

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Pedagogická fakulta

Bc. Petr Skákal

**diplomová práce**

Vliv dlouhodobého znečištění na výskyt řas ve vodním  
prostředí města Třince

Vedoucí práce: Mgr. Jana Štěpánková, Ph.D.

OLMOUC 2014

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedených pramenů a literatury/ I hereby declare that I have written this thesis on my own and that I have used only sources listed at the end of this thesis.

V Olomouci dne 26. června 2014/ in Olomouc on June 26<sup>th</sup> 2014

vlastnoruční podpis/ signature.....

Autor by rád tímto rád poděkoval třem ženám:

1/ své bývalé spolužačce z Gymnázia Třinec Ing. Janě Goryczkové za zpřístupnění její bakalářské i diplomové práce na téma znečištění povrchové vody v zájmové oblasti

2/ kolegyni a kamarádce Bc. Veronice Hedererové za rady, zapůjčení literatury a za souhlas s užitím její bakalářské práce pro srovnání v praktické části této práce

3/ zejména a především vedoucí této práce, **Mgr. Janě Štěpánkové, Ph.D.** za odborné rady při determinaci jednotlivých zástupců řas, za čas strávený při sezeních v laboratoři, za profesionální přístup při konzervaci a uchovávání vzorků a především za notnou dávku trpělivosti, která byla při sestavování této práce absolutní nutností

## **Abstrakt**

V předložené diplomové práci je posuzován vliv dlouhodobého znečištění v oblasti města Třince na výskyt sinic a řas, konkrétně na řece Olši, na dvojici vodních nádrží na ulici Nádražní a „pod starou Sosnou“, nádrži Kanadanka a potoku Staviska. Cílem práce je porovnat jednotlivá odběrová místa mezi sebou a následně s podobnou prací prováděnou Uničovsku, tedy v oblasti bez dlouhodobého působení těžkého průmyslu na životní prostředí sinic a řas. Odběry vzorků probíhaly 12. 10. 2013 a 02. 06. 2014. Předpokladem této práce je, že ve srovnání s Uničovskou prací budou odběrová místa této práce vykazovat výrazně nižší množství nalezených a identifikovaných skupin sinic a řas.

Klíčová slova: odběrové místo/lokalita, řasy a sinice, bioindikátor, rozsivky, vodní prostředí, vodní nádrž, znečištění, řeka Olše, biodiverzita

## **Abstract**

This thesis is assessing the influence of long-term pollution on the occurrence of freshwater algae and blue-green algae in the town of Třinec, specifically on the river Olše, two close set water reservoirs on Nádražní street and “under old Pine tree”, water reservoir Kanadanka and the brook Staviska. The aim of this thesis is to compare the sample locations with one another and also with a thesis which studied the area free of heavy industry influences, the Uničov area. Sampling took place on 12/10/2013 and 02/06/2014. The main assumption of the thesis states that the sample locations of this thesis will be distinctly lower in the number of found and identified species of algae than the work to which it is being compared.

Key words: sample location, algae and Cyanophyta, bio-indicator, diatoms, water environment, water reservoir, pollution, the river Olše, biodiversity

## Obsah

Úvod.....	1
Cíle práce a metodika.....	2
V této oblasti již bádali.....	5
1. Základní charakteristika zájmového území.....	7
1. Přírodní poměry zájmové oblasti.....	7
1.1.1. Geomorfologické členění oblasti.....	8
1.1.2. Klimatické členění oblasti.....	9
1.1.3. Pedologické členění oblasti.....	10
1.1.4. Biogeografické členění oblasti.....	10
1.1.5. Fauna a flóra zájmové oblasti.....	11
1.1.6. Hydrologické členění oblasti.....	12
1.2 Antropogenní poměry zájmové oblasti.....	14
1.2.1 Město Třinec.....	14
1.2.2 Třinecké Železářny.....	14
1.2.3 Vodní hospodářství TŽ-historický pohled.....	16
1.2.4 Vodní hospodářství TŽ-současný stav.....	16
2. Poměry životního prostředí v zájmové oblasti.....	18
2.1 O vzduší Moravskoslezského kraje.....	18
2.1.1 Přehled látek znečišťujících ovzduší na Třinecku.....	19
2.2 Hydrologické podmínky kraje.....	23
2.2.1 Konkrétní zdroje znečištění řeky Olše.....	26
2.2.2 Zhodnocení kvality vody v zájmové oblasti.....	27

3. Řasy jako biologická skupina.....	30
3.1 Dělení řas.....	30
3.1.1 Dělení na základě pigmentů.....	31
3.1.2 Dělení řas na základě organizačních stupňů stélek.....	31
3.1.3 Dělení na základě moderní taxonomie.....	33
3.2 Řasy a sinice ve vztahu k ostatním organismům .....	36
3.3 Životní prostředí řas.....	39
3.4 Rezistenční strategie řas.....	40
3.5 Význam řas coby účastníků biochemických koloběhů látek.....	40
3.6 Využití řas člověkem.....	41
3.7 Škodlivost sinic a řas a řasy coby producenti látek negativně ovlivňující prostředí.....	41
3.8 Vliv teploty na výskyt řas.....	44
3.9 Specifické reakce sinic a řas vůči toxickým látkám.....	45
3.10 Využití sladkovodních řas při hodnocení kvality vody.....	46
4. Popis odběrových lokalit.....	48
4.1 Popisy jednotlivých odběrových lokalit.....	49
5. Výsledky a diskuse .....	53
5.1 Výsledky teploty a pH na odběrových lokalitách.....	53
5.2 Zhodnocení nalezených taxonů řas.....	56
5.3 Srovnání výsledků Třinecko (2014) vs. Uničovsko (2012).....	65
Závěr.....	68
Zdroje užití v práci.....	70
Obrazová příloha.....	78

## Úvod

Sinice a řasy jsou nejjednodušší fotoautotrofní organismy, které sehrály nezastupitelnou úlohu při formování první atmosféry a dodnes jsou vitální složkou potravních řetězců coby primární producenti. Tyto organismy, vázané na vodní či vlhké terestrické životní prostředí, netvoří ucelenou skupinu a pohled na jejich systematiku se v historii mnohokrát změnil. Sinice a řasy, starším názvem „nižší rostliny“, jsou organismy vysoce rezistentní vůči nepříznivým podmínkám jako horké prameny, vysoce kyselá vodní prostředí či led, jako součást aeroplanktonu se vyskytují i ve vzduchu, symbioticky spolupracují s houbami na vzniku stélky lišejníků. Mají i značný význam pro člověka jako potrava, krmivo pro zvířata, v lékařství, farmakologii a v neposlední řadě coby bioindikátory životního prostředí (POULÍČKOVÁ, 2011, KALINA & VÁŇA, 2005).

Využívání řas coby bioindikátorů kvality životního prostředí má dlouhou tradici a díky jejich schopnosti osazovat jak výlučně velmi čisté, tak i ty nejextrémnější ekosystémy byly vybrány pro studium v rámci této práce (HINDÁK et. al, 1978, KALINA & VÁŇA, 2005). Třinec, Zájmová oblast této práce by se do jisté míry dala jako extrémní považovat. Je to vysoce průmyslová oblast nejvýchodnější části ČR, zasazená v oblasti průmyslové Slezské pánve, pravidelně dosahující hraničních (či normy překračujících) hodnot v oblasti znečištění. V oblasti je již více než 150 let intenzivně vyvíjena hutnická činnost, která s sebou nese intenzivní znečišťování životního prostředí. V zájmové lokalitě se ve velkém vyskytuje smog, hluk, je to místo průchodu železničních i silničních tepen nadnárodní důležitosti. Ve městě je často cítit vypouštění sirovodíku se svým specifickým pachem po zkažených vejcích, často jsou překračovány hodnoty  $PM_{10}$  (Zpráva o odpovědnosti, TŽ, 2012).

Tato práce je dělena do 5 kapitol, praktická část zahrnuje proběhlý terénní výzkum s 6 odběrovými lokalitami v rámci katastru města Třince (či v těsné blízkosti města Třince, viz odběrové lokality č. 1 a 2). Tyto vzorky byly podrobeny taxonomické analýze přítomných taxonů sinic a řas a srovnání s prací prováděnou v oblasti bez dlouhodobého výskytu těžkého průmyslu. Jeden ze základních předpokladů této práce je, že odběrové lokality budou co do biodiverzity chudé, s nízkým počtem nalezených taxonů sinic a řas.

## **Cíle a metodika práce**

### **Cíle práce**

- 1/ Odběr směsných vzorků sinic a řas a vzorků vody na měření parametrů prostředí (teplota, pH) na šesti odběrových lokalitách v období říjen 2013 a počátek června 2014.
- 2/ Determinace a taxonomické zařazení nalezených sinic a řas.
- 3/ Porovnat druhové složení sinic a řas mezi jednotlivými lokalitami.
- 4/ Porovnat druhové složení sinic a řas 13. 10. 2013 a 02. 06. 2014.
- 5/ Zjistit, jaký vliv na výskyt taxonů v zájmové oblasti mají 2 parametry: pH a teplota.
- 5/ Na základě výskytu jednotlivých taxonů a srovnání s podobnou prací (HEDEREROVÁ, 2012) stanovit aktuální stav vodního prostředí

### **Metodika práce**

#### **Výběr odběrových lokalit**

Pro odběr vzorků bylo vybráno celkem 6 odběrových lokalit. Z toho jsou 2 na hlavním toku zájmové oblasti, řece Olši (asi 150m od sebe ovšem s jinou charakteristikou lokality). Další 3 se nacházejí na lokalitách stojatých vod nádrží využívaných pro chov ryb a poslední (původně nezamýšlenou lokalitou, zařazenou ex post po nálezů hustých chuchvalců řas během říjnových odběrů) je místní potok Staviska, který asi po 1,5 km ústí do řeky Olše (ještě před odběrovými lokalitami č. 1 a 2).

Úseky byly vybrány pro svou snadnou přístupnost a zároveň pro to, aby reflektovaly několik typů vodních biotopů v oblasti (řeka, nádrž, potok) a mohly proto co nejobjektivněji odrazit případné změny v charakteru řasových a sinicových společenstev v prostoru a čase.

#### **Odběr vzorků a jejich fixace**

Odběr vzorků probíhal během dvou dní (12. 10. 2013 a 02. 06. 2014) na všech šesti odběrových místech v pořadí tak, jak jsou uvedeny v zápisu (1-6). Laboratorní pozorování probíhalo v několika sezeních během února a března 2014 a v první polovině června 2014



pro druhý sběr. K seškrabávání nárůstů z kamenů a nalepených na vodní vyšší rostliny byl používán kapesní nůž, který byl po každém odběru vyčištěn, aby nedošlo ke kontaminaci vzorků.

Na odběrových lokalitách byly vzorky určené k determinaci odebírány třemi různými způsoby, přičemž ve výsledku byly použitelné pouze dva. A to konkrétně sběr ze sedimentů na dně pomocí pipety, případně ručně a seškrábáním z ponořených objektů jako kameny či ponořené vyšší rostliny. Třetí způsob získávání vzorků z lokality byl nejnáročnější a nutno dodat, že neúspěšný. Snahy získávání řas z povrchové blanky vody byly prováděny vesměs upevněním odběrové lahvičky na dlouhou tyč a nabíráním vody na hladině ve vzdálenosti minimálně 2 metry od břehu (se záměrem vyhnout se odběru naplavenin, které se vesměs na odběrových lokalitách, zejména na odběrovém místě 3, 4 a 5, nacházely. Tato snaha však byla zbytečná. Při kontrole těchto vzorků pod mikroskopem neukázaly vzorky odebrané z povrchové blanky vody (tzv. pleuston) prakticky nic jiného než neurčitelné fragmenty a různé organické zbytky, tedy nic konkrétního. Proto byly vzorky odebrané z povrchové hladiny vody vyřazeny a to ze všech odběrových lokalit.

Po odběru samotném byly vzorky uchovávány nejprve v neprůhledných 100 ml lahvičkách a zality vodou z prostředí odběrového stanoviště, následně převezeny do budovy katedry biologie k rukám Mgr. Jany Štěpánkové, Ph.D. Ta provedla fixaci tzv. Pfeifferovou fixází a tím výrazně prodloužila možnost analýzy těchto vzorků. Jak uvádí Křísa et al. (1989), Pfeifferova fixáž se skládá z: 40% formaldehydu, metanolu a destilovaného dřevného octa, působící 6 až 12 hodin. Poté se dá takto fixovaný materiál přechovávat a analyzovat po dlouhou dobu, ovšem s tím, že po každém otevření lahvičky je ji třeba opět pevně uzavřít, případně zaizolovat fixační páskou. Dalšími možnými fixačními roztoky jsou Lugolův roztok (ten však může způsobit změny barev ve vzorku), případně formalín (3-37%), který ovšem může deformovat buňky vzorku, (KŘÍSA, 1989).

**Terénní pomůcky:** fotoaparát OLYMPUS FE-110, gumové rukavice

propiska, psací podložka, nůž, pinzeta, plastová lahvička se šroubovacím uzávěrem,

**Laboratorní pomůcky:** mikroskop se zvětšením až 50-1000x, pipeta, konzervační činidlo: Pfeifferova fixáž, mikroskopická podložní a krycí sklíčka, determinační literatura. K pozorování vzorků byl použit binokulární mikroskop značky INTRACO Micro BMS 76 se zvětšením 40-1000x.

### **Determinace sinic a řas, užití názvosloví**

K rámcovému určení některých známých druhů byla určena publikace Malý obrazový atlas našich sinic a řas (POULÍČKOVÁ & JURČÁK, 2001), k detailnějšímu určení zejména některých rozsivek byl užívána letitá ale stále vysoce ceněná publikace Sladkovodné riasy (HINDÁK, et. al, 1978), odkud bylo rovněž převzato taxonomické názvosloví. V této části je třeba vyzdvihnout přínos zkušeností doktorky Štěpánkové při identifikaci jednotlivých rodů, pochopitelně byly takto získané informace porovnávány s rozsáhlou databází internetové stránky Fykologické laboratoře katedry botaniky Přírodovědecké fakulty JU v Českých Budějovicích (KAŠTOVSKÝ, HAUER, 2014), publikací Atlas Fytobenthosu (ŠEJNOHOVÁ et. al. 2008) a dalších internetových galerií, dohledávaných přes vyhledávač Google. Systematika této práce je uvedena tak, jak ji uvádí KALINA & VÁŇA (2005).

Při zápisu jednotlivých nalezených rodů bylo užíváno běžně používaných zkratk: cf. (confer) pro nejednoznačně určený druh a sp. (single species) – rod, jehož určení do druhu nebylo přesně použitím dostupných metod možné.

