

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO POSTŘEDÍ
KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ
A ENVIROMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Charakteristika povodí Oborského potoka se zaměřením na
lokalitu raka kamenáče**

Vedoucí práce: Ing. Radek Roub Ph.D.

Bakalant: Václav Klouda

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Václav Klouda

Vodní hospodářství

Název práce

Charakteristika povodí Oborského potoka se zaměřením na lokalitu raka kamenáče

Název anglicky

Characteristic of the basin Oborského brook with a focus on the locality stone crayfish

Cíle práce

Hydrologický popis povodí levostranného přítoku Mítovského potoka

Popis morfologie vodního toku se zaměřením na raka kamenáče

Určení N-letých průtoků pomocí hydrologického modelu

Metodika

Určení základních charakteristik povodí a určení N-letých průtoků

Charakteristika vodního toku a habitatů vhodných pro raka kamenáče

Les a jeho funkce

Základní hydrologické pojmy

Objekty na vodních tocích

Raci v České republice

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran + přílohy

Klíčová slova

Průtok, vodní tok, habitat, morfologie

Doporučené zdroje informací

- BERAN, Jan; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ. *Základy vodního hospodářství*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2009. ISBN 978-80-213-1875-5.
- FROUZ, Jan.; FROUZOVÁ, Jaroslava. *Aplikovaná Ekologie. [elektronický zdroj] /*. Prague: Karolinum Press, 2021. ISBN 9788024646930.
- KOVÁŘ, Pavel; UNIVERZITA KARLOVA. *Ekosystémová a krajinná ekologie*. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2788-5.
- ŠTAMBERGOVÁ, Monika; SVOBODOVÁ, Jitka a KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ, Eva. *Raci v České republice: [metodika AOPK ČR]*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2009. ISBN 978-80-87051-78-8

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Radek Roub, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2024

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 15. 03. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „*Charakteristika povodí Oborského potoka se zaměřením na lokalitu raka kamenáče*“ vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

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

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

V Praze dne

.....

Václav Klouda

Abstrakt

V bakalářské práci jsou zpracovány hydrologické výsledky pro zájmovou lokalitu se zaměřením na možný výskyt raka kamenáče v dané lokalitě. Povodí Oborského potoka se nachází v České republice v Plzeňském kraji. Konkrétně v okrese Plzeň – jih v blízkosti obce Nové Mitrovice.

Práce je rozdělena na dvě části. První část se zabývá stanovením základních hydrologických a geologických charakteristik v povodí pomocí programu ArcGis Pro. Vstupními daty byla datová sada ZABAGED® (5. generace a vrstevnice) získané z Geoportálu Českého zeměměřičského a katastrálního úřadu ze které byl stanovený digitální model povodí. Dále byl na povodí Oborského potoka stanoven průtok $Q_N = 100$ pomocí programu DesQ verze 5.2.

Druhá část práce se zabývá možným výskytem raka kamenáče v zájmové lokalitě. Výsledkem této práce je zjistit, zda je možný výskyt raka kamenáče v této lokalitě za pomoci různých faktorů jako např. zda vyhovuje morfologie a aktuální stav koryta rakovi či jestli je dostatečná kvalita vody.

Klíčová slova: Průtok, vodní tok, morfologie, habitat

Abstract

In the bachelor thesis are processed hydrological results for locality of interest with focus on possible occurrence of the Stone Crayfish in the location. Basin of Obora brook is located in Czech Republic in the Pilsen district. Specifically in the Pilsen-South region close to municipality Nové Mitrovice.

The thesis is divided into two parts. First part of the thesis is dealing with setting the basic hydrological and geological characteristics in the basin using program ArcGis Pro. Entry data were the data set ZABAGED® (5th generation and contour line) received from Geoportal of Czech Geodesist (Surveyor) and Cadastral Office from which was created digital model of the basin. Furthermore was on the basin of the Obora brook set a 100 year old flow rate using program DesQ version 5.2.

Second part of the thesis is focused on occurrence possibility of the Stone Crayfish in the location of interest. The result of this thesis is to find out if there is a chance to find the Stone Crayfish in the location of interest by using different factors such as the morphology and the current status of the water bed suits the Stone Crayfish or is there sufficient water quality.

Keywords: Flow rate, waterflow, morphology, habitat

Obsah

1. ÚVOD	1
2. CÍL PRÁCE	2
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	3
3.1 Les na území České republiky.....	3
3.2 Historický vývoj lesa	3
3.2.1 Vývoj lesa v pravěku a starověku.....	3
3.2.2 Vývoj lesa ve středověku.....	4
3.2.3 Vývoj lesa v novověku	5
3.2.4 Vývoj lesa v současnosti.....	6
3.3 Lesy v České republice.....	7
3.3.1 Vegetační stupně v České republice	8
3.4 Les a jeho funkce	11
3.4.1 Historický význam lesa	11
3.4.2 Hydrologická funkce lesa	11
3.4.3 Protierozní funkce lesa	12
3.5 Základní hydrologické pojmy	12
3.5.1 Hydrosféra.....	12
3.5.2 Vodní tok	13
3.5.3 Povodí.....	13
3.5.4 Vodní toky v povodí	14
3.5.5 Charakteristika povodí.....	14
3.5.6 Geologická a půdní charakteristika povodí	15
3.5.7 Rostlinný pokryv povodí	16
3.5.8 Vodní nádrže na povodí	16
3.6 Objekty na vodních tocích	17
3.6.1 Hrazení bystřin	17
3.6.2 Stavby zajišťující dno toku.....	18
3.6.3 Podélné stavby.....	20
3.6.4 Vegetační a kombinované konstrukce.....	21
3.7 Raci v České republice	22

3.7.1 Biologie raka	22
3.7.2 Druhy raků v ČR	24
3.7.3 Rak kamenáč (<i>Austropotamobius torrentium</i>).....	27
3.7.4 Problematika račího moru	28
4. METODIKA	30
4.1 Digitální model povodí.....	30
4.2 Výpočet průtoku pomocí hydrologického modelu.....	30
4.3 Rak kamenáč v Oborském potoce	31
5. CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ	32
5.1 Popis lokality.....	32
5.2 Geologické poměry.....	32
6. PRAKTICKÁ ČÁST	34
6.1 Povodí.....	34
6.1.1 Vhodná lesní skladba v okolí vodního toku.....	34
6.1.2 Reálná lesní skladba v okolí vodního toku	35
6.2 Morfologie toku	35
6.2.1 Popis první části Oborského potoka	36
6.2.2 Popis druhé části Oborského potoka.....	36
6.2.3 Popis třetí části Oborského potoka	37
6.2.4 Popis čtvrté části Oborského potoka.....	37
6.3 Rak kamenáč	38
6.3.1 Výskyt raka kamenáče v letech 2000 až 2003	38
6.3.1 Výskyt raka kamenáče a kvalita vody	39
7. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY POVODÍ	42
7.1 Výsledky z hydrologického modulu DesQ.....	43
DISKUSE	44
ZÁVĚR.....	46

ZDROJE 47

PŘÍLOHY 53

1. Úvod

Každý organismus je spjatý s vodou, bez které by nemohl existovat život na Zemi. Vzhledem k tomu, že člověk je na této planetě jeden z nejvyspělejších tvorů, je zavázán chránit to, co život zajišťuje. Je zapotřebí si uvědomovat, že každá kapka, která dopadne na zem, a i ten nejmenší potok, může časem vytvořit masu vody, která by mohla být likvidující nejen pro člověka, ale i pro organismy, které ve vodě žijí. Proto je nesmírně důležité pochopit princip malého povodí, které se může zdát bezvýznamné, ale právě tyto malé přítoky tvoří toky a veletoky národního významu.

Bakalářská práce je věnována malému povodí na Plzeňsku, které by mohlo být útočištěm pro kriticky ohroženého raka kamenáče. V práci jsou popsány základní charakteristiky tohoto povodí a jejich vyhodnocení. Důležitou částí této práce je její pohled na tok jako na prostor pro organismy, a to konkrétně pro kriticky ohrožený druh raka kamenáče.

2. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit povodí Oborského potoka, vytvořit základní hydrologický pohled na pravostranný přítok Mítovského potoka a pochopit hydrologický význam malého lesního toku.

Dílčím cílem této bakalářské práce je zaměřit se na Oborský potok jako na životní prostor pro kriticky ohroženého raka kamenáče a zjistit, zda je možné, aby se zde tento druh raka vyskytoval a prosperoval.

3. Literární rešerše

Částí bakalářské práce je literární rešerše, ve které jsou popisovány teoretické skutečnosti a významy související s cíli této práce nebo metodiky. Je zde snaha popsat teoretické vědění o problematice lesa, vegetačního povrchu povodí, vodních toků a v neposlední řadě raků na našem území.

3.1 Les na území České republiky

Les provází člověka od počátku jeho existence. Během antropologického vývoje se pohled na les vždy měnil. Nejdříve sloužil jako místo bezpečí a místo hojného výskytu potravy. V neolitické revoluci se na les pohlíželo jako na místo s úrodnou půdou, které je potřeba vypálit, aby se zde mohlo začít obdělávat pole. Během středověku a novověku byl les hlavní zdroj dřeva, tedy paliva do továren nebo jako zdroj řeziva na stavbu. Je patrné, že les člověk potřeboval v každé době jiným způsobem a podle toho vypadala lesní skladba. (ROTTER A PURCHRAT, 2022)

3.2 Historický vývoj lesa

V dnešní době se již na les nepohlíží jako na zdroj dřevní hmoty, ale jako na důležité společenství (ČTK, 2021). Lesní ekosystém je velmi ceněný pro své vedlejší funkce, kterými tlumí účinky větru při erozi, mírní výkyvy teplot během roku a v neposlední řadě ovlivňuje hydrologické poměry v přilehlém území (MRÁČEK, 1959).

3.2.1 Vývoj lesa v pravěku a starověku

V období pravěku člověk v lese nacházel úkryt, lovil zvěř a sbíral lesní plody. Vliv člověka na vývoj a skladbu lesů v tomto období je prakticky minimální. Hlavním faktorem ovlivňujícím skladbu lesa je různorodé klima v různých částech našeho území. V době ledové se na našem území vyskytovala severská tundra a přízemní patro obsahovalo především alpinskou květenu. Relikty z těchto pásem jsou např. bříza trpasličí (*Betula nana*), mochna zlatá (*Potentilla aurea*) či koniklec alpský (*Pulsatilla alpina*). (MRÁČEK, 1959)

Největší a dalo by se říci prvotní velkou zkoušku les zakusil v době neolitické revoluce. Člověk v tuto dobu žil usedlý způsob života, pěstoval plodiny a domestikoval zvířata. Pro svá pole a pastviny potřeboval dostatek místa, a proto vypaloval lesy a na těchto místech se usazoval a rozšiřoval. Dalo by se říci, že hlavním faktorem ovlivňujícím skladbu lesa již není měnící se klima, ale vliv člověka. V této

době se v horském pásmu nachází především horské buky s příměsí jedle a smrku. Prakticky ve výšce 500 m n. m. a výše se nachází právě již zmíněný buk lesní (*Fagus sylvatica*) s jedlí bělokorou (*Abies alba*). V českých a moravských nížinách se nachází smíšené doubravy a v okolí řek se nacházel lužní les. (MRÁČEK, 1959)

Zemědělci, díky zakládání lesních požárů, zvětšovali svá území pro pěstování plodin, ale hlavně pro pastvu dobytka. V tehdejších nížinatých doubravách byly příměsi habru a lísky. Tyto druhy spolu s keřovitým a bylinným patrem často zanikly, ale dub se silnou borkou většinou vydržel nápor ohně. Proto začala hojně vznikat lesostep, která byla zmlazena v keřovém a bylinném patru. To přinášelo vhodnou vegetaci pro pastvu dobytka. (MRÁČEK, 1959)

Během období starověku člověka zajímá, že Římané a jejich říše, která dosáhla prakticky až k dnešnímu Slovensku, popisují lesy střední Evropy jako velmi drsné hornaté území s prakticky neproniknutelnými lesy a mnohočetnými bažinami. (MRÁČEK, 1959)

3.2.2 Vývoj lesa ve středověku

Jedna ze základních změn, které proběhly na počátku středověku se týká řek a nivních oblastí. Bylo zaznamenáno zvýšené množství povodní, které během let ukládaly vrstvy naplavenin a vznikaly tak fluviální půdy. Za vznik tohoto jevu můžeme brát zvyšující se teplotu a množství srážek v souvislosti s čím dál větším osídlením a vykácením lesů, především ve vyšších polohách. Díky tomu mohl vzniknout ekosystém dnešního tvrdého lužního lesa. (ROTTER A PURCHRAT, 2022)

Ve 12. a 13. století se začínají ve velkém zakládat města a začíná tzv. kolonizace. Při kolonizaci bylo potřeba dostatek místa pro stavbu měst a také dostatek stavebního materiálu. Kvůli tomu i v tomto období začíná les opět ustupovat člověku, i přesto je les nejdůležitější podmínkou pro hospodářský rozvoj daného území. Můžeme říci, že v tomto období vzniká již současný vzhled naší kulturní krajiny. (MRÁČEK, 1959; ROTTER A PURCHRAT, 2022)

Během vlády Karla IV. se místy rozmohlo velké odlesňování a na základě toho se objevuje prakticky první právní ochrana lesa v zákoníku *Maiestas Carolina* vydaného v roce 1350. V zákoníku můžeme nalézt např. že se zakazuje vypalování lesů bez povolení či nepovolené kácení pod hrozbou trestu useknutím ruky. I přesto, že to byla

první snaha o ochranu lesa a zamezení jeho ničení, tak lesů stále ubývalo. (TUČEK, 2023)

Horské lesy byly v této době velmi ovlivněny tehdejší pastvou dobytka. Především se jednalo o skot a ovce, které spásali tzv. alpské louky. V některých oblastech spásali i mladé výrůstky stromků, které pokud přežily, tak měly zvláště pokroucený kmen u země a poté se narovnávaly. (ROTTER A PURCHRAT, 2022)

3.2.3 Vývoj lesa v novověku

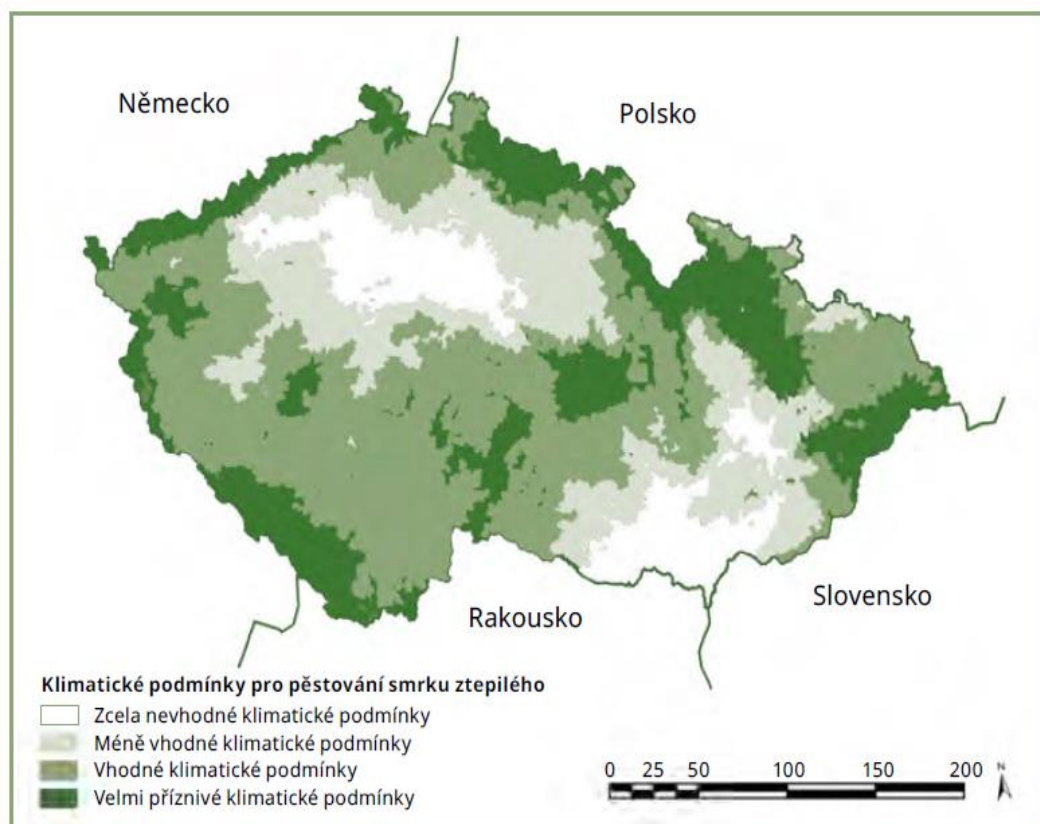
Společnost se dále vyvíjela a s tím i rostla potřeba dřeva jako jednoho z hlavních energetických zdrojů. Během 30leté války v letech 1618 až 1648 byla zlikvidována až 1/3 vesnic na našem území. Díky tomu se les mohl přirozeně rozšířit na zabraná území a mírně tak stoupla lesnatost. (TUČEK, 2023)

V 17. a 18. století činila lesnatost na našem území kolem 15 % (ANONYMUS, 2016). Hlavními důvody tohoto problému byly velká spotřeba dřeva, ale i stále pasoucí se dobytek v lesích. Obor lesnictví, který v té době vznikal, byl spíše matematickým oborem nežli ekologicko-biologickým (MRÁČEK, 1959). Bylo zapotřebí rychlé a jednoduché zalesnění dřevinou, ze které by byl vysoký výnos. Z tohoto důvodu se začalo pohlížet na smrk ztepilý (*Picea abies*) a borovici lesní (*Pinus sylvestris*) jako na jedny z hlavních hospodářských dřevin. Díky této skutečnosti začaly na našem území vnikat plantáže smrku, aniž by bylo hleděno na biologickou potřebu daného druhu a přirozeného výskytu dřevin v dané oblasti (ROTTER A PURCHRAT, 2022).

