

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

LUKÁŠ PRIX

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE

Analýza kritérií pro plánování zahradních biotopů a vlastní
návrh zahradního jezírka

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Lenka Pavlíčková, Ph.D.

Autor práce: Lukáš Prix

2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Analyza kritérií pro plánování zahradních biotopů a vlastní návrh zahradního jezírka* vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Pardubicích dne

.....
(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Ing. Lence Pavlíčková, Ph.D za odborné vedení mé práce. Dále pak Ing. Pavlu Radovi za inspiraci a odborné rady. Poděkování patří také Ing. Janě Soukupové Ph.D za pomoc a konzultace při psaní bakalářské práce.

Název

Analýza kritérií pro plánování zahradních biotopů a vlastní návrh zahradního jezírka

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá zahradními biotopy, které jsou vyhledávanou alternativou chemicky ošetřených zahradních bazénů. Biotopy tvoří zajímavý vodní prvek v obytných zónách, zároveň nabízejí i koupání v přírodní vodě. Hlavním cílem této práce je objasnit problematiku zahradních biotopů z různých úhlů pohledu a navrhnout řešení pro zahradní koupací jezírko s minimálním dopadem na životní prostředí v konkrétní lokalitě. V teoretické části je popsána historie biotopů, dále je vysvětlen princip jejich samočištění a jsou stanovena důležitá kritéria pro plánování koupacích zahradních jezírek. V praktické části jsou poznatky aplikovány na vybrané území v obci Srch včetně vlastního návrhu zahradního biotopu. Definovaná kritéria i vlastní návrh lze použít jako vodítko při plánování zahradních biotopů a jejich budování svépomocí.

Klíčová slova: zahradní biotop, koupací jezírko, čištění vody bez chemie.

Title

Analysis of criteria for planning garden ponds and own design of the garden pond

Abstract

The bachelor thesis deals with natural garden ponds, which are a popular alternative to chemically treated garden pools. Garden ponds form an interesting water feature in residential areas and offer swimming in natural water. The main objective of this work is to clarify the issue of natural garden ponds from different perspectives and to propose a solution for a bathing pond with minimum impact on the environment in a particular locality. The theoretical part describes the history of garden ponds, explains the principle of their self-cleaning and sets important criteria for planning bathing ponds. In the practical part, the findings are applied to a selected area in the village of Srch, including the design of the natural garden pond. The defined criteria and the design itself can be used as a guide for planning natural garden ponds and building them on a self-help basis.

Keywords: natural garden pond, bathing pond, water purification without chemicals.

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce	10
3	Metodika	11
4	Zahradní biotopy	12
4.1	Princip biotopu.....	12
4.2	Historie	12
4.3	Voda a její vlastnosti	13
4.3.1	Povrchové napětí.....	13
4.3.2	Teplota vody	14
4.3.3	Hodnota pH.....	14
4.3.4	Tvrdost vody	14
4.3.5	Kyslík.....	15
4.3.6	Dusík	16
4.3.7	Fosfor	16
4.3.8	Síra	16
4.4	Zdroje vody pro biotop	17
4.5	Organismy ve vodě	18
4.5.1	Plankton	18
4.5.2	Nekton.....	19
4.5.3	Bentos	19
4.6	Vodní rostliny	19
4.6.1	Mělkovodní rostliny (do 30 cm)	20
4.6.2	Rostliny středně hluboké vody (30 – 50 cm).....	22
4.6.3	Hlubokovodní rostliny (více než 50 cm)	25
4.6.4	Plovoucí rostliny	27

4.7	Druhy koupacích biotopů	28
4.8	Umístění, velikost a tvar biotopu.....	28
4.9	Používané materiály.....	30
4.9.1	Hydroizolační folie	30
4.9.2	Geotextilie.....	31
4.9.3	Dřevo.....	31
4.10	Technická zařízení	31
5	Návrh zahradního biotopu v obci Srch	36
5.1	Charakteristika studijního území	36
5.2	Geologie.....	37
5.3	Klima	38
5.4	Zdroj vody	38
5.4.1	Pitná voda.....	38
5.4.2	Studniční voda	39
6	Návrh biotopu a kalkulace	41
6.1	Řešení	41
6.2	Kalkulace	44
7	Diskuse.....	46
8	Závěr a přínos práce	47
9	Přehled použité literatury a zdrojů	48
10	Seznam příloh.....	52
11	Seznam obrázků	54
12	Seznam tabulek.....	57

1 Úvod

Obliba biotopů, koupacích bazénů s regenerační přírodní zónou, mezi širokou veřejností neustále roste. Je to zcela přírodní alternativa k bazénům s chemickou úpravou vody. V biotopech se voda čistí jen biologickou cestou, což může být dále podpořeno technickými opatřeními.

V posledních letech se pomalu upouští od chemických bazénů, lidé si přejí mít doma kousek přírody, a právě tady se nabízí možnost propojit funkci užitkovou a estetickou, kterou zahradní jezírka nabízí. Díky biotopu je možné realizovat to, co v přírodě funguje bez zásahu člověka, kdy sama příroda reguluje podmínky v daném teritoriu podle potřeby. Řešení biotopů je zatím v odborné literatuře rozebíráno spíše okrajově, takže mnohá jezírka jsou budována spíše s ohledem na možnosti vybrané zahrady, než na správná technická řešení. Nutné kompromisy pak často neumožňují správné fungování přírodních procesů.

Aby se předešlo zklamání z nefunkčního biotopu, je třeba zachovat určité zákonitosti. Odborná literatura sice zmiňuje danou problematiku, ale informace se často velmi různí a je tedy obtížné se rozhodnout, které řešení bude pro vybranou zahradu nejvhodnější. Nejspolehlivějším řešením je oslovit vhodnou firmu, která se realizacemi biotopů zabývá a má s danou problematikou zkušenosti. Mnoho lidí se však rozhoduje pro realizaci biotopu svépomocí, a to zejména z finančních důvodů.

Před rozhodnutím, zda bazén či biotop, je třeba vzít v potaz to, že v jezírku je sice čistá voda, ale je to vždy voda přírodní, tedy živá. Nelze zcela splnit požadavek na vysokou čistotu vody tak, aby bylo vidět na dno každý den, především kvůli měnícímu se počasí a s ním i životními podmínkami pro mikroorganismy v jezírku.

2 Cíl práce

Cílem rešeršní části práce je objasnit problematiku zahradních biotopů z různých úhlů pohledu a seznámit se s dostupnými informacemi a zdroji. Tím bude vytvořen komplexní přehled o zahradních biotopech a jejich historii. Obsahem rešerše bude také vytvořit přehled kritérií důležitých pro plánování malých koupacích jezírek, popis vlastností vody v nich a přehled organismů a rostlin podílejících se na čištění vody. Pozornost bude věnována i porovnání technických zařízení nezbytných pro uspokojivé fungování biotopu a udržení požadované kvality vody. Rešeršní část nabídne možnost analyzovat doporučené postupy při plánování malých koupacích jezírek a vyhodnotit jednotlivé přístupy s jejich dopadem na životní prostředí.

Praktická část bakalářské práce bude zaměřena na vypracování návrhu zahradního biotopu s maximálně šetrným dopadem na životní prostředí pro soukromou zahradu umístěnou v obci Srch nedaleko Pardubic. Součástí této praktické části bude zjišťování podmínek ve zvolené lokalitě a příprava studie pro biotop s ohledem na výsledky tohoto šetření. Tento návrh bude doplněn i o cenovou kalkulaci. V té jsou zahrnuty ceny za použité produkty do prvotního návrhu a výkopové práce s dopravou.

3 Metodika

Práce je rozdělena na dvě části. První část tvoří práce teoretická řešerše dostupných zdrojů a druhou vlastní návrh zahradního jezírka.

Teoretická část je zpracována na základě cíleného prostudování odborné literatury a dalších relevantních zdrojů pro toto téma. Literární řešerše zahrnuje důležité informace o zahradních biotopech založených na ekologickém čištění vody, popisuje stručně historii zahradních jezírek a věnuje se poznání principu čištění vody včetně vlivu vodních organismů, řas a využití vodních rostlin. Stěžejní částí je kapitola věnující čištění zahradních koupacích biotopů, která analyzuje jednotlivé možnosti.

Následná analýza dat probíhá v několika oblastech, které jsou považovány za klíčové či problematické, zároveň porovnává pozitiva a negativa jednotlivých názorů a postupů. V průběhu studie byla realizována doplňková šetření ve vybrané lokalitě, aby bylo zajištěno, že biotop navrhovaný v této práci ideálně odpovídá podmínkám a potřebám lokality. Všechny tyto kroky jsou popsány v praktické části, díky nim bylo možné zvolit takový návrh zahradního koupacího jezírka, který vyhovuje vybraným kritériím, kterými je například šetrnost k životnímu prostředí nebo propojení praktických věcí s ekologickými.

4 Zahradní biotopy

Franke (2012) uvádí, že se zahradní jezírka začala ve větší míře budovat na počátku osmdesátých let minulého století. Stávají se dostupným potěšením pro mnoho lidí a na zahradách tak vznikají pěkné a přírodně působící vodní plochy, které vytváří vhodné životní prostředí pro mnoho organismů.

4.1 Princip biotopu

Biotop je definován jako stanoviště nějakého druhu, který ale v lokalitě žije po mnoho generací. Protože setrvalost druhu je podmíněna relativní setrvalostí jeho životních podmínek je i pro koupací biotop zásadní udržitelnost míry sycení vody živinami. V případě koupacího jezírka s relativně uzavřeným oběhem vody, které je v dalším textu zúženě nazýváno biotop to navozuje nutnost dlouhodobě v tomto celku zajistit rovnováhu zejména biogenních prvků (fosfor, dusík, síra, uhlík...).

V koupacích biotopech se voda čistí pouze biologicky součinností rostlin, substrátu a mikroorganismů (Sedlák, 2008). Koupání je tedy zajištěno v chemicky neupravené vodě. Údržba takového zahradního jezírka klade menší nároky na údržbu než péče o dokonalý trávník, pro udržení čistého jezírka je však důsledná péče nezbytná.

Jak Sedlák (2008) uvádí, že koupací jezírko se skládá ze dvou částí: První je nejhlubší zóna se vstupem, takzvaná koupací část. Ta je bez substrátu a bez rostlin. Buduje se z různých materiálů, nejobvyklejší bývá fólie. Druhou částí je regenerační zóna, což je klidná vodní hladina s maximální hloubkou vody od 0 do 100 cm, vyplněná substrátem a osázená vodními rostlinami vhodnými pro konkrétní biotop. Tyto rostliny vytvářejí ve vodě spolu s nejrůznějšími mikroorganismy biologickou rovnováhu. Z tohoto důvodu nejsou potřeba žádné chemikálie ani dezinfekční přípravky, které když se rozpustí ve vodě, tak podle Cartela a Jolla (2017), nebo Yanga (2017) mají negativní vliv v ovzduší přímo nad vodní hladinou biotopu. Optimální poměr plochy koupací a regenerační je minimálně 1:1.

4.2 Historie

Historie koupacích jezírek v České republice je poměrně krátká, jeden z prvních veřejných biotopů byl vytvořen v Hrádku nad Nisou v roce 2006 (Sedlák,

2008). První myšlenka se však zrodila v Německu, když byl koupací bazén doplněn o čisticí zónu, v níž rostliny při břehu čistí vodu z koupací části. Na konci dvacátého století se koupací jezírka – biotopy šíří po Německu a dále do Rakouska, kde je pak tento princip využíván na mnoha veřejných koupalištích, např. Sarleinsbach s rozlohou 2500m², kde polovinu rozlohy tvoří čisticí zóna (Weixler, Schmidt 2007). V současné době je v České republice již na dvě desítky biotopových koupališť (Burket, 2019) a také trend malých zahradních biotopů má výrazně rostoucí tendenci. Rozvoj zakládání biotopů byl ovlivněn zodpovědnějším přístupem k životnímu prostředí a také zvyšováním cen energií, kdy provoz koupacích jezírek je výrazně ekonomičtější než klasické bazény (Sedlák, 2008).

4.3 Voda a její vlastnosti

Jak uvádí Sedlák (2008), voda je součástí naprosté většiny organismů a tvoří až 70% lidského těla. Je tvořena obvykle dvěma atomy vodíku (H) a jedním atomem kyslíku (O), jejich silný bipolární charakter tvoří molekuly vody, které se spojují a kloužou po sobě. Vodíkové vazby tvořené molekulami dávají vodě výjimečné vlastnosti (Ambrožová, 2003). Zmíněná vodíková vazba patří mezi slabé vazebné interakce. Je tvořena mezi vodíkem a silně elektronegativním prvkem, kterým může být kyslík, dusík a fluor. Ovlivňuje především fyzikální vlastnosti látek, jako třeba teplotu varu, teplotu tání atd. Vodíková vazba neboli vodíkový můstek se vyskytuje v celé řadě sloučenin (Šrámek 2005). V anorganických (voda, amoniak, atd.), organických (*o*-nitrofenol, mezi monokarboxylovými kyselinami atd.), ale i v biochemických (nukleové kyseliny, bílkoviny, polysacharidy). Vliv na čistotu vody má mnoho faktorů a vlastností vody, z nichž ty hlavní uvádíme dále

4.3.1 Povrchové napětí

Zajímavou vlastností vody je povrchové napětí, které mnohým živočichům umožňuje udržet se na její hladině. Povrchové napětí ovlivňuje především teplota a množství rozpuštěných látek ve vodě, které mohou být různého charakteru. Povrchové napětí je možné snížit čeráním hladiny, například okysličováním, čehož využívají biologické čistírny odpadních vod (Pitter, 2015). Ve vodě se vždy vyskytuje množství látek, které snižují její průhlednost.

4.3.2 *Teplota vody*

Jak uvádí Doležal (2006), nejvíce kvalitu vody ovlivňuje teplota a sluneční záření. Biologické procesy ve vodě jsou ovlivňovány a limitovány chemickými a fyzikálními veličinami ve vzájemných vazbách. Významným prvkem ovlivňujícím cirkulační proudění ve vodě je její teplota. Jelikož má voda největší hustotu při teplotě 4 °C, dochází na jaře a na podzim k promíchávání vody. V létě dochází ke stagnaci – u dna je nejtěžší vrstva chladné vody, nad ní je vrstva, ve které dochází k rychlé změně teploty (směrem od hladiny ke dnu teplota klesá) a u hladiny je teplota vody nejvyšší. V zimě je nejtěžší – tentokrát nejteplejší – voda u dna a chladnější a lehčí u hladiny. I tato situace je spíše statická. Voda slouží jako akumulátor tepelné energie a to má na čistotu vody zásadní vliv (Pitter, 2015).