## Důležité informační zdroje k dané problematice

Studiem kvality životního prostředí na základě analýzy odběrů řas se v minulosti zabývala celá řada autorů, z poslední let je třeba zmínit práci Biodiverzita řas pramenišť a toků Bílých Karpat (POULÍČKOVÁ, TOMČALA, 2000). Další z prací, Prvotní algologický průzkum v povodí Křemžského potoka vykázala vysoké číslo 138 různých rodů na jediném, byť širším vodním toku (VYŽRALOVÁ, 2012). Základním předpokladem pro zkoumání vzorků této práce je, že výsledné číslo nalezených rodů této práce bude ve srovnání s pracemi Vyžralové či Hedererové (2012) řádově mnohem menší. Navíc bylo v práci Vyžralové identifikováno množství taxonů dosud v ČR neznámých, což je v narušeném prostředí města Třince vysoce nepravděpodobné. Podobně zaměřená, jen ve výsledku mnohem širší práce s názvem Floristika a ekologie sinic a řas v oligotrofních a mezotrofních stojatých vodách okolí Nové Bystřice (DELAWSKÁ, 2013) vykázala ve třech sledovaných obdobích dokonce 590 taxonů. Složením potoků se také zabývala např. práce Sinice a řasy malých vodních toků Národního Parku České Švýcarsko (VESELÁ, 2005). Jeden ze závěrů této práce je, že významný vliv na složení společenstev sinic a řas na jednotlivých stanovištích má kromě pH také geologické podloží, což je jeden ze závěrů této práce. Vodní prostředí města Třince je totiž pravděpodobně ovlivněno protékáním tzv. těšínskými vápenci (v oblasti Vendryně, viz kapitola 1) a je proto očekáváno, že pH vody v oblasti bude relativně vysoké. A to přestože v zájmové oblasti nebyly v minulosti vzácné kyselá deště.

Studiem životního prostředí Třinecké oblasti ať už na základě bioindikátorů či teoretických dat o znečištění se v posledních letech zabírala celá řada prací, pro tuto práci byly ale nejužitečnější tyto: Práce Vliv průmyslu na region Třinecko (který je obyvateli vnímán jako vesměs negativní, LABAJOVÁ, 2013), poskytla základní informace o oblasti a odkazy na primární literaturu zaměřenou na zájmovou oblast. Práce Kvalita ovzduší a znečišťování atmosféry v Třinci (LYSKOVÁ, 2010) poukazuje na fakt, že přestože je zájmová oblast Třinecka antropogenně silně znečištěnou oblastí, v posledních desetiletích došlo k výraznému zlepšení, tady zmenšující se míře znečišťování a v kvalitě ovzduší v oblasti. Dále zmiňuje, že znečištění v oblasti ve všech pozorovaných charakteristikách s výjimkou  $PM_{10}$  a  $NO_x$  splňuje roční koncentrace imisních limitů.

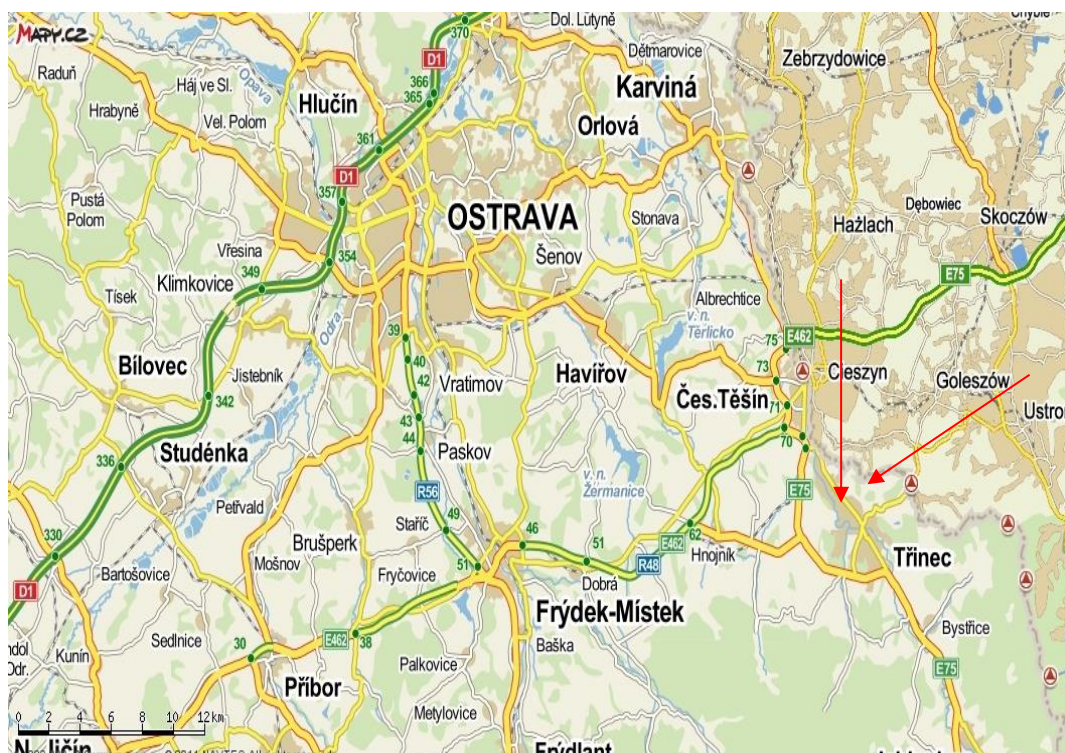
Speciální význam pro tuto práci mají 4 práce. Velmi důležité zejména pro druhou kapitolu v teoretické práce byly práce Sledování vlivu a.s. TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY-MORAVIA STEEL na kvalitu povrchové vody řeky Olše (GORYCZKOVÁ, 2011) a práce Monitorování vlivu TŘINECKÝCH ŽELEZÁREN-MORAVIA STEEL a.s. na kvalitu povrchové vody řeky Olše (GORYCZKOVÁ, 2013). Pro praktickou část této byla důležitá bakalářská práce Srovnání řasových společenstev v různých typech stojatých vod v mikroregionu Uničovsko (HEDEREROVÁ, 2012). Tato práce posloužila jako náhrada za původně zamýšlenou srovnávací práci Luboše Ondráčka<sup>1</sup> zaměřenou na algologický průzkum stojaté lokality Černovír, která je součástí statutárního města Olomouce.

---

1, Tato práce, přestože oznámena, ani po téměř třech letech od zadání nevznikla.

## 1. Základní charakteristika zájmového území

Zájmové území této práce se nachází v nejvýchodnější části Moravskoslezského kraje ČR, asi 32 km jihovýchodně od Ostravy, přibližně 20 km od hranic se Slovenskem a 2 km od hranice s Polskem. Městem protéká řeka Olše, místně nazývána málokdy jinak než Olza. Třinec (viz obr. 1) je po Jablunkovu druhým nejvýchodnějším městem ČR. Centrum města je umístěno v nadmořské výšce 306 m. n. m, podle sčítání v roce 2011 zde žilo 37 000 obyvatel. Město je významné přítomností celostátně i nadnárodně významného výrobce válcované oceli, Třineckých železáren (dále v textu označováno jako TŽ). Odběry vzorků pro praktickou část této práce byly prováděny v rámci města samotného, v jednom případě těsně za hranicí města asi 2 km od železniční stanice Třinec-Konská (trinecko.cz, 2011).



Obr. 1: Moravskoslezský kraj, upraveno šipkami upřesňující lokaci města, portál mapy.cz (2014)

### 1.1 Přírodní poměry zájmové oblasti

Následujících několik podkapitol se zabývá obecným popisem zájmové oblasti města Třince a jeho nejbližšího okolí z pohledu předem daných přírodních podmínek. Poskytují přehled geomorfologických, pedologických, biogeografických, ekologických a

hydrologických poměrů v dané zájmové oblasti, faunu a flóru zájmové oblasti a zaobírají se také antropogenními vlivy na zájmovou oblast.

### 1.1.1. Geomorfologické členění oblasti

Město Třinec je z hlediska geomorfologického členění ČR součástí provincie Západních Karpat, soustavy Vnějších Západních Karpat, podsoustavy Západních Beskyd a Západobeskydského podhůří. Západní Karpaty, coby malá část masivu Karpat zasahující na naše území, vznikly v období alpínského vrásnění, konkrétněji ovšem až v tzv. sávské fázi alpínského vrásnění, tedy v období přelomu mezi staršími a mladšími třetihorami (DEMEK, MACKOVČIN, 2006).

Schéma geomorfologického členění zájmové oblasti (podle DEMEK, MACKOVČIN, 2006):

- Provincie: Západní Karpaty
- Soustava: IX Vnější Západní Karpaty
  - Podsoustava: IXD Západobeskydské podhůří
    - Celek: IXD - 1 Podbeskydská pahorkatina
      - Podcelek: IXD - 1F Třinecká brázda
        - Okrsek: IXD - 1F - 2 Ropická plošina
      - Podcelek: IXD - 1G Těšínská pahorkatina
        - Okrsek: IXD - 1G - 3 Hornožukovská pahorkatina
    - Podsoustava: IXE Západní Beskydy
      - Celek: IXE - 3 Moravskoslezské Beskydy
        - Podcelek: IXE - 3B Lysohorská hornatina
          - Okrsek: IXE - 3B - 1 Ropická rozsocha
        - Celek: IXE-5 Slezské Beskydy
          - Podcelek: IXE - 5A Čantoryjská hornatina
            - Okrsek: IXE - 5A - 1 Nýdecká vrchovina

Prakticky polovina území města Třince se nachází v celku Podbeskydská pahorkatina, kde jsou zastoupeny především flyšové jíly, pískovce, jílovce spadající pod slezskou a podslezskou jednotku. Přítomny jsou také kvartérní sedimenty jako například

náplavové kužely sprašových hlín, dohledatelné jsou v této oblasti také stopy po pleistocenním kontinentálním ledovci. Severní okraj katastrálního území Třince spadá pod okrsek Hornožukovské pahorkatiny, kde se vyskytují mimo jiné vulkanity těšínovité asociace a taktéž kvartérní sedimenty. Co se jižní části města týče, ta spadá pod celek Moravskoslezských Beskyd, v rámci podcelku Lysohorská hornatina a jde o komplex flyšových hornin godulského vývoje slezské jednotky s četnými svahovými deformacemi s pseudokrasovými jeskyněmi. Drtivou většinu jižní a jihozápadní části území zabírá okrsek Ropická rozsocha, se zvrásněným souvrstvím godulských vrstev slezské jednotky. Vyznačuje se plochými hřbety s plošinami, hlubokými svahovými deformacemi a sesuvy, místy dokonce mrazovými sruby, kamennými moři, hluboce zařazanými údolními a několika vodopády. Malá severovýchodní část města se počítá do členité Nýdecké vrchoviny, což je okrsek v jihozápadní části podcelku Čantoryjská hornatina, který spadá do celku Slezské Beskydy (DEMEK, MACKOVČIN, 2006).

Vzhledem k přímému vlivu na vodní prostředí a výskyt sledovaných taxonů řas (viz výsledková kapitola této práce) je třeba zmínit ušlechtilý a průmyslově využívaný těšínský vápenec z období křídly. Tento vápenec, jehož naleziště dalo popud k založení hutnického průmyslu v oblasti, se převážně nachází na území přilehlé Vendryně (jihovýchodně od Třince) a táhne se přes hraniční hřebeny až do Polska. Tento vápenec byl jedním z nejdůležitějších zdrojů pro stavbu vápenných pecí pro nově se rozvíjející Třinecké Železářny. Tyto vápencové vrstvy jsou propleteny úrovněmi vápenitých břidlic, které se ovšem průmyslově neužívaly a jako hlušina dodnes tvoří navezené haldy, na kterých v rámci sukcese bují břízové porosty. Území kolem toku Olše a je tvořeno mladými horninami, zvláště říčními usazeninami, konkrétně šterkopísky. Ty obsahují místy také jíly a břidlice, přičemž některé části těchto břidličnatých vrstev jsou v hojné míře obnaženy v zákratech břehů řeky Olše (CZERNEK et al., 2004).

### **1.1.2. Klimatické členění oblasti**

Publikace Klimatické oblasti ČSR (QUITT, 1975) uvádí v oblasti katastrálního území města Třince dvě klimatické oblasti, přičemž větší část spadá do mírně teplé oblasti. Charakteristické pro zájmové území jsou vysoké průměrné roční úhrny srážek přes 800 mm, průměrná rychlost větru v údolí bývá naměřena cca 3 m/s. V oblasti dlouhodobě převládá jihovýchodní nebo severozápadní proudění větru.

Oblasti podle Quitta (1975):

MT7: Podél toku řeky Olše a v jejím bezprostředním okolí

MT10: Výběžek severní části města

MT2 Jih a jihozápad města

CH7, CH6: městské části Tyra a Guty s vyšší nadmořskou výškou

CH4: chladná klimatická oblast v okolí Javorového vrchu

### **1.1.3 Pedologické členění oblasti**

Půdy v zájmové oblasti jsou do značné míry ovlivněny místním hydrologickým režimem. Jak uvádí Turoň (2010), v bezprostředním okolí samotné Olše, konkrétněji na usazeninách řeky nepřesahující 300 m n. m, převažují zejména nivní půdy s charakterem semiglejových případně oglejených nivních zemí. Na ně se v nížinách připojují hnědé lesní půdy hlinité a jílovitohlinité, zatímco ve sníženinách s dostatkem humidity, zejména v periodicky či permanentně zaplavovaných úsecích údolních niv, se rozvinuly půdy glejové. Půdy vyšších poloh se dají popsat jako pseudogleje a glejové fluvizemě, a podobně jako půdy v nížinách jsou hlinitého či jílovitohlinitého založení. Na výchozech vápenitých pískovců se vytvořily půdy s dobrou vododržností, zejména pararendziny, ale spíše jen v izolovaných ostrůvcích (TURONĚ, 2010).

### **1.1.4 Biogeografické členění oblasti**

Území města Třinec náleží dvěma bioregionům. Moravskoslezské a Slezské Beskydy patří do prvního, Beskydského bioregionu, se zastoupením vegetačních stupňů od bukového (4.) po smrkový (7.) s výskyty horských bučin, podmáčených smrčín silně postiženými emisemi, suťových lesů, výjimečně i rašeliništi a také cennými loukami horského typu. Druhý, tedy Podbeskydský bioregion, zahrnuje celek Podbeskydská pahorkatina, charakteristický zejména stupněm bukovým (4.) a na zejména na jižních svazích také dubo-bukovým (3.). Na území se vyskytují zástupci hájové bioty, karpatského bukového lesa, a řada horských druhů (CULEK et al. 1996).



### 1.1.5 Fauna a flóra zájmové oblasti

Přestože postupné mizení dřívějších druhů z urbanistických a zejména průmyslových oblastí je globálním trendem, v zájmové oblasti v okolí Třineckých železáren stále existuje relativně dobrá druhová diverzita, zejména na straně fauny. Vyskytuje se zde i několik druhů chráněných, včetně pár druhů ohrožených. Co se bezobratlých týče, v oblasti byl ještě v 80. letech minulého století běžný rak říční (*Astacus fluviatilis*), dnes je k vidění spíše vzácně, velmi vzácný je výskyt gastropoda levatky ostré (*Physa acuta*). Z hmyzu se dá zmínit jepice obecná (*Ephemera vulgata*), jepice západní (*Ephemera danica*), motýlice obecná (*Calopteryx virgo*) a motýlice lesklá (*Calopteryx splendens*) z řádu Odonata. V tocích se často dají nalézt schránky chrostíků, ploštěnka potoční (*Dugesia gonocephala*) a larvy pošvatek (CICHÁ et al., 2000).

