



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta přírodovědně-humanitní
a pedagogická



Biogeografie přírodní památky Rádlo a přilehlého povodí

Bakalářská práce

Studijní program: B1301 – Geografie
Studijní obor: 1301R022 – Aplikovaná geografie
Autor práce: **Michal Pánek**
Vedoucí práce: doc. RNDr. Kamil Zágoršek, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Michal Pánek
Osobní číslo: P16000476
Studijní program: B1301 Geografie
Studijní obor: Aplikovaná geografie
Název tématu: Biogeografie přírodní památky Rádlo a přilehlého povodí
Zadávající katedra: Katedra geografie

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Biogeografický výzkum s použitím optické a elektronové mikroskopie, zjištění vztahu organismů mezi sebou v přírodní památce Rádlo a přilehlého povodí, vyčlenění biotopů, předmět ochrany v přírodní památce Rádlo.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

KNOZ J., OPRAVILOVÁ V., 1992. Základy mikroskopické techniky. vyd. Brno: MU Př.F.

LUND, H. C., LUND JOHN W. G., 1995. Freshwater algae: their microscopic world explored. vyd. Bristol: Biopress. ISBN 9780948737251.

PETŘIVALSKÁ, K., 2010. Klíč k určování vodních bezobratlých živočichů. vyd. Brno: Rezekvítek. ISBN 978-80-86626-21-5.

TILLING, S., BEBBINGTON, A., BEBBINGTON, J., 2001. Klíč k určování půdních bezobratlých živočichů. vyd. Brno: Rezekvítek. ISBN 978-80-9002954-3-8.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. RNDr. Kamil Zágoršek, Ph.D.**

Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: **25. dubna 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **19. dubna 2019**

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.
děkan



doc. RNDr. Kamil Zágoršek, Ph.D.
vedoucí katedry



V Liberci dne 25. května 2018

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS STAG se shodují.

10. 4. 2019

Michal Pánek

Poděkování

Rád bych poděkoval doc. RNDr. Kamilu Zágoršekovi, PhD. z Technické univerzity v Liberci za veškeré rady, odbornou pomoc, vedení práce, za příjemnou spolupráci, ochotu, trpělivost a čas, který mi věnoval v průběhu zpracování bakalářské práce.

Dále bych také poděkoval Ing. Janě Loosové, Ph.D. z Krajské hygienické stanice se sídlem v Liberci z Odboru hygieny obecné a komunální za proškolení metody sbírání vzorků vody během plnění odborné praxe, za konzultace a rady ohledně odborné praxe, které posloužily k tvorbě této práce a také za poskytnutí dat měření z koupaliště Rádlo.

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá biogeografickým výzkumem s použitím optické a elektronové mikroskopie a celkovým zhodnocení území, které se nachází v obci Rádlo v blízkosti Přírodní památky Rádlo a povodí Rádelského potoka, který protéká touto přírodní památkou. Celá práce se skládá z teoretické části a části praktické. Teoretická část se zabývá vymezením území a popsáním obecné charakteristika území. Dále se zaměřuje na rešerši a celkové zhodnocení z hlediska fyzické geografie a biogeografie. Důležitou částí teoretické části je také metodika získání a měření dat. Praktická část je tvořena ze dvou částí, kde první obsahuje výsledky měření, odběrů vzorků a snímky pořízené z mikroskopických zařízení. Druhá část, která je velice důležitá, tyto výsledky a snímky analyzuje, srovnává a dosazuje do vztahů a myšlenek, které slouží k podrobnému popsání celého biogeografického výzkumu na tomto území.

Klíčová slova

geografie, biogeografie, mikroskopický výzkum, mikroorganismy, přírodní památka, Rádlo

Annotation

This bachelor thesis deals with biogeographical research using optical and electron microscopy and overall evaluation of the area, which is located in Rádlo near the Radlo Natural Monument and the Radelský creek basin, which flows through this natural monument. The whole work consists of theoretical part and practical part. The theoretical part deals with the delimitation of the territory and describes the general characteristics of the territory. It also focuses on research and overall evaluation in terms of physical geography and biogeography. An important component of the theoretical part is also the methodology of data acquisition and measurement. The practical part consists of two sections, where the first one contains the results of measurements, sampling and images taken from microscopic devices. The second one, which is very important, analyzes and compares these results and images into relationships and ideas that are used to describe in detail the entire biogeographical research in this area.

Key words

geography, biogeography, microscopic research, microorganisms, natural monument, Rádlo

Obsah

Seznam obrázků a tabulek.....	8
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	10
1 Úvod.....	11
2 Obecná charakteristika zkoumaného území.....	13
2.1 Vymezení území.....	13
2.2 Obecná charakteristika povodí Rádelského potoka.....	14
2.3 Obecná charakteristika Přírodní památky Rádlo.....	14
2.4 Obecná charakteristika koupaliště Rádlo.....	15
3 Fyzickogeografické zhodnocení území.....	17
3.1 Geologické složení.....	17
3.1.1 Horninové složení PP Rádlo.....	18
3.1.2 Horninové složení zkoumaného povodí Rádelského potoka.....	18
3.2 Pedologické složení.....	19
3.2.1 Pedologické složení PP Rádlo a zkoumaného povodí Rádelského potoka.....	20
3.2.2 Bonita půdy.....	20
3.3 Klimatologie.....	21
3.4 Hydrologie.....	22
3.5 Biosféra.....	24
3.5.1 Fauna.....	25
3.5.2 Flora.....	25
3.5.3 Vztahy mezi organismy.....	26
3.6 Využití území (land use).....	27
4 Metodika sběru vzorků a měření parametrů.....	30
4.1 Popis měřených parametrů.....	30
4.2 Postup sběru dat Krajské hygienické stanice Libereckého kraje.....	33
4.3 Postup provádění odběrů vzorků vody a vlastního měření.....	35
4.3.1 Použití fluorescenčního mikroskopu pro výzkum vzorků vody.....	35
4.3.2 Určování poměru sinic a řas.....	36
4.4 Postup provádění odběrů malých živočichů.....	37
4.4.1 Použití optického a elektronového mikroskopu pro výzkum vzorků malých živočichů.....	37
5 Výsledné měření hodnot, zkoumaných živočichů a odběrů vody.....	39
5.1 Výsledky parametrů z měření vodní plochy Rádlo.....	39
5.1.1 Výsledky měření podle KHS LK.....	39
5.1.2 Výsledky vlastního měření.....	40
5.2 Výsledky vzorků odběru vody.....	40
5.2.1 Odběry provedené v listopadu.....	41
5.2.2 Odběry provedené v prosinci.....	42
5.3 Výsledky nalezené mikrofauny.....	44
5.3.1 Určení druhů nalezené bioty.....	46
6 Analýza a syntéza zjištěných výsledků.....	61
6.1 Vývoj měřených parametrů vody Rádelského koupaliště.....	61
6.1.1 Parametry získané Krajskou hygienickou stanicí se sídlem v Liberci.....	61
6.1.2 Parametry získané vlastním měřením.....	64
6.2 Vývoj sinic a řas ve vzorcích vody z koupaliště Rádlo.....	67
6.3 Analýza míst odběru mikroorganismů ve vztahu k využití zkoumaného území.....	68
7 Závěr.....	70
Seznam použité literatury.....	72

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa vymezení zkoumaného území.....	13
Obrázek 2: Mapa území Přírodní památky Rádlo.....	14
Obrázek 3: Geologická mapa zkoumaného území.....	17
Obrázek 4: Pedologická mapa zkoumaného území.....	19
Obrázek 5: Kambizem dystrická - půdní profil.....	20
Obrázek 6: Mapa bonity půdy zkoumaného území.....	21
Obrázek 7: Spádová křivka Rádelského potoka.....	23
Obrázek 8: Čolek horský.....	25
Obrázek 9: Prstnatec májový.....	26
Obrázek 10: Příklad predace u rosnatky okrouhlohlísté.....	27
Obrázek 11: Mapa využití území (land use) zkoumaného území.....	28
Obrázek 12: Měření průhlednosti pomocí seccioho desky.....	33
Obrázek 13: Multimetr Orion Star A329.....	35
Obrázek 14: Fluorescenční mikroskop BX43 Olympus.....	36
Obrázek 15: Elektronový mikroskop Phenom Pro X.....	38
Obrázek 16: Mikroskopický obraz koupaliště Rádlo (1. 11. 2018, zvětšení 20x).....	41
Obrázek 17: Mikroskopický obraz koupaliště Rádlo (19. 11. 2018, zvětšení 40x).....	42
Obrázek 18: Mikroskopický obraz koupaliště Rádlo (3. 12. 2018, zvětšení 40x).....	43
Obrázek 19: Mikroskopický obraz koupaliště Rádlo (17. 12. 2018, zvětšení 40x).....	43
Obrázek 20: Mapa s místy odběrů mikrofauny ve vztahu s pokryvem plochy.....	45
Obrázek 21: Vzorek č. 1 moucha domácí (optický mikroskop, zvětšení 20x).....	46
Obrázek 22: Vzorek č. 1 moucha domácí (elektronový mikroskop, zvětšení 270x), přiblížení na bodavě-sací ústrojí a složená oka mouchy.....	47
Obrázek 23: Vzorek č. 2 mšice (optický mikroskop, zvětšení 20x).....	48
Obrázek 24: Vzorek č. 2 mšice (elektronový mikroskop, zvětšení 225x), přiblížení na bodavě-sací ústrojí a složená oka mšice.....	48
Obrázek 25: Vzorek č. 3 mravenec obecný (optický mikroskop, zvětšení 20x).....	49
Obrázek 26: Vzorek č. 3 mravenec obecný (elektronový mikroskop, zvětšení 300x), přiblížení na kousací ústrojí, konkrétně na párová kusadla.....	50
Obrázek 27: Vzorek č. 4 roztoč (optický mikroskop, zvětšení 20x).....	51
Obrázek 28: Vzorek č. 4 roztoč (elektronový mikroskop zvětšení 145x), přiblížení na končetiny a zadeček s vylučovacím otvorem.....	51
Obrázek 29: Vzorek č. 5 klíště obecné (optický mikroskop, zvětšení 20x).....	52
Obrázek 30: Vzorek č. 5 klíště obecné (elektronový mikroskop, zvětšení 580x), přiblížení na pár tykadel a sosáček se zpětnými háčky.....	53
Obrázek 31: Vzorek č. 6 dvě mouchy (optický mikroskop, zvětšení 20x).....	54
Obrázek 32: Vzorek č. 6 dvě mouchy (elektronový mikroskop, zvětšení 155x), přiblížení na křídlo, končetiny a zadeček mouchy.....	54
Obrázek 33: Vzorek č. 7 pavouk (optický mikroskop, zvětšení 20x).....	55
Obrázek 34: Vzorek č. 7 pavouk (elektronový mikroskop, zvětšení 220x) přiblížení na stavbu končetin, makadel, chelicer a hlavohruďi.....	56
Obrázek 35: Vzorek č. 8 larva hmyzu (optický mikroskop, zvětšení 20x).....	57
Obrázek 36: Vzorek č. 8 larva hmyzu (elektronový mikroskop, zvětšení 145x) přiblížení na složená oka, tykadla a bodavě-sací ústní ústrojí.....	57
Obrázek 37: Vzorek č. 9 kloš jelení (optický mikroskop, zvětšení 20x).....	58

Obrázek 38: Vzorek č. 9 kloš jelení (elektronový mikroskop, zvětšení 130x), přiblížení na horní část těla, složené oko, bodavě-sací ústní ústrojí a končetiny s drápy.....	59
Obrázek 39: Vzorek č. 10 muška (optický mikroskop, zvětšení 20x).....	60
Obrázek 40: Vzorek č. 10 muška (elektronový mikroskop, zvětšení 1250x), přiblížení na stavbu složeného oka mušky.....	60
Obrázek 41: Vývoj parametru chlorofyl-a v koupališti Rádlo.....	61
Obrázek 42: Vývoj parametru sinic v koupališti Rádlo.....	62
Obrázek 43: Vývoj parametru Escherichia coli v koupališti Rádlo.....	63
Obrázek 44: Vývoj parametru Intestinální enterokoky v koupališti Rádlo.....	64
Obrázek 45: Vývoj parametru průhlednosti v koupališti Rádlo.....	64
Obrázek 46: Vývoj parametru teploty vody v koupališti Rádlo.....	65
Obrázek 47: Vývoj parametru pH v koupališti Rádlo.....	66
Obrázek 48: Vývoj parametru redoxní potenciál v koupališti Rádlo.....	66

Seznam tabulek

Tabulka 1: Klimatická charakteristika regionu MT4.....	22
Tabulka 2: Hodnoty naměřené meteorologickou stanicí v Liberci.....	22
Tabulka 3: Ukazatele rozboru vzorků vody koupaliště Rádlo 2018.....	39
Tabulka 4: Ukazatele a naměřené hodnoty vlastního měření koupaliště Rádlo 2018.....	40

Seznam použitých zkratk a symbolů

BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
CHOPAV	Chráněná oblast přirozené akumulace vod
KHS LK	Krajská hygienická stanice se sídlem v Liberci
ORP	Obec s rozšířenou působností
POU	Obec s pověřeným obecním úřadem
PP	přírodní památka
SZD	Státní zdravotní dozor
TUL	Technická univerzita v Liberci
ÚSES	Územní systém ekologické stability

1 Úvod

V posledních letech se čím dál více setkáváme s případy, kdy člověk zasahuje do přírody a krajiny, aniž by si uvědomil, jaké organismy v těchto postižených oblastech žijí. Tyto zásahy člověka mají obrovský vliv na chod bioty v daných lokalitách. Ochranou, vůči těmto zásahům v České republice je, že se daná oblast zařadí do chráněných území a to jak velkoplošných (Národní park, Chráněná krajinná oblast), tak maloplošných (Národní přírodní rezervace, Národní přírodní park, Přírodní rezervace, Přírodní park). V těchto chráněných oblastech jsou rostliny a živočichové, kteří jsou vzácní nebo ohrožení a díky ochraně se může nadále udržovat jejich existence pro další generace lidí.

Z hlediska ochrany životního prostředí a krajiny nesmíme zapomenout na ochranu vody. Voda je velice důležitá pro ekosystém v každé lokalitě. Je důležitou součástí pro živočichy a rostliny, kteří nedokáží bez vody existovat. Tím se dostáváme k dalšímu problému, kterým je v poslední době nedostatek vody a sucho. S tímto problémem nastávají další navazující problémy, který se dotýkají nejen organismů v přírodě a v chráněných oblastech, ale také samotných lidí. Nedostatek vody a sucho velmi ovlivňuje počty výskytů organismů, kteří škodí lidem, kde příkladem mohou být sinice, řasy a různé bakterie.

Spojením těchto dvou problémů vznikla i tato bakalářská práce, která je zaměřena na propojení ochrany živočichů a rostlin s vodou. Konkrétně se jedná o práci na zkoumaném území obce Rádlo a to Přírodní památky Rádlo a přilehlého povodí Rádelského potoka, který protéká tímto maloplošným chráněným územím. Tato oblast, i když se zdá být nenápadnou z hlediska přírody a vody, je velice bohatá na velké množství živočichů a rostlin, kteří jsou chráněnými druhy, ale kteří se vyskytují i hojně v celé České republice a na světě. Pro celou tuto oblast je velice důležitý tok Rádelského potoka, který zásobí vodou jak Přírodní památku Rádlo, tak i přírodní koupaliště, které se v této oblasti nachází a je jedním z hlavních cílů využití nejen obyvatel této obce. Bohužel i tuto oblast zasahují velké změny z hlediska teplot, nedostatku vody a zásahu člověka, jelikož se tato oblast stává čím dál více zastavěnou a proto je ideální oblastí pro celkové biogeografické zhodnocení.

Cílem této práce je nejdříve se seznámit z danou oblastí, která je vymezena pro tuto práci a pomocí map celou oblast popsat. K tomu poslouží mapy zaměřené na geologické složení, pedologické složení, kde bude využita i bonita půd na tomto území a dále také klimatická mapa. Tyto mapy jsou důležité hlavně z hlediska ovlivnění této oblasti

geologickými, pedologickými a klimatickými složkami. Dále je cílem se zaměřit na land use (využití území), land cover (pokrytí území), biosféru a vztahy mezi organismy, hydrologii, konkrétně říční síť a povodí Rádelského potoka a v neposlední řadě, jaké je ovlivnění člověkem na zkoumaném území. Nejdůležitějším cílem celé práce je popsání metodiky sběru dat, hodnot a organismů, které byly získány na tomto území a následné zpracování do výsledků. Celkově je tento výzkum zaměřený na mikrobiotu, která za pomoci mikroskopického vybavení katedry geografie TUL může být důkladně prozkoumána, jelikož na zkoumaném území této práce není dostatečný výzkum této mikrobioty. Celá práce bude zakončena porovnáváním těchto výsledků, analýzami, syntézou, vysvětlením, proč jsou takové výsledky a celková situace z hlediska biogeografie na tomto území.

2 Obecná charakteristika zkoumaného území

2.1 Vymezení území

Vymezené území, které je zkoumáno z hlediska biogeografie v této bakalářské práci, se nachází v obci Rádlo. Tato obec má 892 obyvatel (Český statistický úřad 2017) a podle administrativního členění ČR spadá do Libereckého kraje, okresu Jablonec nad Nisou, ORP Jablonec nad Nisou a POU Jablonec nad Nisou (Regionální informační servis 2016). Z tohoto členění je tedy patrné, že největší závislost obce je na Jablonci nad Nisou. Co se týče dopravní dostupnosti, tak se do této obce, konkrétně ke zkoumané ploše, dá dostat přes silnici I. třídy č. 65, která vede z Jablonce nad Nisou na Prahu, nebo je také možné sjet z rychlostní silnice R35 na výjezdu č. 29 a dále pak pokračovat přes Milíře až do obce Rádlo.

Oblast vymezeného území se nachází na území části obce Rádlo z názvem Milíře a dále pak v centrální části obce Rádlo. Konkrétně se jedná o přesný opis povodí jednoho z ramen Rádelského potoka, které pramení v Milířích (viz obrázek 1). Zkoumaná plocha je tedy vymezena od pramene tohoto potoka, přes PP Rádlo a končí na ústí potoka z koupaliště Rádlo. Lze tedy říci, že hlavní zkoumané části tohoto území jsou v blízkosti potoka, v PP Rádlo a u koupaliště Rádlo.



Obrázek 1: Mapa vymezení zkoumaného území
Zdroj: Mapy.cz 2019

2.2 Obecná charakteristika povodí Rádelského potoka

Jak již bylo zmíněno, celou zkoumanou oblastí protéká důležitá část Rádelského potoka. Tento potok pramení u osady Milíře, která patří pod obec Rádlo, dále protéká přírodní památkou Rádlo a po té napájí koupaliště Rádlo. Zhruba po 2,5 kilometrech od pramene se potok vlévá do druhé části Rádelského potoka a následně se tento potok vlévá do řeky Mohelky.

Délka potoka vymezeného pro tuto práci je 1120 m a povodí má plochu 0,48 km² a spadá do něho obec Rádlo a osada Milíře (viz obrázek 1). Samozřejmě sem spadá i plocha přírodní památky Rádlo, kterou tento potok protéká a hraje velice důležitou roli v této oblasti. Dále se v tomto povodí nachází převážně zalesněná plocha, lesní cesty a turistické trasy.

2.3 Obecná charakteristika Přírodní památky Rádlo



Obrázek 2: Mapa území Přírodní památky Rádlo
Zdroj: Mapy.cz 2019

Ve středu obce se nachází přírodní památka Rádlo zaujímající rozlohu 3,5 ha. Chráněné území zahrnuje slatinné louky a přilehlé podmáčené olšiny a březiny kolem

Rádelského potoka, přitékajícího z prameniště v osadě Milíře (viz mapa PP Rádlo). Zájmovému území je od roku 1984 věnována pozornost ze strany ochránců přírody. Statutární ochrany se dočkalo v roce 1989 (v roce 1992 postoupilo do kategorie přírodních památek). Předmětem ochrany jsou zachovalá rostlinná společenstva, která jsou velmi cenná. Zdejší krátce stébelná ostřicová společenstva hostí celou řadu vzácných a ohrožených druhů rostlin a živočichů (Obec Rádlo 2019).

V roce 1996 byla na chráněném území za finanční podpory Obecního úřadu Rádlo a Referátu životního prostředí Okresního úřadu Jablonec nad Nisou vybudována naučná stezka. Stezku hojně navštěvují místní obyvatelé i zahraniční turisté. Naučná stezka, vybavená informačními panely, povalkovými chodníky a úhlednými mostky, je vyhledávaným místem školních exkurzí. Přírodní památka Rádlo je trvalou součástí seznamu významných mokřadů ČR, tj. dokumentu, který předkládá Český Ramsarský výbor z důvodu potvrzení členství ČR ve skupině států sdružených od roku 1970 Ramsarskou konvencí o ochraně mokřadů (Obec Rádlo 2019).

2.4 Obecná charakteristika koupaliště Rádlo

Koupaliště Rádlo je uměle vytvořená vodní plocha, která je napájena Rádelským potokem na severozápadním břehu. Poloha koupaliště je důležitá z hlediska ekologie a bioty, která se zde vyskytuje, jelikož se nachází v blízkosti PP Rádlo. Výtok Rádelského potoka z koupaliště se nachází na jihovýchodním břehu. Vlastníkem tohoto koupaliště je obec Rádlo a plocha tohoto koupaliště je 0,177 ha (Geoportál Libereckého kraje 2019).

Z hlediska vybavenosti vodní plochy a okolí můžeme konstatovat, že se jedná o dobře vybavené a příznivé prostředí. Na západě až jihozápadě od vodní plochy se nachází fotbalové hřiště, na jihovýchodním břehu se nachází hřiště na plážový volejbal, na východě se nachází park a přístupová cesta ke koupališti a na severní až severozápadní straně se nachází louka a dětské hřiště. Přístup k vodní ploše je na všech stranách koupaliště zpřístupněn schody a z části je tato vodní plocha obklopena zábradlím.

