělčiny (0,5 m) o ploše 11,5 m<sup>2</sup> → 36 % z celkové plochy
- Hluboká voda (1,3 – 1,8 m) o ploše 10,8 m<sup>2</sup> → 34 % z celkové plochy

Hloubka 1,8 m byla navržena pro bezpečné přezimování plánované rybí obsádky. Plocha 3 m<sup>2</sup> by měla být dostačující až pro 20 kusů Koi o velikosti 50 cm. Rozsáhlá mělčina je navržena mimo jiné pro možnost pěstování různých typů rostlin. Celkový objem jezírka se při daných plochách o průměrné výšce pohybuje okolo 24 m<sup>3</sup>. Přesný objem bude opět zjištěn při prvním napouštění jezírka.



Obrázek 54: Návrh jednotlivých zón druhého jezírka

### Návrh osázení rostlin jednotlivých zón:

#### Bahenní zóna

- Kejklířka žlutá (*Mimulus luteus*)
- Kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*)
- Máta vodní (*Mentha aquatica*)

## Mělká zóna

- Puškovec obecný (*Acorus calamus*)
- Žabník jitrocelový (*Alisma plantagoaquatica*)
- Šmel okoličnatý (*Butomus umbellatus*)
- Šípatka obecná (*Sagittaria sagittaria*)

## Hluboká voda

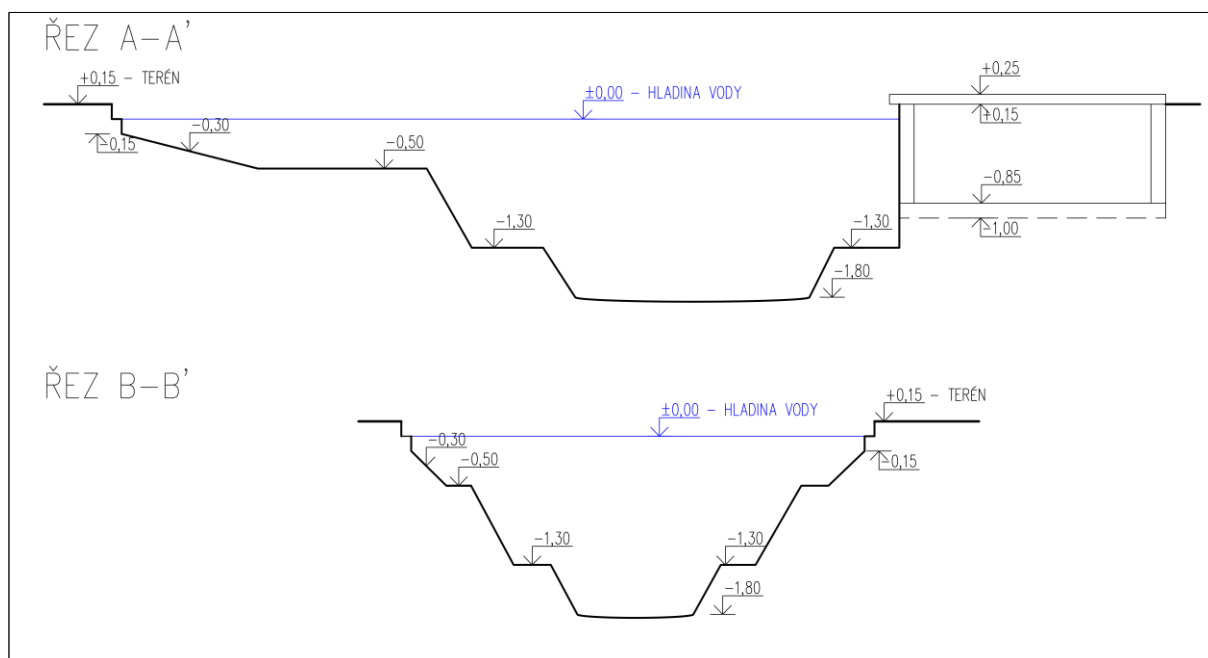
- Leknín bílý (*Nymphaea alba*)
- Stulík žlutý (*Nuphar lutea*)
- Plavín štítnatý (*Nymphoides peltata*)

## Ponořené rostliny

- Růžkatec ponořený (*Ceratophyllum demersum*)

Uvedené rostliny jsou orientační a v konečném důsledku bude záležet na majiteli a dostupnosti daných rostlin.

V mělkých částech jezírka bude potřebná vrstva kačírku a speciální substrát důležitý pro pěstování určitých typů rostlin bude navržen obdobný jako v případě prvního typu jezírka, při čemž bude rovněž využito sázečích košů. Hlubší část bude ponechána bez volného substrátu z důvodu snadnějšího odkalování dna.



Obrázek 55: Ukázka jednotlivých zón druhého jezírka v řezu



### 6.2.3 Volba materiálu

Ochranný podklad, geotextílie i hydroizolační fólie zůstává obdobná jako u prvního návrhu. V tomto případě je orientační množství následující:

