

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ



Fakulta životního
prostředí

STANOVENÍ CHEMICKÝCH PARAMETRŮ
V RAŠELINIŠTNÍM JEZERU CHALUPSKÁ SLAŤ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VYPRACOVALA: IVETA KUŘÁKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE: doc. Mgr. MAREK VACH, Ph.D.

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Iveta Kuřáková

Aplikovaná ekologie

Název práce

Stanovení chemických parametrů v rašeliništním jezeru Chalupská slať

Název anglicky

Determination of chemical parameters in the peat bog lake Chalupská slať

Cíle práce

Stanovení chemických a fyzikálně-chemických parametrů v rašeliništním jezeru Chalupská slať a vyhodnocení jejich výsledků v letním a zimním období.

Metodika

Odběry budou probíhat v létě v roce 2022 (červen, červenec, srpen) a v zimě 2022/2023 (listopad, prosinec, leden). Dále se bude stanovovat teplota, která se bude měřit na místě. Laboratorně se bude provádět potenciometrické měření pH, tvrdost vody – chelatometrickou metodou, chemická spotřeba kyslíku – Kubelova metoda. Budou se provádět i důkazy aniontů a kationtů v laboratorních podmínkách.

Výsledky budou vyhodnoceny a porovnávány mezi sebou. Budou vyzdviženy rozdíly mezi letním a zimním obdobím a zkoumáno jaké faktory na tyto rozdíly mají vliv. Tedy se bude sledovat a čerpat z literatury, jaké rostliny se v blízkosti rašeliniště vyskytují v letním období a jaké v zimním, takto se bere v úvahu i živočichové, kteří mají vliv na chemismus vody.

Doporučený rozsah práce

40 stran textu

Klíčová slova

Chalupská slať, chemismus vody, rašeliniště, rašeliništní jezero

Doporučené zdroje informací

- BEJČEK, Vladimír; ŠTASTNÝ, Karel; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA EKOLOGIE. *Metody studia ekosystémů*. [Kostelec nad Černými lesy]: Lesnická práce, 2001. ISBN 80-86386-19-8.
- DAVID, Petr a Vladimír SOUKUP. Šumava známa i neznáma. Praha: Universum, 2017. ISBN 978-80-242-5924-6.
- HORÁKOVÁ, Marta. *Analytika vody*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. ISBN 80-7080-520-.
- KOPÁČEK, Jiří, Josef HEJZLAR, Jiří KAŇA a Petr PORCAL. Faktory ovlivňující chemismus šumavských jezer. Researchgate.net [online]. 2001, 2001(4), čtyři [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Josef-Hejzlar/publication/239610453_Faktory_ovlivnujici_chemismus_sumavskych_jezer/links/0c96052d10848a8c-ovlivnujici-chemismus-sumavskych-jezer.pdf
- PETRÁŠ, Karel. Krajem šumavských Lad. České Budějovice: Kopp, 2019. ISBN 978-80-7232-517-7
- Šumavská rašeliniště a jejich ochrana. ŽIVA. 2013, 2013(5), tři
- ZÁBRANSKÁ, Jana. *Laboratorní metody v technologii vody*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1997. ISBN 80-7080-272-3.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 5. 12. 2022

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 12. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 22. 03. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Stanovení anorganických iontů ve vodách v okolí Borových Lad vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila, a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

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

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

V Praze, dne 11.3.2024

Podpis:

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucímu bakalářské práce doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D. za vedení, odbornou pomoc, velkou ochotu a trpělivost při vedení mé práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Janu Pincovi, Ph.D. za pomoc při sběru a zpracování vzorků. Zvláště bych na tomto místě ráda poděkovala také kolegům z Fyzikálního ústavu AV ČR, Mgr. Zuzaně Böhmové, Ing. Zuzaně Málkové a Ing. Janu Drahokoupilovi, Ph.D., za možnost rozšířit svou práci o další experimentální metody. Tyto metody se významně podílely na zvýšení odborné kvality této práce. Následně bych chtěla poděkovat své rodině za trpělivost a lásku, kterou mi během studia dávali. V neposlední řadě děkuji firmě Weber Saint-Gobain Construction Products CZ a.s., oddělení R&D za pochopení a poskytnutí času při mém studiu.

Stanovení chemických parametrů v rašelinistním jezeru Chalupská slat'

Souhrn práce

Borová Lada a její okolí jsou známé zejména svým přírodním bohatstvím v podobě rašelinového jezírka (Chalupská slat') a oblastmi s výskytem chráněných živočichů. Velká část této oblasti je tvořena vodními toky, jejichž anorganické složení může charakterizovat celkovou kvalitu prostředí. Tato bakalářská práce je zaměřena na stanovení vybraných anorganických prvků ve vodě, analýzu vnosu v rámci vodního sloupce a anorganické hmoty odebrané ze dna toků ve třech oblastech. Těmito oblastmi byly Chalupská slat', Vltava a Vydří potok. Hodnoty koncentrace kyslíku, pH, a vodivosti vedly ke stanovení faktorů podílejících se na jejich změnách v rámci 5 měsíců (září - leden). Tyto faktory sestávaly v případě kyslíku zejména z fyzikálních vlastností prostředí jako je teplota, či tlak. Hodnota pH dosahovala velmi nízké hodnoty v případě rašelinového jezírka, což bylo zapříčiněno koloběhem vody v této charakteristické oblasti. Vodivost byla ovlivněna zejména vysokou koncentrací dusičnanů, které s největší pravděpodobností pocházejí ze zemědělské činnosti v okolí odběrů. V rámci atomové absorpční spektrometrie byly analyzovány K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , $Fe^{2/3+}$ ionty. Koncentrace iontů ve většině případech nepřesahovala mezní koncentrace pro pitnou vodu. Překročení těchto hodnot bylo s největší pravděpodobností způsobeno půdním profilem v okolí toku a lidskou činností. Nejvyšší koncentrace těchto prvků byly naměřeny v případě Vydřího potoka. Nejnižší koncentrace byly naopak naměřeny v případě Chalupské slati. Analýza vnosů a anorganické hmoty ze dna toků prokázala přítomnost velkého množství sloučenin obsahující rovněž analyzované prvky (atomová absorpční spektrometrie). Tato skutečnost vede k domněnce týkající se zvětvávání okolních hornin a ovlivňování chemického složení vody. Bakalářská práce rozšiřuje dostupné znalosti o anorganickém složení vod ve specifické oblasti Borové Lady.

Klíčová slova: Chalupská slat', chemismus vody, rašelinisté, rašelinistní jezero

Determination of Chemical Parameters in the Peat Bog Lake Chalupská Slat'

Summary

Borová Lada and its surroundings are known for their natural richness, particularly in the form of peat bogs (Chalupská slat') and areas with protected wildlife. A large part of this area is formed by watercourses, whose inorganic composition can characterize the overall environmental quality. This bachelor's thesis focuses on the determination of selected inorganic elements in water, the analysis of sedimentation within the water column, and the inorganic matter taken from the bottom of the streams in three areas. These areas were Chalupská slat', Vltava, and Vydří potok. The values of oxygen concentration, pH, and conductivity led to the determination of factors involved in their changes over a period of 5 months (September - January). In the case of oxygen, these factors consisted mainly of the physical properties of the environment such as temperature or pressure. The pH value reached very low levels in the case of the peat bog, which was caused by the water cycle in this characteristic area. Conductivity was influenced mainly by the high concentration of nitrates, which most likely originated from agricultural activities in the surrounding areas. Within atomic absorption spectroscopy, K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , $Fe^{2/3+}$ ions were analyzed. The ion concentrations, in most cases, did not exceed the limit concentrations for drinking water. The exceeding of these values was most likely caused by the soil profile in the vicinity of the stream and human activity. The highest concentrations were measured in the case of the Vydří potok. The lowest concentrations were measured in the case of Chalupská slat'. The analysis of sedimentation and inorganic matter from the bottom of the streams demonstrated the presence of a large amount of compounds containing the analyzed elements as well (atomic absorption spectroscopy). This fact leads to the assumption regarding the weathering of surrounding rocks and the influence on the chemical composition of water. This bachelor's thesis extends the available knowledge about the inorganic composition of water in the specific area of Borová Lada.

Keywords: Chalupská slat', chemical composition of waters, bog, bog lake

Obsah

| | |
|---|----|
| 1. Úvod | 1 |
| 2. Cíle práce | 2 |
| 3. Literární rešerše | 3 |
| 3.1. Šumava..... | 3 |
| 3.1.1 Charakteristika oblasti..... | 5 |
| 3.1.2 Geomorfologie | 6 |
| 3.1.3 Geologie..... | 7 |
| 3.1.4 Pedologie..... | 7 |
| 3.1.5 Klimatické poměry..... | 9 |
| 3.1.6 Biotopy..... | 12 |
| 3.2. Rašeliniště | 14 |
| 3.2.1 Typy rašelinišť | 15 |
| 3.3. Chalupská slat'..... | 17 |
| 3.3.1 Těžba rašeliny | 19 |
| 3.3.2 Geomorfologie | 20 |
| 3.3.3 Geologie..... | 20 |
| 3.3.4 Pedologie..... | 21 |
| 3.3.5 Klimatické poměry..... | 24 |
| 3.4. Chemismus vod..... | 29 |
| 3.4.1 Chemismus tekoucích vod | 29 |
| 3.4.2 Chemismus dešťových vod..... | 30 |
| 3.4.3 Chemismus rašeliništních vod | 31 |
| 4. Experimentální část | 32 |
| 4.1. Místa odběru | 32 |
| 4.2. Odběr vzorků | 33 |
| 4.3. Stanovení koncentrace iontů vybraných prvků..... | 34 |
| 4.4. Analýza anorganických složek ze vznosu..... | 34 |
| 4.5. Analýza anorganických složek odebraných ze dna toku..... | 35 |
| 5. Výsledky | 36 |
| 5.1. Vodivost, pH a koncentrace kyslíku | 36 |
| 5.2. Koncentrace vybraných iontů v odebraných vzorcích | 37 |
| 5.3. Analýza anorganických složek ve vznosu..... | 39 |
| 5.4. Analýza anorganických složek odebraných ze dna toků..... | 41 |
| 6. Diskuze | 44 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 6.1. | Vodivost, hodnota pH a koncentrace kyslíku | 44 |
| 6.2. | Koncentrace vybraných iontů v odebraných vzorcích | 47 |
| 7. | Závěr | 51 |
| 8. | Použité zdroje a literatura..... | 52 |

1. Úvod

Borová Lada je jednou z mnoha Lad na území Národního parku Šumava a nachází se v jihozápadních Čechách mezi obcemi Horní Vltavice a Kvilda. Unikátem této oblasti je největší rašelinové jezero na Šumavě, které se společně s přilehlou rašeliništní oblastí nazývá Chalupská slat'. Chalupská slat' je velmi oblíbená turistická lokace národního parku, ve které se návštěvníci oblasti mají možnost dozvědět informace o historii těžení rašeliny, o místní atraktivní fauně a floře, případně o místních zajímavostech v blízkém okolí. Jedná se o velmi specifickou oblast, což naznačuje velmi omezené množství informací o tomto místě. Se zvyšujícími nároky na ekologii prostředí je zapotřebí monitorovat i takto specifické oblasti. Díky své specifčnosti může v těchto oblastech docházet k výraznějším změnám, které lze potenciálně monitorovat. Jedním z možných způsobů, jak monitorovat tyto oblasti je prostřednictvím vody a jejího složení. Jedná se však o poměrně složitou problematiku zahrnující organické, anorganické složení, přítomnost organismů, nebo okolní faunu a flóru. Vzhledem ke komplexnímu charakteru problematiky je nezbytné detailně popsat každý ze zmíněných vlivů tak, aby bylo možné najít činitele změn a následně i potenciální řešení. Z vyjmenovaných faktorů ovlivňující vodu a její složení je základním předpokladem znalost anorganického složení, které následně umožňuje propojit další parametry a vytvořit komplexní obraz situace na daném místě.

2. Cíle práce

Cílem této práce bylo v teoretické části seznámení s pohořím Šumava. Konkrétně poznáním zájmové oblasti Chalupská slat' a jejího okolí. Tato část je zaměřena na souhrn potenciálních faktorů ovlivňujících vodní plochy v dané lokalitě a jejich složení. V případě experimentální části této práce jsou pak tyto faktory propojeny s experimentálními výsledky získanými analýzou vzorků z oblasti Borové Lady. Nejprve bylo předpokládáno, že se bakalářská práce zaměří pouze na rašeliništní jezero. Během měření, ale byla práce rozšířena o okolí Chalupské slati. Konkrétně se téma rozšířilo o měření ve dvou dalších lokalitách v blízkosti Chalupské slati, jmenovitě o Vydří potok a Vltavu. Toto rozšíření bylo realizováno zejména kvůli možnosti vzorky porovnat a spolehlivě vyvodit vztahy mezi fyzikálně-chemickými vlastnostmi a dalšími faktory (složení půdy, klimatické podmínky, znečištění, apod.).

Konkrétní cíle této práce lze shrnout do následujících bodů:

- Analýza faktorů ovlivňujících anorganické složení vod v okolí Borové Lady.
- Stanovení hodnoty pH, vodivosti a koncentrace kyslíku v oblastech Chalupská slat', Vltava a Vydří potok.
- Stanovení koncentrace K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , $Fe^{2/3+}$, NO_2^- , NO_3^- iontů v oblastech Chalupská slat', Vltava a Vydří potok.
- Analýza chemického složení pevných částic ve vznosu z oblastí Chalupská slat', Vltava a Vydří potok.
- Fázové složení, distribuce a chemické složení vodních sedimentů z oblastí Chalupská slat', Vltava a Vydří potok.
- Odhalení vlivu atmosférických podmínek, okolní vegetace a lidské činnosti na anorganické složení vod v oblastech Chalupská slat', Vltava a Vydří potok.
- Porovnání obdržných výsledků se standardy pro pitnou vodu.

3. Literární rešerše

„Ty hory jsou samá voda, to jsem blázen, odkud to všechno teče. Za vlnou kopce nová vlna, samý dlouhý a hluboký les; tady je všechno stavěno do nekonečné délky, hory, vesnice, i lesy i čas, čas dlouhý a šumící.“

Karel Čapek: Obrázky z domova

3.1. Šumava

Šumava je největším národním parkem (NP) České republiky nacházejícím se převážně na území Jihočeského kraje s přesahem do kraje Plzeňského. Tento národní park se nachází na území tří okresů, jmenovitě Českého Krumlova, Prachatic a Klatov. Velká část této přírodní oblasti přesahuje také do sousedního Německa, kde je stejně jako v České republice chráněna v podobě národního parku Bavorský les. Celá tato oblast, tedy Šumava na straně české a Bavorský les na straně německé, tvoří nejzachovalejší lesní komplex ve střední Evropě [1].

Počátky ochrany Šumavy spadají do poloviny 19. století, kdy v roce 1858 došlo k založení jedné z prvních rezervací na území Rakouského císařství s názvem Boubínský prales. Rozšíření ochrany tohoto území nastalo až v roce 1963, kdy byla výnosem Ministerstva kultury Šumava prohlášena za chráněnou krajinnou oblast (CHKO). Chráněná krajinná oblast Šumava měla v době svého založení rozlohu téměř 167 tisíc hektarů, což odpovídalo největšímu chráněnému území v Československu [2]. V roce 1990 byla Šumava začleněna na seznam UNESCO jako Biosférická rezervace Šumava. Následující rok bylo vydáno nařízení vlády č. 163/1991 Sb, které vedlo ke zřízení Národního parku Šumava na části původního CHKO [3]. V současné době Národní park Šumava zaujímá rozlohu 68 tisíc hektarů s členěním na zóny dle přírodních podmínek a cílů ochrany, které jsou uvedeny v příloze č. 1 k vyhlášce č. 42/2020 Sb. s aktuálním zněním [4]:

A. Přírodní zónu tvoří ucelené plochy s převažujícím výskytem

- a) přirozených lesních ekosystémů smrčín, rašelinných lesů, lužních lesů a bučin,
- b) přirozených mokřadních ekosystémů pramenišť, slatinných a přechodových rašelinišť a vrchovišť,
- c) přirozených skalních ekosystémů skalní vegetace sudetských karů,
- d) přirozených vodních ekosystémů makrofytní vegetace oligotrofních jezírek a tůní, vegetace šídlatek a makrofytní

vegetace vodních toků, s cílem je zachovat a umožnit v nich nerušený průběh přírodních procesů.

B. Přírodě blízkou zónu tvoří ucelené plochy s převažujícím výskytem

- a) člověkem částečně pozmeněných lesních ekosystémů smrčín, rašelinných lesů, suťových lesů, lužních lesů a bučin,
- b) člověkem částečně pozmeněných mokřadních ekosystémů slatinných a přechodových rašelinišť a pramenišť,
- c) člověkem částečně pozmeněných vodních ekosystémů makrofytní vegetace vodních toků, s cílem dosažení stavu odpovídajícího přirozeným ekosystémům.

C. Zónu soustředěné péče o přírodu tvoří

1. plochy s převažujícím výskytem

- a) člověkem významně pozmeněných lesních ekosystémů bučin a smrčín,
- b) člověkem významně pozmeněných travinných ekosystémů luk a pastvin, smilkových trávníků a nížinných až horských vřesovišť,
- c) člověkem významně pozmeněných vodních ekosystémů makrofytní vegetace vodních toků,

s cílem zachování nebo postupného zlepšování stavu ekosystémů, významných z hlediska biologické rozmanitosti, jejichž existence je podmíněna trvalou činností člověka a

2. plochy s převažujícím výskytem

- a) člověkem významně pozmeněných lesních ekosystémů bučin, suťových lesů, lužních lesů a smrčín,
- b) člověkem významně pozmeněných slatinných a přechodových rašelinišť,
- c) člověkem významně pozmeněných vodních ekosystémů makrofytní vegetace vodních toků, s cílem obnovy přírodě blízkých ekosystémů.

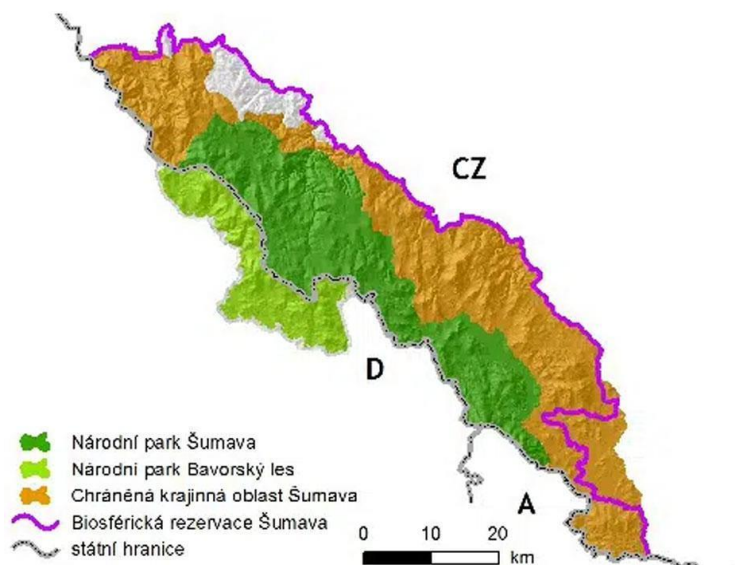
D. Zónu kulturní krajiny tvoří

- a) zastavěné plochy a zastavitelná území obcí s výskytem urbanizovaných území a na ně navazujících antropogenních ploch

se sporadickou vegetací mimo sídla, určených k jejich udržitelnému rozvoji

- b) plochy s výskytem člověkem pozmeněných ekosystémů lesních kultur, intenzivně obhospodařovaných polí a luk, určených k trvalému využívání člověkem.[11]

Význam Národního parku Šumava nekončí pouze v okolí našich hranic, ale je začleněn i do mezinárodních úmluv. Jako příklad mohou být uvedena šumavská rašeliniště, která jsou zapsána do seznamu Ramsarské konvence, která pojednává o ochraně mokřadů s mezinárodním významem. Dále je Šumava označovaná jako ptačí oblast, a to podle Směrnice evropského parlamentu a rady o ochraně volně žijících ptáků, která je součástí zákona č.114/1992 Sb. V neposlední řadě je Šumava zařazena do Mezinárodní unie pro ochranu přírody (IUCN) do „Červené knihy ekosystémů“ [3, 5].