Řeka Olše se řadí lososového pásma, zjištěno bylo (znečištění navzdory) druhově pestré, takřka přirozené rybí zastoupení, např. pstruh obecný (*Salmo trutta*), jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*), početné populace jelce proudníka (*Leuciscus leuciscus*), hrouzka obecného (*Gobio gobio*), mřenky mramorované (*Noemacheilus barbatulus*), či plotice obecné (*Rutilus rutilus*). Z hlediska ochrany přírody je důležitá relativně početná populace ohrožené střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*) (Ondraszek et al., 2009). Jelikož zájmová oblast je těsné blízkosti Ptačí oblasti Beskydy, vyskytuje se zde řada druhů ptáků jako ledňáček říční (*Alcedo atthis*), konipas horský (*Motacilla cinerea*), v místech náplav hnízdí kulík říční (*Charadrius dubius*). V oblasti býval v minulosti častý mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), dnes je k nalezení spíše vzácněji. V tůňkách kolem řeky Olše je občas k vidění čolek obecný (*Triturus vulgaris*), početné jsou v oblasti žáby, konkrétně skokan hnědý (*Rana temporaria*) a skokan zelený (*Rana esculenta*). Zajímavý je také výskyt vydry říční (*Lutra lutra*). Ta se sice běžně vyskytuje spíše v čistějším prostředí, ale ještě donedávna byla v oblasti relativně hojná (CICHÁ et al., 2000).

Náplavy štěrků na březích řeky Olše i jejích přítoků jsou oblíbeným stanovištěm vrbin keřovitého typu, které do jisté míry redukuje erozi břehů a odnášení minerálních látek. Ze zástupců to jsou vrba trojmužná (*Salix triandra*), vrba křehká (*Salix fragilis*), vrba košíkářská (*Salix viminalis*), bez hroznatý (*Sambucus racemosa*) nebo líska obecná (*Corylus avellana*). Břehy Olše často lemují nejčastěji vrbo-topolové lužní lesy, které jsou schopny odolávat periodickému zvyšování hladiny vody zejména v jarním, či letním období. Jsou to zejména vrba bílá (*Salix alba*), hybridy mezi našimi a kanadskými topoly

nahrazují dříve obvyklý topol bílý (*Populus alba*), který býval pro tento typ stanoviště běžně charakteristický. Z dalších druhů, vyskytujících se v této oblasti, můžeme zmínit javor mléč (*Acer platanoides*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), či různé jilmy (*Ulmus*). Co se bylin týče, zastoupeny jsou hygrofilní a nitrofilní druhy jako blatouch bahenní (*Caltha palustris*), čistec lesní (*Stachys sylvatica*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), devětsil lékařský (*Petasites hybridus*), česnek medvědí (*Allium ursinum*), kakost smrdutý (*Geranium robertianum*), netýkavka nedůtklivá (*Impatiens noli-tangere*) a další. Co se vzácných či chráněných druhů týče, dá se najít áron karpatský (*Arum alpinum*), lilie zlatohlávek (*Lilium martagon*) či okrotice bílá (*Cephalanthera damasonium*). Brzy na jaře kvete hvězdnatec zubatý (*Hacquetia epipactis*) s lokálně nazývaný těšíňanka (CICHÁ et al., 2000; ONDRASZEK et al., 2009).

### 1.1.6 Hydrologické členění oblasti

Kromě řeky Olše, o níž se podrobněji píše níže, protéká zájmovým územím celá řada menších vodních toků, například Fojtský potok, Oldřichovický potok, Bystrý potok, Gutský potok, Neborůvka, Líštnice (zásobující vodou odběrové lokality č. 3 a 5) a potok Staviska (odběrová lokalita č. 6). Většina těchto místních vodních toků do Olše přímo dříve či později ústí, proto se jimi tato práce podrobněji nezabývá.

Řeka Olše se svými 49 většími přítoky patří do povodí Odry, úmoří Baltského moře a hned po Visle je druhou nejdelší řekou splavující území Slezských Beskyd. 99 km délky řeky se nachází na území dvou států: v Polsku 16 km a v ČR 83 km. Řeka má průměrný pokles 0,67 %, tyto hodnoty jsou vyšší v oblasti tzv. istebninském úseku, a to 2,5 %. Linií svého horního toku, konkrétněji mezi Jablunkovem a Třincem, vytyčuje Olše hranici mezi Moravskoslezskými a Slezskými Beskydy. Na toku středním, přesněji od Českého Těšína až po Karvinou, a taktéž na toku dolním, tedy Závady až k ústí, má řeka Olše funkci hraničního pásma mezi ČR a Polskem (CICHÁ et al., 2000). Zajímavým faktem řeky Olše je zřetelný vztah mezi nadmořskou výškou a množstvím srážek, například těsně po vstupu do ČR v Bukovci (který leží cca 11 km jihovýchodně od Třince) je roční srážkový úhrn skoro dvojnásobný ve srovnání s údaji v místě soutoku v Kopytově (TUROŇ, 2010).

Je ovšem logické, že se charakter srážek během roku výrazně mění a to díky častějším intenzivním srážkám během krátké doby letních měsíců a současným

periodickým vysycháním menších přítoků. To v důsledku znamená znatelné výkyvy v průtoku vody během roku, je ovšem nutné poznamenat, že tyto průtokové výkyvy rostou s přibývajícím říčními kilometry. Podle Turoň (2010) vykazují dlouhodobé objemy srážek v dané oblasti v přepočtu na čtvereční metr jedny z nejvyšších hodnot v celé ČR, přesto protipovodňová opatření nijak nepřesahují rámce obvyklé pro jiné Beskydské řeky. Ty se celkově vzato dají charakterizovat jako řeky s výraznými průtokovými výkyvy a vysokým převýšením na krátkých vzdálenostech, což se občas rovná lokálním povodním. A to zejména díky jarním táním či zvýšeným srážkám v letních měsících, každých pár let i na podzim (TUROŇ, 2010).

Přestože historicky nejsou povodně ničím neobvyklým, ty nejvýznamnější se na řece Olši datují k roku 1710. Řeka tehdy zcela změnila koryto a posunula se o 500, místy až o 700 m východněji. Dorazila tedy do místa současného koryta, přičemž původní terasovité zářezy řeky jsou dodnes jasně zřetelné, zejména v úseku Styl-Kosmos, táhnoucí se mezi ulicemi Dukelská a Palackého. Tyto terasy o velikostech 10, místy i 20 metrů jsou zřetelné natolik, že městská část, která je na nich vystavěna (a dá se považovat za městské centrum), má dnes název Terasa. (CICHÁ et al., 2000).

V nedávné minulosti byla řeka Olše, včetně jejího blízkého okolí ve svém středním úseku, označena za významný regionální biokoridor Třinec-Vendryně. Tento úsek územního systému ekologické stability byl nařízením Vlády ČR č. 132/2005 Sb., resp. 371/2009 Sb. uznán jako evropsky významná lokalita v rámci soustavy NATURA 2000. Evropsky významná lokalita Olše (CZ0813516) byla vyhlášena na ploše 169,04 ha. Podle Banaše (2010) se jedná se o „*střední tok řeky Olše v kulturní krajině se zástavbou, místy s břehovými porosty. Olše má v této oblasti charakter tzv. divočící řeky s velmi proměnlivým sezónním průtokem. V dolní části jejího toku dochází k sedimentaci štěrku a tvorbě štěrkových říčních náplavů s nejrůznějšími sukcesními stadii na ně vázaných biotopů. Dno je kamenité až štěrkové, místy písčité až bahnitě, vlastní vodní tok je bez výskytu makrofyt. Tok je neregulovaný, břehy jsou zpevněné kolem mostních objektů. V okolí toku je vyvinuta převážně plochá údolní niva*“ (BANÁŠ, 2010).

Základní informace o řece Olši, podle Turoň (2010):

Pramen: Polsko, přibližně v 860 m n. m. nedaleko obce Istebná

Ústí: do Odry (severně od Bohumína), 195 m n. m, průměrný průtok u ústí: 12.5m<sup>3</sup>/s

Celková rozloha povodí: 1 118 km<sup>2</sup>, z toho 639 km<sup>2</sup> je na našem území

## **1.2 Antropogenní poměry zájmové oblasti**

Následujících několik podkapitol se zabývá ovlivněním zájmové oblasti lidskou činností, zkrácenou historií města Třince a Třineckých železáren.

### **1.2.1 Město Třinec**

Město Třinec je významným průmyslovým centrem regionu Těšínska i celého Slezska a leží severovýchodním cípu České republiky v bezprostřední blízkosti hranic s Polskem. I když nejstarší dochovaná zmínka o Třinci je již z roku 1444, až do počátku 19. století byl Třinec pouze nevýznamnou podbeskydskou osadou. To vše se ale změnilo rokem 1839, kdy byla postavena první vysoká pec. Zprovozněním Košicko-bohumínské dráhy, která je dodnes jednou z nejdůležitějších dopravních železničních tepen, v roce 1871 získaly rozrůstající železářny tolik důležité dopravní spojení s ložisky rudy na Slovensku a zásobami uhlí v ostravské pánvi. Městem také vede mezinárodní silnice E75, která má vysokou důležitost v mezinárodní dopravě. Počet obyvatel se do počátku 20. století ve srovnání s předprůmyslovými časy více než zdesetinásobil. V roce 1931 došlo k povýšení Třince na město, jehož obyvatelstvo se s přilehlými obcemi se dnes počítá k 37 000 (KORBELÁŘOVÁ, PETER, WAWRECZKA, ŽÁČEK, 2001).

### **1.2.2 Třinecké železářny**

Z rozhodnutí Těšínské komory byla v roce 1836 zahájena stavba první pece na dřevěné uhlí, která byla uvedena do provozu o tři roky později, což mělo za následek také počátek nárůstu obyvatelstva. Díky kvalitě a nízkému obsahu manganu místní železné rudy byla zprovozněna roku 1842 první slévárna a o tři roky později i smaltovna. Díky těmto zařízením byly hlavními marketingovými artikly nově vznikajících železáren strojní a stavební litiny a také smaltované hrnce (WAWRECZKA, 1997).

V 60. letech 19. století docházelo k bouřlivému rozvoji hutnictví, kupříkladu původní vodní kola byla vytlačována efektivnějšími parními stroji, což vedlo k citelnému zvýšení spotřeby jak surovin pro průmysl jako železná ruda a surové železo, tak také paliva. Hned po vybudování samotných pecí bylo druhou nejdůležitější událostí pro rozvoj železáren roku 1871 dostavění Košicko-bohumínské dráhy, díky které se usnadnil dovoz

dobře koksovatelného uhlí z Ostravsko-karvinských dolů a také kvalitnějších železných rud z oblasti Slovenska. Výstavba nových, striktně koksových vysokých pecí I a II v letech 1872-1874 souvisí se zprovozněním první koksovny v roce 1873, která až z 90% pokryla potřeby nově vzniklých pecí. Rozvoji železáren také napomohlo přesunutí ocelárny z Karlovy hutě a válcovny z Hildegardiny hutě v Ustroni v letech 1877–78. Nové provozy vyžadovaly víc paliva, proto následovala výstavba tzv. III. koksové baterie. Počátkem 20. století změnila železárny majitele, s čímž souvisela nejen modernizace provozu, rozsáhlá elektrifikace a celková reorganizace, ale i počátek dodnes známé ochranné známky, tzv. „tři kladiva v kruhu“, viz obr. 2 (WAWRECZKA, 1997).



Obr. 2: Znak Třineckých Železáren, tzv. „tři kladiva v kruhu“, LAPISH (2012).

Prudký rozvoj společnosti ovšem přerušila první světová válka a zejména pak česko-polské pře o Těšínské Slezsko, ukončené až v roce 1920 uplatněním českých nároků. Přesto k záboru došlo a to v roce 1938, což z Třineckých železáren učinilo nejmodernější huť Polska. Později byly zabrány pro změnu Němci a pozměněny pro zbrojní výrobu (WAWRECZKA, 1997). Druhou světovou válku přežily Třinecké železárny bez velké pohromy, což se nedá říci o procesu poválečného zestátnění. Důraz na těžký průmysl poválečného Československa vedl k dalšímu rozvoji železáren, jejichž hlavním vývozním artiklem se staly válcované polotovary a kolejnice (jejich produkce kulminovala v 80. letech 20. století). Post-komunistická privatizace skončila rokem 1996, od kterého je Werk, jak se v oblasti železáren říká, kompletně v soukromých rukou (WAWRECZKA, 1997). V současném stavu je objekt TŽ umístěn se na říčních kilometrech řeky Olše v rozmezí 47,95 až 54,65 km (ONDRASZEK et al., 2009).

### **1.2.3 Vodní hospodářství Třineckých železáren - historický pohled**

Voda jako surovina byla vždy kriticky důležitá pro chod železáren, které intenzivně využívaly a dodnes průmyslově využívají vodu z řeky Olše. Před výstavbou prvních pecí na koks (viz předchozí kapitola) se užívala řeka Olše při dopravě dřeva jako materiálu k topení. Až do 70. let 19. století byla voda jedinou pohonnou silou rozvíjejících se železáren. Základy továrny rostly na soutoku Líštnice s Olší, odkud se voda korytem či soustavou vyhloubených struh přiváděla až k vodním kolům. Potřeba vody nově vznikající průmyslové továrny byla plně pokryta, což platilo až do 70. let 19. století, kdy bylo vodní kolo postupně nahrazováno parními stroji, čímž se železáreny staly nezávislé na nepravidelně vysoké hladině vody. Již od roku 1877 fungují TŽ na bázi uzavřeného výrobního cyklu (WAWRECZKA, 1997).

S růstem počtu provozů rostly i požadavky na vodu, původní vodní nádrže, např. pod „starým folvarkem“ (odběrová lokalita č. 3), přestávaly kapacitou stačit, a proto byl v roce 1912 dobudován náhon přivádějící vodu z řeky Olše až k jímkám dmychadel v areálu Třineckých železáren. A když byl o rok později postaven jez na Olši, vodní infrastruktura byla schopna zajistit dostatek vody pro několik čerpacích stanic, zajišťující dodávky vody pro všechny potřebné provozy (CICHÁ et al., 2000).

Vodní hospodářství železáren bylo vždy velmi ovlivněno faktem, že řeka Olše protéká přímo skrz jejich areál. Voda byla proto využívána nejen jako zdroj pro hutnické procesy, sloužila i jako kanál pro odvod odpadních vod a splašků, a to téměř celé první století své existence zcela bez jakýchkoli technologií v oblasti čištění odpadních vod. První pokusy o čištění vody byly instalovány až roku 1927 a se jednalo jen o dvě nádrže obdélníkového tvaru, koncová čistírna odpadních vod chyběla TŽ až do roku 1970. Prudký vzestup spotřeby vody, který již nedokázala řeka pokrýt, vedl později k instalaci vodovodu přivádějící cennou surovinu z asi 15km vzdálené Těrlické přehrady (WAWRECZKA, 1997).