V této době také vznikl nový způsob těžby dřeva tzv. holosečný. Hospodaření v lese začalo pěstováním na způsob věkových tříd. Díky tomu bylo dosaženo maximálního využití plochy a tím i maximálního výnosu z dřevní hmoty (MRÁČEK, 1959). Po zavedení této metody došlo na určité problémy. Monokultury smrku napadal přemnožený hmyz, především lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) či bekyně mniška (*Lymantria monacha*) (ROTTER A PURCHRAT, 2022). Vysokokmenné stromy likvidoval silný vítr a vznikaly tak velké kalamity. Malé stromky v některých oblastech lámal těžký sníh. Přesto se ale pěstování monokultury smrku udrželo a toto hospodaření trvá prakticky dodnes (MRÁČEK, 1959).

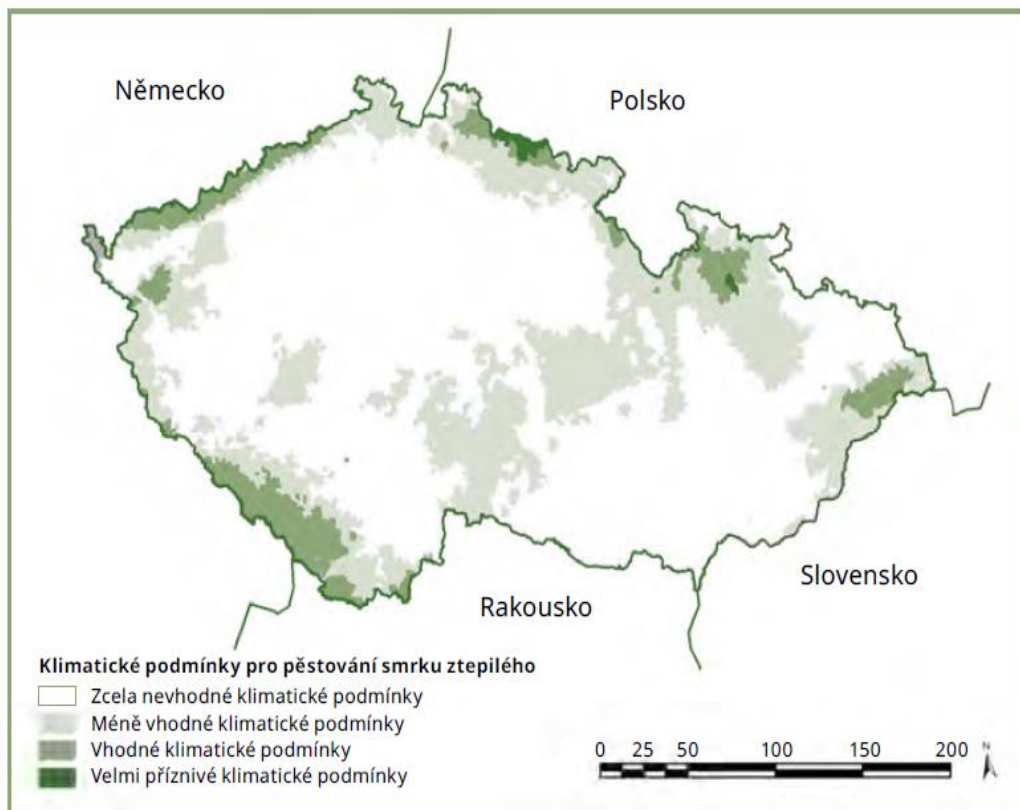
3.2.4 Vývoj lesa v současnosti

Obrovské problémy a následný rozpad monokultur na našem území dávají možnost pokusit se o zlepšení kvality lesa a jeho následného vývoje. Zajímavé je, jakým způsobem si sama příroda dokázala poradit s těmito nepůvodními monokulturami. Při nastupující změně klimatu, kdy se zvyšuje teplota a klesá množství srážek, je prakticky nemožné udržet smrk ve stejných oblastech jako se nyní vyskytuje viz obrázky 1 a 2 (ROTTER A PURCHRAT, 2022). Vhodné oblasti pro výskyt smrčin jsou především v horských pásmech či pahorkatinách, tedy na místech, kde nemáme příliš velké teploty a je zde dostatek vlhkosti viz obrázek 1.



Obrázek 1 - Mapa klimatických podmínek pro smrk ztepilý v současnosti, (ROTTER A PURCHRAT, 2022)

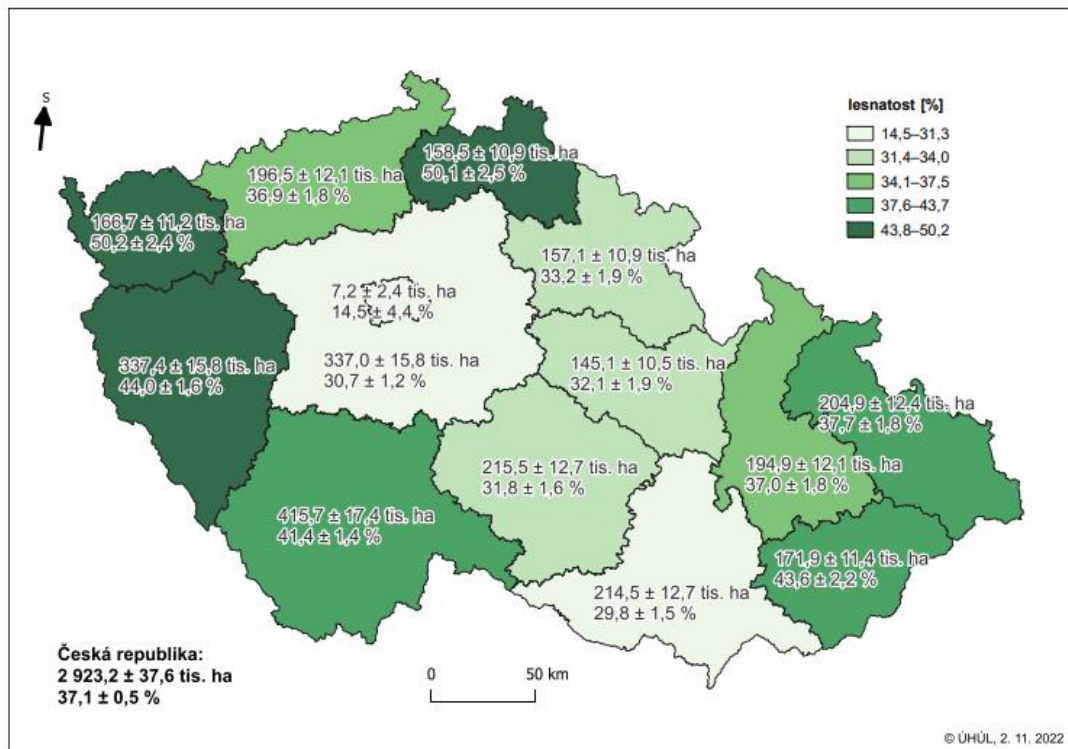
Problémem zůstává, že i přes snahu o ekologické a stabilní hospodaření v lese nevíme, jak příroda bude prosperovat do budoucna. Lesní ekosystém je nejvyšší klimaxové stádium u nás a vyvíjí se desítky let, než se dostane do svého vrcholu (MRÁČEK, 1959). Proto výsledky naší práce uvidí až další generace po nás a ti budou soudit, zda se tento komplex osvědčil či nikoli.



Obrázek 2 - Mapa předpokládaných klimatických podmínek pro smrč ztepilý v roce 2090, (ROTTER A PURCHRAT, 2022)

3.3 Lesy v České republice

Plocha lesnatosti v České republice byla k roku 2022 odhadnuta na 37,1 % z celkové rozlohy České republiky. V převodu na hektary tak činí plocha lesnatosti 2 923,2 tis. ha. Přičemž nejvyšší lesnatost byla zjištěna v Karlovarském a Libereckém kraji. Největší plocha lesa byla zjištěna v Jihočeském a Plzeňském kraji viz obrázek 3. (MÁSLO a kol., 2023)



Obrázek 3 - Mapa lesnatosti České republiky dle krajů, (MÁSLO a kol., 2023)

3.3.1 Vegetační stupně v České republice

Česká republika by měla poměrně pestré druhové zastoupení dřevin, kdyby zde na velké části území nebyly vysázené smrkové monokultury. Dle nadmořské výšky a podnebí v dané oblasti můžeme určit jaký vegetační stupeň by se zde mohl nacházet, tedy jaké by zde mohlo být nejpřirozenější lesní společenstvo. K tomu nám slouží tzv. vegetační stupnice dle Zlatníka, který Českou republiku rozdělil na 8 vegetačních stupňů dle hlavní dřeviny. (DIVÍŠEK a kol., 2010)

Vlivem změny klimatu a následného oteplování se tato stupnice pomalu posouvá. Teplomilné druhy se rozpínají do vyšších nadmořských výšek a navazující vegetační stupně se proto musí také posouvat. U prvních vegetačních stupňů není takový problém, ten přichází například u 8. stupně a alpínských společenstev. Horské výběžky se nebudou zvětšovat a rozšiřovat, a tak se postupem času zužuje pás výskytu těchto společenstev, která během několika desetiletí mohou úplně vymizet z našich horských oblastí.

Dubový vegetační stupeň

Jedná se o nejsušší a nejteplejší oblasti. Nachází se ve výškové části 150–300 m n.m. V našich podmínkách se jedná především o jižní část Moravy. Roční úhrn srážek v této

oblasti je menší než 600 mm. Lesní složení je především dubové, například dub zimní (*Quercus petraea*), dub cer (*Quercus cerris*) či dub pýřitý (*Quercus pubescens*). Nachází se zde také poměrně bohaté keřové patro, ve kterém se daří například dřínu obecnému (*Cornus mas*), ptačímu zobu obecnému (*Ligustrum vulgare*) či třešni křovité (*Prunus fruticosa*). (DIVÍŠEK a kol., 2010; HRUBAN, 2022)

Bukodubový vegetační stupeň

Tyto oblasti se nachází ve výškách 150–400 m n. m. V České republice zaujímají 2. vegetační stupeň oblasti střední Moravy a v Čechách je to oblast Polabí a České středohoří. Hlavní složkou těchto lesů je dub zimní s promíšením buku lesního. Podružnými dřevinami v těchto oblastech může být například lípa malolistá (*Tilia cordata*), javor mleč (*Acer platanoides*) či jilm ladní (*Ulmus minor*). V pařezinách může dominovat habr obecný (*Carpinus betulus*). Srážkové poměry se v tomto vegetačním stupni pohybují okolo 600–650 mm za rok. (DIVÍŠEK a kol., 2010; HRUBAN, 2022)

Dubobukový vegetační stupeň

Oblast 3. vegetačního stupně se nachází v 300–500 m n. m. Průměrné roční srážky zde dosahují 600–700 mm. Tato oblast navazuje na 2. vegetační stupeň, nachází se v Polabí a vyskytuje se též na Křivoklátsku či v Plzeňské kotlině. Hlavní dřevinou je zde buk lesní s příměsí dubu zimního či dubu letního (*Quercus robur*). Příměsí by mohly být javory, lípy, jasanů a na některých místech i jedle bělokorá. (DIVÍŠEK a kol., 2010)

Bukový vegetační stupeň

V tomto stupni je dominantním druhem buk lesní, přičemž buk může tvořit i čisté bukové porosty. Oblast se nachází ve výškách 400–700 m n. m. Další příměsí těchto lesů je často dub zimní či jedle bělokorá. Průměrný roční úhrn srážek v těchto oblastech činí 700–800 mm. Své optimum zde má i lípa malolistá či lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javory či jilm. (DIVÍŠEK a kol., 2010; HRUBAN, 2022)

Jedlobukový vegetační stupeň

V této oblasti stále dominuje buk lesní, nicméně je zde v podstatném měřítku přimíšena i jedle bělokorá. Průměrný roční úhrn se pohybuje okolo 800–900 mm

srážek. Další příměsí mohou být lípy, javory a jilmy. Tuto oblast najdeme ve výškách 700–900 m n. m. (DIVÍŠEK a kol., 2010; HRUBAN, 2022)

Smrkojedlobukový vegetační stupeň

Oblasti 6. stupně můžeme najít ve vyšších polohách našich pohoří. Jedná se o oblast Krušných hor, Krkonoš či Šumavy, které jsou ve výšce 900–1200 m n. m. (DIVÍŠEK a kol., 2010). Roční úhrn srážek činí v průměru 900–1050 mm. Vyskytuje se zde buk lesní, jedle bělokorá a smrk ztepilý. Dá se říci, že smrk má zde své optimum.

Smrkový vegetační stupeň

Jedná se o oblast horských smrkových společenstev, které na mnoha místech tvoří horní hranici lesa. Tyto oblasti se vyskytují v nadmořských výškách 1000–1400 m n.m. Charakteristické porosty jsou v Krkonoších či na Šumavě. Srážky bývají vyšší než 1100 mm. V některých oblastech se srážky mohou pohybovat okolo 1500–1700 mm za rok (DIVÍŠEK a kol., 2010). Hlavní dřevinou je zde smrk ztepilý. V některých částech můžeme najít i buk lesní či javory. Obě přimíšené dřeviny se spíše vyskytují v keřovitém vzrůstu.

Je zajímavé, že smrk ztepilý, který je u nás hojný díky umělému rozšíření, má 3 přirozená stanoviště výskytu. Prvním přirozeným stanovištěm jsou rašeliniště, kde díky velké vlhkosti a teplotním podmínkám dokáže velmi dobře přežívat. Druhým stanovištěm jsou horské oblasti, kde smrk má opět studenější a vlhčí klima a může zde dorůstat výšek kolem 50–60 m. Třetí místo výskytu je anomálií, kdy se smrk vyskytuje v dolních částech údolí. V hlubokých údolích jsou druhová patra stromů převrácena. V horních patrech údolí jsou druhy, které preferují teplejší klima, např. duby a javory. V nejnižších místech údolí a na svazích jsou druhy, které preferují vlhčí a chladnější podnebí – tedy smrk ztepilý.

Klečový vegetační stupeň

Jedná se o oblast nad horní hranicí lesa, tedy v těch nejchladnějších částech. Tyto oblasti můžeme najít na nejvyšších pohořích České republiky jako například v Krkonoších a v malé měřítku na Hrubém Jeseníku a Kralickém Sněžníku. Nalezneme zde i ostrůvky alpinských společenstev. V těchto oblastech je především vyvinuté keřové a bylinné patro. Vyskytuje se zde borovice kleč, jeřáb sudetský či vrba laponská. (DIVÍŠEK a kol., 2010)

3.4 Les a jeho funkce

Les je jednou z nejdůležitějších složek krajiny. Nejen, že nám dává životodárný kyslík, ale také zadržuje vodu, brání větrné erozi či vytváří své vlastní mikroklima a tím i vlastní ekosystém. Především je důležitým zdrojem vody, kdy si les můžeme představit jako houbu, která se při dešti nasákává a následně po skončení srážek začne vydávat to, co zadržela. (ROTTER A PURCHRAT, 2022)

3.4.1 Historický význam lesa

Člověk chápal les jako místo zdrojů, např. dřeva, lesních plodin či zvěře. Nikdy neměl potřebu se o les jakýmkoliv způsobem starat. Proto kvůli velkému odlesňování na našem území postupně vymizely lesy ve vnitrozemí a zůstávaly převážně ve vysokohorských oblastech. Bylo to zapříčiněno vysokou hustotou osídlení v blízkosti řek či v údolích (MRÁČEK, 1959). Horské oblasti byly zasaženy především kvůli těžbě nerostů, kdy bylo zapotřebí dřeva na zpevnění důlních šachet a následného zpracování kovů. V pozdějších dobách se v podhůří rozvinul sklářský průmysl, který taktéž vyžadoval ke svému chodu těžbu a zpracování především tvrdého dřeva.

Následkem toho, se lesnatost v Čechách postupem doby snižovala a až v 18. století za vlády Marie Terezie začal být les a jeho obnova brán jako jedna z nejdůležitějších činností v tehdejší době. Díky tomuto zásahu, se lesnatost stabilizovala a postupně se začala zvětšovat. (LNĚNIČKA, 2021)

3.4.2 Hydrologická funkce lesa

Nejvýznamnější složkou pro hydrologii lesa jsou srážky. Tato srážková voda, která dopadne na lesní porost je ihned zachycena korunami stromů. Množství zachycené vody se v našich podmínkách pochybuje okolo 25–30 % (FROUZ a FROUZOVÁ, 2021). Toto množství je samozřejmě závislé na různých faktorech jako např. na intenzitě dané srážky či druhu stromů. Obecně však platí, že čím intenzivnější jsou srážky, tím se zachytí méně vody.