Obr. 1: Dělení a rozsah CHKO a NP Šumava [6].

3.1.1 Charakteristika oblasti

Geologické, geomorfologické, ale i půdní podmínky, které Šumava nabízí jsou ideální pro tvorbu rozmanitého prostředí. Není divu, že se zde nachází široký interval ekologicky významných lokalit a druhů, které jsou vázány na tyto přírodní, kulturní, nebo sukcesní stádia vývoje ekosystémů. Dané ekosystémy nebyly vytvořeny jen samotnou přírodou, ale velký vliv na její vývoj měl také člověk, a to pozitivním

vlivem, kdy zemědělství přispělo k vytvoření ranných sukcesních stavů, nebo negativním vlivem v podobě kácení původních stromů, které se dříve používaly ve sklářském průmyslu, který byl na Šumavě velmi rozvinutý.

3.1.2 Geomorfologie

Šumava se řadí mezi nejstarší pohoří ve střední Evropě. Počátek vývoje Šumavy lze datovat do počátku druhohor. Paroviny, tedy zarovnaný povrch, který pokrýval tuto oblast byl původně v období druhohor porušen, a to Alpínským vrásněním. Během narušení zemské kůry převažovalo teplé a vlhké podnebí [7]. Následně, docházelo ke vzniku nového zarovnaného povrchu, a to až do období mladších třetihor, kdy docházelo ke změně klimatu. Tyto změny byly charakterizovány ubýváním srážek a ochlazením podnebí. Radikální změna klimatu měla za následek vytvoření tzv. pedimentů na úpatí hřbetů. Pediment je definován jako mírně nakloněný sečný povrch s vrstvou zvětralin [8], tyto útvary se nacházejí v oblasti Šumavy dodnes.

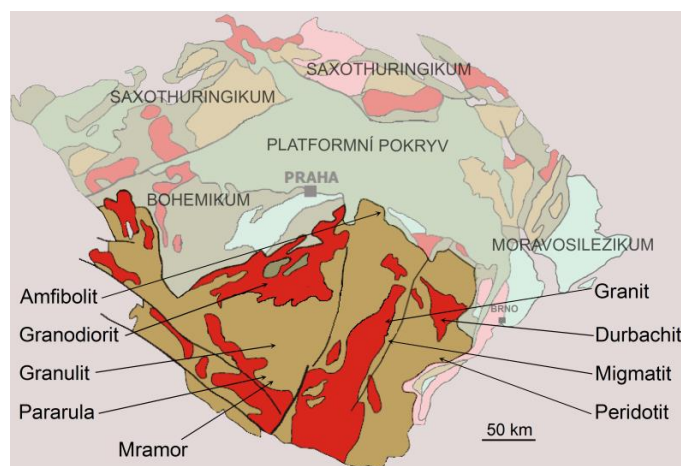
Největší změny Šumavy jsou datovány právě do období třetihor, přesněji do období pliocénu (poslední stádium třetihor). Tyto změny pokračovaly i ve starších čtvrtohorách (pleistocénu). Během tohoto období docházelo k narušování zemské kůry a vlivem nestálého podnebí také k vytvoření přechodů mezi dobou ledovou a dobou meziledovou. Střídáním těchto dob docházelo ke vzniku ledovců, které byly následně vlivem gravitace uvolněny a taženy do údolí hor. Uvolněné ledovce za sebou během své cesty zanechávaly nejen úlomky ze svých struktur, ale také s sebou strhávaly veškerý povrch, který je na cestě dolů potkal [9]. Tento proces vedl k vytvoření ledovcových jezer, která jsou pro šumavskou oblast velmi charakteristická. Dále se v této lokalitě vyskytuje velké množství mrazových srubů a mrazových srázů, které vznikaly mrazovým zvětráváním [10].

Šumavskou subprovincii lze dělit na dvě podoblasti, a to na Šumavskou pahorkatinu a Českoleskou podsoustavu. Šumavská pahorkatina se dále dělí na Šumavu, Šumavské podhůří, Novohradské hory a Novohradské podhůří. Českoleská podsoustava se udává jako soubor Českého lesa, Podčeskoleské pahorkatiny a Všerubské vrchoviny [11].

3.1.3 Geologie

Přibližně ve středu Šumavy se rozléhají šumavské pláně, tedy náhorní rovina, která se nachází v nadmořské výšce okolo 1000 m. Směrem k severozápadu se nachází Železnorudská hornatina a druhým směrem, tedy k jihovýchodu je pohraniční hřbet Trojmezzenské hornatiny a vnitrozemský hřbet Boubínské a Želnavské hornatiny.[12].

Z geologického pohledu je Národní park Šumava tvořen dvěma základními geologickými celky, a to moldanubikem a moldanubickým plutonem [11]. Moldanubikum je nejvýchodnější část moldanubické zóny variských internid a nachází se v jižní a jihozápadní části Českého masivu [11]. V oblasti moldanubika se vyskytují ve větším množství pararuly, migmatity, ale také se zde najdou dvojslídne pararuly, granulity a v určité míře i ostrůvky ortorul. Dále se zde objevují žuly a granodiority čili hlubinné vyvěřeliny granitoidního typu. Moldanubický pluton je středem Českomoravské vrchoviny s přesahem do oblasti Šumavy. Jeho vznik je datován do období variské orogeneze. Vyskytují se v něm především horniny na bázi žuly. Dále je charakterizován Prášilským masívem, masívem Vydry a masivy Plešným a Vyšebrodským [13, 14].



Obr. 2: Schematická geologická mapa moldanubika [14].

3.1.4 Pedologie

Půdní typy vyskytující se v šumavské oblasti, jsou výsledkem komplikovaných a dlouhodobých půdotvorných procesů. Tyto děje jsou ovlivněny několika faktory, které jsou důležité nejen pro tvorbu půdních typů, ale i k vytvoření půdního profilu

jako celku. Takovýmto faktorem pro tvorbu půdy je například horninový podklad. Dále je zde velký vliv reliéfu, klimatu, podzemní vody, organismů a v neposlední řadě lidské činnosti [15].

Charakteristickým půdním typem jsou zde hnědé půdy. Tento typ se vyskytuje především na okraji Šumavy. Typické pro tyto půdy, vyskytující se v celé oblasti podhůří Šumavy, je růst kyselého pH s nadmořskou výškou. Obecně hnědé půdy vznikají především na horninových podkladech, které jsou nejčastěji na bázi zvětralých rul, svorů nebo žul. Probíhá zde vnitropůdní zvětrávání, u kterého dochází k hnědnutí a k přeměně jílových nerostů. Se stoupající nadmořskou výškou dochází k uvolňování kyslíkatých sloučenin železa a hliníku a za účasti organických kyselin, vzniká horizont hnědnutí [15].

Typické pro horské oblasti jsou podzolové půdy i tento půdní typ je na Šumavě velmi častý. Podzolovým půdám vyhovuje teplota od 0–6 °C a srážky, které jsou vyšší než 800 mm. Jejich půdotvorný proces probíhá pod jehličnatým porostem, dá se tedy opravdu nazvat typicky horskou půdou. Substrátem pro vznik jsou většinou horniny jako je žula, rula a svory. Proces vzniku podzolů se nazývá podzolizace, která probíhá ve dvou procesech, nejprve dochází k zvětrávání a následně ve velmi kyselém prostředí za přítomnosti fulvokyselin se rozkládá primární materiál, oxidy železa a hliníku, podobně jako humusové látky. Takto rozložený materiál se ukládá do podloží. Pod humusovým horizontem je dále vybělený eluviální horizont, který hlouběji přechází v horizont iluviální. Tento horizont se skládá ze dvou částí, z části mocné, která je tmavě zbarvená a ukládají se zde humusové látky, a z části spodní rezivé ve které jsou nahromaděny sloučeniny železa a hliníku [16].

Ve větší míře se zde také objevuje organozem, která se řadí mezi organosoly. Definicí organozemě je mocnost organického rašelinného horizontu s přesahem 50 cm. Pokud je tento typ označen typem T, dosedá na pevnou skálu, a jeho mocnost může být menší. Vlastnosti i vznik organozemě je pevně spojen s organickým materiálem, který tento typ zakládá. Organozemě se vyskytují především okolo rašelinišť, nebo slatí [17].

Kambizem je dalším typem, který se objevuje v šumavské oblasti. Kambizem je řazena do půdní kategorie kambisoly. Tato kategorie se vyskytuje na velké části území České republiky a je tedy přirozené, že se bude objevovat i na Šumavě. Chemismus této kategorie je velmi rozsáhlý neboť je ovlivněn chemismem substrátu, na kterém

vzniká (žuly, pískovce..). Kromě chemismu ovlivňuje substrát také fyzikální vlastnosti této kategorie [18].

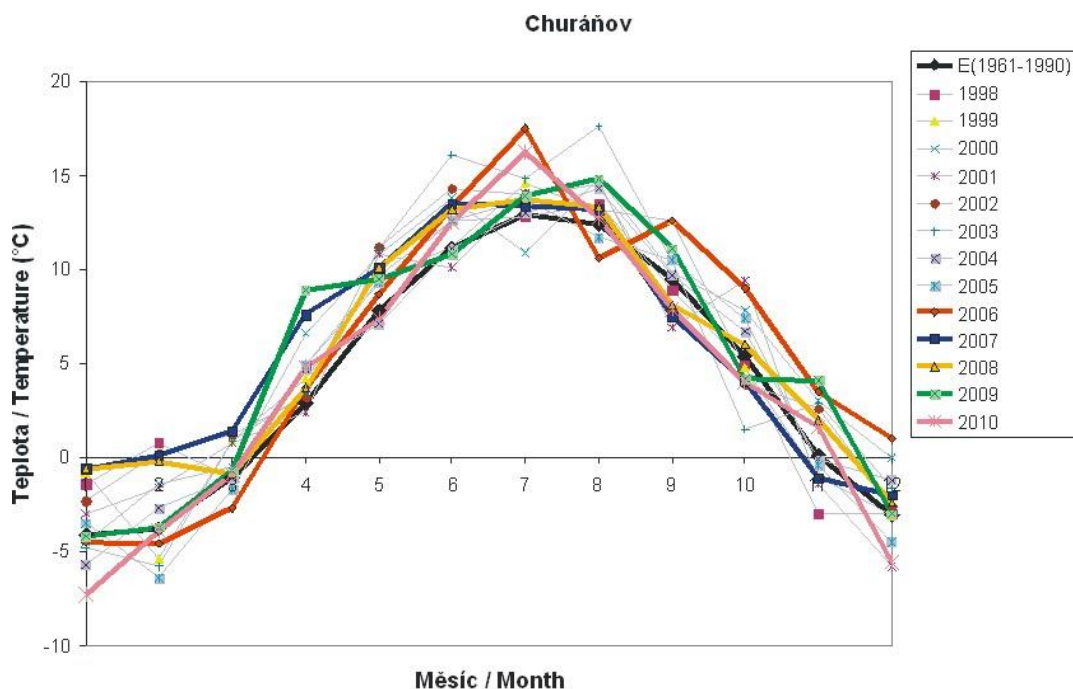
Posledním typem, který se vyskytuje na Šumavě, ale jen ve velmi malé míře je typ zvaný gleje [19].

3.1.5 Klimatické poměry

Šumava se nachází v oblasti přechodného středoevropského klimatu, a podle klimatického členění patří hlavní část tohoto pohoří do chladné klimatické oblasti. Jen některé části v nižších polohách se řadí do mírně teplých oblastí. Celkový ráz podnebí se nachází na rozhraní mezi kontinentálním a oceánským podnebím, lze tedy očekávat, že v této oblasti dochází k malým výkyvům teplot a stabilnímu, rovnoměrnému úhrnu srážek během celého roku [20].

- **Teplota**

Podle stanice Churáňov, která slouží k zaznamenávání klimatických změn na Šumavě, byly zaznamenány viditelné teplotní výkyvy v průběhu let. Zaznamenané výkyvy jsou pro horské oblasti netypické, a to hned z několika důvodů. V případě letních a zimních měsíců dochází v těchto oblastech k dosažení vyšších teplotních maxim, než je tomu v horských oblastech zvykem. Z grafů zpracovaných na základě dat obdržených meteorologickou stanicí Churáňov je zřejmé, že teploty v letních měsících začínají dosahovat v průměru až 20 °C. V zimních měsících naopak nedochází k dosažení teplot hluboko pod bod mrazu, ale pouze hodnot oscilujících okolo nuly. K tomuto fenoménu dochází také v měsících, ve kterých bývá zima obvykle nejsilnější. I přes mírný nárůst průměrné teploty je zde daleko méně teplých dnů než chladnějších, které zde přetrvávají [21].

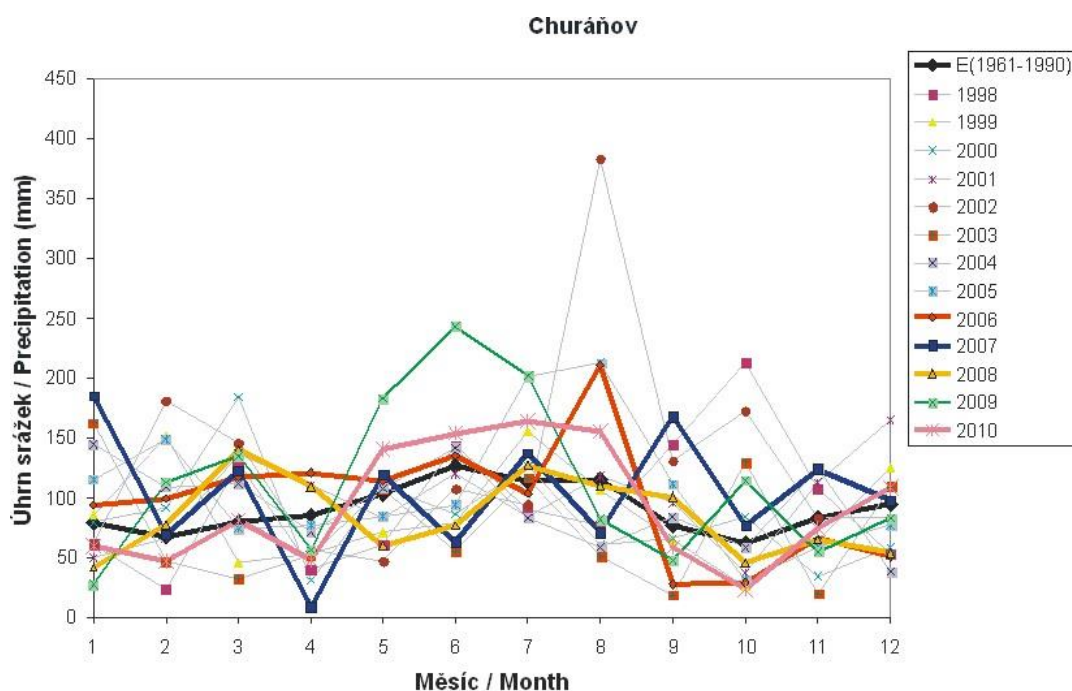


Obr. 3: Průměrné teplotní změny na Šumavě [21].

- **Srážky**

Šumavu lze rozčlenit do tří srážkových území. První oblast se rozkládá v hraniční části a označuje se jako větrná část. V této části se roční průměrný srážkový úhrn pohybuje v hodnotách okolo 1500 mm. Další oblast se nachází na vrcholové části Šumavy, a jsou zde zahrnuty vrcholky Churáňov a Boubín [7]. Toto území spadá do oblasti méně vydatných dešťových srážek, jejichž úhrn je uveden v rozmezí 550 až 600 mm. Poslední oblast zaujímá okolí Javorníku, Libína, Blanského lesa a Kletí, a dá se označit jako závětrná srážková část. Nejnižší srážkový úhrn je na okraji Šumavy v okolí Prachatic [22].

V šumavské oblasti se prosazuje fénový vliv Alp. Tento vliv se projevuje jako snížení srážek v teplých měsících roku. Z dlouhodobého sledování srážek stanicí Churáňov je viditelné, že je nejnižších hodnot dosahováno především v měsících prosinec a leden, ale i v těchto měsících dochází k lehkému nárůstu průměrné hodnoty dešťových srážek v čase. Naproti tomu dochází k viditelnému úbytku dešťových srážek v jarních a podzimních měsících. Tento nárůst srážek v zimním období a snížení srážek v jarním a podzimním období souvisí s celkovou změnou klimatu. Nejen ve zmiňované oblasti, ale i v celé střední Evropě [23].



Obr. 4: Úhrn dešťových srážek sledovaný stanicí Churáňov [21].

- **Větrné podmínky**

Šumava je typické pohoří nejen ve svém složení, ale také větrnými podmínkami. Síla větru v této oblasti dokáže vyvinout velmi velkou sílu. Častým návštěvníkem pohoří bývají vichřice, které dokážou dosáhnout rychlosti až $44 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Síla větru je kromě nadmořské výšky velmi často ovlivňována také umístěním pohoří vůči směru větru. Vrcholy Šumavy jsou orientovány k jihozápadnímu směru větru, který v zde převládá. V důsledku toho dochází k navýšení jeho rychlosti v horských polohách při přechodu front. Jak bylo uvedeno výše, velký vliv na sílu větru má právě nadmořská výška. I na tak malém území jsou rozdíly v měřicích stanicích v různých nadmořských výškách rozeznatelné. Stanice Churáňov, která se nachází na území Šumavy na české straně, udává nejvyšší naměřenou rychlost větru na $44 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ [24]. V roce 2007 byla na Velkém Javorníku (německá strana Šumavy) během orkánu Kyrill naměřena rychlost $47 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Zatímco na české straně byla hodnota síly větru pouhých $38 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Tedy je vidět, že rozdíl v nadmořských výškách je opravdu velmi důležitý. I zde podle výzkumu Českého hydrometeorologického ústavu dochází k viditelnému poklesu výskytu větrných přívalů [25].

- **Sněhové podmínky**

Sníh k Šumavě neodmyslitelně patří, i když už i v tomto pásmu dochází k jeho ubývání. Není to pouze otázka velikosti vrstvy sněhu, která na danou lokalitu napadne, ale i počet dní, které daná vrstva vydrží. Přítomnost sněhové pokrývky je na Šumavě typická od prosince do března. Ve vyšších polohách pohoří se ale sníh vyskytuje již na začátku října a někdy přetrvává do pozdních jarních měsíců jako je květen. Velký vliv na sněhovou pokrývku má nejen tvar šumavského pohoří, ale především jej velmi ovlivňuje fénový efekt. Fénový efekt je popsán jako proudění vzduchu přes pohoří, což má za následek oblevy, během kterých dochází k tání sněhu. K tání sněhu nepřispívá pouze fénový efekt, nebo tvar daného pohoří, ale také zvyšující se teploty na počátku jarního období. K největšímu teplotnímu nárůstu dochází již v dubnu, a tedy už v tomto raném jarním období dochází k tání sněhu. Výzkum ČMÚ dospěl k závěrům, že sníh v této oblasti za posledních 10 let roztává i o 21 dní dříve, než tomu bylo v letech minulých, konkrétněji mezi roky 1987 až 1996, kdy probíhalo první stádium výzkumu. K rychlejšímu tání sněhu také přispívá i růst zimních dešťových srážek, které jsou v této oblasti čím dál častější a nahrazují srážky sněhové [26].