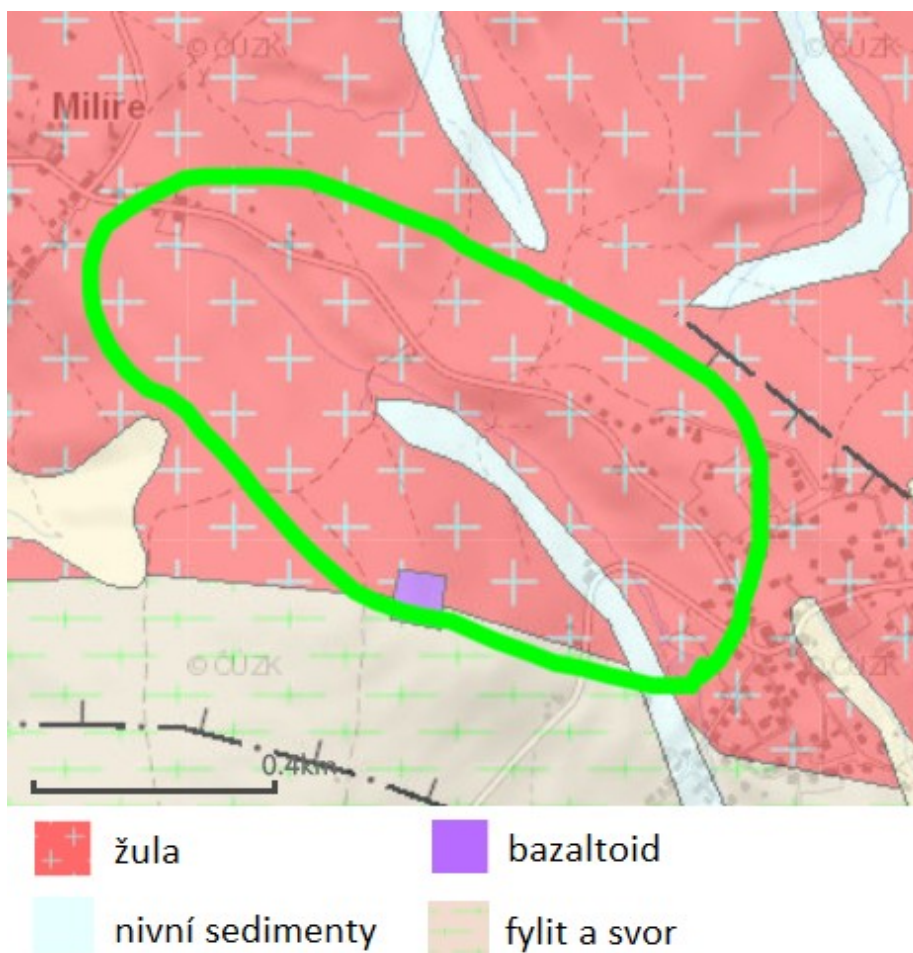
Tato vodní plocha je převážně využívána jako rekreační plocha pro místní obyvatele, ale i pro obyvatele z blízkého okolí. Každý rok je zde, na přírodní koupaliště, velmi dobrá kvalita vody a proto také tato plocha slouží i jako útočiště mnoha vodních živočichů a to jak

během roku tak i v době rozmnožování. Dále je pak tato plocha využívána jako požární nádrž pro místní dobrovolný sbor hasičů.

3 Fyzickogeografické zhodnocení území

Tato kapitola se zabývá celkovým zhodnocením zkoumaného území z pohledu sfér fyzické geografie. Důležité je si uvědomit, že biogeografie je ovlivňována neživými složkami, které zkoumá geografie. Proto je tedy nezbytné zhodnotit toto území a seznámit se se všemi složkami fyzické geografie, které se zde nachází a tvoří tak celkový ráz krajiny PP Rádlo a části povodí. Z hlediska mikroorganismů, které jsou zkoumány v praktické části, nebylo možné nalézt mnoho výzkumů či záznamů a proto je tento popis až v praktické části za podpory dat měření od KHS LK.

3.1 Geologické složení



Obrázek 3: Geologická mapa zkoumaného území
Zdroj: Česká geologická služba 2019a

Geologie na tomto území je nedílnou součástí ekosystému a celkového zhodnocení tohoto území. Územní rozložení si nejdříve rozdělíme na geologii a horninové složení na

území PP Rádlo a dále pak na geologii a horninové složení části povodí Rádelského potoka. Z hlediska geomorfologického členění náleží celé území do Krkonoško-jesenické soustavy, jihozápadního výběžku Jizerských hor, podcelku Jizerská hornatina, okrsku Maršovická vrchovina (Odbor životního prostředí a zemědělství Libereckého kraje 2015).

V celé oblasti se nachází v největším počtu žula, dále pak nivní sedimenty, které jsou důkazem činnosti Rádelského potoka, fylit a svor a je zde také malé zastoupení bazaltoidu (viz obrázek 3). Toto geologické složení může mít určit vliv na pH vody v PP Rádlo a také v koupališti rádlo, jelikož Rádelský potok protéká pouze oblastí se žulovým podložím, které snižuje pH vody díky chemické reakci s vodou. Co se týče geologických útvarů, tak ty nejsou v PP Rádlo viditelné, ale v oblasti povodí jsou občas vidět některé žulové útvary.

3.1.1 Horninové složení PP Rádlo

PP Rádlo je umístěná s převahou na granitovém, neboli žulovém podloží. Žula je kyselá hlubinná magmatická hornina, v podstatě složená z křemene (20 až 40 %), živce a menšího množství tmavých minerálů (5 až 20 %). Z živců jsou to především alkalické živce. Z ostatních minerálů jsou nejčastější biotit nebo muskovit. Struktura bývá středně zrnitá až hrubozrná. Textura bývá masivní, obvykle s kvádovitou odlučností (Česká geologická služba 2007c). Tento jev je velice dobře vidět v povodí Rádelského potoka, jak již bylo zmíněno v předešlém odstavci a vytváří tak podél potoka viditelné geologické útvary.

V malé míře se v PP nachází nivní sedimenty, které jsou lokalizovány v oblasti průtoku potoka. Tyto sedimenty jsou v podstatě usazeniny hornin, které byly naneseny potokem a také tělesa sedimentů ukládaných za povodní, které jsou zvláště hojné v dolních tocích řek a skládají se ze siltových a jemně písčitých sedimentů, často obohacených organickou příměsí (Česká geologická služba 2007d).

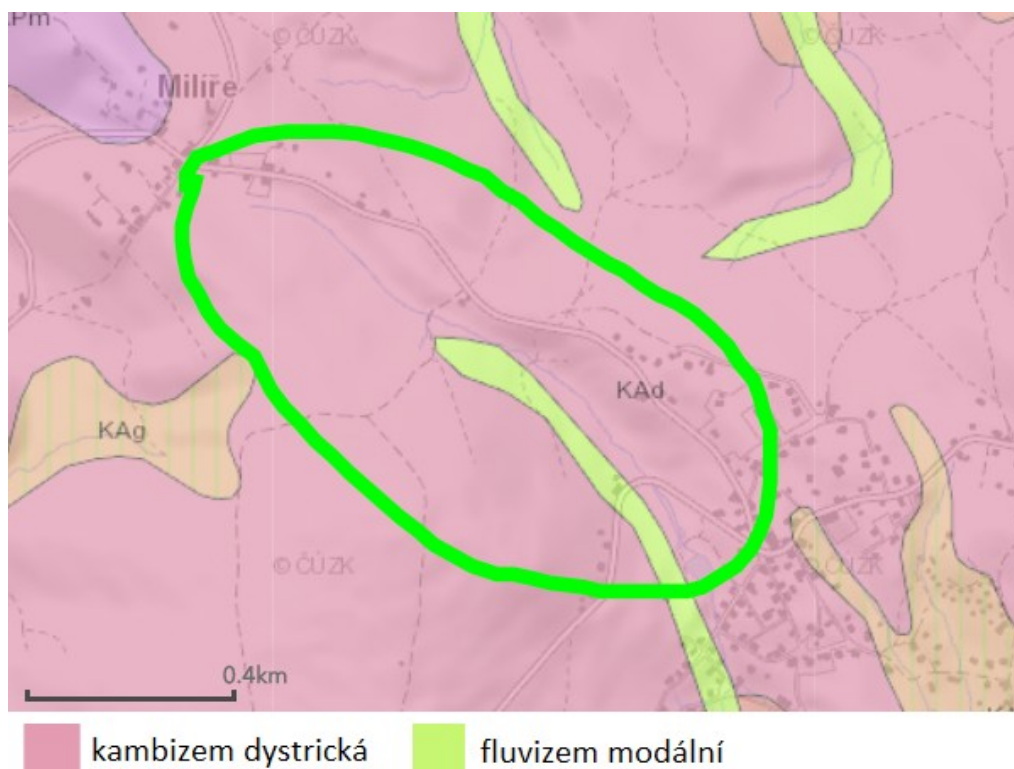
3.1.2 Horninové složení zkoumaného povodí Rádelského potoka

Oblast zkoumaného povodí Rádelského potoka je z největší části tvořena ze žulové horniny, v podstatě celá severní oblast tohoto povodí je tvořena touto horninou. I přes to se zde objevují ještě malé části jiných hornin, které jsou typické pro tuto oblast. Jedná se o fylit a svor, které jsou zastoupeny v jižní části povodí. Fylit je nejednotně užívaný termín nízkoteplotně metamorfovaných jílovitých sedimentů. Obvykle obsahují křemen, sericit, chlorit a biotit, častá je příměs grafitu a karbonátu (Česká geologická služba 2007b). Svor je

metamorfit vzniklý středně silnou regionální metamorfózou a to nejčastěji jílovitých sedimentů (Česká geologická služba 2007e).

Zajímavostí je zastoupení bazaltoidu, který je blízký nebo podobný bazaltu, neboli čediči a jedná se tedy o magmatickou horninu (Česká geologická služba 2007a). Tato hornina se nachází na vrcholu Hraničnick, který je součástí tohoto území.

3.2 Pedologické složení



Obrázek 4: Pedologická mapa zkoumaného území

Zdroj: Česká geologická služba 2019b

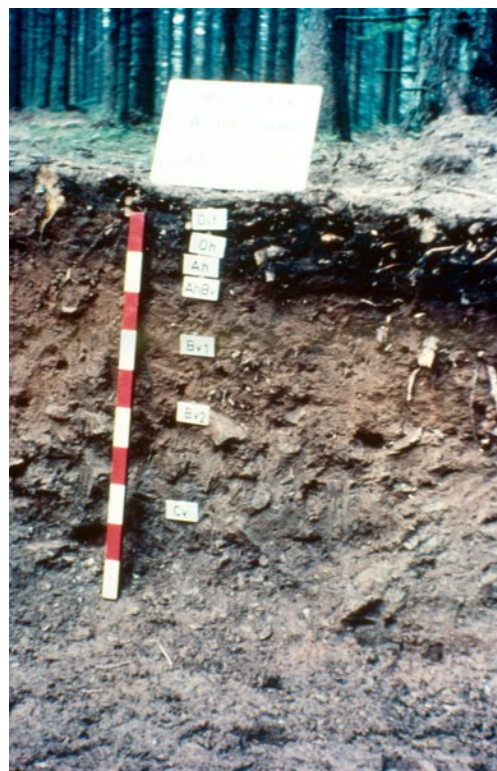
Pedologie a pedologické složení na tomto území hraje významnou roli a to hned v několika případech. Složení této sféry má dopad na druhy rostlinstva a živočichů. Nejdříve si opět rozdělíme území na pedologii a pedologické složení v blízkosti PP Rádlo a dále pak na pedologii a pedologické složení části povodí Rádelského potoka. Navíc se v každé oblasti zaměříme i na hlavní bonitu půdy podle kódu BPEJ.

Z hlediska půdních typů je se na celém území nachází v největším počtu kambizem dystrická a dále pak v menší míře fluvizem modální, která se nachází v okolí Rádelského

potoka a který je důkazem vzniku tohoto pedologického složení (viz obrázek 4). Stejně jako geologické složení tak i tyto typy půd mají vliv na vegetaci, neboli typ vegetace, živočichů, Rádelského potoka, PP Rádlo a přilehlého koupaliště.

3.2.1 Pedologické složení PP Rádlo a zkoumaného povodí Rádelského potoka

Okolí PP Rádlo a zkoumaného povodí Rádelského potoka je umístěné na půdním typu kambizem dystrická (viz obrázek 5), dříve také nazývanou hnědou lesní půdou. Půdy kambizemě se vytvářejí hlavně ve svažitých podmínkách pahorkatin, vrchovin a hornatin. Vznik této půdy z tak pestrého spektra substrátů podmiňuje jejich velkou rozmanitost z hlediska zrnitosti a skeletovitosti. Konkrétně kambizem dystrická je z přemístěných zvětralin břidlic (ÚVT, BENETA.cz 2004b). Tento typ půdy se vyskytuje v mírném humidním klimatickém pásmu, a to především pod listnatými lesy, které byly původní, ale z hlediska tohoto povodí a vodní plochy to neplatí, jelikož zde převládají jehličnaté lesy, konkrétně smrky.



Obrázek 5: Kambizem dystrická - půdní profil

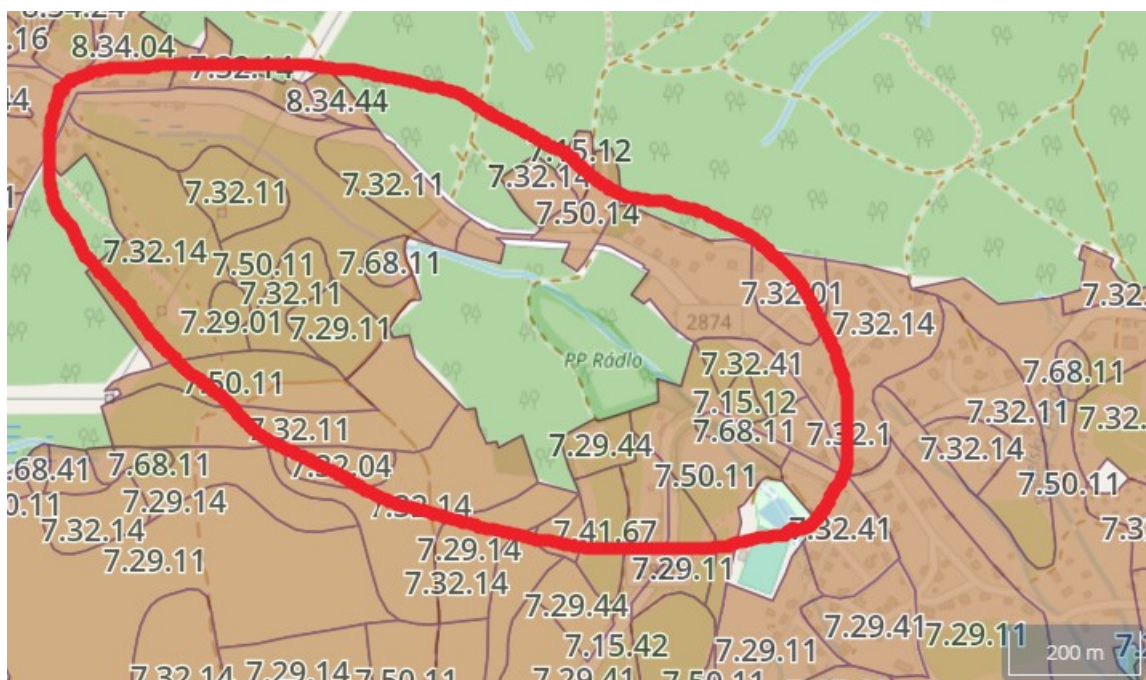
Zdroj: ÚVT, BENETA.cz 2004c

V malé míře se v celém povodí nachází fluvizemě a to z důvodu průtoku Rádelského potoka. Znaky této půdy jsou vrstevnatost a nepravidelné rozložení organických látek. Půdy se vytvářejí v nivách řek a potoků z povodňových sedimentů a zrnitost na rychlosti vodního toku a řečiště. Původní vegetací jsou lužní lesy a porosty. Na tomto území se konkrétně nachází fluvizemě modální, což značí, že jsou tvořeny středně těžkými substráty (ÚVT, BENETA.cz 2004a).

3.2.2 Bonita půdy

Bonita půdy se v České republice značí pomocí kódu BPEJ. Kód BPEJ se skládá ze soustavy číslic, kde poskytuje informace o klimatických regionech (první číslice), hlavních půdních jednotkách (druhá a třetí), sklonitosti a expozici (čtvrtá) a hloubce půdního profilu a

obsahu skeletu (pátá). Z těchto hodnot lze odvodit mnoho dalších charakteristik, které se pak objevují v českých právních předpisech (VÚMOP 2019b).



Obrázek 6: Mapa bonity půdy zkoumaného území
Zdroj: VÚMOP 2019a

Ve zkoumané části povodí Rádelského potoka se vyskytují převážně dva typy bonity (viz obrázek 6). První nejvíce zastoupený typ bonity je s kódem 7.50.11, což znamená, že je to půda v mírně teplém klimatickém regionu MT4 (číslo 7), dále, že se zde vyskytuje kambizem (číslo 50) a nakonec, že je zde mírný sklon a slabě skeletovitá půda (číslo 11). Druhá bonita půda méně zastoupená má kód 7.68.11 a jedná se o půdu mírně teplého klimatu (číslo 7), dále typ půdy je glej (číslo 68) a jedná se opět o mírný sklon a slabě skeletovitou půdu (číslo 11) (VÚMOP 2019a).

3.3 Klimatologie

Tato oblast spadá podle Quittovi klimatické mapy klimatické do oblasti MT4, což je mírně teplá a vlhká oblast. Z celkového pohledu se jedná o oblast se středně dlouhým vegetačním obdobím, nepříliš vlhkým létem, ale vyšším celkovým počtem dnů se srážkami, malým počtem letních dnů a nepříliš chladnou, ale delší zimou s delším trváním sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 6 °C a 7 °C, průměrný roční úhrn srážek přesahuje 800 mm (Odbor životního prostředí a zemědělství Libereckého kraje 2015).

Tabulka 1: Klimatická charakteristika regionu MT4

Klimatické charakteristiky okrsku MT4	
Počet letních dnů	20–30
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	140–160
Počet mrazových dnů	110–130
Počet ledových dnů	40–50
Průměrná teplota v lednu (°C)	-2 až -3
Průměrná teplota v červenci (°C)	16–17
Průměrná teplota v dubnu (°C)	6–7
Průměrná teplota v říjnu (°C)	6–7
Průměrný počet dnů se srážkami 1mm a více	110–120
Srážkový úhrn ve vegetačním období (mm)	350–450
Srážkový úhrn v zimním období (mm)	250–300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60–80
Počet dnů zamračených	150–160
Počet dnů jasných	40–50

Zdroj: Odbor životního prostředí a zemědělství Libereckého kraje 2015

Tabulka 2: Hodnoty naměřené meteorologickou stanicí v Liberci

Hodnoty naměřené v období 2008-2017 – meteorologická stanice Liberec	
Počet letních dnů	nezjištěno
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	160
Počet mrazových dnů	nezjištěno
Počet ledových dnů	nezjištěno
Průměrná teplota v lednu (°C)	-1,5
Průměrná teplota v červenci (°C)	18
Průměrná teplota v dubnu (°C)	8,3
Průměrná teplota v říjnu (°C)	8,3
Průměrný počet dnů se srážkami 1mm a více	nezjištěno
Srážkový úhrn ve vegetačním období (mm)	450
Srážkový úhrn v zimním období (mm)	230
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	nezjištěno
Počet dnů zamračených	150
Počet dnů jasných	45

Zdroj: ČHMÚ 2018

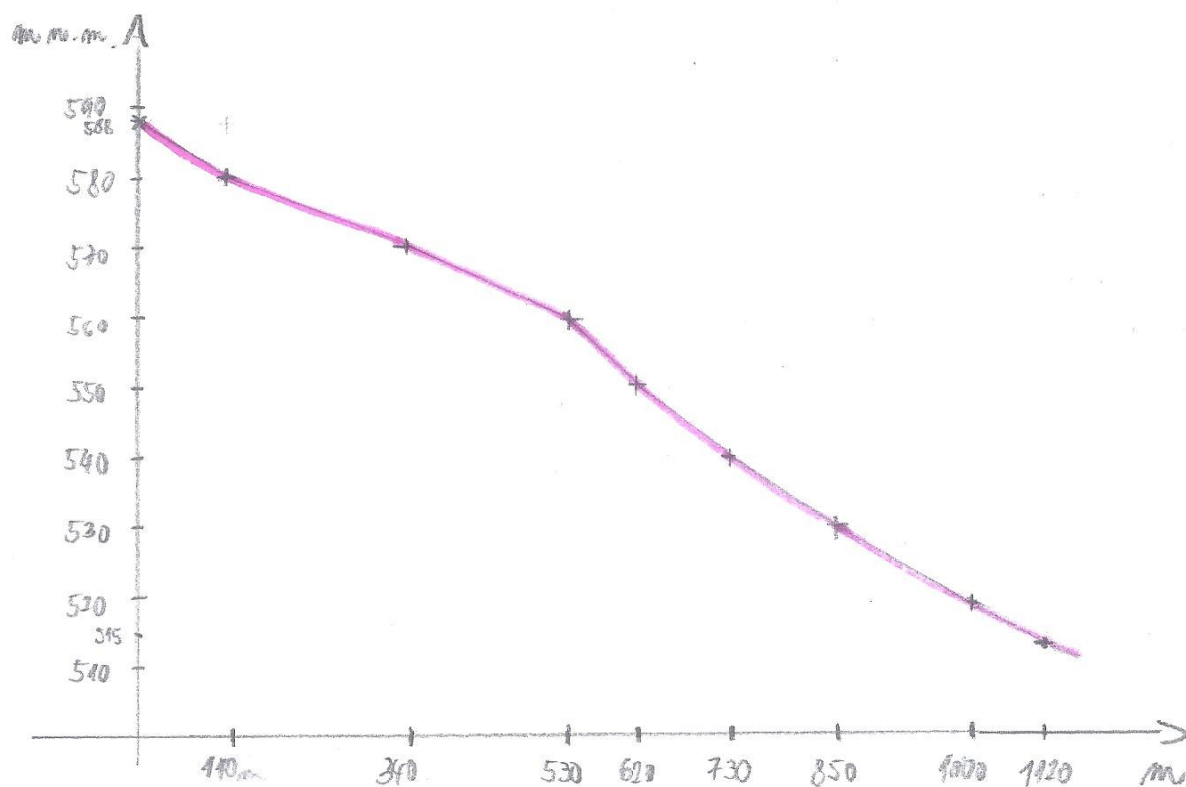
Při porovnání dat klimatické charakteristiky okrsku MT4 (viz tabulka 1) s daty naměřených Českým hydrometeorologickým ústavem za rok 2008 až 2017 (viz tabulka 2), kde nejbližší stanice od zkoumaného území je v Liberci je potvrzeno, že zkoumaná oblast PP Rádlo a povodí Rádelského potoka spadá hodnotami z měření do klimatického regionu MT4.