4.3.3 *Hodnota pH*

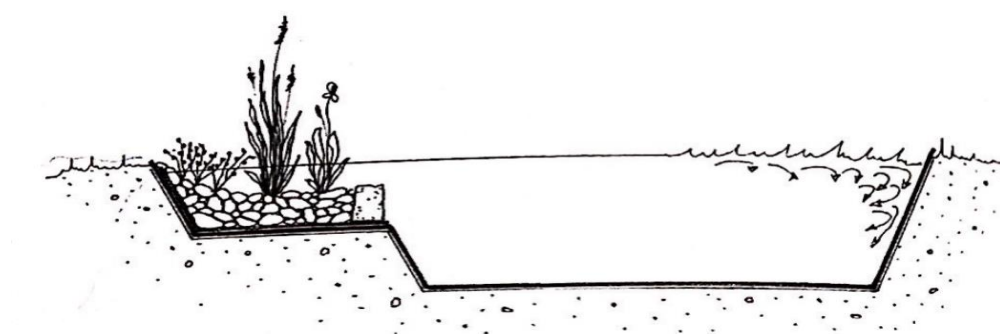
Veličina pH udává, zda voda reaguje kyselé, neutrálně nebo zásaditě. Hodnota pH se vyjadřuje číselnou stupnicí od 0 do 14. Během dne i ročních období se hodnota pH v biotopech mění, a tak není jednoduché pH měřit. Doporučuje se kontrolní měření v případě podezření, že se kvalita vody v biotopu zhoršuje. Hodnotu pH ovlivňuje tvrdost vody, teplota, množství organických látek a další vlivy. Neutrální voda má hodnotu pH přesně 7, obvyklé hodnoty v biotopech se pohybují v rozmezí 6 až 9, tedy kyselé. Nižší či vyšší hodnoty poukazují na nutnost vodu upravit. Nejspolehlivější řešení pro udržení správné hodnoty pH v biotopu je vytvářet biologickou rovnováhu – minimalizovat množství ryb a maximalizovat množství vhodných rostlin. (Doležal, 2006)

4.3.4 *Tvrdost vody*

Tvrdost vody je odvozena od koncentrace anorganických látek (zejména vápníku a hořčíku) v ní obsažené. Lze ji měřit kolimetry testy a udává se v německých stupních. Hodnoty vody do 8 st. značí měkkou vodu, nad 12 st. tvrdou vodu. Přechodná tvrdost je dána uhličitými sloučeninami, stálá tvrdost je ovlivněna sírany. Tvrdost vody je úzce propojena s pH vody a významně ovlivňuje život rostlin a živočichů v biotopu. Na úpravě tvrdosti vody se podílejí rostliny v čistící zóně tím, že spotřebovávají vápník a hořčík (Hříbal, 2003).

4.3.5 Kyslík

Do vody se kyslík dostává ze vzduchu, takže se jeho největší zisk uskutečňuje přes vodní hladinu, především při jejím čerení, například při větrném počasí (Obrázek 1), v potůčcích a fontánách pak pomocí cirkulace. Do vody se také dostává z kořenů rostlin. Často jde o výměnu oboustrannou v závislosti na teplotě nebo sycení dalšími látkami.



Obrázek 1: ukázka, jak se dostává kyslík do vody (zdroj: Sedlák, 2008)

Dalším zdrojem kyslíku je fotosyntéza rostlin, obzvláště plovoucí rostliny (*Ceratophyllum*, *Elodea*, *Myriophyllum* apod.) zlepšují kyslíkovou bilanci v biotopu. Rostliny vyrábějí nejvíce kyslíku při teplotě 20 až 30 st., tedy v létě. Hladina kyslíku kolísá během dne (nejvíce je ho večer) i během ročních období, nejvíce ho je v létě. (Sedlák, 2008)

Na spotřebu kyslíku mají velký vliv i hnilobné, odbourávající procesy, které ji významně zvyšují. Ty lze omezit pravidelným odstraňováním zbytků rostlin a ostatních organických nečistot (Sedlák, 2008).

Obsah kyslíku je při hodnocení kvality vody podstatným kritériem. Stojaté i tekoucí vody s velkým organickým znečištěním mají nedostatek rozpuštěného O_2 . Samočištění ve všech vodách je proces závislý především na dostatku ve vodě rozpuštěného kyslíku. Pokud je při rozkladných procesech ve vodní nádrži či toku spotřebován všechno rozpuštěný kyslík, pokračuje rozklad organických látek anaerobní cestou (Lellák, 1992).

4.3.6 Dusík

Sedlák (2008) udává, že se dusík dostává do vody ze vzduchu a rozkladem/hnitím organických látek ve vodě, proto je nutné odstraňovat z biotopu odumřelé rostliny, listy stromů a podobné látky. Nejdůležitějšími sloučeninami jsou amoniak a dusičnany. Vysoký výskyt fytoplanktonu znamená sníženou koncentraci dusíku ve vodě. Dusík se do vody může dostat prostřednictvím různých dusíkatých hnojiv. Ve vodě se v přírodní formě vyskytuje zejména v podobě atmosférického dusíku, anorganických sloučenin (amoniaku a dusičnanů) a organických sloučenin (nukleonových kyselin, které jsou obsaženy jak v živých buňkách, tak virech, bílkovinách a močovíně). Amoniak, močovina a kyselina močová se do vodních nádrží dostává zejména prostřednictvím exkrementů živočichů (Ambrožová 2003).

4.3.7 Fosfor

Fosfor se ve vodě objevuje zejména v organické formě a výrazně ovlivňuje vznik řas a sinic, které produkují toxiny. Některé tyto toxiny mohou být také karcinogenní a silně neurotoxické (Sommer 1996). Je-li hodnota rozpuštěného fosforu vyšší než 0,5 mg/l, jsou zajištěny dobré podmínky pro tvorbu fytoplanktonu (Sedlák, 2008). Zásadním zdrojem fosforu jsou fosfátové bazické horniny (apatit), trus mořských ptáků, fosforečná hnojiva, odpadní voda obsahující čisticí prostředky nebo exkrementy živočichů. Ve vodě se fosfor vyskytuje jako organická forma (ortofosforečnan PO_4^{3-}) a fosforečnan železitý (FePO_4). Nadměrné množství fosforu způsobuje nežádoucí eutrofizaci vod, přičemž dojde nade dnem biotopu k vyčerpání kyslíku, což vede ke vzniku zápachajícího bahna. (Ambrožová 2003). Jaksch (2006) také uvádí i rody řas, *Zygnema* a *Mougeotia*, které zvládají nízký obsah živin i fosforu (pod 0,01 mg/l).

4.3.8 Síra

Jak uvádí Ambrožová (2003), síra se v přírodě vyskytuje především v podobě síranů. Ty jsou využívány anaerobními organismy jako zdroj kyslíku pro jejich metabolismus a tvoří tak biomasu, síra je pak uvolňována rozkladem organické hmoty. Podíl na koloběhu síry mají i sírné bakterie, které jsou okem zachytitelné díky své purpurové barvě. Jedná se o bakterie rodu *Rhodospirillum*, *Rhodomicrobium*, *Rhodopseudomonas*.

Kromě vápníku, hořčíku, dusíku, fosforu a síry se ve vodě nachází ještě mnoho dalších prvků a jejich sloučenin. Postihnout celý jejich komplex vyžaduje provedení náročných analýz, ale pro praktické užití nejsou nezbytné. (Sedlák, 2008)

4.4 Zdroje vody pro biotop

Zdrojová voda pro napouštění a doplňování odparu v koupacím jezírku je zásadní pro udržení dlouhodobé kvality vody v něm.

- **Pitná voda** – většina zdrojů uvádí, že pro počáteční napouštění biotopu je nejvhodnější pitná voda z veřejných vodovodů. Tato voda sice splňuje všechny normy pro pití, vzhledem k tvorbě zahradního jezírka však záleží na zdroji vody surové, na technologii použité pro úpravu a čištění (dezinfekce v úpravárnách a vodojemech) a na způsobu hygienizace rozvodných řadů. Kvalitu vody z veřejných vodovodů lze ověřit u vodárenské společnosti či je možné realizovat vlastní aktuální rozbor vody. (Šimečková, 2008)

- **Dešťová voda** má kvalitu podle prostředí, ve kterém spadla. Patří mezi nejměkčí v přírodě se vyskytující vody, ale pro nízký obsah minerálů vykazuje vysokou citlivost k proměně do kyselosti či zásadovosti. Biologické procesy se však lépe stabilizují a bývají proto i efektivnější při ustálené míře pH. Důležité parametry pro hodnocení dešťové vody jako zdrojové jsou: vodivost (většinou minimální množství rozpuštěných minerálů), pH (v současnosti je na většině území ČR kolem 6, což je v normě), obsah prachu a nečistot. Vzhledem k nutnosti odstranit kromě prachových částic i pyl, je nezbytné, aby byl voda do biotopu napouštěna přes filtr. Pokud je dešťová voda nejdříve zachycena v nádrži, je nutné počítat s biologickými procesy, které zde mohou probíhat. Součástí ošetřování vody je pak odkalování a čištění dešťových nádrží a pravidelná kontrola, zda voda nezelená. Pokud ano, je taková voda vhodnější například na hnojivou závlahu. (Šimečková, 2008)

- **Studny, vrty, prameny** jsou další možný zdroj vody pro napouštění biotopů. Často je v nich vysoký obsah minerálů, proto se doporučuje analýza chemického

složení, a to na přítomnost a množství fosforu, dusíku, železa, dále na tzv. tvrdost vody, popřípadě také na obsah toxických kovů. Zároveň je vhodné rozšířit analýzu na přítomnost pesticidů, pokud je podezření na jejich používání v dané lokalitě. Tvrdost vody není pro vodní rostliny velkou závadou. Na překážku použití těchto vod je hlavně vysoký obsah fosforu (Šimečková, 2008)

- **Povrchové vodní zdroje** obsahují hydrobiologicky stabilizovanou vodu, ale její používání je možno doporučit pouze po realizaci detailních rozborů. Z hydrochemických parametrů je vhodný zkrácený chemický rozbor povrchových vod s podrobnou analýzou fosforu. Hydrobiologická analýza je volena podle lokality, ukáže jednak stupeň trofie a také na případnou toxicitu vody. Je důležité pozorně sledovat uvažovaný zdroj povrchové vody (pramen, potok či řeku) alespoň rok předem a jsou-li zde pozorovány projevy vysoké trofie (např. vodní květy sinic), vůbec neinvestovat do chemických rozborů a zvážit jiný zdroj. (Šimečková, 2008)

4.5 Organismy ve vodě

Ambrožová (2003) upozorňuje, jak je důležité si uvědomit vzájemné vztahy a souvislosti mezi jednotlivými skupinami organismů, protože rozvoj jedné skupiny podmiňuje intenzitu vývoje druhé.

4.5.1 Plankton

Planktonní organismy se samy téměř nepohybují, ve vodě se většinou jen vznášejí a proud je přemísťuje z místa na místo. Ambrožová (2003) jej dělí na fytoplankton a zooplankton. Fytoplankton je tvořen zejména sinicemi a rozsivkami. Zooplankton je pak utvořen perloočkami a vířníky. Sukop (2006) řadí do této skupiny i viry, což jsou nebuněčné částice živé hmoty, které se sami nerozmnožují. Pro správné fungování koupacích jezírek jsou dle Šimečkové (2008) důležitá tato společenstva:

- Bakterioplankton, který působí rozptyl světla a zákal vody. Pro kvalitu vody v biotopu jsou důležité bakterie přisedlé na dně a také stěnách jezera.
- Fytoplankton obsahuje dle Baumhauera a Schmidta (2008) koloniální a vláknité řasy, rozsivky a sinice. Fytoplankton způsobuje zákal a nežádoucí zbarvení vody,

v závislosti na jeho množství. Spolehlivě fungující systém má celkový obsah rozsivek a zelených řas v počtech do 2000 buněk/ml.

- Zooplankton, který je základem čiré vody bez dominance nežádoucího fytoplanktonu, lze považovat za nejpřirozenější a nejúčinnější filtrační zařízení koupacích jezírek a biotopů (např. jedna Hrotnatka velká přefiltruje za den asi 2 litry vody).. Vířníci (např. Obrněnka) filtrují především nálevníky a bakterie, korýši (např. Hrotnatka) filtrují naopak řasy a sinice.
- Viroplankton obsahuje viry, což jsou nejpočetnější organismy přírodních vod. Pro lidský organismus jsou neškodné a působí jako regulátor tvorby bakterií (Šimečková, 2008)

4.5.2 *Nekton*

Živočichové označovaní jako nekton, jsou schopní svou aktivitou překonat sílu proudu. Jsou to zejména ryby, obojživelníci, vodní plazi a bezobratlí (Sukop, 2006). S ohledem na požadované minimum znečištění, by se ryby měly v biotopu vyskytovat jen velmi málo nebo vůbec. Různí vodní hlodavci jsou v podstatě nevítaní hosté, neboť mohou poškodit nejen vodní rostliny, ale také těsnící materiály. (Stavba přírodních koupališť – šance pro budoucnost, 2008)

4.5.3 *Bentos*

Společenstva organismů označována jako bentos, jsou v případě biotopů chápána širěji, protože zahrnují velmi důležité skupiny bakterií, které pracují v mělké, tedy regenerační zóně. Mezi bentos se řadí také nitěnky nebo korýši, tedy celá biota dna a pobřeží včetně rostlin. Práce bentických organismů je nezbytná pro správný růst kořenících rostlin. Dobře fungující bentos by měl udržet prvky a živiny, především fosfor, v substrátu takže nijak neprostoupí do volné vody. Jak udává Sukop (2006), bentos je důležitým hygienizačním faktorem, neboť produkuje biologicky aktivní látky, které udrží skupiny indikačních bakterií pod hygienickými limity danými platnou legislativou.