3.1.6 Biotopy

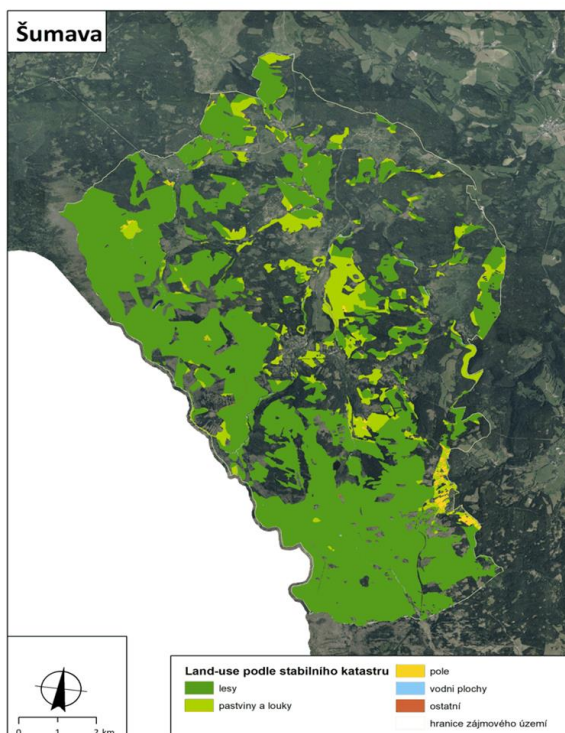
Šumava a její přírodní rozmanitost je velmi pestrá, nejen co se týče přírodních úkazů, ale také klasických ekosystémů. Největší území Šumavy zabírají lesy, jejichž plocha zabírá zhruba 80 % z území národního parku. Nejčastěji se zde vyskytují květnaté bučiny, acidofilní bučiny a horské smrčiny. Tyto biotopy poskytují útočiště mnoha živočichům, kteří se zde vyskytují [27]. Častý je zde výskyt jelena evropského, vlka obecného, rysa ostrovida a mnoho dalších. Je pravdou, že na území Šumavy docházelo v historii k úbytku lesních porostů. Hlavním důvodem byla toulavá těžba dřeva do doby, než byl její vliv v 18. století eliminován tím, že bylo zavedeno lesní hospodářství. To bylo zavedeno zejména z důvodu zachování lesních porostů. Vznik lesního hospodářství jistě neměl za následek jen pozitivní vliv. Během rozvoje tohoto hospodářství docházelo i k velkému šíření smrkových dřevin, které zakotvily i v šumavské oblasti [28]. Než byla Šumava vyhlášena národním parkem docházelo i zde k rozsáhlému lesnímu managementu. To vedlo k zachování pouze omezeného množství původních lokalit. Během lesního hospodářství docházelo nejen v těchto oblastech k velkému rozvoji smrkových lesů, které byli velmi oblíbené pro svůj rychlý

stromový přírůstek. V důsledku toho byl původní šumavský porost z velké části vykácen a nahrazen smrkem. Tento zásah do lesní skladby se projevuje dodnes. Příkladem může být kůrovcová kalamita, která zasáhla především velkou část smrkového území. Vzhledem k povrchovým kořenům smrků mohou být příkladem také četné vývraty v těchto oblastech. Kromě smrkových porostů se zde dají za původní porosty označit buk lesní, javor klen, jilm horský, jasan ztepilý, lípa velkolistá a ve vyšších polohách jedle bělokorá [29].

Další významná skupina biotopů je primární bezlesí. Primární bezlesí je definováno jako území, které není vhodné pro růst lesa. Do této skupiny se řadí například kamenná moře, která vznikala rozpadem skalních výchozů a dají se popsat jako souhrn kamenů ležících na temenech hřbetů hor. Dále se pod tímto biotopem skrývají ledovcová jezera, která jak název napovídá vznikla působením ledovců. Tato jezera se zde začala tvořit již ve čtvrtohorách. Na Šumavě jsou dvě nejznámější ledovcová jezera Čertovo a Černé. Rovněž do této skupiny spadají rašelinné mokřady (horská a údolní vrchoviště) [20].

Druhotné bezlesí je následujícím biotopem, který se na Šumavě vyskytuje ve velké míře. Jedná se především louky a pastviny, které vznikaly také působením lidské činnosti [30].

V okolí těchto biotopů se velmi často vyskytují vodní plochy, které na toto území neodmyslitelným způsobem patří a doplňují úchvatnou šumavskou krajinu. Nejznámější řekou Šumavy je nejdelší řeka na území české republiky, tedy Vltava. Vltava nejenže šumavským územím protéká, ale také se zde nachází její pramen. Pramen Teplé Vltavy se nachází 5 kilometrů jihozápadně od obce Kvilda, 600 metrů od hranic s Německem. Na šumavském území se nachází nejen Vltava, ale také spousta malebných říček a potoků jako je Vydra, Otava, Křemelná, Vydří potok, Modravský potok a v neposlední řadě Kvildský potok. Většina těchto řek a potoků se postupně stávají součástí zmíněné Vltavy [9]. Nejen řeky, potoky nebo jezera jsou přírodní krásou Šumavy. Nemalý podíl na utváření krajiny měli i lidé. Příkladem těchto úkazů jsou vytvořené vodní toky, které sloužily ke splavování dřeva ze špatně přístupných míst. Nejznámější plavební kanál je kanál Schwarzenberský. Schwarzenberský kanál začíná na bavorské hranici nedaleko Nového Údolí a celková délka kanálu dosahuje kolem 44 kilometrů. Dalším velmi známým plavebním kanálem na tomto území je Vchinicko-tetovský kanál, který byl zřízen v okolí řek Křemelná a Vydra [31].



Obr. 5: Lokální mapa biotopů vyskytující se na Šumavě [32].

3.2. Rašeliniště

Zda se dá nějaký biotop nazvat specifický jsou to právě rašeliniště. Vlhké a studené podnebí je charakteristické pro vytvoření tohoto mokřadního ekosystému. Důležitým faktorem pro vznik rašelinišť je geologické podloží, které by mělo být velmi chudé na živiny [33]. Obecný vznik rašelinišť je možné definovat jako nahromadění organické hmoty, při vysoké vlhkosti a za nepřístupu vzduchu. Dochází ke karbonizaci a organická hmota, tvořená především rašeliníkem začíná odumírat a měnit se v humolit. Humolit tedy v rašelinu, která tvoří právě celý tento ekosystém a dává mu nejen název, ale také charakteristické vlastnosti dané lokality. Například typické pro rašeliniště je především kyselé pH, které je dáno právě výše zmíněným procesem [15]. Takové prostředí zachovává cenné zbytky rostlin a živočichů, které mohou být důležité pro paleoekologický výzkum, což je považováno za výhodu.

V současné době je většina rašelinišť označeno jako chráněná území. Tento status dostaly až v nedávné době. Dříve byla tato území silně ovlivněna těžbou rašeliny, která se dříve využívala jako topivo. Při těžbě docházelo k odvodňování za účelem získání další rašeliny. K odvodňování nedocházelo pouze za účelem těžby, ale také k využívání lokalit na vysázení stromů [34]. Tyto lidské zásahy se podepsaly na

rašeliništních ve velké míře, a proto aktuálně na těchto lokalitách neprobíhá žádný management na jejich udržení, jelikož je důležité, aby se vrátili do půdního stavu. Do budoucnosti, ale bude potřeba vytvořit nějaká pravidla na jejich ochranu aby si zachovali charakter tajgy, který je velmi důležitý pro organismy, které se zde vyskytují [35].

Vývoj rašelinišť je opět specifický, jejich tvorba je velmi pomalá a součástí jejich vzniku jsou povrchové vrstvy. Většina šumavských rašelinišť začala vznikat na konci doby poledové (holocénu) v říčních nivách, nebo ve velmi podmáčených pláních. Je důležité, jaký typ vody dané rašeliniště zásobuje, jestli voda podzemní, nebo voda dešťová. Tento fakt je jeden z faktorů, podle kterého lze rašeliniště rozdělovat [15].

3.2.1 Typy rašelinišť

Nejen zdroj vody udává rozdělení rašeliniště, ale také faktory jako je geografická poloha dané lokality, poloha terénu, kde je území rozděleno a v neposlední řadě půdní reakce [36]. Přes všechny uvedené faktory je první zmiňovaný vliv ten nejdůležitější. Rozdělení rašelinišť podle typu vodního zdroje je:

- **Minerotrofní rašeliniště – slatiniště**

Minerotrofní rašeliniště (slatiniště), je definováno vysokou hladinou podzemní vody, která prochází přes půdu s obsahem minerálních látek. Pro této lokality jsou typické především mechy a různé typy ostřic. Tento typ lze dále rozdělit na vápňatá a nevápňatá slatiniště [37].

Vápňatá slatiniště jsou typické úplnou absencí rašeliníku. Jejich nepřítomnost zastupuje velké množství mechů, které jsou v tomto typu slatinišť velmi rozšířené. Důležitým vodním zdrojem jsou zde podzemní prameny, které jsou bohaté na vápník, železo a hořčík. Tedy se v těchto lokalitách kromě organické hmoty nachází i velké množství minerálních látek, které nepodporují růst rašeliníku [38].

V nevápňatých mechových slatiništích, jak lze pojmenovat druhý typ slatiniště je typický výskyt rašeliníku pouze v malé míře, převládají zde opět různé typy mechorostů. Mocnost vrstvy rašeliny je zde různá a může dosahovat několik desítek centimetrů, ale i jednoho až dvou metrů. V mělkých

rašelinistích se nachází příměs písku a jílu. Prostředí tohoto typu je slabě kyselé, spíše neutrální a jejich obsah iontů je menší než u slatinišť vápnitých. Z tohoto důvodu je zde výskyt rašeliníku omezen [38].

- **Oligotrofní rašelinistě – vrchoviště**

Nejčastějším typem rašelinistí jsou právě vrchoviště. Hlavním rozdílem od výše zmíněných slatinišť je zdroj vody. Vrchoviště jsou především zásobována dešťovou vodou. Důvodem je velká mocnost rašeliny, která nepropustí podzemní vodu na povrch. Další charakteristický znak je znatelné vyvýšení vrchoviště oproti okolnímu území. Velmi častý je i vyklenutý tvar s vrcholovou plošinou [37] a obvodovou zónou, která se nazývá lagg. Místo, kde začíná vyvýšení vrchovištního klobouku lze nazvat rand. Tato lokalita lze rozdělit na dva celky na sušší část tzv. bulty a zamokřené části, které jsou umístěny níže oproti bultům a mohou je tvořit jezírka, či šlenky [39].

Zásobování dešťovou vodou není jen jeden z faktorů, jak rozlišovat vrchoviště od slatinišť. Dalším rozdílem je pH prostředí, které je v této lokalitě kyselé, a voda se zde vyznačuje malým obsahem minerálních látek. To vede k vytvoření ideálních podmínek pro růst rašeliníku, který v těchto lokalitách převládá ve velkém množství.

Vrchoviště lze dělit do více skupin. První skupina jsou otevřená vrchoviště, tedy vrchoviště, která se vyznačují velkou mocností rašeliny a malým nárůstem stromů. Tyto faktory ukazují na silně kyselé pH a malé množství živin [38]. Druhou skupinu lze nazvat vrchoviště s klečí. Jedná se o velmi zvláštní typ vrchoviště, jehož zásobování není odkázáno pouze na dešťovou vodu, ale také na zásobování podzemní vodou [38].

- **Přechodová rašelinistě**

Přechodová rašelinistě lze popsat na základě jejich názvu. Tento typ rašelinistě je v malé míře sycen podzemní vodou s převládajícím sycením vodou dešťovou. Pro tato rašelinistě je typické kyselé prostředí s minerotrofním charakterem, který je dán právě podzemní vodou [39].

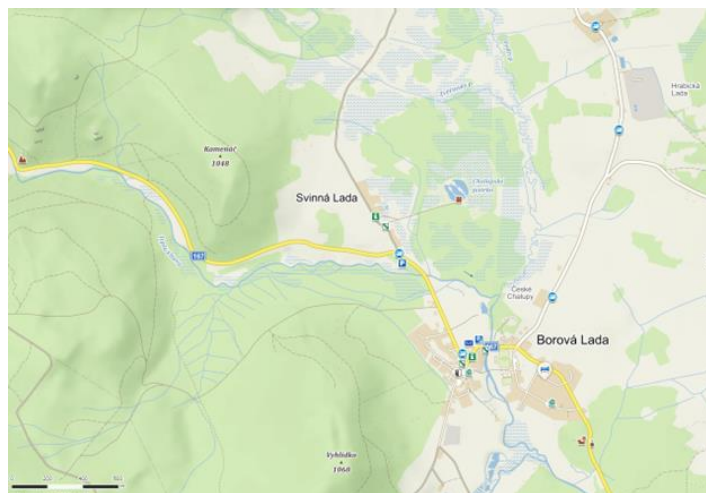
- **Rašelinné a podmáčené smrčiny**

Poslední velmi známý typ, který je možný zahrnout do kategorie dělení rašelinišť, dle zasobování vodou. Tento druh rašeliniště se tvoří především okolo pramenišť, či tvoří ekosystém v údolí řek, nebo potoků. Tedy je možné tyto jej definovat spíše jako velmi vlhké prostředí, nebo v určité míře jako mokřad [38].

3.3. Chalupská slat'

Toto rašeliniště se nachází v nadmořské výšce 910 m v mělkém údolí Vydřího potoka, pouhý kilometr od malebné obce Borová Lada. Než byla tato oblast zařazena do I. zóny Národního parku bylo velmi těžké jí chránit, zejména kvůli absenci příslušného označení. Nejprve byly návrhy zamítnuty, a až po třetím pokusu byla vyhlášena přírodní památka Borová Lada s rozlohou 115 ha s ochranným pásmem stejného rozsahu. Nyní je Chalupská slat' součástí Národního parku a její rozloha činí 202,81 ha. Tato zóna zahrnuje nejen Chalupskou slat', ale i menší Novosvětskou slat'.

Primární ochranou v této krajině je ochrana společenstev, které se zde vyskytují spolu s ochranou prostředí, které zde vznikalo po dlouhé roky. Chráněné prostředí poskytuje potřebné a specifické podmínky pro výskyt organismů na toto prostředí vázaných. Nejznámějších a nejvýznamnější obyvatel rašeliniště je tetřívka obecná.



Obr. 6: Mapa území Chalupské slati a jejího okolí [40].

Vznik tohoto rašeliniště je datován do období poslední doby ledové, podobně jako je tomu u většiny rašelinišť. Narozdíl od nich, začala vznikat Chalupská slat' v

nízké nadmořské výšce, v poměrně teplém podnebí s malými úhrny dešťových srážek. V počátcích vzniku této lokality docházelo k zarůstání pánevního jezírka různými druhy ostric a rákosů. Ve spodních vrstvách začalo docházet k odumírání organické hmoty, která byla tvořena především ostricemi a rákosím. Tento jev je charakteristický svým anaerobním průběhem a přítomností relativně nízké hodnoty pH, což je poměrně zásadní pro další vývoj. Následně se v této lokalitě začaly ve velkém míře narůstat rašeliníky a různé typy mechorostů. Rašeliník začal přirůstat od povrchu a začal tvořit tzv. vrchoviště [36].

Chalupská slat' je řazena mezi přechodové vrchoviště. Jedním z důvodů tohoto zařazení je současné sycení podzemní a dešťovou vodou. Konkrétně je toto rašeliníště syceno bočními svahovými prameny, které vedou z komplexu Zvěřina a Jánské hory. Samotné rašeliníště je ohraničeno Vydřím potokem, který tvoří na východě úhledné meandry a z jihu jej obklopuje Teplá Vltava. Vltava a Vydří potok se slévají v blízkosti Borové Lady [41].

Průměrná hloubka samotné vrstvy rašeliny se udává kolem 1,9 m. Tato mocnost rašeliny je spojena především se začátkem samotného rašeliníště. Směrem k jezírku je hloubka rašeliníště až 7 m. Tato mocnost je s největší pravděpodobností způsobená těžbou rašeliny v této konkrétní oblasti. Největší rašelinné jezero, které se nachází právě na Chalupské slati má rozlohu 1,3 ha. Tato velká plocha jezera je doplněna ostrůvky, které jsou tvořeny právě rašeliníkem. Rašelinné ostrůvky nejsou pouze ozdobou jezera, ale také na nich roste široká škála rostlin, které jsou právě na tento specifický typ ekosystému vázané [42].



Obr.7: Rašelinné jezero na Chalupské slati.

3.3.1 Těžba rašeliny

Těžba rašeliny na tomto místě probíhala od druhé poloviny devatenáctého století až do roku 1946. Rašelina byla využívána nejčastěji jako stelivo pro zvířata, topivo v chalupách nebo nedalekých sklárnách. Vrcholu těžby bylo dosaženo při přestavbě sklárny na papírnu ve Františkově, kde se rašelina používala jako topivo [43, 44].

Rašelina byla nejčastěji těžena ručně pomocí tzv. borkování. K borkování se používala speciální lopatka (želízko), kterou se vyřízla cihla o velikostech 10 cm x 10 cm x 45 cm. Takto vyříznutá cihla se nazývala borka. Těžba probíhala často až do hloubky 3 metrů, kde byla těžba velmi náročná. Těžba probíhala většinou v jarním a letním období. Takto vytěžené cihly se sušily a následně odvážely na místo, kde měly být použity jako topivo. Původně mělo být vytěženo celé rašeliniště, ale během hospodářské krize se zde těžilo pouze v omezeném rozsahu. Během této doby nedocházelo ani k odvodňování, které bylo v rámci těžby běžné. V roce 1947 rašeliniště vyhořelo z důvodu velkých such. Tento požár vedl k velkému poškození oblasti. V roce 1963 po vzniku CHKO Šumava, kam byla zařazena i Chalupská slat', byla těžba definitivně ukončena. I přes to jsou škody způsobené těžbou viditelné do dnešní doby. Díky ochraně této oblasti však dochází k relativně rychlé regeneraci a obnově celého okolí rašelinového jezírka [44, 45].



Obr. 8: Vegetace na Chalupské slati v roce 2022.

3.3.2 Geomorfologie

Chalupská slat' se řadí do oblasti Šumavských plání. Tyto pláně jsou definovány jako ploché nebo mírně zvlněné povrchy v centrální části pohoří. Rozloha těchto plání dosahuje hodnoty kolem 670 km² a je rozdělena do pěti geomorfologických skupin. První z těchto skupin je skupina s názvem Kvildská pláň, která se rozkládá okolo pramenů Vltavy a Vydry [12]. Další je pláň Knížecí zabírající jihovýchodní část šumavských plání. Tato pláň zasahuje svou rozlohou také do Německé části Šumavy. Součástí Knížecí pláně jsou vrchy jako je Polednický, Polední nebo Strážný vrch. Následující pláň se rozkládá na severní části šumavských plání. Její poloha je východně od Kašperských hor a zaujímá 10 km dlouhý hřbet Javornické hornatiny. Její jméno pláň nese. Poslední dvě pláně se označují jako Svojšská, která se nachází v jižním okolí Rejštejna a poslední Kochánovské pláně, které se rozkládají okolo pramenu řeky Křemelné. Chalupská slat' spolu s Borovou Ladou se řadí do Knížecích plání [9].



Obr. 9: Dělení šumavského území na geomorfologické celky [46].

3.3.3 Geologie

Chalupská slat' se z geologického pohledu zařazuje do českého masivu, konkrétně do moldanubika stejně jako velká část Šumavy. V okolí Chalupské slati se vyskytuje mnoho typů hornin. Nejvíce je zde zastoupen nivní sediment [47].

Nivní sediment je definován jako sediment, který se vyskytuje především v okolí řek a vod. Lze tedy očekávat, že okolo Borové Lady a Chalupské slati bude nivní sediment zastoupen ve větší míře. A to nejen díky rašelinnému jezeru, ale také nedaleko protékající Vltavě a Vydřímu potoku. Nivní sediment většinou obsahuje siltované a jemně písčité sedimenty, tyto sedimenty většinou obsahují příměs organické hmoty [48]. Nivní sedimenty jsou velice jemné, a jsou dokonce jemnější, než více známe řečištní sedimenty. Ve velké míře se zde vyskytuje také rašelina, která je v přímém kontaktu s jezerem a jeho okolím. Rašelina je definovaná jako hornina, která vzniká v horských vrchovištních, má světle hnědou barvu, a zařazuje se mezi usazené (sedimentární) horniny. Samotná hornina je tvořena organickým materiálem, který je tvořen především zbytky rostlin [49]. Další sedimentární usazené horniny se zde vyskytují pod názvem písčito-hlinité nebo hlinito-písčité sedimenty. Písek je tvořen minerálními zrny, která jsou velmi odolná a jsou z velké části tvořené křemenem. Hlínu lze definovat jako nezpevněné jemné usazeniny složené z velmi malých částic, které obsahují písek, jílu i prach. Podle převažující složky lze následně hlínu dělit na písčitou nebo jílovou. V okolí Borové Lady se ve velké míře vyskytuje také pararula. Pararula je hornina, která je řazena do hornin přeměněných (metamorfovaných). Pararula je popsána jako rula, která vzniká z usazenin typu jílové břidlice, arkózy nebo droby. Na druhé straně Borové Lady směrem na Březovou Ladu se vyskytuje hornina zvaná migmatit. Migmatity jsou velmi úzce spjaty s rulou. Výše zmíněné migmatity jsou tvořeny dvěma složkami – tmavou a světlou. Tmavá část je tvořena živci a křemenem, zatímco světlá je obvykle aplitové-žulové povahy [12]. Samotném podloží rašeliniště je především sillimanit-biotitická migmatitizovaná pararula s přechody do tzv. perlových rul [47].