### **1.2.4 Vodní hospodářství Třineckých železáren - současný stav**

Jedna z hlavních strategií železáren v posledních desetiletích je snaha o likvidaci následků ekologických zátěží (způsobených více než 170 lety intenzivní a po drtivou většinu času i vzrůstající průmyslové výroby), které jsou bezesporu značné. Vedení

železáren pod tlakem zpřísnujících se zákonů a vyhlášek o životním prostředí v posledních dvou desetiletích investovalo do projektů ekologizace výroby a sanaci postižených oblastí více 4 miliardy korun (ONDRASZEK et al., 2009), čísla za poslední 4 roky tuto částku bezpochyby ještě navýší. Tyto investice nesou kýžený efekt, grafy uvedené v kapitole 2 ve většině případů vykazují silný klesající efekt v množství vypouštěných emisí a tendence ke zlepšení životního prostředí v oblasti dokumentuje i obrazová publikace Třinec a okolí v proměnách času (WAWRECZKA, 1997). Více se o stavu životního prostředí hovoří v následující kapitole.

Přes postupné snižování spotřeby vody výrobními provozy, je řeka Olše dodnes nezbytná pro fungování železáren jako zdroj průmyslové vody pro výrobu. Je používána k chlazení vysokých pecí, k čištění plynů, skrápění strusky, k dopravě struskového granulátu a dalším činnostem. Taktéž je voda z řeky Olše užívána ke zpracování na tzv. koupelenskou vodu, která slouží k osobní hygieně několika tisíc zaměstnanců (ať už přímo Třineckých železáren nebo jedné z mnoha dceřiných společností), kteří denně pracují na čtyřstěnném provozu (ONDRASZEK et al., 2009).

Voda z Olše se dodnes využívá jako zdroj vody k průmyslovým a energetickým účelům, *“pro své potřeby jsou zásobovány Bochemie Bohumín, ŽD Bohumín, Elektrárna Dětmarovice, Důl Darkov, Důl ČSA, Rybářství Rychvald, Jákl Karviná, Dalkia Morava (dříve Teplárna ČSA), Důl Lazy a Energetika Třinec pro TŽ. V hraničním úseku je voda odebírána rovněž pro potřeby PR”* ( Olše –Olza, 2013, Infosystém Český Těšín).

## 2. Poměry životního prostředí v zájmové oblasti

### 2.1 Ovzduší Moravskoslezského kraje

Ovzduší Moravskoslezského kraje patří dlouhodobě mezi nejznečištěnější a to nejen v rámci ČR. Data Českého Hydrometeorologického Ústavu z roku 2012 (Tab. 1) ukazují, že v rámci celé ČR tento kraj vykazuje vysoce nadprůměrné hodnoty pro celou řadu ukazatelů. Konkrétněji 10,9 % u tuhých znečišťujících látek (v rámci této statistiky je kraj na druhém místě v ČR), 13,1 % u oxidu siřičitého (taktéž druhé místo, ovšem po jiném kraji, viz Tab. 1), 11,7 % u oxidů dusíku, 10,8 % u těkavých organických látek a téměř 6% u amoniaku. Nezáviděníhodný primát ovšem drží kraj v procentuálním zastoupení emisí oxidu uhelnatého, a to 34,6 % celé produkce ČR, kdy několikanásobně převyšuje druhý kraj v pořadí této statistiky, tedy kraj Středočeský (ČHMÚ, 2013).

Tab. 1: Emise do ovzduší za rok 2012, Moravskoslezský kraj, ČHMÚ, TZL značí tuhé znečišťující látky

Kraj	TZL		SO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>		CO		VOC*		NH <sub>3</sub> *	
	[t/rok]	%	[t/rok]	%	[t/rok]	%	[t/rok]	%	[t/rok]	%	[t/rok]	%
Hl.m. Praha	2 121,6	3,4	1 559,5	0,9	6 913,7	2,9	15 288,4	3,8	13 115,5	8,7	379,5	0,6
Středočeský	11 084,0	17,7	23 188,2	13,6	35 412,3	14,9	53 495,5	13,4	21 777,8	14,4	9 636,7	14,0
Jihočeský	5 048,6	8,1	10 350,7	6,1	12 415,1	5,2	21 987,9	5,5	9 984,9	6,6	8 540,0	12,4
Plzeňský	4 684,2	7,5	7 718,5	4,5	11 768,4	4,9	20 029,4	5,0	9 215,7	6,1	6 387,6	9,3
Karlovarský	2 134,2	3,4	9 672,4	5,7	10 609,8	4,5	8 067,9	2,0	4 700,7	3,1	1 909,6	2,8
Ústecký	5 165,3	8,2	58 005,3	34,1	57 480,4	24,2	24 726,1	6,2	14 082,3	9,3	3 115,1	4,5
Liberecký	2 165,4	3,5	2 440,0	1,4	4 059,5	1,7	10 964,2	2,8	5 907,1	3,9	2 158,8	3,1
Královéhradecký	3 720,5	5,9	6 294,6	3,7	7 894,0	3,3	16 701,1	4,2	8 287,1	5,5	5 127,4	7,5
Pardubický	3 507,0	5,6	12 928,0	7,6	16 367,4	6,9	15 185,3	3,8	8 338,4	5,5	4 990,8	7,3
Vysočina	5 147,2	8,2	3 007,5	1,8	12 434,8	5,2	21 273,9	5,4	9 235,7	6,1	8 512,3	12,4
Jihomoravský	5 170,2	8,2	3 462,1	2,0	16 952,8	7,1	25 658,4	6,5	14 228,9	9,4	6 362,9	9,3
Olomoucký	3 517,0	5,6	4 443,1	2,6	10 430,6	4,4	16 235,7	4,1	8 446,5	5,6	4 358,3	6,4
Zlínský	2 404,7	3,8	4 937,0	2,9	7 446,2	3,1	10 821,6	2,7	7 507,1	5,0	3 089,0	4,5
<b>Moravskoslezský</b>	<b>6 801,6</b>	<b>10,9</b>	<b>22 317,4</b>	<b>13,1</b>	<b>27 865,5</b>	<b>11,7</b>	<b>137 829,5</b>	<b>34,6</b>	<b>16 343,9</b>	<b>10,8</b>	<b>4 026,5</b>	<b>5,9</b>
<b>Celkem</b>	<b>62 671,7</b>	<b>100</b>	<b>170 324,3</b>	<b>100</b>	<b>238 050,5</b>	<b>100</b>	<b>398 264,9</b>	<b>100</b>	<b>151 171,7</b>	<b>100</b>	<b>68 594,5</b>	<b>100</b>



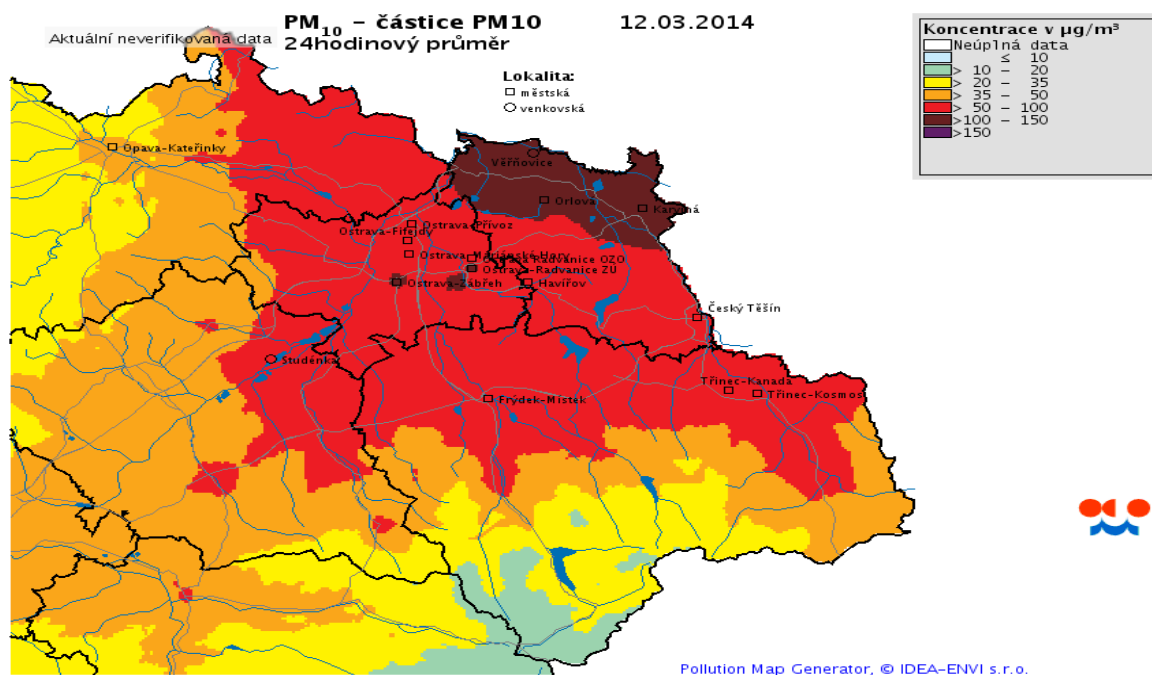
### 2.1.1 Přehled látek znečišťující ovzduší v oblasti

Následující podkapitola přibližuje jednotlivé emisní faktory v oblasti a udává jejich účinky na organismy.

SO<sub>2</sub> (oxid siřičitý) se, kromě ryze přírodních zdrojů jako sopečná činnost, do atmosféry dostává díky spalování nekvalitních paliv s vysokým zastoupením síry, spalování fosilních paliv, při kovohutnictví a na neposledním místě také při zpracování ropy a zemního plynu. Odhady celosvětových ročních emisí SO<sub>2</sub> se pohybují kolem 190 mil. tun, přičemž ČR se na této sumě podílí nemalou částí. Za jednu z nejběžnějších látek znečišťující ovzduší lze považovat oxidy dusíku, konkrétněji oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>), souhrnně označovány jako NO<sub>x</sub>. Ty jsou produkovány při procesech spalování, většinou ve formě NO, který je často ve volném prostředí oxidován na NO<sub>2</sub> (OBROUČKA, 2001).

K dalším látkám, spadajícím do skupiny látek poškozující prostředí, počítáme atmosférický aerosol, čímž rozumíme směs částic o rozměrech 1-100 μm, které se podílejí na vzniku srážek a celkovém klimatu Země. Tyto látky pod názvy PM<sub>x</sub> (Particulate Matter) se rozlišují na tři základní typy: PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>1,0</sub> a mohou být buď přirozeného (sopeční erupce, požáry lesů) nebo antropogenního původu. Jejich největším zdrojem jsou spalovací procesy, těžba a větrná eroze z ploch bez vegetace. Částice PM<sub>x</sub> mají i negativní globální účinky, protože rozptylují sluneční záření zpět do prostoru a tím ovlivňují energetickou bilanci země, přesto k vlivu na klima samotné dochází spíše v lokálním/regionálním měřítku. Dalším nepříjemným efektem těchto látek je, že mohou sloužit jako absorpční medium pro těkavé organické látky. Nejškodlivějším typem PM<sub>x</sub> pro lidské zdraví jsou částice PM 10. Ty mají negativní vliv na kardiovaskulární soustavu a plíce, mají vysoký karcinogenní potenciál způsobovat rakovinu plic (IRZ, 2014).

Jak uvádí následující mapa (Obr. 3), tak přestože oblast Třinecka nepatří z hlediska výskytu PM<sub>10</sub> k těm nejhorším (tento primát drží oblast Karvinska), jsou zde limity ro výskyt tohoto aerosolu často překračovány. Jak ukazuje tabulka ČHMÚ, v roce došlo 2012 na stanici Třinec-Kosmos k celkem 60 případům překročení imisních limitů PM<sub>10</sub>, přičemž maximální povolený limit překročení je 35 případů za rok (ČHMÚ, 2013, Třinec-Kosmos).



Obr. 3: Mapa znečištění ovzduší, PM<sub>10</sub>, ČHMÚ, 12. 03. 2014

V minimálně polovině z výše jmenovaných případů (zejména leden/únor 2012) došlo k alespoň dvojnásobnému překročení emisního limitu  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , s maximem dne 29. 01. 2012. Tehdy přístroje naměřily hodnotu 304,8, což se rovná více než šestinásobnému překročení povoleného limitu (ČHMÚ, 2013, stanice Třinec-Kanada, Třinec-Kosmos).

Poměrně zajímavým faktem je, že podobná meteorologická stanice v místě Třinec-Kanada, která je areálu Třineckých Železáren blíže než stanice Třinec-Kosmos (umístěná v centru města), vykazovala emisní hodnoty PM<sub>10</sub> nižší. A to v obou případech, tedy jak v počtu dní, při kterých došlo k překročení limitů (50 Kanada/60 Kosmos), tak v maximální naměřené hodnotě za rok 2012, konkrétně 229,5 (stejný datum, tedy 29. 01. 2012). Vysvětlení by mohlo být v charakteristice oblasti: oblasti mírného pásu střední Evropy jsou dlouhodobě pod vlivem poměrně konstantního západního proudění vzduchu. Toto je i pro oblast Třinecka, která se směrem na východ zužuje do Jablunkovské brázdy, velmi častý jev. Pozorování autora, založené na dvou dekadách života v oblasti a větrná růžice uvedená Lyskovou (2008) potvrzuje, že vítr z východu je v oblasti spíše výjimkou. A přestože je stanice Třinec-Kanada objektu Třineckých železáren blíže, tak z geografického pohledu je umístěna na jihozápad od železáren, tedy ještě před železárnami z pohledu západního proudění vzduchu. Zatímco stanice Třinec-Kosmos je umístěna na východě, respektive jihovýchodě od areálu železáren, tedy v místě, kam směřuje proudění vzduchu, který aerosoly obsahuje. Umístění stanic by tedy mohlo

vysvětlovat zvýšené hodnoty stanice Třinec-Kosmos v porovnání se stanicí Třinec-Kanada (LYSKOVÁ, 2008).

Další látkou znečišťující prostředí v oblasti je přízemní, respektive troposférický ozón ( $O_3$ ). Tento jedovatý plyn nemá vlastní emisní zdroj (řadíme jej proto do tzv. sekundárních škodlivin) a vzniká během fotochemických procesů z tzv. prekursorů, mezi které řadíme oxidy dusíku a nestálé organické látky. Přestože se tento plyn nevyskytuje často ve vysokých koncentracích, jeho dopady na živočichy či rostliny jsou vážné: dráždění očí a sliznic, bolesti hlavy, při vyšších dávkách i nenávratné poškození dýchacích orgánů (náchylní jsou zejména jedinci s astmatem či chronickými dýchacími problémy). Dále také troposférický ozón způsobuje zpomalování růstu a vývinu kořenového systému u rostlin. Portál Českého Hydrometeorologického Ústavu říká, že: „*V případě výskytu vysokých koncentrací přízemního ozonu, překračujících  $180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  se osobám citlivým na ozon doporučuje zdržet se při pobytu pod širým nebem v odpoledních hodinách zvýšené fyzické zátěže spojené se zvýšenou frekvencí dýchání... V případě překročení úrovně  $240 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  je pro citlivé osoby vhodnější zdržovat se přes den v uzavřených prostorách*” (ČMHÚ-Přízemní ozon, 2013). V prvním případě vyhlásí ČHMÚ signál upozornění, v druhém signál varování a to konkrétně na světelné tabuli umístěné v centru města Třince poblíž autobusové zastávky Slovan.