4.6 Vodní rostliny

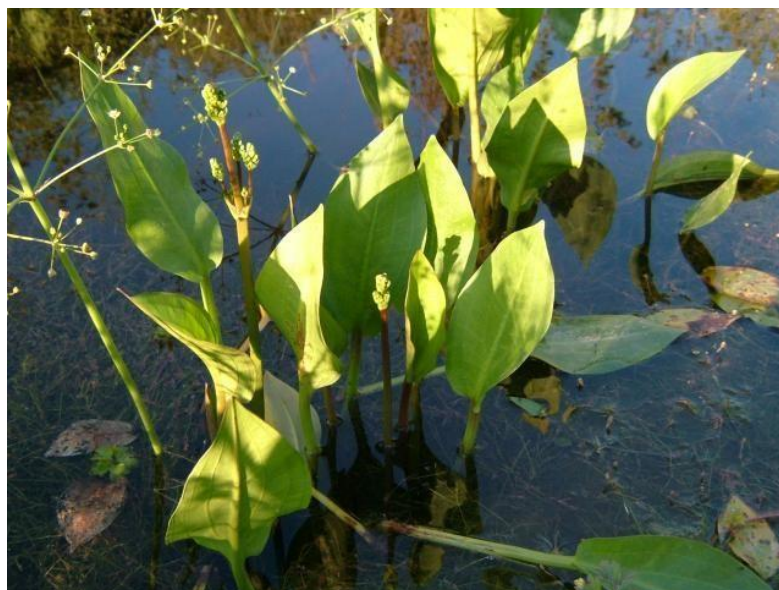
Vodní rostliny jsou základní a fotosyntetizující prvek jezírek, bez kterých by v nich nebyl život. Přijímají přebytečné živiny, nabízejí potravu a úkryt pro

vodní živočichy. Rostliny v biotopu na sebe vážou živiny a tím regulují jejich množství, díky čemž udržují požadovanou čistotu vody a omezují růst řas. Využívají se také ke snižování trofie vody a jejímu dočištění (Sukop, 2006). Fotosyntéza rostlin dodává kyslík do vody po celý rok. Ten pak využívají bakterie k mineralizaci živin. Kořeny rostlin také kypří půdu, čímž vytvářejí drenážní kanálky do hlubších vrstev substrátu a poskytují břehům ochranu před erozí. S přibývajícím počtem druhů použitých při tvorbě biotopu se zvětšuje šance, že se důležité druhy v jezírku usadí a nežádoucí zaniknou přirozeným způsobem. (EKOLOGICKÁ KOUPACÍ JEZÍRKA, 2005) Vodní rostliny je možno využít k osázení čistících částí jezírka stejně jako k osázení koupací části (Šimečková, 2008). Při výběru rostlin do jezírka se musí zohlednit především hloubka vody, podle které se pak rozlišují tři zóny pro rostliny ve vodě: mělká voda (0-30 cm), středně hluboká voda (30-50 cm) a hluboká voda (nad 50 cm). Zvláštní kategorií jsou rostliny plovoucí (Franke, 2012). V následujících kapitolách přiblížíme rostliny, které považujeme za nejdůležitější pro tvorbu zahradního jezírka.

4.6.1 Mělkovodní rostliny (do 30 cm)

Žabník jitrocelový (*alisma plantago*)

Vytrvalá lysá bylinná rostlina, až 100 cm vysoká. Listy jsou kopinaté až vejčité, jsou obvykle vynořené a tvoří hutnou růžici (viz obrázek 2). Květy má větší, dlouhé, lehce narůžovělé nebo bílé a otevírají se převážně až po poledni. Korunní lístky jsou okrouhlé, většinou po okraji zubaté a na vrcholu zaokrouhlené. Žabník je obojživelná rostlina, která žije ve stojatých vodách, vlhkých vodních březích, ale i v příkopech na obnažených dnech hlinitojílovitých půd. Obvykle roste do hloubky 30 cm v zaplavovaných vrbových lužních lesích. Indukuje slatinné půdy dusíkem, které jsou dostatečně prosycené vodou. Kvete od začátku června do září. (Franke, 2012; Botany.cz, 2022)



Obrázek 2: Žabník jitrocelový (Botany, 2022)

Puškvorec obecný (*Acorus calamus*)

Oddenkatá, vytrvalá bylinná rostlina, která je vysoká 45–120 cm. Z oddenku vyrůstají dlouhé listy mečovitého tvaru. Buňky jsou řetízkovitě spojené kolem jedinečných siličných buněk. Pletivo oddenku je houbovité, listy jsou řemenovité okolo 2 cm široké a 0,5–1,5 m dlouhé, lehce špičaté. Listy jsou také měkké, světle zelené, někdy až do bronzova. Květenství je s drobnými květy, ze kterých se u nás netvoří plody. Květy jsou oboupohlavní, drobné, s pěti až šesti okvětními lístky. Rostlina je žlutá až žlutozelená a výrazně aromatická. Puškvorec vyžaduje hlavně prohřáté a bahnitě vody. Lze ho nalézt především na březích stojatých vod, preferuje trvalé zaplavení vodou. Může se uplatňovat také ve vegetaci plovoucích ostrov. Indikuje eutrofní nádrže, je pro něj vhodné mírné kolísání vodní hladiny, ale naopak nevyhovující je zaplavování proudnou vodou (viz obrázek 3). (Franke, 2012)



Obrázek 3: Puškvorec obecný (Botany, 2022)

4.6.2 *Rostliny středně hluboké vody (30 – 50 cm)*

Ostřice štíhlá (*Carex acuta*)

Je bylinná rostlina, která roste nejčastěji v souvislých prostorech, v nichž tvoří jedinou dominantu. Kvetoucí lodyhy jsou přímé, ve vrchní části často obloukovitě ohnuté, a více než 1 metr vysoké. Květenství je tvořeno 4-9 kláskami, které jsou přisedlé nebo velmi krátce stopkaté. Mošničky jsou čočkovitého tvaru, 2,5-4 mm dlouhé. Zobánek je velmi krátký a blizny jsou 2. Nejčastěji se vyskytuje na březích rybníků či stojatých vod, kde navazuje na prostory rákosin (viz obrázek 4).



Obrázek 4: Ostrice štíhlá (Botany, 2022)

Prustka obecná (*Hippuris vulgaris*)

Je to vytrvalá bahenní nebo vodní bylinná rostlina s plazivými nebo větvenými oddenky. Nadzemní část rostliny je nevětvená a 20-80 cm dlouhá. Květy se vyskytují na vynořených lodyhách, jsou menší a zeleně zbarvené. Listy jsou jednoduché a 10-14 cm dlouhé. Druh je hodně přizpůsobivý, rozdíly u jednotlivých rostlin jsou většinou ovlivněny vodním režimem, který je na stanovišti. Roste především v mělkých vodách, na okrajích a březích rybníků nebo tůní, většinou ve stojaté vodě. Kvete od května až do července (viz obrázek 5). (Hejný, 2000)



Obrázek 5: Prustka obecná (Botany, 2022)

Máta vodní (*Mentha aquatica*)

Je to bylinná a vytrvalá rostlina s dlouhým přízemím plazivým oddenkem. Lodyha je přímá, zpravidla velice větvená, obvykle 50–130 cm dlouhá. Dle (Hejný, 2000) má střední a horní listy řapíkaté, řapík 15–25 mm dlouhý, čepel vejčitá, na okraji pilovitá, občasně lehce chlupatá. Květní stopky chlupaté, kalich trubkovitý, zřetelně žilnatý a 3-4 mm velký. Koruna nejčastěji fialová. Plodem je tvrdka. Vyskytuje se na březích stojatých a mírně tekoucích vod, u rákosin, odvodňovacích příkopů na vlhkých i mokřích půdách přeplavovaných stojací vodou. Kvete v červenci a v srpnu (viz obrázek 6). (Botany, 2022)



Obrázek 6: Máta vodní (Botany, 2022)

4.6.3 Hlubokovodní rostliny (více než 50 cm)

Plavín štítnatý (*Nymphoides peltata*)

Vodní, vytrvalá bylinná rostlina s plazivým oddenkem, lodyhy má ponořené ve vodě, které jsou 80–150 cm dlouhé. Listy plovoucí na hladině, řapíkaté, čepel okrouhlá. Květy jsou ve svazečcích po 2 až 5, rozkvétají vždy nad hladinou. Korunní lístky má obvejčité, na okraji brvité, s širokým vystouplým pruhem, nejčastěji bývají žluté až zlaté. Plodem jsou tobolky. Vyskytuje se ve stojatých vodách, občasně i v pomalu tekoucích, také v rybnících a slepých říčních ramenech. Dobře snáší vyletnění a vyhovují jí hlubší i mělké vody. Snáší hlinitojílovité až jílovité půdy i mírná zabahněná dna (viz obrázek 7). (Hejný, 2000)



Obrázek 7: Plavín štítnatý (Botany, 2022)

Kotvice plovoucí (*Trapa natans*)

Roste převážně ve stojatých, občas v mírně tekoucích vodách, v létě v podstatně ohřátých a s dostatkem živin. Druh dobře snáší kolísání hladiny a je světlomilný. Je to jednoletá vodní bylinná rostlina, z části ponořená, z části plovoucí, lodyha je tenká, větvená a většinou 100 – 200 cm dlouhá. Horní listy má v plovoucích vrcholových růžicích, řapík lehce nafouklý, čepel zubatá u vrcholu. Okvětní lístky jsou drobné a bílé. Druh se vyznačuje poměrně značnou variabilitou, rozdíly se projevují ve tvaru plodu nebo listu. Plodem jsou rohaté oříšky (viz obrázek 8). (Franke, 2012; Botany, 2022)



Obrázek 8: Kotvice plovoucí (Botany, 2022)

4.6.4 Plovoucí rostliny

Řezan pilolistý (*Stratiotes aloides*)

Nejpřirozenější lokality pro jeho výskyt jsou převážně tůňe, slepá ramena řek a močály. Obvykle se vyskytuje v nížinách, výjimečně ve vyšších polohách. Je to vodní rostlina, nejdříve kořenující, ale v době květu volně plovoucí pod hladinou s listovou růžicí částečně nad vodní hladinou. Růžice je tvořena tuhými listy s velice zubatým okrajem. Vzhledově může připomínat vodní aloe nebo kaktus. Kvete zřídka v období mezi červnem a srpnem. Květ má bílý (viz obrázek 9). (Franke, 2012; Botany, 2022)



4.7 Druhy koupacích biotopů

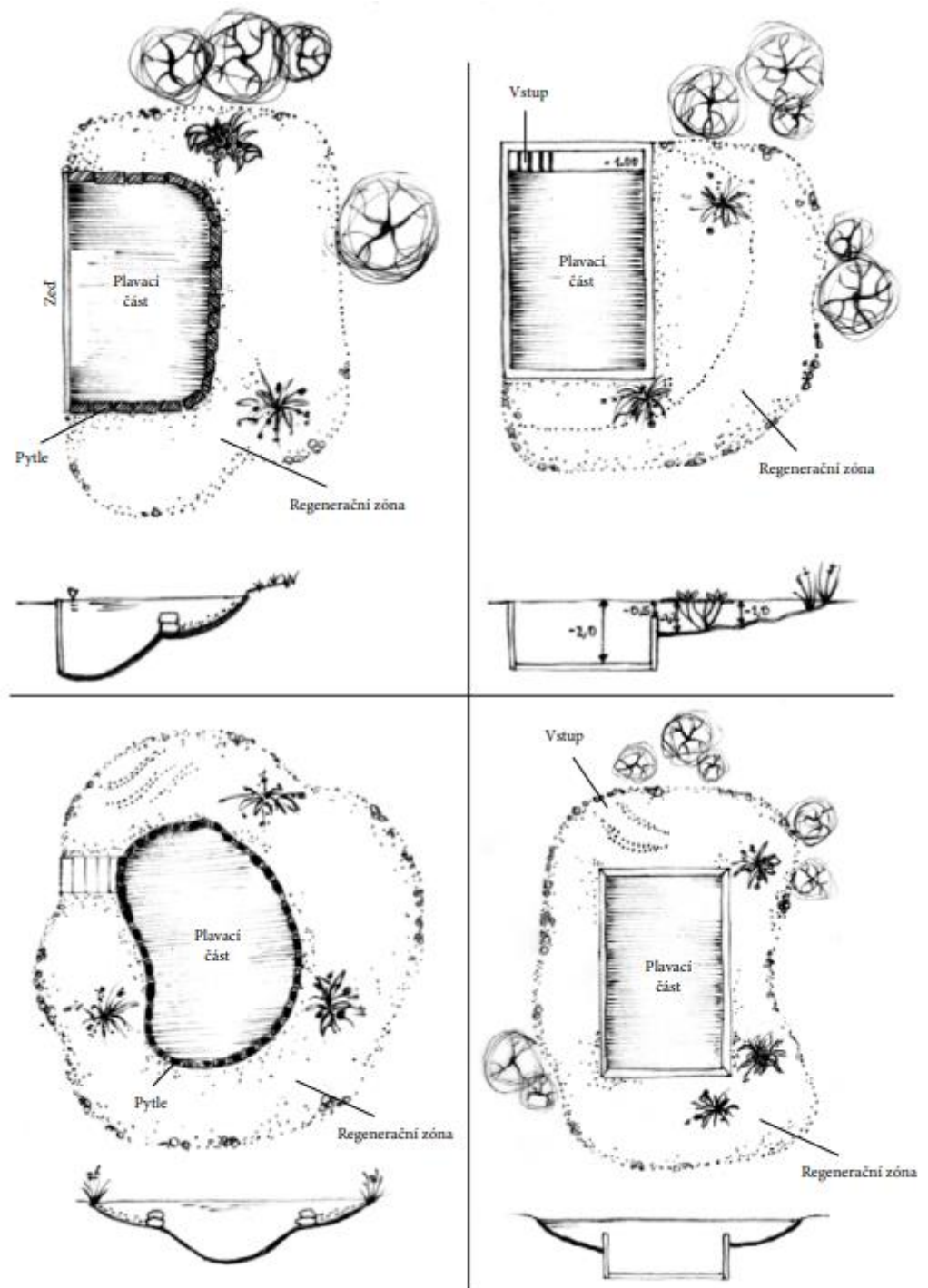
Koupací biotopy lze rozdělit na jednodukomorové, dvoukomorové či vícekomorové. Jak uvádí Šimečková (2008), důležitý je poměr čistící zóny ke koupací a použití cirkulačních systémů. Jednodukomorové jezírko se skládá z hluboké koupací zóny a mělké regenerační zóny. Pro čistotu vody je nezbytný větší poměr regenerační části ke koupací. Doporučený poměr je 70:30. Je-li poměr menší, doporučuje se doplnit jezírko čerpadlem.