3.3.4 Pedologie

Půdní profil okolí Borové Lady a Chalupské slati úzce souvisí s geologickým podložím dané oblasti. V úzké blízkosti rašeliništního jezera je půdní typ, který se řadí mezi fibrickou organozem. Organozem nebo-li rašeliništní půda je typický půdní typ, který se nachází v blízkosti vodních toků. Tyto půdy se mohou vyskytovat jako lesní půdy, nejčastěji lze tento typ ale nalézt na zalučněných dnech terénních depresí, které zde navazují na rašeliniště. Rozšířené typy těchto půd se mohou dělit na rašeliništní půdy přechodového typu. V nižších polohách se vyskytují jako slatiny, v horských

oblastech jako rašelinistní půdy vrchovištní. Rašelinistní půda vzniká na organogenních substrátech. Ke vzniku této půdy může docházet v důsledku zarůstání vodního území vegetací, nebo mohou vznikat z glejových půd zrašeliněných při zvětšování intenzity hydromorfismu. Vznik této půdy probíhá, když je daná půda zcela nasycena vodou a má v daném momentu silné redukční podmínky [12]. Půdní profil rašelinistní půdy lze dělit na dva horizonty. První horizont je definován jako vrstva akumulovaných, jen částečně rozložených organických zbytků nejčastěji rostlinného původu. Mocnost této vrstvy je větší než 50 cm a obsahuje kolem 40–50 % organických látek. Většinou je lokalizovaná pod hladinou podzemní vody a tvoří velmi vlhké prostředí. V této vrstvě je díky vysokému obsahu vody nemožné pro rostliny pořádně zakořenit a vyskytují se zde spíše specifické rostliny, které jsou pro půdy s vysokým obsahem vody přizpůsobené. Jako další specifikum této půdy je její silně kyselé prostředí. V okolí Chalupské slati se vyskytuje organozem fibrická [12]. Organozem fibrická je subtyp, který je zařazen pod skupinu půd organosoly s půdním typem organozem or. Organosoly jsou definovány jako půdy s holorganickými, hlavně rašelinnými horizonty o mocnosti nad 50 cm, v případě pevné skály nad 30 cm. Podskupinu daných půd tvoří půdní typ, který je zde uveden jako organozem or. Takto se označují půdy, které jsou charakterizované holorganickým horizontem T o mocnosti $> 0,6$ m s výjimkou případů tvorby horizontu T nad pevnou skálou. Výše uvedené pojmy v sobě odrážejí danou půdu, která byla již zmiňovaná výše, a to organozem fibrická. Organozem fibrická je subtyp půdy s nízkou rozložeností organických látek v T_f – do $1/3$ ob. [50].

Dalším velmi zastoupeným typem půdy je zde fluvizem. Fluvizem (nivní půdy) je úzce vázána na údolní nivy, které se vyskytují v okolí Borových Lad. Důvodem je protékající řeka Vltava a o něco menší potok s názvem Vydří, který se do zmíněné Vltavy vlévá v okolí obce Borová Lada. Takto nazývané půdy jsou vytvořeny na nevápnitých uloženinách řek a potoků. Ve velkém množství se zde na dnech vyskytují bazální štěrky nebo štěrkové písky. Důležitým procesem pro vznik nivních půd je tzv. drnový proces, tedy proces při kterém odchází hromadění organické hmoty ve vrchní části profilu [12]. Tento proces podporuje akumulaci aluviálního materiálu v období záplav, nebo činností podzemní vody. Je velmi těžké určit typ nivního sedimentu, jelikož velmi záleží na geologickém podloží. V okolí Chalupské slati je častý především výskyt hlinito-písčitých sedimentů, nebo hlinitých písků. Hodnota pH nivní půdy je udávána v slabě kyselých hodnotách. Někdy mohou být tyto hodnoty spíše

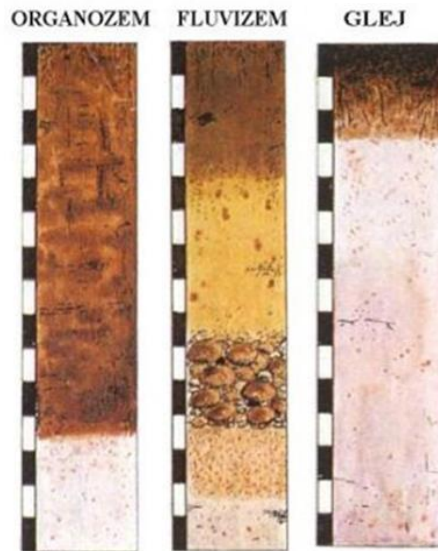
nakloněny ke kyselému prostředí, ale jsou zde i nivní půdy, které vykazují neutrální hodnotu pH. I hodnoty sorpčního nasycení se udávají ve velkém rozmezí a to od 40 do 80 %. V okolí Borových Lad se vyskytuje subtyp fluvizemě a to fluvizem glejová [12].

Dalším zástupcem je půdní typ, který se nazývá glej. Opět velmi rozšířený typ půdy nejen v okolí sledované oblasti, ale na území celé České republiky. Glejové země lze definovat jako hydromorfní typ půd, tedy typ půdy, který snáší zatopení vodou. Podle tohoto lze usuzovat, že se zde bude vyskytovat vegetace, která je přizpůsobená velkému a stálému množství vody, např. Olše luční. Vývoj glejové půdy je velmi vázaný na vodní prostředí. K vývoji glejových půd dochází při nedostatku vzduchu a v redukčních podmínkách. Tvorba se projevuje nahromaděním humusového materiálu, který v místech může přecházet do rašeliny. S hloubkou se projevuje především zbarvením a velkým obsah jílového materiálu. Glejový půdní typ lze dělit do tří horizontů, jako první je humusový horizont, dále glejový a jako poslední je uveden půdotvorný substrát. Obsah humusového materiálu je zde v hodnotách od 3 do 10 %, a může dosahovat i vyššího obsahu v závislosti na době zatopení daného území. Hodnota pH je zde v rozmezí od 4 do 6, tedy od lehce kyselých půd až po půdu neutrální. Stupeň sorpčního nasycení je zde spíše střední, někdy nízký z důvodu obsahu velkého množství humusového materiálu [12]. Zástupce glejového půdního typu je zde glej modální, ale i glej zrašelinělý [19].

Dále se v okolí Chalupské slati nachází podzolové půdy. Podzolové půdy jsou typické pro horské oblasti. Tyto půdy zaujímají především horské louky a lesní půdy. Základní horninou pro tvorbu podzolových půd jsou především ruly a žuly. Při podzolizaci dochází k nahromaděním látek organického původu na povrchu a tvorbě kyselého pH. V důsledku toho dochází k rozpadu jílového materiálu [51]. Oxidy železa a hliníku, které vznikají z těchto reakcí jsou přesunuty do spodních vrstev půdy. Tento typ je členěn do tří horizontů. Povrchová vrstva je tvořena surovým humusem, následuje vrstva zbarvená do popelavě šedého odstínu. Poslední vrstvou je čokoládově hnědý horizont s obsahem oxidů železa a hliníku [15]. Sorpční komplex je v těchto půdách udáván jako nenasycený a jejich pH dosahuje relativně nízkých hodnot [16]. V okolí Borových Lad se nachází především podzol modální [19].

Posledním uvedeným častým typem půdy jsou kryptopodzoly. Kryptopodzol je velmi neúrodný typ půdy, a proto je využití těchto půd v zemědělství minimální. Základem pro tvorbu těchto půd jsou zvětralinové kyselých hornin nebo sedimentů jako jsou pískovce, nebo slepence. Tvorba rezivých půd (kryptopodzolů) je založena na

uvolňování oxidů železa a hliníku. Narozdíl od podzolových typů ale nedochází k přechodu oxidů do nižších vrstev [51]. Tento typ lze rozdělit na dva horizonty. První horizont je humusový a využívá v lesnictví. Druhým horizontem je horizont rezivý, jehož barva je dána uvolněnými oxid. Pod touto vrstvou se nachází matečný substrát. Charakteristické je pro tyto půdy kyselé pH a nenasycený sorpční komplex [16]. V okolí Borových Lad se nachází především subtype kryptopodzol modální [19].



Obr. 10: Půdní profily typické pro oblast Chalupská slat' [52].

3.3.5 Klimatické poměry

Borová Lada je součástí šumavského klimatu. Celkové území Šumavy lze rozdělit na dva klimatické celky. Hlavní oblast, do které se řadí i Borová Lada, a tedy i Chalupská slat'. Hlavní oblast zaujímá především pohraniční část Šumavy. Druhá klimatická část je tvořena severními a severovýchodními svahy. Hlavní oblast se řadí do středoevropského typu podnebí. Většina území Šumavy je definována především mírně chladným až chladným podnebím. Chalupská slat' je rovněž definována jako podhůří, ve kterém převládá mírně teplé klima. Toto klima mělo velký vliv na vznik rašeliniště na Chalupské slati [9].

- **Teplota**

Je známo, že teplota s nadmořskou výškou klesá. Toto pravidlo platí i na Šumavě. Hlavní část Šumavy patří k opravdu chladným oblastem. Směrem do údolí teplota lehce roste, i tak je zde chladněji než v úplných nížinách [9]. V poslední době dochází díky měření teploty k viditelným změnám v klimatu. Tyto změny se projevují zejména vyšší teplotou v zimních měsících, která bývá velmi často okolo 0 °C. To se týká i nejchladnějšího měsíce, kterým je v této oblasti leden. Během letních měsíců zde naopak dochází k dosažení teplot okolo 20 °C, což je teplota pro tyto oblasti značně neobvyklá [53]. Toto oteplení bylo pozorováno zejména v letech 2011 až 2018. Dle měření z roku 1912 nabývaly teploty v pozdním jaře hodnot pod 0 °C. Tento fakt naznačuje očividné změny ovlivňující oblast [9].

Teplota na území České republiky stoupla v průměru o 1,5 °C. I přesto se v horských oblastech projevil tento jev velmi radikálně [53]. Tato změna nemá vliv pouze na úhrn sněhových srážek, či dnů kdy sníh vydrží a neroztaje, ale také na biodiverzitu v okolí Chalupské slati. Tyto změny probíhají také mimo tuto oblast, a to nejen v zimním období, ale také v letních měsících, kdy zde teplota dosahuje vysokých hodnot, a vytváří tak nevhodné podmínky pro existenci, lokálně fixovaných organismů.

- **Dešťové srážky**

Chalupská slat' se dá zařadit do oblasti s průměrnými srážkovými úhrny. Jejich hodnota je uvedena v rozmezí 550 až 600 mm za rok. V porovnání s vyššími oblastmi, kde průměrný roční úhrn dosahuje hodnoty až 1500 mm za rok, je tato oblast velmi málo vydatná na dešťové srážky. Díky fénovému vlivu Alp docházelo v této oblasti k viditelným úbytkům srážek v letních měsících. V posledních letech však dochází k ovlivnění tohoto procesu, a k úbytku srážek dochází spíše v jarních a podzimních měsících. Rovněž dochází k postupnému nárůstu srážek v zimních měsících, což vede k vytváření nových podmínek v dané lokalitě [53].

- **Sněhové srážky**

Záznamy o historii sněhových srážek jsou velmi obtížně dohledatelné. Ačkoli na tomto území dochází k relativně častým sněhovým srážkám, nebylo zde zavedeno souvislé měření. I přes to jsou zde meteorologické stanice, které se měřením sněhových srážek a mocnosti sněhových vrstev začaly zabývat. Přímá zmínka o sněžných situacích v okolí Borové Lady, ale nejsou zaznamenány. Obecně pro šumavskou oblast platí, že se zde sněhové srážky vyskytovaly vždy ve velké míře. Podle meteorologické stanice Churáňov bývá Šumava pod sněhovou pokrývkou 140 dní v roce. Tato hodnota byla udána v 1988 od tohoto roku se počet zasněžených dní snižuje, a to v průměru o 4 dny za dekádu. Klesá nejen počet dnů, ale také mocnost sněhové vrstvy [54].

- **Flóra**

Rašeliniště je extrémní typ biotopu. Tento typ biotopu je charakterizován velmi vysokým obsahem vody v půdě. Z tohoto důvodu se zde vyskytují specifické typy rostlin, které vysoké množství vody dokáží akceptovat, nebo jej dokonce vyžadují. Navíc se rašeliniště vyskytují především v chladných oblastech, tedy jsou zde opravdu nevhodné podmínky pro růst. Nejčastěji se na Chalupské slati vyskytují dřeviny jako je borovice blatka (*Pinus rotundata*), která je velmi známá svým výskytem právě v těchto nehostinných podmínkách. Další hojně vyskytovaná dřevina na rašeliništi je borovice kleč (*Pinus mugo*). V těchto podmínkách dokážou růst i listnaté dřeviny, mezi které se řadí převážně bříza trpasličí (*Betula nana*) a bříza pýřitá (*Betula pubescens*) [15]. Dále se zde nachází klikva bahenní (*Vaccinium oxycoccos*), vlochyň bahenní (*Vaccinium uliginosum*), šicha oboupohlavná (*Empetrum hermaphroditum*), černýš luční (*Melampyrum pratense*) a v neposlední řadě suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum*). Nejvýznamnější rostlina Chalupské slati je rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia* L.), která je typickým druhem, který vyhledává území jako jsou rašeliniště. Výše zmíněné informace lze dohledat na informačních tabulích v okolí Chalupské slati. Pro svůj růst potřebuje především vlhká, slunná a na živiny chudá území. Rosnatka je specifická tím, že je to jediná masožravá rostlina vyskytující se na Šumavě. Jelikož vyhledává území, která jsou chudá na živiny, získává živiny přes potravu, kterou pomocí svých enzymů dokáže strávit, a kterou tvoří ve velkém množství hmyz. Ulovený hmyz využívá jako zdroj dusíku a fosforu. Na Chalupské

slati se rosnatka vyskytuje především na plovoucích ostrůvcích na jezírku [55]. Rosnatka vyhledává přítomnost důležité rostliny, která tvoří podstatu rašelinště a tím je rašeliník (*Sphagnum L.*). V této lokalitě je udáváno 18 druhů rašeliníků. Typický druh pro tuto oblast je především rašeliník prostřední (*Sphagnum magellanicum*), rašeliník červený (*Sphagnum rubellum*), rašeliník hnědý (*Sphagnum fuscum*). Následně se zde naleznou typy rašeliníku, které jsou typické spíše pro mokřadní louky. K těmto typům jsou zařazeny rašeliník modřínový (*Sphagnum contortum*), rašeliník bradavčitý (*Sphagnum papillosum*), rašeliník jednostranný (*Sphagnum subsecundum*) [41].

Kromě hojně rozšířeného rašeliníku se na Chalupské slati ve velkém množství vyskytují také řasy a sinice, které jsou zde velmi rozmanité a reprezentují zde až 148 druhů. Nejvíce vyskytovaným zástupcem je zde zelená řasa *Ankistrodesmus*, která při vysokých hodnotách dusitanů může začít přerůstat a spotřebovávat vysoké obsahy kyslíku [56].



Obr. 11: Rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia L.*, nahoře) [57] a Rašeliník prostřední (*Sphagnum magellanicum*, dole) [58].

- **Fauna**

Chalupská slat' je řazena mezi lesotundry, což vede k přítomnosti specifických živočichů vázaných na toto prostředí. Častým obyvatelem této oblasti je Šídlo sítinové (*Aeshna juncea*), Šídlo rašelinné (*Aeshna subarctica*) a za vážky se zde objevuje vážka tmavá (*Sympetrum danae*) [15]. Dále jako zástupci hmyzu jsou zde skupiny dravého hmyzu například Střevlíček obecný (*Agonum marginatum*) a také se zde vyskytuje velmi významný druh střevlíka - střevlík Menetriesův (*Carabus menetriesii*). Tento střevlík je specificky vázaný na lokalitu rašelinišť a jeho výskyt v České republice je vázán pouze na 4 lokality. Jeho výskyt na Chalupské slati je proto velmi významný [59]. Dalším častým návštěvníkem je zde znakoplavka rodu *Notonecta*. Jako významný zástupce pavouků je zde zastoupen slíďák rašelinný (*Pardosa sphagnicola*). I tento ohrožený druh pavouka je možné zahlédnout v omezené míře na Šumavském rašeliništi. Převážně jej lze spatřit na povrchu rašelínku, kde tráví většinu svého času [60]. Fauna obratlovců je v rámci rašelinišť velmi malá, jelikož jsou zde nevhodné podmínky pro jejich život. Často se zde z nižších obratlovců najde ještěrka živorodá (*Lacerta vivipara*), dále se občas na rašeliništi vyskytne i známý šumavský obyvatel, a to je zmije obecná (*Vipera berus*). Samostatná Chalupská slat' je vyhlášena jako ptačí oblast. Ačkoliv se na jezírku zastavuje velké množství ptačích druhů jako je čejka chocholatá (*Vanellus vanellus*), nebo kachna divoká (*Anas platyrhynchos*), nejdůležitější ptačím obyvatelem je tetřívka obecná (*Lyrurus tetrix*). Tetřívka obecná je v České republice označen jako druh silně ohrožený. Důvod tohoto hodnocení je prostý. Tetřívka je velmi fixovaný na své prostředí, které tvoří především bezlesí, tudíž především louky s křovinami, kde může hledat nejen úkryt, ale i potravu. Velký výskyt tetřívky je proto zaznamenán ve Skandinávii a na Sibiři, kde je jeho přítomnost velmi častá, a i když jeho počet v těchto lokalitách klesá, pořád je jeho rozšíření velké. Naproti tomu v České republice zbývá pouze pár lokalit, kde je možné tetřívku nalézt. Jednou z těchto lokalit je právě i rašeliniště Chalupská slat' [61]. I když je rašeliniště ideální biotop pro život tohoto ptáka i zde jeho počty klesají. Důvodem je vysoká predace, která je přirozeným faktorem, ale také kvůli zvýšenému turistickému ruchu, který Chalupská slat' v posledních letech zažívá, a to ve všech ročních obdobích [61].



Obr. 12: a) Tetřívěk obecný (*Tetrao tetrix*) [61] a b) *Carabus menetriesi střevlík Menetriesův* [59].

3.4. Chemismus vod

3.4.1 Chemismus tekoucích vod

Chemické složení tekoucích vod je ovlivněno mnoha faktory. Důležité faktory, ať u tekoucích či stojatých vod je především geologické podloží, typ půdy, která obklopuje danou oblast, přítomnost organických látek a v neposlední řadě množství rozpuštěného kyslíku. Běžně se vyskytujícími ionty v tekoucích, ale i v stojatých vodách je vápník, hořčík, sodík, draslík. Dále se zde nachází chloridy, sírany a hydrogenuhličitaný. Koncentrace těchto iontů ve vodě je velmi proměnlivá, právě kvůli faktorům, které na ně působí. Významným vlivem je především vliv půdy a horniny, která se v dané lokalitě vyskytuje [39].