Každý druh stromu má své kapacity na zachycení srážky. Jak uvádí MRÁČEK (1959) má jehličnatý porost evaporaci větší o 1/3 než bukové porosty v období vegetace. Vliv vegetace na hydrologickou funkci povodí je poměrně značný. Jelikož je vegetace dynamická složka povodí, která je závislá na mnoha faktorech svého okolí, je poměrně obtížné vyhodnotit míru ovlivnění (QIAOLING a kol. 2012).

Zbytek srážkové vody odtéká po listech či přes větve a kmen na zem. Propadlá voda na zem se může z části vsakovat do půdy a může být zpětně přijata kořeny rostlin. Dále může infiltrovat do půdy, kde se stane součástí podzemní vody či jejího odtoku nebo odteče povrchovým odtokem.

Výpar z lesního ekosystému tvoří evaporace z půdy, transpirace z vegetace a stromů a evaporace z intercepce. Evapotranspirace je mnohonásobně vyšší právě u lesnatých ploch oproti loukám či jiným bezlesím ekosystémům. Díky vyšší transpiraci v lesích podněcujeme vznik lokálních srážek a zároveň malý vodní cyklus. Lesní společenstva podporují i vznik srážek malými aerosoly, které mohou sloužit v atmosféře jako kondenzační jádra. (FROUZ a FROUZOVÁ, 2021)

Část infiltrované vody je součástí podpovrchového odtoku. S tím souvisí i vodní kapacity polí, které mají lesní půdy oproti loukám či orným půdám mnohonásobně větší. Je dokázané, že listnaté porosty tvoří půdu s poměrně vysokou schopností zadržení vody. Dá se říci, že by listnaté porosty mohly zabránit menším periodickým povodňovým vlnám. Nicméně při extrémních srážkách by bylo půdní prostředí plně nasyceno a tím by i přebytečná voda odtekla. (FROUZ a FROUZOVÁ, 2021)

3.4.3 Protierozní funkce lesa

Lesní porosty mají schopnost zadržet energii dešťové vody např. intercepací na vegetaci a tím zabrání přímému dopadu dešťové vody na povrch. Obecně platí, že lesní povrchový odtok je zpravidla menší než u bezlesích společenstev (FROUZ a FROUZOVÁ, 2021). Bývá to způsobeno bujnou vegetací a prokořeněním, díky kterým má půda vyšší infiltrační vlastnosti.

Různá měření v Srbsku ukázala, že půda v listnatém lese má 2,5x větší infiltraci než luční půda a 6x větší než půda orná. Další měření ukázala, že prakticky všechna lesní půda, kromě půdy s dubovými porosty, vykazuje mnohem větší infiltraci oproti půdě luční. Tím můžeme říci, že čím větší je infiltrace v dané půdě, tím se snižuje riziko eroze půdy. (GAJIC a kol., 2008; FROUZ a FROUZOVÁ, 2021)

3.5 Základní hydrologické pojmy

3.5.1 Hydrosféra

Hydrosféru chápeme jako označení pro veškerou vodu na Zemi a v atmosféře bez rozdílu skupenství. Díky vlivu slunečního záření, voda na Zemi mění svá skupenství

a cirkuluje. Termín evaporace se rozumí jako výpar vody z vodních ploch, z půdy a zvlhčeného povrchu rostlin. Díky tomu se vodní pára dostává do atmosféry a vlivem proudění vzdušných hmot je přesouvána na jiná místa. V atmosféře vodní páry za vhodných podmínek kondenzují a následně spadávají ve formě srážek. Zde opět obohatí zem, vodní toky a vodní plochy o vodu a následně jsou zase transportovány a vypařeny do atmosféry. Takto můžeme stručně charakterizovat koloběh vody na Zemi. (KEMEL, 1991)

Koloběh vody se dá rozdělit na velký hydrologický cyklus a malý hydrologický cyklus. Velký hydrologický cyklus definujeme jako výměnu vody mezi oceánem a pevninou. Malý hydrologický cyklus je založen na výměně vody pouze nad plochami moří nebo pevniny. (KEMEL, 1991)

3.5.2 Vodní tok

Vodním tokem rozumíme prostor, kterým teče voda z daného povodí celý rok či převážnou část roku. Vodní toky dělíme na přirozené a umělé. Přirozený vodní tok může být bystřina, potok či řeka. Umělými toky jsou kanály či náhony.

Při určení rozdílů mezi potokem, bystřinou a řekou často převládají místní zvyklosti a tradice než pevná kritéria. Dle kritérií se bystřina vyznačuje především nepravidelným sklonem dna a velkým množstvím splavenin. U tohoto typu dochází k náhlým změnám průtoku, například při intenzivních srážkách. Potok je označení pro menší vodní tok. Řeka je definována jako vodní tok s větší plochou povodí, délkou koryta a často i s většími průtoky než u předešlých forem. (KEMEL, 1991)

3.5.3 Povodí

Povodí označuje území, ze kterého odtéká povrchová i podpovrchová voda do vodního toku. (ČSN, 2010) Povodí je vymezeno rozvodnicí, která se vztahuje ke konkrétnímu toku. Rozvodnici rozdělujeme na dva druhy – orografickou a hydrogeologickou. Orografická rozvodnice určuje hranici povodí na povrchu. Její tvar určuje vrstevnicová vrstva. Prohází rozvodím, které definuje hranice ostatních povodí v okolí. Oproti tomu hydrogeologická rozvodnice určuje hranici povodí u podzemních vod. Její tvar je dán geologickými vrstvami daného podloží. Povodí je ukončeno uzávěrovým profilem, který často bývá nejnižším bodem údolnice hlavního toku. (KEMEL, 1991)

Srážka, která se vytvoří v jakékoliv části povodí, z pravidla odtéče po povrchu do říčního systému a následně proteče uzávěrovým profilem (KEMEL, 1991). Při odtoku, může být ovlivněna např. výparem či vsakem.

Pro povodí se používá tzv. bilanční rovnice, která se skládá z bilančních prvků. Tyto prvky jsou často vyjádřeny jako výška vrstvy (pak tedy mluvíme o odtokové výšce, srážkové výšce atd) a jejich rozměry jsou v milimetrech. (KEMEL, 1991)

$$H_s = H_o + H_v \pm R$$

kde H_s – množství srážek spadlé na povodí

H_o – množství vody odtékající uzávěrovým profilem daného povodí

H_v – množství vody, které se z povodí odpařilo

R – změna zásob vody v povodí (na vodních plochách, v půdě i v podzemních vodách) (KEMEL, 1991)

Hydrologicky uzavřené povodí je povodí, ve kterém nedochází k výměně vod mezi okolními povodími. Mezi uzavřené povodí můžeme zařadit i povodí, ve kterém dochází k výměně stejného množství vody (především podzemní) pomocí podzemních cest. (KEMEL, 1991)

3.5.4 Vodní toky v povodí

Vodní toky v povodí odvádějí vodu z různých míst a jsou rozděleny rozvodnicí. Na velkých povodích se může vyskytovat mnoho vodních toků. Určením hlavního toku můžeme následně určit toky vedlejší a označit tak hydrologické pořadí. Nejčastěji se používá označování vzestupného řazení od pramene až k vyššímu řádu v daném povodí. Hlavní tok spolu s jeho přítoky tvoří říční soustavu a dohromady tvoří v daném území říční síť. Úmořím, nazýváme takovou oblast, ze které povrchová voda odtéká do přilehlého moře. (KEMEL, 1991)

3.5.5 Charakteristika povodí

Délka hlavního toku L_{HT} (km) – definována jako délka hlavního toku od pramene až po soutok s vyšším řádem

Délka rozvodnice R (km) – definuje velikost obvodu daného povodí

Délka údolnice L_U (km) – pomyslná čára spojující nejnižší část údolního dna (RUDA, 2014)

Hustota říční sítě D_d – lze vypočítat jako podíl délkou říční sítě a plochy povodí (MÁCA, 2014)

$$D_d = \frac{L_r}{A}$$

Sklon povodí I_p – Střední sklon svahů povodí – poměr mezi diferencí maximální a minimální nadmořské výšky povodí a druhou odmocninou plochy povodí (MÁCA, 2014)

$$I_p = \frac{Z_{max} - Z_{min}}{\sqrt{A}}$$

Střední šířka povodí B – poměr mezi plochou povodí a délkou údolnice (MÁCA, 2014)

$$B = \frac{A}{L_u}$$

Tvar povodí je poměrně podstatnou součástí charakteristiky. Charakterizuje, za jakou dobu je srážka z celého povodí schopná se naakumulovat do uzávěrového profilu. K tomu slouží parametr zvaný součinitel tvaru povodí α , který znázorňuje poměr mezi střední šířkou povodí B a délkou údolnice L_u . (REIL, 2011)

Součinitel tvaru povodí α – poměr mezi střední šířkou povodí a délkou údolnice (MÁCA, 2014)

$$\alpha = \frac{B}{L_u}$$

3.5.6 Geologická a půdní charakteristika povodí

Geologické poměry jsou nedílnou součástí charakteristiky daného povodí. Je důležité si uvědomit, že mají nepřímý vliv na samotný proces odtoku vody z daného povodí. Díky určitým geologickým podmínkám máme v určitých místech větší vsak a v jiných větší odtok dané srážky. V povodí, kde převládají horniny, které jsou méně propustné, vznikají velké odtoky při srážkové události a v obdobích sucha se vytváří naopak nižší minimální průtoky. V oblastech s propustnými vrstvami jsou nižší kulminační průtoky během větší srážkové události. Díky tomu, že je v dané oblasti propustnější půda a tedy větší vsak vody, máme tedy i menší zapojení výparu. (KEMEL, 1991)

3.5.7 Rostlinný pokryv povodí

Retenční schopnost daného povodí je závislá na druhu výskytu vegetačního krytu. Může se jednat o pěstované plodiny, lesní porosty či louky. V souvislosti s pěstovanými plodinami je důležité, jakým způsobem se hospodaří na daných pozemcích. Zásadní je například orba či poměr pěstování úzkořádkových a širokořádkových plodin. Lesní porosty jsou z hlediska vegetačního krytu a retence velmi schopné zadržet vodu. Druhy vegetačního krytu lze rozdělit dle jejich schopnosti retence v následujícím pořadí dle autorů Soukupa a Hrádka (1999):

1. Lesní porosty
2. Trvalé travní porosty
3. Dočasné travní porosty
4. Úzkořádkové polní plodiny
5. Širokořádkové polní plodiny

Hospodaření, pěstování plodin a druhová skladba lesa úzce souvisí s množstvím zadržené vody v krajině. Je zapotřebí, aby se vytvořily takové podmínky, které by přinesly užitek majiteli pozemku při zemědělské činnosti a zároveň by se udržel trvalý vývoj vodohospodářské a ekologické funkce krajiny. (SOUKUP a HRÁDKA, 1999)

3.5.8 Vodní nádrže na povodí

V historických dobách byly vodní nádrže často budovány především za účelem chovu ryb a v menší míře jako rezervoáry vody. V dnešní době jsou budovány především jako akumulátory vody a tím také zpomalují odtok srážkové vody. V některých příkladech můžeme hovořit i o funkci vyrovnávání průtoků během roku. Často se setkáváme s malými vodními nádržemi, které mají retenční funkci povodňové vlny. Nicméně je zajímavé, že se nádrže často budují ve velikosti od 1 do 5 ha a do hloubky maximálně 0,6 m. Při těchto hodnotách můžeme říci, že akumulační prostor takové nádrže je zhruba 4-30 tis. m³. Když srovnáme objem retenční nádrže s objemem povodňové vlny, které činí řádově stovky až miliony m³, zjistíme, že objem nádrže nemůže nikdy zachytit povodňovou vlnu a tím je účinek takové nádrže mizivý. (SOUKUP a HRÁDKA, 1999)

Vliv vodních nádrží na povodí je z hydrologického hlediska poměrně podstatný. Může se jednat o nádrže přirozené (jezera) nebo o uměle vytvořené (rybníky). Dále se

rozlišují na nádrže průtočné či neprůtočné. Neprůtočné nádrže jsou důležité při maximálních průtocích, kdy jsou schopny zadržet poměrně velké množství vody. Průtočné nádrže mají schopnost ovlivnit odtok z dané nádrže, mají vliv na snížení maximálních průtoků a mají transformační vliv na kulminační průtoky. Oba vlivy na průtočných nádržích mají regulující účinek na odtok. (KEMEL, 1991)

Nedílnou součástí vodních nádrží je tvorba mikroklimatu. U větších nádrží můžeme pozorovat i změny klimatu, teploty či vlhkosti. Velikost tohoto vlivu je dána velikostí nádrže a jejím umístěním. Vyplývá, že nádrže umístěné v horní části toku nemají takový vliv na zadržení vody jako nádrže postavené blíže uzávěrovému profilu. (KEMEL, 1991)

Pro informativní ráz vlivu jezer v povodí počítáme tzv. součinitel jezernatosti K:

$$K = \frac{f}{F}$$

kde: F – celková plocha povodí

f – součet ploch jezer a nádrží

3.6 Objekty na vodních tocích

3.6.1 Hrazení bystřin

Hrazení bystřin má na našem území dlouholetou tradici. Díky Službě hrazení bystřin, která vznikla zákonem z roku 1884 - O opatření k neškodnému svádění horských vod, můžeme říci, že má u nás tento obor prakticky 150ti letou tradici.

Vodní stavby na bystřinách slouží především ke stabilizaci vodního toku a k zajištění extrémních průtoků či k efektivní práci se splaveninami. Zajišťují plnění vodohospodářské, krajnotvorné a ekologické funkce lesa. Každý objekt, který je zbudován, je nějakým způsobem jedinečný a každou intenzivní srážkou je zkoušena jeho stabilita a funkčnost. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Z pravidla se objekty na bystřinách staví v lesních porostech, horských a podhorských oblastech, kde tyto potoky mají sklon okolo 15–20 %. U bystřin a jejich staveb je potřeba pracovat s místními podmínkami a jejich následnými problémy. Bystřiny jsou závislé mimo jiné na velikosti daného povodí a tím se odvíjí rychlost vzniku extrémních srážek. Dalším faktorem mohou být splaveniny a jejich následný pohyb. Je nutné se zaměřit na naddimenzování objektů a připravit je tak na extrémní průtoky.

Při nižších stavech vody je potřeba zajistit, aby se zachoval ráz daného toku a plnění jeho funkcí. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

3.6.2 Stavby zajišťující dno toku

Pasy

Pasy jsou stavby s opěrnou a stabilizační funkcí koryta. Jedná se o stavby, která jsou zpravidla zcela zapuštěny do dna a zavázány do obou břehů, aby se zamezilo obtékání a podtékání celé konstrukce. Členění dna vodního toku na menší úseky pomocí pasů zajišťuje oporu splaveninám a postupem času pasy se stávají přepadovými objekty. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Použitými materiály jsou například kamenná rovnanina, beton, kamenné zdivo či dřevo. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Prahy

Objekty, které slouží k úpravě sklonu dna a zabraňují prohlubování. Jsou často stavěny v delších úsecích za sebou. Těleso prahu musí být vhodně zavázáno do břehu, aby nedocházelo k porušení tělesa či podtékání. Prahy nepřerušují břehové linie a při vyšších průtocích bývají zaplaveny vodou. Jejich výška nepřesahuje 0,3 m. (KŘOVÁK a kol., 2014; VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Stupně

Jedná se o objekty, které jsou vyšší než 0,3 m a jejich přeliv je v úrovni dna nad objektem. Jejich účelem je úprava sklonu dna, zabezpečení proti erozi a k vytvoření vyrovnaného sklonu. K zmírnění pohybové energie při přepadu vody přes stupeň se zde často buduje spadiště či vývar. Tyto pomocné objekty jsou potřeba velmi dobře opevnit, například kamennou rovnaninou či betonem, z důvodu velkého množství energie. Spadiště i vývar je nutné zakončit prahem či pasem. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Stupně se budují co nejnižší. Především v bystřinách se tak umožňuje migrace ryb. Stupně o výšce 0,4 – 0,6 m tak nebrání rybím populacím v migraci. (KŘOVÁK a kol., 2014)

Skluzy

Stavby, které se nejvíce podobají přírodním útvarům dna koryta. Tyto objekty se liší od stupně tím, že neoddelují vodu a ta jen proudí po skluzové ploše (KŘOVÁK a kol., 2014). Jsou navrhovány především v oblastech s velkým podélným sklonem a v místech, kde je kladen důraz na ekologický ráz a funkčnost migrace rybích společenstev (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020).