Poslední látkou zmíněnou v této podkapitole je CO (oxid uhelnatý, nazývaný též koksárenský plyn). Ten vzniká jako následek nedokonalého spalování a jeho významným zdrojem jsou výfukové plyny vypouštěné v důsledku dopravy. V aglomeracích je to až 95 % z celkové koncentrace, zejména pak v zimních měsících. Poté, co skončilo jeho využívání k výrobě svítiplynu, došlo k poklesu otrav, přesto jsou jeho dopady na lidské zdraví závažné. I v malých, ve městech se běžně vyskytujících, koncentracích může způsobovat potíže jedincům s kardiovaskulárními potížemi (angina pectoris). V těch vyšších, běžně se nevyskytujících, může otrava způsobit kóma až smrt po projevech hnědočerveného zabarvení kůže. V oblastech dlouhodobé expozice vyšším dávkám CO (nad  $100 \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) se mohou i u zdravých lidí vyskytovat potíže jako snížená pracovní výkonnost, snížená manuální zručnost či zhoršená schopnost studia a v těhotenství mohou i malé dávky CO mít za následek nižší porodní hmotnost novorozence (IRZ, Oxid uhelnatý, 2013). Častým jevem jsou v oblasti města Třince i celé oblasti Třinecka inverze, zejména v zimních měsících hlavní topné sezóny, kdy přetrvávají několik dní. Zatímco silné inverze se v oblasti vyskytují jen zřídka, běžné inverze v období od října do dubna. Slabé inverze

se vyskytují během roku průběžně, nejčastěji od října do února. Častý je v oblasti výskyt redukčního smogu, což je směs městských a průmyslových kouřů s mlhou (BEDNÁŘ, 2003). Konkrétní údaje o emisích udávají tab. 2, tab. 3 a obr. 4 (Zpráva o společenské odpovědnosti, TŽ, 2012).

Tab. 2: Výskyt emisí v tunách za rok 2012 ve srovnání s rokem 2011, Zpráva o společenské odpovědnosti, TŽ, 2012.

Rok	Tuhé zneč. látky (t/rok)	Oxid siřičitý (t/rok)	Oxidy dusíku (t/rok)	Oxid uhelnatý (t/rok)	Ostatní emise (t/rok)
2011	670	2 640	1 449	59 827	70
2012	581	2 323	1 453	59 769	66



Obr. 4: Ochrana ovzduší – dlouhodobý vývoj, emise SO<sub>2</sub>, tuhé emise, Zpráva o společenské odpovědnosti, TŽ, 2012.

Rok	Výroba oceli kt/rok	Emise SO <sub>2</sub> t/rok	Tuhé emise t/rok	Emise NO <sub>2</sub> t/rok
2006	2 516	1 589	997	1 370
2007	2 563	2 170	1 132	1 563
2008	2 448	1 440	832	934
2009	2 213	2 038	717	1 297
2010	2 498	2 136	902	1 425
2011	2 480	2 640	670	1 449
2012	2 493	2 323	581	1 453

Tab. 3: Emise do ovzduší za rok 2012, Zpráva o společenské odpovědnosti, TŽ 2012

## 2.2 Hydrologické podmínky kraje

Stejně jako ovzduší je i voda v oblasti průmyslem ovlivněného Třinecka velmi ovlivněna hutní výrobou. Stupeň kontaminace povrchových vodních toků se zpravidla stanovuje pomocí pěti tříd jakosti určujících kvalitu vody (podle ČSN 75 7221):

**I. třída – neznečištěná voda:** bez výrazného ovlivnění lidskou činností kdy hodnoty odpovídající běžnému prostředí v tocích.

**II. třída – mírně znečištěná voda:** ovlivnění lidskou činností, přesto vody umožňují existenci hojného, vyváženého a udržitelného ekosystému.

**III. třída – znečištěná voda:** ovlivnění lidskou činností natolik, že voda nemusí vytvořit podmínky pro existenci vyváženého a udržitelného ekosystému.

**IV. třída – silně znečištěná voda:** umožňuje existenci pouze nevyváženého ekosystému.

**V. třída – velmi silně znečištěná voda:** hodnoty znečištění jsou natolik výrazné, že umožňují přežít jen několika málo druhům, ekosystém silně nevyvážen.

Kvalita vody se dá posuzovat podle několika ukazatelů a jedním z nejzásadnějších je pH vody. To udává, jestli je voda neutrální, kyselá či zásaditá na základě obsahu iontů  $H^+$  a  $OH^-$ . Neutrální voda má  $pH = 7$ , kyselá nižší, alkalická vyšší. Hodnota pH má zásadní význam na chemické a biologické procesy, určuje agresivitu vody a účinnost postupů používaných při úpravě a čištění vod. Neznečištěné povrchové vody mají hodnoty pH od 6,0 do 8,5 s výjimkou rašelinišť která mohou mít hodnoty i pod 4,0 (PITTER, 2009).

Dalším ukazatelem kvality vody je tzv. chemická spotřeba kyslíku dichromanem draselným (CHSKCr). Tato látka relativně dobře vystihuje rozsah organického znečištění. Stanovení hodnoty CHSKCr je důležité pro určení množství kyslíku při biologickém čištění odpadních vod. Jedním z nejdůležitějších indikátorů kvality vody je množství rozpuštěných látek, které se z vody usazováním samovolně neodstraní, zejména kationty  $Ca^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$  a anionty  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ . Jejich obsah vyjadřuje tzv. mineralizaci vody, tedy množství rozpuštěných solí. Ty se sice v přírodě vyskytují přirozeně, ale antropogenní vlivy (jako výpusť splaškových odpadních vod a spláchnuté emise z ovzduší) hodnoty uměle navyšují nad rámec běžných hodnot mezi 100 mg/l a 500 mg/l. Hodnoty nad 500 mg/l bývají běžně naměřeny u vod, které jsou znečištěny odpadními vodami z průmyslu nebo u vod protékajících vápencovými soubory hornin. To

je například platí pro zájmovou oblast díky tzv. těšínským vápencům, vystupujícím na povrch v oblasti kolem Vendryně, tedy ještě před městem Třinec (PITTER, 2009).

Další látkou, ovlivňující vodní prostředí, jsou chloridy, přítomné zejména jako prostý aniont  $\text{Cl}^-$ , jehož rozpustnost stoupá s hodnotou pH. Obvyklá koncentrace je maximálně v desítkách mg/l. Na výskytu chloridů ve vodě se atmosféra podílí jen málo, zdrojem jsou zejména průmyslové odpadní vody. Chloridy nejsou hygienicky závadné, avšak při vyšších koncentracích ovlivňují chuť vody a to od 200 mg/l výše. Další látky, sírany, řadí se mezi všudypřítomné anionty přírodních vod, se do vody uvolňují zejména ze sádrovce ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) a anhydritu ( $\text{CaSO}_4$ ), antropogenně pak v podobě atmosférických srážek ze vzduchu plného zbytků spalování fosilních paliv. Podobně jako chloridy nejsou sírany zdraví nebezpečné, při vyšších množstvích mají ovšem také vliv na chuť vody. Koncentrované sírany mohou být původcem agresivního působení vody vůči betonu, avšak do 200 mg/l nejsou tyto účinky patrné. Posledním zde uvedeným typem ovlivnění vodních toků je teplota, která byla jako ukazatel znečištění nově zařazena Nařízením vlády č. 229/2007 Sb. pod termínem teplotní znečištění. Teplota vody má zásadní vliv na rozpustnost kyslíku a zejména pak na rychlost biochemických procesů, které při nízkých teplotách probíhají mnohem pomaleji a naopak (PITTER, 2009).

Dalším ukazatelem vlastnosti vody je konduktivita, čili elektrická vodivost vody. Destilovaná voda vodivá není a čím více je v ní rozpuštěných látek, tím je vodivější. Tyto látky mohou pocházet ze srážek, podloží, povrchových i podpovrchových zdrojů (LELLÁK & KUBÍČEK 1992).

Nařízení vlády č. 229/2007 Sb., pro výše zmíněné znečišťující látky uvádí povolené limity pro povrchové vody takto (prostřední sloupec), zatímco Nařízení vlády č. 23/2011 určuje normy environmentální kvality pro některé parametry jinak (pravý sloupec).

Tabulka č. 4: Limity vypouštěných látek podle Nařízení vlády č. 229/2007 Sb. (levý sloupec) a úpravy některých hodnot Nařízení vlády č. 23/2011 (pravý sloupec).

pH	6-8	6-9
CHSKCr	35 mg/l	26 mg/l
Rozpuštěné látky	1000 mg/l	-
Chloridy	250 mg/l	-
Sírany	300 mg/l	-
Teplota	25 °C	29°C

Dalším velmi důležitým faktorem při posuzování kvality vody je saprobity. Ta vyjadřuje organické znečištění, které se projevuje obsahem obsažených organických látek schopných projít biochemickým rozkladem. Na základě saporobity se klasifikují systémy organismů obývajících různá prostředí (SLÁDEČEK & SLÁDEČKOVÁ, 1996).

Lellák & Kubíček (1992) rozlišují systémy podle saporobity takto:

Tabulka č. 5: Rozčlenění saporobity podle (LELLÁK & KUBÍČEK, 1992)

Stupeň saporobity	Stav vody
Katarobita (K)	velmi čisté vody (např. prameny, vodovody)
Limnosaporobita (L)	povrchové a podzemní vody s různou intenzitou znečištění
Eusaporobita (E)	odpadní vody s vysokým obsahem organických látek
Transaporobita (T)	speciální odpadní vody, kdy z nějakého důvodu nedochází k rozkladu, nebo je rozpad látek brzděn chemikáliemi z ropy či jinými toxickými látkami

Pro výsledkovou část této práce je důležité uvést stupně limnosaporobity, protože se jedná o prostředí zkoumané v této práci a s těmito ukazateli bude dále pracováno. Ta se rozlišuje 5 stupňů a to xenosaporobita, oligosaporobita, beta-mezosaporobita, alfa-mezosaporobita a polysaporobita, takto charakterizované biotopy vykazují výskyt specifických taxonů (Hindák et al. 1978). Rozčlenění podle Lelláka a Kubíčka (1992) udává, že xenosaporobita (x) představuje nejčistší vody pramenů a stružek. Oligosaporobní vody (o) jsou organicky zatíženy jen nepatrně, beta-mezosaporobní (b-m) prostředí je zatíženo přirozeně. Alfa-mezosaporobita (a-m), která odpovídá stupni rozkladu, se vyskytuje při středně silném znečištění. Poslední stupeň, tedy polysaporobita (p) charakterizuje velmi silnou zátěž vodního prostředí organickými látkami (LELLÁK & KUBÍČEK 1992).

### 2.2.1 Konkrétní zdroje znečištění řeky Olše

Nejdůležitějším bodovým zdrojem kontaminace řeky Olše je v současné době společnost Třinecké Železářny – Moravia Steel a její dceřiné společnosti. Jak uvádí Sikorová (2008), vypouští se zejména:

1/ Odpadní voda z mořření: velmi nízké pH  $\pm 1$ , obsah 20 - 30 g/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 200 - 650 g/l FeSO<sub>4</sub>.

2/ Odpadní voda z pokovování – patří sem voda z oplachování a voda z pokovovacích lázní, naštěstí dochází k vypouštění jen výjimečně. Tyto vody zahrnují kovy a kyanidy vesměs toxické pro organismy.

3/ Odpadní voda z rudných úpraven a tavení rud – tato odpadní voda je problematická zejména díky přílišné koncentraci nerozpuštěných látek, čísla se pohybují v astronomických hodnotách 35 000-450 000 mg/l, v případě nevytěžených kovů se hodnoty vyšplhají na maximálně desítky až stovky mg/l. Vypouštěné vody z praní plynů ve vysokých pecích jsou plné prachu z tavené rudy, vody z granulace strusky jsou plné jemné, na hladině se vznášející strusky. Ta se často usazuje a vytváří nánosy v korytě řeky, kde dráždí mimo jiné žábry ryb a znesnadňuje jim tím dýchání.

4/ Odpadní voda ze zpracování černého uhlí, jinak známá též jako tzv. fenolčpavková voda. Ta vzniká při produkci koksu a je plná fenolů, sirovodíku (který je sice nárazově, zato velmi intenzivně v městských částech v bezprostřední blízkosti továrny cítit po zkažených vejcích), amonných kationtů a nadměrné hodnoty rozpuštěných látek (SIKOROVÁ, 2009). Konkrétní hodnoty uvedeny v tab. 6 a 7 (TŽ, 2012).

Tab. 6: Znečištění vypouštěné do vodního toku za rok 2012 ve srovnání s rokem 2011 (údaje týkající se areálu TŽ), Zpráva o společenské odpovědnosti, TŽ 2012

Rok	Množství odpadní vody [m <sup>3</sup> /rok]	NL nerozpuštěné látky [t/rok]	C10 – C40 uhlovodíky [t/rok]	RAS rozpuštěné anorganické soli [t/rok]	CHSK <sub>cr</sub> chem. spotřeba kyslíku [t/rok]	Fe <sub>celk</sub> železo celkové [t/rok]
2011	4 323 082	47,1	0,96	2 309	52,6	4,2
2012	4 370 584	42,0	0,80	2 142	73,6	4,6

Tab. 7: Znečištění vypouštěné do vodního toku při srovnání let 2006-2012 (údaje týkající se areálu TŽ), Zpráva o společenské odpovědnosti, TŽ 2012

Rok	Výroba oceli kt/rok	Potřeba přídavné povrchové vody m <sup>3</sup> /rok	Množství odpadní vody vypouštěné do vodního toku m <sup>3</sup> /rok
2006	2 516	12 267 112	6 384 551
2007	2 563	12 327 048	4 998 445
2008	2 448	12 145 633	5 004 735
2009	2 213	11 184 612	4 901 611
2010	2 498	11 085 596	5 402 078
2011	2 480	9 954 435	4 323 082
2012	2 493	9 202 284	4 370 584



### 2.2.3 Zhodnocení kvality vody v zájmové oblasti

Problematikou znečištění se ve své bakalářské i diplomové práci zevrubně zabírala Goryczková (2011, 2013) z Hornicko-geologické fakulty Technické univerzity v Ostravě a její měření jsou adekvátním ukazatelem znečištění v oblasti. Závěry, ke kterým došla, jsou uvedeny níže, nejdůležitější fakta jsou uvedena tučně.