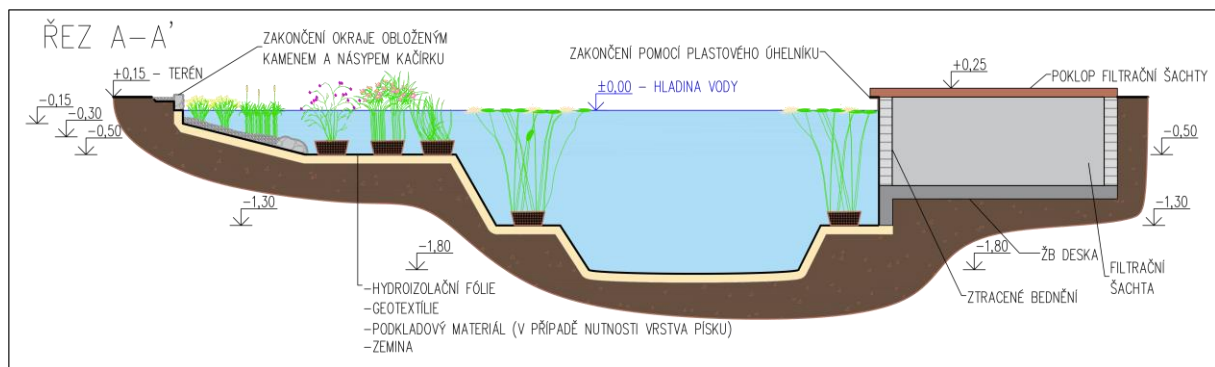
Délka fólie

- $(7,9 + 2 \times 1,8 + 1) = 12,5 \text{ m}$

Šířka fólie

- $(4,5 + 2 \times 1,8 + 1) = 9,1 \text{ m}$

Na oddělení jednotlivých zón by posloužily valouny. Na místě zpětného výtoku vody z filtrace bude postavena menší kaskáda. Zakončení okrajů bude provedeno stejným způsobem jako u prvního typu. Stěny filtrační šachty budou vystavěny ze ztraceného bednění šířky 150 mm vyztuženého betonářskou výztuží a dno z betonu vyztuženého kari sítí.



Obrázek 56: Vzorový řez s ukázkou použitých materiálů (návrh č.2)

### 6.2.4 Technika

U tohoto jezírka je navrženo gravitační zapojení filtrace. Výhodou tohoto systému je možnost osazení filtrace pod úroveň terénu. Další výhodou je možnost využití úspornějšího čerpadla a vzhledem k umístění za filtrační jednotkou i prodloužení jeho životnosti. Jelikož tento systém pracuje na principu spojených nádob, bude vhodné umístit systém pro automatické dopouštění vody.

V samotném jezírku je navržen pro sběr nečistot z hladiny skimmer. Pro dané použití se vhodně jeví Oase AquaSkim Gravity, pohybující se s cenou okolo 1 600 Kč. K odstraňování usazenin ze dna nádrže je určena dnová vpust', tedy gula, jíž bude přizpůsobeno potřebné vyspádování dna. Obě tyto zařízení budou co nejkratší a nejjednodušší cestou napojeny na filtr, jenž je umístěn ve filtrační šachtě. Pro jezírko je navržen filtr Tripond Center Vortex C-50, který se bez

filtračních médií pohybuje s cenou okolo 45 000 Kč. Filtrační materiály do jednotlivých komor (filtrační kartáče, japonské rohože, biokuličky, kostky bioakvacit) se kompletně pohybují okolo 15 500 Kč. Maximální průtok tímto filtrem je 10 000 l/h. Dimenze pro jezírko s menším počtem ryb je 34 000 l a rozměry filtrace jsou 140 x 140 x 80 cm. Navržené čerpadlo je Oase Aquamax Gravity Eco 20000. Maximální průtok vody je 18 000 l/h a výtlakem 2,2 m. Čerpadlo bylo vybráno tak, aby dle Q/H křivky splňovalo potřebný výtlak (pro 1,5 m je 9 000 l/h). Pro delší životnost bude čerpadlo umístěno do společné šachty na sucho. Cena tohoto čerpadla se pohybuje okolo 19 000 Kč. Ještě před zpětným navrácením do jezírka projde filtrovaná voda UV lampou, rovněž umístěnou ve filtrační šachtě. Zvolená UV-C lampa Jebao CW – 36 W s maximálním průtokem 10 000 l/h se pohybuje okolo 2 000 Kč. Výtok bude umístěn na protější straně oproti sání, aby mohlo docházet ke splavování nečistot. Je třeba brát v úvahu, že k jednotlivým cenám je třeba započíst trubní materiály, šoupata, průchodky atd.

Rovněž by zde bylo vhodné využití dvoukomorového vysavače jako u prvního návrhu. Jelikož je v jezírku počítáno s rybí obsádkou, bude nutné zajistit v zimních měsících dostatečné okysličení vody pomocí vzduchovacího zařízení.

Rozměry samotné šachty jsou 240 x 240 x 100 cm, kdy je uvažováno 50 cm z obou stran filtru a 100 cm z přední strany určených pro manipulaci a uložení výše zmíněných prvků. Dno šachty bude vyspádováno a v rohu umístěna jímka, která by sloužila při odkalení a čištění filtru.

### **6.2.5 Návrh rybí obsádky**

Zarybnění se vždy odvíjí především od vkusu majitele. Při počátečním návrhu by se pro danou velikost jezírka dalo uvažovat: 5 ks Koi o velikosti okolo 35 cm, 2 ks jesetera s velikostí 20 až 25 cm, zlatý lín v počtu 2 ks, 8 kusů karase (Shubunkinů). Dále by dle potřeby bylo možné využít některé z druhů ryb, které by sloužily pro zlepšení poměrů v jezírku (ostroretky stěhovavé).