3.4 Hydrologie

Hydrologickou osu zkoumaného území tvoří menší část Rádelského potoka, která pramení severozápadně od řešeného prostoru u osady Milíře a do druhé části Rádelského potoka se vlévá po zhruba 2,5 kilometrech od pramene (Odbor životního prostředí a

zemědělství Libereckého kraje 2015). Důležitým hydrologickým bodem na tomto území je koupaliště Rádlo.

Zkoumaná část Rádelského potoka má délku ke koupališti Rádlo 1120 m a spádová křivka tohoto potoka je poměrně souvislá a nijak výrazně se nemění (viz obrázek 7). Potok pramení v nadmořské výšce 588 m n. m. a vlévá se do koupaliště v nadmořské výšce 515 m n. m.. Spádová křivka nám tedy ukazuje, že výsledné klesání tohoto potoka je 73 m. Při detailním pohledu na spádovou křivku můžeme vidět, že největší klesání je mezi 530 až 620 metrem tohoto potoka, kde se jedná o sráz, kterým vede potok.



Obrázek 7: Spádová křivka Rádelského potoka
Zdroj: Michal Pánek 10. 3. 2019

Přímo na území PP Rádlo se nachází větší množství pramenných poloh, které jsou zásadní z hlediska vodního režimu lokality. V dolní části přírodní památky jsou situovány 3 menší vodní plochy. Na vlastní vodoteči pod silnicí se nachází dřevěné přehrážky zbudované za účelem zpomalení odtoku vody z území a zvýšení hladiny podzemní vody jako revitalizační opatření po částečně realizovaných melioračních zásazích. Přírodní památka

Rádlo leží v chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) Severočeská křída, která byla zřízena nařízením vlády ČSR č. 85/1981 Sb (Odbor životního prostředí a zemědělství Libereckého kraje 2015).

Z hlediska monitoringu není Rádelský potok monitorován ČHMÚ, ani Povodím Labe. Je to z důvodu malé důležitosti, kde tento potok je důležitý pouze pro obec Rádlo a PP Rádlo. Koupaliště Rádlo je hodnoceno z pohledu KHS LK jako nemonitorovaná vodní plocha, ale díky využití ke koupání se zde dělají kontrolní odběry vody pouze jednou, či dvakrát za koupací sezónu, které jsou zkoumány z hlediska sinic, řas a mikroorganismů.

3.5 Biosféra

Biosféra hraje velmi důležitou roli v celém zkoumaném povodí Rádelského potoka a je jeho nedílnou součástí. Už v předchozích kapitolách byla zmínka o přírodní památce Rádlo, kterou protéká Rádelský potok a je v těsné blízkosti koupaliště Rádlo, tudíž je s ním velice spjata. PP Rádlo byla vyhlášena v roce 1989 (Obec Rádlo 2019), nachází se zde typická podhorská krajina s potoční nivou, břehovým porostem, rašeliništěm a orchideovou loukou. Zbytek povodí je převážně zalesněn a to i v oblasti u koupaliště Rádlo, které je pro místní biosféru stejně důležité, jako PP Rádlo.

Nejcennější biotopy v území PP Rádlo představují mimořádně hodnotný přírodně kulturní relikvitu druhově bohatých a relativně málo degradovaných předintenzivních lučních společenstev ve stanovištní mozaice od troficky chudších až po živinami obohacené partie a na vlhkostním gradientu od mezofilních až po silně podmáčené a zrašelinělé polohy. Jedná se o historická náhradní společenstva vzniklá po dávném odlesnění prostoru v poloze rekonstrukčních květnatých bučin několikasetletým extenzivním využíváním porostů jako luk, případně extenzivních pastvin (Odbor životního prostředí a zemědělství Libereckého kraje 2015).

Z pohledu mikrofauny, která je zkoumaná v praktické části této práce, není o zkoumaném území a o oblasti PP Rádlo žádná zmínka či výzkum, který by podrobně popisoval zástupce řadící se do mikrofauny.

3.5.1 Fauna

Fauna je na tomto území velice pestrá a to hlavně díky dobrým podmínkám pro některé živočichy, které jinde nenajdeme. Konkrétně můžeme zmínit čolka horského a čolka obecného (viz obrázek 8), kde jsou oba tyto druhy silně ohroženy v České republice (Odbor životního prostředí a



Obrázek 8: Čolek horský
Zdroj: ChovZvířat.cz 2019

zemědělství Libereckého kraje 2015). Čolci jsou zde vidět převážně na jaře, kdy využívají koupaliště Rádlo pro rozmnožování a dále pak v oblasti Rádelského potoka, ale to zcela výjimečně.

Na celém území povodí, převážně tedy u Rádelského potoka, můžeme narazit na ropuchu obecnou a na užovku obojkovou. Tyto dva druhy nejsou zaznamenány jako ohrožené (Odbor životního prostředí a zemědělství Libereckého kraje 2015) a jejich přítomnost je vidět na jaře i v koupališti Rádlo, kdy tato plocha slouží ropuchám pro rozmnožování a užovce k chytání potravy.

Zastoupení má zde i ptactvo a to převážně kos černý, který je zde hojně v celém povodí a je zde po celý rok a také zde můžeme zpozorovat kachnu divokou, která zde nachází útočiště převážně u vody.

3.5.2 Flora

Svou roli na tomto území hrají i zástupci flory, tedy rostlinstva. Zde se můžeme opět zaměřit na PP Rádlo, kde jsou velice vzácné druhy ohrožených rostlin jako například prstnatec fuchsův a májový (viz obrázek 9) nebo silně ohrožený druh rosnatky okrouhlolisté (Odbor životního prostředí a zemědělství Libereckého kraje 2015). Tyto dva druhy potřebují žít v prostředí u vody či rašeliniště a to tato přírodní památka splňuje. V PP Rádlo se ještě

vyskytuje na loukách silně ohrožený druh všivce lesního (Odbor životního prostředí a zemědělství Libereckého kraje 2015).

Mezi velice hojné zástupce na tomto území můžeme zařadit smrk ztepilý, který zde zabírá největší část a to převážně tu, kde se jedná o lesní půdu. Na této půdě můžeme najít také břízu bělokorou, která se mezi smrky dostala přenosem větru, či přenosem přes živočichy.

U Rádelského potoka a u koupaliště Rádlo můžeme zahlédnout stromy a květiny, které jsou vázány na prostředí spojené s vodou. Jedná se o topol osika a olší lepkavou.

Na tomto území můžeme narazit i na zástupce lišejníků, které se nacházejí v okolí Jablonce nad Nisou a jejich výskyt se dá zaznamenat i na území Rádla. Jedná se především o druhy lišejníku lecanora a to konkrétně lecanora swartzii (misnička swartzova) a cenisia (misnička ceniská) (Malíček, et al. 2018).



Obrázek 9: Prstnatec májový
Zdroj: Turistický region Jizerské hory, 2019

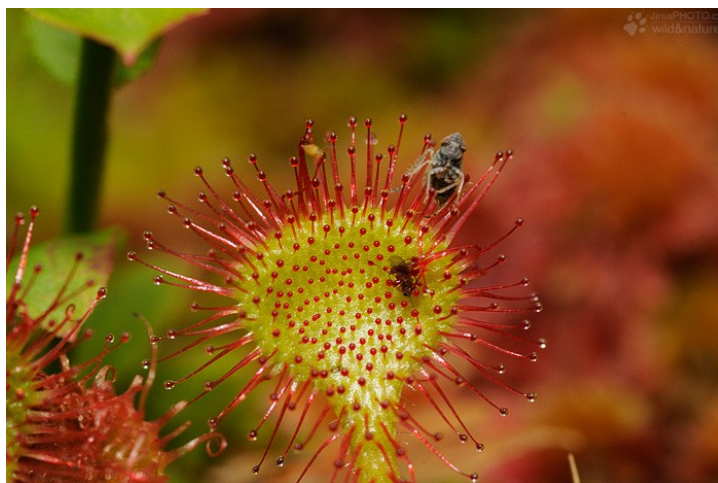
3.5.3 Vztahy mezi organismy

Vztahy mezi organismy jsou velice důležité pro ekologii a koloběh organismů. Jsou důležitým článkem i v povodí Rádelského potoka a koupaliště Rádlo. Tato část je zaměřena na vztahy ovlivněné abiotickými faktory a dále pak na vztahy ovlivněné biotickými faktory.

Abiotické faktory jsou ty, které jsou v podstatě „neživé“ a jedná se tedy například o ovlivnění organismů vodou, teplotou, slunečním zářením, vzduchem, či půdou. Jako první vztah, který je ovlivněný abiotickým faktorem, je vztah čolka obecného a čolka horského s vodou, konkrétně s koupalištěm Rádlo, kde čolek využívá tuto vodní plochu jako své útočiště na jaře a také ji využívá pro rozmnožování. Tento vztah můžeme zařadit i k ropuše obecné, která podobně jako čolek využívá koupaliště a zdejší malé vodní plochy v PP Rádlo k rozmnožování, k ochraně před predátory a také k útočišti. Dalším vztahem je vztah půdy k určitým rostlinám. První takový vztah je mezi prstnatci a mokřady, které jsou v PP Rádlo. Tato důležitost je dnes velice viditelná, kdy ubývá těchto rostlin z důvodu sucha a vysychání

části, kde se v této oblasti vyskytují. Zde můžeme zařadit i vztah vůči světelnému záření, které vstavače okrádá o území výrazným suchem. Co se týče půdy, tak sem můžeme zařadit i vztah mezi rosnatkou a rašeliništi v severní části přírodní památky.

Biotické faktory jsou oproti abiotickým odlišné. Jedná o faktor působící na organismus, který je odvozen od přítomnosti ostatních živých organismů. Jako příklad uvedeme první vztah již zmíněné rosnatky. Tato rostlina patří mezi masožravé rostliny a jejím doplňkovým příjmem látek je z chytání hmyzu, který láká na kapičky podobné rose (viz obrázek

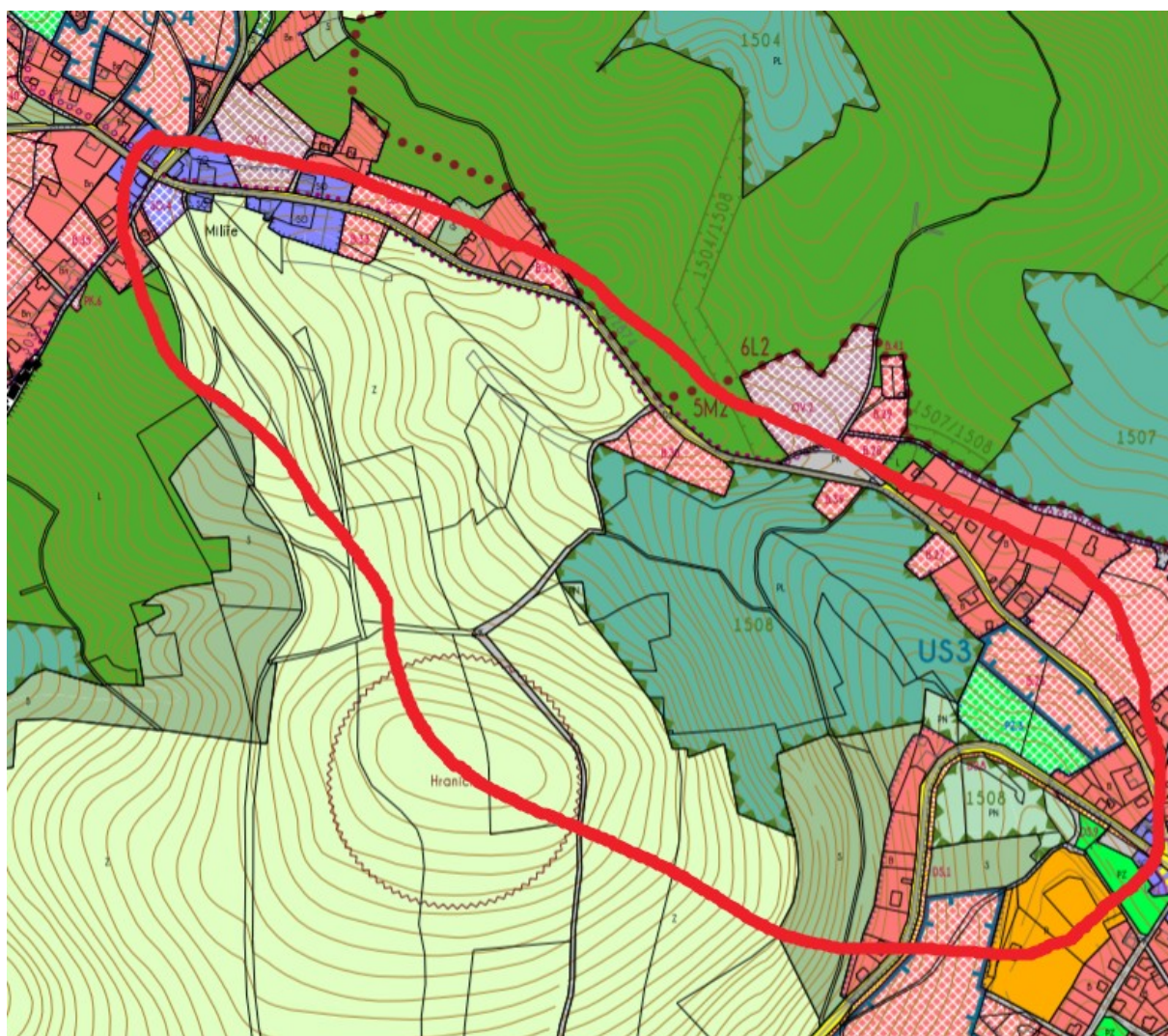


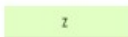


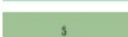
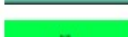





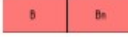


Obrázek 10: Příklad predace u rosnatky okrouhlolisté
Zdroj: JirsaPhoto.cz 2010

10). Zde se můžeme bavit o vztahu predace, tedy o predátorství. Predace je zde zastoupena i u živočichů, kde může být příkladem čolek horský a obecný, kteří loví v této oblasti malý hmyz, či pavouky. Za zmínku stojí vztah mezi rostlinami a hmyzem, které se zde vyskytují a to jak již zmíněné, tak třeba luční, které se nachází v oblasti luk v blízkosti koupaliště Rádlo. Zde můžeme mluvit o mutualismu, tedy že z tohoto vztahu mají obě strany prospěch. Z hlediska predace je nutné zmínit larvu vážky, které jsou každý rok hojně zastoupeny v koupališti Rádlo, kde tyto larvy pojídají malé organismy. Jako poslední je dobré zmínit i neutrality dvou organismů, kde se můžeme opět vrátit například k prstnatcům a rosnatce, kde tyto rostliny žijí ve své blízkosti, ale nijak se neovlivňují.

3.6 Využití území (land use)

Velmi důležitou částí z pohledu celkového zhodnocení je také využití zkoumaného území. Tato část práce více přiblíží, z jaké části je toto území složeno z přírodních ploch (zalesněné plochy, louky, biocentrum, veřejná zeleň) a naopak z jaké části je území ovlivněno antropogenní činností (komunikace, dopravní infrastruktura, plochy bydlení, plochy rekreace). K tomuto určení a popsání slouží územní plán obce Rádlo, kde nejaktuálnější plán je z roku 2011 v měřítku 1 : 5000 (Obec Rádlo 2011).



	z	zemědělské plochy		PN	přírodní plochy nelesní
	PL	přírodní plocha lesní		S	smíšené nezastavěné plochy
	PZ	plochy veřejné zeleně		1504	ÚSES - biocentrum lokální
	L	lesní plochy		R	plochy rekreace
	B	plochy bydlení		DS	plochy dopravní infrastruktury - silniční
	Bn			PK	plochy dopravní infrastruktury - komunikace
	SO	plochy smíšené obytné			

Obrázek 11: Mapa využití území (land use) zkoumaného území

Zdroj: Obec Rádlo 2011

Z celkového posouzení můžeme říci, že zkoumaná oblast je převážně tvořena z přírodní části, do které člověk moc nezasahuje. Největší zastoupení má plocha zemědělská, která je tvořena převážně z luk a polí. Tato plocha se rozprostírá u pramene části Rádelského potoka a dále lemuje na západní straně PP Rádlo. Druhé největší zastoupení mají plochy, které se nacházejí v PP Rádlo. Jako první je ve vrchní části zastoupena přírodní plocha lesní. Druhou část, která je se nachází v dolní části PP, je část s mokřady a rašeliništi patřící do

přírodní plochy nelesní. Obě tyto části spadají podle ÚSES do oblasti označenou jako biocentrum lokální. Tato informace jen potvrzuje již zmíněnou důležitost celé oblasti, že se jedná o významnou lokalitu z hlediska obce a okolí. Nejmenší zastoupení mají v oblasti plochy veřejné zeleně a lesní plochy. Tyto plochy se nachází na okraji vymezeného území, kde výjimkou je park (veřejná zeleně) v blízkosti koupaliště a PP Rádlo.

Antropogenní ovlivnění této oblasti není až tak zřejmé a vysoké, ale přesto se zde nachází. Zkoumané území se nachází v obci Rádlo a také v osadě Milíře, kde je pramen zkoumaného povodí. Z územního plánu lze vyčíst, že v blízkosti PP Rádlo a pramene potoka, se nachází plochy bydlení, tedy zastavěná plocha. K této ploše můžeme přidat i plochy smíšené obytné. Lze tedy polemizovat, zda tyto zástavby nějakým způsobem ovlivňují PP Rádlo a celé zkoumané povodí, ale můžeme říci, že jisté ovlivnění a riziko zde být může a to z hlediska odpadních vod a neustále rostoucí zástavbou převážně v Milířích v okolí potoka a u PP Rádlo. Z hlediska dopravní infrastruktury a komunikace se nejedná o velké ovlivnění, jelikož se zde nachází pouze místní komunikace, které jsou využívány místními obyvateli a nepředpokládá se její rozšíření, které by zasáhlo toto území. Posledním antropogenním ovlivněním jsou plochy rekreace. Zde se nachází pouze v blízkosti PP Rádlo koupaliště Rádlo a jeho sportoviště. Tato plocha výrazně ovlivňuje především PP a to v době rozmnožování živočichů (čolek, ropucha), ale také se zde může jednat o ovlivnění člověkem při rekreaci (odpadky, ničení přírody).

4 Metodika sběru vzorků a měření parametrů

Kapitola zabývající se metodikou sběru dat a měření je jedna z nejdůležitějších v celé této bakalářské práci. Je nutné rozdělit tuto kapitolu do několika částí, protože sběr dat, měření a zpracování nebylo prováděno pouze z mé strany, ale je zde použito i měření a data KHS LK k výslednému porovnání naměřených hodnot. Z toho vyplývá, že zde jsou popsány dvě metody měření dat a odběru. Dále je důležitým bodem v této kapitole popsání měřících přístrojů, které byly použity při zkoumání jednotlivých vzorků a měření, kde se jedná o různé druhy mikroskopů a multimetr. Nezbytnou součástí je i postup, jak se s těmito přístroji dané vzorky zkoumaly a měřily. Poslední metodou použitou v této práci je určení počtu sinic a řas v odebraných vzorcích vody. Veškeré přístrojové vybavení použité v této práci bylo pořízeno z projektu TUL: Rozvoj lidských zdrojů TUL pro zvyšování relevance, kvality a přístupu ke vzdělání v podmínkách Průmyslu 4.0.

4.1 Popis měřených parametrů

Před interpretací výsledků měření je důležité znát, co jaký parametr, který byl zkoumán a měřen, znamená. K tomu poslouží krátké definice parametrů v následujících odstavcích práce, které poslouží jako nápověda k jednotlivým měřením, aby následné diskuze a závěrečné hypotézy dávaly smysl.

Chlorofyl-a je ukazatelem přítomných řas a sinic ve vodě a měří se v jednotkách $\mu\text{g/l}$. Sinice a řasy vždy obsahují chlorofyl-a, který potřebují k fotosyntéze. Jeho stanovení ve vodě slouží jako míra přítomnosti řas a sinic (KHS LK se sídlem v Liberci 2018a). Limitní horní hranice v koupacích vodních plochách je $10 \mu\text{g/l}$ (KHS LK se sídlem v Liberci 2018c).

Hodnota sinic ve vodě se měří v jednotkách buňky/ml. Sinice obsahují látky, které způsobují alergie. U koupajícího se člověka, podle toho, jak je citlivý a jak dlouho ve vodě pobývá, se mohou objevit vyrážky, zarudlé oči, rýma. Sinice také mohou produkovat různé toxiny (jedovaté látky). Podle toho, kolik a jakých toxinů se do těla dostane, se liší i projevy: od lehké akutní otravy projevující se střevními a žaludečními potížemi, přes bolesti hlavy, až po vážnější jaterní problémy (KHS LK se sídlem v Liberci 2018a). Limitní horní hranice v koupacích vodních plochách je $20\ 000$ buněk/ml (KHS LK se sídlem v Liberci 2018c).