Balvanité skluzy jsou zpravidla úseky vodního toku, kde máme větší sklon dna a opevnění je provedeno většími balvany. Často se jedná o balvany s typickým rozměrem $D = 0,8-1,2\text{m}$. Tento druh skluzu se především používá při úpravách horských potoků a bystřin, kde se používají právě skluzy se zdrsněnou skluzovou plochou. Díky zdrsnění skluzové plochy se tlumí pohybová energie. Problém u tohoto skluzu často nastává při nízkých stavech vody, kdy voda protéká mezi balvany a skluz je migračně prakticky neprostupný. Dalšími problémy mohou být například nesprávné umístění objektu ve vodním toku, nevhodné navázání pod skluzem či břehové opevnění. (KŘOVÁK a kol., 2014; VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Přehrážky

Jedná se o spádové objekty, kdy je jejich koruna rapidně převýšena nad dno horního koryta. Spád u přehrážek je často větší než u stupňů. Například na horských potocích a bystřinách se může jednat i o přepad s výškou nad 10 m. Tvary přelivu jsou často různorodé například lichoběžníkové, miskovité, sešikmené i obdélníkovité. Pro vyprazdňování nádržného prostoru, který se nachází nad objektem, jsou v tělese přehrážky vytvořeny otvory. Tyto otvory jsou navrhovány dle velikosti splavenin, které jimi mají projít. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Dle účelu přehrážky můžeme rozlišit dva druhy. První druh tzv. retenční nám zastavuje splaveniny, které by jinak dotekli do nižších částí potoka. Konsolidační přehrážka nám zamezuje prohlubování koryta a také zajišťuje nánosy splavenin. Může také zajišťovat stabilitu sesuvných a podemletých svahů. V některých případech mohou být přehrážky nádrže v kombinaci se zemními hrázemi využity jako suché retenční nádrže pro ochranu před povodňovými událostmi. (KŘOVÁK a kol., 2014)

3.6.3 Podélné stavby

Kamenný pohoz

Jedná se o vrstvu kameniva o velikosti 70-150 mm používanou ke stabilizaci dna a břehů koryta. Při použití u břehů je nutné zajistit konstrukci opevněním paty (plůtkem, haťovým válcem či kamennou rovnaninou). Je dobré volit kamenivo různých průměrů z důvodu větší soudržnosti konstrukce. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Kamenný zához

Kamenný zához se nejčastěji užívá ke stabilizaci pat svahů či ke stabilizaci dna. Používá se především v delších úsecích toku. Kamenný zához můžeme rozdělit do tří kategorií dle velikosti kamene. Lehké záhozy – do 300 mm, střední záhozy – do 450 mm, těžké záhozy – nad 450 mm. Kameny se používají z lomového kamene či z okolí stavby. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Plůtky z tyčoviny

Plůtky používáme v místech zpevnění pat svahů či ke stabilizaci svahových pozemků, které jsou ohrožovány vodní erozí a podmlíváním. Z důvodu krátké životnosti plůtků, se v dnešní době jedná spíše o krátkodobý charakter stabilizace toku. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Srubová konstrukce

Jedná se konstrukci z dřevní kulatiny o průměru 150-250 mm. Často se skládá z podélných a příčných výřezů, které jsou následně skládány pomocí tesaných sedel a spojovány hřeby. Vnitřní konstrukce se pak vyplňuje hrubým kamenivem. Jedná se o stavbu, která je vhodná v místech, kde máme větší sklon nivelety. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Kamenné dlažby

Kamenná dlažba se nejčastěji používá ke zpevnění ploch dopadiště. Je možné ji využít jako zpevnění koryta v místech, kde zvýšení rychlosti vody nepředstavuje riziko. Kamenná dlažba má poměrně nízkou drsnost a díky tomu dochází ke zvyšování rychlosti vody. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Kamenná rovnanina

Jedná se o rovnaninu z kamene, která je poměrně odolná a pružná. Transformací koryta pomocí rovnaniny, můžeme vytvořit přírodnější vzhled a charakter toku. Rovnaninu používáme ke stabilizaci celých břehů či pat. Používají se například při přemostění v lesních tratích. Sklon líce rovnaniny bývá 1:1, v kratších úsecích až 2:1. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Opěrné zdi

Opěrná zeď využijeme v místech, kde musíme respektovat úzký profil koryta zejména ve městech, podél komunikací či v okolí objektů. Je nutné, aby opěrná zeď byla založena velmi silně a hluboko z důvodu případného prohlubování dna. Zdi jsou stavěny z kamene na sucho či na cementovou maltu, z betonu nebo železobetonu. Zajímavým typem je kyklopské zdivo, které je tvořeno z jednotlivých kamenů ve tvaru mnohoúhelníku. Kameny musí být uloženy tak, aby se v jednom rohu stýkaly maximálně 3 spáry. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

3.6.4 Vegetační a kombinované konstrukce

Vegetační prvky mohou oživit konstrukci a přispět kladnými vlastnostmi do stability a funkčnosti. Můžeme tak vytvořit poddajné opevnění koryta, které bude schopné odolávat tlaku vody a zároveň bude moci přirozeným způsobem tlumit energii vody. Nejčastěji můžeme vidět toto použití ve strmých svazích, kde vegetace zpevňuje povrch a zároveň může vytvářet ráz krajiny, kterou si člověk představuje. Ve vodních konstrukcích se jedná především o různé řízky a pruty vrby, která se již vyskytují v blízkosti stavby. Obvykle se tak zpevňují paty svahů či břehy mělkých koryt. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Oživení konstrukcí můžeme použít například u dlažby či kamenného záhozu. U kamenné dlažby, kdy kameny jsou umísťovány na sucho, se pruty vrby o délce 500 mm vkládají do spár, které jsou vysypány hlínou. U kamenného záhozu je oživení vegetací velmi ekologické, estetické, ale i funkční. Při vložení vegetačních prvků se zához zpevní, ale zároveň i zdrsne a díky tomu může zpomalovat tekoucí vodu. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Haťové konstrukce

Slouží k oživení, ale zároveň k opevnění koryta. Jsou používány především v korytech s mírným sklonem nivelety a zároveň v oblastech s menším množstvím splavenin.

Základní konstrukce jsou haťový válec či váleček a haťoštěrkový válec. Haťový válec a váleček se liší průměrem kdy haťový váleček má průměr 120–200 mm a haťový válec 200–600 mm. Haťový váleček se používá spíše k oživení konstrukce, kdežto válec je použit například u stabilizace pat svahů či břehů. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

Haťoštěrková konstrukce má v průměru okolo 800–1000 mm. Skládá se z vnějšího obalu a z vnitřní štěrkové výplně. Do této výplně se často používá místní štěrk s obsahem písku do 20 % či valouny nebo lomený prosev s obsahem hrubé frakce do 70 %. Použití této konstrukce je možné u narušených pat svahů, kde plní funkci stabilizační či ji můžeme nalézt jako součást biotechnických konstrukcích v oblastech s větší hloubkou vody. Dále je možné použití této konstrukce k podélné stabilizaci narušených břehů. Konstrukce koryta je ve tvaru lichoběžníku se sklonem 1: 1,5 - 2. (VOKURKA a ZLATUŠKA, 2020)

3.7 Raci v České republice

Raci patří do naší krajiny od nepaměti. Vyskytují se prakticky ve všech typech vodách, ať už se jedná o vody tekoucí či stojaté. Můžeme říci, že rak je takovou perlou našich vod, a i přesto že je dnes tento druh vzácný, můžeme jej nalézt na několika stanovištích v České republice. Například v brdských lesích je výskyt raka kamenáče poměrně hojný.

3.7.1 Biologie raka

Raci patří do kmene členovců, konkrétně jsou zástupci vodních korýšů (*Crustacea*) a jejich těla jsou kryta pevnou schránkou krunýře. Pevná schránka raků je v určitých časových intervalech svlékána. Tento proces je řízen hormonálně. Při svlékání stará schránka praská a rak se z ní svleče. Po svlečení má na sobě novou měkkou schránku, která časem tvrdne. V tomto období jsou raci velmi zranitelní. (ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Z dalších zajímavých schopností u raků je jejich vysoká schopnost regenerace. Pokud tedy rak z nějakých důvodů ztratí končetinu, z pravidla bývá nahrazena novou. Tato nová část těla postupně roste s každým svlékáním, nemusí však vždy dorůst do původní velikosti. (ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Stavba těla

Račí tělo můžeme rozdělit na dvě části, a to na hlavohrud' a zadeček. Na svrchní části hlavohrudi se nachází tzv. hlavohrudní štít (*carapax*), který vybíhá v přední části do špičatého výběžku zvaného rostrum. Tvar či přítomnost drobných výběžků či zoubků nám slouží k identifikaci o jaký druh se jedná. Na stranách můžeme nalézt složené oči na stopkách. Za očima se nachází jeden nebo dva páry postorbitálních lišt. Na rozhraní hlavohrudi a zadečku se nachází tzv. týlní šev, který je prohnutý směrem dozadu. Po stranách hlavohrudního štítu se nachází prostor, který je vyplněn žábami. Těmi raci přijímají životadárny kyslík rozpuštěný ve vodě. Zadeček je u raků tvořen 7 spojenými pohyblivými články, které jsou z vrchní části pevné a spodní část je měkká. Poslední článek se nazývá telson. (ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Z každého tělesného článku vyrůstají rakům 2 páry končetin. Výjimkou je přední část hlavohrudi, kde se končetiny mění ve složené oči a u zadečkové části končetiny kompletně chybí. Hlavohrud' má na svém začátku 2 páry tykadel, které můžeme rozdělit na dva typy podle velikosti: pár krátkých tykadel (*antenuly*), pár dlouhých tykadel (*anteny*). Hlavohrud' dále nese kusadla, dva páry čelistí a 8 párů přívěšků. Z prvních třech párů těchto přívěšků jsou tvořeny příústní nožky, které napomáhají při manipulaci s potravou. Zbylých 5 přívěšků tvoří končetiny raka. První pár je specificky vyvinut a zakončen mohutnými klepety. Zbylé čtyři páry slouží jako kráčivé končetiny. Přičemž 2. a 3. pár má na svých koncích drobná klepeta a 4. a 5. pár je zakončen drápkem. (ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Zadečková část je ze spodu tvořena drobnými dvouvětvevnými nožičkami. U samců je 1. a 2. pár zesílen z důvodu přizpůsobení se ke kopulaci. U samic je 1. pár zakrnělý. Na posledním článku se nachází řitní otvor. Poslední článek je také rozšířen o zploštělé nožky 6. páru tzv. uropody, které slouží k napomáhání plavání vzad při útěku. (ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Potrava

Rak není nijak specializován pro určitý typ potravy. Z pohledu obživy ho můžeme zařadit do více kategorií – herbivor, detritivor ale i predátor. Vše závisí na jejich zdravotním stavu, vývojovém stádiu a ročním období. Jako hlavní složku potravy u dospělých jedinců můžeme zařadit vodní vegetaci či opad ze stromů. Nedílnou součástí je i rozkládající se organický materiál s mikroorganismy. Pro juvenilní stadia

je hlavní potravou spíše živočišná strava, kterou mohou představovat vodní bezobratlí živočichové. (GODDARD, 1988, citována z: ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Rozmnožování raků

Pohlaví raků je samčí i samičí a převládá u nich pohlavní rozmnožování. Jen u raka mramorovaného se samice rozmnožují partenogeneticky. Samec se často pozná v přírodě díky zvětšeným klepetům a celkově větší mohutnosti oproti samici. Pohlavní vývody jsou u samce umístěny na 8. hrudním článku, u samic na 6. hrudním článku. Samice je celkově drobnější a má zvětšenou zadečkovou část z důvodu ochrany vajíček. (ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Samotné rozmnožování raků probíhá na podzim a jeho doba je ovlivněna teplotou vody. Oba jedinci jsou k sobě při rozmnožování obráceni spodní stranou těla, tedy stranou břišní. Samec ukládá své spermatofoxy do hrudní části samičky. Ty tam zůstávají ve formě sekretu až do oplodnění vajíček. Po naplnění komory sekretem se samička obrací zpátky na záda a vytlačuje vajíčka do zadečkové části. Vajíčka se oplodní splnutím se sekretem a pomocí vláken se přichytí navzájem k sobě, následně i k tělu samičky. U našich původních druhů bývají vajíčka na pereopodách samic do jara a jejich vývoj a líhnutí je silně ovlivněno teplotou vody. (ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

3.7.2 Druhy raků v ČR

V České republice žije ve volné přírodě 6 druhů raků, z toho 2 druhy jsou naši původní raci. Jedná se o raka kamenáče (*Austropotamobius torrentium*) a o raka říčního (*Astacus astacus*). Rak bahenní (*Astacus leptodactylus*) je původní druh v Evropě, ale není původní v České republice. Takzvané invazní druhy pocházející ze severní Ameriky jsou: rak signální (*Pacifastacus leniusculus*), rak mramorovaný (*Procambarus fallax*) a rak pruhovaný (*Orconectes limosus*). (SVOBODOVÁ a kol., 2023)

Rak říční (*Astacus astacus*)

Jedná se o nejhojněji zastoupený původní druh raka v České republice. Kvůli poklesu jeho populace v 19. a 20. století, byl tento rak uměle vysazován a není tedy možné určit jeho původní stanoviště. Tento druh raka má za očima dva páry postorbitálních lišt, kdy druhý pár bývá často málo výrazný. Rostrum je středně dlouhé a má dlouhou

špičku. Klepeta jsou široká a veliká, u samců často velmi robustní. Barva klepet je většinou stejná jako barva těla a jejich svrchní strana bývá oproti spodní straně hrubší. (ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Přirozeným výskytem raka říčního jsou pomalu tekoucí potoky a řeky, které mají kamenité dno a ideálně i jílové břehy, do kterých si hloubí nory. Vhodná je pro raky také přirozená vegetace v okolí vodních toků z důvodu výskytu přirozených úkrytů, které raci hojně využívají. Jelikož se jedná o poměrně větší druh raka na našem území, byl v minulých letech loven kvůli chutnému masu. Umělým vysazováním byl tento rak umísťován do různých lokalit jako jsou rybníky či zatopené lomy, kde se mohl vhodně rozmnožovat. (ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Rak bahenní (*Astacus leptodactylus*)

Hlavohruď je u raka bahenního velmi trnitá po okrajích a trny jsou před i zadním švem. Za očima má dva páry postorbitálních lišt a rostrum je vyvedeno do špičky. Klepeta jsou úzká a protáhlá a pokud jsou klepeta zavřená, tak oba prsty přiléhají k sobě. Spodní stranu má rak většinou světlejší barvy než horní část. Dorůstá obvykle do délky 15 cm. (ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Rak bahenní je u nás nepůvodní druh. Na našem území byl záměrně vysazován v 19. století z důvodu velkého vymření původních druhů. Tento druh dává přednost pomalu tekoucím vodám, ve kterých nepotřebuje oproti raku říčnímu velké množství úkrytů, protože je aktivní především ve dne. Koryto vodních toků může být i zabahněné či s větším obsahem sedimentů, kde rak přežívá buď při povrchu bahna či v litorální vegetaci. Rak bahenní je také druhem, který snese i málo prokysličené vody. (KOZÁK, 1998; ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Rak signální (*Pacifastacus leniusculus*)

Tento druh raka je poměrně mohutného vzrůstu a tvarem těla je nejbližší podobný raku říčnímu. Z horního pohledu je rak signální zbarvený do tmavé hnědé barvy a spodní část má světle hnědou. Spodní strana klepet bývá červeně zbarvená. Hlavní krunýř a klepeta jsou hladká, tedy bez trnů. Na svrchní straně klepet, u pohyblivého prstu, je patrná tzv. signální skvrna, která může být zbarvená do bíla, modrobíla a někdy až do tyrkysova. (KOZÁK, 1998; ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Rak signální preferuje podobné biotopy jako náš původní rak říční. Vyhovují mu pomalu tekoucí vody, ve kterých lépe snáší vyšší teploty vody než rak říční. Můžeme ho také nalézt v bahnitých úsecích. Rak signální se v dnešní době vyskytuje prakticky po celé Evropě. To je zapříčiněno jeho umělým vysazováním po úhynu raka říčního. Umělé vysazení raka signálního proběhlo v České republice v roce 1980. Několik raků ze Švédska bylo vysazeno na různých místech na Moravě a v okolí Hradce Králové. (HOLZER, 1987, citováno z KOZÁK, 1998).

Rak mramorovaný (*Procambarus fallax*)

Rak mramorovaný je poměrně hojný akvaristický druh. Díky nelegálnímu vypouštění se nám dostal do přírody a tím se z něho stal invazní druh. Samice tohoto druhu jsou schopné partenogenetického rozmnožování, tedy rozmnožování bez nutnosti páření se samcem. Díky této skutečnosti je rak mramorovaný velmi schopný se rozmnožovat, a to i několikrát do roka. (GÖRNER, 2021)

Byly zaznamenány různé lokality výskytu raka mramorovaného v České republice, a to například v rybníce v Dolních Chabrech v roce 2020. Zde bylo odchyceno přes 400 jedinců tohoto druhu. S majiteli bylo domluveno vypuštění rybníka a následný odchyt raků mramorovaných. Většina jedinců se nacházela na straně hráze rybníka v bahnitém prostředí a jen minimum jich bylo schováno ve vegetaci. Po vypuštění rybníka následovalo vyvápnění, aby se zahubili zbylí raci. V dalších letech bude probíhat monitoring a kontrola této lokality. (GÖRNER, 2021)

Rak pruhovaný (*Orconectes limosus*)

Rak pruhovaný je poměrně malého vzrůstu, často jedinci dorostou do velikosti 10 cm. Mají typické hnědo-rezavé zbarvení, které se střídá na každém jejich ocasním článku. Karapax je na povrchu hladký, ale po stranách je mírně trnitý. V oblasti za očima mu poměrně viditelně vystupují postorbitální lišty s ostrým ohraničením. Rostrum je dlouhé a špičaté. Klepeta jsou často dlouhá a na jejich konci bývá oranžová skvrnka. (KOZÁK, 1998; ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Jedinci tohoto druhu dospívají poměrně brzy, a to již v 5-7 měsíci svého věku. Dalším odlišným znakem je průběh oplození. K oplození vajíček dochází uvnitř těla matky, kde se nějaký čas zárodek vyvíjí. Rak pruhovaný není nijak náročný na kvalitu vody, je poměrně necitlivým rakem na nečistoty, preferuje převážně bahnitě vody a přežívá

i ve vodách s velkým nedostatkem kyslíku. Vůči račímu moru bývá rezistentním a je často jeho přenašečem. (KOZÁK, 1998)

3.7.3 Rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium*)

Rak kamenáč je jedním z našich původních raků. V dnešní době se řadí mezi kriticky ohrožené druhy. To je dáno dřívějším znečištěním vod a úpravou toků. Tento druh se často označuje jako bioindikátor čistých vod a ekosystémový inženýr. Nicméně jsou známy případy s výskytem tohoto druhu v oblastech, které nejsou zrovna nejčistší, příkladem může být Zákolanský potok se svými přítoky (ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009). Také bývá označován jako vlajkový druh a často se používá k prosazování ochrany na dané lokalitě (KOUBA a kol., 2016).