Ve vícekomorovém koupacím jezírku cirkuluje voda díky čerpadlu z níže položené koupací zóny do výše položené čistící zóny. Voda je přečerpávána z koupacího jezírka nejčastěji z hladinových sběračů/skimmerů, případně ze spodní výpusti. Před čerpadlem musí být vždy umístěn filtr chránící zařízení před poškozením. Podle dispozic biotopů může být využíván další systém filtračních zařízení. Tento systém je velmi efektivní, ale dochází ke zvýšení provozních nákladů (Šimečková, 2008). Určitě by se dalo využít také různých filtrů, jak zmiňuje např. Karczmarczyk a kol. (2019), nebo Valentovič (2010), který udává více druhů druhů (např. tlakové filtry, gravitační filtry, pískové filtry, štěrkové filtry, nebo zeolitové filtry).

4.8 Umístění, velikost a tvar biotopu

Biotopy si svou velikostí nárokují také velký prostor, pokud mají být umístěny na zahradě, pak plocha uprostřed zahrady v sousedství travnaté plochy či terasy je optimální řešení. Sedlák (2008) připomíná, že výhodou při takovémto umístění je dostatek slunečního svitu pro rostliny a snadná přístupnost. V případě umístění jezírka u domu je třeba vzít v potaz světové strany, neboť severní umístění a úplné zastínění nejsou vhodné. Je možné využít i přirozené prohlubně či terénní zlomy. Pro velikost jezírka je rozhodující velikost pozemku a požadavky zřizovatele. Doporučená hloubka je 1,5 – 2,3 m. Čím větší je objem vody, tím jednodušeji se vytvoří biologická rovnováha, která je nezbytná pro fungující jezírko. Celkový tvar jezírka může být takřka jakýkoliv pravidelný i nepravidelný, ideálně však s ohledem na ráz pozemku. Regenerační zóna nemusí být vždy spojena

s koupací zónou. Takové řešení však vyžaduje již složitější technické řešení pro přečerpávání vody. Nutné je vytvořit vhodné přístupy k vodě a k technickému zázemí, které je se zahradním biotopem spojeno (viz obrázek 10). (Sedlák, 2008)



Obrázek 10: Možná řešení koupacích jezírek (EKOLOGICKÁ KOU PACÍ JEZÍRKA, 2005)

4.9 Používané materiály

Na materiály používané při stavbě koupacího jezírka jsou kladeny vysoké nároky, protože musí být nejen odolné, ale také šetrné k životnímu prostředí. Základní vlastnosti materiálů pro tvorbu biotopu jsou:

- Odolnost proti hnilobě
- Odolnost proti prorůstání kořenů
- Mrazuvzdornost
- Neškodnost pro rostliny a zvířata
- Odolnost proti UV záření
- Dostatečná pevnost (Šimečková, 2008)

4.9.1 Hydroizolační folie

Nejčastěji se koupací jezírka izolují hydroizolačními foliemi. Jsou pružné, stabilní, navíc cenově dostupné a mohou s nimi pracovat i lidé bez předchozích zkušeností. Běžně se používají tři materiály: polyethylen, kaučuk a PVC. **Polyethylenové folie** jsou vysoce odolné, stabilizované proti UV záření, přitom šetrné k životnímu prostředí. Nevýhodou je menší ohebnost a pružnost, životnost se udává 20 let. Prodejce Flobal uvádí, že doporučená tloušťka hydroizolační folie je 1,5 mm. Náklady v ČR se pohybují 150 – 350 Kč/m². (FLOBAL, 2022)

Himmelhuber (2014) vyzdvihuje, že jezírkové **folie z PVC** lze používat v pásech, snadno se slepují, je snadná oprava protržené folie. Nedoporučují se však kvůli obsahu změkčovadel a stabilizátorů, které jsou zdraví škodlivé a představují zátěž pro životní prostředí. Náklady jsou srovnatelné, trvanlivost PVC folií je však horší.

Někteří výrobci nabízejí **kaučukové folie**, které jsou vyráběny ze syntetického materiálu – gumokaučuku EPDM (etylen-Propylen-Dien-Monomer). Jsou velmi pružné a zůstávají pružné i při nízkých teplotách až do -60°, což umožňuje pokládku po celý rok. Velkou výhodou těchto fólií je jejich velká průtažnost, až 300%. Díky tomu je folie schopna se vytvarovat ke svému podkladu a poté se vrátit zpět do původního tvaru. Dále jsou kaučukové folie charakteristické největší odolností proti průrazu oproti ostatním materiálům, jestálá vůči UV záření, příznivá k životnímu prostředí (jsou inertní s nízkým vlivem na životní prostředí při

výrobě a používání). Jejich předpokládaná životnost je 50 let. Náklady v ČR se pohybují od 450 Kč/m² (OKZAHRADY, 2018)

4.9.2 Geotextilie

Trvanlivost koupacího jezírka je určena trvanlivostí jeho pláště. Pokud není podklad po vytěžení zeminy jílovitý nebo písčítý, je nutné lože vysypat vrstvou písku, folie se nesmí pokládat na humusovou půdu prorostlou kořeny. Jezerní geotextilie je odolná vůči hnilobě a byla speciálně vyvinuta k tomuto účelu. Dle podloží, na kterém se buduje biotop, se volí i síla a druh geotextilie (Himmelhuber 2014).

4.9.3 Dřevo

Himmelhuber (2014) připomíná zvláštní hodnotu dřeva v systému vodních prvků v zahradě. Uplatní se spíše pro konstrukci břehu či stěn pobřežních zón, pro stavbu teras a můstků. Jako stavební dřevo se doporučují trámy a fošny z modřínu či akátu. Lze použít i exotické dřevo s tím, že je vhodné vybrat ekologicky bezpečné dřevo z certifikovaných lesních porostů.

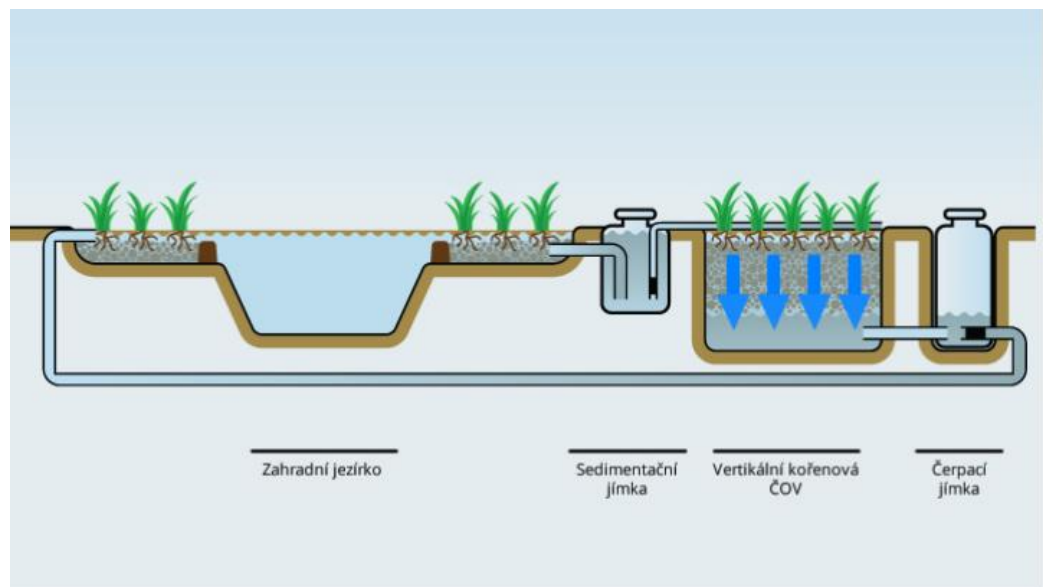
4.10 Technická zařízení

Doporučená technická zařízení pro funkční biotop jsou čerpadlo, čistička, skimmer, případně UV lampa (Sedlák, 2008). Většina biotopů tvoří uzavřený systém. To znamená, že jezírko nemá trvalý přítok vody a voda cirkuluje pouze v uzavřeném okruhu. U takových biotopů je potřeba další energie pro cirkulaci vody, případně její čištění. Fakt, že nádrž nemá trvalý přítok vody, má svá pozitiva i negativa. V současnosti nabízejí výrobci pestrou paletu technických zařízení, je třeba individuálně zohlednit požadavky daného projektu.

Rozdělení čističek

- Kořenové
- Mechanické
- Mechanicko-biologické
- Gravitační
- Tlakové

Biotop se během jednoho až dvou let ustálí v rovině, která odpovídá především světelným a teplotním poměrům prostředí, takže je otázkou, zda je kvalita výchozího zdroje vody z dlouhodobého hlediska rozhodující. Naopak vzniklá rostlinná společenstva, celkový objem jezírkového systému, intenzita cirkulace, filtrace a kvalita doplňované vody mají proměnlivý, ale jistý vliv na vodní biotop. V ideálním případě by měla být zajištěna funkčnost biotopu a dostatečná kvalita vody pouze **kořenovou čističkou**, která je znázorněna na Obrázku 11 (Sedlák, 2008)



Obrázek 11: Kořenová čistička (KORENOVA-CISTICKA, 2018)

Pokud však nejsou dodrženy všechny předpoklady pro ekologický biotop, může se objevit znečištění, které vyžaduje promptní řešení. V odborné literatuře nelze nalézt jednoznačně účinné řešení, situace většinou vyžaduje individuální přístup. Častá výměna vody je neekonomická, používání chemických přípravků neekologické, tudíž je třeba instalace čističky. Její výběr závisí především na velikosti jezírka, účinnost lze těžko hodnotit, protože zatím neexistuje dostatek odborné literatury, spíše se jedná o doporučení výrobců. (Šimečková, 2008)

Mechanické čističky zachycují jen rozptýlené částice ve vodě, typickým příkladem jsou bazénové pískové filtry. V těchto čističkách nejsou media, na kterých by žily bakterie spotřebovávající fosfor a dusík. Samostatné mechanické čističky jsou pro zahradní jezírka tudíž nevhodná, protože neřeší odstranění dusičnanů a dusitanů z vody, navíc musí voda touto čističkou protékat pod silným tlakem a je nutné její velmi časté čištění (Sedlák, 2008).

Mechanicko – biologické čističky kombinují dva principy. Obsahují navíc média, ve kterých sídlí bakterie odebírající z vody dusíkaté látky, voda protéká volně čističkou, tudíž není třeba tak silné čerpadlo. Pro biologické čištění je nutná přítomnost kyslíku, čistička se tedy nesmí na delší dobu vypnout, protože by hrozil úhyn čistících bakterií (viz obrázek 12). (Sedlák, 2008)



Obrázek 12: Biologická čistička (BANAT, 2003)

Biologická filtrace je založena na činnosti bakterií, které z vody poutají a proměňují nežádoucí látky, čímž snižují vznik nežádoucího zeleného zákalu, řas a celkově zlepšují kvalitu vody v jezírku. Aby byl maximálně využit potenciál těchto bakterií, je nutná dostatečně velká filtrační jednotka. Tato jednotka musí být naplněna kvalitními filtračními materiály s dostatečně velkým povrchem, který zajistí potřebný prostor pro tyto bakterie. Velikost biologické filtrace by měla odpovídat 5-10 % z celkového objemu vody v jezírku. Například, má-li jezírko objem 20 m^3 s malým zarybněním, je nutné počítat s filtrací o objemu 1 m^3 (1 000 litrů), při silnějším zarybnění pak 2 m^3 . Je třeba dávat pozor na velikost zvolené filtrace, protože výrobci často uvádí zavádějící a poddimenzované údaje. Pro optimální výkon biologické filtrace je třeba tyto bakterie dodat vždy na začátku každé sezóny a v jejím průběhu nadále doplňovat vybranými bakteriemi do teplejší

vody. Biologická část filtrace se neobejde bez mechanického předfiltru, který slouží k zachycení nejhrubších nečistot jako jsou listy, výkaly ryb a zbytky krmiv. Účinná mechanická filtrace těchto organických zbytků je nezbytná, protože jsou nositeli živin (N a P látek), které následně musí odbourat biologická část filtrace (BANAT, 2003).

Tlakové čističky jsou umístěny mimo jezírko tak, aby z nich voda volně vytékala zpátky do jezírka. Čerpadlo je umístěno v jezírku a žene vodu do čističky. Nevýhodou je umístění čerpadla do vody a estetické hledisko, protože technika filtračního zařízení není příliš dekorativní a je potřeba ji zakrýt či schovat (Obrázek 12). Přesto jsou tlakové čističky nejpoužívanější, protože se snadno instalují, jsou konstrukčně jednodušší a levnější. Jejich největší výhodou je snadná dostupnost, snadné čištění a nezávislost na kolísání hladiny. (viz obrázek 13)



Obrázek 13: Tlaková filtrace (BANAT, 2003)

Gravitační čističky jsou zakopány do terénu vedle jezírka tak, aby byla hladina vody v jezírku ve stejné výši jako hladina vody v čističce (Obrázek 14). Jak uvádí Hagen (2010), v poslední filtrační komoře stojí rybníční čerpadlo, které nasává vodu přes podlahovou výpusť na nejhlubším místě jezírka, žene ji přes všechny komory a vyčištěnou pak přečerpává zpět do jezírka. Je tedy třeba zajistit automatické dopouštění vody a přepadový otvor, aby díky čerpadlu v čističce voda proudila neustále. Na zimu je třeba gravitační čističku vypustit. I finanční náklady na rozvod vody jsou podstatně vyšší než u tlakové čističky. Instalaci je vhodné svěřit odborné firmě.