Escherichia coli slouží jako indikátor obecného bakteriálního znečištění. Hodnota tohoto ukazatele se měří v KTJ/100ml (KTJ = kolonii tvořící jednotka; počet bakterií v daném objemu vody). Dříve byly považovány za indikátor fekálního znečištění, ale bylo zjištěno, že existují i koliformní bakterie, které běžně žijí a množí se ve vnějším prostředí (KHS LK se sídlem v Liberci 2018a). Tento parametr má obecně u kontroly kvality vody limitní hranici 0 KTJ/100ml, ovšem u koupacích vod překročení této hranice neznamena nevhodnost ke koupání, pouze v nadměrném množství se díky tomuto parametru může koupací vodní plocha označit jako nebezpečná ke koupání (KHS LK se sídlem v Liberci 2018c).

Intestinální enterokoky jsou skupinou odolnějších bakterií, které většinou pocházejí z trávicího traktu lidí a zvířat. Hodnota tohoto ukazatele se měří v KTJ/100ml. Jejich přítomnost ve vodě indikuje možné fekální znečištění vody a při zvýšeném nálezu existuje zvýšená pravděpodobnost žaludečních a střevních problémů (KHS LK se sídlem v Liberci 2018a). Tento parametr, stejně jako *Escherichia coli*, má obecně u kontroly kvality vody limitní hranici 0 KTJ/100ml, ovšem u koupacích vod překročení této hranice neznamena nevhodnost ke koupání, pouze v nadměrném množství se díky tomuto parametru může koupací vodní plocha označit jako nebezpečná ke koupání (KHS LK se sídlem v Liberci 2018c).

Výskyt vodního květu, nebo-li vizuální hodnocení sinic je stanoveno na základě vizuálního zhodnocení počtu sinic na hladině vodní plochy. Tento parametr se neměří, ale určuje se podle slovního a číselného stupně (KHS LK = 0 - žádný výskyt, 1 - pozorovatelný, 2 - hojný, 3 - masový, Povodí Labe = 1 - výborný, 2 - dobrý, 3 - vyhovující, 4 - nevyhovující, 5 – závadný).

Průhlednost je hloubka, ve které je ještě vidět spouštěná Secchiho deska (bílá nebo s bílými a černými kvadranty). Hodnota tohoto parametru se měří v centimetrech. Snížení průhlednosti může být způsobeno buď rozvojem fytoplanktonu nebo přítomností anorganických částic (často po deštích v povodí nad sledovanou lokalitou nebo např. prací v toku). Jedná se o doplňkový ukazatel a přímá zdravotní rizika nejsou. Ve vodách se sníženou průhledností je ovšem značně ztížena ochrana tonoucích. Snížení průhlednosti je však vždy estetickou závadou (KHS LK se sídlem v Liberci 2018a).

Teplota vody je důležitým ukazatelem, který souvisí s vývojem dalších měřených parametrů. Hodnota tohoto parametru se měří ve stupních Celsia (°C). Tento parametr má

hlavní souvislost s počtem sinic ve vodní ploše, kde při vysokých, dlouhodobých teplotách můžeme očekávat velký nárůst počtu sinic. Naopak v zimě, kdy teplota klesá, se počet sinic snižuje. Dále tento parametr ovlivňuje dobu koupací sezóny, výskyt řas, ale i výskyt mikroorganismů.

Parametr pH je měřen hodnotou číselnou od 0 do 14, kde rovnovážný stav v povrchových vodách charakterizuje hodnota pH 7. Nižší hodnoty indikují kyselou oblast a naopak hodnoty vyšší než 7 oblast alkalickou. Hodnoty pH se na přírodních povrchových vodách pohybují v rozsahu od 3,5 po 11. Změny hodnoty pH jsou určovány jednak chemizmem vody, ve kterém se odráží převládající charakter povodí a jednak procesy odehrávajícími se přímo v nádrži. Obecně nádrže ve vyšších polohách, které nejsou zatížené odpadními vodami mají hodnoty pH nižší. Voda z oblastí převládajících vápencových struktur má naopak hodnoty pH vyšší (Povodí Labe 2019a). Tento parametr je velmi ovlivněn ostatními ukazateli, které tyto hodnoty razantně mění (výskyt sinic, řas, teplota vody, atd.)

Rozpuštěný kyslík ve vodě se vyjadřuje hodnotách mg/l. Množství kyslíku ve vodě značně ovlivňuje většinu biochemických procesů a často proto bývá limitujícím faktorem pro život různých organismů. Tento parametr je velice silně ovlivněn hlavně teplotou vody a atmosférickým tlakem. Protože rozpustnost kyslíku ve vodě klesá s narůstající teplotou, jsou úbytky kyslíku spojeny především s vysokými letními teplotami (Povodí Labe 2019a).

Redoxní potenciál nebo také oxidačně redukční potenciál, je hodnota, která charakterizuje přítomnost oxidačních nebo redukčních látek v kapalině. Tento parametr se měří v jednotkách mV. Kladné hodnoty charakterizují oxidační kapalinu, záporné naopak redukční kapalinu. Vysoké záporné hodnoty tedy fungují jako silný antioxidant (ŽiváVoda.cz 2019).

Konduktivita je přibližná míra koncentrace elektrolytů ve vodě. Tento parametr se měří v jednotkách $\mu\text{S}/\text{cm}$. Jedná se o iontově rozpuštěné látky, které voda potká v podloží a rozpustí, kromě plynů. Vyjadřuje tedy nepřímě obsah minerálních látek ("solí"), které se ve vodě nacházejí (Analýza a úprava vody 2016).

4.2 Postup sběru dat Krajské hygienické stanice Libereckého kraje

KHS LK postupuje při odběrech podle dokumentu standardního pracovního postupu (SPP). Na základě plánu kontrolní činnosti nebo podnětu k výkonu SZD odborný zaměstnanec KHS vyhledá dostupnou dokumentaci na oddělení hygieny obecné a komunální (HOK), případně na jiném oddělení. Podle zjištěného aktuálního stavu odborný zaměstnanec KHS objektivizuje skutečnosti nezbytné pro kontrolu. Na základě provedené specifikace předmětu kontroly odborný zaměstnanec KHS prostuduje příslušná ustanovení právních předpisů. Dále se připraví potřebné vybavení pro provedení měření a odběru vody (fotoaparát, Seccioho deska, odběrák, teploměr, odběrové boxy včetně chladících vložek, odběrové vzorkovnice k odběru vzorků vody z přírodního koupaliště, povrchový odběrák, psací pomůcky, odběrový protokol) (KHS LK se sídlem v Liberci 2018a).

Základním předpokladem pro možnost zajištění odběru vzorků vody je složení odborné způsobilosti dokládané Certifikátem odborné způsobilosti k odběrům vzorků vod. Pro účely SZD jsou odebírány prosté vzorky do připravených vzorkovnic. Při odběru vzorků vody a zjišťování hodnot ukazatelů jakosti vody se postupuje podle českých technických norem. Před vlastním odběrem vzorků povrchové vody se nejprve provede vizuální kontrola povrchové vody, kde se kontroluje znečištění odpady a přírodní znečištění. Oba tyto ukazatele se hodnotí od stupně 0 (zanedbatelné) až 3 (značné podél celého břehu). Ve stejném provedení se hodnotí i vizuální hodnocení výskytu sinic (KHS LK se sídlem v Liberci 2018a).

Měření průhlednosti vodního sloupce se provádí pomocí Seccioho desky (viz obrázek 12), kde se měření provádí dle místních poměrů buď z loďky nebo z vhodné plošiny blízko vodní hladiny. Seccioho deska zavěšená na kalibrované šňůře se ponořuje pod hladinu tak dlouho, dokud je viditelná. V okamžiku, kdy desku již nelze rozeznat provede se odečet hloubky v cm – viditelné na kalibrované šňůře se značkami. Měření se opakuje třikrát a průměrná hodnota je výsledek měření (Kotlík, et al. 2016, s. 195). Měření teploty se provádí pomocí teploměru a naměřená teplota se také zapíše do odběrového protokolu. Odběr vody pomocí povrchového vzorkovače je proveden



Obrázek 12: Měření průhlednosti pomocí seccioho desky
Zdroj: Povodí Labe 2019a

na předem určených odběrových místech – v případě přírodního koupaliště se vždy jedná o tzv. slévaný vzorek povrchové vody. Místo odběru je provozovatelem specifikované ve schváleném provozním řádu zařízení – nezbytné dodržovat místo odběru. Odběr vzorku je vždy z hloubky 30 cm pod hladinou vody a v místě, kde voda má hloubku nejméně 1 metr. Odběr mikrobiologických ukazatelů se provádí do sterilizované vzorkovnice poskytnuté oprávněnou osobou, či společností, minimální obsah vzorkovnice je 250 ml (vzorkovnice skleněná, polyetylen či polypropylen). Následně je důležité označení vzorkovnice (místo odběru, datum odběru) vždy za použití nesmazatelné tužky či označení štítkem. Získané vzorky jsou přepraveny v pevnostěnném boxu s chladicími vložky (teplota při transportu okolo 4°C). Odběr vzorků povrchové vody musí být zajištěn v době mezi 8. – 11. hodinou (KHS LK se sídlem v Liberci 2018a).

Ihned po odběru je vyplněn záznam o odběru vzorku. Protokol o odběru vzorku vody musí obsahovat následující údaje – identifikační označení vzorku, údaje o odběrateli, údaje o postupu a plánu vzorkování, místo odběru, údaje o provozovateli, datum, čas odběru, údaje naměření na místě, požadovaný rozsah vyšetření atd. Po obdržení protokolů o výsledcích laboratorního vyšetření odebraných vzorků povrchové vody v přírodním koupališti provede kontrolní pracovník KHS jejich vyhodnocení dle přílohy č. 6 a rozhodne o dalším postupu.

Pokud je laboratorní nález natolik závažný, že vylučuje, aby povrchová voda byla využívána ke koupání, vydá vedoucí příslušného oddělení HOK rozhodnutím zákaz koupání (KHS LK se sídlem v Liberci 2018a).

Při transportu vzorků do laboratoře je doporučena teplota 4 °C. Požadované chlazení je zabezpečeno chladícím zařízením nebo jednoduchým chlazením, tj. chladicí taška a namražené chladicí vložky. Obal musí chránit vzorkovnice před možným vnějším znečištěním a rozbitím, zejména těsně před otevřením a nesmí být sám zdrojem znečištění. Během transportu mají být vzorky uchovávány v chladu, chráněny před světlem a umístěny v nepromokavém obalu. Pokud je doprava vzorků delší než 8 hodin, vedeme záznamy o měření teploty (Kotlík, et al. 2016, s. 196).

4.3 Postup provádění odběrů vzorků vody a vlastního měření

Vlastní postup měření a odběru vzorků vody z vodní plochy koupaliště Rádlo byl proveden na základě SPP podle KHS LK. Z celkového hlediska nebyl postup úplně stejný, jelikož nebylo možné získat potřebné vybavení. Vybavení potřebné k měření, odběru vzorků a vizuálního posouzení se skládalo z fotoaparátu, Seccioho desky, multimetru (Orion Star A329) (viz obrázek 13), odběrových sklenic, kladívka (zamrzlá plocha), tyče na míchání vody, psacích pomůcek a zápisového listu. Odběry a měření jsou provedeny z míst, kde se provádí měření podle KHS LK.

Před vlastním odběrem vzorků povrchové vody se nejprve provede vizuální kontrola povrchové vody, kde se kontroluje znečištění odpady a přírodní znečištění. Oba tyto ukazatele se hodnotí od stupně 0 (zanedbatelné) až 3 (značné podél celého břehu). Ve stejném provedení se hodnotí i vizuální hodnocení výskytu sinic (KHS LK se sídlem v Liberci 2018a). Po vizuální kontrole vodní plochy se pořídí fotografie hladiny, celé vodní plochy a místa odběru vzorků. Následně se ještě pořídí fotografie okolí a to z důvodu případného popisu vybavenosti vodní plochy a okolí.

Následně je provedeno měření průhlednosti vodního sloupce, které se provede pomocí Seccioho desky (viz obrázek 12), kde se měření z vhodné plošiny blízko vodní hladiny. Seccioho deska zavěšená na kalibrované šňůře se ponořuje pod hladinu tak dlouho, dokud je viditelná. V okamžiku, kdy desku již nelze rozeznat, provede se odečet hloubky v cm – viditelné na kalibrované šňůře se značkami. Měření se opakuje třikrát a průměrná hodnota je výsledek měření (Kotlík, et al. 2016, s. 195).

4.3.1 Použití fluorescenčního mikroskopu pro výzkum vzorků vody

Pro výzkum odebraných vzorků vody z Rádelského koupaliště byl použit fluorescenční mikroskop BX43 Olympus (viz obrázek 14), který je k dispozici na katedře



Obrázek 13: Multimetr Orion Star A329
Zdroj: Michal Pánek 13. 12. 2018

geografie TUL. Tento mikroskop odhalí případný výskyt sinic, řas a mikroorganismů ve vzorku a také umí pomocí barev rozpoznat živou, či mrtvou buňku sinice nebo řasy.

První vzorek vody, který se odebral při odběru vody, se zkoumá jako první. Na podložní sklíčko se nanese pomocí pipety (popřípadě pinzety) voda ze vzorku a následně se přiloží krycí sklíčko. Preparát se následně umístí do fluorescenčního mikroskopu. Zde se postupně zkoumá výskyt sinic a řas, který se pozná pomocí změny emisního filtru. Při nastavení filtru do druhé fáze, byly pomocí červené barvy rozpoznány sinice. Naopak při nastavení filtru do třetí fáze, byly pomocí zelené barvy rozpoznány řasy. Dále došlo také na určení živých a neživých buněk sinic, kdy živé buňky sinic díky chlorofylu zářily červenou barvou, za to mrtvé buňky byly bez červené barvy.



Obrázek 14: fluorescenční mikroskop BX43 Olympus
Zdroj: Spach Optics 2019

Po pečlivém prozkoumání vzorků vody se pořídí fotografie, kde je zaznamenán výskyt sinic, řas, či jiných mikroorganismů. Tento postup se provede i s ostatními vzorky vody, které byly odebrány po rozvíření spodní hladiny vody. Výsledné fotografie se po té použijí na určení druhů sinic, řas a mikroorganismů a také se podle nich stanoví poměr obsažených sinic, řas a mikroorganismů ve zkoumané vodní ploše (vzorku).

4.3.2 Určování poměru sinic a řas

Fotografie pořízené z fluorescenčního mikroskopu byly pořízeny za účelem zjištění výskytu sinic a řas. Protože nestačí pouze určit, jestli se v této oblasti vyskytují sinice a řasy, je nutné určit i poměr sinic a řas, který řekne jaké množství těchto mikroorganismů bylo v odebraném vzorku a může být v celé oblasti PP Rádlo a koupaliště Rádlo.

Z hlediska postupu, jak určit poměr řas a sinic v odebraném vzorku, byl použit odhad za pomoci měřících nástrojů. Každý jednotlivý vzorek použitý v této práci byl po pořízení fotografie nejdříve prozkoumán a po určení sinic a řas bylo odhadem změřeno, kolik

centimetrů prostoru zabírají ve vodě sinice, řasy. Toto měření odhadem bylo provedeno několikrát, pro větší přesnost.

4.4 Postup provádění odběrů malých živočichů

Odběr malých živočichů byl proveden na celém území, které je zkoumáno v této práci, kde převážná většina odběrů byla provedena v PP Rádlo, či v její blízkosti. Při odběru malých živočichů bylo důležité si vybrat vhodná místa, kde se vyskytuje nejvíce těchto organismů. Jedná se hlavně o místa, která jsou málo zasažené činností člověka a místa v blízkosti části Rádelského potoka.

Vybavení potřebné k odběru těchto živočichů se skládalo ze zvýrazňovače (pro označení sklenic se vzorky), tužky a mapy (zaznamenání místa odběru), odběrných sklenic, pinzety, boxu na sklenice se vzorky a lihu (konzervace vzorků).

Samotný postup odběru byl rozdělen do několika fází. V první řadě je důležité prozkoumat již zmíněné lokality, kde se nachází nejvíce takovýchto živočichů. Po důkladném prozkoumání těchto lokalit byla vybrána místa, kde se provede odběr, kde bylo důležité mít alespoň deset vzorků různých druhů živočichů z co nejvíce lokalit.

Při nálezů vhodného živočicha byl postup odběru následující. Nejdříve se připravila sklenice na odběr a nalil se do ní líh, pro konzervaci odebraného vzorku. Následně byl chycen živočich pinzetou a po té byl vložen do sklenice s lihem, či byl rovnou chycen do této sklenice bez použití pinzety. Po té byl vzorek zkontrolován, jestli není poškozen a je zcela bezpečně uchován ve sklenici. Nakonec se sklenice s odchyceným živočichem označila číslem a vložila do boxu, kde byla připravena k transportu na katedru geografie TUL pro výzkum v mikroskopu. Poslední částí postupu bylo zapsání vzorku a jeho čísla do mapy, kde byl živočich odebrán.

4.4.1 Použití optického a elektronového mikroskopu pro výzkum vzorků malých živočichů

Pro výzkum odebraných vzorků malých živočichů ze zkoumaného území byly použity dva mikroskopy, které jsou k dispozici na katedře geografie TUL. Jedná se o optický binokulární mikroskop Olympus a stolní elektronový mikroskop Phenom Pro X. Tyto

mikroskopy slouží k podrobnému výzkumu odebraných vzorků malých organismů a živočichů.

Po přivezení vzorků na katedru byl nejdříve použitý binokulární mikroskop Olympus, na kterém byly vzorky prozkoumány z obecného hlediska a pouze s malým přiblížením. Postup vytvoření preparátu byl takový, že se nejdříve vybral vzorek, který měl být zkoumán, následně byl živočich pinzetou položen na sací papír, který z něho odstranil přebytečný líh. Po té byl vzorek pinzetou umístěn na podložku určenou na zkoumání vzorku. Následně byl tento preparát vložen pod mikroskop a zkoumán. Po důkladném prozkoumání byly pořízeny fotografie jednotlivých živočichů.

Druhá fáze zkoumání byla zaměřena na větší přesnost a lepší fotografie zkoumaných živočichů. K tomuto účelu byl použit stolní elektronový mikroskop Phenom Pro X (viz obrázek 15), který oproti binokulárnímu mikroskopu umí vzorky prohlédnout podrobněji. Elektronový mikroskop používá elektrony a díky tomu je tedy možné pořídit snímky z velké blízkosti. Pořízené snímky jsou pouze černobílé a použití elektronových paprsků místo denního světla zaručuje vysoké rozlišení kolem 2 nm a velkou hloubku ostrosti. U tohoto mikroskopu se postup lišil, oproti přípravě preparátu na binokulární mikroskop. Nejdříve se opět vybral vzorek, který



Obrázek 15: Elektronový mikroskop Phenom Pro X

Zdroj: KhoaTri 2016

měl být prozkoumán, následně byl živočich pinzetou položen na sací papír, který z něho odstranil přebytečný líh. Následně byl vzorek umístěn na speciální nástavec s lepící podložkou, který je určen pro práci s elektronovým mikroskopem. Než se vzorek umístil do mikroskopu, byl ještě pokoven zlatou naprašovačkou v argonové atmosféře. Toto pokovení zaručuje větší ostrost snímku v mikroskopu. Po procesu pokovení se vzorek umístil do mikroskopu a po té se nejdříve prozkoumal z celkového hlediska, následně se průzkum zaměřil na jednotlivé části živočichů, které nebyly vidět v binokulárním mikroskopu. Závěrem byly zprostředkovány fotografie jednotlivých živočichů.

5 Výsledné měření hodnot, zkoumaných živočichů a odběrů vody

Tato kapitola bakalářské práce je stěžejní, protože od ní se odvíjí závěrečné hypotézy, syntézy a diskuze. Je nutné rozdělit tuto kapitolu do několika částí. První část se zabývá výsledky měření vody v koupališti Rádlo, které se nachází v těsné blízkosti PP Rádlo, kde budou použity hodnoty vlastního měření společně s měřením od KHS LK za rok 2018. Druhá část bude zaměřena na výskyt sinic, řas a jejich určení v tomto koupališti, kde budou použity fotografie vzorků vody zkoumané ve fluorescenčním mikroskopu. V poslední části budou použité fotografie malých živočichů vyskytujících se v PP Rádlo a celém území, které byly pořízeny nejdříve binokulárním mikroskopem a po té elektronovým mikroskopem. Zde bude hlavním cílem pokusit se určit o jakého živočicha se pravděpodobně jedná a kde je zaznamenám jeho výskyt.

5.1 Výsledky parametrů z měření vodní plochy Rádlo

5.1.1 Výsledky měření podle KHS LK

Tabulka 3: Ukazatele rozboru vzorků vody koupaliště Rádlo 2018

Ukazatel	26.06.2018	21.08.2018
Chlorofyl „a“ (µg/l)	8,3	12,4
Sinice (buňky/ml)	0	2000
Escherichia coli (KTJ/100ml)	5	1
Intestinální enterokoky (KTJ/100ml)	2	2

Zdroj: KHS LK se sídlem v Liberci 2018b

V oblasti přírodního koupaliště Rádlo je stanoveno místo pro odběry vzorků vody, a to se nachází v jihozápadní části koupaliště u výtoku Rádelského potoka z koupaliště. Vzhledem k počtu návštěvníků a významnosti plochy pro okolí byly provedeny v roce 2018 kontrolní odběry vody za účelem prověřit jakost vody. Měřenými ukazateli byly chlorofyl-a, počet buněk sinic a výskyt Escherichia coli a intestinálních enterokoků.