Velký vliv na chemismus tekoucích vod je lidská činnost, která jej může ovlivňovat nepřímo přes půdu. Půda je využívána pro zemědělskou činnost a jsou na ni aplikovány různé typy hnojiv a jiných chemických látek, které se jako splachy dostávají do vodního prostředí a ovlivňují nejen možný nárůst živin pro organismy ve formě dusíku a fosforu, ale také přítomnost těžkých kovů. V neposlední řadě může docházet ke změně pH, které se obecně pohybuje okolo neutrálních hodnot. Tyto všechny faktory mohou mít negativní dopad na životní prostředí nejen přímo ve vodním ekosystému, ale také v jeho blízkosti. Hrozbou pro změnu chemického složení není pouze nepřímý vliv, ale také přímý, který může probíhat ve formě vypouštění odpadních vod do koryt řek [39, 62].

Vltava je nejdelší řeka České republiky a je také součástí této bakalářské práce. Chemismus řeky Vltavy je ve velké míře ovlivněn právě místem odběru. Vliv lidské

činnosti je zde opravdu ohromný. Z počátku Vltava protéká Národním parkem Šumava, kde se lidská činnost podílí na změně chemismu vody pouze omezeně. Majoritními činiteli na chemismus vody v této oblasti jsou zejména geologické podloží, typ půdy, nebo dešťový úhrn. Se zvyšující se vzdáleností Vltavy od jejího pramene je chemismus významněji ovlivňován lidskou činností v podobě hnojení, používání pesticidů a využívání okolní plochy pro chov dobytka. Kromě těchto nepřímých vlivů člověk ovlivňuje chemické složení také přímo, a to vypouštěním odpadních vod do koryta řeky. To má za následek velkou změnu v koncentracích iontů, které řeka obsahuje [63].

V obecném pohledu na chemické složení Vltavy převažují vápenaté, hořečnaté, hydrogenuhličitanové a síranové ionty s relativně nízkými koncentracemi chloridových a dusičnanových iontů. Koncentrace rozpuštěného kyslíku v řece se pohybuje ve vyšších hodnotách a pH je zde měřeno jako neutrální [63].

3.4.2 Chemismus dešťových vod

Obecně je známo, že dešťová voda vzniká kondenzací vodní páry v atmosféře a na zem se dostává ve formě dešťové kapky. Dešťová voda je důležitým faktorem v koloběhu vody na Zemi. I zde dochází k velkému ovlivnění lidskou činností a jinými faktory, jako je například oblast, apod.. V oblastech, kde dochází k velkému znečištění ovzduší, a to například blízkosti průmyslových zón nebo ve velkých městech je pH dešťové vody daleko nižší, než je tomu v oblastech mimo tyto oblasti [64]. Tento fakt je důsledkem vysoké koncentrace oxidu siřičitého a oxidů dusíku v atmosféře, které mohou při reakci s vodní párou vytvářet kyselinu sírovou a dusičnou. Takto vzniklý déšť se nazývá kyselý déšť a může mít negativní dopad nejen na životní prostředí, ale také na lidské zdraví [65].

Dešťová voda je definovaná jako voda s mírně kyselým pH, a to kvůli přítomnosti oxidu uhličitého, který reaguje, jak bylo zmíněno výše uvedeno, s vodou za vzniku kyseliny uhličité. Hodnota pH dešťové vody se udává v rozmezí 5,0 až 5,5. Dešťová voda s takto naměřeným pH je označována jako normální dešťová voda, nikoliv jako kyselý déšť, jehož pH sahá ještě k nižším hodnotám. Dešťová voda obsahuje kromě rozpuštěných plynů jako je oxid uhličitý, kyslík, dusík a argon, také různé rozpuštěné ionty, například vápník, hořečík, sodík, draslík a chloridy. Koncentrace těchto iontů se může lišit, dle toho kde se daný dešťový úhrn odehrává [66]. Z důležitých faktorů může být uvedena oblast, geologický složení, či půdní typ.

Dešťová voda na Šumavě je obecně považována za čistou. S mírně kyselou hodnotou pH, opět kvůli přítomnosti rozpuštěného oxidu uhličitého. Oproti jiným lokalitám je zde dešťová voda velmi kvalitní, což je důsledek poměrně nízkého znečištění ovzduší v této oblasti. Ale i zde dochází k vlivům zasahujících do koloběhu dešťové vody, a tím i ke změně jejího chemického složení. Za tyto vlivy se může považovat například odlesňování Šumavy, nebo její zástavba. V důsledku velmi kvalitní dešťové vody je zde využívána jako udržitelná alternativa vodních zdrojů. Jako je shromažďování a využívání k různým účelům, například k zalévání rostlin, splachování toalet nebo při správné úpravě k pití.

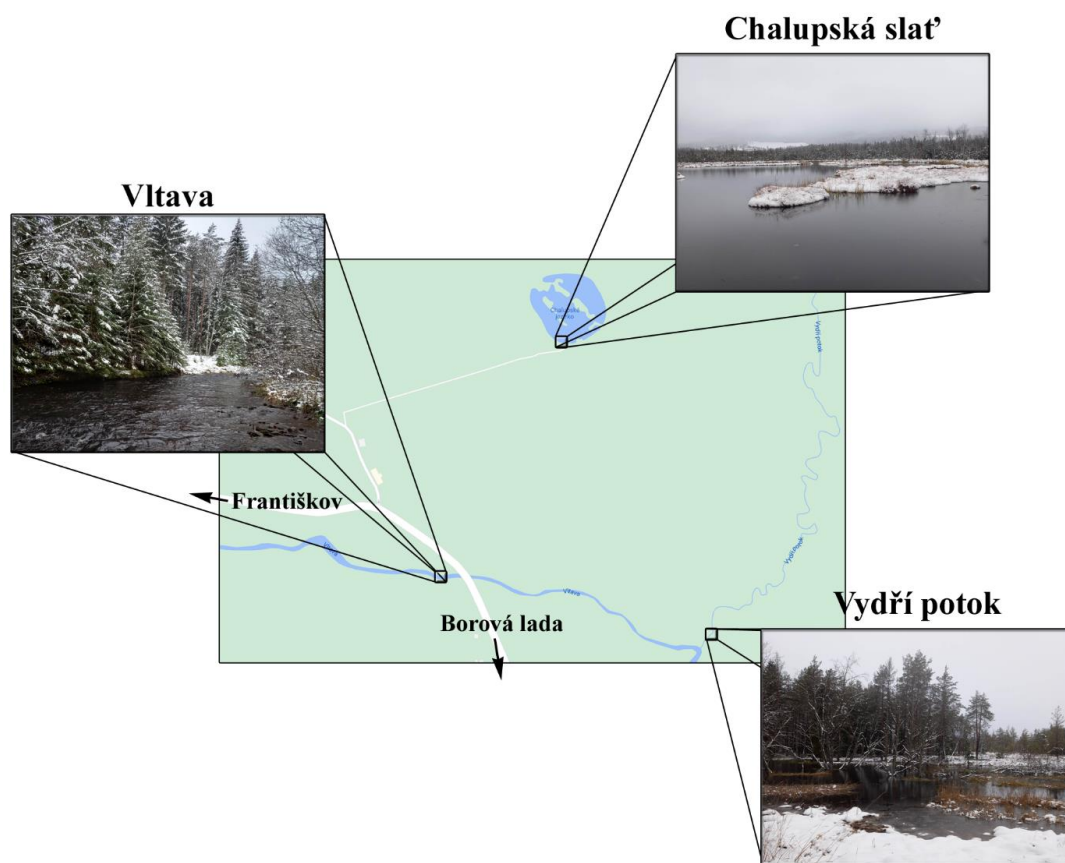
3.4.3 Chemismus rašeliništních vod

V případě rašelinišť je velmi důležité, jaký typ vody dané rašeliniště zásobuje, ale je zde možné obecně vyjádřit chemické složení vody, které se nachází v mokřadních oblastech. I u těchto typů vod ovlivňuje jejich chemismus lidská činnost. Rašeliniště, které využívají dešťovou vodu jako svůj vodní zdroj jsou velmi ovlivněny chemismem dešťové vody. Při usazování kyselých dešťů v takto zásobovaných rašeliništích dochází k velkému poklesu pH a zvyšování koncentrace kovů ve vodě. Ale ne jen takto nepřímo je možné ovlivňovat chemické složení vody v rašeliništích, ale velký vliv na chemismus vody v těchto lokalitách dochází těžbou rašeliny [43]. Voda v rašeliništních je obecně velmi specifická ve svém chemickém složení. Toto ojedinělé složení je dáno hromaděním odumřelého organického materiálu a jejím pomalým rozkladným procesem, karbonizací. Typické pro vody z rašelinišť je kyselé pH, které je dáno vysokým obsahem rozpuštěného organického uhlíku, nízkým obsahem živin a rozpuštěného kyslíku. Nízké pH je způsobeno přítomností organických kyselin vznikající při rozkladu organického materiálu, především rostlinného původu. Nachází se zde organické kyseliny jako jsou huminové kyseliny nebo fulvokyseliny. Nízký obsah živin v rašeliništní vodě je způsoben nízkým obsahem minerálních látek v okolních půdách, což omezuje množství živin, které se mohou ve vodě rozpustit. Právě chemismus vody v rašeliništích způsobuje specifickou faunu v jeho okolních oblastech. Kyselé pH a nízký obsah živin omezuje růst nejen řas ve vodním prostředí, ale také vyšších rostlin. Nízký obsah rozpuštěného kyslíku má vliv na omezený výskyt vodních organismů v těchto vodách [43, 67].

4. Experimentální část

4.1. Místa odběru

Vzorky byly odebrány v okolí obce Borová Lada, která se nachází na jihozápadě našeho území, přibližně 10 km od města Vimperk a 4 km jihovýchodně od obce Kvilda. Tato oblast spadá pod Národní park Šumava. Jednotlivé odběry byly prováděny na 3 lokalitách, které jsou zobrazeny na **Obr. 13** – jmenovitě se jednalo o Chalupskou slat', Vltavu a Vydří potok. Tyto lokality byly vybrány zejména na základě jejich polohy a rychlosti proudění. Přesná místa odběru byla vybrána tak, aby nedocházelo k přímému, vzájemnému mísení mezi jednotlivými lokalitami. V důsledku tohoto výběru bylo zamezeno změnám v hodnotách přítomných iontů (např. srážení vlivem rozdílných pH hodnot), a tak k minimalizaci zkreslení dat. Kromě toho byla tato místa odběru vzdálená minimálně 20 m od pozemních komunikací z důvodu možné kontaminace způsobené dopravou. Jedinou výjimkou byla lokalita s názvem Vltava, která se nacházela ve vzdálenosti menší než zmíněných 20 m. Důvodem byla zejména přístupnost k místu odběru v důsledku špatně přístupného terénu. Směr toku byl v tomto případě orientován směrem ke komunikaci, což vylučuje kontaminaci odebraných vzorků z vozovky i přes menší vzdálenost. Z hlediska rychlosti proudění byly tyto lokality rozděleny na vodu stojatou (Chalupská slat'), vodu s relativně nízkou rychlostí proudění (Vydří potok) a vodu s vysokou rychlostí proudění (Vltava), přičemž rychlost proudění měla přímý vliv na množství organického materiálu u dna jezírka či vodního toku. V rámci všech lokalit byly místa odběru v těsné blízkosti jehličnatých porostů.



Obr. 13: Snímky a vzájemná poloha lokalit vybraných pro odběr vzorků.

4.2. Odběr vzorků

Vzorky byly odebrány za účelem stanovení množství vybraných iontů, hodnoty pH, koncentrace kyslíku a stanovení chemického a fázového složení anorganických složek odebraných ze dna vodních toků. Vzorky pro analýzu prvkového složení byly odebrány do plastových nádob o objemu 350 ml, které byly před samotným odběrem vypláchnuty analyzovanou vodou. Tímto způsobem došlo k minimalizaci nečistot uvnitř odběrných nádob, které mohly být přítomny v nádobách z jejich výroby. Po propláchnutí byly tyto nádoby zcela naplněny analyzovanou vodou ze zmíněných lokalit. Tento krok vedl k absenci přítomnosti vzduchu uvnitř nádob, a tak k minimalizaci změn v rámci $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$ poměru. Vzorky určené pro stanovení chemického a fázového složení byly odebrány do plastových nádob o objemu 50 ml. Tyto vzorky byly odebrány ze dna toků (Vltava a Vydří potok) v blízkosti břehu. Vzorky odebrané z lokality Chalupská slat' neobsahovaly dostatečné množství anorganického materiálu pro další analýzu. V rámci odběrů byla také změřena koncentrace kyslíku ve vodě a její teplota pomocí oxymetru. Spolu s tím bylo provedeno orientační měření pH pomocí lakmusového papírku. Přesnější stanovení

hodnoty pH bylo realizováno v laboratorních podmínkách s použitím pH metru Eutech Ion 2700.

4.3. Stanovení koncentrace iontů vybraných prvků

Primárním účelem odebraných vzorků bylo stanovení koncentrace vybraných prvků. Seznam těchto prvků spolu s jejich detekčními limity jsou zobrazeny v **Tab. 1**. Koncentrace prvků v roztoku byla stanovena pomocí atomového absorpčního spektrometru Varian AA240 (AAS). Vzorky byly před samotnou analýzou zfiltrovány s použitím filtračního papíru. V rámci prvotního testování v lokalitě Chalupská slat' bylo provedeno také měření koncentrace hliníku a chlóru. Stanovení koncentrace hliníku potvrdilo koncentrace, které dosahovaly hodnot pod detekčním limitem přístroje. Množství chlóru bylo stanoveno pomocí srážecí reakce s dusičnanem stříbrným. V rámci této reakce dochází k vytvoření bílé sraženiny chloridu stříbrného, která nebyla pozorována, což poukazuje na nízkou či nulovou koncentraci chlóru v roztoku. Z tohoto důvodu nebyly tyto prvky u následujících odběrů měřeny.

Tab. 1: Souhrn prvků jejichž koncentrace byla u odebíraných vzorků analyzována, spolu s detekčními limity stanovovací metody.

| Prvek | Značka | Detekční limit ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) |
|---------|--------|--|
| Vápník | Ca | 0,01 |
| Hořčík | Mg | 0,003 |
| Sodík | Na | 0,003 |
| Draslík | K | 0,01 |
| Železo | Fe | 0,05 |

4.4. Analýza anorganických složek ze vznosu

Vznos byl analyzován za použití vzorků odebraných pro stanovení koncentrací vybraných prvků, a to následujícím postupem. Vzorky byly filtrovány pomocí filtračního papíru, který byl následně vložen do sušárny přehřáté na 60 °C na dobu 10 min. Takto vysušený filtrační papír obsahující pevnou část odebraného vzorku byl rozstříhán na čtverce o rozměrech 5 x 5 mm. Tyto čtverce byly přilepeny na hliníkový držák pomocí uhlíkové pásky, která byla přehnuta přes horní okraj filtračního papíru. Na takto připravený vzorek byla nanášena vrstva zlata o tloušťce 5 nm, za účelem lepší vodivosti pro skenovací elektronový mikroskop a energiově disperzní spektroskopii. Snímky vznosu na filtračním papíru spolu s prvkovou analýzou byly zhotoveny

pomocí skenovacího elektronového mikroskopu TESCAN VEGA LMU vybaveným energiově disperzním spektrometrem OXFORD Instruments INCA 350 (SEM-EDS).

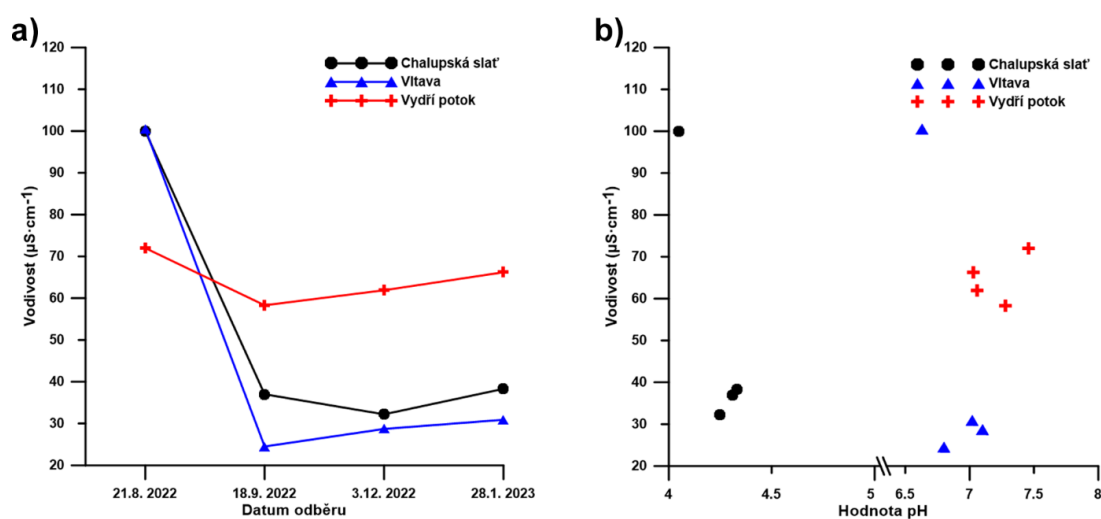
4.5. Analýza anorganických složek odebraných ze dna toku

U složek odebraných ze dna toku bylo analyzováno chemické a fázové složení, včetně distribuce jednotlivých fází v rámci vybraného vzorku. Chemické složení bylo v případě anorganických složek ze dna toku analyzováno pomocí rentgenového fluorescenčního spektrometru EDAX Orbis PC (XRF). Distribuce individuálních fází byla stanovena pomocí rentgenového mikrotomografu Zeiss (μ CT) a vyhodnocena pomocí softwaru Dragonfly. Rozlišení individuálních fází bylo v případě softwaru vyhodnoceno pomocí histografické segmentace, která segmentuje obraz dle histogramu pixelové intenzity. Identifikace jednotlivých fází byla provedena pomocí rentgenové difrakční metody (XRD) v Bragg-Brentano uspořádání s užitím difraktografu PANalytical X'Pert PRO vybaveného Co anodou ($\lambda_{Co} = 0,1789$ nm). Zmíněná analýza byla v případě vzorku získaného ze dna Vltavy provedena na ploše řezu skrz vzorek. Vzhledem k přítomnosti oblastí s různým chemickým složením bylo přistoupeno k měření ve vybraných oblastech vzájemně se lišících barvou na ploše řezu. V případě práškového vzorku odebraného z Vydřího potoka došlo před samotnou analýzou k rozmělnění v achátové misce. Důvodem tohoto postupu byla homogenizace složení před samotnou analýzou spolu s minimalizací vlivu přednostní orientace.

5. Výsledky

5.1. Vodivost, pH a koncentrace kyslíku

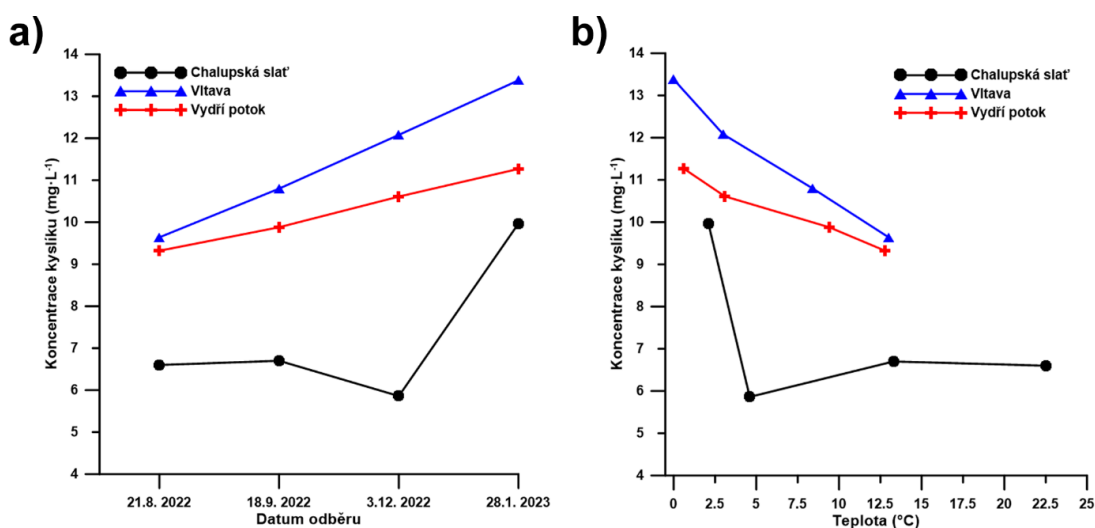
Hodnoty vodivosti odebraných vzorků spolu se závislostí vodivosti na hodnotě pH je zobrazena na **Obr. 14**. Jak lze vidět na **Obr. 14a** docházelo u všech vzorků k poklesu vodivosti mezi prvním a druhým odběrem. Tento pokles byl významný zejména v lokalitách Chalupská slat' a Vltava. S dalšími odběry (2 – 4) docházelo k mírnému nárůstu minimální hodnoty obdržené při druhém odběru. Hodnoty pH v jednotlivých lokalitách byly v čase relativně stabilní se standardní odchylkou nepřesahující hodnotu 0,1. Z **Obr.14b** není patrný trend mezi hodnotou pH a vodivostí. I přes podobnou závislost v případě Chalupské slati a Vltavy byly hodnoty vodivosti v případě Vydršího potoka rozdílné. Vzhledem k velmi podobným hodnotám pH mezi Vltavou a Vydrším potokem tedy nelze pozorovat korelaci mezi hodnotou vodivosti a pH. Závislost vodivosti na teplotě nebyla sledována z důvodu laboratorního měření vodivosti (změna teploty). Ze stejného důvodu nebyla tato závislost vynesena do grafu.