### **6.2.6 Potřebná údržba**

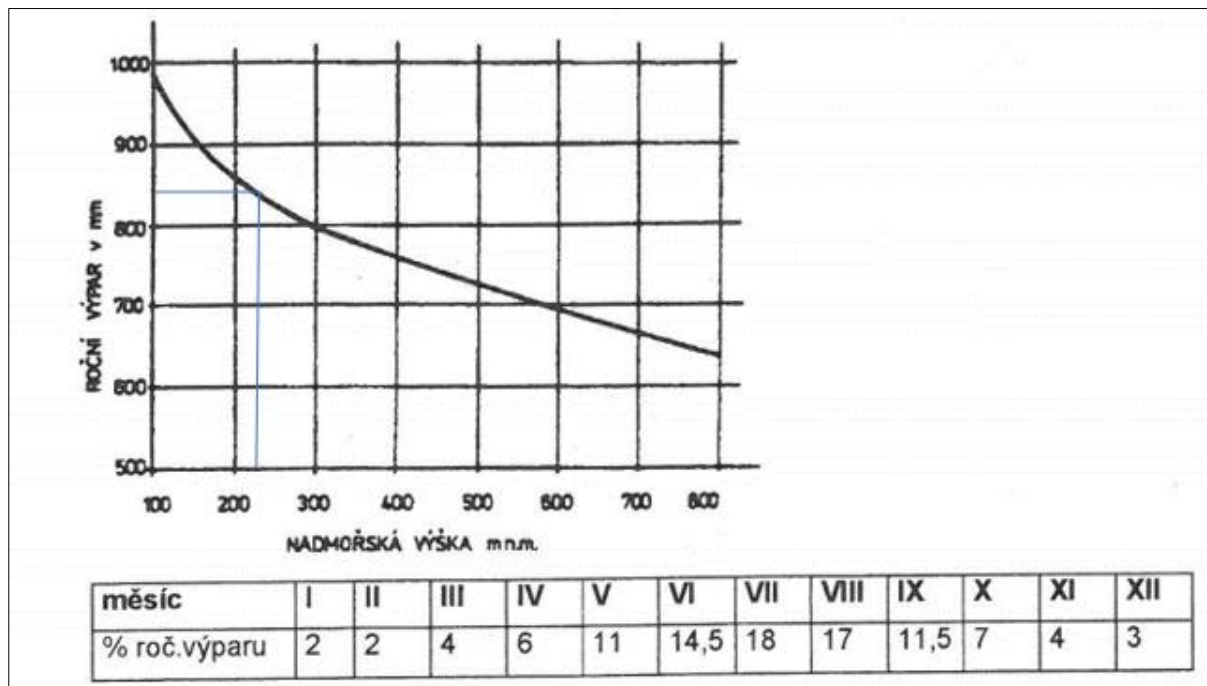
U tohoto jezírka bude třeba především pravidelná údržba navržené techniky, jako je např. odkalování filtrace, revize čerpadla, nebo životnosti UV zářiče. Dále je důležitá pravidelná kontrola potřebné výšky hladiny vody, doplnění potřebného množství bakterií, odstraňování sedimentů, či jiných nečistot, péče o ryby, či rostliny. K podrobnému popsání potřebné údržby poslouží vyhotovený kalendář prací uvedený v kapitole 2.6.

## **6.3 ORIENTAČNÍ POSOUZENÍ BILANCE VODY V JEZÍRKU**

Jelikož se nevyskytl konkrétní podklad pro výpočet bilance v malých zahradních jezírkách, byla pro určení ztráty výparem z vodní hladiny a vodních rostlin využita ČSN 75 2410. Hodnoty

srážek jsou brány z dlouhodobého normálu  $N_s$  (1981-2010) pro Zlínský kraj z portálu ČHMÚ (www.chmi.cz).

Pro stanovení ročního výparu v milimetrech bylo na základě nadmořské výšky pozemku, jenž je 222,00 m n. m., využito následujícího grafu:



Obrázek 57: Výpočet výparu v závislosti na nadmořské výšce s procentuálním rozdělením pro jednotlivé měsíce

- Roční hodnota výparu ( $H_{vyp}$ ): 840 mm
- Velikost vodní plochy ( $A_{vp}$ ): 32 m<sup>2</sup>
- Podíl zarostlé plochy: 50 %
- Opravný součinitel: 1,14
- Roční hodnota výparu ve vegetačním období (IV-IX) ( $H_{veg}$ ): 957 mm
- Uvažovaná plocha střechy RD ( $A_s$ ): 130 m<sup>2</sup>
- Dlouhodobý normál srážek ( $N_s$ )

Postup výpočtu:

Výpar (mm):

$$H_v = H_{vyp} \times \text{procento výparu pro jednotlivý měsíc} / 100$$

Výpar (m<sup>3</sup>):

$$V_v = A_{vp} \times H_v / 1000$$

Srážky (m<sup>3</sup>):

$$V_s = A_{vp} \times N_s / 1000$$

Bilance bez ex. zdroje vody (mm):

$$H_b = H_v - N_s$$

Bilance bez ex. zdroje vody (m<sup>3</sup>):

$$V_b = V_s - V_v$$

Bilance s ex. zdroje vody (m<sup>3</sup>):

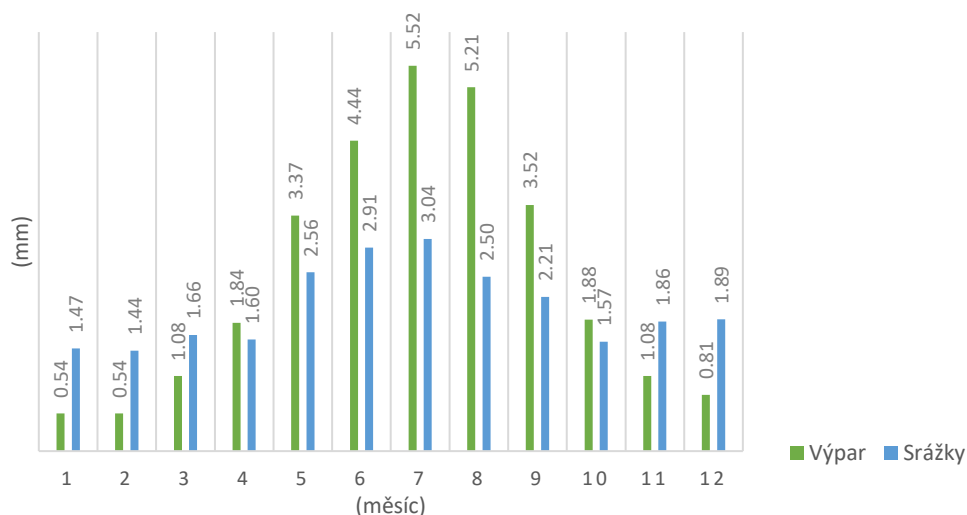
$$V_{\text{střecha}} = N_s \times A_s / 1000$$