V roce 2018 byly provedeny dva odběry vzorků vody z vodní plochy Rádlo a to z důvodu dlouhotrvajících vysokých teplot následované suchem (viz tabulka 3). Tyto faktory souvisí s prodloužením koupací sezóny a proto tedy byly odběry uskutečněny 26. 6. a 21. 8. 2018. Výsledky vyhověly požadavkům vyhlášky č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických

požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch, ve znění pozdějších předpisů (KHS LK se sídlem v Liberci 2018b).

5.1.2 Výsledky vlastního měření

Tabulka 4: Ukazatele a naměřené hodnoty vlastního měření koupaliště Rádlo 2018

Ukazatel	21.10.2018	05.11.2018	24.11.2018	17.12.2018
Průhlednost (cm)	750	700	750	750
Teplota vody (°C)	12,2	9,9	6,1	2,3
pH	8,5	7,9	8,1	6,39
Rozpuštěný kyslík (mg/l)	10,62	10,21	10,11	10,01
Redox-potenciál (mV)	-81,5	-47,2	-43,2	-25,8
Konduktivita (µS/cm)	236	234,3	233,4	241,9
Vodní květ	pozorovatelný	žádný	žádný	žádný

Zdroj: Michal Pánek 21. 10. 2018 – 17. 12. 2018

Vlastní měření koupaliště Rádlo bylo provedeno po ukončení měření kvality vody od KHS LK. Toto měření mělo za úkol nadále sledovat následky velkého sucha a vysokých teplot v roce 2018 a vývoj parametrů po konci měření od KHS LK (konec koupací sezóny).

Měření bylo provedeno z odběrného místa v jihozápadní části koupaliště u výtoku Rádelského potoka z koupaliště a bylo jednou v říjnu, dvakrát v listopadu a jednou v prosinci. Zkoumané parametry tohoto měření byly průhlednost (cm), teplota vody (°C), pH, rozpuštěný kyslík (mg/l), redoxní potenciál (mV) a konduktivita (µS/cm) a pozorovatelný vodní květ. Tyto hodnoty byly po naměření zaznamenány do tabulky (viz tabulka 4) a dále byly zpracovány důležité a měnící se ukazatele do grafů, kde se hodnoty porovnávají.

5.2 Výsledky vzorků odběru vody

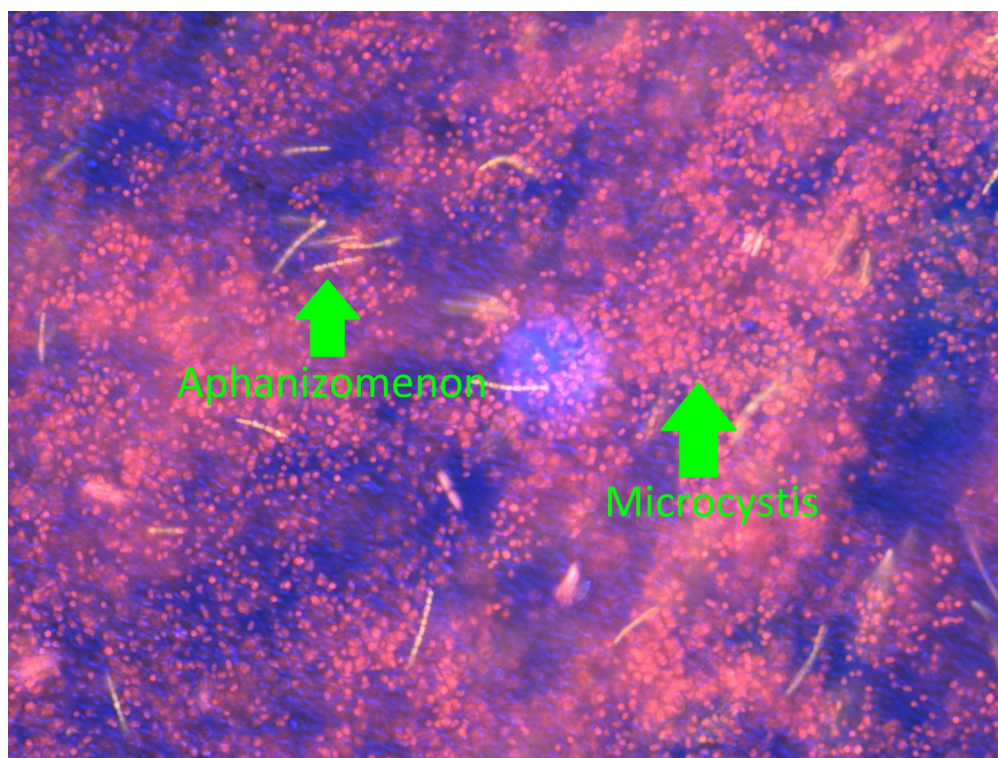
Vzorky odběrů vody ve zkoumané oblasti byly provedeny v blízkosti PP Rádlo a to v koupališti Rádlo. Odběry byly prováděny v tomto koupališti z důvodu hlavní vodní plochy v tomto zkoumaném území a také proto, že zde byla velká pravděpodobnost výskytu sinic, řas a mikroorganismů, narozdíl od části Rádelského potoka. Tento fakt je potvrzen měřením podle KHS LK, kde byla provedena měření na výskyt sinic. Dalším důvodem odběrů vzorků vody byl i kvůli využití této vodní plochy, která slouží jako koupaliště pro místní obyvatele a zároveň i jako útočiště mnoha živočichů, kteří žijí v okolí tohoto koupaliště a hlavně PP Rádlo.

Odběry byly provedeny v období od listopadu do prosince, neboli byly provedeny po ukončení měření od KHS LK, kde byly informace měření z předešlých měsíců poskytnuty. Konkrétně byly vzorky odebrány ve dnech 1. 11., 19. 11., 3. 12. a 17. 12. roku 2018, tedy byly provedeny čtyři odběry. Toto období bylo také vybráno z důvodu, že v těchto měsících bude patrné, jestli počet sinic, řas a mikroorganismů klesá a to pomalu nebo rychle. K tomuto posouzení dále poslouží analýza v závěru práce, kde bude posouzen odhad sinic a řas a také aktivita a počet.

5.2.1 Odběry provedené v listopadu

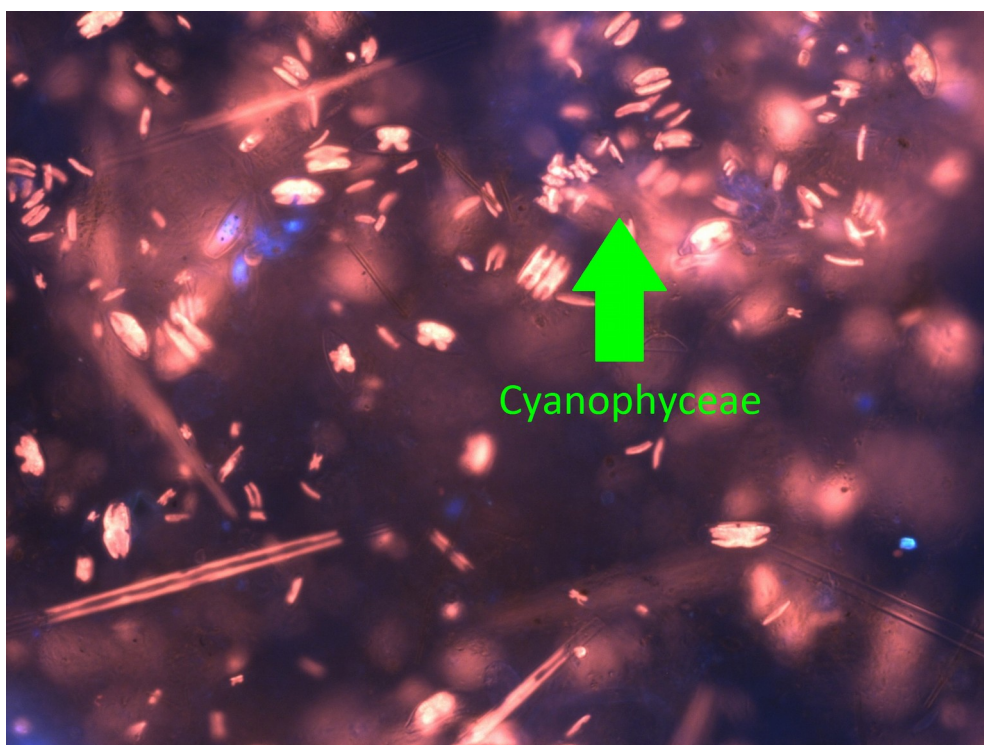
V listopadu byly na koupališti Rádlo provedeny dva odběry v rozmezí dvou týdnů a vždy v dopoledních hodinách. Tyto odběry byly uskutečněny na předem určeném místě, které je stanoveno podle KHS LK. Odběry byly tentýž den prozkoumány na katedře geografie TUL za pomoci fluorescenčního mikroskopu.

Ze vzorků z listopadu můžeme rozlišit převážně tři druhy sinic, a to shluky sinic rodu *Microcystis*, které převažují a dále pak nepatrné množství vláknitých stélek sinic rodu *Aphanizomenon* a kousky sinic třídy *Cyanophyceae* (SZÚ 2014). Co se týče výskytu řas, tak ty nebyly zaznamenány v žádném mikroskopickém obrazu.



Obrázek 16: Mikroskopický obraz koupaliště Rádlo (1. 11. 2018, zvětšení 20x)

Zdroj: Michal Pánek 1. 11. 2018



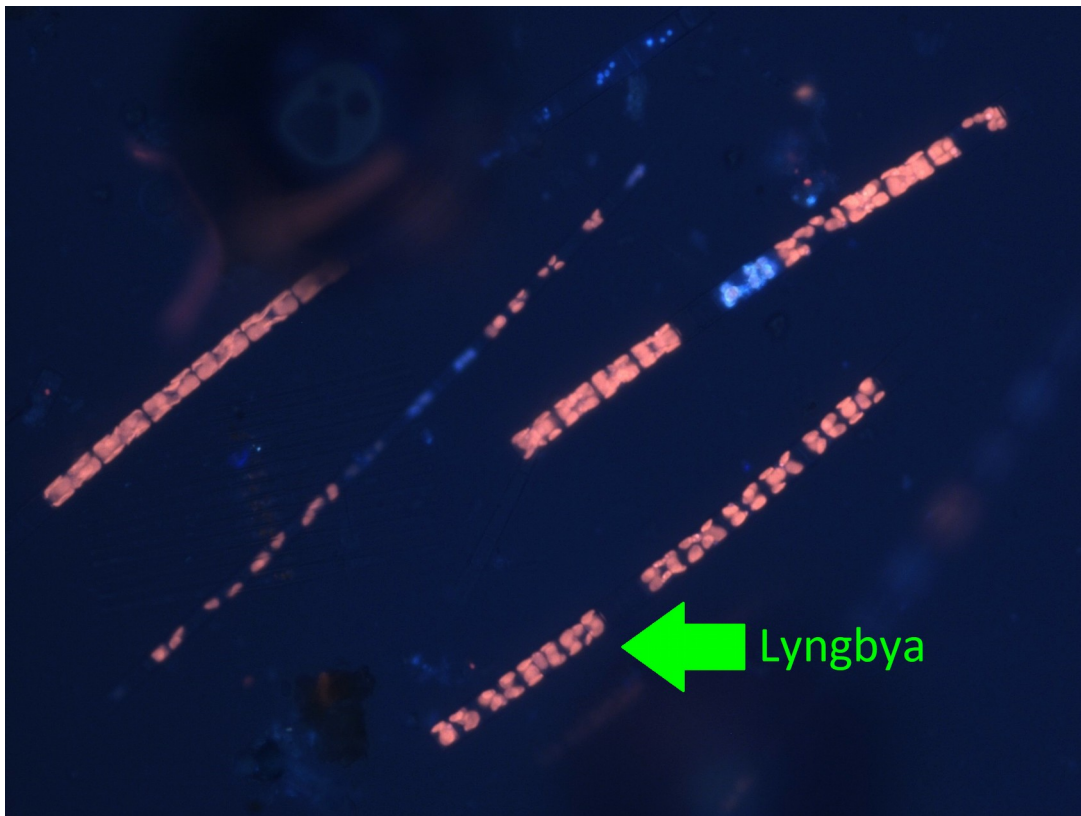
Obrázek 17: Mikroskopický obraz koupaliště Rádlo (19. 11. 2018, zvětšení 40x)

Zdroj: Michal Pánek 19. 11. 2018

5.2.2 Odběry provedené v prosinci

V prosinci byly na koupališti Rádlo provedeny dva odběry v rozmezí dvou týdnů a vždy v dopoledních hodinách. Tyto odběry byly uskutečněny na předem určeném místě, které je stanoveno podle KHS LK. Odběry byly tentýž den prozkoumány na katedře geografie TUL za pomoci fluorescenčního mikroskopu.

I přesto, že v prosinci bylo obtížně vzorky získat, jelikož byla celá vodní plocha zamrzlá, tak byla nalezena ojediněle místa na koupališti, kde se v opravdu malém množství vyskytovaly sinice. Ze vzorků můžeme rozlišit převážně dva druhy sinic a to zanedbatelné množství vláknitých stélek sinic rodu *Lyngbya* a sinice *Chroococcus*, které už ale nevytváří slizovité kolonie, které jsou pro ně typické (SZÚ 2014). Co se týče výskytu řas, tak ty nebyly zaznamenány v žádném mikroskopickém obraze.



Obrázek 18: Mikroskopický obraz koupaliště Rádlo (3. 12. 2018, zvětšení 40x)
Zdroj: Michal Pánek 3. 12. 2018



Obrázek 19: Mikroskopický obraz koupaliště Rádlo (17. 12. 2018, zvětšení 40x)
Zdroj: Michal Pánek 17. 12. 2018

5.3 Výsledky nalezené mikrofauny

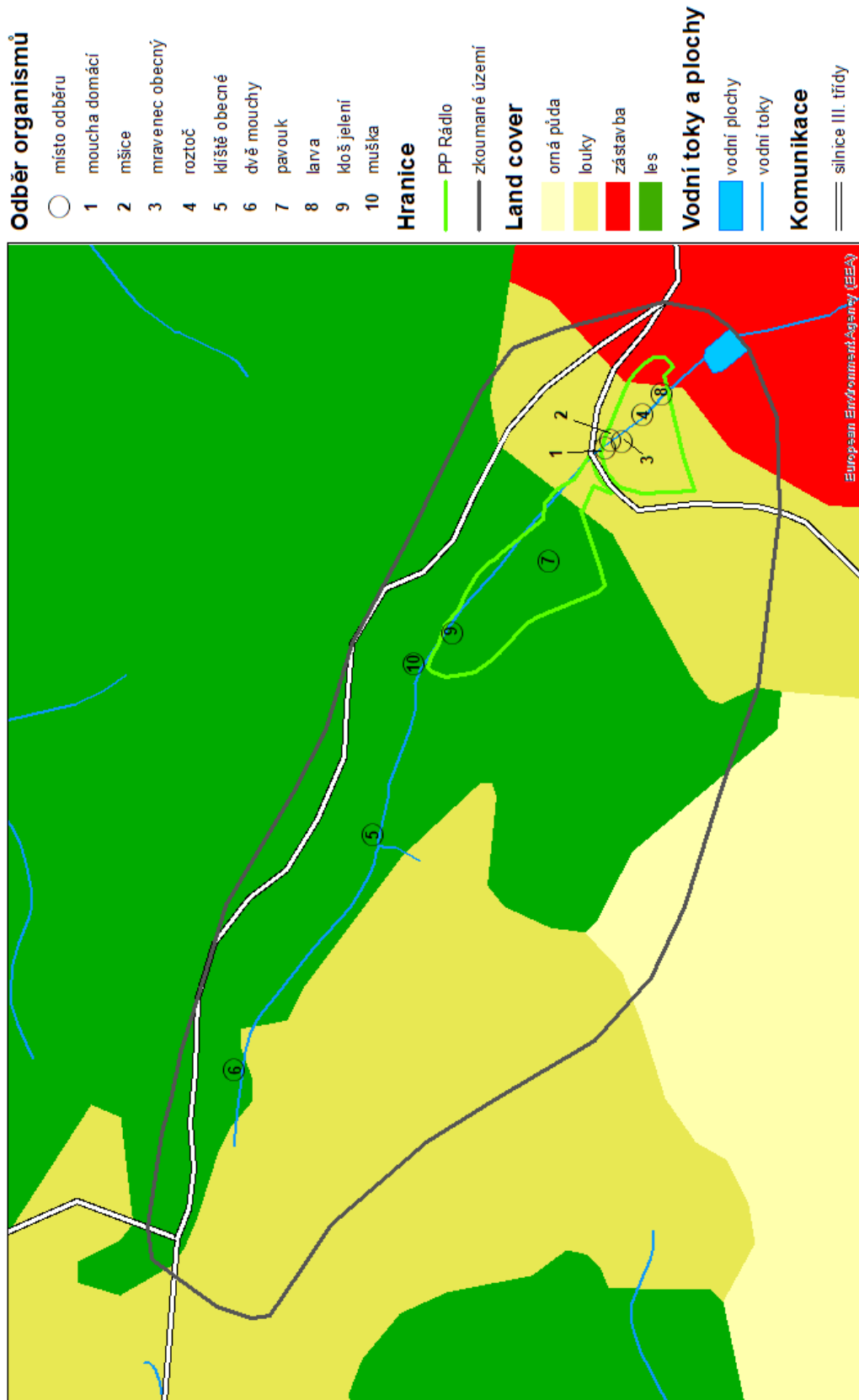
Ve zkoumaném území PP Rádlo a přilehlém povodí lze nalézt i kromě viditelných živočichů a rostlin také malé organismy, které lze stěží prozkoumat pouhým lidským okem. Kvůli této skutečnosti musel být průzkum těchto živočichů proveden za pomoci dvou druhů mikroskopů a to binokulárním a elektronový mikroskopem. Hlavním účelem tohoto výzkumu je po prozkoumání a pokusu o určení organismu mikroskopem určit, kde a proč se nachází tyto organismy v místech odběru a jaká je souvislost mezi místem odběru a pokryvem území.

Zásadním cílem tedy nebylo přesně taxonomicky určit jednotlivé organismy, které byly zkoumány v mikroskopech, ale určit vztahy tvořené z hlediska biogeografie a prostředí zkoumaného území. Proto je většina organismů určena pouze do úrovně čeledi. Zkoumané organismy tedy tvoří biocenózu na tomto území a jde jen o příklady běžně se vyskytujících organismů, které slouží pro následnou analýzu s využitím území a dokumentace prostředí než přesného biologické složení.

Pro výsledné porovnání souvislostí mezi místem odběru a využitím, či pokryvem území byla vytvořena mapa v programu ArcMap 10.4. od společnosti ESRI (viz obrázek 20). V této mapě je topografický podklad tvořen liniovými znaky vodních toků a komunikací a také plošnými znaky vodních ploch. Tematický obsah mapy je tvořen z kvalitativního rastru, který vyjadřuje pomocí barev pokryv území (land cover), dále je zde vyznačeno liniovými znaky zkoumané území a území PP Rádlo a pomocí bodových znaků místa odběru a druh organismu.

Odběry byly uskutečněny v létě a to 29. 6. 2018 a 20. 8. 2018., kde v prvním termínu bylo odebráno prvních pět vzorků a další v druhém termínu. Mikroskopický výzkum byl proveden od 10. do 12. září 2018.

MÍSTA ODBĚRU MIKROORGANISMŮ V PP RÁDLO A PŘÍLEHLÉM POVODÍ 2019



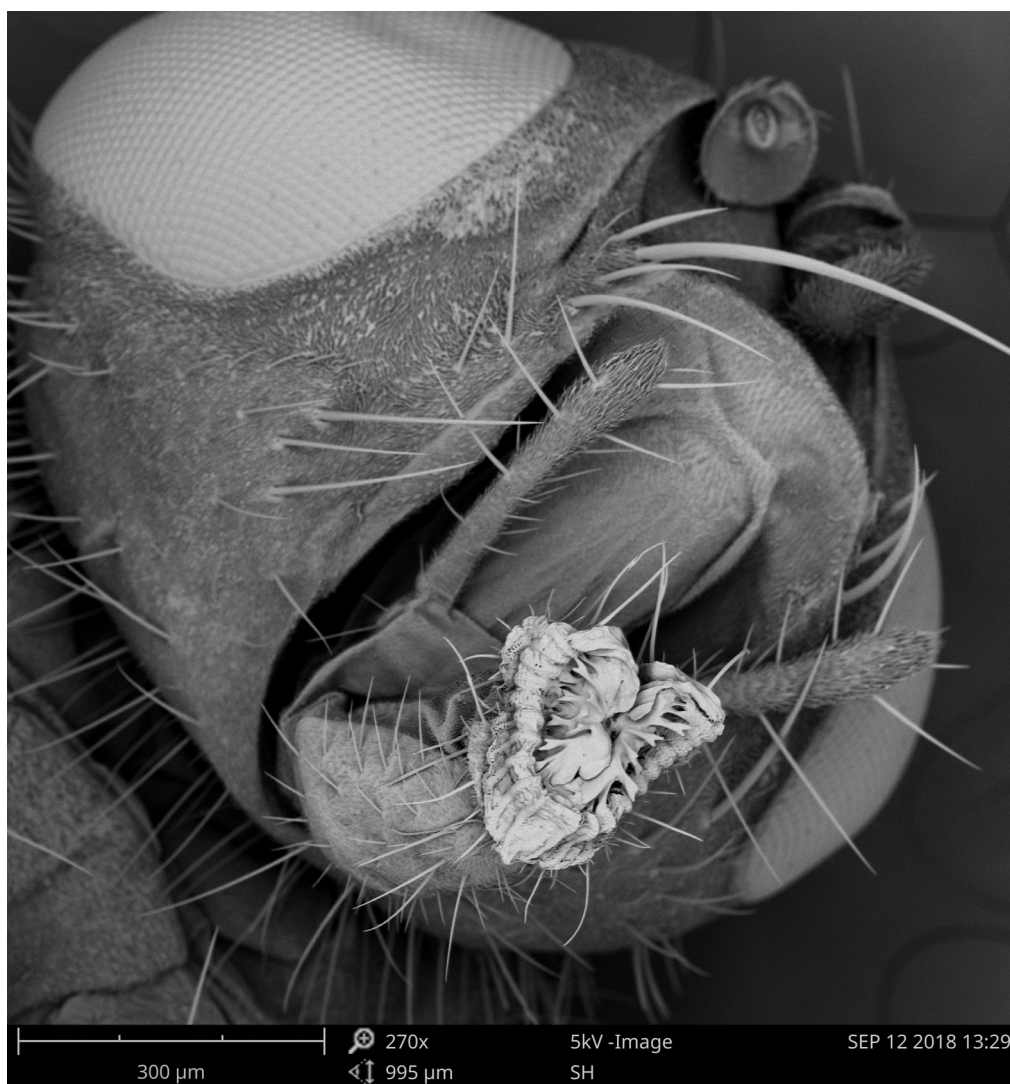
Obrázek 20: Mapa s místy odběrů mikrofauny ve vztahu s pokryvem plochy
 Zdroj: Michal Pánek 15. 3. 2019

5.3.1 Určení druhů nalezené bioty

Jako první vzorek byl nalezen druh podobající se nejvíce mouše domácí. Tento živočich je označen na mapě jako vzorek číslo 1 (viz obrázek 20). Místo odběru se nachází v oblasti PP Rádlo, přesněji v jihovýchodní části a to ve stinném místě v blízkosti silnice. Z hlediska výzkumu byl nejdříve vzorek prozkoumán za pomoci optického binokulárního mikroskopu, kde je vidět celková stavba mouchy (viz obrázek 21). Fotografie z elektronového mikroskopu zachycuje oblast hlavy v detailu, kde je vidět stavba hlavy (viz obrázek 22). Je zde dobře vidět bodavě-sací ústrojí, které je typické pro čeleď mouchovitých a také jsou zde vidět obě složená oka, která patří mezi další znaky této čeledě.