Obr. 14: Závislost vodivosti odebraných vzorků na a) datu odběru a b) hodnotě pH.

Z **Obr. 15a** lze pozorovat závislost všech faktorů (teplota, tlak vzduchu, fotosyntetizující organismy, rozklad organické hmoty) na koncentraci kyslíku v místech odběru. Z této závislosti je patrný lineární nárůst koncentrace kyslíku s postupným přechodem do zimních měsíců. V případě měření provedeného v oblasti Chalupská slat' byl tento trend významně porušen. Měření koncentrace kyslíku bylo narozdíl od měření vodivosti prováděno přímo na místě odběru, což umožňuje pozorovat závislost této hodnoty na teplotě vody. Tato závislost je vynesena na **Obr.**

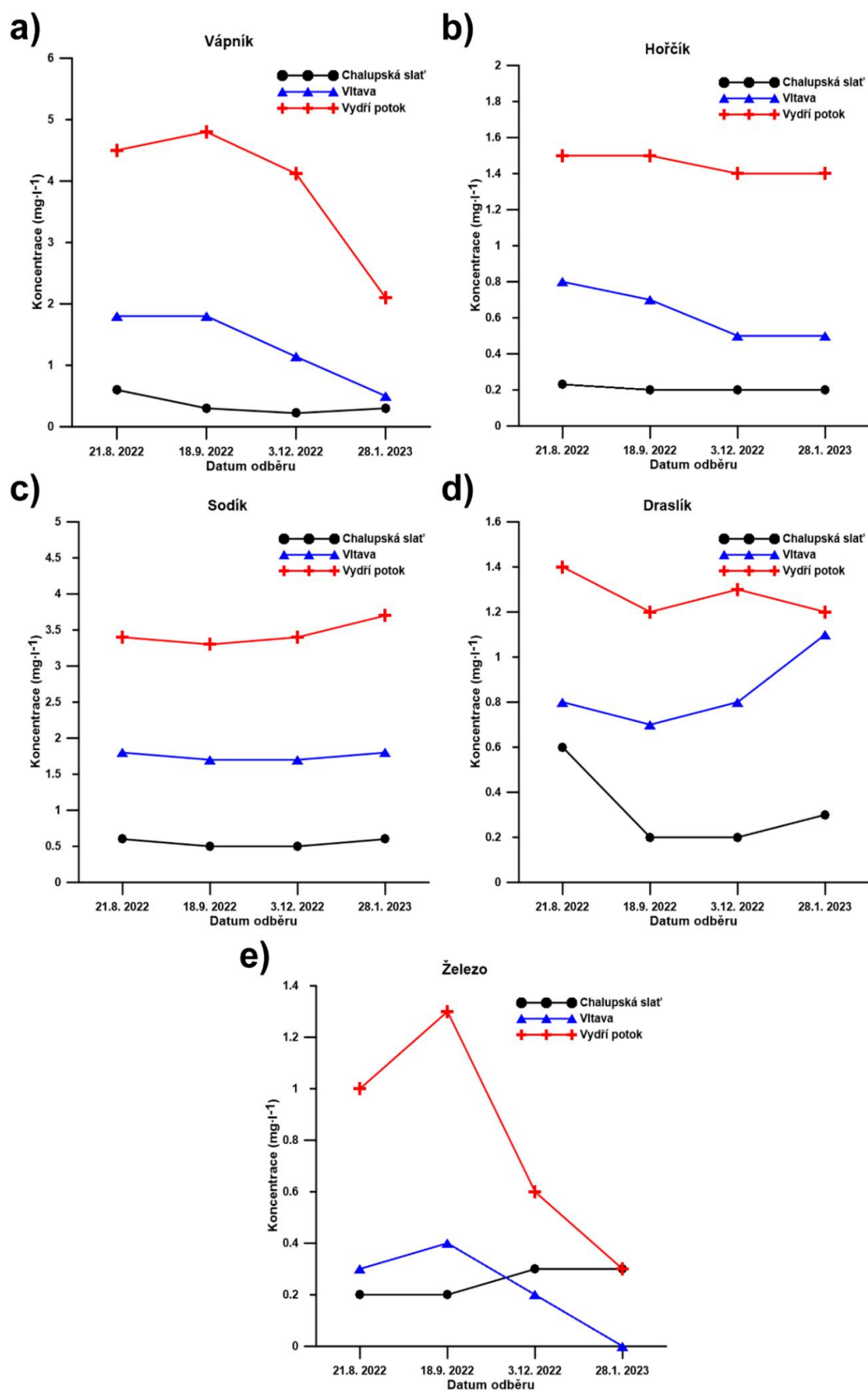
15b a umožňuje pozorovat závislost hodnoty koncentrace pouze na jednom faktoru. Je patrné, že tento trend vykazuje inverzní chování vzhledem k datům zobrazeným na **Obr. 15a** s malými odchylkami v případě lineárních závislostí u vzorků Vltava a Vydří potok. Vychýlení trendu může poukazovat kromě chyby měření také na vliv dalších faktorů podílejících se na množství rozpuštěného kyslíku. Tato skutečnost bude podrobněji rozebrána v kapitole Diskuze.



Obr. 15: Závislost koncentrace kyslíku obsaženého ve vodě na a) datu odběru (reprezentuje souhrnný vliv všech faktorů) a b) teplotě vody.

5.2. Koncentrace vybraných iontů v odebraných vzorcích

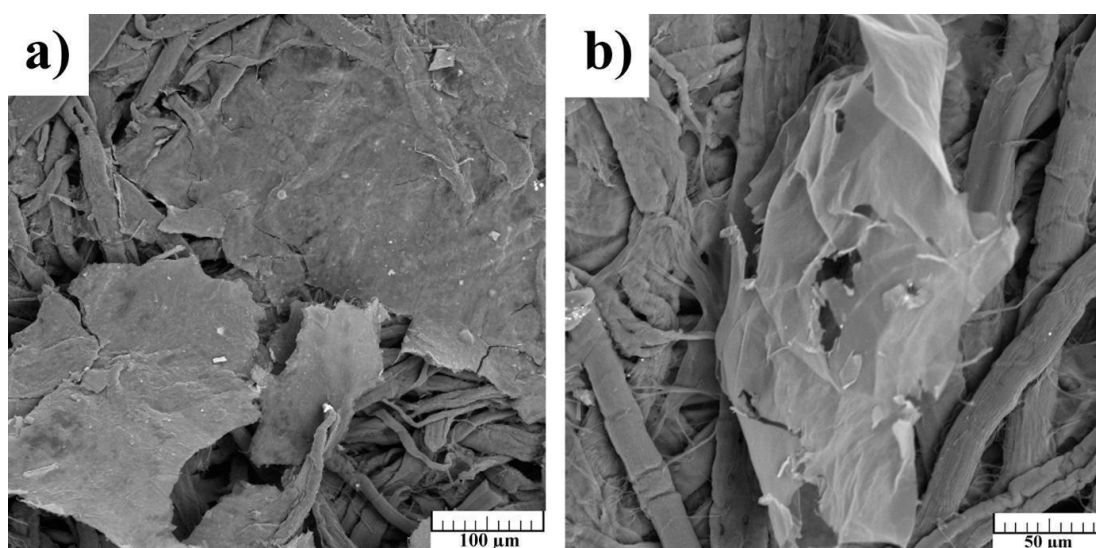
Koncentrace individuálních iontů vybraných pro analýzu a jejich vývoj v závislosti na datu odběru jsou zobrazeny v **Obr. 16**. Obecně byly koncentrace iontů nejvyšší v případě vzorku odebraného z Vydřího potoka. Nejnižších hodnoty byly naopak naměřeny v případě Chalupské slati. Výjimkou v tomto trendu byly koncentrace železa, u kterých docházelo ke křížení trendu se vzorkem odebraným z Vltavy. V případě Chalupské slati byly koncentrace měřených iontů velmi nízké a dosahovaly hodnot pod $1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Z **Obr. 16** lze také pozorovat jistou podobnost v trendu koncentrace Ca^{2+} , Mg^{2+} a $\text{Fe}^{2/3+}$ iontů v případě Vltavy a Vydřího potoka. V porovnání s těmito trendy, hodnoty koncentrací Na^+ nevykazovaly změny koncentrace v závislosti na datumu odběru (teplotě, činnosti organismů apod.). Koncentrace dusitanových a dusičnanových iontů dosahovaly nejvyšších hodnot v případě Chalupské slati ($50 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a Vltavy ($26 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) při prvním odběru. V případě ostatních odběrů nedocházelo u zmíněných iontů k překročení hodnoty $1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$.



Obr. 16: Koncentrace iontů a) vápníku, b) hořčíku, c) sodíku, d) draslíku, e) železa stanovené pomocí AAS ze vzorků odebraných v různém časovém horizontu.

5.3. Analýza anorganických složek ve vnosu

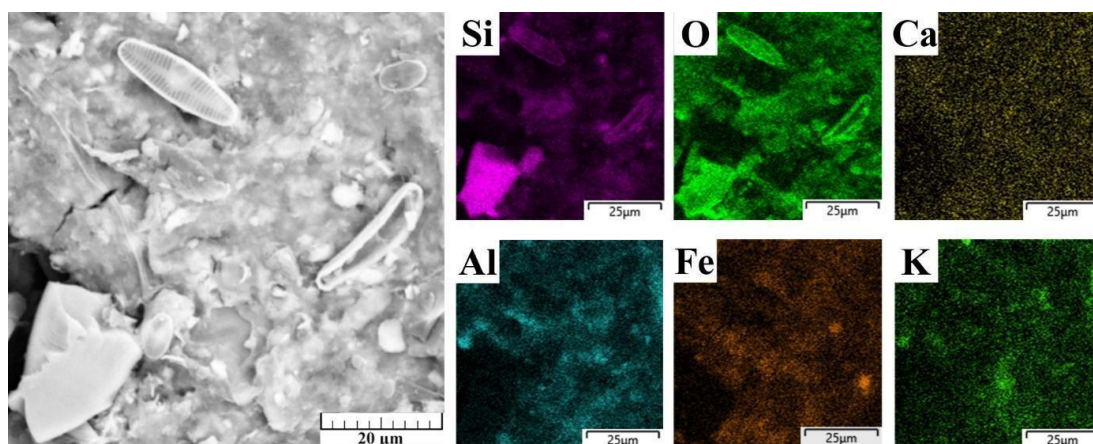
Pro celkový přehled anorganických komponent prostředí bylo rovněž analyzováno prvkové složení vnosů, které byly získány zfiltrováním odebraných vzorků vod. V případě vzorku odebraného z lokality Chalupská slat' nebyla pomocí elektronové mikroskopie prokázána přítomnost anorganických složek ve vnosu. Tuto skutečnost lze pozorovat z **Obr. 17**. V rámci analýzy těchto vzorků, byly nalezeny pouze organické zbytky shodující se s těmi na dně rašelinového jezírka. Tento fakt lze podpořit také shodnou barvou těchto organických zbytků.



Obr. 17: Snímek zfiltrovaného organického vnosu ze vzorku Chalupská slat' spolu s viditelnými vlákny z filtračního papíru.

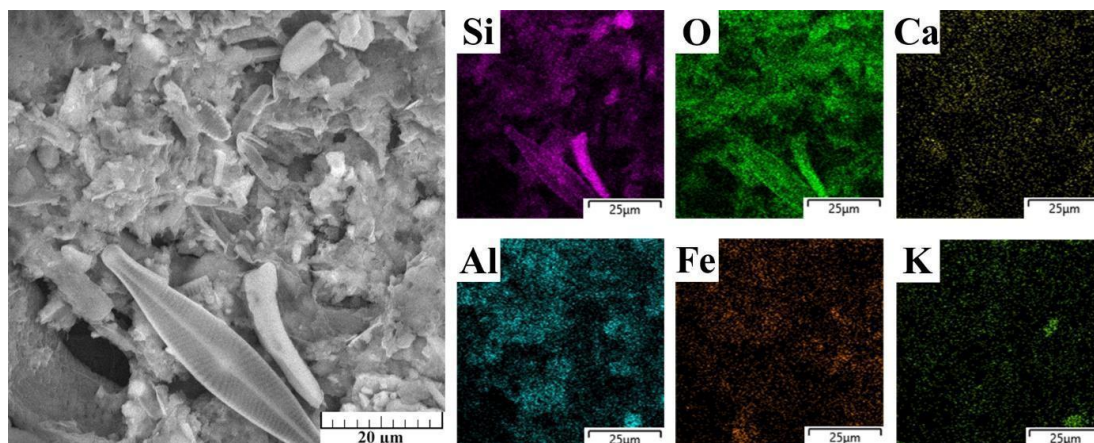
Prvková analýza vnosu získaného zfiltrováním vzorku odebraného z Vltavy je zobrazena na **Obr. 18**. Vzhledem ke způsobu odběru a zpracování vzorku docházelo k vytvoření kompaktní hmoty, což neumožňovalo přímé spojení příslušného prvku s příslušnou částicí vnosu. V případě některých prvků bylo však tento původ možné odhalit. V prvním přiblížení bylo možné identifikovat schránky vodních organismů, které lze pozorovat zejména na prvkových mapách křemíku a kyslíku (SiO_2). Příkladem tohoto typu schránek může být tzv. frustula, což je polymerizovaný oxid křemičitý tvořící schránky rozsivek. Kromě toho bylo možné ve vnosu pozorovat částice o velikosti zhruba 5 μm , které byly tvořeny převážně železem. Velká plošná část tohoto vnosu byla také tvořena místy obsahující současně hliník a kyslík. Primárně byly na prvkových mapách zobrazeny prvky, které byly hojně zastoupeny ve vnosu a následně doplněny prvky analyzované pomocí AAS metody. V případě tohoto konkrétního vnosu byla kromě prvků zobrazených na mapách odhalena

přítomnost dalších prvků, jako je hořčík, fosfor, titan, sodík nebo mangan. Tento typ prvkové analýzy umožňuje také kvantitativní vyhodnocení daných prvků v rámci studované oblasti. Nejvyššího zastoupení bylo dosaženo u kyslíku (39 hm. %) a křemíku (12 hm. %). Další pořadí prvků bylo v následujícím pořadí Fe (6 hm. %) > Al (4 hm. %) > K (0,8 hm. %) > Ca (0,6 hm. %) > Mg (0,6 hm. %) > P (0,6 hm. %). Zbývající prvky dosahovaly obsahů nižších než 0,4 hm. %. Lze předpokládat, že v případě této analýzy byly přítomné částice tvořené také částicemi hornin, které jsou z pohledu obsahu jednotlivých prvků velmi heterogenní. Z tohoto důvodu nelze spolehlivě stanovit přesné složení těchto částic pomocí této experimentální metody.



Obr. 18: Snímek zfiltrovaného vznosu ze vzorku odebraného z lokality Vltava spolu s prvkovými mapami z EDS analýzy.

V porovnání se vzorkem odebraným z Vltavy, vykazoval vznos získaný filtrací z Vydřího potoka velmi podobné chemické složení (**Obr. 19**). Rozdílem byla pouze absence přítomnosti titanu a manganu ve vznosu spolu s majoritním zastoupením kyslíku (48 hm. %) a menšími obsahy dalších prvků. Kvantitativní vyhodnocení bylo v případě tohoto vzorku následující: Si (9 hm. %) > Fe (3 hm. %) > Al (3 hm. %) > Ca (0,8 hm. %) > K (0,4 hm. %) > Mg (0,4 hm. %) > P (0,2 hm. %). Lze si povšimnout, že celková suma neodpovídá součtu 100 hm. %. Důvodem je přítomnost uhlíku, jehož přesné stanovení je z pohledu EDS analýzy diskutabilní. Kromě toho může být koncentrace uhlíku silně ovlivněna organickými zbytky, jejichž kvantifikace nezapadá do konceptu této práce. Z tohoto důvodu zde není uhlík více rozebírán.

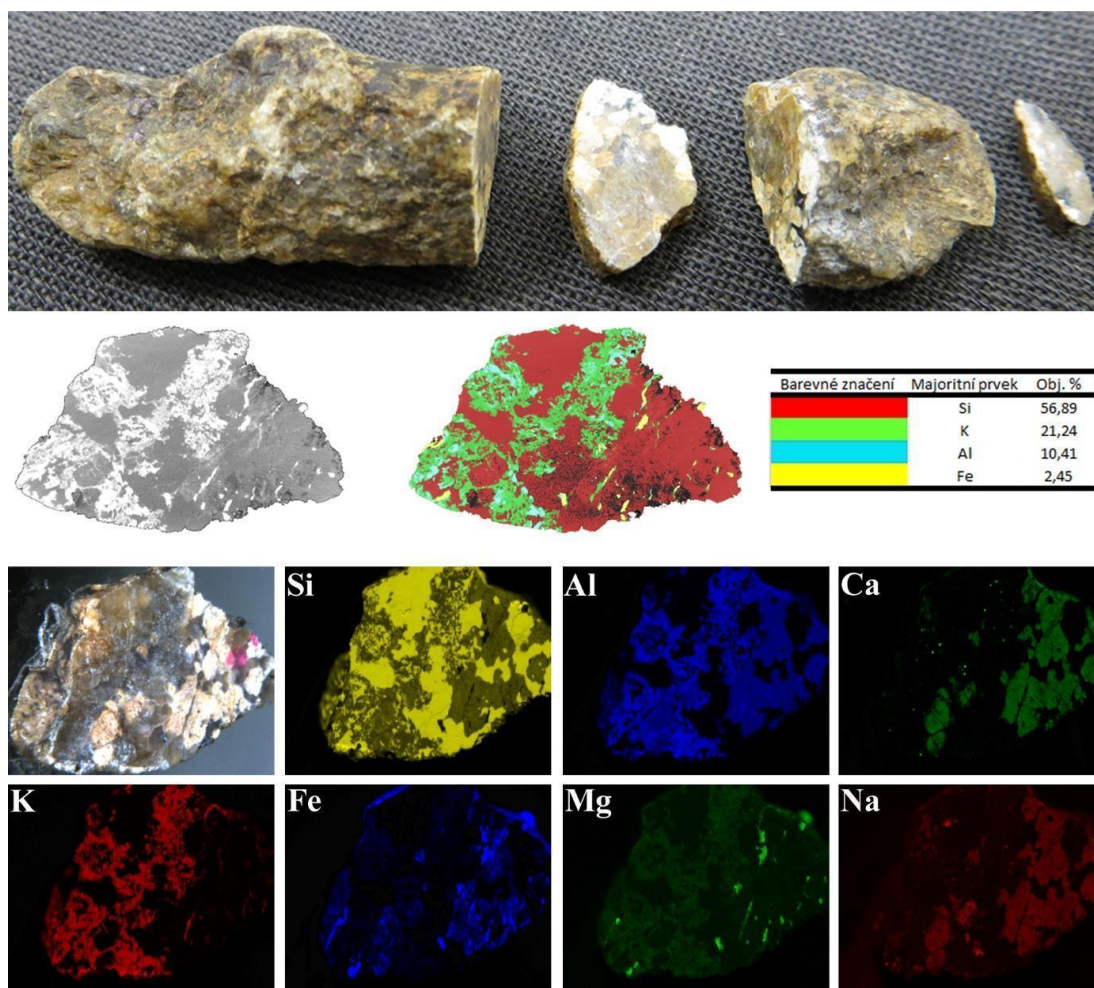


Obr. 19: Snímek zfiltrovaného vznosu ze vzorku Vydrůvka spolu s prvkovými mapami z EDS analýzy.