Bilance s ex. zdroje vody celková (m<sup>3</sup>):

$$V_{\text{celkové}} = V_{\text{střecha}} + V_b$$

Tabulka 3: Přibližná bilance vody v jezírku

Výpar												
Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
% výparu	2	2	4	6	11	15	18	17	12	7	4	3
H <sub>v</sub> (mm)	17	17	34	57	105	139	172	163	110	59	34	25
V <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> )	0.54	0.54	1.08	1.84	3.37	4.44	5.52	5.21	3.52	1.88	1.08	0.81
Srážky												
Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
N <sub>s</sub> (mm)	46	45	52	50	80	91	95	78	69	49	58	59
V <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> )	1.47	1.44	1.66	1.60	2.56	2.91	3.04	2.50	2.21	1.57	1.86	1.89
Bilance bez externího zdroje vody												
Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
H <sub>b</sub> (mm)	29	28	18	-7	-25	-48	-77	-85	-41	-10	24	34
V <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> )	0.93	0.90	0.59	-0.24	-0.81	-1.53	-2.48	-2.71	-1.32	-0.31	0.78	1.08
Bilance s externím zdrojem vody												
Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
V <sub>střecha</sub> (m <sup>3</sup> )	5.98	5.85	6.76	6.50	10.40	11.83	12.35	10.14	8.97	6.37	7.54	7.67
V <sub>celkové</sub> (m <sup>3</sup> )	6.91	6.75	7.35	6.26	9.59	10.30	9.87	7.43	7.65	6.06	8.32	8.75



Obrázek 58: Grafické zobrazení výparu a srážek pro hladinu jezírka

Z důvodu, že jsou obě navržená jezírka řádově o stejné velikosti, byl výpočet uvažován pro plochu 32 m<sup>2</sup> a rovněž byla brána i přibližná hodnota zarostlé plochy. Červeně je vyznačeno vegetační období. Cílem tohoto výpočtu nebylo zjištění přesných hodnot, ale především ukázka, že i u malých zahradních jezírek je třeba brát v úvahu výpar vody a zejména v letních měsících zajistit potřebné dopouštění jezírka.

## 6.4 SROVNÁNÍ NÁVRHŮ OBOU JEZÍREK

Hlavním rozdílem kromě účelu a stavebního provedení, bude počáteční investice a pozdější schopnost ovlivnění kvality vody. Co se týče stavebního materiálu, bude finančně náročnější první návrh, a to z důvodu výstavby stěn ze ztraceného bednění pro oddělení koupací a regenerační zóny. U druhého jezírka je naopak nezbytné počítat s vysokými náklady při pořízení technického vybavení a také s provozními výdaji. V prvním návrhu je nutné brát v úvahu předpoklad, že vybudování fungujícího vodního ekosystému bude potřebovat čas a pravidelnou péči se kterou i tak nelze očekávat křišťálově čistou vodu. Kromě živočichů jako jsou např. dafnie, či vodní berušky, zde budou mít své nezastupitelné místo také rostliny. Jelikož není v plánu investora vybudování studny, bude prvoplánově napouštění uvažováno pitnou vodou. Pro pozdější doplňování bude sloužit voda dešťová z podzemního zásobníku s filtrem určeného pro zachytávání vody ze střechy domu. Před samotným použitím je třeba provedení potřebných analýz.

Tabulka 4: Přehledná tabulka specifik obou variant

Charakteristika / detail	Varianta č.1	Varianta č.2
Počáteční investice stavební části	Vyšší	Nižší
Počáteční investice na techniku	Nižší	Vyšší
Provozní náklady	Nižší	Vyšší
Hlavní údržba	Odkalování dna, péče o rostliny	Čištění filtračního systému
Kvalita vody	Lze očekávat přirozený zákal	Lepší
Možnost chovu ryb	Ne	Ano
Určeno ke koupání	Ano	Ne
Význam rostlin pro samočisticí schopnosti	Velmi důležité	Spíše estetické
Závislost na funkčním přirozeném ekosystému	Veliká	Nižší

## 7 ZÁVĚR

Jedním z hlavních cílů práce byl sběr dat a sepsání dostupných informací jak z knižních, tak internetových zdrojů. V rámci podrobného zpracovávání rešerše se ukázalo, že i když se zahradní jezírka v dnešní době těší stále větší oblibě, je dostupné pouze malé množství odborné literatury zabývající se touto tematikou. Současně spousta tištěné literatury obsahuje opakující se informace z publikace „konkurenční“. Bakalářská práce tedy přináší ucelený pohled a souhrn principů a pravidel pro zakládání, realizaci a provoz různých typů multifunkčních zahradních jezírek.