Obrázek 14: Gravitační filtrace (BANAT, 2003)

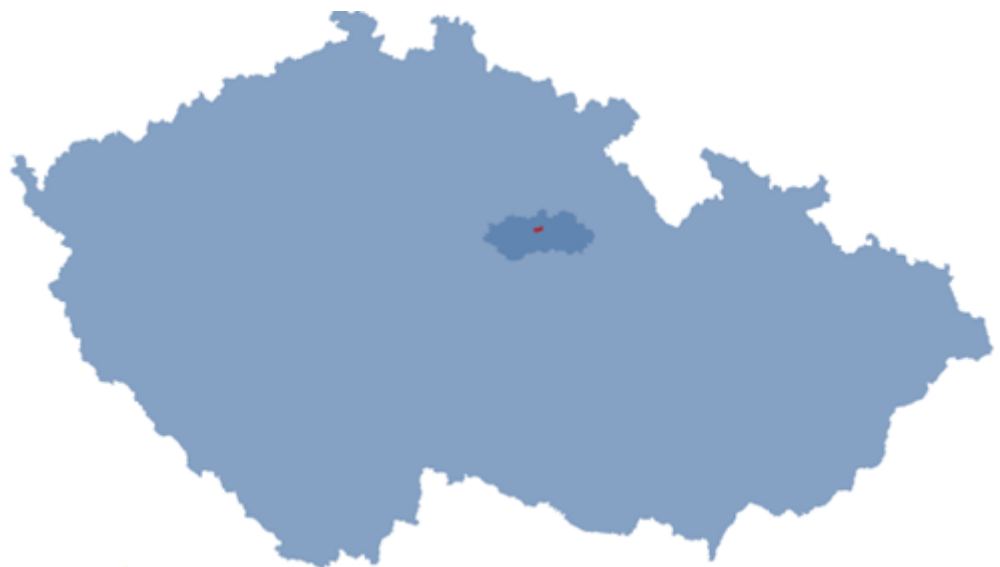
Gravitační mechanicko-biologické filtry využívá i unikátní čistící systém ing. Rady v přírodním koupališti Radotín (Burket, 2019). Jak Burket uvádí, je tento koupací biotop dvoukomorový, čerpadlo je umístěné v šachtě, ve které se nachází i filtrace chránící čerpadlo proti vniknutí nečistot. Odtud je voda vytlačována do gravitačního filtru, který je umístěný v nejvyšším místě čistící komory a poté vtéká do čistícího jezera a následně obtéká hrázky s vodními rostlinami. Přes filtrační kačírkový potůček pokračuje voda do koupací zóny a neustále tak cirkuluje. Dragoun (2016) upozorňuje na problémy spojené s použitím pěstebních rohoží Grodan-Rokwool na hrázkách. Burket (2019) popisuje, že místo rohoží byly použity drátěné koše s kačírkem a betonové tvárnice.

5 Návrh zahradního biotopu v obci Srch

Pro vlastní návrh zahradního biotopu byly ve zvolené lokalitě zkoumány všechny parametry uvedené v teoretické části jako klíčové a zároveň byla analyzována charakteristika území dle dostupných zdrojů. Klima a geologie byly vyhodnoceny na základě popisu lokality odbornými společnostmi a možnosti zdrojové vody byly zvažovány na základě dostupných a provedených rozborů. Výběr technických zařízení a používaných materiálů byl zvolen s ohledem na cíl práce – navrhnout zahradní biotop s maximálně šetrným dopadem na životní prostředí pro soukromou zahradu umístěnou v obci Srch. Cílem praktického řešení je pak vytvoření podmínek relativně ustáleného, vnitřně biologicky metabolizujícího prostředí, které bude vhodné i pro koupání lidí. Vzniká tedy nutnost dlouhodobě v biotopu zajistit rovnováhu zejména biogenních prvků (fosfor, dusík, síra, uhlík...). Tedy rovnováhu mezi zvenčí zanášeného (vodní zdroj, koupající se lidé, spad ze vzduchu, smyv s povrchů, odumřelé rostliny a organismy...) a ven odebíraného (kaly, rostliny, odpar a technologická ztráta vod..).

5.1 Charakteristika studijního území

Místo zvolené pro vlastní návrh se nachází v obci Srch s rozlohou 843 ha ve východních Čechách. Jedná se o zahradu v zástavbě rodinných domů, v blízkosti lesa. Území spadá do třetího klimatického regionu, který zaujímá severní a východní část České křídové tabule, také severní část Dolnomoravského úvalu nebo třeba celý Hornomoravský úval. Region je to teplý a mírně vlhký. Průměrná roční teplota je 8,5 °C a roční úhrn srážek v průměru dosahuje 550-650 mm (eKatalog BPEJ, 2019)



Obrázek 15: Obec Srch, Pardubický okres (KURZYCZ, 2000)



Obrázek 16: Zájmové území v obci Srch (ČÚZK, 2022)

5.2 Geologie

Zájmové území leží v obci Srch a je součástí celku Východočeská tabule, respektive jeho podcelku Pardubická kotlina (eKatalog BPEJ, 2019). Dle hydropedologické charakteristiky je na území půda jílovitohlinitá až jílovitá, která zahrnuje převážně půdu s málo propustnou vrstvou v půdním profilu. Patří do skupiny s nízkou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení (0,05-0,1 mm/min). Půda je vysoce ohrožená pro potenciální větrnou erozi a také je vysoce ohrožena acidifikací. Sklonitost je mezi 5 až 6 stupni, tedy mírný sklon. Půda je hluboká (od 60cm) a bezskeletovitá s příměsí. Celkový obsah skeletu je do 10%. (GEOLOGY, 2020)

Podle Rejšek, Vácha(2019) patří jílovitohlinitá a jílovitá půda mezi půdy těžké. Jsou specifické tím, že po deštích mají sklon k zamokření. Kořenové systémy rostlin v těchto půdách mohou trpět nedostatkem kyslíku. Jílovitohlinitá i jílovitá zem se taky velice pomalu prohřívají, a proto jsou označovány za půdy studené. Obsahují až 50 % jemných jílovitých částic a písku. Těžké půdy mají dobrý obsah vláhy a jsou soudržné, jsou však také hodně ulehlé a málo vzdušné a propustné. Těžko se zpracovávají a za sucha tvoří tvrdé hroudy, za mokra se mažou. Tyto půdy

se musí rýt hlavně na zimu a hodně hluboko. Všeobecně nejsou těžké půdy vhodné k pěstování zahradních rostlin díky mělkému kořenění stromů.

5.3 Klima

V České republice se vyskytují tři klimatické oblasti: teplá, mírně teplá a chladná. Vybrané území můžeme podle klasifikace E. Quitta (1976) zařadit do oblasti T2, tedy do teplé. Pro tuto oblast je charakteristické teplé, suché a dlouhé léto s krátkým přechodným obdobím s teplým až mírně teplým jarem a podzimem. Zima je mírně teplá, krátká, suchá až velmi suchá a doba se sněhovou pokrývkou je velmi krátká. (eKatalog BPEJ, 2019)

5.4 Zdroj vody

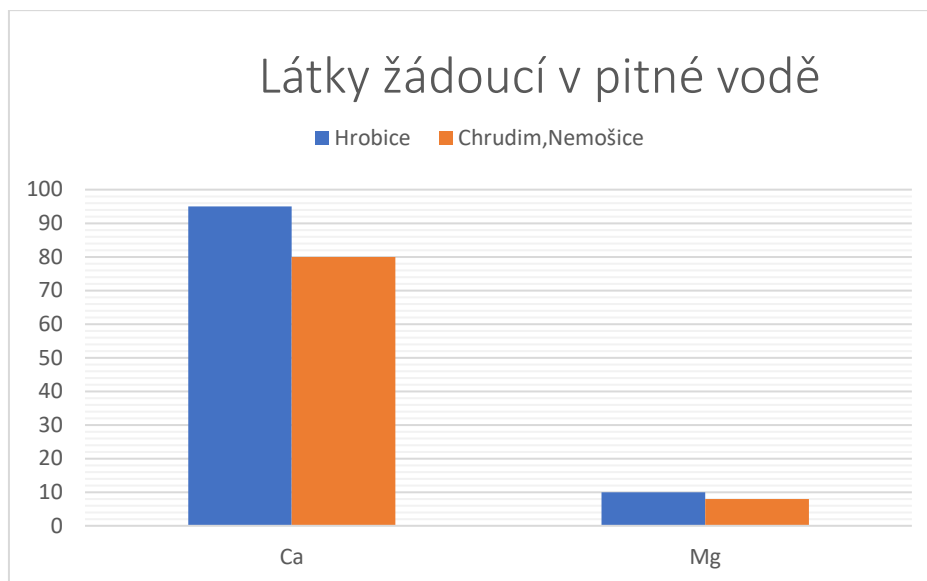
Na zájmovém území není přírodní pramen, zdrojem vody pro vybrané území může být pitná voda ze skupinového vodovodu či voda z vrtané studny na pozemku. Pro zahradní biotopy využívané pro soukromé účely neexistují zákonné hygienické normy, lze vycházet z Vyhlášky 252/2004 Sb. pro pitnou vodu. Z hlediska využití vody jako užitkové je v mnoha ohledech výhodné hodnocení pro pitnou vodu.

5.4.1 Pitná voda

Pro navrhovaný biotop v obci Srch je zdroj vody skupinový vodovod Pardubice, konkrétně úpravna vody Hrobice s odběrem podzemní vody soustavami vrtaných studní v jímacích územích Hrobice a Čeperka a odběrem povrchové vody ze šterkoviště Oplatil.

Ve vodě je dle výzkumu VAK Pardubice lehce zvýšené množství vápníku (90-100 mg/l), ale nijak závažně. Vápník je společně s hořčíkem běžnou přirozenou součástí vod a jsou jedním z hlavních ukazatelů tvrdosti vody.

Tvrdość vody ze zdroje z Hrobic je 2,5-4 mmol/l . (VAKPCE, 2014)



Obrázek 17: Žádoucí látky v pitné vodě (VAKPCE, 2014)

5.4.2 Studniční voda

Další možný zdroj vody pro napouštění biotopu na zájmovém území je voda z vrtané studny nacházející se přímo na pozemku. I pro používání vody jako užitkové se doporučuje analýza chemického složení, a to zejména na přítomnost a množství fosforu, dusíku, železa, tzv. tvrdost vody a případně také stanovit obsah toxických kovů. Požadavky na kvalitu zdrojové vody pro zahradní biotop lze odvodit dle Vyhlášky č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch, v níž se ke kontrole jakosti vody se používá systém indikátorů znečištění. Jsou to zejména bakterie běžně žijící ve střevní mikroflóře všech teplokrevných živočichů (včetně člověka). Zjištění těchto indikátorových bakterií je vzhledem k jiným patogenům poměrně snadné a finančně nenáročné. V místech s vyšším výskytem těchto sledovaných bakterií je také zvýšené zdravotní riziko způsobené ostatními patogeny (Šimečková 2008). Indikátory jsou uváděny v jednotkách KTJ/ml (KTJ = kolonii tvořící jednotka), zjednodušeně je to počet bakterií v daném objemu.

- **Escherichia coli** představují nejdůležitější indikátor fekálního znečištění. Jsou součástí střevní mikroflóry teplokrevných živočichů (včetně člověka), u nichž je tato bakterie prospěšná. Mimo gastrointestinální trakt může způsobovat závažné hnisavé a zánětlivé potíže (infekce ran, močových cest apod.). Dle vyhlášky

238/2011Sb. se koliformní bakterie sledují jednou za měsíc ve zdrojové vodě, kde nesmí přesáhnout 15 KTJ/100 ml a jednou za 14 dní ve vodě určené ke koupání, kde nesmí přesáhnout 100 KTJ/ 100 ml. Theodor Escherich publikoval ve svých 28 letech dvě zprávy o koloniích bakterií žijících ve střevech novorozenců. Ikdýž E-coli byly původně nazvány bakterie Coli, jejich jméno bylo následně změněno na Escherichia coli, aby dostala jméno po svém objeviteli. (Blum-Oehler G.,2008; www.about-ecoli.com, 2005-2016)

- **Intestinální enterokoky** jsou považovány za další podstatný indikátor hygienických závad. Jsou velmi odolnou skupinou koliformních bakterií, nemnoží se ve vodě, přežívají krátce a indikují tak čerstvé fekální znečištění (Ambrožová, 2003).

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota	Četnost	Metody
Escherichia coli	KTJ/100ml	30	1 x měsíčně	ČSN EN ISO 9308-3 nebo ČSN EN ISO 9308-1
Intestinální enterokoky	KTJ/100ml	15	1 x měsíčně	ČSN EN ISO 7899-1 nebo ČSN EN ISO 7899-2

Tabulka 1: Vyhláška 238/2011 Sb. (VAKPCE, 2014)

Níže uvedený rozbor vody ze studničního vrtu na zájmovém území ukázal, že voda obsahuje v nadlimitním množství nežádoucí bakterie Escherichia coli (16 KTJ/100ml) i koliformní bakterie (222 KTJ/100ml). V těchto ukazatelích tedy voda nevyhovuje vyhlášce č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou vodu a lze tedy uzavřít, že voda není vhodná jako pitná ani po převaření. Zároveň tato voda nesplňuje ani hygienické požadavky na koupaliště dle Vyhlášky č. 238/2011 Sb. Proto bude nutno použít UV lampu pro vytvoření zdravého prostředí, odpovídající uvedeným vyhláškám. Rozbor vody dále vyhodnotil i nadlimitní obsah železa (0,2 mg/l), což je nutné řešit předfiltrem k UV lampě, aby byla zajištěna její 100% účinnost. Rozbor poukazuje i na vyšší tvrdost vody 3,2 mmol/l, což je hodnota nevyhovující normě pro pitnou vodu (Vyhláška č. 252/2004 Sb.), ale pro zahradní biotop je vyšší tvrdost vody dle ing. Rady naopak žádoucí.

6 Návrh biotopu a kalkulace

Na základě literární rešerše, analýzy studijního území a záměru navrhnout zahradní biotop s maximálně šetrným dopadem na životní prostředí bylo pro soukromou zahradu umístěnou v obci Srch zvoleno následující řešení.