Popis raka kamenáče

Hlavohruď raka kamenáče je hladká a bez trnů. Trny můžeme nalézt na spodní straně šupiny, kde mají pilovitý vzhled. Za očima má jeden pár postorbitálních lišt, rostrum je poměrně krátké a sbíhá se do pravidelného trojúhelníku. Klepeta u tohoto druhu jsou poměrně mohutná a zdrsňelá. Ze spodní strany mají oproti jiným druhům světlé zbarvení do bíla až do bílo-šeda. V některých případech mohou být i jemně narůžovělá. (ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Rak kamenáč se může dožít více než 10 let. Raci tohoto druhu dospívají kolem třetího roku života a dorůstají do délky 8–10 cm. Páření probíhá na podzim v závislosti na teplotě vody. Líhnutí mláďat je pak v následujícím roce na přelomu jara a léta, konkrétně se jedná o květen až červen. Rak kamenáč je poměrně málo plodný oproti jiným druhům a svůj vývoj má mnohem delší. Z tohoto důvodu můžeme říci, že obnova populací raka kamenáče je zdlouhavý proces. (AOPK ČR, 2024)

Popis biotopu

Raku kamenáči vyhovují vodní toky, ve kterých se střídají rovné úseky s rychleji tekoucí vodou a meandrující úseky s pomalu tekoucí vodou. Voda by měla být dostatečně prokysličená a prakticky neznečištěná. Rak kamenáč potřebuje pro svůj život dostatek úkrytu, který mu bude poskytovat bezpečí. K úkrytu často využívá prostory pod kameny, a to zejména v klidných částech toku. Další vhodný úkryt tvoří spleť kořenů rostlin rostoucí v blízkosti vodního toku. Tyto kořeny přirozeně zpevňují

břehy, ale také vytváří poměrně početné a přirozené úkryty pro raka kamenáče. (KOZÁK, 1998; ŠTAMBERGOVÁ a kol., 2009)

Snížení populací raka kamenáče

Je patrné, že velké snížení populace raka kamenáče je zapříčiněno mnoha faktory jako jsou: zavlečení invazních druhů do našich toků, antropogenní vliv či postupná změna klimatu (TARANDEK a kol., 2023).

Jedním z hlavních problémů je nedostatek a úbytek úkrytů. K tomu může dojít například při úpravách bystřin či potoků, kdy se poměrně velká část musí vybetonovat. Dalším problémem může být zanesení úkrytů bahnem např. při velké erozi ze zemědělských ploch (AOPK ČR, 2024). Je zajímavé, že výskyt raka kamenáče a velikost celé jeho populace může ovlivnit dostupnost a počet úkrytů nalézajících se ve vodním toku (RENZ a BREITHAUPT, 2000).

3.7.4 Problematika račího moru

Díky invazním druhům a umělému vysazování raků se dostal račí mor i do České republiky. Jedná se o houbové onemocnění, které decimuje naše původní račí druhy. Invazní druhy dokáží na toto onemocnění včas zareagovat, ale některé druhy jsou proti tomuto onemocnění rezistentní. Je důležité si uvědomit, že naši raci se s touto nemocí nikdy nesetkali, a proto nemají žádné obrané mechanismy. Při výskytu tohoto onemocnění v dané lokalitě často dochází k totální destrukci celé račí populace.

Popis račího moru

Toto onemocnění způsobuje parazit zvaný *Aphanomyces astaci* patřící do skupiny *Oomycetes*. Jedná se o organismy, který se podobá plísním. Tento parazit roste v podobě vláken v kutikule raků. Není zatím známo, že by napadal jiné vodní organismy než korýše, a především právě raky. Parazit se šíří pomocí pohyblivých zoospor, které mohou infikovat další jedince. *Aphanomyces astaci* nemá žádná jiná vývojová stadia než ta, která parazitují na hostiteli. Proto když vymře celá populace raků na dané lokalitě, vymizí i toto onemocnění. (SVOBODOVÁ a kol., 2020)

Hlavním rozdílem a problémem tohoto onemocnění je, že každý druh raka reaguje jinak. Respektive invazní druhy ze Severní Ameriky jsou schopny spustit imunitní reakci a zastavit tak růst vláken v kutikule. Tento jedinec se stává přenašečem onemocnění a do vody se z něho uvolňují zoospory, které mohou nakazit další jedince.

V některých případech může dojít k úhynu slabých jedinců s oslabenou imunitou. (SVOBODOVÁ a kol., 2020)

U našich původních raků vyskytujících se v Evropě je průběh nemoci úplně jiný. Parazitická vlákna prorůstají dovnitř do těla raka, což vede k onemocnění a často i k úhynu jedince. Při napadení není možné jedince nějakým způsobem vyléčit. Postupem času je zjišťována i rezistence u původních raků, kdy u napadeného jedince nedošlo k úhynu. Nicméně je patrné, že je to velmi zdoluhavý proces a často převládá varianta vyhubení celé račí populace na lokalitě. (SVOBODOVÁ a kol., 2020)

Šíření račího moru

Šíření račího moru je možné dvěma způsoby, ale v obou případech jen pomocí zoospor. Prvním z nich je přímý kontakt nakaženého jedince s jiným jedincem. Druhý způsob je šíření zoospor ve vodě, a tedy její přenos i na jinou lokalitu. Přenos může být způsoben migrací raků v potocích či řekách a díky tomu se přirozeně rozšířit. Významným faktorem ovlivňujícím šíření této nemoci je aktivita lidí. Jde například o přenos raků z vysychajícího potoku na vhodnější lokalitu. Díky tomu se mohou naši původní raci dostat do kontaktu s invazním druhem, který bude přenašečem a vyhyne tak celá populace raka. (SVOBODOVÁ a kol., 2020)

Podle osobního sdělení paní RNDr. Jitky Svobodové je pravděpodobné, že parazit dokáže přežít i 2-3 týdny ve vhodném vlhkém prostředí mimo vodu (například v holínkách rybáře, který se mohl vyskytnout v lokalitě s nákazou). Kvůli nedostatečné prevenci a neznalosti rizik se může nákaza rozšířit na další lokalitu.

Ochrana raků před račím morem

Je zapotřebí, aby došlo k eliminaci nepůvodních druhů, které jsou nejčastějšími přenašeči, na lokalitách v České republice. Jedním ze způsobů eliminace by mohla být račí bariéra. Díky této konstrukci by raci nemohli migrovat a tím by nedocházelo k rozšiřování račího moru pomocí raků samotných (KRIEG a kol., 2021).

Vybudování této stavby by mělo být poblíž již existující stavby jako je např. jez či opevněný břeh. Využitím stávající stavby by se zabránilo rakům migrovat po souši. Touto stavbou by mohli vzniknout oddělené, ale chráněné populace původních račích druhů. (KRIEG a kol., 2021).

4. Metodika

V metodické části bakalářské práce je popsán terénní průzkum se zaměřením na habitaty raka kamenáče a stanovení základních charakteristik daného povodí. Pro tyto účely byly použity programy od společnosti Microsoft 365 Apps, (Word a Excel), ArcGIS Pro 3.2.1 a DesQ – MAXQ verze 5.2.

4.1 Digitální model povodí

Digitální model povodí byl zpracován v programu ArcGIS Pro 3.2.1. od společnosti Esri. Vstupní data, která sloužila jako podklad pro vytvoření povodí a jeho charakteristiku, byla získána z Geoportálu Českého zeměměřičského a katastrálního úřadu. Konkrétně byla získána data ZABAGED[®], výškopis 5. generace a vrstevnice. Dále byla využita data ZABAGED[®], polohopis vodstvo.

Jelikož se jedná o malé povodí, které dosud není z hydrologického hlediska zdigitalizováno, bylo zapotřebí vytvořit s pomocí sady dat *vrstevnice* digitální model povodí. Nejdříve se vytvořil uzávěrový profil na soutoku Mítovského a Oborského potoka. Následně, pomocí nově vytvořené vrstvy polygonu, vzniklo povodí, které se muselo ručně vykreslit. Začínalo se u uzávěrového profilu a vždy se postupovalo kolmo k vrstevnicím a po hřebenech. Takto se stanovilo povodí a orografická rozvodnice (viz příloha 1).

Jelikož data *výškopisu 5. generace* byla rozdělena do 8 úseků, bylo nutné za pomoci funkce *Create LAS Dataset* tato data sjednotit do jedné vrstvy. Pomocí funkce *LAS to raster* byla vrstva převedena do rastrového formátu. Následovala funkce *Slope*, která vyhodnotila sklon celého území v procentech (viz příloha 2).

Pomocí funkce *Intersect* se ořízly vodní toky podle mého stanoveného povodí. Následovalo vyhodnocení pomocí funkce *Zonal statistics as Table*, která vyhodnotila maximální a minimální nadmořskou výšku v povodí a celkový sklon povodí.

4.2 Výpočet průtoku pomocí hydrologického modelu

Pro tyto účely byl zvolen program DesQ – MAXQ verze 5.2., do kterého bylo zapotřebí zadat vstupní hodnoty zjištěné v digitálním modelu povodí. Vstupními parametry byly: délka a sklon údolnice, plocha a sklon svahů. Vstupní srážkové parametry byly získané z nejbližší stanice – Spálené Poříčí-zámek. Součinitel drsnosti byl určen na základě využití půdy a hydrologických podmínkách lesa. Číslo CN křivky

bylo určeno pomocí hlavních půdních jednotek (HPJ) v povodí a také na základě využití půdy. Na základě těchto parametrů byl stanoven 100letý průtok Q_{100} (viz příloha 3).

4.3 Rak kamenáč v Oborském potoce

Na základě odborné konzultace s paní RNDr. Jitkou Svobodovou a získaných dat a informací, bylo možné stanovit, zda je Oborský potok vhodnou lokalitou pro raka kamenáče. Z dostupných dat VÚV T.G.M. o populaci raka kamenáče a jakosti vody, která zde byla naměřena, bylo možné stanovit kvalitu vody pro pravděpodobný výskyt raka kamenáče.

Pomocí podrobného terénního průzkumu daného povodí se zaměřením na habitaty pro raka kamenáče bylo možné stanovit, zda tento vodní tok splňuje dle získaných informací základní parametry pro život tohoto druhu raka. Během průzkumu byla pořízena kompletní fotodokumentace celého vodního toku od prameniště až k soutoku s Mítovským potokem (viz příloha 4).

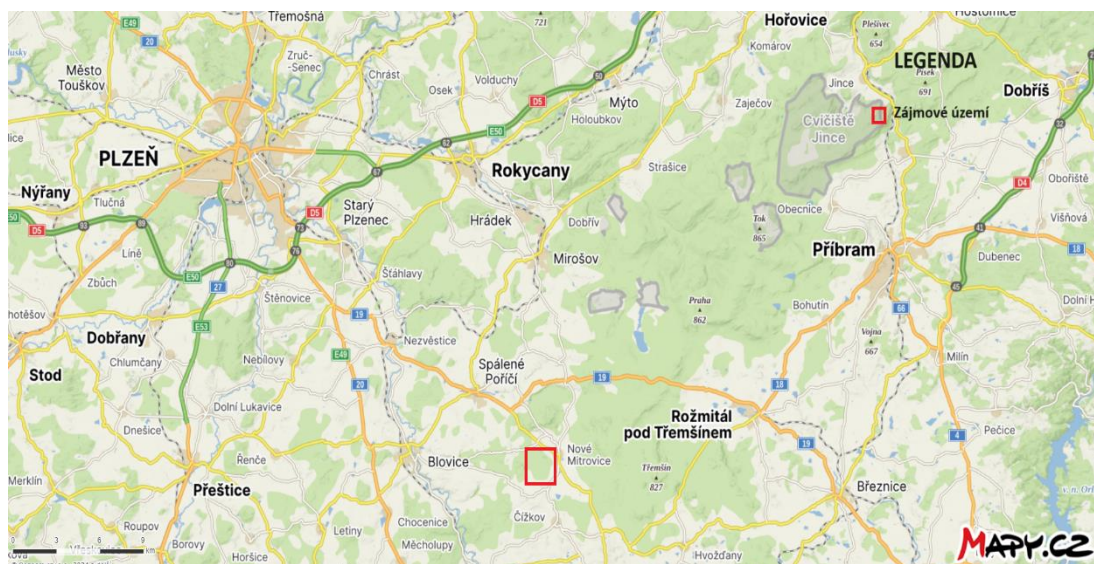
5. Charakteristika území

Následující kapitola je věnována stručnému popisu zájmového území, která popisuje lokalitu povodí Oborského potoka a její geologické poměry.

5.1 Popis lokality

Lokalita, na které jsem prováděl vyhodnocování povodí a následnou charakteristiku Oborského potoka se nachází v České republice, konkrétně v Plzeňském kraji okres Plzeň – Jih. Oblast tohoto povodí se nachází v blízkosti obce Nové Mitrovice (viz obrázek 4). Obec měla k roku 2023, 344 trvale přihlášených obyvatel.

Převážná část povodí se nachází v lesnaté oblasti, jež je využívána jako hospodářský les. Lokalitu Obora, ve které se Oborský potok nachází, vlastní Arcibiskupství pražské a obhospodařuje Správa Spálené Poříčí.



Obrázek 4 - Mapa zobrazující zájmové území, (Seznam.cz, a.s., 2024)

5.2 Geologické poměry

Povodí z geomorfologického hlediska spadá do hercynského systému. Nachází se v subprovincii zvané Poberounská soustava. Dle geologické mapy České republiky je severní a východní část povodí Oborského potoka tvořena horninami z období kenozoika. Můžeme zde nalézt písčito – hlinitý až hlinito – písčité sediment. V západní část povodí se prolínají horniny z období proterozoika. V této oblasti můžeme nalézt silicity, droby, prachovce a břidlice. (čerpáno z: <https://cgs.gov.cz/> dne 26.2.2024)

Z pedologického hlediska je východní část povodí tvořena kambizemí oglejenou s kyselými hlínami. Východní a jižní část je tvořena pseudogleji a nivními uloženinami, které jsou rovněž tvořeny kyselými hlínami. (čerpáno z: <https://cgs.gov.cz/> dne 26.2.2024)

6. Praktická část

V praktické části bakalářské práce jsou popisovány zjištěné skutečnosti z terénního průzkumu povodí a samotného vodního koryta. Dále jsou zde zkoumány životní podmínky, které by umožňovaly výskyt raka kamenáče v Oborském potoce.

6.1 Povodí

V bakalářské práci jsem se rozhodl charakterizovat povodí Oborského potoka, který je levostranným přítokem Mítovského potoka. Mítovský potok je označován jako vodní tok 4. řádu, takže potok mého zájmu je poměrně malým lesním potokem. Číslo hydrologického povodí Mítovského potoka, do kterého vtéká Oborský potok, je 1-10-05-0470-0-00.

Oborský potok pramení v lesnaté části zvané Bahna, v nadmořské výšce 600 m n.m. Jedná se o celoročně zamokřenou oblast na okraji lesního porostu sousedící s pastvinami. Tok dále pokračuje 2,5 km lesním porostem a následně vtéká do Mítovského potoka, v blízkosti místního lomu, v nadmořské výšce 484 m n. m. Velikost povodí dle mého stanovení pomocí programu ArcGIS Pro 3.2.1. činí 3,885 km² a rozvodnice má délku 8,812 km. Jedná se o malé povodí, nicméně je to jeden z významných přítoku Mítovského potoka.

6.1.1 Vhodná lesní skladba v okolí vodního toku

Převážná část povodí je využívána k pěstování hospodářského lesa. Nachází se zde smrková monokultura s drobnou příměsí buku lesního, dubu zimního či jedle bělokoré. Díky převážné druhové skladbě smrku ztepilého jsou tyto lesy především jehličnatého charakteru.

Z pohledu vegetačních stupňů v České republice se dle nadmořských výšek pohybujeme v rozmezí 4. a 5. vegetačního stupně, tedy bukového a jedlobukového. U bukového stupně by se měly porosty vyznačovat převážnou druhovou skladbou buku lesního. Dle osobního sdělení místního bývalého lesníka pana Ing. Mirko Fládra by se v oblasti Obora měl vykytovat převážně buk lesní s příměsí dubu zimního. Do vyšších míst by se pak měla vysazovat jedle bělokorá, která je typická s bukovou příměsí.