Hodnocené výsledky mezi lety 2007-2008 jsou přes veřejná prohlášení TŽ o důrazu na environmentální politiku a zdůrazňování ekologizace výroby v posledních letech **horší** než za srovnatelné období mezi lety 1996-1997. Přesto podle nich **nedochází** k výrazné **změně jakosti vody**. Ve všech sledovaných ukazatelích se kategorie jakosti podle normy ČSN 75 7211 pohybuje v I. a II. třídě (GORYCZKOVÁ, 2011, 2013).

V porovnání několika odběrových míst (příčemž jedno z nich, ústí ČOV se shoduje s místem č. 2 odběrové lokality této práce) byly zjištěny **zvýšené hodnoty konduktivity**, zejména v oblasti za ČOV Třinec. Ta je umístěna na pravém břehu řeky Olše po proudu těsně za areálem Třineckých železáren. Jelikož ale tato čistička zpracovává splaškovou vodu z celého města, nelze s jistotou prokázat, že hlavní příčinou zdroje rozpuštěných látek v této vodě jsou právě železářny, které do této čističky svádí své odpadní vody (GORYCZKOVÁ, 2013).

Těsně za výpustí ČOV byla, zejména ve druhé fázi sledovacího období, zjištěna voda s podstatně nižším pH než ve srovnávací lokalitě před řekou před počátkem areálu železáren, což se projevilo i na celkových výsledcích. Z toho se dá usoudit, že přirozené pH řeky Olše ještě před areálem TŽ je relativně vysoké (pravděpodobně díky vápencovému podloží tzv. Těšínských vápenců zmíněných v první kapitole této práce) a výpusti kyselější vody z ČOV se hodnoty dostávají na nižší, přijatelnější úroveň. Normy environmentální kvality dané Nařízením vlády č. 23/2011 Sb. proto pro tento ukazatel **nejsou překročeny** (GORYCZKOVÁ, 2011, 2013).

Profil výpusti ČOV vykazoval vysoké hladiny fosforečnanového fosforu, přičemž i ostatní zohledňovaná odběrová místa vykazovala zvýšené hodnoty. Přestože pro tento ukazatel není Nařízením vlády č. 23/2011 Sb. stanovena mezní hodnota, překračovala tato čísla limity nařízení pro celkový fosfor. Důvodem těchto hodnot jsou pravděpodobně hnojiva z okolních pozemků, nebo prací a čisticí prostředky ve splaškové vodě.

Výsledné hodnoty hodnocených faktorů znečištění kategorizují úsek řeky Olše v pozorovaném úseku před areálem TŽ-ČOV až za areálem TŽ jako úsek **III. třídy znečištění** s rozhodujícím vlivem **organického znečištění**, na čemž se nejvíce podílí právě znečištění fosforem. Naopak, z hlediska amoniaku nebo dusičnanového dusíku je voda v zájmovém úseku hodnocena třídou I. jakosti (GORYCZKOVÁ, 2013).

Přestože dochází v posledních desetiletích k důsledné modernizaci provozů s cílem zmírnit důsledky na životní prostředí, dostávají se Třinecké železárny pravidelně do popředí žebříčků největších znečišťovatelů. A to ve všech oblastech znečištění, vzduchu, půdy a, což je pro tuto práci nejdůležitější, také vody. V současné době, na rozdíl od drtivé části historie průmyslové výroby v oblasti, se již v areálu TŽ vyskytuje řada čistíren vod, a to na celém desetikilometrovém průtoku řeky Olše, včetně složitého systému norných stěn. Ty jsou schopny do jisté míry eliminovat následky vlivů na životní prostředí (CICHÁ et al., 2000). Mezi lety 1998 a 2008 se snížil objem odpadních vod, vypouštěných do řeky Olše asi o 20 %, (ONDRASZEK et al., 2009).

Jak je ale patrné z výsledků měření prováděných Goryczkovou (2011, 2013) ani tato opatření nejsou zcela účinná. Zejména hodnoty získané v místě ústí odtoku čističky odpadní vody v Třinci-Konské (odběrové místo č. 2) jsou často nad hranicí ustanovenou zákonnými emisními limity pro průmyslovou výrobu. Přes evidentní poklesy hodnot vypouštěných látek v posledních dvou dekadách není zlepšení na první pohled patrné, došlo totiž ke snížení průtoku vody v řece Olši. Menší množství vypouštěných látek je proto „ředěno“ v menším objemu, proto výsledný efekt je stejný, ne-li vyšší (GORYCZKOVÁ, 2011).



Obr. č. 5: Ochrana vod, dlouhodobý vývoj, Zpráva o společenské odpovědnosti, TŽ, 2012

Dlouhodobé znečišťování řeky Olše nezůstalo v rámci moderních snah o sanaci starých ekologických zátěží bez povšimnutí a v září roku 2011 byl dokončen obsáhlý a finančně náročný projekt „Revitalizace povodí Olše“. V jeho rámci proběhla výstavba nových čistíren odpadních vod a sítě kanalizačních sítí, díky čemuž se zvýšil počet domácností napojených na kanalizační síť a jak ukazuje obr. 5, od té doby se spotřeba povrchové vody drží na relativně nízké úrovni.

### 3. Řasy jako biologická skupina

Řasy (lat. Algae, řec. Phykos), navzdory faktu, že systematicky se dělí až do 4 různých říší (Bacteria, Protozoa, Chromista a Plantae), vykazují znaky jednodité biotické skupiny. A to zejména díky obdobným nárokům na prostředí, konkrétněji přítomností vodního, případně terestrického vlhkého prostředí. Studium řas, jejich vývojových závislostí a taxonomií se zabývá věda algologie, někdy nazývaná též fykologie. V české literatuře se navzdory nepřesnosti názvu stále můžeme setkat se starším pojmem nižší rostliny, nebo také „sinice a řasy“ (KALINA & VÁŇA, 2005).

Kamkoliv pronikne sluneční záření, řasy se v nějaké formě vyskytnou, dokonce jsou schopny přežít i na místech s extrémně nízkým přísunem světla jako jeskyně či podřiční dno. To je umožněno zejména díky alternativním, byť vývojově původnějším způsobům výživy, tedy heterotrofii či mixotrofii, objevující se zejména u krásnooček, obrněnek a skrytěnek. Výjimečně tolerantní k nízkému osvětlení jsou i sinice (POULÍČKOVÁ, 2011).

Řasy mají díky schopnosti fotoautotrofie základní význam coby primární producenti organické hmoty. Na jejich přítomnosti, případně absenci, závisí celý řetězec sekundárních producentů ale i všech řádů konzumentů a též destruentů organického materiálu. Řasy hrají značnou roli v biochemickém koloběhu látek a živin.

Sinice a řasy jsou díky své relativní nenáročnosti na prostředí často průkopníky života na dosud nekolonizovaných místech při procesu primární sukcese. Často jako první vytvoří na minerálním podkladu organickou hmotu, která dává základ pro život dalších organismů. Také v další fázi sukcese hrají sinice a řasy důležitou úlohu coby součást prvních makroskopických kolonizátorů nových nik, lišejníků (FOTT, 1967).

#### 3.1 Dělení řas

Řasy jsou organismy primárně vodní, často na světlo velmi náročné, tedy obývající převážně silně osvětlené svrchní vrstvy vod slaných, sladkých i braktických. Sestupují ale i do hlubin, kde je intenzita fotosynteticky aktivního záření jen 0,05 - 0,001% v porovnání s intenzitou záření na hladině (KALINA & VÁŇA, 2005). Podle místa výskytu můžeme řasy rozdělit do několika typů dle habitatu, ve kterém se vyskytují: litorální (pobřežní) a

sublitorální (větší hloubky), perifyton (společenstva porůstající vodní rostliny, živočichy či předměty ponořené ve vodě), bentické na dně vodních nádrží, aerické ve vzdušné vlhkosti, terestrické na povrchové vrstvě půdy, borce stromů, pařezech, skalách a porostech mechů. Další členění uvádí Fott (1956) a to jako plankton, neuston, benthos, aerofytické řasy, půdní řasy, termální řasy, kryoseston, řasy slaných vod, epibionta a řasy v symbióze a řasy parazitické. Více o prostředích, ve kterých se řasy vyskytují v podkapitole 3.3 (FOTT, 1967).

### 3.1.1 Dělení na základě pigmentů

Mezi řasy řadíme převážně (ale nejen) fotoautotrofní organismy s fotosyntetickými pigmenty specifickými pro jednotlivé skupiny, přičemž nejdůležitější z nich je chlorofyl (zelené barvivo uložené v tylakoidech), vyskytující se ve čtyřech formách: *a*, *b*, *c*, *d*. Zatímco chlorofyl *a* je hlavním barvivem přítomným ve všech řasových skupinách, ostatní druhy jsou specifické: *a+b* můžeme nalézt u euglen, kořenonožce *Chlorarachnion* a u všech zelených rostlin (které jsou pravděpodobně pokračováním linie parožnatek). Kombinace barviv *a+c* je k nalezení u Dinophyt a fotoheterotrofních zástupců říše Chromista. Chlorofyl *c* se vyskytuje ve třech formách: *c*<sub>1</sub>, *c*<sub>2</sub> a *c*<sub>3</sub>, přičemž první z nich není z důvodu odlišné biosyntézy považován za pravý chlorofyl. Celkově se chlorofyl *c* liší od ostatních typů tím, že nemá tzv. fytolový přívěšek, není obsažen v biomembráně a je vodou rozpustný (Graham, Wilcox, 2000, jak uvádí KALINA & VÁŇA, 2005). Chlorofyl v kombinaci *a+d* se vyskytuje v některých sinicích a zejména pak v ruduchách. Další složkou fotosyntetizujících pigmentů jsou žluté karotenoidy, které se dále dělí na karoteny a xantofyly. Ty jsou součástí tzv. fotosběrné antény, která pomáhá absorbovat přijímané sluneční záření v širším rozpětí vlnových délek než chlorofyly samotné a tím pochopitelně zvyšuje přísun fotonů potřebných pro fotosyntézu (KALINA & VÁŇA, 2005).

### 3.1.2 Dělení řas na základě organizačních stupňů stélek

Zcela bez ohledu na taxonomii lze tvrdit, že řasy vykazují podobný vývoj buněk (stélek), jejichž kategorizace v minulosti dávala základ jejich systematice. Dnes se již ale s prohlubováním znalostí od tohoto dělení ustoupilo, protože taxony, které byly založené na organizačních stupních, se ukázaly jako parafyletické. Například Ettl (1981, jak uvádí

KALINA & VÁŇA, 2005) jako jeden z prvních algologů poukázal na rozdílnost organizačních stupňů volně žijících zelených bičíkovců. Ti byli původně dle morfologie zahrnováni do řádu Volvocales, dnes se již ale rozdělují do dvou různých tříd: Prasinophyceae a Chlorophyceae. Totéž, jen v širším měřítku, se dá říci o kokálních zelených řasách, tam se jedná o dělení dokonce do čtyř různých tříd (Prasinophyceae, Chlorophyceae, Trebouxiophyceae a Congujatophyceae). V této podkapitole je přesto uveden výčet a základní charakteristika jednotlivých typů buněk a stélek řas tak, jak je to uvedeno v publikaci Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii (KALINA & VÁŇA, 2005) vždy s uvedením zástupce:

Monády (bičíkovci) jsou zástupci s polární stavbou buněk kapkovitého tvaru a to buď jednotlivých či koloniálních. Tyto buňky jsou obvykle na předním konci vybaveny bičíky, druhý konec bývá zaoblený. Jsou vybaveny pulzujícími vakuolami a často stigmatem v chloroplastu, zástupce *Chlamydomonas*.

Rhizopodová buňka je vždy jednobuněčná, může být ovšem i mnohoaderná, poté se nazývá plazmodium. Je pokrytá pouze plazmatickou membránou, což jí umožňuje přeléváním cytoplazmy vytvářet panožky, některé mohou mít v chloroplastu stigma. Často je rhizopodový organizační stupeň součástí životních cyklů obrněnek (Dinophyta), zástupce *Chrysamoeba*.

Kapsální (gleomorfní) stélky jsou obaleny homogenním nebo vrstevnatým slizem, nefunkčními bičíky (např. *Tetraspora*) a objevují se v životních cyklech některých bičíkovců jako tzv. palmelová stádia.

Kokální buňka je jednobuněčná, jedno i mnohoaderná (cenoblast) s pevnou, často mineralizovanou buněčnou stěnou, bez pulzujících vakuol či stigmat (ty se ovšem mohou objevovat v raných stádiích vývoje). U zástupců rozsivek je buňka uzavřena v křemité frustule, zástupce *Chlorella*.

Vláknitá, též trichální stélka je mnohobuněčná, tvořená řadou buněk buď jednoduché, nebo větvené struktury, v takovém případě jsou si větve morfologicky i funkčně rovnocenné. Buňky pravých vláken jsou spojeny plasmodiesmy (*Klebsormidium*), v nepravých vlákních taková spojení chybí (*Microspora*).

Heterotrichální stélka má, na rozdíl od typu předchozího, morfologicky a funkčně odlišeny větve, jako například u zelené řasy *Draparnaldia*, kde tlustá osní vlákna podpírají

boční menší větve s pohlavními buňkami. U jiné zelené řasy *Trentepohlia* existují odlišená plazivá asimilační vlákna a vzpřímená zoosporangia nesoucí vlákna.

Sifonokladální stélka (i ve vzorcích praktické části této práce se objevující) velmi rozšířené řasy rodu *Cladophora* je vláknitá, mnohojaderná s přehrádkami a rozvětvená. K větvení dochází pučením bočních větví buňky.

Sifonální stélka, jako u rodu *Vaucheria* (který se během říjnového odběru ve velkých nánosech vyskytoval v poslední odběrové lokalitě říčky Lištnice) je sifonokladální podobná s tím rozdílem, že došlo k rozpuštění přepážek mezi mnohojadernými buňkami vlákna.

Parenchymatická neboli také pletivná stélka je odvozena od trichálního, případně heterotrichálního vlákna. V rámci funkční a morfologické diferenciaci došlo k vývoji rhizoidů (příchytná funkce), kauloidu (podpurná funkce analogická ke stonku vyšších rostlin) a fyloidů s asimilačními funkcemi. Pletivnou stélku mají často chaluhy (*Phaeophyceae*) (KALINA & VÁŇA, 2005).

### 3.1.3 Dělení na základě moderní taxonomie

Následující podkapitola přibližuje 4 nejvýznamnější skupiny této práce. Veškeré nalezené a identifikované taxony v odběrových vzorcích náleží, podle členění uvedeném Kalinou & Váňou (2005), do těchto 4 skupin: sinice (Cyanophyta), hnědé řasy (Chromophyta), zelené řasy (Chlorophyta) a zvláště vyčleněné parožnatky (Charophyta). Systematické rozdělení následujících skupin je uvedeno tak, jak je rozděluje tato publikace.

Sinice (Cyanophyta) jsou evolučně jedny z nejstarších organismů a nejstarší fotosyntetizující organismy rostlinného typu vůbec (KALINA, 1997). Vyskytují se téměř ve všech biotopech. Sinice mají ve svých jednoduchých chloroplastech modré barvivo fykocyan, zajišťující typickou modrozelenou barvu (FOTT, 1956). Přes své velmi malé rozměry mohou sinice tvořit nápadné modrozelené, zelené, případně černavé povlaky nebo kolonie, mnohé tvoří nárosty a povlaky na ponořených rostlinách, přesto hrají důležitou úlohu v koloběhu živin v umělých vodních nádržích. (HINDÁK et. al 1978).