Obrázek 21: Vzorek č. 1 moucha domácí (optický mikroskop, zvětšení 20x)
Zdroj: Michal Pánek 11. 9. 2018

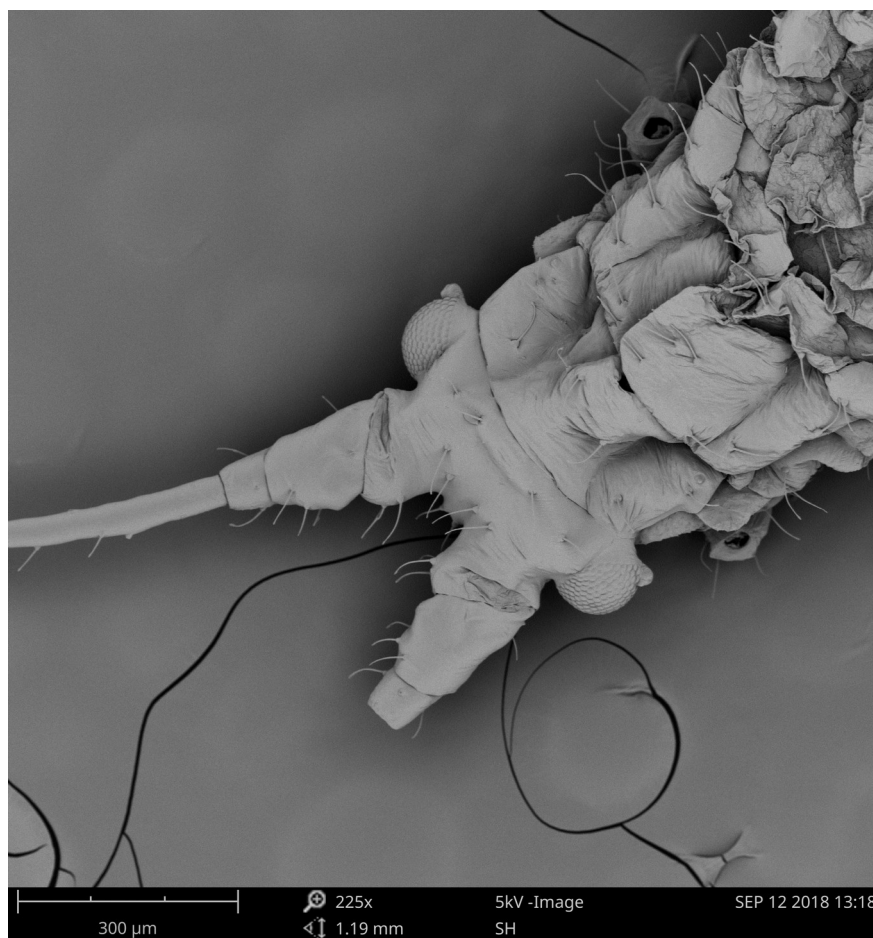


Obrázek 22: Vzorek č. 1 moucha domácí (elektronový mikroskop, zvětšení 270x), přiblížení na bodavě-sací ústrojí a složená oka mouchy
Zdroj: Michal Pánek 12. 9. 2018

Druhý nalezený vzorek se podobá druhu mšic. Tento živočich je označen na mapě jako vzorek číslo 2 (viz obrázek 20). Místo odběru se nachází v oblasti PP Rádlo, přesněji v jihovýchodní části a to u mokřadu na rostlině. Z hlediska výzkumu byl nejdříve vzorek prozkoumán za pomoci optického binokulárního mikroskopu, kde je vidět celková stavba mšice (viz obrázek 23). Fotografie z elektronového mikroskopu zachycuje oblast hlavy v detailu, kde je vidět stavba hlavy (viz obrázek 24). Je zde dobře vidět bodavě-sací ústrojí, které je typické pro tento podřád mšic. Toto ústní ústrojí slouží mšicím k parazitickému sání rostlinných šťáv. Na snímku jsou také vidět obě složená oka, která patří mezi další znaky této čeledě.



Obrázek 23: Vzorek č. 2 mšice (optický mikroskop, zvětšení 20x)
Zdroj: Michal Pánek 11. 9. 2018



Obrázek 24: Vzorek č. 2 mšice (elektronový mikroskop, zvětšení 225x), přiblížení na bodavě-sací ústrojí a složená oka mšice
Zdroj: Michal Pánek 12. 9. 2018

V třetím zkoumaném vzorku se jedná o mravence obecného. Tento živočich je označen na mapě jako vzorek číslo 3 (viz obrázek 20). Místo odběru se nachází v oblasti PP Rádlo, přesněji v jihovýchodní části a to na lávce na slunci, která je v blízkosti louky. Z hlediska výzkumu byl nejdříve vzorek prozkoumán za pomoci optického binokulárního mikroskopu, kde je vidět celková stavba mravence (viz obrázek 25). Fotografie z elektronového mikroskopu zachycuje oblast ústního kousacího ústrojí v detailu, kde je vidět stavba tohoto ústrojí mravence (viz obrázek 26). Je zde dobře a detailně vidět část kousacího ústrojí, konkrétně kusadla, která jsou pro mravence typická. Kusadla mravence slouží převážně k rozkousání pevné potravy, ale také jako obranným nástroj nebo nástroj k boji.



Obrázek 25: Vzorek č. 3 mravenec obecný (optický mikroskop, zvětšení 20x)
Zdroj: Michal Pánek 11. 9. 2018



*Obrázek 26: Vzorek č. 3 mravenec obecný (elektronový mikroskop, zvětšení 300x),
přiblížení na kousací ústrojí, konkrétně na párová kusadla
Zdroj: Michal Pánek 12. 9. 2018*

Čtvrtý nalezený vzorek se podobá druhu roztoče. Tento živočich je označen na mapě jako vzorek číslo 4 (viz obrázek 20). Místo odběru se nachází v oblasti PP Rádlo, přesněji v jihovýchodní části a to ve stinném místě mezi maliníky. Z hlediska výzkumu byl nejdříve vzorek prozkoumán za pomoci optického binokulárního mikroskopu, kde je vidět celková stavba roztoče (viz obrázek 27). Fotografie z elektronového mikroskopu zachycuje celkovou stavbu z většího detailu (viz obrázek 28). Zde je vidět složení končetin roztoče, které tvoří čtyři páry. Také je zde zachycen v oblasti zadečku vylučovací otvor.



Obrázek 27: Vzorek č. 4 roztoč (optický mikroskop, zvětšení 20x)
Zdroj: Michal Pánek 11. 9. 20118

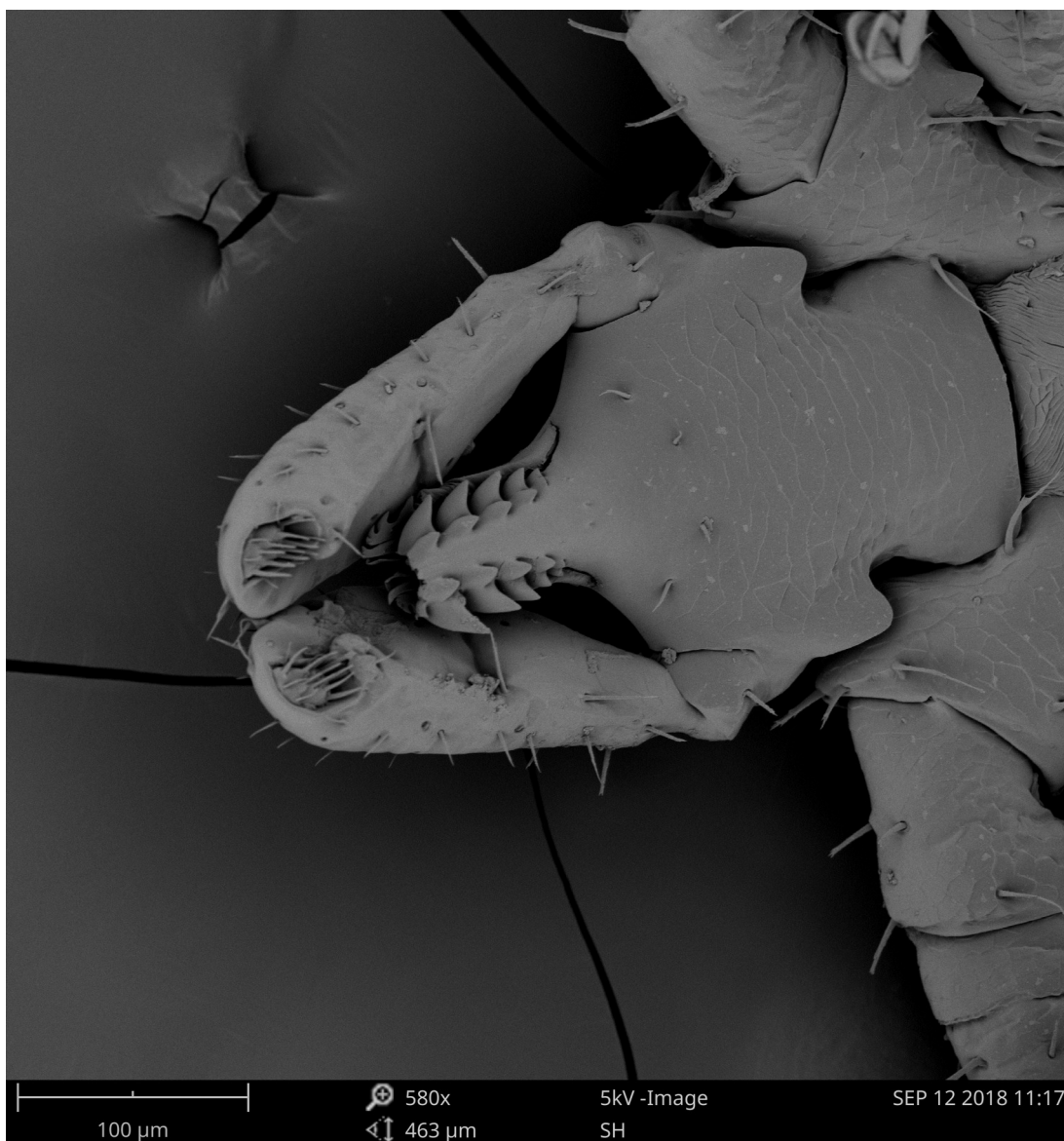


Obrázek 28: Vzorek č. 4 roztoč (elektronový mikroskop zvětšení 145x), přiblížení na končetiny a zadeček s vylučovacím otvorem
Zdroj: Michal Pánek 12. 9. 2018

V pátém zkoumaném vzorku se jedná o klíště obecné. Tento živočich je označen na mapě jako vzorek číslo 5 (viz obrázek 20). Místo odběru se nachází mimo PP Rádlo, přesněji severozápadně od PP Rádlo a to v blízkosti cesty v lese u Rádelského potoka. Z hlediska výzkumu byl nejdříve vzorek prozkoumán za pomoci optického binokulárního mikroskopu, kde je vidět celková stavba klíštěte (viz obrázek 29). Fotografie z elektronového mikroskopu zachycuje oblast ústního ústrojí v detailu (viz obrázek 30). Konkrétně je vidět na snímku několik částí, které klíště používá ke svému parazitickému sání krve. Jedná se o pár tykadel a sosáček se zpětnými háčky, který umožňuje sání a přichycení k hostiteli.



Obrázek 29: Vzorek č. 5 klíště obecné (optický mikroskop, zvětšení 20x)
Zdroj: Michal Pánek 11. 9. 2018



*Obrázek 30: Vzorek č. 5 klíště obecné (elektronový mikroskop, zvětšení 580x), přiblížení na pár tykadel a sosáček se zpětnými háčky
Zdroj: Michal Pánek 12. 9. 2018*

Šestý zkoumaný vzorek se skládá z dvou spojených organismů, které se podobají svojí stavbou těla druhu mouchy, či čeledě mouchovitých. Tyto živočichové jsou označeni na mapě jako vzorek číslo 6 (viz obrázek 20). Místo odběru se nachází v mokřadní oblasti pramene části Rádelského potoka, přesněji severozápadně od PP Rádlo v blízkosti osady Milíře. Z hlediska výzkumu byl nejdříve vzorek prozkoumán za pomoci optického binokulárního mikroskopu, kde je vidět celková stavba obou much (viz obrázek 31). Fotografie z elektronového mikroskopu zachycuje detailní pohled na křídlo jedné z much (viz obrázek 32). Ze snímku je tedy dobře vidět, že křídlo je pokryto chlupy. Na snímku je taky vidět zadeček a končetiny obou much.



Obrázek 31: Vzorek č. 6 dvě mouchy (optický mikroskop, zvětšení 20x)
Zdroj: Michal Pánek 11. 9. 2018



Obrázek 32: Vzorek č. 6 dvě mouchy (elektronový mikroskop, zvětšení 155x), přiblížení na křídlo, končetiny a zadeček mouchy
Zdroj: Michal Pánek 12. 9. 2018

V sedmém zkoumaném vzorku se jedná o živočicha z řádu pavouků. Tento živočich je označen na mapě jako vzorek číslo 7 (viz obrázek 20). Místo odběru se nachází v oblasti PP Rádlo, přesněji v severozápadní části a to u rašeliniště v polostinném místě v zalesněné části. Z hlediska výzkumu byl nejdříve vzorek prozkoumán za pomoci optického binokulárního mikroskopu, kde je vidět celková stavba pavouka (viz obrázek 33). Fotografie z elektronového mikroskopu zachycuje oblast končetin a oblast úst v detailu (viz obrázek 34). Konkrétněji je na snímku velmi dobře vidět stavba končetin. Dále je možné vidět hlavohruď pavouka, první končetiny makadla a také jedové chelicery.



Obrázek 33: Vzorek č. 7 pavouk (optický mikroskop, zvětšení 20x)
Zdroj: Michal Pánek 11. 9. 2018



Obrázek 34: Vzorek č. 7 pavouk (elektronový mikroskop, zvětšení 220x) přiblížení na stavbu končetin, makadel, chelicer a hlavohruďi
Zdroj: Michal Pánek 12. 9. 2018

Osmý nalezený vzorek se podobá jedinci hmyzu, který je v larválním stádiu. Tento živočich je označen na mapě jako vzorek číslo 8 (viz obrázek 20). Místo odběru se nachází v oblasti PP Rádlo, přesněji v jihovýchodní části a to na listu stromu u jezírka. Z hlediska výzkumu byl nejdříve vzorek prozkoumán za pomoci optického binokulárního mikroskopu, kde je vidět celková stavba této larvy (viz obrázek 35). Fotografie z elektronového mikroskopu zachycuje oblast hlavy v detailu (viz obrázek 36). Především je na snímku vidět zřejmě bodavě-sací ústní ústrojí, zbytek tykadla a dva páry složeného oka. Díky těmto částem hlavy lze říci, že se může jednat o vývojové stádium mouchy, či mušky.



Obrázek 35: Vzorek č. 8 larva hmyzu (optický mikroskop, zvětšení 20x)
Zdroj: Michal Pánek 11. 9. 2018

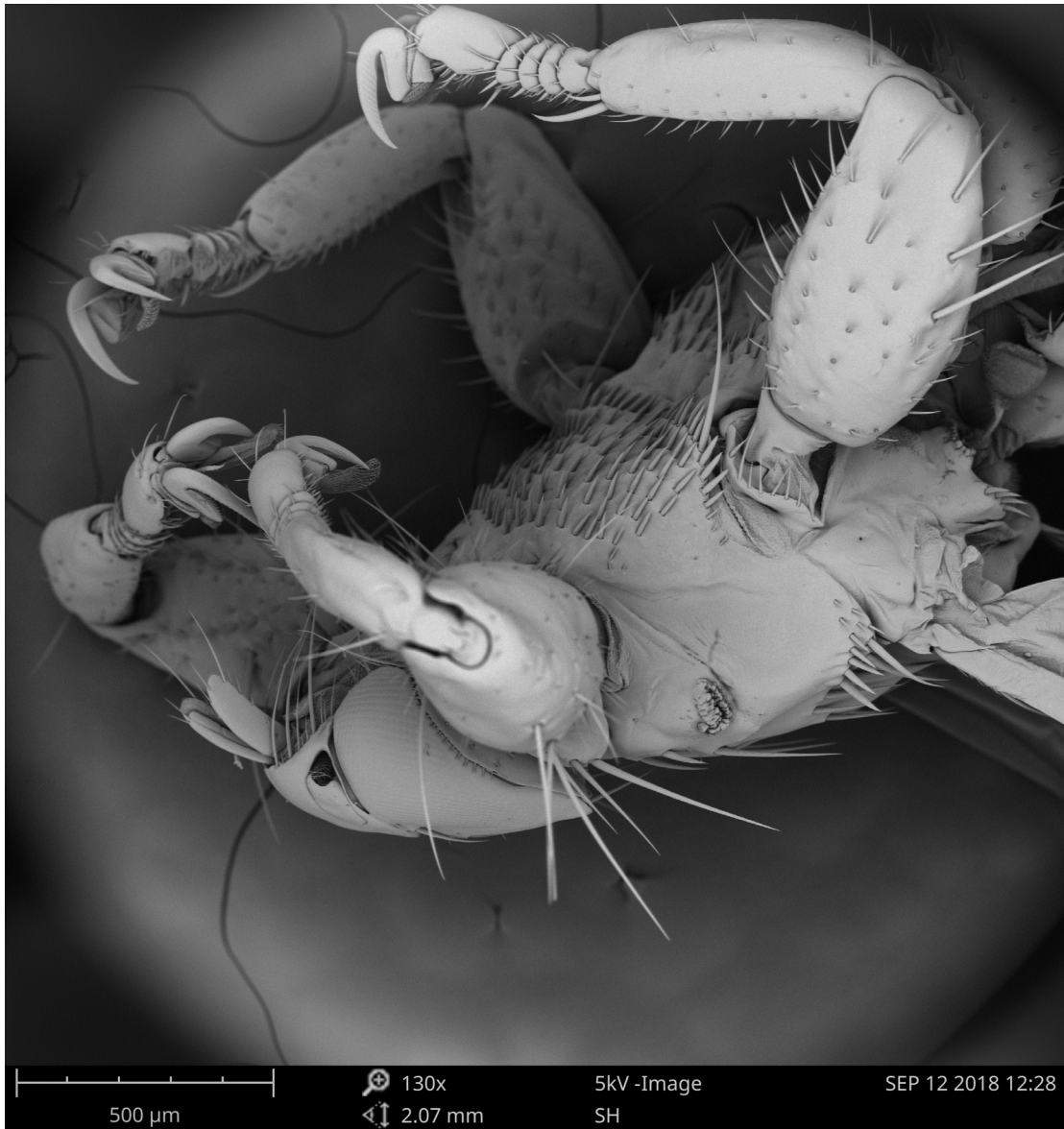


Obrázek 36: Vzorek č. 8 larva hmyzu (elektronový mikroskop, zvětšení 145x) přiblížení na složená oka, tykadla a bodavě-sací ústní ústrojí
Zdroj: Michal Pánek 12. 9. 2018

V devátém zkoumaném vzorku se jedná o živočicha kloše jeleního. Tento živočich je označen na mapě jako vzorek číslo 9 (viz obrázek 20). Místo odběru se nachází v oblasti PP Rádlo, přesněji v severozápadní části na hranici chráněného území a to ve stínu v zalesněné části. Z hlediska výzkumu byl nejdříve vzorek prozkoumán za pomoci binokulárního mikroskopu, kde je vidět celková stavba kloše (viz obrázek 37). Fotografie z elektronového mikroskopu zachycuje horní část těla v detailu (viz obrázek 38). Na snímku je dobře vidět hlava s bodavě-sacím ústním ústrojím, složené oko a také silné končetiny. Tyto končetiny jsou zakončeny drápy, které zabraňují odstranění kloše z těla savců, kterým saje krev.