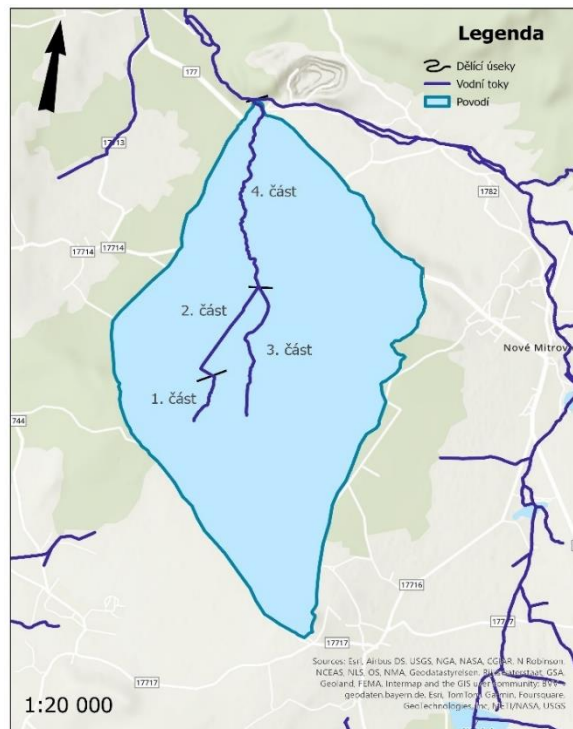
6.1.2 Reálná lesní skladba v okolí vodního toku

V blízkém okolí vodního toku se od prameniště k soutoku s Mítovským potokem druhová skladba poměrně mění. Okolí prameniště je celoročně zamokřené, stékají sem vody z rozlehlých pastvin, proto zde můžeme najít vlhkomilné dřeviny jako například olši lepkavou (*Alnus glutinosa*) či topol osika (*Populus tremule*).

Po 200 metrech od prameniště se tok vine v blízkosti asfaltové komunikace a v okolí se nachází převážně smrkové porosty s občasným výskytem olše lepkavé. Takto vodní tok pokračuje 1 km až do místa, kde se pomocí propustku voda dostane přes komunikaci a vodní tok dostává přírodnější ráz. Začínají se postupně vytvářet jemně meandrující úseky a v blízkosti se opět začnou vyskytovat olše a místy jasany. Následuje 4. úsek, kdy opět převládá smrková monokultura. Nyní se však jedná o vzrostlejší stromy, a tak můžeme pozorovat pravidelně se vinoucí tok v lesním porostu.

6.2 Morfologie toku

Oborský potok byl v minulosti již upravován. Díky získaným informacím od bývalých zaměstnanců lesního závodu Spálené Poříčí mohu říci, že velká úprava se konala v 60. letech 20. století. Provádělo se zde odvodnění horních částí Obory, aby mohl vzniknout nový prostor pro výsadbu lesního porostu. Dalším důvodem této úpravy bylo rychlé odvodnění vody z dané oblasti. Úprava probíhala jak na hlavním toku, tak i na pravostranném přítoku, který pravděpodobně v této době vznikl. Z důvodu lepší orientace a rozdílného charakteru jsem si Oborský potok rozdělil na 4 části viz obrázek 5.



Obrázek 5 - Mapa Oborského potoka rozděleného na části

6.2.1 Popis první části Oborského potoka

První část oborského potoka zahrnuje zamokřenou oblast o rozloze 20 000 m² zvaná Bahna. Tato oblast je poměrně hojně zásobena vodou z přilehlých luk a pastvin. Dá se říci, že se jedná o podmáčenou oblast, ve které se soustředí voda do různých prohlubní či tůní a tím vytváří odtok a samotné koryto, který je dlouhý v této části 300 m.

Vegetace v této části je vlhkomilná. Ze stromů se zde nachází převážně olše lepkavá, které je poměrně dobře dotována vodou z okolí. Dále jsou zde zastoupeny hojně traviny, například sítiny.

6.2.2 Popis druhé části Oborského potoka

Tato část Oborského potoka se nachází v blízkosti zpevněné komunikace, která slouží k přepravě těžké lesní techniky. Na přechodu mezi 1. a 2. částí je koryto dna poměrně mělké a písčité. Sedimenty jsou zde převážně drobného charakteru. V některých místech jsou patrné vymleté břehy, které způsobila větší voda v jarních měsících po rychlém tání sněhu.

Po klidnějším úseku se nachází propustek, který koryto převádí pod silnicí a následuje poměrně dlouhá část potoka s větším sklonem. Na dně koryta jsou kameny, někdy

i balvany, které rozráží vodu a tvoří přírodní stupně. Také díky tomu tok působí poměrně přirozeného rázu a vegetace v okolí břehů vše dotváří.

V roce 2017 zde proběhla úprava břehů, hlavně levostranných. Na sucho zde byly zbudovány zídky z kamene a u propustku byla vybudována betonová zídka včetně dna. Zídky jsou postaveny po 100–150 m a vždy je zpevněna pětimetrová část břehu. Zídky mají předcházet sesunutí komunikace do vodního koryta. U propustku se vybetonovalo 10 m dlouhé dno včetně levého břehu. Zde byla vybudována opěrná zídka do výšky 2 m. Na pravém břehu u propustku byla vytvořena opěrná zídka, která ovšem zpevňuje pouze 2 m proti proudu. Na stavbu obou zídek byl použit kamen v kombinaci s cementovou maltou.

6.2.3 Popis třetí části Oborského potoka

Tato část vznikla pravděpodobně v 60. letech 20. století, kdy se upravovalo odvodnění Obory. Jedná se o pravostranný přítok Oborského potoka, který je často velmi periodický, tzn. voda v něm bývá pouze během dostatečných srážek (v jarních měsících či v době intenzivních srážek). Koryto je na určitých místech hluboké a hojně tak tvoří v letních měsících tůň, ve kterých se daří různým živočichům vázaných na vodu.

Podle bývalých pracovníků lesního závodu Spálené Poříčí byla část tohoto potoka vytvářena pomocí výbušniny, která byla použita primárně k odstranění pařezů. Následkem toho mohl vzniknout tok v lesním porostu. Je možné, že díky použití výbušniny se v tomto toku vyskytuje tolik prohlubní a tůní.

6.2.4 Popis čtvrté části Oborského potoka

Poslední popisovanou částí oborského potoka je část, která se přirozeně vine v lesním porostu až k soutoku s Mítovským potokem. Tok se převážně nachází ve smrkové monokultuře a v jeho blízkosti se nachází olše či jasany. Dle informací od pracovníků lesního závodu nebyla tato část, na rozdíl od předchozích úseků potoka, tolik upravována.

Přesto, že se jedná o 1,5 km dlouhý úsek, je tok poměrně stálý a nejsou zde patrné velké odchylky. Na toku se nachází 3 propustky pod komunikací, z toho dva se nachází v areálu lomu, kterým potok protéká. K lomu je voda přiváděna pomocí mostku pod

hlavní komunikací. Následuje stupeň, který může sloužit jako migrační bariéra pro raka kamenáče.

Dno koryta je mělké a na většině míst kamenité. Střídají se rovinatější úseky s meandrujícími. Na některých místech jsou patrné konvexní a konkávní břehy a s nimi související odnos a sedimentace materiálů.

6.3 Rak kamenáč

Rak kamenáč se nachází v Mítovském potoce a má zde poměrně početnou populaci, proto by se dalo očekávat, že se tento druh raka objeví i v Oborském potoce. Nicméně rak kamenáč je poměrně náročným druhem jak na kvalitu vody, tak i na samotný vodní tok a jeho morfologii.

Problémem, který souvisí s rakem je nízká hladina vody či dokonce vysychání toku během letních měsíců. Podle autorů Kouba a kol. (2016) je pro raka kamenáče i raka říčního vysychání toku nevhodné. Během experimentu autorů KOUBA a kol. (2016) se zjistilo, že velká část populace raka kamenáče zahynula do 5 dnů. Z toho vyplývá, že rak kamenáč potřebuje vodní toky, které nevysychají nebo se na nich vyskytují prohlubně či tůňky s alespoň minimem vody.

6.3.1 Výskyt raka kamenáče v letech 2000 až 2003

Je dokázané, že se v minulosti rak kamenáč na této lokalitě vyskytoval. Dle pamětníků z obce Nechanice se v Oborském potoce raci vykytovali v 70. – 80. letech 20. století. Další zajímavost, kterou jsem zjistil, byl fakt, že se zde vyskytovali i pstruzi, kteří se právě v tomto potoce třeli. Nicméně se mi nepodařilo získat žádné fotografie zaznamenávající tuto skutečnost. Raci se zde vyskytovali i v letech 2000–2003, kdy zde probíhal monitoring rozšíření raka kamenáče (FISCHER a kol., 2004). Dle tabulky číslo 1., která zobrazuje publikovanou tabulku výskytu raka kamenáče, je patrné, že se na levostranném přítoku Mítovského potoka tento druh raka vyskytoval.

Místo inventarizace	Úsek s potvrzeným výskytem raka kamenáče (délka úseku); autor prvního nálezu	Nadm. výška (max., min.)	Hustota populace (počet ex./m ²)	Odhad početnosti (minimální)	
Povodí Úslavy					
1	Bílý potok	Míšov — soutok s Bradavou (cca 1,5 km); Fischer	620, 490	4,7	7 000
2	Bojovka	Čičov — soutok s Bradavou (cca 5 km); Fischer	570, 435	nezjištěno	10 000
3	Bradava	soutok s Bílým potokem — ústí do Úslavy (cca 19 km); Fischer	490, 360	1,8	180 000
4	Milínovský potok	první rybník nad silnicí Sp. Poříčí-Plzeň — soutok s Bradavou (cca 250 m); Dudová, Váňová, Fischer	380, 373	nezjištěno	řádově desítky
5	Mítovský potok	rybník Drahota — soutok s Bradavou (cca 5,5 km); Fischer	600, 460	2,2	12 000
6	Mítovský potok levostranný přítok	silnice Hořehledy-N. Mitrovice — soutok s Mítovským potokem; Fischer	500, 485	nezjištěno	řádově desítky
7	Chocenický potok	Chocenice — soutok s Úslavou (cca 3 km); Fischer, Vlach	440, 370	nezjištěno	řádově stovky až tisíce
8	Prešínský potok	Louňová — soutok s Úslavou (cca 2,5 km); Fischer, Vlach	460, 400	nezjištěno	řádově tisíce
9	Úslava	úsek navazující na ústí Chocenického potoka; Štambergová	370	nezjištěno	nelze odhadnout
10	Mešenský potok	lesní úsek od silnice Čičov-Visky až asi 300 m nad silnicí Příkosice-Lučistě (cca 2,5 km); Fischer, Fischerová	555, 500	1,7	7 000
Povodí Úhlavy					
11	Kbelský potok	úsek od obce Kbel po obec Stropnice (cca 3,5 km); Fischer	425	nezjištěno	až několik tisíc
12	Zlatý potok	pramenná oblast — Horšice (cca 3 km); Fischer	495, 420	min. 2,5	11 000
Povodí Radbuzy					
13	Radbuza	od počátku lesního porostu pod obcí Rybník po proudu (blíže nevymezeno); Fischer	525	nezjištěno	nelze odhadnout
Povodí Klabavy					
14	Příkosický potok	asi 0,5 km pod obcí Příkosice (blíže nevymezeno); Fischer	460	nezjištěno	několik set
15	Skořický potok	Strnadův mlýn (dosud nalezen pouze zde, výše proti proudu negativní výsledky); Fischer	510	nezjištěno	nelze odhadnout
16	Padrský potok	Padrské rybníky — soutok s Třitrubeckým potokem (cca 7 km); Lažanský, potvrzeno Fischer, Fischerová	630, 540	2,1 (v r. 2000)	30 000 (v r. 2000)
17	Hůrecký potok	od obce Hůrky k ústí (cca 3 km toku); Fischer	470, 400	nezjištěno	min. stovky

Tabulka 1 - Výsledek rozšíření raka kamenáče v letech 2000-2003, (FISCHER a kol., 2004)

Dle nadmořské výšky daného úseku je patrné, že autoři publikované tabulky, s největší pravděpodobností nepozorovali celý tok až k prameni. Usuzují tak z důvodu malé maximální nadmořské výšky (500 m n.m.), kterou zde autoři článku uvádějí, zatímco Oborský potok pramení v 600 m n. m. Článek uvádí, že se zde vyskytovalo minimálně několik desítek jedinců raka kamenáče. Proto mohu říci, že alespoň část Oborského potoka, která se nachází u soutoku s Mítovským potokem, by mohla vyhovovat výskytu raka kamenáče.

6.3.1 Výskyt raka kamenáče a kvalita vody

V roce 2016 probíhal opětovný monitoring raka kamenáče a měření jakosti vody v Oborském potoce. Na základě tohoto monitoringu zde bylo nalezeno 44 raků na 100 úkrytů. Díky tomuto zjištění můžeme říci, že zde byla opět nalezena populace raků, stejně jako v roce 2003. Z popisu nálezu je patrné, že se rak kamenáč opět nachází v dolním úseku potoka, konkrétně u místního lomu.

Měření jakosti vody v roce 2016 prokázalo, že voda v Oborském potoce splňuje některá z kritérií pro výskyt raka kamenáče. K porovnání jsem použil hodnoty, které naměřili a publikovali autoři (SVOBODOVÁ a kol., 2008), kteří zjišťovali, jaký vliv má kvalita vody na populace raků v České republice. Vytvořili tabulku s mezikvartilovým rozpětím pro optimální hodnoty daných parametrů (viz tabulka 2). Na různých lokalitách s výskytem raka měřili základní parametry pro určení jakosti

vody. Díky tomuto výzkumu vytvořili parametry, které napomáhají určit, za jakých předpokladů by se v dané lokalitě mohl vyskytovat daný druh raka.

	<i>A. astacus</i>		<i>A. torrentium</i>		<i>O. limosus</i>		Limity NV č. 71/2003 Sb.	
	25. percentil	75. percentil	25. percentil	75. percentil	25. percentil	75. percentil	los. v.	kapr. v.
BSK₅	1,3	2,4	1,4	2,0	2,7	3,1	3,0	6,0
O₂	9,8	11,0	9,4	9,7	8,6	9,8	9,0	7,0
Min. O₂	7,6	9,2	6,8	8,8	4,8	7,4	6,0	4,0
Min. pH	7,2	7,8	7,4	7,7	7,5	7,7	6,0	6,0
Max. pH	7,8	8,4	7,7	8,5	8,3	8,9	9,0	9,0
NH₃	0,0004	0,0020	0,0005	0,0013	0,0010	0,0030	0,025	0,025
NH₄	0,049	0,120	0,040	0,150	0,074	0,128	1,0	1,0
Zn	0,0050	0,0015	0,0050	0,0052	0,0100	0,0130	0,3	1,0
NO₂	0,03	0,09	0,03	0,07	0,09	0,14	0,6	0,9
Cu rozp.	0,0020	0,0040	0,0020	0,0071	0,0025	0,0075	0,04	0,04

Tabulka 2 - Zobrazení středních hodnot mezi 25. a 75. percentilem pro dané druhy raků v mg/l, (SVOBODOVÁ a kol., 2008)

Naměřené hodnoty na Oborském potoce jsou uvedeny v tabulce číslo 3. Výsledky udávají, že kvalita vody v Oborském potoce je pro raka kamenáče velmi dobrá. Střední hodnoty biochemické spotřeby kyslíku se podle autorů Svobodová a kol. (2008) pohybují v rozsahu 1,4 až 2 mg/l. a hodnota naměřená v Oborském potoce je lehce nižší, činí 1,125 mg/l.

Rozpuštěný kyslík ve vodě je parametrem, který splňuje střední hodnoty pro stanoviště raka kamenáče a jeho hodnota je 9,665 mg/l. Autoři Svobodová a kol. (2008) naměřili i nižší hodnoty rozpuštěného kyslíku ve vodě, a to konkrétně v Zákolanském potoce, kde se vyskytuje poměrně prosperující populace raka kamenáče. Zde naměřili hodnoty rozpuštěného kyslíku 2,8 mg/l. Z toho tedy můžeme odvodit, že se rak kamenáč nemusí vykytovat v přesně stanovených limitech.

Dalším měřeným parametrem je pH vody, které může ovlivnit vývoj raka ale i jeho plodnost (SVOBODOVÁ a kol., 2008). Zjištěné hodnoty autory Svobodová a kol. (2008) pro minimální a maximální pH mají svůj průnik v hodnotě 7,7 a naměřená hodnota pH v Oborském potoce byla 7,77. Je tedy patrné, že i hodnoty pH jsou v normě pro raka kamenáče.

Toxicita amoniakálního dusíku je částečně závislá i na pH vody, jelikož toxický účinek na organismy má NH₃ a nikoli iont NH₄ (SVOBODOVÁ a kol., 2008). Nicméně, jak je vidět v tabulce číslo 3, hodnoty NH₃ jsou tak nízké, že nebyly ani naměřeny. Hodnota NH₄ je však nižší, než jsou střední hodnoty pro raka kamenáče.