System:

Říše: Bacteria,

Oddělení: Cyanophyta

Řád: Chroococcales, Oscillatoriales, Nostocales a Stigonematales

Rozsivky (Bacillariophyceae), podle Kaliny & Váni (2005) náležící do skupiny Chromophyta, jsou mikroskopické jednobuněčné, jednotlivé i koloniální organismy. Typická je dvojdílná schránka frustula, o průřezu kruhovém (centrické), případně podlouhlém (penátní), chlorofyl a+c, pigment fukoxantin (KALINA, 1997). Rozsivky jsou rozšířené ve všech biotopech a vysoce diverzifikované, výrazně se podílejí na potravních řetězcích. Rozsivky jsou primárně vodní, nalézt se dají také v povrchových vrstvách půd, na vlhkých skalách, v termálech, bývají i součástí aeroplanktonu. V našich podmínkách převládají planktonní druhy, typický je výskyt rodů jako *Asterionella*, *Diatoma* či *Fragilaria* (HINDÁK et. al, 1978), což se v odebraných vzorcích potvrdilo, dalšími častými rody v odběrových vzorcích byly *Navicula* a *Melosira*.

Systém:

Říše: Chromista

Podříše: Chromobiotae

Oddělení: Chromophyta

Třída: Bacillariophyceae

Podtřída: Coscinodiscophycidae

Řád: Coscinodiscales, Biddulphiales, Rhizosoleniales, Chaetocerales

Podtřída: Fragilariophycidae,

Řád: Fragilariales

Podtřída: Bacillariophycidae

Řád: Eunotiales, Naviculales, Achnanthes, Bacillariales, Epithemiales, Surirellales

Jeden z nalezených rodů (*Vaucheria*, česky posypanka, jak uvádí KALINA & VÁŇA, 2005) se podle výše zmíněné publikace řadí do další podskupiny skupiny Chromophyta, konkrétněji do třídy Xantophyceae, tedy různobrvky. Různobrvky jsou zastoupeny všemi organizačními stupni stélek od monadoidní po sifonální, vyskytuje se u nich kombinace chlorofylů a+c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub> a β-karoten, a chybí v nich fukoxantin. Díky absenci tohoto pro hnědé řasy specifického barviva mají jejich chloroplasty žlutozelenou barvu, což je jeden ze společných znaků s další skupinou hnědých řas, tedy se zlativkami (Chrysophyceae). U různobrvek můžeme pozorovat tzv. vývojový paralelismus se zelenými řasami (Chlorophyta). Některé zelené řasy jsou si s různobrvkami proto natolik



podobné, že je velmi obtížné je od sebe rozeznat, ve velkém množství případů se toto musí provádět laboratorně pomocí průkazu škrobu. Po přikápnutí Lugolova roztoku se zelené řasy barví, různobrvky, kterým škrob jako zásobní látka chybí, nikoliv.

System: (až po třídu shodné s rozsivkami, viz výše)

Třída: Xanthophyceae

Řád: Heterochloridales, Rhizochloridales, Heterogloaeales, Mischoccales,  
Tribonematales, Botrydiales a Vaucheriales

Zelené řasy (Chlorophyta) mají jednobuněčné nebo mnohobuněčné stélky, jednotlivé i koloniální, případně cenobia, vyskytuje se i nejvyšší organizační stupeň (pletivná stélka). Kombinace chlorofylů a+b, s chloroplasty různých tvarů jako miskovitý, diskovitý, hvězdčovitý, destičkovitý a jinými. Zelené řasy jsou rozšířeny na všech biotopech, v planktonu i litorálu, vlhkých místech, v kalužích, močálech a vodních nádržích (HINDÁK et. al, 1976). Zástupci *Ulothrix*, *Scenedesmus*.

System:

Říše: Plantae

Podříše: Viridiplantae

Oddělení: Chlorophyta

Třída: Chlorophyceae

Řád: Chlamydomonadales, Volvocales, Tetrasporales, Chlorococcales,  
Chlorosarcinales, Microsporales, Oedogoniales a Ulothrichales

Výchozí skupinou pro všechny vyšší rostliny, ať už ze skupiny mechorostů (Bryophyta), nebo cévnatých rostlin (Tracheophyta), je skupina Charophyta, proto je tato skupina vyčleněná zvlášť. V této skupině je častý výskyt nejsložitější pletivné stélky, která bývá členěna přeslenitě a má tendence stát vzpřímeně, ovšem další typy stélek jako kokální či vláknité se také vyskytují. Skupina Charophyta je charakteristická tzv. mnohvrstevnatou strukturou kořenového komplexu (bičíkového aparátu). Do této skupiny řadíme např. rody *Closterium*, *Cosmarium*, nebo *Spirogyra*, které byly nalezené ve vzorcích této práce (KALINA & VÁŇA, 2005).

System:

Říše: Plantae

Podříše: Viridiplantae

Oddělení: Chlorophyta

Třída: Mesostigmatophyceae

Řád: Mesostigmatales, Chaetoshoidiales

Třída Klebsormidiophyceae

Třída Coleochaetophyceae

Řád: Coleochaetales

Třída Charophyceae

Řád: Charales

Třída: Zygnematophyceae

Řád: Zygnematales, Desmidiales (Kalina & VÁŇA, 2005).

### 3.2 Řasy a sinice ve vztahu k ostatním organismům

Sinice a řasy často vstupují do symbióz, přičemž za jednu z podmínek vzniku všech další aerobních organismů můžeme považovat vnitrobuněčnou endosymbiózu s výsledkem inkorporace chloroplastů. Genové sekvenování recentních sinic a plastidů vyšších rostlin prokázalo společného předka všech vyšších organismů z říše Plantae, v některých plastidech byly nalezeny konzervativní operony potvrzující jejich sinicový původ. Za jeden z nejtěsnějších vztahů podléhající vzájemné kontrole a provázanosti lze považovat případ lišejníků. Zajímavé je, že existuje možnost *in vitro* kultivace jednotlivých složek lišejníků (fotobionti a mykobionti) za určitých podmínek i odděleně, avšak poté mykobiont ztrácí schopnost produkovat klasickou lišejníkovou stélku či syntetizovat specifické lišejníkové kyseliny (KALINA & VÁŇA, 2005).

V recentní studii Woongghi (2003, jak uvádí KALINA & VÁŇA, 2005) poukazuje na již v minulosti několikrát zaznamenaný jev a to přítomnost různých bakterií v buňkách heteroautotrofních bičíkovců, konkrétněji endonukleárních bakterií v jádrech *Euglena hemichromata*. Tyto gramnegativní bakterie se dostávají do těla krásnoočka fagocytózou, kde se obklopy membránou postupně „zabydlují“, následně membránu ztratí a začínají se intenzivně množit. To vede k eventuálnímu roztržení buňky a jejímu zániku, proto se dá tento způsob interakce mezi těmito dvěma druhy organismů nazvat mutualismem s přechodem k parazitismu. Tatáž publikace zmiňuje případ rozsivky *Pinnularia nobilis*, popisovaný Schmitovou (2003, jak uvádí KALINA & VÁŇA, 2005), kdy gramnegativní

bakterie přežívají v dutinkách a kanálcích chloroplastu této rozsivky a v rámci hostitelské buňky aktivně mění svou polohu. Zatímco v iniciační fázi nejsou bakterie vůbec s chloroplastem v kontaktu, později dochází k dělení bakterií ve vaku endoplazmatického retikula, které po dělení buňky přicestuje na povrch chloroplastu a zanechá na jeho povrchu zřetelné jizvy a jamky. Tato funkční symbióza není zatím objasněna (KALINA & VÁŇA, 2005).

### 3.3 Životní prostředí řas

Definice planktonu (REYNOLDS, 1984, jak uvádí POULÍČKOVÁ, 2011) říká, že za plankton považujeme organismy adaptované na „život v suspenzi“, tedy podléhající pasivním pohybům a proudům vody. Podle Fotta (1967) je plankton je v zásadě dvojitý, a to mikroplankton s rozsahem organismů 50-500  $\mu\text{m}$  a nannoplankton (menší než 50  $\mu\text{m}$ ). Výjimečně bývají někteří zástupci i větší, například *Volvox* až 2 mm a *Aphizomenon* až 2 cm (FOTT, 1967).

Pouličková (2011) jde v dělení planktonu dále a rozlišuje jej podle několika kritérií, například podle biotopů na limnoplankton (jezera), heleoplankton (jezera a tůně) a potamoplankton (dolní toky řek). Mořský plankton se rozděluje na neritický (pobřeží) a oceánický. Dále se Pouličková (2011) odvolává na dělení Stricklanda (1960), kde je plankton rozdělen na makroplankton (nad 500  $\mu\text{m}$ ), mikroplankton (50-500  $\mu\text{m}$ ), nanoplankton (10-50  $\mu\text{m}$ ) ultraplankton (2-10  $\mu\text{m}$ ) a pikoplankton (pod 2  $\mu\text{m}$ ). Poslední dělení zmiňuje postavení v potravním řetězci a rozlišuje fytoplankton, zooplankton a bakterioplankton (POULÍČKOVÁ, 2011).

Sukop (2006), označuje plankton coby soubor organismů žijících v pelagiálu i litorálu stojatých či mírně tekoucích vod. Uvádí také velice špatný aktivní pohyb planktonu neschopného zdolávat silnější proud. Ten se v rámci vodního sloupce pohybuje zejména proudy, jak horizontálními tak vertikálními. Dělíme jej na potamoplankton v řekách, eulimnoplankton v jezerech, heleoplankton v rybnících a oceánoplankton v mořích a oceánech. Další dělení je na zooplankton (vířníci, klanonožci, larvy hmyzu), fytoplankton (rozsivky, zelené řasy a bičíkovci) a bakterioplankton, vyskytovat se mohou i viry (SUKOP 2006).

Nejlépe jsou k planktonnímu způsobu života adaptovány organismy, které klesají v rámci vodního sloupce velmi pomalu, či aktivním pohybem poklesy ve sloupci vyrovnávají. Experimentálně bylo zjištěno, že planktonní organismy s ostny či výběžky klesají díky většímu odporu vody mnohem pomaleji, je tedy logické proč u planktonních

druhů jako obrněnka rodu *Ceratinum*, či rozsivky rodu *Asterionella* (a celé řady dalších mořských rozsivek) došlo k výrazným tvarovým adaptacím za účelem zvýšení odporu a zpomalení klesání (Fott, 1967). Pokud jsou tyto adaptace závislé na čase, nazýváme je též sezónním polymorfismem, například v závislosti na viskozitě vody vytváří rod *Ceratinum* různě dlouhé výběžky a *Asterionella* prostorové kolonie o více členech, jejichž účelem je snížení specifické hmotnosti a zpomalení tempa klesání (POULÍČKOVÁ, 2011).

Řasy a sinice mohou žít také jako součást bentosu, což je „*Společenstvo organismů žijících na dně jak stojatých, tak tekoucích vod...Podle velikosti můžeme dělit bentos na makrobentos (velikost nad 1000  $\mu\text{m}$ ), meiobentos (velikost 1000 – 63  $\mu\text{m}$ ) a mikrobentos (pod 63  $\mu\text{m}$ )*“. Bentos se dělí na fotobentos a zoobentos (SUKOP, 2006). Některé bentické organismy mohou putovat směrem k hladině a začlenit se do planktonních společenstev, například při zhoršení životních podmínek jako nedostatek světla. Druhým způsobem, jak mohou nepříznivým podmínkám přestat, je zavrtání se do dna, případně vytvoření tzv. klidového stádia, tedy cysty (SUKOP, 2006).

Specifickým způsobem využívání možností prostředí je růst řas na jiných ponořených organismech, ať rostlinných či živočišných. Takové organismy jsou označovány jako epibionti. V případě, že nedojde k přemnožení epibiontů, hostitelský organismus není nijak ovlivněn. Jedná se tedy o případ komenzalismu, v případě opačném (přemnožení epibiontů) může dojít se strádání hostitelské rostliny z důvodu nedostatečného přístupu světla. epibionti mohou být organismy jednobuněčné (nad rámec řas například nálevníci či bakterie), i mnohobuněčné (vířníci, primitivní korýši jako buchanky, rozličný hmyz či měkkýši). Pro celou řadu organismů je běžná schopnost aktivně přemísťovat svou pozici z nárůstů do planktonu a opačně (SUKOP, 2006).

Nárosty se dají dělit na několik základních typů a to jako epifyton na rostlinách, epizoon na živočiších, epiliton na kamenech, epixylon na dřevě, epipsammon na písku a epipelon na bahně (SUKOP 2006, POULÍČKOVÁ 2011). Nárůstové organismy mohou být přichyceny k podkladu pomocí rhizoidů nebo slizu, zejména u vláknitých druhů sinic a řas (HINDÁK et al. 1978).

Specifickou komunitou organismů jsou společenstva povrchové blanky, obecně nazývána pleuston. Pod tento pojem spadají makroskopické organismy typu vodoměrky, bruslačky, vajíček komárů a podobně, mikroskopické organismy jsou nazývány pak neuston. Ten se podle Sukopa (2006) může vytvořit pouze na dokonale klidné vodní

hladině. Nejznámějším příkladem neustonů je *Chromulina rosanoffii*, držící se na hladině pomocí slizovité stopky, případně některé zlativky a zelené řasy. Vyskytnout se zde mohou i krásnoočka jako *Euglena sanguinea* (které může krvavě zabarvit povrchovou blanku), řasy rodu *Ankyra* a *Phacus* (které ji mohou zabarvit do zelena) a bičíkovci rodu *Trachelomonas*, způsobující zabarvení blanky do hněda), vzácně i rozsivky (Sukop, 2006). Tyto organismy ale nejsou na velmi specifické prostředí povrchové blanky vody nijak adaptovány, a po jisté době, díky váze své křemičité schránky, postupně klesají ke dnu. Neuston nezahrnuje tzv. vodní květ. Ten není ničím jiným než kumulací sinic na hladině bez specifické adaptace na povrchovou blanku vody (SUKOP, 2006, POULÍČKOVÁ, 2011).

### 3.4 Rezistenční strategie řas

Různé druhy řas si na nepřízeň podmínek, na stresové zátěže typu nedostatku živin, světla, tlak predátorů, změn teplot či různé mechanické disturbance si vytvořily specifické rezistenční mechanismy. Tyto mechanismy umožnily řasám využívat nízké koncentrace látek rozpuštěných ve vodě, vytvářet klidová stadia k přečkání nepříznivých podmínek, vytvářet si zásoby a měnit polohu ve vertikálním sloupci (vertikální migrace). Reynolds (1984, jak uvádí POULÍČKOVÁ, 2011) zmiňuje rozlišení tří základních rezistenčních strategií:

- ruderals se zástupci jako *Fragilaria*, *Aulacoseira*, *Planothrix*, *Limnoria* jsou velké řasy využívající krátké intenzivní dávky světla, načež si ukládají zásobní látky. Díky tomu jsou k narušení prostředí tolerantní.
- colonists jsou druhy, které stres překlenují pomocí rychlých přírůstků. Rody jako *Chlamydomonas* nebo *Synechococcus* reagují velmi rychle na příhodné podmínky.
- specialists mají naopak přírůstky malé. Jsou adaptovány na nepříznivé podmínky, jsou schopny využívat alternativní způsoby výživy či za živinami aktivně migrovat (rod *Ceratium*, sinice).