V práci je kromě představení různých účelů, jenž můžou zahradní jezírka plnit, uveden postup, jak jezírko vhodně umístit, zvolit tvar, či hloubku podle požadovaného záměru. Z konstrukčních materiálů na stavbu jezírek jsou kromě dnes převažujících PVC fólií sloužících k hydroizolačním účelům, či u menších jezírek již tvarově určených prefabrikovaných nádrží, uvedeny i materiály používané v menší míře. Zmíněna jsou jílová těsnění, se kterými stále můžeme potkat u jezírek vystavěných převážně na přírodní bázi. Vyjma materiálů plnících hydroizolační funkci, jsou v práci uvedeny geotextílie sloužící k ochraně fólií, nebo prvky sloužící k oddělení jednotlivých zón. Vytvarování zón je věnována samostatná kapitola, v níž jsou uvedeny mimo jiné i příklady rostlin vhodných do určitých vodních pásem. V práci jsou rovněž popsány detaily, mezi které patří např. správné zakončení okrajů jezírka, či důležitost volby rybničního substrátu. Mezi popsanou techniku spadají různé typy čerpadel, filtrací, hladinové sběrače, UV lampy, nebo vzduchovací systémy. U jezírek určených k chovu ryb jsou kromě okrasných druhů uvedeny i ryby plnící funkci pomocníků při udržení kvality vody. Dále jsou popsány koupací biotopy dělicí se do 5 stanovených tříd podle stupně využití techniky či lišící se velikostí jednotlivých zón. Pro jezírka závislá především na přírodních procesech je vysvětlen princip fungujícího ekosystému, doplněný o vhodné typy organismů přispívajících k udržení kvality vody. Kromě jezírek určených k chovu ryb, koupacím nebo okrasným účelům jsou představeny také mokřady, které se v zahradách můžou budovat jako ekologické čistící prvky či samostatné biotopy. Samostatně jsou také představeny menší jezírka, hodící se především na malé pozemky. Určitá část práce se zabývá popisem hodnot vody jako je např. pH, kdy pro jezírka určená k chovu Koi je optimální hodnota 6-8. Pro lepší představu potřebné péče během roku, je uveden kalendář s potřebnými úkony v daných měsících. Rovněž je zmíněna potřebná legislativa k výstavbě zahradních nádrží – důležité vazby mezi plochou, hloubkou ve vztahu k ohlášení nebo povolení stavby.

Praktická část byla věnována dvěma návrhům specifických typů jezírek a jejich vzájemnému posouzení. Výsledkem prvního návrhu je koupací jezírko bez použití veškeré techniky. Zóny jezírka byly navrženy v poměru 40/60, přičemž větší podíl připadá na plochu regenerační

bohatě osázenou vodními rostlinami, které budou hrát podstatnou roli v procesech čištění. U tohoto jezírka je potřebné počítat s přirozeným zákalem vody. Druhé navržené jezírko, již nebude tolik závislé na samočisticích schopnostech, je doplněno technickými prvky, zajišťujícími cílenou filtraci a úpravu vody. Vzhledem k velikosti pozemku se jako vhodná varianta jevila gravitační filtrace s možností umístění do provozní šachty. Konkrétní mechanicko-biologická filtrace byla navržena pro menší počet ryb s dostatečnou rezervou. Na základě uvedených výhod a nevýhod bude na investorově rozhodnutí, ke které variantě se přikloní.

Nyní zbývá jen doufat, že tato práce bude pro někoho inspirující k výstavbě zahradního jezírka, díky kterému dojde ke zlepšení mikroklima v místě jeho bydliště nebo vytvoří nové životní prostředí pro celou řadu živočichů.

## 8 POUŽITÉ ZDROJE:

- [1] FRANKE, Wolfram. *Zahradní rybníčky: jezírka, potůčky, vodopády*. 2. vyd. Čestlice: Rebo, 2012. Zahrada plus. ISBN 978-80-255-0602-8.
- [2] HIMMELHUBER, Peter. *Zahradní rybníčky, potůčky a koupací jezírka: [stavba krok za krokem]*. První vydání. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3327-2.
- [3] HECKER, Katrin a Frank HECKER. *Jezírka*. České vydání druhé. Praha: Vašut, 2015. ISBN 978-80-7236-936-2.
- [4] *Zákon č. 183/2006 Sb.: Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*. 27. 2006.
- [5] PILZOVÁ, Martina. Vybudování zahradního jezírka krok za krokem. *ČESKÝ KUTIL* [online]. [cit. 2021-02-04]. Dostupné z: <https://ceskykutil.cz/clanek-33879-vybudovani-zahradniho-jezirka>
- [6] *Zahradní jezírka: Plánování tvaru, rozměrů a umístění v zahradě* [online]. [cit. 2021-02-05]. Dostupné z: <http://www.jezirkanaklic.cz/cz/clanky/zahradni-jezirka-planovani-tvaru-rozmeru-a/>
- [7] *Stavba jezírka obecně* [online]. 2021 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: <https://www.jezirkabanat.cz/clanek/82/stavba-jezirka-obecne>
- [8] *Velikost, tvar, orientace a umístění jezírka* [online]. [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: <https://www.jezirkabanat.cz/clanek/12/velikost-tvar-orientace-a-umisteni-jezirka>
- [9] *IZOLACE JEZÍREK* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.izolace.com/izolace-jezirek/>
- [10] *Vrbovka malokvětá – Epilobium parviflorum* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/atlasy/vrbovka-malokveta-epilobium-parviflorum/>
- [11] *Kakost smrdutý – Geranium robertianum* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/atlasy/kakost-smrduty-geranium-robertianum/>
- [12] SCHIMANA, Walter. *Vodní rostliny: nejkrásnější druhy, výběr, kombinování, péče*. 1. vydání. Čestlice: Rebo, 2007. Zahrada plus. ISBN 978-80-7234-652-3.