5.4. Analýza anorganických složek odebraných ze dna toků

Některé horniny jsou za určitých podmínek schopny rozpouštět se ve vodě a ovlivňovat tak množství obsažených iontů ve vodě. Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k odběru anorganického materiálu ze dna toků, který byl následně analyzován pomocí XRF, μ CT a XRD. Vzorky pro tuto analýzu byly vybrány tak, aby vzhledově reprezentovali většinu zastoupených hornin a zároveň aby je bylo možné zmíněnými metodami analyzovat. Jak lze usoudit z předchozí kapitoly, nebylo v případě lokality Chalupská slat' nalezeno dostatečné množství anorganického sedimentu pro zmíněné analýzy. Z tohoto důvodu zde nebudou prezentovány výsledky spojené s touto lokalitou a rovněž bude zanedbán vliv tohoto parametru na iontové složení odebrané vody z této lokality. Prvkové složení kamene a objemová distribuce jednotlivých fází u vzorku odebraného z oblasti Vltava jsou zobrazeny na **Obr. 20**. V případě odebraného vzorku, byl analyzován řez skrz vzorek, který je zobrazen na snímku. Pomocí μ CT byly rozlišeny celkem 4 fáze, přičemž majoritní podíl tvořila fáze obsahující Si. Tento fakt byl potvrzen kombinací obdržovaných dat s XRF mapami. Dále byly přítomny fáze na bázi K, Al a Fe, které tvořily přibližně 40 obj. % vzorku. Přiřazení majoritního prvku bylo provedeno na základě prvkových map a za účelem jejich rozlišení. Z tohoto důvodu neodpovídá zmíněnému dělení kvantitativní vyhodnocení, které bude zmíněné níže. Je zde ale nutné zmínit, že v případě distribuce fází docházelo k vyhodnocení na základě změny pixelové intenzity. To znamená že může docházet v rámci kamene ke změnám ve složení bez viditelné změny intenzity pixelů. Důvodem je minimální změna v hodnotě absorbance, která nemusí být plně rozlišitelná během zpracování dat. Spolu s prvkovými mapami bylo přistoupeno také

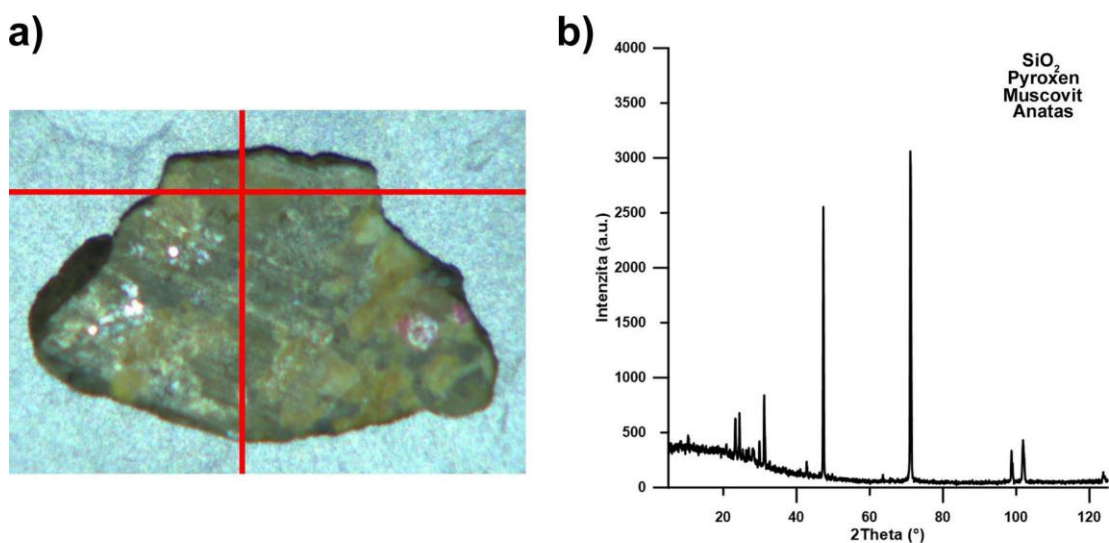
ke kvantitativní analýze oblastí, které se vzájemně odlišovaly barvou. Z těchto měření bylo prokázáno převažující zastoupení Si téměř ve všech oblastech materiálového průřezu. Velké zastoupení (> 15 hm. %) bylo možné pozorovat také u dalších prvků, jmenovitě Al, K, Fe, Ca, P a Mg. Lze tedy konstatovat, že se v rámci horniny vyskytovala většina sledovaných prvků (AAS). Prvková analýza a podíl mezi jednotlivými prvky výrazně usnadňuje stanovení přítomných fází pomocí XRD. Důvodem je zejména velké množství píků, které jsou způsobeny přítomností velkého počtu fází.



Obr. 20: Snímek řezu vzorku použitého pro analýzu objemové distribuce individuálních fází spolu s prvkovými mapami sledovaných prvků na povrchu řezu.

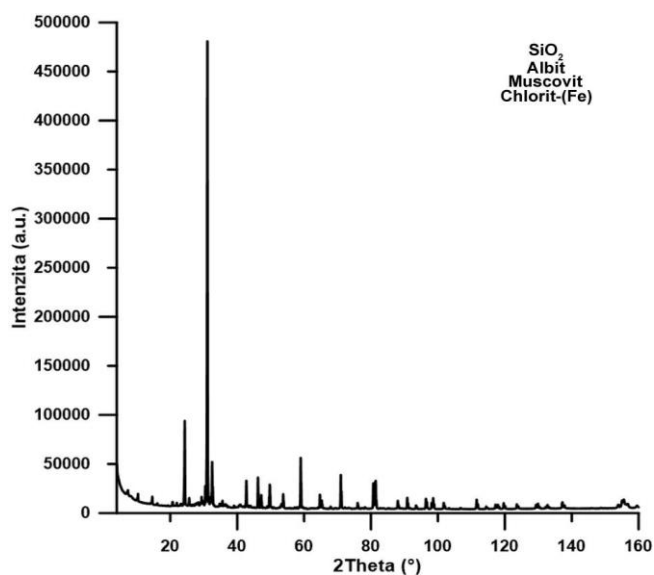
Na základě změn chemického složení v rámci průřezu vzorku byla předpokládána přítomnost většího množství hornin. Z tohoto důvodu byla provedena XRD analýza pro identifikaci přítomných hornin a pro potenciální určení jejich stability ve vodním prostředí. Výsledky této analýzy jsou zobrazeny na **Obr. 21**. Vzhledem k různému chemickému složení v jednotlivých oblastech byla XRD analýza provedena v několika

místech lišících se vzájemně svou barvou. Příklad zaměření analyzované oblasti spolu s příslušným difraktogramem sledované oblasti lze pozorovat na **Obr. 21a, b**. V případě hornin je analýza fázového složení velice obtížná z důvodu velkého počtu přítomných fází (velký počet píků) a substituce atomů vedoucích k distorzi krystalové mřížky (posun píků). Ze stejného důvodu není možné provést přesné kvantitativní vyhodnocení individuálních fází, a není proto zahrnuto v rámci výsledků. V případě vzorku odebraného z Vltavy bylo provedeno celkem 5 měření, která vedla k identifikaci quartzu, pyroxenu, muskovitu, anatasu, dolomitu a albitu.



Obr. 21: a) Místo difrakční analýzy spolu s b) příslušným difraktogramem a stanovením vyskytujících se fází z kamene vyjmutého ze dna Vltavy.

Vzhledem k charakteru odebraného vzorku bylo v případě Vydřího potoka přistoupeno k jeho rozemletí. Tímto postupem dochází velmi často k homogenizaci analyzovaného vzorku a zejména k odstranění vlivu textury, která bývá v případě hornin poměrně častá. Na základě tohoto postupu bylo možné analyzovat celý odebraný vzorek během jedné analýzy. V rámci tohoto vzorku byly identifikovány následující fáze: quartz, albit, muscovit a chlorit-Fe (**Obr. 22**).



Obr. 22: Difraktogram rozemletého písku odebraného z lokality Vydrůvka potok.

6. Diskuze

6.1. Vodivost, hodnota pH a koncentrace kyslíku

Vodivost patří mezi faktory poskytující velké množství informací o analyzovaném roztoku. Tato skutečnost je dána zejména provázaností mezi vodivostí a dalšími faktory, které mají přímý vliv na její výslednou hodnotu. Mezi faktory ovlivňující vodivost roztoku patří: množství iontů v roztoku, pH roztoku, teplota, přítomnost anorganických sloučenin, lidská činnost, popřípadě kombinace zmíněných faktorů. Jak lze z výsledků vodivosti pozorovat, docházelo během jednotlivých odběrů ke změnám, jejichž příčinou byla s největší pravděpodobností kombinace všech zmíněných faktorů. Z důvodu určení primárního činitele změny je však zapotřebí odhalit vliv individuálních faktorů. Na základě Kohlrauschova zákona [68] je známo, že se zvyšující se koncentrací iontů dochází ke zvyšování vodivosti roztoku. Toto vyjádření se však vztahuje na vysvětlení závislosti pouze v rámci jednoho iontu. Je-li přítomno větší množství iontů je vodivost ovlivněna především nejvíce mobilními ionty. Tedy ionty s menší velikostí a nižším oxidačním stavem. Na základě těchto skutečností by mělo docházet k významnému ovlivnění vodivosti právě koncentrací Na^+ iontu. Koncentrace těchto iontů byla ve všech odebraných vzorcích, tedy ve všech lokalitách, téměř neměnná v čase (v rámci chyby měření), což poukazuje na minimální vliv tohoto iontu na vodivost. Nejbližší shodu koncentrace iontů s vývojem vodivosti bylo možné pozorovat v případě K^+ iontů. Tento trend však nebyl konzistentní, a proto lze uvažovat podíl jiného z jmenovaných faktorů na celkovou vodivost roztoku. Na

vodivosti roztoku se může podílet mnoho dalších iontů (kationtů i aniontů), přičemž vliv těchto dalších látek lze odhadnout právě z hodnoty pH. Lze tak pokrýt vliv iontů, které nebyly přímo stanoveny pomocí AAS metody v této práci. Se snižující se hodnotou pH dochází k nárůstu vodivosti v důsledku disociace sloučenin přítomných v roztoku. Jak lze pozorovat z **Obr. 14** nebylo toto pravidlo potvrzeno. Důvodem byla zejména velmi nízká hodnota koncentrací přítomných iontů, které mají primární vliv na vodivost. Tedy v případě, kdy je množství iontů, potažmo rozpustných sloučenin, v roztoku nízká nepovede pokles pH k nárůstu vodivosti z důvodu absence průběhu zmíněné disociace. Hodnota pH tak neměla v tomto případě významnou vypovídající hodnotu. Vliv teploty na vodivost nebylo možné stanovit zejména z důvodu stanovení vodivosti roztoku v laboratorních podmínkách. Z tohoto důvodu došlo ke změně teploty během měření případně odparu, což vede k minimální vypovídající hodnotě tohoto parametru. Množství anorganických složek ovlivňuje vodivost pouze v případě jejich rozpustnosti ve vodě a jsou tak spojeny s množstvím dalších iontů v roztoku. Na základě této skutečnosti lze předpokládat, že se zvyšující se délkou toku dochází ke zvýšení pravděpodobnosti a množství rozpustných anorganických složek v okolí toků. Kromě délky toku samozřejmě také závisí na okolí, kterým daný tok protéká. V důsledku toho lze vysvětlit vyšší vodivost a koncentrace iontů v případě Vltavy a Vydřího potoka (tekoucí voda) v porovnání s Chalupskou slatí (stojatá voda). S ohledem na výše zmíněné faktory lze konstatovat majoritní vliv iontů v roztoku na jeho celkovou vodivost. I přes výběr lokalit, tak aby nedocházelo k ovlivnění složení vody v důsledku lidské činnosti (silniční komunikace), docházelo k významnému ovlivnění vodivosti právě přítomností dusitanových a dusičnanových iontů. Přítomnost těchto iontů ve vodách je velmi často spojena s lidskou činností (hnojiva a pesticidy, odpadní vody, spalování fosilních paliv). Vzhledem k velmi vysokému nárůstu množství těchto iontů během srpnového odběru, lze předpokládat jako nejpravděpodobnější zdroj kontaminace hnojení a užívání pesticidů. Tyto látky jsou velmi často aplikovány naposledy pro zvýšení vitality rostlin před sklizní či zamezení jejich poškození škůdci právě v srpnu. To je v dobrém souladu s následným poklesem koncentrace těchto látek v odběru provedeném v září. Dusitanové a dusičnanové ionty jsou vysoce mobilní a významně se podílejí na vodivosti roztoku. Vzhledem k tomuto tvrzení lze označit dusitanové a dusičnanové ionty za majoritní činitele způsobující nárůst vodivosti roztoku během prvního odběru. Je nutné poukázat na velmi malý nárůst vodivosti u Vydřího potoka v rámci prvního odběru. Na základě tohoto měření

Lze tedy lokalizovat potenciální zdroj znečištění severozápadně od Borové Lady. Tento fakt lze podpořit výskytem odběrových míst spolu se sklonem okolního terénu.

Množství kyslíku ve vodě je ovlivněno několika faktory, mezi které patří, teplota, tlak, činnost mikroorganismů či rozklad organických látek. Teplota je nejvýznamnějším parametrem ovlivňující koncentraci kyslíku ve vodě. Tato skutečnost je rovněž viditelná v **Obr. 15b**, kde se snižující teplotou dochází k nárůstu koncentrace kyslíku v odebraných vzorcích. Tato teplotní závislost je velmi dobře známa. Tato závislost však nebyla konzistentní v případě Chalupské slati, což vede k domněnce významného vlivu dalšího faktoru v případě této lokality. Tlakovou závislost lze vyjádřit na základě Henryho zákona [69]:

$$p = K_i \cdot x_i$$

kde p reprezentuje tlak par rozpuštěné látky, x molární zlomek rozpuštěné látky a K Henryho konstantu. Henryho konstanta je závislá na teplotě, což umožňuje stanovit výslednou koncentraci kyslíku ve vodě při dané teplotě a tlaku. Výsledky tohoto výpočtu jsou zobrazeny v **Tab. 2**. I přes to, že hodnoty Henryho konstanty nebyly nalezeny přímo pro dané teploty bylo přistoupeno k lineární aproximaci v teplotním rozsahu 0 - 25 °C. Na základě předpisu byly poté stanoveny hodnoty pro naměřenou teplotu během odběrů. Jak lze pozorovat z **Tab. 2**, docházelo v případě Vltavy k velmi dobré shodě naměřených a vypočtených hodnot. Tento fakt lze přisoudit několika faktorům, mezi které patří zejména rychlost toku zjednodušující okysličení či absence organických zbytků na dně toku. V porovnání s tím docházelo v případě Chalupské slati a Vydřího potoka k odchýlkám, které nelze přisoudit chybě měření. Tyto odchylky mohou být způsobeny fotosyntetizujícími organismy či rozkladem organické hmoty. Vzhledem k tomu, že nedocházelo v zimních měsících k výrazným změnám v rozdílech koncentrací, lze uvažovat jen velmi malý vliv fotosyntetizujících organismů na výslednou koncentraci. Lze tedy předpokládat, že k poklesu koncentrace kyslíku docházelo právě díky rozkladu organické hmoty, která tvořila silnou vrstvu na dně zmíněných lokalit.

Tab. 2: Přehled hodnot koncentrace kyslíku (v $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) získaných měřeními během odběru vzorků spolu s hodnotami vypočtenými pomocí Henryho zákona reprezentující tlakovou a teplotní závislost.

| Datum odběru | Měření na místě | | | Henryho zákon | | |
|--------------|-----------------|--------|-------------|-----------------|--------|-------------|
| | Chalupská slat' | Vltava | Vydří potok | Chalupská slat' | Vltava | Vydří potok |
| 21.8. 2022 | 6.60 | 9.64 | 9.32 | 8.04 | 9.65 | 9.71 |
| 18.9. 2022 | 6.70 | 10.80 | 9.88 | 9.56 | 10.67 | 10.43 |
| 3.12. 2022 | 5.86 | 12.08 | 10.61 | 11.64 | 12.16 | 12.14 |
| 28.1. 2023 | 9.97 | 13.38 | 11.27 | 12.60 | 13.29 | 13.19 |

6.2. Koncentrace vybraných iontů v odebraných vzorcích

Koncentrace iontů může být v případě vod vztažena na velký počet standardů, které odpovídají příslušnému využití dané vody. Z tohoto důvodu bude jako referenční stav uvažována pitná voda, jejíž limity, převzaté z vyhlášky č. 252/2004 Sb., jsou zobrazené v **Tab. 3**. Spolu s těmito limity jsou v **Tab. 3** zobrazeny průměrné hodnoty naměřených koncentrací s hladinou významnosti $p < 0,05$. Porovnáním získaných hodnot lze pozorovat, že ve většině případech analyzovaných iontů nedochází k dosažení mezní hodnoty stanovené zákonem. Tyto hodnoty dosahují dokonce několiknásobně nižší hodnoty, což vede k nízkému riziku škodlivosti této vody. Výjimku z tohoto trendu vykazují koncentrace železa (Vydří potok) a dusičnanů (Chalupská slat'), u kterých dochází k překročení mezní hodnoty. Důvodem tohoto nárůstu může být v případě železa podloží bohatší na Fe sloučeniny. V případě dusičnanů může být důvodem nárůstu zemědělská činnost spojená s aplikací hnojiv a

pesticidů. Jedním z parametrů, který je často skloňován v souvislosti s pitnou a užitkovou vodou je její tvrdost. Tento pojem je poněkud zastaralý, nicméně je stále běžně používán. Tvrdost vody se nejčastěji určuje na základě poměru mezi hořčíkem a vápníkem. V ideálním případě tento poměr dosahuje hodnoty 1:2, což je dobré shodě s odběry z Chalupské slati a Vltavy. V případě Vydřího potoka bylo množství vápníku lehce vyšší, což vede k tvorbě vápenných sloučenin běžně označované za vodní kámen. Ten je v rámci úpravy vod nežádoucí a snižuje kvalitu vody.

Tab. 3: Porovnání průměrných hodnot koncentrací vybraných prvků se standardem pro pitnou vodou.