6.1 Řešení

Po vyhodnocení doporučení v odborné literatuře a na základě zkoumání zájmového území bylo navrženo, aby koupací zóna biotopu navazovala na terasu domu s tím, že bude v poměru k čistící zóně 1:1 (Obrázek 18). Toto umístění umožňuje pohodlné užívání koupací části a vzhledem k světovým stranám zaručuje zároveň dostatek slunečního svitu. Vzhledem k velikosti zahrady a požadavkům majitele byla zvolena velikost koupací zóny cca 20 m³, s hloubkou 1,5m. Tato hloubka je zároveň doporučena v odborné literatuře proto, aby v letních měsících nedocházelo k rychlému zahřívání vody a tím k nežádoucímu zhoršování kvality vody. Pro první naplnění i doplňování vody byla zvolena voda ze studny, přestože rozbor poukázal na přítomnost koliformních bakterií, jejichž přítomnost nesplňuje normy pro pitnou vodu ani pro vodu v koupalištích. V budoucnosti by měla být studniční voda využívána jako hlavní zdroj nejen pro biotop, ale i celou zahradu, tudíž je doporučeno použít UV filtraci přímo ve studni, aby byla voda nezávadná a splňovala požadované normy. Jak je vidět na obrázku řešení (Obrázek 18), bude elektřina pro UV lampu ve studni i technická zařízení v biotopu odebírána z připraveného zdroje u domu.

Vzhledem k jílovitému podloží není nutné betonovat koupací část, po výkopových pracích postačí pečlivě zarovnat vyhloubenou část, případně dno vysypat pískem, aby bylo minimalizováno riziko prorůstání geotextílie či protržení jezírkové folie. Odborná literatura doporučuje vyšší gramáž geotextílie s ohledem na delší životnost, rozdíly cen mezi jednotlivými prodejci nejsou výrazné. Byla navržena **geotextílie** o hmotnosti 300g/m², která zabraňuje mechanickému poškození jezírkové folie a zároveň bude odolná proti hnilobě, plísním a proti prorůstání kořenů. Na odolnou geotextílii je možné již položit **jezírkovou folii**. V ČR nabízejí prodejci několik druhů jezírkové folie, a to buď z PVC, polyuretanu či kaučuku. S ohledem na největší šetrnost k životnímu prostředí při výrobě i

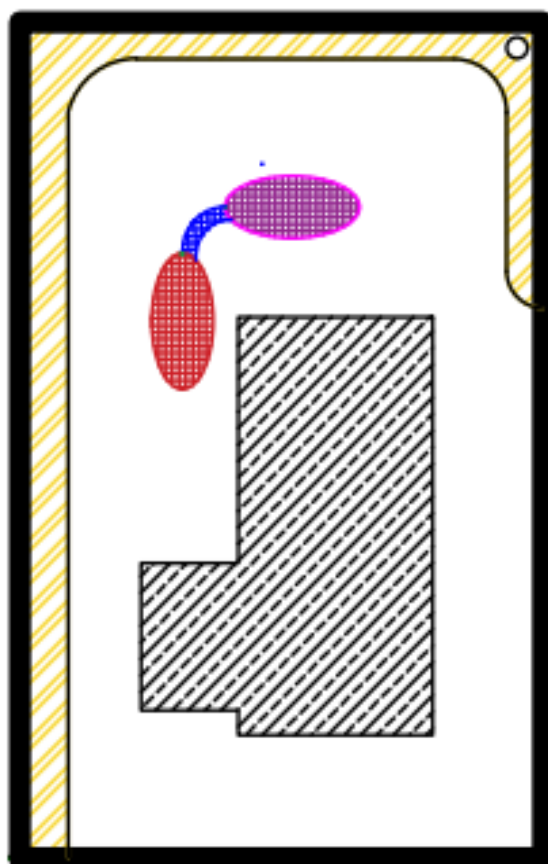
používání byla zvolena kaučuková folie, která je velmi pružná, má nejvyšší odolnost proti průrazu a je stálá vůči UV záření. Její předpokládaná životnost je 50 let, nejvyšší z nabízených materiálů. Také pro dočišťování vody v biotopu se nabízí několik možností – prosté kořenové čističky, jednoduché mechanické čističky, různě složité mechanicko-biologické čističky či sedimentační čističky. Po vyhodnocení možností čištění biotopu byla navržena kombinovaná varianta dle doporučení ing. Rady, který má letité zkušenosti s velkými koupacími biotopy (např. Radotín). Na základě prohlídky biotopu v Radotíně a několika diskuzí s ing. Radou byla pro zahradu v Srchu zvolena právě varianta s dostatečně velkou čistící zónou, aby nemusela být použita přídatná nákladná filtrace. Voda musí být čerpána z koupací zóny dostatečně výkonným **čerpádem**, pro biotop o velikosti 20m³ nabízí mnoho výrobců různá čerpadla, je třeba vzít v potaz možné nadhodnocení výrobku a zároveň vybírat i dle ověření, referencí a snadné obslužnosti. Pro biotop o velikosti 20m³ bude vhodné filtrační čerpadlo s výkonem 20 000 l/hod, energeticky efektivní pro velké objemy vod s intenzivním používáním. Čerpadlo by mělo umožnit přečerpávání hrubých nečistot až do velikosti 6 mm, aby nebylo nutné časté čištění. Kvůli snadné obslužnosti bylo navrženo, aby bylo čerpadlo instalováno v čerpadlové komoře mimo jezírko. Možnost instalovat čerpadlo do koupací zóny nebyla doporučena kvůli technické náročnosti instalace, vyšším nákladům, bezpečnosti i obtížnější manipulaci v případě potřeby. Vzhledem k dostatečné velikosti navržené čistící zóny (1:1) není nutná výkonná čistička. Aby však byl využit kal z biotopu tak, jak navrhnul ing. Rada, bylo by nutné využít při čištění **sedimentační vany**, ve kterých se usazuje kal z přečerpané vody. Pro zahradní biotopy žádný výrobce takové sedimentační zařízení nenabízí, byla tedy zvolena alternativa – jednoduchý mechanicko-biologický tříkomorový filtr, který umožňuje zachytávání kalu a jeho případné následné využití například kompostováním či při hnojení rostlin v zahradě.

Pro **čistící zónu** je navržena hloubka 0,5m, což je dostatečná hloubka pro osázení rostlinami i pro udržení žádoucích bakterií. V čistící zóně může být využit různý materiál, vzhledem k tomu, že tato část umístěna na zahradě, i v dohledu z terasy, byl navržen kačírek, který naplní i estetické požadavky. Kvůli minimalizaci znečištění vody při zakládání biotopu, je nutné zvolit praný kačírek, přestože je dražší. Čistící zóna je navržena odděleně od koupací zóny pro

efektivnější čištění a snadnější údržbu v případě, že by bylo nutné kačírek v budoucnosti vyčistit. Čerpadlo i sedimentační filtr jsou umístěny za čistící zónou, mimo výhled, aby nebyl narušen estetický dojem biotopu a zároveň se minimalizovala hlučnost.

Čistící zóna i příbřežní část koupací zóny budou osázeny rostlinami, které kořenovým systémem zajišťují maximální čištění vody, plní estetickou funkci a zároveň umožní život drobným živočichům. Ze zkušeností realizátorů biotopů se osvědčily následující rostliny: Puškvorec obecný (*Acorus calamus*), Žabník jitrocelový (*Alisma plantago*), Prustka obecná (*Hippuris vulgaris*), Máta vodní (*Mentha aquatica*), Plavín štítnatý (*Nymphoides peltata*), Šmel okoličnatý (*Butomus umbellatus*), které byly blíže popsány v teoretické části práce. Voda z čistící zóny bude přes spojovací potůček hnána do koupací zóny (Obrázek 18). Dostatečná velikost čistící zóny, výkonné čerpadlo a funkční sedimentační filtr, i vhodně zvolené rostliny – to vše zajistí požadovanou čistotu vody. Zároveň bude naplněna ekologická podstata řešení, aby funkční koupací biotop byl i při zakládání co nejšetrnější k životnímu prostředí a zároveň jeho údržba umožňovala další využití vody či biomateriálu v zahradě.

Na grafickém znázornění obrázku je šrafovaně černo-bíle vyznačený dům na pozemku. Žlutě je vyznačena část pro záhony, tedy pro kytky a stromy, které jsou součástí zahrady. V pravém horním rohu je umístěna studna. Červeně je označené koupací jezírko, které nasedá na kraj domu a terasy. Fialově označená je regenerační, čistící zóna, která je osázena rostlinami dle výběru, aby byly vhodné pro čištění, ale zároveň i prakticky umístěny vzhledem k umístění jezírka v zahradě. V přední části blíže k domu jsou umístěny nižší rostliny, jako je například Žabník, Prustka nebo například Rdest světlý, o kterém Weixler a Hauer (1998) uvádí, že patří mezi nejkrásnější vodní rostliny, které mají rády vápnité a čiré prostředí. Směrem dál do zahrady jsou vysázeny vyšší rostliny, jako je třeba Ostřice, která dorůstá do výšky přes 1 metr. Obě jezírka jsou propojeny potůčkem, kudy cirkuluje voda. Vedle čistícího jezírka je také umístěné čerpadlo a tříkomorový filtr tak, aby esteticky zapadli do designu zahrady.



Obrázek 18: grafický návrh pozemku (vlastní zpracování)

6.2 Kalkulace

V kalkulaci prvotního návrhu zahradního biotopu je zahrnut veškerý použitý materiál, rostliny i výkopové práce. Nejdražší na celém biotopu jsou výkopové práce s technikou, které se pohybují mezi 500 až 800 Kč na hodinu na jednu pracující osobu. Geotextilní podložka a fólie byly vybrány po porovnání cen a kvality u více výrobců. Porovnávání cen více dodavatelů bylo provedeno také při výběru zbytku položek vybraných do biotopu. Celková cena materiálu a prací za biotop je necelých 185 000 Kč.

Materiál/práce	Množství	Kč/jednotka	Celkem (Kč)
Geotextilní podložka pod bazén ovál 7,3 m x 3,7 m (Flobal s.r.o (plachty-folie.cz))	3	1355,20	4 065,60
Kaučuková jezírková fólie 1 mm, OASE, EPDM, š 8,02 m (Zahradní technika, nářadí a jezírka OKzahrady.cz)	15	1756	26 340
Oase AquaMax Eco Gravity 20000 filtrační čerpadlo čerpadlo (Zahradní technika, nářadí a jezírka OKzahrady.cz)	1	19 826	19 826
Tříkomorový filtr 220 l (Jezírka eshop, kompletní sortiment pro zahradní jezírka (jezirka-eshop.cz))	1	11 255	11 255
Oase - AquaSkim Gravity jezírkový skimmer (Zahradní technika, nářadí a jezírka OKzahrady.cz)	1	1 638	1 638
Kačírek fr. 32/125 praný (Pískovna Dolany - Pardubice, Hradec Králové a okolí (piskovnadolany.cz))	12	475	5 700
Rostliny do přípobřežní zóny + čistícího jezírka (cena dle m2)	50-60 ks	10 850	10 850
Výkopové práce + doprava	800 Kč /hod	105 000	105 000
CELKEM (Kč)			184 674, 60

7 Diskuse

Rešeršní část práce ukázala, že odborných publikací na téma zahradní biotopy není mnoho. Dostupná literatura se často zabývá problematikou pouze částečně, nepodává ucelený a detailní pohled na biotopy a je složité získat širší přehled. Nejkomplexnější pohled pro stavbu zahradního biotopu podává Sedlák (2008) a Franke (2012). Hagen (2009) se pak věnuje více renovacím.

Informace k velkým biotopovým koupalištím nabízí Šimečková (2008). Bohužel není mezi autory shoda v rozdělení biotopů ani v rozdělení čistících systémů. Ucelené informace nabízejí některé diplomové či bakalářské práce, s ohledem na zaměření (Dragoun, 20016, Burket, 2019).

Protože cílem práce byl i samotný návrh biotopu, byla nutná orientace mezi nabídkami výrobců technických zařízení. Ani ta není jednoznačná, informace u podobných výrobků jsou často nejednotné a nadhodnocují jejich účinnost. Při plánování a zakládání zahradního biotopu se tedy jeví jako nezbytné získání referencí a zkušeností od stávajících majitelů zahradních biotopů či firem, které provádějí realizace.

Byly využity osobní konzultace se společností Starfish v Pardubicích, která je však zastáncem dokonalých a nákladných technických řešení. Odvolává se na letité zkušenosti s tím, že požadovanou kvalitu vody nelze zajistit pouze přírodním čištěním s minimálním technologickým dočišťováním. Proti tomu je však potřeba vyzdvihnout opačnou zkušenost, která byla komunikována s ing. Radou při návštěvě biotopového koupaliště v Radotíně. Tento biotop je již přibližně 11 let v provozu, a přestože vyžaduje neustálou péči, je důkazem, že přírodní čištění je možné, navíc lze podporovat trvalou udržitelnost díky možnému využívání kalu ze sedimentačních nádrží. Varianta zahradního biotopu, zvolená v této práci, je náročná na prostor a vhodná pro majitele s jasnou prioritou – minimální pořizovací i provozní náklady, minimální zátěž životního prostředí a rozvoj trvalé udržitelnosti. Dle varování výrobců nákladných filtračních zařízení i některých realizačních firem je otázkou, jaká bude kvalita vody v biotopu za pět let a jak náročná bude jeho údržba, aby byl biotop plně funkční.