Zinek a měď jsou velmi toxické látky pro veškeré organismy, proto je velmi dobré, že na této lokalitě byly naměřeny velmi nízké hodnoty koncentrací, u zinku 0,005 mg/l a u mědi 0,004 mg/l. Tyto hodnoty jsou v mezích středních hodnot vhodných pro raka kamenáče a jsou tedy vyhovující pro život.

Posledním měřeným prvkem jsou dusitany, které také mohou být toxické pro živé organismy. Záleží, v jaké životní fázi se organismus nachází, jak jsou staří či zda na ně nepůsobí ještě jiný rušivý element či faktor (SVOBODOVÁ a kol., 2008). Na Oborském potoce byla naměřena hodnota dusitanů 0,008 mg/l což je mnohem méně, než je naměřené mezikvartilové rozpětí pro daný druh raka.

Mezikvartilové rozpětí pro <i>A. Terrentium</i>			Hodnoty z roku 2016	
Percentil	25	75	Oborský potok	
BSK 5	1,4	2	BSK 5	1,125
O2	9,4	9,7	O2	9,665
Max pH	7,7	8,5	pH	7,77
NH3	0,0005	0,0013	NH3	0
NH4	0,04	0,15	NH4	0,025
Zn	0,005	0,0052	Zn	0,005
NO2	0,03	0,07	NO2	0,008
Rozp. Cu	0,002	0,0071	Rozp. Cu	0,004

Tabulka 3 - Porovnání středních hodnot s hodnotami Oborského potoka

7. Základní charakteristiky povodí

Délka hlavního toku L_{HT} :		2,568 km
Plocha povodí A:		3,885 km ²
Délka rozvodnice R:		8,812 km
Délka údolnice L_U :		3,029 km
Délka říční sítě L_r :		3,531 km
Hustota říční sítě D_d :	$D_d = \frac{L_r}{A} = \frac{3,531}{3,885} =$	0,908 km * km ⁻²
Střední šířka povodí B:	$B = \frac{A}{L_u} = \frac{3,885}{3,029} =$	1,283 km
Součinitel tvaru povodí α :	$\alpha = \frac{B}{L_u} = \frac{1,283}{3,029} =$	0,424
Maximální výška povodí Z_{max} :		671 m n. m.
Minimální výška povodí Z_{min} :		484 m n. m.
Průměrná nadmořská výška:		585 m n. m.
Střední sklon svahů povodí I_p :	$I_p = \frac{Z_{max}-Z_{min}}{\sqrt{A}} * 100 = \frac{671-484}{\sqrt{3\ 885\ 000}} * 100 = 9,49 \%$	

Pravý břeh

Plocha pravého břehu A_P :	2,917 km ²
Minimální sklon:	0,05 %
Maximální sklon:	55,64 %
Průměrný sklon:	5,76 %

Levý břeh

Plocha levého břehu A_L :	0,967 km ²
Minimální sklon:	0,18 %
Maximální sklon:	53,99 %
Průměrný sklon:	7,08 %

Údolnice

Maximální výška údolnice $Z_{u_{max}}$: 636 m n. m.

Minimální výška údolnice $Z_{u_{min}}$: 484 m n. m.

Průměrný sklon údolnice I_u : $I_u = \frac{Z_{u_{max}} - Z_{u_{min}}}{L_u} * 100 = \frac{636 - 484}{3029} * 100 = 5,02 \%$

7.1 Výsledky z hydrologického modulu DesQ

Pomocí matematického programu DesQ – MAXQ verze 5.2. jsem zjistil, že průtok $Q_N = 100$ na Oborském potoce činí $Q_{100} = 2,66 \text{ m}^3/\text{s}$. Zajímavým parametrem je potenciální retence povodí R_P . Pro levou část povodí vyšla hodnota $R_P = 30,7 \text{ mm}$ a pro pravou část $R_P = 37,5 \text{ mm}$, přičemž celková výška kritického deště pro levý svah činí $57,5 \text{ mm}$, pro pravý svah je tato hodnota $64,7 \text{ mm}$. Dalším parametrem, který jsem zjistil, je doba kritického deště pro levý a pravý břeh toku. Pro levou část délka deště činí 75 minut a pro pravou část 183 minut . Veškeré výsledky jsou zobrazeny v příloze číslo 3.

Diskuse

K praktické části bakalářské práce byl vytvořen digitální model povodí Oborského potoka a stanoveny základní charakteristiky tohoto povodí. Jedním z údajů ze zjištěných charakteristik byl pro výpočet průtoku $Q_N = 100$ v povodí Oborského potoka, který činil $Q_{100} = 2,66 \text{ m}^3/\text{s}$. Tato hodnota může být dle mého názoru ovlivněna výběrem meteorologické stanice, která byla zvolena – Spálené Poříčí-zámek. Spálené Poříčí je od uzávěrového profilu vzdáleno vzdušnou čarou zhruba 5 km. I přesto, že se jedná o poměrně malou vzdálenost, je nutné počítat s nepřesností, kterou může představovat rychle měnící se výškový gradient.

V další části bakalářské práce se zabývám výskytem raka kamenáče v Oborském potoce. Srovnávám parametry jakosti vody naměřené v letech 2016 se stanovenými hodnotami autorů SVOBODOVÁ a kol. (2008). Mohu říci že, polovina těchto parametrů odpovídala středním hodnotám a druhá část vycházela v hodnotách menších. Přesto, že se nejedná o 100% splnění těchto parametrů, tak je pravděpodobné, že by se zde rak kamenáč mohl vyskytovat.

Jak uvádí autoři ŠTAMBERGOVÁ a kol. (2009), tak i rak kamenáč se může vyskytovat na nepříznivých lokalitách. Vzhledem ke skutečnosti, že se v Oborském potoce rak kamenáč v letech 2000-2003 a 2016 vyskytoval, usuzuji, že tento potok ještě v nedávné době vyhovoval tomuto druhu raka. Celá oblast Oborského potoka se nachází v lesním porostu a na vodním toku nejsou žádné znečišťující objekty, které by mohly rapidně ovlivnit zjištěné parametry jakosti vody, proto jsem mohl i dnes pracovat s daty z předchozích let.

Rak kamenáč, dle osobního sdělení paní RNDr. Jitky Svobodové, preferuje vodní toky, které jsou vzdáleny od prameniště zhruba 2 km, a to z důvodu rozvinutí toku, jeho morfologii a splaveninového režimu. Tato informace, mě navádí k zjištění, že Oborský potok je vhodný pro raka kamenáče jen v délce 500 m, která se nachází ve čtvrté části potoka.

Tato čtvrtá část potoka je poměrně velmi dobře rozvinutá. Jsou zde patrné konvexní i konkávní břehy a rovné klidné úseky s hojným výskytem úkrytů, které rak potřebuje. Dle mého názoru je tato část vhodná pro výskyt raka kamenáče. Důkazem je i jeho výskyt během monitoringu v letech 2000-2003 a 2016, kdy se monitorovala právě jen tato část Oborského potoka.

Vzhledem k tomu, že se ve čtvrté části Oborského potoka nachází stupeň, chápu tuto skutečnost jako migrační překážku pro možné šíření raka kamenáče v tomto potoce. Jak uvádí autoři ŠTAMBERGOVÁ a kol. (2009), nemusí se na tyto bariéry vždy pohlížet negativně. Mohou posloužit jako migrační bariéra pro nepůvodní raky, kteří by mohli do lokality zavléct rači mor a vyhubit tak celou populaci původního raka.

Závěr

Povodí Oborského potoka bylo charakterizováno pomocí dvou programů, a to ArcGIS Pro 3.2.1. a DesQ verze 5.2. Pomocí digitálního modelu byly zjištěny základní charakteristiky povodí – celková plocha povodí $A = 3,885 \text{ km}^2$, délka hlavního vodního toku $L_{HT} = 2,568 \text{ km}$ a střední sklon svahů povodí $I_p = 9,49 \%$. Zjištěné parametry z digitálního modelu poskytly dostatečné informace pro výpočet průtoku $Q_N = 100$ v povodí Oborského potoka, který činil $Q_{100} = 2,66 \text{ m}^3/\text{s}$.

Dílčí cíl této bakalářské práce byl zaměřen na možný život raka kamenáče v Oborském potoce. Díky získaným datům bylo možné posoudit, zda je tento potok vhodný pro vybraný druh raka, který se zde v letech 2000-2003 a 2016 skutečně vyskytoval. Z osobního monitoringu a fotodokumentace je možné předpokládat, že je Oborský potok s největší pravděpodobností vhodným prostředím pro výskyt tohoto druhu kriticky ohroženého raka.

Snahou této bakalářské práce bylo poukázat na malý lesní tok, který i přesto, že se zdá bezvýznamný, může vytvořit habitaty pro kriticky ohrožené druhy živočichů. Výsledky a poznatky této bakalářské práce by mohly pomoci při dalším průzkumu toku a monitoringu raka kamenáče na tomto potoce.

Zdroje

- ANONYMUS, 2016. *Lesy v ČR*, (online). © 2024 MeziStromy.cz. Dostupné z: [Lesy v ČR | MeziStromy.cz](#) [cit. 2023.10.16]
- AOPK ČR, © 2024. *Záchranné programy*, (online). Dostupné z: <https://www.zachranneprogramy.cz/rak-kamenac/biologie-a-ekologie/> [cit. 2024.2.8]
- ČSN 75 0110: Vodní hospodářství – Terminologie a hydrogeologie. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha: 2010. 98 s.
- ČTK, © 2021. *Nové on-line mapy zachycují proměny lesů během tisíců let*, (online). Dostupné z: [Nové on-line mapy zachycují proměny lesů během tisíců let - Ekolist.cz](#) [cit. 2023.10.16]
- DIVÍŠEK J., CULEK M., JIROUŠEK M., © 2010. *Vegetační stupně střední Evropy*, [multimediální příručka] (online). Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index_VS.html [cit. 2023.12.16]
- FISCHER D., BÁDR V., VLACH P. a FISCHEROVÁ J., 2004. *Nové poznatky o rozšíření raka kamenáče v Čechách*. Živa: časopis přírodnický. 1853-1914. r. 52 (90), č. 2, 79-81. Praha: Matice česká při Museu Království českého. ISSN 0044-4812. Dostupné z: <https://kramerius.lib.cas.cz/uuid/uuid:0079c216-3a99-41a7-874d-721de8adef7d> [cit. 2024.2.26]
- FROUZ J. a FROUZOVÁ J., 2021. *Aplikovaná ekologie*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-4577-3. Dostupné z: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=6727656> [cit. 2023.12.2]
- GAJIC B., DUGALIC G., SREDOJEVIC Z., TOMIC Z., 2008. *Effect of Different Vegetation Types on Infiltration and Soil Water Retention*. Cereal Research Communicati 36. 991–994. Citováno z: FROUZ J. a FROUZOVÁ J., 2021. *Aplikovaná ekologie*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-4577-3. Dostupné z: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=6727656> [cit. 2023.12.2]

- GODDARD, J.S. 1988: *Food and Feeding*. - In: D.M. Holdich & R.S. Lowery (eds.). *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*. The University Press. 145-166. Cambridge. Citován z: ŠTAMBERGOVÁ M., SVOBODOVÁ J., KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ E., 2009. *Raci v České republice: [metodika AOPK ČR]*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 978-80-87051-78-8. Dostupné z: https://www.forumochranyprirody.cz/sites/default/files/raci_v_cr.pdf [cit. 2024.2.8]
- GÖRNER T., 2021. *Rak mramorovaný potřeťí, tentokrátě opět v Praze*. *Ochrana přírody* č.2, 26-27. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/pece-o-prirodu-a-krajinu/rak-mramorovany-potreti-tentokrate-opet-v-praze/> [cit. 2024.2.12]
- HOLZER M., 1987. *Akce rak po roce*. *Naší přírodou*. č. 4, 74-75, citován z: KOZÁK, Pavel, 1998. *Základní morfologické znaky k rozlišení raků v ČR*. Vodňany: Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Jihočeské univerzity. Metodik. ISBN 80-85887-22-3.
- HRUBAN R., 2022. *Lesní vegetační stupně (LSV)*, (online). *Moravské-Karpaty.cz*. Dostupné z: http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/vegetace/ekologie/lesni-vegetacni-stupne/#1_dubovy_vegetacni_stupen [cit. 2023.12.16]
- KEMEL M., 1991. *Hydrologie*. Praha: ČVÚT. ISBN 80-01-00509-7. Dostupné z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:d6233ce0-921c-11e3-8e84-005056827e51> [cit. 2023.11.25]
- KOUBA A., TÍKAL J., CÍSAŘ P. et al, 2016. The significance of droughts for hyporheic dwellers: evidence from freshwater crayfish. *Scientific Reports* 6. Dostupné z: <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1038/srep26569> [cit. 2024.3.8]
- KOZÁK, Pavel, 1998. *Základní morfologické znaky k rozlišení raků v ČR*. Vodňany: Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Jihočeské univerzity. Metodik. ISBN 80-85887-22-3. Dostupné z: https://www.frov.jcu.cz/images/FROV/veda-a-vyzkum/metodiky/056_MET.pdf [cit. 2024.2.8]

- KRIEG R., KING A., ZENKER A., 2021. *Barriers against invasive crayfish species in natural waters and fish passes – Practical experience*, (online). *Global Ecology and Conservation* 25. ISSN 2351-9894. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01421> [cit. 2024.3.7]
- KŘOVÁK F., KOVÁŘ P., KADLEC V., ed., 2014. *Technické protierozní opatření – Hrazení bystřin a strží*. Praha: © Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. ISBN 978-80-87361-31-3. Dostupné z: <http://www.cmkpu.cz/upload/files/Metodika%20HBS.pdf> [cit. 2023.12.2]
- LNĚNIČKA J., 2021. *Jak v následujícím století hospodařit v českých lesích?*, (online). *Fakta o klimatu*. © Otevřená data o klimatu, z.ú. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/explainery/hospodareni-lesy?q=druhov%C3%A1%20skladba%20lesa%20> [cit. 2023.10.16]
- MÁCA P., 2014. *Hydrologie pro bakaláře*, Praha: ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE.
- MÁŠLO J., ADOLT R., KUČERA M., KOHN I., 2023. *Národní inventarizace lesů v České republice, Výsledky třetího cyklu 2016-2020*. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů. Dostupné z: https://nil.uhul.cz/downloads/vysledky_projektu_nil3/2023_01_03_1_plocha_1_esa_nil3.pdf [cit. 2023.12.16]
- MRÁČEK Z., 1959. *Les*, Praha: Orbis
- QIAOLING L. a HIROSHI I., 2012. *Development of a biosphere hydrological model considering vegetation dynamics and its evaluation at basin scale under climate change*. *Journal of Hydrology*, Volumes 412–413, 3-13, ISSN 0022-1694. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169411005920> [cit. 2024.3.8]
- REIL A., 2011. *Technická opatření a úpravy vodních toků Labe a Hartský potok na území města Dvůr Králové nad Labem*. Praha: ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE, Fakulta životního prostředí.
- RENZ M. a BREITHAUPT T., 2000. *Habitat use of the crayfish *Austropotamobius torrentium* in small brooks and in Lake Constance, Southern Germany*, (online). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. no. 356,

139-154. ISSN 19619502. Dostupné z: <https://doi.org/10.1051/kmae:2000008>
[cit. 2024.3.7]

- ROTTER P. a PURCHART L., ed., 2023. *Ekologie lesa: jak se les mění a funguje*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-926-6. Dostupné z: <https://doi.mendelu.cz/pdfs/doi/9900/04/4000.pdf> [cit. 2023.12.2]
- RUDA A., 2014. *Klimatologie a hydrogeografie pro učitele*, (online). Masarykova univerzita. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/skripta/klimatologie_hydrogeografie.pdf [cit. 2024.3.9]
- SOUKUP M. a HRÁDEK F., 1999. *Optimální regulace povrchového odtoku z povodí*. Praha-Zbraslav: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. ISBN 8023901273.
- SVOBODOVÁ J., KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ E., FISHER D., VLACH P., ŠTAMBERGOVÁ M., PICEK J., SEMERÁDOVÁ S., ŠTRUNCOVÁ E., BERÁNKOVÁ T., 2020. *METODIKA REGULACE A ERADIKACE INVAZNÍCH DRUHŮ RAKŮ: VÝBĚR VHODNÝCH METOD V ZÁVISLOSTI NA CHARAKTERU VODNÍHO ÚTVARU*: [metodika]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i. ISBN 978-80-87402-93-1. Dostupné: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodiky_nepuvodni_in_vazivni_druhy/\\$FILE/ODOIMZ-metodika_raci-20220201.002.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodiky_nepuvodni_in_vazivni_druhy/$FILE/ODOIMZ-metodika_raci-20220201.002.pdf)
[cit. 2024.2.13]
- SVOBODOVÁ J., MACHÁČEK V., KOŽENÝ P. a PICEK J., 2023. *Naši vs. invazní raci v České republice*. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, roč. 65, č. 4. 58-60. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2023/08/nasi-vs-invazni-raci-v-ceske-republice/> [cit. 2024.2.8]
- SVOBODOVÁ J., ŠTAMBERGOVÁ M., VLACH P., PICEK J., BERÁNKOVÁ M., 2008. *VLIV JAKOSTI VODY NA POPULACE RAKŮ V ČESKÉ REPUBLICĚ – POROVNÁNÍ S LEGISLATIVOU ČR*. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, roč. 50, č. 6, 1-5. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. Dostupné z https://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2015/08/vtei_2008_6.pdf [cit. 2024.3.5]