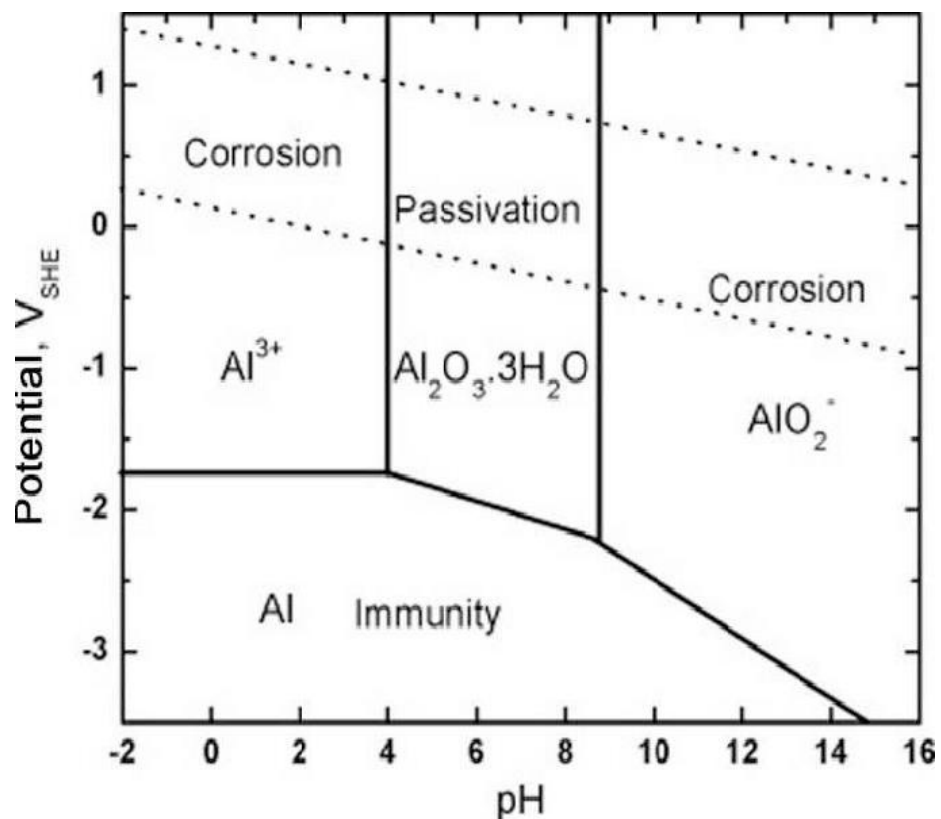
| Prvek | Koncentrace dle normy (mg·l ⁻¹) | Průměrná koncentrace Chalupská slat' (mg·l ⁻¹) | Průměrná koncentrace Vltava (mg·l ⁻¹) | Průměrná koncentrace Vydří potok (mg·l ⁻¹) |
|-----------|---|--|---|--|
| Sodík | 200 | 0,55 ± 0,05 | 1,75 ± 0,05 | 3,45 ± 0,15 |
| Draslík | - | 0,33 ± 0,16 | 0,85 ± 0,15 | 1,28 ± 0,08 |
| Vápník | 30 | 0,36 ± 0,14 | 1,13 ± 0,53 | 3,88 ± 1,03 |
| Hořčík | 10 | 0,21 ± 0,01 | 0,63 ± 0,13 | 1,45 ± 0,05 |
| Železo | 0,2 | 0,28 ± 0,04 | 0,23 ± 0,15 | 0,80 ± 0,37 |
| Dusitany | 0,50 | <0,01** | < 0,01** | 0,025** |
| Dusičnany | 50 | 53** | 26** | 2** |

* mezní hodnoty

** maximální dosažená hodnota

Kromě hodnocení kvality samotné vody, lze diskutovat rovněž vliv okolních faktorů jako je okolní vegetace či přítomné horniny. Vzhledem k velmi nízkým koncentracím lze předpokládat velmi malý vliv těchto faktorů na anorganické složení vody. I přes tento fakt je možné diskutovat jejich potenciální vliv. V případě okolní vegetace se omezíme na jehličnanové kultury v okolí míst odběru. Bylo prokázáno, že v případě

jehličnanových kultur, přesněji smrkových, dochází v půdě k acidifikaci a poklesu koncentrace bazických iontů [70]. Zároveň byla prokázána zvyšující se koncentrace hliníku, který je v případě kořenového systému toxický [71]. Z těchto informací lze vyvodit minimální příspěvek zásaditých kationtů z blízkého okolí na anorganický chemismus vody. V případě hliníku lze uvažovat rovněž minimální vliv na výsledné složení. Důvodem zvýšené koncentrace hlinitých iontů v blízkosti kořenového systému lze vysvětlit na základě hodnoty pH. Hliník patří mezi amfoterní kovy, a je tedy stabilní v oblasti blízké neutrálnímu pH. Dochází-li k acidifikaci půdy, může docházet i k přechodu stabilního oxidu hlinitého na Al^{3+} ionty, které mohou snadněji migrovat a podílet se na toxickém působení. V případě, že dojde k opětovnému nárůstu pH hodnoty (Vltava či Vydří potok) hlinité ionty přecházejí do své stabilnější formy v podobě oxidu hlinitého. Toto tvrzení je v dobré shodě s Eh-pH diagramem zobrazeným na **Obr. 23**. Tento postřeh rovněž vysvětluje přítomnost částic na bázi hliníku a nulovou naměřenou koncentraci Al^{3+} ve zmíněných lokalitách.



Obr. 23: Eh-pH diagram pro hliník s vyznačenou oblastí stability vody (oblast mezi přerušovanými čarami) [69].

Přítomnost hornin a jejich zvětrávání se podílí na změnách v chemismu vody zejména prostřednictvím zvětrávání. Voda je velmi důležitým činitelem v případě zvětrávání

hornin. Důvodem je možná hydrolýza vody s následnou tvorbou komplexních sloučenin z přítomných iontů. V případě živců (například albit) dochází k rozpuštění zejména v kyselých vodách [72]. Na základě toho lze vysvětlit vyšší koncentraci sodíku a draslíku v lokalitě Vydří potok. Jedním z možných vysvětlení je kombinace přítomnosti příslušných živců, rychlost toku, a množství srážek. Je nutné zmínit, že na koncentraci zmíněných iontů mohou mít vliv i další faktory, které nebudeme v tomto příkladu uvažovat (například půdní profil celé délky toku). Rychlost toku a objem srážek může mít výrazný vliv na rozpustnost živců díky poklesu pH. V případě mírně tekoucího toku a velkého množství srážek (pH deště = 5,5) může dojít ke zmíněnému poklesu pH, a tak k nárůstu koncentrace Na^+ a K^+ iontů vlivem rozpouštění živců. To nelze předpokládat v místech absence hornin ve vodě (Chalupská slat') nebo v místech vysoké rychlosti toku s nízkým poměrem ředění vod o různém pH (Vltava). Obecně je velmi obtížné přiřadit vliv daných hornin na chemické složení toku. Důvodem je přítomnost velkého množství hornin v rámci jednoho kamene, proměnlivost podmínek, analýza omezeného počtu vzorků apod.. I přes přítomnost analyzovaných prvků v rámci zkoumaných hornin nelze propojit ionty s konkrétní fází. Na základě použitých metod totiž není možné stanovit sloučeniny ze kterých ionty pocházely. V rámci diskuzní části by bylo možné diskutovat tuto problematiku mnohem podrobněji, nicméně se jedná o velice komplexní téma, které by svým rozsahem pokrylo celou práci. Z tohoto důvodu se omezíme pouze na následující tvrzení. Prvky analyzované pomocí AAS byly nalezeny také v rámci hornin nacházejících se na dně toků. Na základě toho lze očekávat přímý vliv těchto hornin na chemické složení vody. Rozsah takového ovlivnění nelze na základě obdržených dat spolehlivě určit, i když lze předpokládat že vzhledem k nízkým koncentracím iontů ve vodě a relativně velkému množství hornin na dně toků bude tento vliv velmi malý.

7. Závěr

Složení povrchových vod spolu s jejich fyzikálními vlastnostmi poskytují velké množství informací, které mohou pomoci s popisem prostředí jako celku od znečištění až po stanovení půd a hornin vyskytujících se v okolí toku. Toto propojení je možné na základě vzájemného vztahu mezi danou vlastností a faktorem, který tuto vlastnost ovlivňuje. Vodní prostředí je velmi komplexní systém, u kterého je pro stanovení těchto závislostí potřebné provést velmi širokou škálu testů. Důvodem je již zmíněná propojenost, kdy může jeden faktor ovlivňovat více vlastností a naopak. V rámci této bakalářské práce bylo dosaženo všech vytyčených cílů. Na základě těchto splněných cílů bylo možné pozorovat určité souvislosti, které lze shrnout do následujících bodů.

- Vodivost roztoků byla ovlivněna primárně iontových složením vod, zejména pak vysokou koncentrací dusitanových a dusičnanových iontů s vysokou mobilitou.
- Maximální množství rozpuštěného kyslíku ve vodě bylo spočítáno pomocí Henryho zákona a porovnáno s naměřenými hodnotami. Toto porovnání odhalilo maximální přípustnou koncentraci kyslíku ve Vltavě. Naopak, v případě Chalupské slati a Vydřího potoka docházelo k poklesu této koncentrace. To bylo s největší pravděpodobností způsobeno vysokým obsahem rozkládajícího se organického materiálu na dně těchto lokalit.
- Porovnání koncentrací vybraných prvků se standardy pro pitnou vodu prokázalo velmi nízké koncentrace těchto prvků v lokalitě Chalupská slat', a tak i velmi nízkou, potenciální nebezpečnost. V nejhorsím scénáři docházelo k velmi mírnému překročení těchto hodnot, které bylo s největší pravděpodobností spojené s podložím a lidskou činností.
- Stanovení vlivu okolní vegetace a zvětrávání hornin je poměrně složité a nejednoznačné. Díky analýze hornin byla prokázána přítomnost všech sledovaných prvků v roztoku. Na základě toho lze předpokládat významný vliv hornin na složení vody. Prokázání tohoto tvrzení nebylo na základě obdržených dat možné spolehlivě prokázat.

8. Použité zdroje a literatura

- [1] Z. Kantořík, Péče o les v Národním parku Šumava, 1999. [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/B4BF36D60DC8E265C1256FC80040ACFF/\\$file/03.html](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/B4BF36D60DC8E265C1256FC80040ACFF/$file/03.html).
- [2] S. Vacek, V. Podrázský, Forest ecosystems of the Šumava Mts. and their management, Journal of Forest Science 49(7) (2003) 291-301.
- [3] Z. Křenová, J. Vrba, Just how many obstacles are there to creating a National Park? A case study from the Šumava National Park, European Journal of Environmental Sciences 4(1) (2014).
- [4] Brabec, Vyhláška č. 42/2020 Sb., 2020. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-42>.
- [5] M. Cihar, V. Trebický, J. Stankova, Stakeholder's monitoring and involvement: management option for Sumava National Park (Czech Republic), International conference on monitoring and management of visitor flows in recreational and protected areas (MMV), 2008, pp. 271-276.
- [6] N.a.C. Šumava, Území pod správou NPŠ, 2021. <https://www.npsumava.cz/sprava-np/uzemi-pod-spravou-nps>.
- [7] L. Pokorná, Návrh geologicko-přírodovědné výukové trasy v okolí Mářského vrchu u Vimperku, (2013).
- [8] U.W.R.G.a.G.S. Center, Pediments and Alluvial Fans, 2004. <https://pubs.usgs.gov/of/2004/1007/fans.html>.
- [9] S. Chábera, Příroda na Šumavě: přírodovědný průvodce, Jihočeské nakladatelství1987.
- [10] M. Křížek, Charakteristické vlastnosti mrazových srubů: zaměřeno na srovnání aktivních mrazových srubů ve světě a mrazových srubů v Rusavské hornatině, (2003).
- [11] L. MIŠTERA, Regionální geografie České republiky, Socioekonomická geografie I., ZČU Plzeň (1996).
- [12] S. Chábera, Neživá příroda, Jihočeské nakladatelství1985.
- [13] J. Babůrek, Geological research of Bohemian Forest Geologický výzkum Šumavy, Silva Gabreta 1 (1996) 27-31.
- [14] B. Poláček, GEOLOGICKÝ PARK Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze, 2015. <https://parkgeo.cz/moldanubikum.htm>.
- [15] M. Anděra, V. Dudák, P. Zavřel, Šumava: příroda, historie, život, Baset2005.
- [16] T. Zádorová, ZÁKLADY PŮDNÍ KLASIFIKACE II, (2020).
- [17] K.N. Josef Kozák, Luboš Borůvka, 2004. https://klasifikace.pedologie.czu.cz/index.php?action=showReferencniTrida&id_categoryNode=148.
- [18] L. Pavlů, Č.z.u.v.P.K.p.a.o. půd, Základy pedologie a ochrany půdy, Česká zemědělská univerzita2019.
- [19] Č.g. služba, Půdní mapa, 2023. <https://mapy.geology.cz/pudy/#>.
- [20] N.p. Šumava, 2023. <https://www.npsumava.cz/>.
- [21] K. Matějka, Vývoj počasí na Šumavě, URL: <http://www.infodatasy.cz/sumava/klima.htm> (2011).
- [22] Simulované historické údaje o klimatu a počasí pro Šumava, 2023. https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/climatemodelled/%C5%A0umava_rakousko_2946941.
- [23] Bezzásahové zóny na Šumavě počasí v Čechách neovlivňují, 2019. <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/bezzasahove-zony-na-sumave-pocasi-v-cechach-neovlivnuji>.
- [24] P. Lipina, J. Procházka, Č.h. ústav, Č.m. společnost, SUMAVA.EU., N.p. Šumava, Kvilda, Šumava 2019: meteorologická konference : sborník příspěvků z konference pořádané Českým hydrometeorologickým ústavem, Českou meteorologickou společností a neformálním spolkem SUMAVA.EU ve spolupráci s Národním parkem Šumava a obcí Kvilda

konané ve dnech 14.-16. května 2019 v Obecním sále na Kvildě, Český hydrometeorologický ústav 2019.

- [25] J. Fanta, Práce s lesem v národních parcích po orkánu Kyrill, Ochrana přírody (1) (2008).
- [26] J. Procházka, M. Tesař, J. Bednařík, Hodnocení sněhové pokrývky na Šumavě jako možného indikátoru klimatických a souvisejících změn, Hospodaření s vodou v krajině (2018).
- [27] Z. Křenová, Národní park Šumava, Ochrana přírody (6) (2008).
- [28] J. Lenoch, Dějiny lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu, Učební texty, Mendelova univerzita, Brno (2014).
- [29] P.H. Pavla Čížková, Jaký les vytvářejí spontánní procesy na Šumavě?, Ochrana přírody (3) (2021).
- [30] R. Roučková, Šumavské louky a pastviny, Ochrana přírody (3) (2021).
- [31] K. Václav, Architektura inženýrských staveb, Grada Publishing a.s. 2009.
- [32] J. Vojta, Šumava: Historické změny vegetace.
- [33] P. Holub, Rašeliniště, Ochrana přírody (3) (2008).
- [34] M. Gařka, A. Hölzer, A. Feurdean, J. Loisel, H. Teickner, A.-C. Diaconu, M. Szal, T. Broder, K.-H. Knorr, Insight into the factors of mountain bog and forest development in the Schwarzwald Mts.: Implications for ecological restoration, Ecological Indicators 140 (2022) 109039.
- [35] M. Wang, Y. Wang, S. Wang, M. Jiang, G. Wang, The type of soil amendment during farming affects the restorability of peatlands, Ecological Engineering 189 (2023) 106916.
- [36] P. Pošta, Rašeliniště v České republice, (2004).
- [37] O rašeliništích. <https://life.npsumava.cz/o-vode-a-mokradech/o-raselinistich/>.
- [38] M. Chytrý, T. Kučera, M. Kočí, V. Grulich, P. Lustyk, Katalog biotopů České republiky, Agentura Ochrany Přírody a Krajiny ČR 2010.
- [39] H. ŠVEHLÁKOVÁ, J. NOVÁKOVÁ, I. MELČÁKOVÁ, Ekologické aspekty technické hydrobiologie, Multimediální výukový text (2006).
- [40] Mapy.cz, Oblast Borové Lada, 2023. <https://mapy.cz/zakladni?x=13.6571565&y=48.9962210&z=15>.
- [41] K. Petráš, Krajem šumavských Lad, Kopp 2019.
- [42] I. Bufková, Na Šumavu za přírodou severské tundry, Ochrana přírody 2 (2013).
- [43] A. Skalníková, Revitalizace rašelin a mokřadů: postupy a monitoring efektivity, (2018).
- [44] Historie těžby rašeliny, 2020. <https://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/historie-tezby-raseliny>.
- [45] P. Horn, Ekologie rašelinišť na Šumavě, České Budějovice (2009).
- [46] J. Dvořák, Údolní nádrž Lipno - Přírodopisná charakteristika, 2010. <https://www.orso.cz/dvorak/unlipno.html>.
- [47] G. lokality, Borová Lada - Chalupská slať. <http://lokality.geology.cz/d.pl?item=7&id=2163&Okres=PT&vyb=1&text=Lokality%20v%20okresu#>.
- [48] J. Petránek, J. Cháb, Encyklopedie geologie, Česká geologická služba 2016.
- [49] R.J. Hons, Atlas našich hornin, Aladin agency s.r.o. 2017.
- [50] J. Němeček, Taxonomický klasifikační systém půd České republiky, Česká zemědělská univerzita 2001.
- [51] M. Tomášek, Půdy: České republiky, Česká geologická služba 2003.
- [52] F. Bordovský, Pedosféra, 2023. <https://slideplayer.cz/amp/3656003/>
- [53] R. Tolasz, I v Česku se mění klima, 2019. <https://storymaps.arcgis.com/stories/623ff16d5dd54607a1a272539aa5dda2>.
- [54] V.Š.A.K.P. Lipina, M. Řepka, METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY.
- [55] T. Kämäräinen, J. Uusitalo, J. Jalonen, K. Laine, A. Hohtola, Regional and habitat differences in 7-methyljuglone content of Finnish Drosera rotundifolia, Phytochemistry 63(3) (2003) 309-314.

- [56] J.M. Burkholder, Harmful Algal Blooms, in: G.E. Likens (Ed.), Encyclopedia of Inland Waters, Academic Press, Oxford, 2009, pp. 264-285.
- [57] L. Hoskovec, DROSERA ROTUNDIFOLIA L. – rosnatka okrouhlolistá / rosička okrouhlolistá, 2007. <https://botany.cz/cs/drosera-rotundifolia/>.
- [58] N. Gutzerová, SPHAGNUM MAGELLANICUM Brid. – rašeliník prostřední / rašelinník, 2010. <https://botany.cz/cs/sphagnum-magellanicum/>.
- [59] J.F. Radek Hejda, Střevlík Ménériésův - skvost našich rašeliníšť, Ochrana přírody (1) (2011).
- [60] Č.a. společnost, Pardosa sphagnicola, 2023. <https://www.arachnology.cz/druh/pardosa-sphagnicola-559.html>.
- [61] O.V. Jiří Flousek, Nechováme se k tetřívkoví macešsky?, Ochrana přírody 3 (2012).
- [62] D.F. Shmueli, Water quality in international river basins, Political Geography 18(4) (1999) 437-476.
- [63] J.H. Jiří Kopáček, Vltavská kronika, Vesmír 452(97) (2018).
- [64] J. Zeng, G. Han, Rainwater chemistry reveals air pollution in a karst forest: Temporal variations, source apportionment, and implications for the forest, Atmosphere 11(12) (2020) 1315.
- [65] J.K. Jakub Hruška, Účinky kyselého deště na lesní a vodní ekosystémy I. Emise a depozice okyselujících sloučenin, 2009. <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/ucinky-kyseleho-deste-na-lesni-a-vodni-ekosystemy-1.pdf>.
- [66] P.R. Salve, A. Maurya, S.R. Wate, S. Devotta, Chemical Composition of Major Ions in Rainwater, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 80(3) (2008) 242-246.
- [67] W. Shotyk, Review of the inorganic geochemistry of peats and peatland waters, Earth-Science Reviews 25(2) (1988) 95-176.
- [68] M.K. Srinivasa, J. Lee, K. Hyun, H.D. Yoo, Modifying Kohlrausch's Law to Describe Nonaqueous Electrolytes for Lithium-Ion Batteries, ACS Applied Materials & Interfaces 15(51) (2023) 59296-59308.
- [69] D.M. Avishay, K.M. Tenny, Henry's Law, StatPearls Publishing, Treasure Island (FL)2023.
- [70] D. Binkley, P. Sollins, Factors Determining Differences in Soil pH in Adjacent Conifer and Alder-Conifer Stands, Soil Science Society of America Journal 54(5) (1990) 1427-1433.
- [71] M.J. Hodson, A.G. Sangster, Aluminium/silicon interactions in conifers, Journal of Inorganic Biochemistry 76(2) (1999) 89-98.
- [72] V. Suchá, Halda Kaňk: rozklad silikátů.