8 Závěr a přínos práce

Stěžejním cílem této bakalářské práce bylo vytvoření návrhu zahradního biotopu v obci Srch. Ke smysluplnému návrhu bylo nutné nejprve prostudovat dostupné poznatky z domácích i zahraničních zdrojů, které se věnují problematice biotopů. Z těchto publikací byl získán ucelený přehled o fungování biotopů a jejich rozdělení, o formách samočištění vodních nádrží a mechanického dočišťování. Značná pozornost byla věnována studiu vodních rostlin a organismů žijících ve vodě, neboť se obě složky významně podílejí na udržování čistoty vody v biotopech. Vzhledem k tomu, že většina odborné literatury není z posledních let, bylo nutné dohledávat i aktuální informace ohledně legislativy pro kvalitu vody a trendů při budování a udržování funkčních biotopů. Přestože na internetu lze dohledat mnoho prodejců jezírkové techniky i mnoho firem, které nabízejí realizaci zahradních biotopů, tak pro přípravu konkrétního návrhu zahradního jezírka jsou nutné i osobní konzultace pro vytvoření komplexního pohledu na problematiku. Pro cílený záměr vytvořit návrh zahradního biotopu s minimálním dopadem na životní prostředí a s možností realizace svépomocí, bylo zvoleno k řešeršní části doplňkové konzultace s dvěma odborníky, kteří mají odlišný pohled na funkční biotop. Zástupce realizační firmy Starfish doporučuje spolehlivost dokonalé techniky pro čištění biotopu, Ing. Rada pak svou prací i zkušenostmi nabízí možnost, kdy lze zahradní biotop dlouhodobě udržovat prostřednictvím důmyslné přírodní čistící zóny. S ohledem na cíl práce (návrh biotopu s minimálním dopadem na životní prostředí) jsem se přiklonil k doporučením Ing. Rady. V praktické části byla zkoumána charakteristika studijního území v obci Srch a tato komplexně zmapována z pohledu klimatu, geologie a vody. Při zkoumání alternativ vodního zdroje pro biotop bylo nutné se detailněji věnovat rozboru vody a hledat vhodné řešení nezávadné zdrojové vody. Součástí návrhu zahradního biotopu je nákres a prvotní kalkulace.

Tato bakalářská práce nabízí různé pohledy na problematiku biotopů a dává podnět k porovnávání a přemýšlení. Zároveň nabízí možné řešení pro vybudování zahradního biotopu svépomocí, kdy cílem je minimální dopad na životní prostředí a trvalá udržitelnost, neboť koupací jezírko v zahradě je radost nejen pro člověka, ale i útočiště pro mnoho dalších živočichů.

9 Přehled použité literatury a zdrojů

AMBROŽOVÁ, Jana. Aplikovaná a technická hydrobiologie, vydavatelství VŠCHT, 2. vyd. 2003. ISBN 80-7080-521-8

BANAT.CZ, [online]: Webové stránky prodejce jezírkové techniky. ©2003, [cit. 5.2.2022]. Dostupné na: <https://jezirkabanat.cz>

BAUMHAUER, J., SCHMIDT, C., 2008: Schwimmtecbau: Handbuch für Planung, Technik und Betrieb. Berlin. ISBN 978-3-87-617-113-5

BLUM-OEHLER, G., 2008: (ed.). Escherichia coli - facets of a versatile pathogen: Leopoldina symposium: Bad Staffelstein, October 9 to 12, 2007. Halle (Saale): Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina. ISBN 978-3-8047-2519-5

BURKET, J., 2019: Biotopové koupaliště Radotín, vliv čištění na kvalitu vody. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování, Praha. 109 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

CARTER, R.A.A. a JOLL, C. A., 2017: Occurence and formation of disinfection by-product in the swimming pool environment: A critical review. Department of Chemistry, Curtin University, Perth, Australia. Svazek 58, s.19-50.

ČÚZK, [online]: Český úřad zeměměřický a katastrální: Stručná historie pozemkových evidencí (online) [cit.3.2.2022], dostupné z: <https://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>

DEMEK, J., QUITT, E. a RAUŠER, J., 1976: Úvod do obecné fyzické geografie. 1. vyd. Praha: Academia. 400 s.

DOLEŽAL, V., 2006: Malá vodní díla ve vaší zahradě. 2. vyd. Brno: ERA. Dům a zahrada (ERA). ISBN 80-7366-059-8.

DRAGOUN, J., 2016: Vliv návštěvnosti na kvalitu vod ve veřejném koupališti biotopového typu. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního

prostředí, Katedra aplikované ekologie, Praha. 45 s. (bakalářská práce). 80-7366-059-8.

BPEJ, VŮMOP, ©2019, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v.v.i. [online]. eKatalog BPEJ, [cit. 25.2.2022]. Dostupné na: <https://bpej.vumop.cz>

BOTANY.cz., Ladislav Kovář. *NYMPHOIDES PELTATA* (S. G. Gmelin) O. Kuntze – plavín štítnatý. [online]. 7. 7. 2007 [cit.20.2.2022]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/nymphoides-peltata>

BOTANY.cz., Ladislav Kovář. *TRAPA NATANS L* – kotvice plovoucí. [online]. 7. 7. 2007 [cit.20.2.2022]. Dostupné na: <https://botany.cz/cs/trapa-natans/>

BOTANY.cz., Vít Grulich. *CAREX ACUTA L.* – ostřice štíhlá [online]. 27. 6. 2011 [cit. 20.2.2022]. Dostupné na: <http://botany.cz/cs/carex-acuta/>

BOTANY.cz., Radim Cibulka. *ACORUS CALAMUS L.* – puškvorec obecný [online]. 30. 8. 2007 [cit. 20.2.2022].]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/acorus-calamus/>

BOTANY.cz., Ladislav Hoskovec. *HIPPURIS VULGARIS L.* – prustka obecná. [online]. 7. 2007 [cit. 20.2.2022]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/hippuris-vulgaris/>

BOTANY.cz., Tomáš Mrázek. *MENTHA AQUATICA L.* – máta vodní. [online]. 30. 12. 2011 [cit. 20.2.2022]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/mentha-aquatica>

BOTANY.cz., Ladislav Hoskovec. *ALISMA PLANTAGO-AQUATICA L.* – žabník jitrocelový [online]. 13. 8. 2007 [cit.20.2.2022].]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/alisma-plantago-aquatica>

EKOLOGICKÁ KOUPACÍ JEZÍRKA [online]. Svaz zakládání a údržby zeleně, Brno, 2005. [cit. 5.2.2022]. Dostupné z: <http://www.jezirka-biobazeny.cz/>

FLOBAL.CZ, [online]: Webové stránky výrobce folií. [cit. 23.2.2022]. Dostupné na: www.plachty-folie.cz

GEOLOGY.CZ, [online]: Webové stránky České geologické služby. 2020 [cit.23.2.2022]. Dostupné na: www.geology.cz

HAGEN, P., 2010: Zahradní jezírka. Úpravy a renovace. Praha: Grada. ISBN: 978-80-247-3183-4.

HEJNÝ, Slavomil. Rostliny vod a pobřeží. Praha: East West Publishing Company, 2000. ISBN 80-7219-000-8

HIMMELHUBER, P., 2014: Zahradní rybníčky, potůčky a koupací jezírka. Stavba krok za krokem. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3327-2.

HŘÍBAL, V., 2003: Zahradní jezírka a vodní rostliny. Praha: Grada. Česká zahrada. ISBN 80-247-0590-7.

JAKSCH, H., 2006: Schwimmteich? Kein problém! Österreichischer Agrarbuchverlag, Wien. ISBN 9783704021243.

KARCZMARCZYK, A., a kol., 2019: Influence of operation time, hydraulic load and drying on phosphate retention capacity of mineral filters treating natural swimming pool water. Warsaw University of Life Sciences, Poland. Svazek 130, s. 176-183.

KORENOVA-CISTICKA.CZ, [online]: Webové stránky dodavatele kořenových čističek. 2016 [cit.23.1.2022]. Dostupné na: <https://www.korenova-cisticka.cz>

KURZYCZ, [online]: Webové stránky se statistickými údaji a mapy. 2000 [cit.23.1.2022]. Dostupné na: <https://www.kurzy.cz/>

LELLÁK, Jan. Hydrobiologie. Karolinum, Praha, 1992. ISBN 80-7066-530-0

OKZAHRADY.CZ, [online]: Webové stránky prodejce jezírkové techniky. 2018, [cit.27.12.2021]. Dostupné na: [www.https://okzahrady.cz](http://www.okzahrady.cz)

PITTER, P., 2015: Hydrochemie. 5. aktualizované a doplněné vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-708-0928-0.

REJŠEK, K, VÁCHA, R., 2019: Nauka o půdě. Brno: Baštan. ISBN 978-80-87091-82-1

SEDLÁK, J., 2008: Koupací jezírka. Praha: Grada. ISBN 9788024725543.

SOMMER, U., 1996: Algen, Quallen, Wasserfloh – die Welt des Plankton. Springer Verlag, 978-3-540-60307-8

SUKOP, Ivo. Ekologie vodního prostředí. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. ISBN 80-7157-923-8.

ŠIMEČKOVÁ, J., 2008: Stavba přírodních koupališť-šance pro budoucnost. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně. ISBN 978-80-254-4251-7.

ŠRÁMEK, V., 2005: Chemie obecná a anorganická. Nakladatelství Olomouc s.r.o. ISBN 80-7182-099-7.

VAKPCE.CZ, [online]: Webové stránky VAK Pardubice. 2014, [cit.27.12.2021]. Dostupné na: www.vakpce.cz

VALENTOVIČ, P., 2010: Malá vodná nádrž pre rekreačné účely. Slovenská poľnohospodarska univerzita, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Nitra. 77 s., (diplomová práce).

VYHLÁŠKA č. 252/2004 Sb., o hygienických požadavcích na pitnou vodu

VYHLÁŠKA č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch.

WEIXLER, R., HAUERD, W., 2000: Garten und Schwimmteiche. Graz: Stockler. ISBN: 978-3-7020-1177-2

WEIXLER, R., SCHMIDT, C., 2007: Die Freude am eigenen Schwimmteich, ISBN: 978-3-86263-039-4

YANG, L., a kol., 2018: Regulation, formation, exposure and treatment of disinfection by-product (DBPs) in swimming pool waters: A critical review. School of Resources and Environmental Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai, China. Svazek 121, část 2, s. 1039-1057.

10 Seznam příloh



Protokol o zkoušce

Zakázka	: PR2177308	Datum vystavení	: 23.8.2021
Zákazník	: Vodohospodářská správa ČR s.r.o.	Laboratoř	: ALS Czech Republic, s.r.o.
Kontakt	: Petr Šafarik	Kontakt	: Zákaznický servis
Adresa	: Konšelská 1403/2 180 00 Praha 8 - Libeň Česká republika	Adresa	: Na Harfě 336/9 Praha 9 - Vysocany 190 00 Česká Republika
E-mail	: safarik@vodosprava.cz	E-mail	: customer.support@alsglobal.com
Telefon	: +420 7745 68058	Telefon	: +420 226 226 228
Projekt	:	Stránka	: 1 z 3
Číslo objednávky	: 2021007658	Datum přijetí vzorků	: 16.8.2021
Místo odběru	: —	Číslo nabídky	: PR2016VHSSP-CZ0002 (CZ-110-16-0948)
Vzorkoval	: zákazník	Datum zkoušky	: 16.8.2021 - 23.8.2021
		Úroveň řízení kvality	: Standardní QC dle ALS ČR interních postupů

Poznámky

Bez písemného souhlasu laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak, než celý.
Laboratoř prohlašuje, že výsledky zkoušek se týkají pouze vzorků, které jsou uvedeny na tomto protokolu. Pokud je na protokolu o zkoušce v části "Vzorkoval" uvedeno: „Vzorkoval Zákazník“ pak platí, že výsledky se vztahují ke vzorku, jak byl přijat.

Za správnost odpovídá

Jméno oprávněné osoby
Zdeněk Jiráček

Pozice
Environmental Business Unit
Manager

Zkušební laboratoř č. 1163
akreditovaná ČIA dle
ČSN EN ISO/IEC 17025:2018



Společnost je certifikována dle ČSN EN ISO 14001 (Systémy environmentálního managementu) a ČSN ISO 45001 (Systémy managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)