- [13] *Blatouch bahenní (Caltha palustris)* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/atlasy/blatouch-bahenni-caltha-palustris/>
- [14] *Kosatec žlutý (Iris pseudacorus)* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/atlasy/kosatec-zluty-iris-pseudacorus/>
- [15] *Žabník jitrocelový (Alisma plantago-aquatica)* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/atlasy/zabnik-jitrocelovy-alisma-plantago-aquatica/>
- [16] *Šípatka střelolistá (Sagittaria sagittifolia)* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/atlasy/sipatka-strelolista-sagittaria-sagittifolia/>
- [17] *Stulík žlutý (Nuphar lutea)* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/atlasy/stulik-zluty-nuphsr-lutea/>
- [18] *Leknín bílý (Nymphaea alba)* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/atlasy/leknin-bily-nymphaea-alba/>
- [19] *Růžkatec ponořený (Ceratophyllum demersum)* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/atlasy/ruzkatec-ponoreny-ceratophyllum-demersum/>
- [20] *Ekologická koupací jezírka: Svaz zakládání a údržby zeleně* [pdf]. Brno, 2005 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: <http://www.jezirkabiobazeny.cz/UserFiles/File/ekologicka.pdf>
- [21] *Zahradní jezírka dle izolace* [online]. [cit. 2021-02-05]. Dostupné z: <https://www.jezirka-brno.cz/jezirka-a24>
- [22] *Stavba prefabrikovaného jezírka - Jezírka-Zahrady s.r.o.* [online]. [cit. 2021-02-06]. Dostupné z: <http://www.jezirka-zahrada.cz/clanky/stavba-prefabrikovaneho-jezirka>
- [23] *Založení plastového jezírka* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.jezirka-brno.cz/zalozeni-plastoveho-jezirka-a32>
- [24] *Commercial Brochure GeoGard: GeoGard™ EPDM* [online]. Firestone Building Products, 2018 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: <https://www.firestonebpe.com/en/technical-information>
- [25] SEDLÁK, Jiří. *Koupací jezírka*. První vydání. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2554-3.

- [26] *KATALOG HYDROIZOLAČNÍCH FÓLIÍ* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: [https://www.fatrafol.cz/wp-content/uploads/2016/04/katalog\\_HIF\\_CZ\\_komplet\\_web\\_2016.pdf](https://www.fatrafol.cz/wp-content/uploads/2016/04/katalog_HIF_CZ_komplet_web_2016.pdf)
- [27] *Zahradní jezírka a koupací jezírka – část 2, praktické rady* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.ceskazahradka.cz/zahradni-jezirka-koupaci-jezirka-cast-2-prakticke-rady/>
- [28] *Kamínková fólie Oase* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <http://www.jezirkanaklic.cz/katalog/shop/kaminkova-folie-oase/>
- [29] *Plánování a stavba jezírka*. [online]. [cit. 2021-02-05]. Dostupné z: [http://www.jezirkanaklic.cz/cz/clanky/planovani-a-stavba-jezirka/#article\\_28353](http://www.jezirkanaklic.cz/cz/clanky/planovani-a-stavba-jezirka/#article_28353)
- [30] ŠTĚCH, Luděk. *KOI: Barevní Japonští kapři*. První vydání. Zliv: ALCEDOR, 2007.
- [31] *Jezírková gula-dnová vpust' (110mm)* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <http://jezirkazahrada.cz/jezirkova-gula-dnova-vpust-110mm>
- [32] *Zahradní jezírka: plánování a zakládání : krok za krokem, od A do Z*. Praha: Vašut, 2004. Zvládněte to jako profík!. ISBN ISBN 80-7236-381-6.
- [33] *PLOVOUCÍ OSTROVY* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.rawat.cz/detail-3450-plovouci-ostrovy.html>
- [34] *Kalendář péče o jezírko a ryby* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: [https://www.zahradni-jezirko.cz/jezirkarstvi/cat/jezirkarstvi/post/kalendar\\_pece\\_o\\_jezirko\\_a\\_ryby/](https://www.zahradni-jezirko.cz/jezirkarstvi/cat/jezirkarstvi/post/kalendar_pece_o_jezirko_a_ryby/)
- [35] ASOCIACE BIOBAZÉNŮ A JEZÍREK. *Standardy: Pro plánování, stavbu a provoz koupacích jezírek a biobazénů* [online]. 2014 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: [http://www.jezirka-biobazeny.cz/UserFiles/File/standardy\\_uzamcene.pdf](http://www.jezirka-biobazeny.cz/UserFiles/File/standardy_uzamcene.pdf)
- [36] *Jezírková čerpadla* [online]. 2020 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: <https://www.jezirkabanat.cz/clanek/10/jezirkova-cerpadla>
- [37] VERMA, Shrey, Shubham MISHRA, Subhankar CHOWDHURY, Ambar GAUR, Subhashree MOHAPATRA, Archana SONI a Puneet VERMA. *Solar PV powered water pumping system – A review* [online]. [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.09.434>

- [38] *Pontec PondoVario 1500 (fontánové čerpadlo)* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <http://www.jezirka-zahrada.cz/produkt/pontec-pondovario-1500-fontanove-cerpadlo>
- [39] *Filtry* [online]. 2021 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: <https://www.jezirkabanat.cz/clanek/78/filtry>
- [40] *KOISTAHL BUBNOVÝ FILTR BIODRUM 80 S BIOLOGIÍ* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.koifarma.cz/koistahl-bubnovy-filtr-biodrum-80-s-biologii-ady4u/>
- [41] *Biologická filtrace* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.zahradnizezirka.net/clanek/49/biologicka-filtrace/>
- [42] *Tripod Center Vortex C-115 komplet* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <http://eshop.e-jezirka.cz/komorove-filtry-c71/tripod-center-vortex-c-30-komplet-i522/>
- [43] SOJKA, Jan. *Čistírny odpadních vod: pro rodinné domy*. První vydání. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4504-6.
- [44] *Kořenové čistírny* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://vodnihospodarstvi.cz/korenove-cistirny/>
- [45] *UV POND CUV 236 UV lampa pro zahradní jezírka a vodní nádrže* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.obchod-vtp.cz/uv-pond-cuv-236>
- [46] JADRNÁ, Veronika. *Jaký vybrat jezírkový vysavač* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.radilek.cz/jaky-vybrat-jezirkovy-vysavac/#vyuziti>
- [47] *Stavba přírodních koupališť - šance pro budoucnost*. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, 2008. ISBN 978-80-254-4251-7.
- [48] *Gravitační zapojení filtrace* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.zahradnizezirka.net/clanek/22/gravitacni-zapojeni-filtrace/>
- [49] *Vzduchování zahradní jezírka* [online]. Zahradní jezírka Small Lake [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: <https://www.zahradnizezirka.net/clanek/64/jak-vybrat-vzduchovani-do-jezirka/>