- ŠTAMBERGOVÁ M., SVOBODOVÁ J., KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ E., 2009. *Raci v České republice: [metodika AOPK ČR]*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 978-80-87051-78-8. Dostupné z: https://www.forumochranyprirody.cz/sites/default/files/raci_v_cr.pdf [cit. 2024.2.8]
- TARANDEK A., ŽIDAK L., TOPIĆ M., LOVRENČIĆ L., GRBIN, D. et al. 2023. Characteristics of the Stone Crayfish Population along a Disturbance Gradient— A Case Study of the Kustošak Stream, Croatia, (online). *Diversity* 15, no. 5. ISSN 14242818. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/d15050591> [cit. 2024.3.7]
- TUČEK M., 2023. *Původní lesy v ČR. Jaká je vlastně historie lesů na území České republiky*, (online). Český královský institut, z.ú. Dostupné z: [Původní lesy v ČR, jaká je historie lesů České republiky? \(rostemeprobudoucnost.cz\)](https://rostemeprobudoucnost.cz/jaka-je-historie-lesu-ceske-republiky/) [cit. 2023.10.16]
- VOKURKA A. a ZLATUŠKA K., ed., 2020. *Technická doporučení pro hrazení bystrin a strží*. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-557-9. Dostupné z: https://eagri.cz/public/portal/-q321647---Qfn_joPV/td-pro-hrazeni-bystrin-a-strzi-mze-2020 [cit. 2023.12.2]
- Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka: HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM VÚV TGM, © 2024. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/> [cit. 2024.3.8]

Obrázky:

- Obrázek 1 a 2 - ROTTER P. a PURCHART L., ed., 2023. *Ekologie lesa: jak se les mění a funguje*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-926-6. Dostupné z: <https://doi.mendelu.cz/pdfs/doi/9900/04/4000.pdf> [cit. 2023.12.2]
- Obrázek 3 - MÁŠLO J., ADOLT R., KUČERA M., KOHN I., 2023. *Národní inventarizace lesů v České republice, Výsledky třetího cyklu 2016-2020*. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů. Dostupné z: https://nil.uhul.cz/downloads/vysledky_projektu_nil3/2023_01_03_1_plocha_1_esa_nil3.pdf [cit. 2023.12.16]
- Obrázek 4 - © Seznam.cz, a.s., 2024. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni> [cit. 2024.3.16]

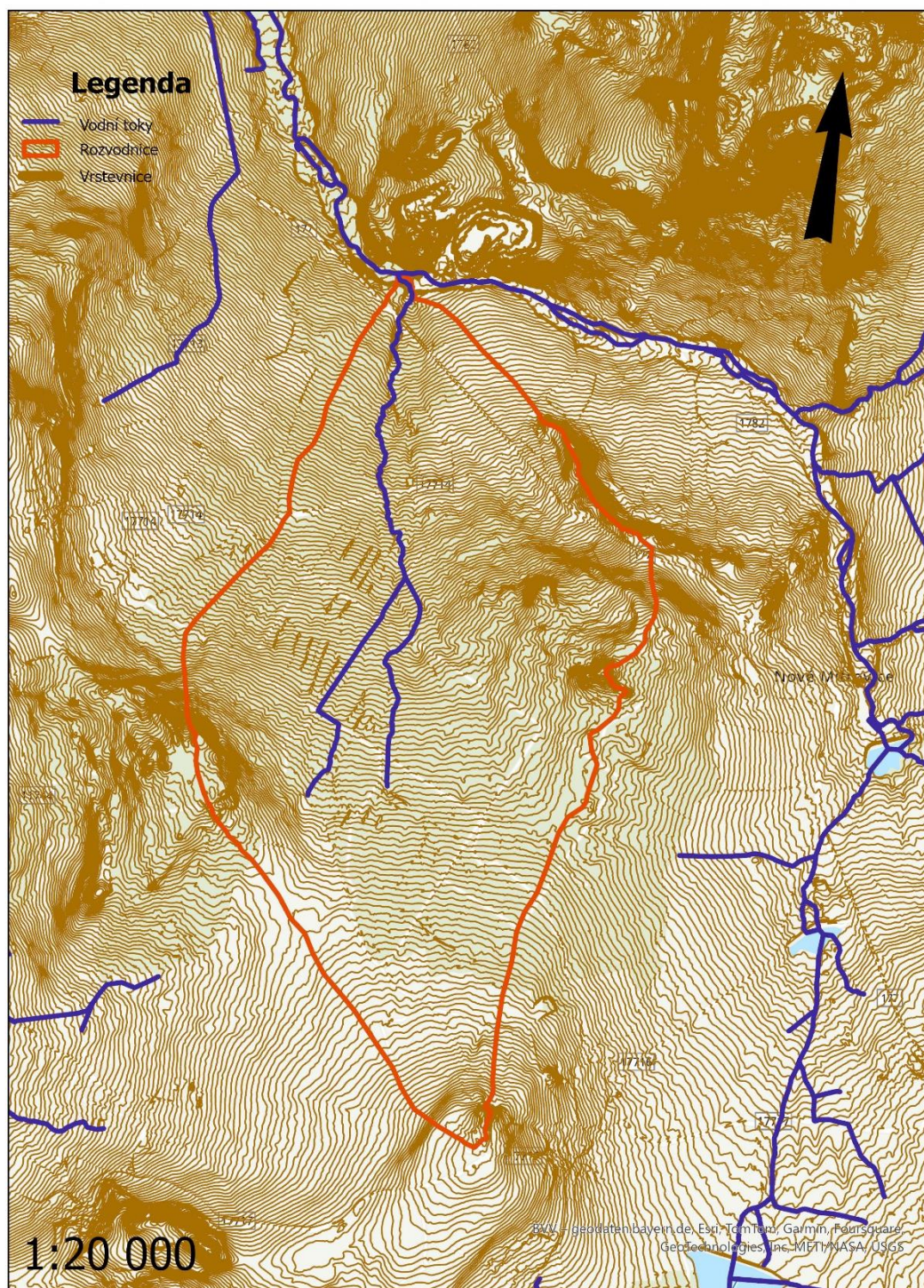
- Obrázek 5 - vlastní tvorba v ArcGIS Pro 3.2.1.

Tabulky:

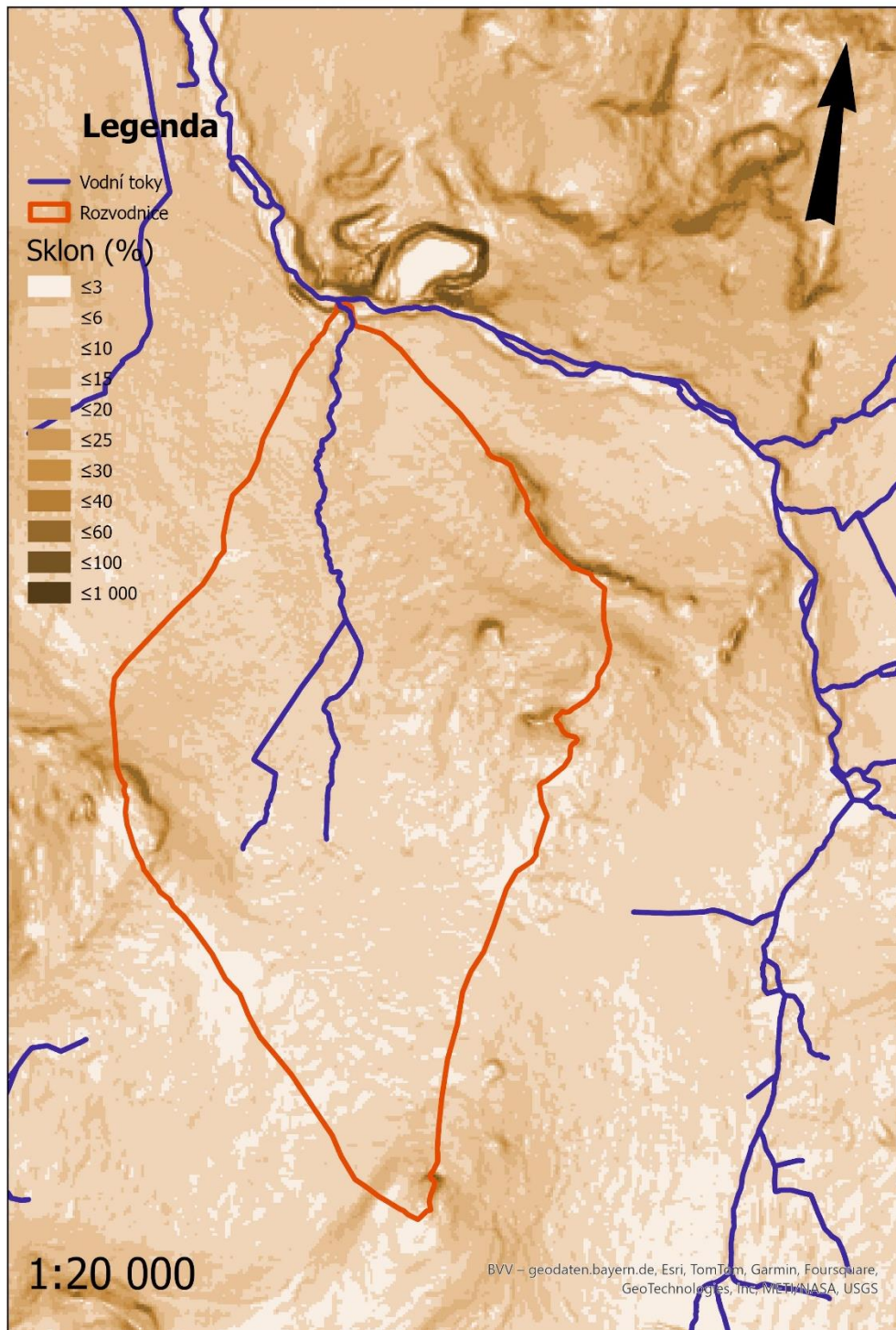
- Tabulka 1 - FISCHER D., BÁDR V., VLACH P. a FISCHEROVÁ J., 2004. *Nové poznatky o rozšíření raka kamenáče v Čechách*. Živa: časopis přírodnický. 1853-1914. r. 52 (90), č. 2, 79-81. Praha: Matice česká při Museu Království českého. ISSN 0044-4812. Dostupné z: <https://kramerius.lib.cas.cz/uuid/uuid:0079c216-3a99-41a7-874d-721de8adef7d> [cit. 2024.2.26]
- Tabulka 2 - SVOBODOVÁ J., ŠTAMBERGOVÁ M., VLACH P., PICEK J., BERÁNKOVÁ M., 2008. *VLIV JAKOSTI VODY NA POPULACE RAKŮ V ČESKÉ REPUBLICE – POROVNÁNÍ S LEGISLATIVOU ČR*. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, roč. 50, č. 6, 1-5. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. Dostupné z: https://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2015/08/vtei_2008_6.pdf [cit. 2024.3.5]
- Tabulka 3 – Data převzatá z tabulky 2 a z Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka: HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM VÚV TGM, © 2024. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/> [cit. 2024.3.8]

Přílohy

Příloha 1: Mapa znázorňující stanovené povodí pomocí orografické rozvodnice v ArcGis Pro 3.2.1.

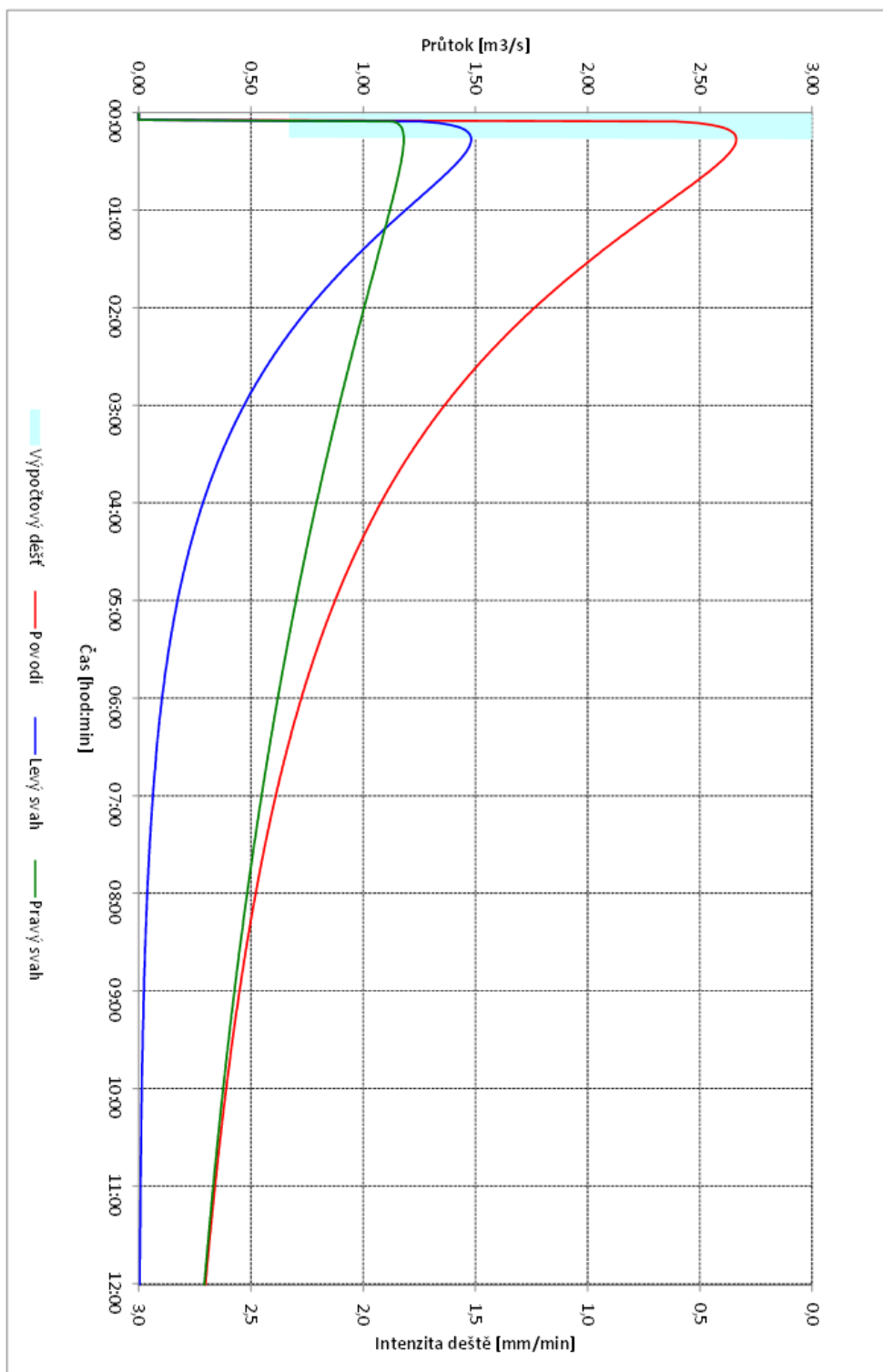


Příloha 2: Mapa znázorňující sklon zájmového území stanovený v programu ArcGis Pro 3.2.1.



Příloha 3: Výstupní hodnoty z programu DesQ v. 5.2.

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	3,88			[km ²]
F _s	plocha svahu		0,97	2,92	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		7,1	5,8	[%]
γ	drsnostní charakteristika		8	6,06	[sec]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		3	3	[...]
CN	číslo odtokové křivky		76	72,4	[...]
N	doba opakování	100			[roky]
H _{sdN}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N	73,3			[mm]
H _{sd100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	73,3			[mm]
L _u	délka údolnice	3,03			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	5,02			[%]
t _d	doba trvání deště	15			[min]
VÝSTUPNÍ VELIČINY					
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		89,2	87,1	[...]
R _p	potenciální retence povodí		30,7	37,5	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0,32	0,96	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0,37	1,15	[km]
Kritický děšť					
t _{dk}	doba trvání deště		75	183	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0,766	0,353	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		57,5	64,7	[mm]
t _{sdk}	doba bezodtokové fáze		8	21	[min]
t _{epk}	doba trvání přítoku		67	162	[min]
i _{epk}	intenzita přítoku		0,479	0,213	[mm.min ⁻¹]
H _{epk}	výška přítoku		32,1	34,5	[mm]
Výpočtový děšť					
t _d	doba trvání deště	15			[min]
i _d	intenzita deště	2,334			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	35			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	3	3	3	[min]
t _{ep}	doba trvání přítoku		12	12	[min]
i _{ep}	intenzita přítoku		1,164	0,97	[mm.min ⁻¹]
H _{ep}	výška přítoku		14	11,6	[mm]
t _k	doba koncentrace		43	76	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _k		1,149	0,965	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		14	11,6	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0,092	0,024	[mm.min ⁻¹]
Q _{max}	maximální průtok	2,66	1,48	1,18	[m ³ .s ⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{pvt}	objem povodňové vlny	47,5	13,5	33,9	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	12	12	12	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	705	700	705	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	[min]
t _{sh}	celková doba trvání odtoku	717	712	717	[min]



**Příloha 4: Vlastní fotodokumentace Oborského potoka od pramene
k soutoku s Mítovským potokem**