Obrázek 37: Vzorek č. 9 kloš jelení (optický mikroskop, zvětšení 20x)
Zdroj: Michal Pánek 11. 9. 2018

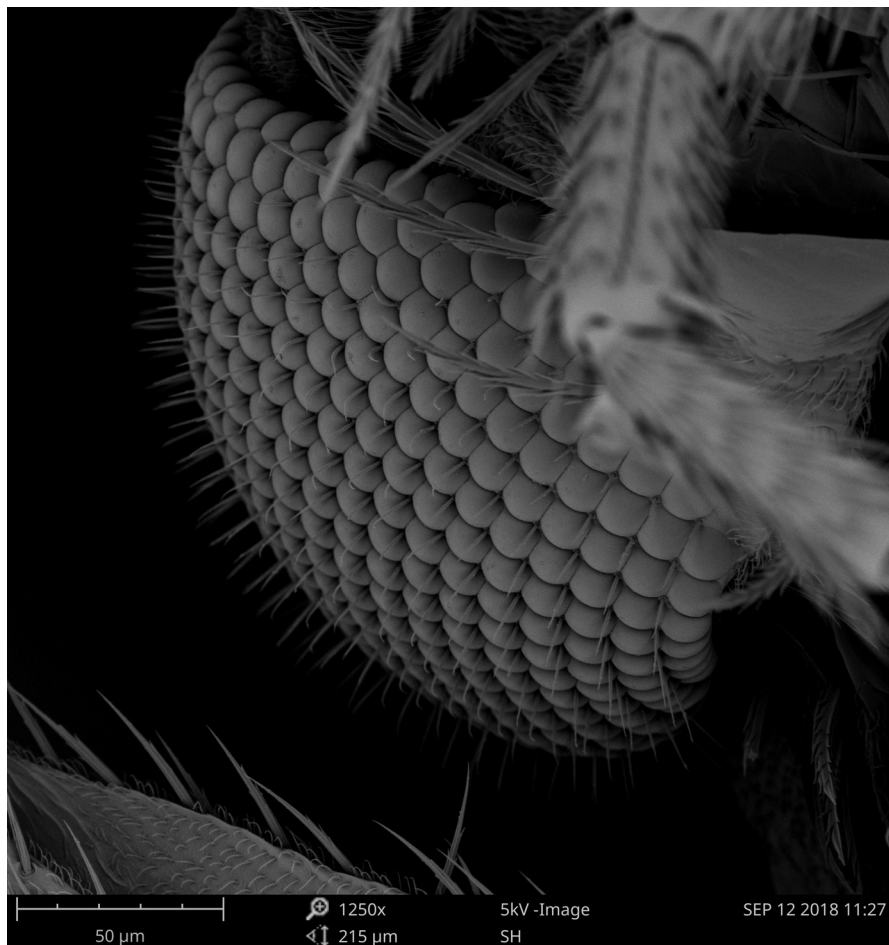


Obrázek 38: Vzorek č. 9 kloš jelení (elektronový mikroskop, zvětšení 130x), přiblížení na horní část těla, složené oko, bodavě-sací ústní ústrojí a končetiny s drápy
Zdroj: Michal Pánek 12. 9. 2018

Poslední odebraný vzorek se opět podobá živočichovi, který svojí stavbou těla připomíná druh mouchy, mušky, či čeledě moučovitých. Tento živočich je označen na mapě jako vzorek číslo 10 (viz obrázek 20). Místo odběru se nachází v blízkosti PP Rádlo, přesněji severně od PP Rádlo v v zalesněné oblasti u lesní cesty, vedoucí přes Rádelský potok. Z hlediska výzkumu byl nejdříve vzorek prozkoumán za pomoci binokulárního mikroskopu, kde je vidět celková stavba obou much (viz obrázek 39). Fotografie z elektronového mikroskopu zachycuje detailní pohled na složené oko jedince (viz obrázek 40). Ze snímku je tedy patrné, že složené oko hmyzu, konkrétně much, či mušek, se skládá z několika oček, které tvoří jedno složené oko. Zajímavostí je i přítomnost chloupků mezi jednotlivými očky.



Obrázek 39: Vzorek č. 10 muška (optický mikroskop, zvětšení 20x)
Zdroj: Michal Pánek 11. 9. 2018



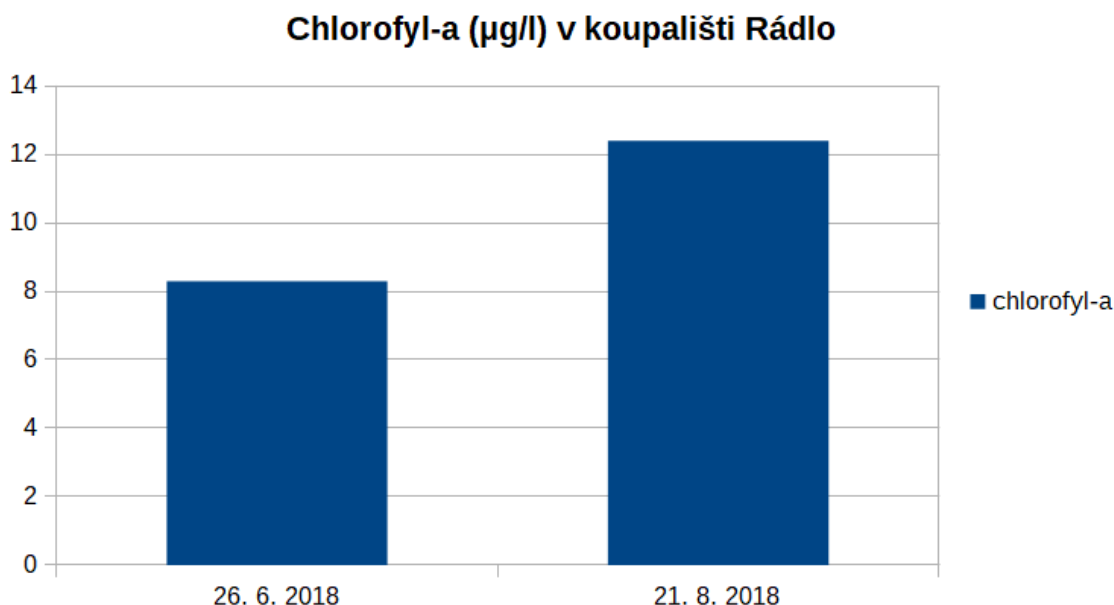
Obrázek 40: Vzorek č. 10 muška (elektronový mikroskop, zvětšení 1250x), přiblížení na stavbu složeného oka mušky
Zdroj: Michal Pánek 12. 9. 2018

6 Analýza a syntéza zjištěných výsledků

Poslední část práce je zaměřena na analýzu a syntézu zjištěných výsledků. Kapitola je rozdělena do částí podle zjištěných výsledků z předchozí kapitoly. V první části jsou výsledky vlastního měření a měření od KHS LK vybraných parametrů vody v koupališti Rádlo dosazeny do grafů, které zobrazují vývoj parametrů a jevů které za období výzkumu prodělali velké změny. Druhá část se zaměří na analýzu fotografií sinic a řas z fluorescenčního mikroskopu. Zde bude důležité zhodnotit odhad sinic a řas, kde tento odhad poslouží k určení aktivity těchto mikroorganismů v čase, podle počtu a výskytu. Poslední část analyzuje důvod výskytu jednotlivých zkoumaných živočichů na místech, kde byl proveden odběr. Z tohoto pohledu je také důležité propojení s pokryvem a využitím území (land use a land cover), které je zaznamenáno ve vytvořené mapě.

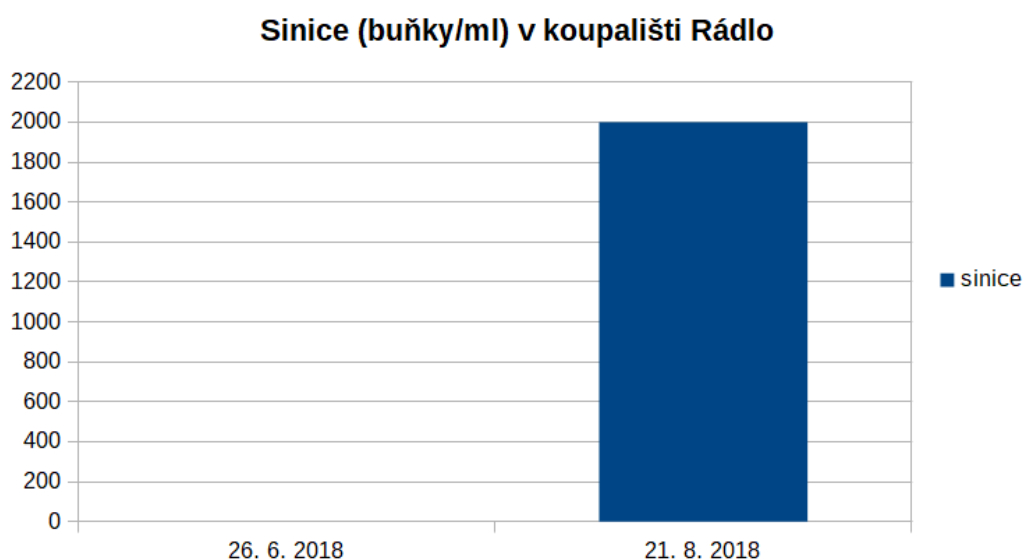
6.1 Vývoj měřených parametrů vody Rádelského koupaliště

6.1.1 Parametry získané Krajskou hygienickou stanicí se sídlem v Liberci



Obrázek 41: Vývoj parametru chlorofyl-a v koupališti Rádlo
Zdroj: KHS LK se sídlem v Liberci 2018b

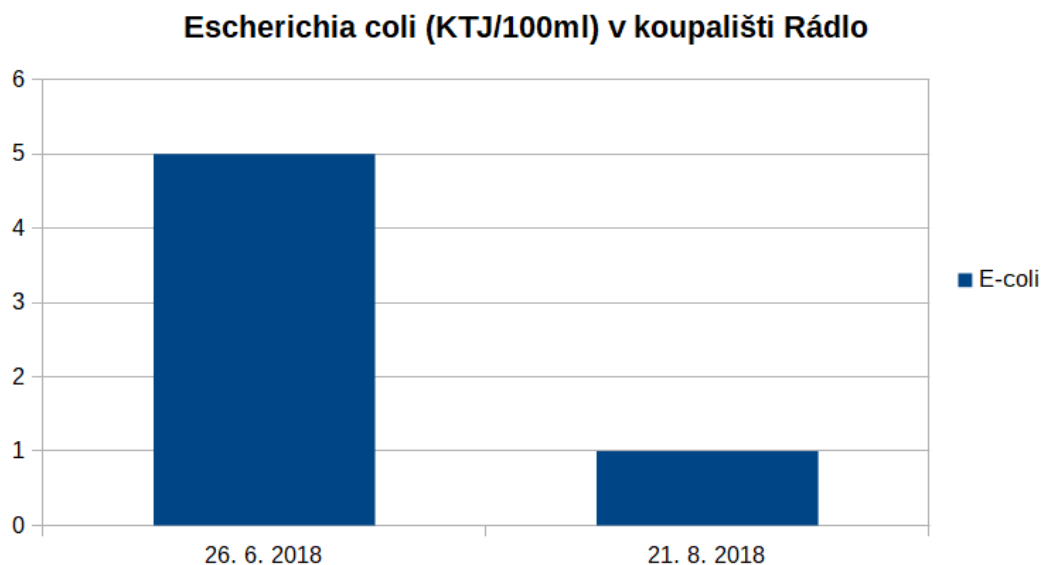
První důležitý ukazatel je přítomnost chlorofylu-a ve vodě. Chlorofyl-a potřebují řasy a sinice k fotosyntéze. Jeho stanovení ve vodě slouží jako míra přítomnosti řas a sinic (KHS LK se sídlem v Liberci 2018a). Vzhledem k možnému nárůstu tohoto ukazatele v koupališti z důvodu vysokých teplot byly provedeny ze strany KHS LK dva odběry vzorků oproti jednomu v roce 2017. Z grafu měření lze vyčíst, že v červnu byla hodnota 8,3 µg/l a v srpnu vystoupala na 12,4 µg/l. Je tedy viditelné, že za dva měsíce stoupla hodnota tohoto parametru o 4,1 µg/l. Tento nárůst je zapříčiněn hlavně vysokými teplotami v létě roku 2018, které ze neustále zvyšovali. Naopak srážky byly zanedbatelné a díky těmto podmínkám se v koupališti zvyšoval výskyt sinic, které obsahují tento chlorofyl. Tento parametr je tedy prvním důkazem, že přítomnost sinic se v roce 2018 zvyšovala.



*Obrázek 42: Vývoj parametru sinic v koupališti Rádlo
Zdroj: KHS LK se sídlem v Liberci 2018b*

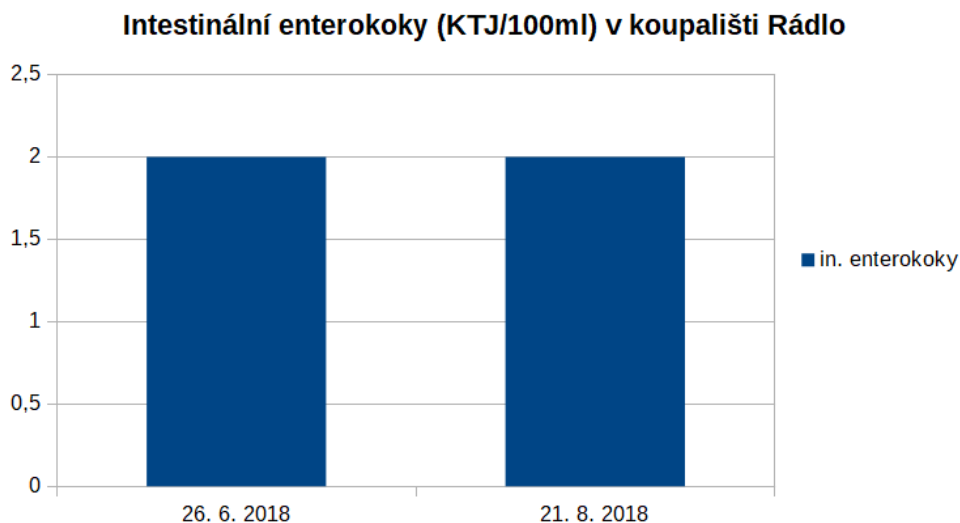
Na ukazatel chlorofylu-a navazuje ukazatel počtu sinic. Vzhledem k možnému nárůstu sinic v koupališti díky vysokým teplotám byly provedeny opět dva odběry vzorků. V roce 2018, kdy jak už bylo zmíněno kvůli vysokým teplotám bude pravděpodobné, že počet sinic bude velmi vysoký. První provedený odběr v červnu ještě nezachytil výskyt sinic ve vodě, protože naměřená hodnota byla 0 buněk/ml, ale druhý odběr provedený v srpnu už zachytil výskyt sinic a to konkrétně hodnotu 2 000 buněk/ml. Tato výsledná hodnota není nebezpečná z pohledu koupání, jelikož se nedošlo k překročení I. stupně (20 000 buněk/ml). Z tohoto vývoje sinic vyplývá, že v roce 2018 se díky dlouhodobým teplotám v tomto koupališti

vyskytly sinice a byl potvrzen výskyt i na základě měření chlorofylu-a bylo možné tento parametr potvrdit.



Obrázek 43: Vývoj parametru *Escherichia coli* v koupališti Rádlo
Zdroj: KHS LK se sídlem v Liberci 2018b

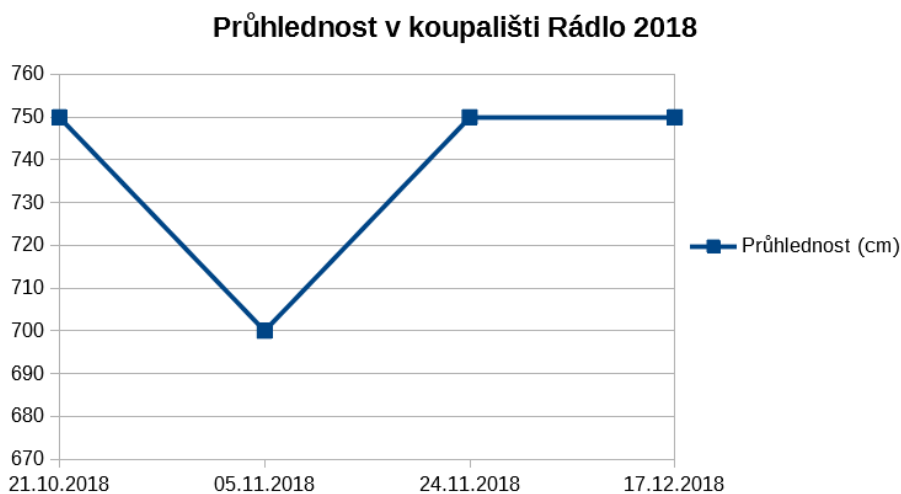
Dalším měřeným ukazatelem je bakterie *Escherichia coli*. Tato bakterie slouží jako indikátor obecného bakteriálního znečištění. Při zvýšeném nálezu existuje zvýšená pravděpodobnost žaludečních a střevních problémů (KHS LK se sídlem v Liberci 2018a). Zde se naměřené hodnoty liší v porovnání s růstem počtu sinic, jelikož zde hodnoty klesají. Hodnoty odebraných vzorků v roce 2018 nebyly tak vysoké, kde odběr v červnu měl hodnotu *E. coli* 5 (KTJ/100ml) a v srpnu pouhý 1 (KTJ/100ml). Naměřené hodnoty značí velmi malý výskyt této bakterie a dokazují, že voda v koupališti Rádlo byla nezávadná. Z tohoto pohledu můžeme říci, že voda v celé zkoumané oblasti není znečištěná odpadními látky z okolních zastavěných ploch.



Obrázek 44: Vývoj parametru Intestinální enterokoky v koupališti Rádlo
Zdroj: KHS LK se sídlem v Liberci 2018b

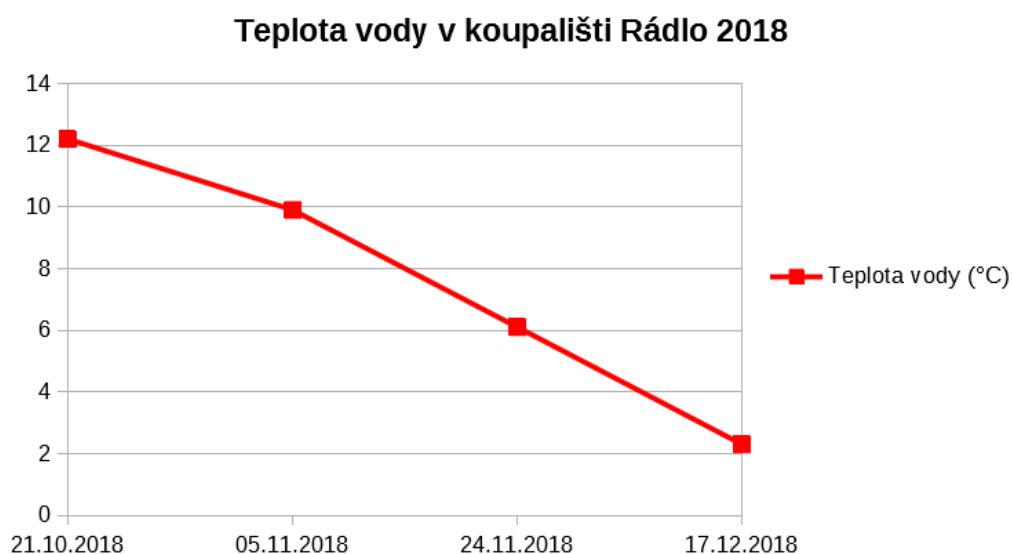
Posledním měřeným ukazatelem od KHS LK je výskyt intestinálních enterokoků ve vodě. Enterokoky jsou skupinou odolnějších bakterií, které většinou pocházejí z trávicího traktu lidí a zvířat. Jejich přítomnost ve vodě indikuje možné fekální znečištění vody (KHS LK se sídlem v Liberci 2018a). Zde se výsledky obou měření v roce 2018 nelišily. V roce 2018, kdy byly provedeny dva odběry vody v červnu a v srpnu byla naměřena dvakrát totožná hodnota 2 (KTJ/100ml). Hodnota intestinálních enterokoků ve vodě se tedy v roce 2018 neměnila. Naměřené hodnoty značí malý výskyt enterokoků a dokazují, že voda v koupališti Rádlo byla nezávadná a není zcela ovlivněna okolní zástavbou a antropogenními zásahy.

6.1.2 Parametry získané vlastním měřením



Obrázek 45: Vývoj parametru průhlednosti v koupališti Rádlo
Zdroj: Michal Pánek 21. 10. 2018 – 17. 12. 2018

Parametr průhlednosti v koupališti Rádlo se v období od října 2018 do prosince 2018 výrazně nezměnil. Už na první pohled je zřejmé, že je zde voda značně průhlednější. Z měření je pouze patrné, že v listopadu se průhlednost oproti celému měření lišila o 50 cm. Zde se jednalo zřejmě o chybu při měření, kterou způsobilo možné rozvívání vody v koupališti. Měření tedy bylo ovlivněno nejspíše přítomností živočicha ve vodě. Celkově lze říci, že kromě tohoto malého výkyvu, který mohl být způsoben chybou při měření, je voda v koupališti nadstandardně průhledná a to i přes větší výskyt sinic v letním období, který v tomto koupališti není tak častý.