- [50] VRÁNA, Pavel a Tomáš KOČICA. *Koi herpes virus: důvod k obavám?* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.rybsvaz.cz/beta/index.php/119-vseobecne/541-koi-herpes-virus-duvod-k-obavam>
- [51] HU, Feng, Yingying LI, Qing WANG et al. *Immersion immunization of koi (Cyprinus carpio) against cyprinid herpesvirus 3 (CyHV-3) with carbon nanotube-loaded DNA vaccine* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736644>
- [52] *KOI HERPES VIRUS (KHV)* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.koifarma.cz/koi-herpes-virus-khv/>
- [53] *Jeseteři (Acipenseriformes)* [online]. [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <https://www.zahradni-jezirka-blog.cz/clanek/jeseteri-acipenseriformes>
- [54] *Atlas ryb* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.rybaribechyne.cz/atlas-ryb/>
- [55] *Veslonos americký: Polyodon spathula* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.vranka.cz/rybari/ryby/95>
- [56] MILLS, Dick. *Studenovodní ryby: úplný přehled sladkovodních studenovodních ryb vhodných k chovu v akváriích i nádržích, včetně kaprů koi*. Vydání první. [Praha]: Slovart, 2004. ISBN 80-720-9569-2.
- [57] *Okrasné ryby do jezírek* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <http://www.zahradnictvifous.cz/zahradni-jezirka/okrasne-ryby-2/>
- [58] POSPÍŠIL, Otto. *Naše ryby*. Praha: Cesty, 2000. Kapesní encyklopedie moderního rybáře. ISBN 80-718-1403-2.
- [59] *Nature-based Solutions and IOB* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://iob-ev.com/en/nbs/>
- [60] *KOUPACÍ JEZÍRKA A BIOBAZÉNY* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <http://www.ekogreen.cz/cs/>
- [61] VRÁNEK, Michal. *KOUPACÍ JEZÍRKA BEZ TECHNIKY* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: [https://www.szuz.cz/cs/hlavni-menu/inspirace/jezirka-biobazeny/koupaci-jezirka-bez-techniky/?tema=block#cl\\_375](https://www.szuz.cz/cs/hlavni-menu/inspirace/jezirka-biobazeny/koupaci-jezirka-bez-techniky/?tema=block#cl_375)

- [62] SVAZ ZAKLÁDÁNÍ A ÚDRŽBY ZELENĚ, Z.S. ASOCIACE BIOBAZÉNŮ A JEZÍREK - ABAJ. *Koupací jezírko nebo biobazén ?* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <http://www.jezirka-biobazeny.cz/cs/biobazeny/koupaci-jezirka-a-biobazeny/koupaci-jezirko-nebo-biobazen/>
- [63] *Charakteristika koupacího jezírka a biobazénu* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <http://www.dike-zahrady.cz/magazin-charakteristika-koupaciho-jezirka-a-biobazenu-detail-65>
- [64] AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR. *Mokřady* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <http://mokrady.ochranaprirody.cz/o-mokradech-mokrady/>
- [65] STÁTNÍ POZEMKOVÝ ÚŘAD. *Mokřad zadrží v krajině víc vody než umělé nádrže* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <http://zitkrajinou.cz/voda-a-sucho/mokrad-zadrzi-krajine-vic-vody-nez-umele-nadrze/>
- [66] SALIMI, Shokoufeh, Suhad ALMUKTAR a Miklas SCHOLZ. *Impact of climate change on wetland ecosystems: A critical review of experimental wetlands* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112160>
- [67] *Neobyčejný příběh obyčejného mokřadu, příběh naší krajiny...* [online]. In: . [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <http://zitkrajinou.cz/aktuality/neobycejny-pribeh-obycejneho-mokradu-pribeh-nasi-krajiny/>
- [68] HAGENOUW, Renate. *Malá jezírka pro zahradu a balkon*. 1.vydání. Čestlice: Rebo, 2006. Příručka začínajícího zahrádkáře. ISBN 80-723-4545-1.
- [69] GLEBOVICH ALEEV, IŮriř a Yu.G. ALEYEV. *Nekton*. Nizozemsko: Springer, 1977. ISBN 9061935601, 9789061935605.
- [70] *Společenstva vodních ekosystémů* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: [http://poradme.se/index.php?title=Spole%C4%8Denstva\\_vodn%C3%ADch\\_ekosyst%C3%A9m%C5%AF](http://poradme.se/index.php?title=Spole%C4%8Denstva_vodn%C3%ADch_ekosyst%C3%A9m%C5%AF)
- [71] *Bentos* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/atlasy/kategorie/atlas-sladkovodnich-zivocichu-i-tech-zijicich-kolem-vody/vodni-bezobratli-zivocichove/bentos/>
- [72] *Produkty | Živé organismy do zahradních jezírek* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.rawat.cz/katalog-7-zive-organismy-do-zahradnich-jezirek>

- [73] *Alkalita* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.koigarden.cz/l/alkalita/>
- [74] *METODICKÉ POKYNY K VYŠETŘOVÁNÍ HAVARIJNÍCH ÚHYNŮ RYB* [online]. In: . [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <http://www.rybarstvi.eu/dok%20rybari/Zaklad%20hydrochemie%20I.pdf>
- [75] *Tvrdość vody* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/vlastnosti-vody/tvrdość-vody/>
- [76] *Teplá nebo studená? Tester vám o vodě v jezírku prozradí mnohem víc* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://obchod.jezirka-vodnar.cz/tepla-nebo-studena-tester-vam-o-vode-v-jezirku-prozradi-mnohem-vic>
- [77] VOHLA, Christina, Margit KöIV, H. BAVOR, Florent CHAZARENC a Ülo MANDER. *Filter materials for phosphorus removal from wastewater in treatment wetlands—A review* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.08.003>
- [78] HLAVÍNEK, Petr, Petr PRAX, Petr HLUŠTÍK a Radim MIFEK. *Stokování a čištění odpadních vod: Modul 2 Čištění odpadních vod*. 2006. Brno.