Výsledky zkoušek

Vyhř. 252/2004 - pitná voda - pf. 1

Matrice: PITNÁ VODA

Parametr	Metoda	LOQ	Jednotka	Název vzorku		Vyhř. 252/2004 - pitná voda - pf. 1				
				Výsledek	NM	Limit (min.)	Limit (max.)	Jednotka	Vyhodnocení	
				PR2177308-001						
				[16.8.2021]						
mikrobiologické parametry										
Escherichia coli	W-EC	-	KTJ/100ml	16	---	---	0	KTJ/100ml	Nevyhovuje	
kólfornní bakterie	W-EC	-	KTJ/100ml	222	---	---	0	KTJ/100ml	Nevyhovuje	
fyzikální parametry										
hodnota pH	W-PH-PCT	1.00	-	7.52	± 1.1%	6.5	9.5	-	Vyhovuje	
Souhrnné parametry										
Tvrdost	W-HARD-FXS-CC	0.00150	mmol/l	3.88	---	---	2	3.5	mmol/l	Nevyhovuje
Tvrdost hořečnatá	W-HARD-FXS-CC	0.00020	mmol/l	1.15	---	---	---	---	---	
Tvrdost jako CaCO3	W-HARD-FXS-CC	0.150	mg CaCO3/l	388	---	---	---	---	---	
tvrdost vápenatá	W-HARD-FXS-CC	0.00130	mmol/l	2.73	---	---	---	---	---	
anorganické parametry										
chloridy	W-CL-IC	1.00	mg/l	8.35	± 15.0%	---	100	mg/l	Vyhovuje	
CHSK-Mn	W-CODMN-SPC	0.50	mg/l	1.77	± 30.0%	---	3	mg/l	Vyhovuje	
amoniak a amonné ionty jako NH4	W-NH4-SPC	0.050	mg/l	0.478	± 15.0%	---	0.5	mg/l	Vyhovuje	
amoniakální dusík	W-NH4-SPC	0.040	mg/l	0.371	± 15.0%	---	---	---	---	
dusitanový dusík	W-NO2-IC	0.010	mg/l	<0.010	---	---	---	---	---	
dusitany	W-NO2-IC	0.040	mg/l	<0.040	---	---	0.5	mg/l	Vyhovuje	
Dusičnanový dusík jako N-NO3	W-NO3-IC	0.500	mg/l	<0.500	---	---	---	---	---	
dusičnany	W-NO3-IC	2.00	mg/l	<2.00	---	---	50	mg/l	Vyhovuje	
sířany jako SO4 (z-)	W-SO4-IC	5.00	mg/l	<5.00	---	---	250	mg/l	Vyhovuje	
celkové kovy / hlavní kationty										
Ag	W-METMSFX5	1.0	µg/l	<1.0	---	---	25	µg/l	Vyhovuje	
Al	W-METMSFX5	5.0	µg/l	12.6	± 10.0%	---	0.2	mg/l	Vyhovuje	
As	W-METMSFX5	1.0	µg/l	<1.0	---	---	10	µg/l	Vyhovuje	
B	W-METMSFX5	10	µg/l	119	± 10.0%	---	1	mg/l	Vyhovuje	
Ba	W-METMSFX5	0.50	µg/l	407	± 10.0%	---	---	---	---	
Be	W-METMSFX5	0.20	µg/l	<0.20	---	---	2	µg/l	Vyhovuje	
Bi	W-METMSFX5	1.0	µg/l	<1.0	---	---	---	---	---	
Ca	W-METMSFX5	50.0	µg/l	109000	± 10.0%	---	30	---	Vyhovuje	
Cd	W-METMSFX5	0.20	µg/l	<0.20	---	---	5	µg/l	Vyhovuje	
Co	W-METMSFX5	0.50	µg/l	<0.50	---	---	---	---	---	
Cr	W-METMSFX5	1.0	µg/l	<1.0	---	---	50	µg/l	Vyhovuje	
Cu	W-METMSFX5	1.0	µg/l	<1.0	---	---	1000	µg/l	Vyhovuje	
Fe	W-METMSFX5	2.0	µg/l	459	± 10.0%	---	0.2	mg/l	Nevyhovuje	
K	W-METMSFX5	50	µg/l	7130	± 10.0%	---	---	---	---	
Li	W-METMSFX5	1.0	µg/l	37.1	± 10.0%	---	---	---	---	
Mg	W-METMSFX5	3.0	µg/l	28000	± 10.0%	---	10	---	Vyhovuje	
Mn	W-METMSFX5	0.50	µg/l	10.7	± 10.0%	---	0.05	mg/l	Vyhovuje	
Mo	W-METMSFX5	1.0	µg/l	<1.0	---	---	---	---	---	
Na	W-METMSFX5	30	µg/l	7850	± 10.0%	---	200	mg/l	Vyhovuje	
Ni	W-METMSFX5	2.0	µg/l	<2.0	---	---	20	µg/l	Vyhovuje	
Pb	W-METMSFX5	1.0	µg/l	<1.0	---	---	10	µg/l	Vyhovuje	
Sb	W-METMSFX5	1.0	µg/l	<1.0	---	---	5	µg/l	Vyhovuje	
Se	W-METMSFX5	1.0	µg/l	<1.0	---	---	10	µg/l	Vyhovuje	
Sn	W-METMSFX5	1.0	µg/l	<1.0	---	---	---	---	---	
Sr	W-METMSFX5	1.0	µg/l	3270	± 10.0%	---	---	---	---	
Te	W-METMSFX5	5.0	µg/l	<5.0	---	---	---	---	---	
Tl	W-METMSFX5	1.0	µg/l	<1.0	---	---	---	---	---	
Ti	W-METMSFX5	0.50	µg/l	<0.50	---	---	---	---	---	
V	W-METMSFX5	1.0	µg/l	<1.0	---	---	---	---	---	
Zn	W-METMSFX5	2.0	µg/l	19.6	± 10.0%	---	---	---	---	

Pokud zákazník neuvede datum a/nebo čas odběru vzorku, laboratoř je z procesních důvodů určí sama, jsou pak rovny datu a/nebo času přijetí vzorků a jsou uvedeny v závorkách. Pokud je čas vzorkování uveden 0.00 znamená to, že zákazník uvedl pouze datum a neuvedl čas vzorkování. * Nejistota je



Výsledky zkoušek

Vyhl. 252/2004 - pitná voda - př. 1

Matrice: PITNÁ VODA

Parametr	Metoda	LOD	Jednotka	Název vzorku		Vyh. 252/2004 - pitná voda - př. 1		Jednotka	Vyhodnocení		
				Identifikace vzorku	Datum odběru/čas odběru	Výsledek	NM			Limit (min.)	Limit (max.)
mikrobiologické parametry											
Escherichia coli	W-EC	-	KTJ/100ml	PR2177308-001	[16.8.2021]	16	---	0	KTJ/100ml	Nevyhovuje	
koliformní bakterie	W-EC	-	KTJ/100ml			222	---	0	KTJ/100ml	Nevyhovuje	
fyzikální parametry											
hodnota pH	W-PH-PCT	1.00	-			7.52	± 1.1%	6.5	9.5	Vyhovuje	
Souborné parametry											
Tvrdość	W-HARD-FX5-CC	0.00150	mmol/l			3.88	---	2	3.5	Nevyhovuje	
Tvrdość hořčičnatá	W-HARD-FX5-CC	0.00020	mmol/l			1.15	---	---	---	---	
Tvrdość jako CaCO3	W-HARD-FX5-CC	0.150	mg CaCO3/l			388	---	---	---	---	
tvrdost vápenatá	W-HARD-FX5-CC	0.00130	mmol/l			2.73	---	---	---	---	
anorganické parametry											
chloridy	W-CL-IC	1.00	mg/l			8.35	± 15.0%	---	100	mg/l	Vyhovuje
CHSK-Mn	W-CODMn-SPC	0.50	mg/l			1.77	± 30.0%	---	3	mg/l	Vyhovuje
amoniak a amonné ionty jako NH4	W-NH4-SPC	0.050	mg/l			0.478	± 15.0%	---	0.5	mg/l	Vyhovuje
amoniakální dusík	W-NH4-SPC	0.040	mg/l			0.371	± 15.0%	---	---	---	---
dusičnanový dusík	W-NO2-IC	0.010	mg/l			<0.010	---	---	---	---	---
dusičnan	W-NO2-IC	0.040	mg/l			<0.040	---	---	0.5	mg/l	Vyhovuje
Dusičnanový dusík jako N-NO3	W-NO3-IC	0.500	mg/l			<0.500	---	---	---	---	---
dusičnan	W-NO3-IC	2.00	mg/l			<2.00	---	---	50	mg/l	Vyhovuje
síraný jako SO4 (Z-)	W-SO4-IC	5.00	mg/l			<5.00	---	---	250	mg/l	Vyhovuje
celkové kovy / hlavní kationty											
Ag	W-METMSFX5	1.0	µg/l			<1.0	---	---	25	µg/l	Vyhovuje
Al	W-METMSFX5	5.0	µg/l			12.6	± 10.0%	---	0.2	mg/l	Vyhovuje
As	W-METMSFX5	1.0	µg/l			<1.0	---	---	10	µg/l	Vyhovuje
B	W-METMSFX5	10	µg/l			119	± 10.0%	---	1	mg/l	Vyhovuje
Ba	W-METMSFX5	0.50	µg/l			497	± 10.0%	---	---	---	---
Be	W-METMSFX5	0.20	µg/l			<0.20	---	---	2	µg/l	Vyhovuje
Bi	W-METMSFX5	1.0	µg/l			<1.0	---	---	---	---	---
Ca	W-METMSFX5	50.0	µg/l			109000	± 10.0%	---	30	---	Vyhovuje
Cd	W-METMSFX5	0.20	µg/l			<0.20	---	---	5	µg/l	Vyhovuje
Co	W-METMSFX5	0.50	µg/l			<0.50	---	---	---	---	---
Cr	W-METMSFX5	1.0	µg/l			<1.0	---	---	50	µg/l	Vyhovuje
Cu	W-METMSFX5	1.0	µg/l			<1.0	---	---	1000	µg/l	Vyhovuje
Fe	W-METMSFX5	2.0	µg/l			459	± 10.0%	---	0.2	mg/l	Nevyhovuje
K	W-METMSFX5	50	µg/l			7130	± 10.0%	---	---	---	---
Li	W-METMSFX5	1.0	µg/l			37.1	± 10.0%	---	---	---	---
Mg	W-METMSFX5	3.0	µg/l			28000	± 10.0%	---	10	---	Vyhovuje
Mn	W-METMSFX5	0.50	µg/l			10.7	± 10.0%	---	0.05	mg/l	Vyhovuje
Mo	W-METMSFX5	1.0	µg/l			<1.0	---	---	---	---	---
Na	W-METMSFX5	30	µg/l			7850	± 10.0%	---	200	mg/l	Vyhovuje
Ni	W-METMSFX5	2.0	µg/l			<2.0	---	---	20	µg/l	Vyhovuje
Pb	W-METMSFX5	1.0	µg/l			<1.0	---	---	10	µg/l	Vyhovuje
Sb	W-METMSFX5	1.0	µg/l			<1.0	---	---	5	µg/l	Vyhovuje
Se	W-METMSFX5	1.0	µg/l			<1.0	---	---	10	µg/l	Vyhovuje
Sn	W-METMSFX5	1.0	µg/l			<1.0	---	---	---	---	---
Sr	W-METMSFX5	1.0	µg/l			3270	± 10.0%	---	---	---	---
Te	W-METMSFX5	5.0	µg/l			<5.0	---	---	---	---	---
Tl	W-METMSFX5	1.0	µg/l			<1.0	---	---	---	---	---
Ti	W-METMSFX5	0.50	µg/l			<0.50	---	---	---	---	---
V	W-METMSFX5	1.0	µg/l			<1.0	---	---	---	---	---
Zn	W-METMSFX5	2.0	µg/l			19.6	± 10.0%	---	---	---	---

Pokud zákazník neuvede datum a/nebo čas odběru vzorku, laboratoř je z procesních důvodů určí sama, jsou pak rovny datu a/nebo času přijetí vzorku a jsou uvedeny v závorkách. Pokud je čas vzorkování uveden 0.00 znamená to, že zákazník uvedl pouze datum a neuváděl čas vzorkování. * Nejistota je

11 Seznam obrázků

Obrázek 1 - ukázka, jak se dostává kyslík do vody - SUKOP, Ivo. Ekologie vodního prostředí. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. ISBN 80-7157-923-8.

Obrázek 2 - Žabník jitrocelový - BOTANY.cz., Ladislav Hoskovec. ALISMA PLANTAGO-AQUATICA L. – žabník jitrocelový [online]. 13. 8. 2007 [cit.20.2.2022]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/alisma-plantago-aquatica>

Obrázek 3 - Puškvorec obecný - BOTANY.cz., Radim Cibulka. ACORUS CALAMUS L. – puškvorec obecný [online]. 30. 8. 2007 [cit. 20.2.2022]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/acorus-calamus/>

Obrázek 4 - Ostřice štíhlá - BOTANY.cz., Vít Grulich. *CAREX ACUTA L.* – *ostřice štíhlá* [online]. 27. 6. 2011 [cit. 20.2.2022]. Dostupné na : <http://botany.cz/cs/carex-acuta/>

Obrázek 5 - Prustka obecná - BOTANY.cz., Ladislav Hoskovec. *HIPPURIS VULGARIS L.* – *prustka obecná*. [online]. 7. 2007 [cit. 20.2.2022]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/hippuris-vulgaris/>

Obrázek 6 - Máta vodní - BOTANY.cz., Tomáš Mrázek. *MENTHA AQUATICA L.* – *máta vodní*. [online]. 30. 12. 2011 [cit. 20.2.2022]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/mentha-aquatica>

Obrázek 7 - Plavín štítnatý - BOTANY.cz., Ladislav Kovář. *NYMPHOIDES PELTATA (S. G. Gmelin) O. Kuntze* – *plavín štítnatý*. [online]. 7. 7. 2007 [cit.20.2.2022]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/nymphoides-peltata>

Obrázek 8 - Kotvice plovoucí – BOTANY.cz., Ladislav Kovář. *TRAPA NATANS L* – *kotvice plovoucí*. [online]. 7. 7. 2007 [cit.20.2.2022]. Dostupné na: <https://botany.cz/cs/trapa-natans/>

Obrázek 9 - Řezan pilolistý – BOTANY.cz, Petr Krása. *STRATIOTES ALOIDES L.* – *řezan pilolistý*. [online]. 18. 07. 2007 [cit.20.2.2022]. Dostupné na : <https://botany.cz/cs/stratiotes-aloides/>

Obrázek 10 - Možná řešení koupacích jezírek - EKOLOGICKÁ KOUPACÍ JEZÍRKA [online]. Svaz zakládání a údržby zeleně, Brno, 2005. [cit. 5.2.2022]. Dostupné z: <http://www.jezirka-biobazeny.cz/>

Obrázek 11 - Kořenová čistička - KORENOVA-CISTICKA.CZ, [online]: Webové stránky dodavatele kořenových čističek. 2016 [cit.23.1.2022]. Dostupné na: <https://www.korenova-cisticka.cz>

Obrázek 12 - Biologická čistička - BANAT.CZ, [online]: Webové stránky prodejce jezírkové techniky. ©2003, [cit. 5.2.2022]. Dostupné na: <https://jezirkabanat.cz>

Obrázek 13 - Tlaková filtrace - BANAT.CZ, [online]: Webové stránky prodejce jezírkové techniky. ©2003, [cit. 5.2.2022]. Dostupné na: <https://jezirkabanat.cz>

Obrázek 14 - Gravitační filtrace - BANAT.CZ, [online]: Webové stránky prodejce jezírkové techniky. ©2003, [cit. 5.2.2022]. Dostupné na: <https://jezirkabanat.cz>

Obrázek 15 - Obec Srch, Pardubický okres - KURZYCZ, [online]: Webové stránky se statistickými údaji a mapy. 2000 [cit.23.1.2022]. Dostupné na: <https://www.kurzy.cz/>

Obrázek 16 - Zájmové území v obci Srch - ČÚZK, [online]: Český úřad zeměměřický a katastrální: Stručná historie pozemkových evidencí (online) [cit.3.2.2022], dostupné z: <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>

Obrázek 17 - Žádoucí látky v pitné vodě - VAKPCE.CZ, [online]: Webové stránky VAK Pardubice. 2014, [cit.27.12.2021]. Dostupné na: www.vakpce.cz

Obrázek 18 - grafický návrh pozemku (vlastní zpracování)

12 Seznam tabulek

Tabula 1 - Vyhláška 238/2011 Sb. - VAKPCE.CZ, [online]: Webové stránky VAK Pardubice. 2014, [cit.27.12.2021]. Dostupné na: www.vakpce.cz