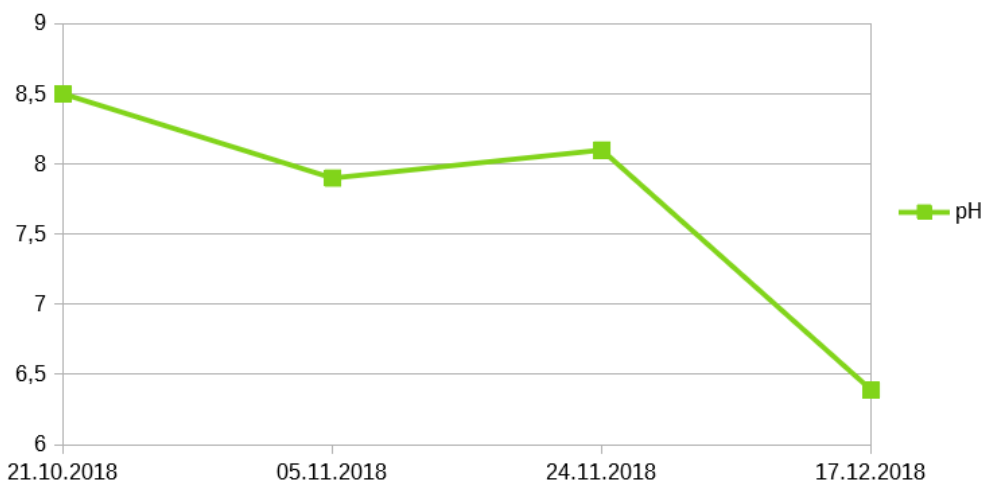


Obrázek 46: Vývoj parametru teploty vody v koupališti Rádlo
Zdroj: Michal Pánek 21. 10. 2018 – 17. 12. 2018

Teplota vody patří mezi velmi důležité parametry v měření kvality vody. Z grafu je vidět trend snižování teploty vody a to z důvodu prudkého ochlazení, které nastalo v listopadu roku 2018 po vysokých teplotách. Toto ochlazení způsobilo i zmenšení počtu sinic, řas a mikroorganismů. Následně díky tomuto ochlazení došlo i ke změně hodnoty pH.

V grafu vývoje teploty vody je tedy vidět v každém měření razantní pokles hodnot, kde v průběhu listopadu klesla teplota vody o 3,8 °C na hodnotu 6,1 °C. V prosinci bylo klesání teploty podobné, kde teplota klesla opět o 3,8 °C na hodnotu 2,3 °C. Toto prudké klesání mělo značný vliv na úbytek počtu sinic, řas a mikroorganismů.

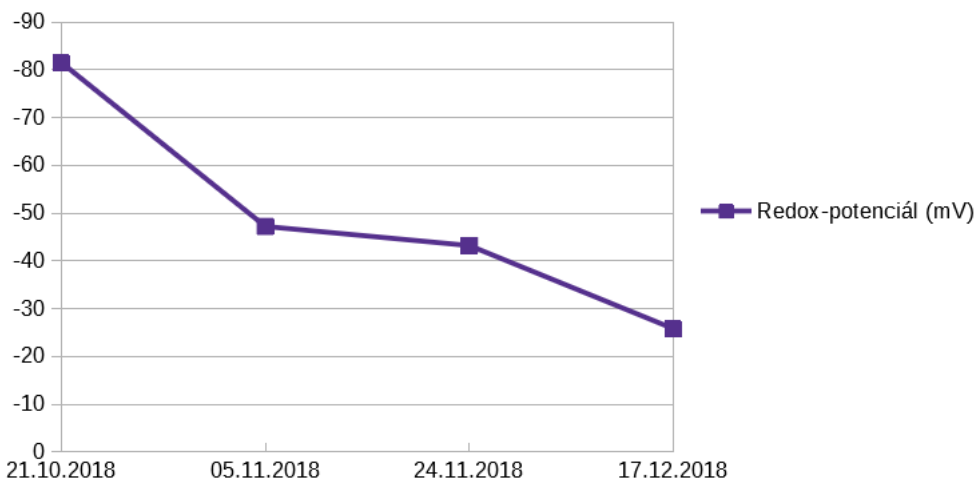
pH v koupališti Rádlo 2018



Obrázek 47: Vývoj parametru pH v koupališti Rádlo
Zdroj: Michal Pánek 21. 10. 2018 – 17. 12. 2018

Parametr pH zaznamenal díky ochlazení teploty vody mírné klesání. V listopadu byla naměřena hodnota 7,8 a 7,9 a v prosinci začala klesat až na hodnotu 7,6. Lze tedy z tohoto grafu říci, že se voda díky ohlazení vrací na hodnotu neutrality, kterou je hodnota 7. Vliv na tento pokles má tedy snížení teploty a tím způsobené zmenšení počtu sinic a dalších organismů, které ovlivňují tento parametr.

Redoxní potenciál v koupališti Rádlo 2018



Obrázek 48: Vývoj parametru redoxní potenciál v koupališti Rádlo
Zdroj: Michal Pánek 21. 10. 2018 – 17. 12. 2018

Redoxní potenciál nebo také oxidačně redukční potenciál, je hodnota, která charakterizuje přítomnost oxidačních nebo redukčních látek v kapalině. Z celkové pohledu je zřejmé, že voda v koupališti Rádlo je redukční a to proto, že se pohybuje v záporných hodnotách. Tento výsledek znamená, že voda funguje jako antioxidant.

Vývoj naměřených hodnot prokazuje, že voda v koupališti byla v říjnu vysoce redukční s hodnotou -81,5 mV. Postupně se tato hodnota zvyšovala až dosáhla v prosinci -25,8 mV. Důvodem proč se tato hodnota výrazně zvýšila může být prudké ochlazení vody, přítomnost oxidačních látek z Rádelského potoka, který obsahuje díky zdejší stavbě pedologie a geologie různé látky nebo zde také může hrát roli přírodní znečištění.

6.2 Vývoj sinic a řas ve vzorcích vody z koupaliště Rádlo

Na výzkum počtu sinic a řas v čase byly použity pořízené fotografie z fluorescenčního mikroskopu. Z těchto fotografií, pořízených od listopadu do prosince 2018, je tedy možné použít metodu odhadu a podle té zjistit, jak vývoj sinic a řas probíhal. Velice důležité v tomto ohledu je, že letní období roku 2018 se potýkalo s velkým suchem a vysokými teplotami s málo srážkami. To vedlo k velkému rozmnožování sinic a řas i v oblastech, jako je zkoumané území této práce, kde důkazem je měření počtu sinic a chlorofylu-a v letním období. Vlastní výzkum a odběr vody začal při větším ochlazení v listopadu a to proto, aby bylo možné zjistit, jestli velký počet sinic klesá nebo stagnuje a jak rychle.

Mikroskopické obrazy pořízené v listopadu ukazují, že odhad počtu sinic při ochlazení vzduchu a vody v koupališti Rádlo pomalu klesá. Na druhou stranu je ale vidět, že i přes chladné počasí se v této nádrži stále objevovaly nepatrné množství různých druhů sinic. Z hlediska konkrétnějšího odhadu sinice tvoří ve vzorku z 1. 11. 2018 zhruba polovinu z celkové plochy zkoumaného vzorku. Vzorek pořízený ze dne 19. 11. 2018 už značí pomalý ústup sinic, kde se odhadem na zkoumané ploše vzorku vyskytují sinice v poměru menším, než polovina. Lze tedy konstatovat, že od listopadu počet sinic postupně ubýval.

Vzorky získané v prosinci ukazují, že odhad počtu sinic při ještě větším ochlazení vzduchu a vody, než jaké bylo v listopadu, klesá rychleji. Zde je už patrné, že se zde vyskytují sinice pouze v ojedinělém případě a už ne v koloniích, pouze samostatně po jedné buňce, či po několika málo buňkách. Odhad počtu sinic je tedy velice malý a ve vodě již na pohled nepozorovatelný. I přesto byla nalezena ojediněle místa na koupališti, kde se v opravdu

malém množství vyskytovaly sinice. Můžeme tedy říci, že velmi nízké teploty a nepříznivé podmínky v tomto koupališti snížily veškeré druhy sinic. Z hlediska konkrétnějšího odhadu sinice tvoří ve vzorku z 3. 12. 2018 zhruba čtvrtinu z celkové plochy zkoumaného vzorku. Vzorek pořízený ze dne 17. 12. 2018 už značí konečný ústup sinic, kde se odhadem na zkoumané ploše vzorku vyskytují sinice v zanedbatelném poměru. Lze tedy předpokládat, že na konci prosince se počet sinic blíží k nule.

6.3 Analýza míst odběru mikroorganismů ve vztahu k využití zkoumaného území

Závěrečnou analýzou zkoumaného území je nalézt vztahy mezi nalezenými mikroorganismy, které byly zkoumány v binokulárním a elektronovém mikroskopu a pokryvem či využitím zkoumaného území. V této analýze je velice důležité pracovat s vytvořenou mapou (viz obrázek 20), kde je zaznamenáno místo odběru jednotlivých mikroorganismů a je zde použita podkladová mapa pokryvu území (land cover). Celé ovlivnění odběrů nezáleží jen na pokryvu území, ale také na výskytu Rádelského potoka, koupaliště Rádlo a přítomnost silnice III. třídy, která vede obcí Rádlo a rozděluje PP Rádlo na dvě části.

Při zaměření na pokryv území (land cover) je zřejmé, že největší zastoupení zde mají převážně lesy a louky. Naopak nejméně se zde nachází orná půda a také zástavba, která zasahuje do území ve velké míře jen na jihovýchodě území. Lze tedy konstatovat, že v současnosti není největším zásahem zástavba, která prozatím ovlivňuje chod celého území a PP Rádlo jen ojediněle, ale je to hlavně silnice III. třídy vedoucí kolem severozápadní části PP Rádlo a protínající PP Rádlo. Z tohoto faktu se odvíjí hrozba do budoucna, kde se počítá s rostoucí zástavbou a to hlavně v oblasti této silnice u osady Milíře, která je v blízkosti pramene části Rádelského potoka. Tento potok je velice důležitý pro celé prostředí PP Rádlo a okolí a dojde-li k zásahu oblasti pramene zástavbou, může to znamenat vyschnutí potoka, které by mělo fatální důsledky. Příkladem může být následné vysychání mokřadů a luk v PP Rádlo a okolí, které by znamenalo hlavně vyhubení chráněných rostlin a celkové snížení výskytu živočichů, rostlin a mikroorganismů, které byly nalezeny pro mikroskopický výzkum.

Ve vztahu deseti nalezených mikroorganismů k pokryvu a ochrany území z celkového pohledu v mapě lze říci, že většina těchto vzorků byla odebrána v blízkosti Rádelského potoka. Tento fakt navazuje na další vztah, kdy sedm odběrů bylo provedeno v PP Rádlo,

tudíž se potvrzuje, že většina těchto mikroorganismů je soustředěna svým výskytem do této chráněné oblasti, kde je z hlediska antropogenního ovlivnění proveden nejmenší zásah. Z mapy je také dobře vidět rozdělení dvou částí PP Rádlo s odlišným pokryvem území. Jihovýchodní část je zařazena pokryvem území mezi louky, kde se nachází také mokřady a vlhčí místa. Nalezení živočichové v této části PP Rádlo tedy potřebují k životu především prostředí složené z vlhčích oblastí, které není pokryté lesy. Severozápadní část je zařazena pokryvem území mezi lesy, kde se nachází suchá místa, převážný stín a v některých částech také ojediněle rašeliniště. Nalezení živočichové v této části PP Rádlo tedy potřebují k životu především prostředí složené z lesů, stinných míst a suchých oblastí. Zbylé tři odběry byly provedeny mimo oblast PP Rádlo, kde rozmanitost živočichů nebyla tak vysoká. Hlavním důvodem malé rozmanitosti může být i to, že zde už není chráněné území a může tak do této oblasti zasahovat ve větší míře člověk a jiné faktory. I přes to je ale vidět, že se tyto živočichové nacházeli v blízkosti Rádelského potoka a převážně v lesních částech území.

7 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala biogeografií přírodní památky Rádlo a přilehlého povodí, které tvoří část Rádelského potoka. Hlavním cílem této práce byl biogeografický výzkum s použitím optické a elektronové mikroskopie, zjištění vztahu organismů mezi sebou v přírodní památce Rádlo a přilehlého povodí, vyčlenění biotopů a předmět ochrany v přírodní památce Rádlo.

Celkově je v této práci vybrané území popsáno pomocí map z hlediska geologického složení, pedologického složení a klimatu. Jsou zde také popsány vztahy mezi biosférou a organismy, hydrologií, konkrétně říční sítí a povodí Rádelského potoka a v neposlední řadě, jaké je ovlivnění člověkem na zkoumaném území. Důležitou částí práce je také vlastní vytvořená mapa, kde za pomoci pokryvu a využití území jsou zaznamenány a následně pak popsány vztahy mikroorganismů a využitím území.

Nejdůležitějším částí celé práce bylo přesné popsání metodiky sběru dat, hodnot a organismů, které byli získány na tomto území a následně zpracování do výsledků a grafů. Na toto měření a výzkum navazuje poslední část práce, která popisuje výsledky, jejich průběh, důvody a příčiny těchto výsledků. Tyto výsledky byly v mnoha ohledech velice užitečné pro syntézu a porovnání z hlediska biogeografie, kdy bylo možné vysvětlit, proč se tyto parametry a mikroorganismy takto vyvíjely a jak ovlivňují celé zkoumané území.

Výzkum z hlediska mikroskopických přístrojů byl zaměřen na mikroorganismy žijící ve vodě a také na souši. Díky mikroskopickým přístrojům, které jsou k dispozici na katedře geografie TUL, které byly pořízeny z projektu TUL: Rozvoj lidských zdrojů TUL pro zvyšování relevance, kvality a přístupu ke vzdělání v podmínkách Průmyslu 4.0., bylo možné odebrané vzorky vody a odebrané živočichy ze souše důkladně prozkoumat a na základě výzkumu určit, o jaké mikroorganismy a živočichy se jedná. Díky místům odběru živočichů ze souše šlo určit, jaké je ovlivnění v této oblasti z hlediska antropogenní činnosti a důležitosti PP Rádlo jako chráněného území.

Důležitým poznatkem celé práce je i ovlivnění zkoumané oblasti suchem a vysokými teplotami, které panovaly v létě roku 2018, kdy byl výzkum a odběry prováděny. Tyto faktory způsobily problémy, a to jak ve velkém rozmnožování sinic, tak velkém ovlivnění chodu Rádelského potoka. Důkazem je přítomnost sinic i v době, kdy začalo klesání teplot. Díky

těmto vysokým teplotám úplně vyschnul Rádelský potok, který napájí koupaliště Rádlo a je hlavně velice důležitý pro chráněnou i nechráněnou biotu v PP Rádlo a přilehlém povodí. To způsobilo velice těžké podmínky v celé oblasti, které v této době, kdy se začíná rozrůstat zástavba v oblasti pramene Rádelského potoka, jen ztěžuje situaci z celkového pohledu biogeografie zkoumané oblasti.

Seznam použité literatury

- Analýza a úprava vody, 2016. Konduktivita. In: *Co analyzovat* [online]. [vid. 20. 3. 2019]. Dostupné z: <https://www.analyzavody.cz/vlastnosti-vody/konduktivita/>
- Česká geologická služba, 2019a. Geologická mapa 1 : 50 000. In: *Geovědní mapy 1 : 50 000* [online]. [vid. 20. 3. 2019]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- Česká geologická služba, 2019b. Půdní mapa. In: *Půdní mapa 1 : 50 000* [online]. [vid. 20. 3. 2019]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>
- Česká geologická služba, 2007a. Bazalt. In: *Geologická encyklopedie* [online]. [vid. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?bazalt>
- Česká geologická služba, 2007b. Fylit. In: *Geologická encyklopedie* [online]. [vid. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?fylit>
- Česká geologická služba, 2007c. Granit. In: *Geologická encyklopedie* [online]. [vid. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?granit>
- Česká geologická služba, 2007d. Niva. In: *Geologická encyklopedie* [online]. [vid. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?niva>
- Česká geologická služba, 2007e. Svor. In: *Geologická encyklopedie* [online]. [vid. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?svor>
- Český hydrometeorologický ústav, 2018. *Naměřené hodnoty počasí v období 1998 až 2017 - meteorologická stanice Liberec.*
- Český statistický úřad, 2017. Počet a pohyb obyvatel v obcích okresu Jablonec nad Nisou v roce 2017. In: *Stav a pohyb obyvatel v obcích* [online]. [vid. 15. 3. 2019]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/xl/pohyb_obyvatel_ve_mestech_a_obcich
- Geoportál Libereckého kraje, 2019. *Koupaliště Rádlo (požární nádrž)* [online]. [vid. 15. 3. 2019]. Dostupné z: http://geoportal.kraj-lbc.cz/mapserv/rybniky/detail_view.php?id=643
- ChovZvirat.cz, 2019. *čolek horský* [online]. [vid. 10. 3. 2019]. Dostupné z: http://www.chovzvirat.cz/images/zvirata/colek-obecny_ilr33hk.jpg
- JirsaPhoto.cz, 2010. *rosnatka okrouhlolistá* [online]. [vid. 10. 3. 2019]. Dostupné z: <http://www.jirsaphoto.cz/img/galerie/rosnatka-okrouhlolista-4.jpg>
- KOTLÍK B., LANGHANS J., BERNÁTH P., KRAJÁK V., 2016. *Vzorkování II.* vyd. Český Těšín: 2 Theta. ISBN 978-80-86380-81-0.

KhoaTri, 2016. *Phenom Pro X desktop scanning electron microscope* [online]. [vid. 29. 3. 2019].
Dostupné z: http://khoatri.com/Images/Products/PRO%20PhenomWorld_1205_pro_BEW.jpg

Krajská hygienická stanice Libereckého kraje se sídlem v Liberci, 2018a. *Standardní pracovní postup - Odběr vzorků povrchové vody*.

Krajská hygienická stanice Libereckého kraje se sídlem v Liberci, 2018b. *Zpráva o průběhu koupací sezóny v roce 2018 na jednotlivých přírodních koupalištích v okrese Jablonec nad Nisou*.

Krajská hygienická stanice Libereckého kraje se sídlem v Liberci, 2018c. *Protokoly o zkoušce vzorků vody vodní nádrže Mšeno 2018*.

MALÍČEK J., BOUDA F., KOCOURKOVÁ J., PALICE Z., PEKSA O., 2018. *Zajímavé nálezy zástupců rodu lecanora v české republice*.

Mapy.cz, 2019. *Zeměpisná mapa* [online]. [vid. 9. 3. 2019]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zemepisna>

Obec Rádlo, 2019. Přírodní památka Rádlo. In: *Turistické informace* [online]. [vid. 10. 3. 2019].
Dostupné z: <https://www.radlo.cz/volny-cas/turisticke-informace/>

Obec Rádlo, 2011. Územní plán obce Rádlo. In: *Úřední deska* [online]. [vid. 12. 3. 2019]. Dostupné z: <https://www.radlo.cz/m/urad-73/uredni-deska/aktualni-uzemni-plan-obce-radlo-1043.html>

Odbor životního prostředí a zemědělství Libereckého kraje, 2015. Plán péče o PP Rádlo na období 2016 – 2025. In: *Přírodní památka Rádlo* [online]. [vid. 20. 3. 2019]. Dostupné z: <https://zivotni-prostredi.kraj-lbc.cz/page549>

Povodí Labe, 2019a. Způsob monitoringu a hodnocení zobrazovaných parametrů In: *Jakost vody v nádržích* [online]. [vid. 20. 3. 2019]. Dostupné z: http://www.pla.cz/portal/jvn/cz/popis_cz.htm

Regionální informační servis, 2016. *Obec Rádlo* [online]. [vid. 15. 3. 2019]. Dostupné z: <http://www.risy.cz/cs/vyhledavace/obce/detail?zuj=563781&zsj=138088>

Spach Optics, 2019. *OLYMPUS BX43 TRINOCULAR MICROSCOPE WITH PLAN 4X, 10X, 20X, 40X & 100X OBJECTIVES* [online]. [vid. 29. 3. 2019]. Dostupné z: <https://www.spachoptics.com/v/vspfiles/photos/OLYMPUS-BX43-2.jpg>

Státní zdravotní ústav, 2014. Atlas makroskopických jevů spojených s výskytem vodních květů sinic a dalších organismů v přírodních koupacích vodách. In: *Metody přírodní koupaliště* [online]. [vid. 27. 3. 2019]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/koupaliste-metody>

Turistický region Jizerské hory, 2019. *prstnatec májový a prstnatec fuchsův* [online]. [vid. 10. 3. 2019]. Dostupné z: <http://www.jizerky.cz/galerie/obrazky/imager.php?img=970256&x=392&y=590&hash=3a682d8c4ed9aab096126d1ab0ace21e>

ÚVT, BENETA.cz, 2004a. Fluvizem FL. In: *Taxonomický klasifikační systém půd ČR* [online]. [vid. 20. 2. 2019]. Dostupné z: http://klasifikace.pedologie.czu.cz/index.php?action=showPudniTyp&id_categoryNode=167

ÚVT, BENETA.cz, 2004b. Kambizem KA. In: *Taxonomický klasifikační systém půd ČR* [online]. [vid. 20. 2. 2019]. Dostupné z: http://klasifikace.pedologie.czu.cz/index.php?action=showPudniTyp&id_categoryNode=167

ÚVT, BENETA.cz, 2004c. Kambizem - dystrická d. In: *Taxonomický klasifikační systém půd ČR* [online]. [vid. 20. 2. 2019]. Dostupné z: https://klasifikace.pedologie.czu.cz/index.php?action=showPudniSubtyp&id_categoryNode=310

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2019a. *eKatalog BPEJ* [online]. [vid. 28. 3. 2019]. Dostupné z: <http://bpej.vumop.cz/>

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2019b. *K hodnotám BPEJ se dostanete i z katastru nemovitostí* [online]. [vid. 28. 3. 2019]. Dostupné z: <https://www.vumop.cz/k-hodnotam-bpej-se-dostanete-i-z-katastru-nemovitosti>

ŽiváVoda.cz, 2019. *Co je to ORP* [online]. [vid. 20. 3. 2019]. Dostupné z: <https://www.zivavoda.cz/co-je-to-orp/>