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Pohled na multifunkční jezírko.....	13
Obrázek 2: Ukázka zón jezírka [9].....	17
Obrázek 3: Vrbovka malokvětá ( <i>Epilobium parviflorum</i> ) [10] .....	18
Obrázek 4: Kakost smrdutý ( <i>Geranium robertianum</i> ) [11] .....	18
Obrázek 5: Blatouch bahenní ( <i>Caltha palustris</i> ) [13].....	19
Obrázek 6: Kosatec žlutý ( <i>Iris pseudacorus</i> ) [14] .....	19
Obrázek 7: Žabník jitrocelový ( <i>Alisma plantago-aquatica</i> ) [15].....	19
Obrázek 8: Šípatka střelolistá ( <i>Sagittaria sagittifolia</i> ) [16].....	20
Obrázek 9: Leknín bílý ( <i>Nymphaea alba</i> ) [18] .....	20
Obrázek 10: Stulík žlutý ( <i>Nuphar lutea</i> ) [17] .....	21
Obrázek 11: Růžkatec ponořený ( <i>Ceratophyllum demersum</i> ) [19] .....	21
Obrázek 12: Prefabrikované plastové jezírko [23].....	24
Obrázek 13: PVC-P fólie AQUAPLAST 805 [26] .....	25
Obrázek 14: Pokládka geotextílie [27].....	26
Obrázek 15: Kamínková fólie [28].....	27
Obrázek 16: Ukázka použití dřeva u jezírka [27] .....	28
Obrázek 17: Dnová vpusť (GULA) [31].....	29
Obrázek 18: Plovoucí ostrůvek [33].....	31
Obrázek 19: Ukázka jednotlivých typů zakončení fólie [3].....	31
Obrázek 20: Fontánové čerpadlo [38] .....	35
Obrázek 21: Bubnový filtr [40].....	36
Obrázek 22: Filtrační materiál (filtrační kartáče, biokuličky, aguarock, japonská rohož) [41]37	
Obrázek 23: Mechanicko-biologická filtrace s vortexem [42].....	38
Obrázek 24: Schéma horizontálního kořenového filtru [44].....	38
Obrázek 25: UV lampa [45] .....	39
Obrázek 26: Dvoukomorový jezírkový vysavač [46] .....	40

Obrázek 27: Ukázka propojení skimmeru s ostatní technikou (gravitační zapojení) [48].....	41
Obrázek 28: KOI [30] .....	43
Obrázek 29: Jeseter malý [54].....	44
Obrázek 30: Veslonos americký [54].....	44
Obrázek 31: Shubunkin [56] .....	45
Obrázek 32: Závojnátka [56].....	45
Obrázek 33: Zlatý lín [56].....	46
Obrázek 34: Tolstolobik bílý [58].....	46
Obrázek 35: Amur bílý [58] .....	47
Obrázek 36: Ostroretka stěhovavá [58].....	47
Obrázek 37: Příklad řešení koupacích jezírek [20] .....	49
Obrázek 38: Přírodní koupací jezírko bez techniky [61] .....	50
Obrázek 39: Biobazén [60] .....	51
Obrázek 40: Nevhodné oddělení jednotlivých zón [61].....	54
Obrázek 41: Správné oddělení koupací a regenerační zóny [61].....	54
Obrázek 42: Mokřad [67] .....	55
Obrázek 43: Ukázka miniaturního jezírka [12].....	56
Obrázek 44: Schéma principu udržení čisté vody [61] .....	59
Obrázek 45: Dafnie [72].....	61
Obrázek 46: Beruška vodní [72] .....	62
Obrázek 47: Kladofora [72] .....	62
Obrázek 48: Město Napajedla (zdroj: <a href="http://www.mapy.cz">www.mapy.cz</a> ).....	70
Obrázek 49: Ukázka umístění prvního jezírka .....	72
Obrázek 50: Návrh jednotlivých zón prvního jezírka .....	73
Obrázek 51: Ukázka jednotlivých zón prvního jezírka v řezu .....	75
Obrázek 52: Vzorový řez s ukázkou použitých materiálů (návrh č.1).....	76
Obrázek 53: Ukázka umístění druhého jezírka .....	78



Obrázek 54: Návrh jednotlivých zón druhého jezírka .....	79
Obrázek 55: Ukázka jednotlivých zón druhého jezírka v řezu .....	80
Obrázek 56: Vzorový řez s ukázkou použitých materiálů (návrh č.2).....	81
Obrázek 57: Výpočet výparu v závislosti na nadmořské výšce s procentuálním rozdělením pro jednotlivé měsíce.....	83
Obrázek 58: Grafické zobrazení výparu a srážek pro hladinu jezírka .....	84

## **10 SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Klasifikace stojatých vod dle úživnosti (OECD 1992) [47] .....	63
Tabulka 2: Meze a přepočty tvrdosti vody [75] .....	66
Tabulka 3: Přibližná bilance vody v jezírku.....	84
Tabulka 4: Přehledná tabulka specifik obou variant .....	85