Odlišnost zmíněných strategií má význam při soutěžení o zdroje. Díky provázanosti mezidruhových vztahů může v daném biotopu s daným poměrem živin ve vodě nezávisle na sobě koexistovat široké spektrum populací různých druhů řas bez toho, aby si vzájemně přímo konkurovaly. Tento jev Poulíčková (2011) nazývá Hutchinsonovým paradoxem fytoplanktonu (POULÍČKOVÁ, 2011).

### 3.5 Význam řas coby účastníků biochemických koloběhů látek

Na základě poznatků z celého zástupu vědních disciplín jako je klimatologie, geologie, studium plynů v dutinách ledovců, satelitních průzkumů a bezpočtu měření složení atmo, hydro a pedosféry můžeme roli řas v procesech koloběhu látek vyjádřit tak, jak to uvádí Kalina & Váňa (2005):

- Vznik atmosféry s dnešním obsahem kyslíku v rámci dlouhodobě probíhající fotosyntézy a respirace.
- Koloběh uhlíku, spotřeba i produkce CO<sub>2</sub>, eliminace uhlikatých sloučenin v podobě odolného uhlíku (tzv. refractory carbon) a uhlíčanů.
- Na rozvoji rozsivek založená tvorba křemičitanových sedimentů.
- Úloha na koloběhu síry (hnědé řasy, Prymnesiophyta).

### 3.6 Využití řas člověkem

Využití řas člověkem je celá řada. Kalcifikované stélky rodů *Lithothamnion*, *Phymatolithon* a jiných se ve velkém těží na pobřeží Bretaně a jižního Irska a využívají jako vápenatí hnojivo s názvem maerl. Vzhledem k vysoké rychlosti nárůstu byly makrofytické řasy rodu *Porphyra* či mikroskopické *Arthrospira* (dříve *Spirulina*) kultivovány jako potravina. Platí zde ovšem poměrně zásadní omezení. Vzhledem k alergickým látkám vznikajícím při technologickém zpracování a vysokému obsahu nukleových kyselin jsou co do příjmu v potravě preparáty ze *Spiruliny* či *Chlorelly* omezeny na několik gramů denně. Velmi úspěšným se ukázala alginizace rýžových polí sinicemi rodu *Nostocales*, které mají schopnost fixovat vzdušný N<sub>2</sub>. V neposlední řadě má stoupající tendenci užívání technologie extrakce látek, produkovaných biomasou řas. Jedním z nejdůležitějších produktů je agar z červených řas, který je užíván jako kultivační substrát, dále pak β-karoten z buněk rodu *Dunaliella*, či fotosyntetické barvivo fykocyanin ze *Spiruliny*. Velmi zajímavým se z dnešního pohledu zdá krátkodobý, leč velmi intenzivní zájem vědců o zelenou řasu rodu *Botryococcus*. Buněčné stěny této řasy totiž obsahují uhlovodíky, které lze tepelně upravit na látku připomínající ropu (KALINA & VÁŇA, 2005).

Těla planktonních mikroorganismů mohou být výživným zdrojem potravy pro živočichy. Fott (1967, odvolávající se na výzkum Gollerbacha, 1951) uvádí, že řasy

obsahují podobné složení bílkovin a tuků jako kvalitní seno. Dále uvádí, že některé rozsivky či chrysomonády jako produkt asimilace vytvářejí vysoce výživný olej a obsahují i důležité vitamíny, z čehož plyne, že jsou důležitou potravou např. pro chovné ryby (FOTT, 1967).

### **3.7 Škodlivost sinic a řas, řasy coby producenti látek negativně ovlivňující prostředí**

Celá řada sinic a řas produkuje látky negativně ovlivňující kvalitu životního prostředí a nezanedbatelné množství těchto látek má potenciál uškodit i člověku. S intenzivním rozvojem průmyslového hnojení ve 20-30 letech minulého století došlo v závislosti na zvýšený přísun živin ke zvýšenému rozvoji sinic a řas, tedy i ke zvýšení koncentrací těchto látek ve vodách využívaných člověkem. Tento jev je zejména patrný v oblastech delt velkých řek či hustě obydlených pobřeží. Analogicky se dá tento jev potvrdit u vod kontinentálních, sladkých i braktických. Ty nejen že jsou zatíženy odpadními vodami z lidských sídlišť, ale zejména pak zemědělskou činností a odpadními vodami z průmyslových podniků (KALINA & VÁŇA, 2005).

Zvýšená koncentrace řas se může projevovat několika způsoby, laickému oku bude pravděpodobně nejnápadnější tzv. vodní květ, který na hladině stojatých vod vytvářejí některé sinice. Ten se nejčastěji vyskytuje na sladkovodních jezerech, známy jsou ovšem také v moři (přemnožení rodu *Nodularia* v Baltickém moři) a je často tvořen buňkami stárnoucími či odumírajícími. V našich podmínkách se vodní květ, produkující celou řadu toxinů, vyskytuje převážně v létě, v tropech jsou známy celoroční stavy, například *Arthrospira* ve vysychajícím jezeře Čad. Častým negativním jevem pobřežních eutrofizovaných moří je tzv. „red tide“ (rudý příliv). Na rozdíl od předchozího případu se ale nejedná o pouhou akumulaci jedinců ale o rychlé dělení buněk obrněnek *Gymnodinium* nebo *Gonyaulax* s červenými pigmenty za specifických podmínek. Jev může být méně nápadný, pokud je vytvořen organismy s jinými, méně výraznými pigmenty. Nebezpečí tohoto jevu spočívá v akumulaci toxinů v potravním řetězci (bezobratlí), které mohou být smrtelné pro ryby a při extrémním zasažení i pro člověka (POULÍČKOVÁ, 2011).

Dalším, na první pohled zjištělným ovlivněním kvality vodního prostředí je tzv. vegetační zbarvení vody. To může v závislosti na tom, u kterých konkrétních planktonních organismů došlo k přemnožení, být zelené, červenohnědé žlutooranžové či jiné. Ničím výjimečným nejsou zelené nárosty jednobuněčných či vláknitých řas na stavbách typu

přehradních hrází. Takové stavby jsou narušovány agresivní kyselinou uhličitou vznikající při respiraci těchto planktonních organismů. Nárůsty řas kolidují i s dopravní a rekreační činností člověka (KALINA & VÁŇA, 2005).

Některé invazivní mořské druhy ve velkém pokrývají rekreační pláže, porůstají trupy lodí či přístavní konstrukce. Velkým problémem pro člověka je zelená řasa Lazucha tisolistá (*Caulerpa taxifolia*, viz obr. 6) z třídy Ulvophyceae, někdy též známá jako *killer algae*, (řasa zabiják). Ta se rozšířila tak, že porůstá litorál šesti Středomořských zemí o celkové rozloze více než 10 000 ha. Tato řasa je vysoce odolná, snáší i nízké teploty vody a ve vlhkých podmínkách dokáže přežít až deset dní mimo vodní prostředí. Nárůsty této řasy vážně ohrožují životní cykly bezobratlých zastíňováním jejich přirozených habitatů na dně mělkého litorálu a produkcí toxinu caulerpenynu. Ten vstupuje do potravního řetězce, když jsou porosty lazuch spásány středomořskými pražmany zlatými (*Sparus auratus*). V jejich tělech se tento toxin akumuluje do takové míry, že maso těchto ryb již není vhodné ke konzumaci člověkem (HODDLE, 2009).



Obr. 6: Invazivní *Caulerpa taxifolia*

K dalším invazivním druhům Středoziemního moře patří další *Caulerpa*, tentokrát *racemosa*, dále pak *Codium fragile* (obě Ulvophyceae) a tři druhy invazivních ruduch, konkrétně *Acanthophora najadiformis*, *Asparagopsis armata* a *Womersleyella setacea* (Kalina & Váňa, 2005). Hlavní negativní vlivy jednotlivých skupin řasy jsou uvedeny v tabulce na následující straně. Některé řasy mohou přímo napadat ryby, kdy způsobují jejich nákazu a uhynutí, například zelená řasy rodu *Chlorochytrium* je původcem zánětů



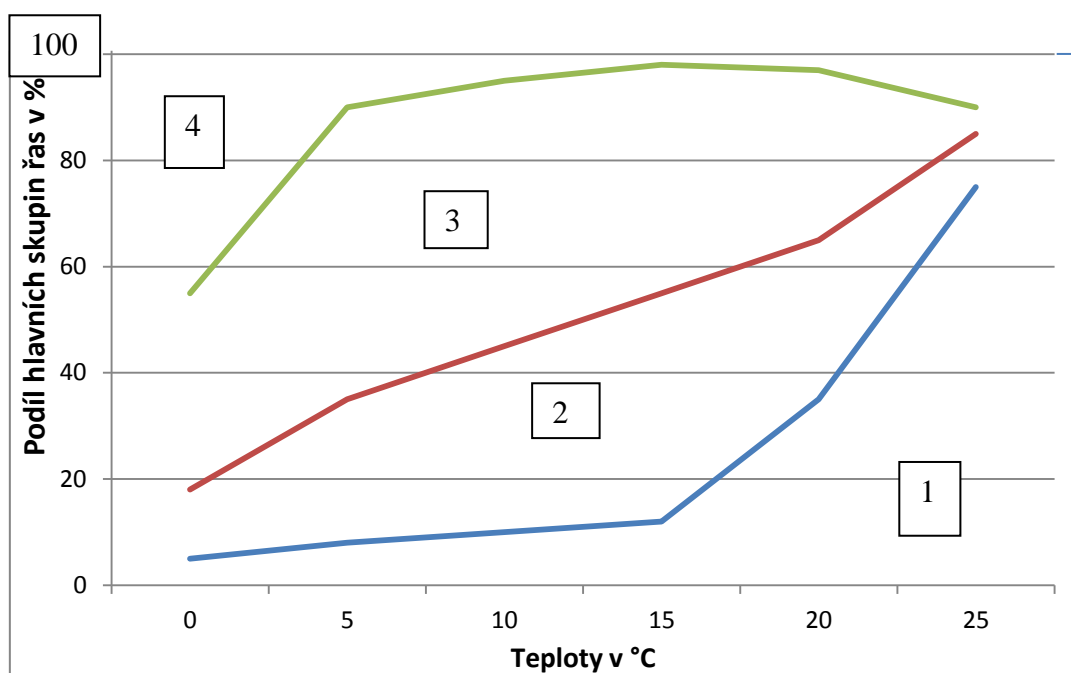
v žábrech kaprů, línů a okounů. Popsán je i případ uhynutí plůdku pstruha po napadení sinicí z rodu *Oscillatoria*. Některé vláknité řasy mohou působit negativně na rybníkářství. Vlákňité (*Cladophora glomerata* a *Rhizoclonium hieroglyphicum*) nebo síťovité (*Hydrodictyon reticulatum*) porosty na rybnících sice zásobují vodu kyslíkem, ale zvyšují hodnotu pH (v koncentrovaných chomáčcích řas až nad hodnotu 10) a na dlouhou dobu zadržují ve svých pomalu se rozkládajících tělech živiny. Pokud dojde na dně sádek k přemnožení sinic rodu *Oscillatoria* a *Phormidium*, může maso zde chovaných ryb získat bahnitý zápach. Známý jsou též případy otravy dobytka po pití vody z nádrží, kde se přemnožily sinice *Microcystis*, *Anabaena* či *Gloeotrichia* do té míry, že došlo k rozvoji vodního květu (FOTT, 1967).

Tabulka č. 8: Vliv řas na přírodní a životní prostředí, přejato z Kaliny & Váňi (2005), s. 47, druhy toxinů: 1 – neurotoxin, 2- hepatotoxin, 3- neurotoxin. Neurotoxiny a hepatotoxiny mohou způsobit až smrtelné otravy ryb i člověka

Skupina	Biotop	Společenstvo, taxon	Druh působení/příčina	Látka
Sinice (Cyanophyta)	kontinentální vody, moře	vodní květy, fytoplankton		cyanotoxiny druhově specifické toxiny, 1-3
Obrněnky (Dinophyta)	moře	fytoplankton, "red tide"		druhově specifické saxitoxin, ciguatoxin, ichthyotoxin, brevitoxin, okaidová kyselina aj., 1-3
Zlativky (Chrysophyceae)	sladké vody	fytoplankton	zápach pitné vody po rybím tuku	
Rozsivky (Bacillariophyceae)	moře, záliv Prince Edwarda, Kanada	fytoplankton, <i>Pseudonitzschia multiseries</i>		kyselina domoiková (toxická pro člověka), 1
Hnědé řasy-chaluhy (Phaeophyceae)	moře	litorál, sublitorál	kyselé deště, redukce ozonosféry	dimetylsulfid (DMS), organobromid
Chloromonády (Raphidophyceae)	moře	fytoplankton, "red tide", <i>Fibrocapsa</i> , <i>Chatonella</i>	toxické pro ryby	
Haptophyta	moře, brakické vody	fytoplankton, <i>Prymnesium</i> , <i>Chrysochromulina</i>	kyselé deště	galaktolipidové toxiny, toxiny nebezpečné pro bezobratlé a ryby
Zelené řasy (Chlorophyta)	moře	fytoplankton <i>Caulerpa</i> , <i>Codium</i> invazivní druhy na plážích ve Středozezemním moři		

### 3.8 Vliv teploty na výskyt řas

Jak uvádí Kozáková a Marvan (2006) v ideálním případě by mělo k odebírání vzorků řas probíhat opakovaně, ideálně čtvrtletně v období jara (04-05), léta (07-08) a podzimu (10-11). V případě vzorků je důležité porovnávat také sezónní vlivy teploty na výskyt jednotlivých typů řas (viz následující tabulka). Z ní se dá vyčíst závislost výskytu jednotlivých typů řas na teplotě, potažmo ročním období. Uvádí se zde, že v nízkých teplotách dominují zejména rozsivky (což se na výsledcích odebraných vzorků odráží) (KOZÁKOVÁ & MARVAN, 2006).



Obr. č. 7: Model vlivu teploty na strukturu fytoplanktonu jezera v mírném pásu, Pouličková (2011), na ose y podíl hlavních skupin řas v %, na ose x teplota vody v °C, 1- sinice, 2- zelené řasy, 3- rozsivky, 4- ostatní. Model je založen na konkrétních datech z rybníka Vajgar u Jindřichova Hradce v letech 1987-1988 (POULÍČKOVÁ, 2011).

Z výše uvedené tabulky se dá vyčíst závislost výskytu jednotlivých typů řas na teplotě, potažmo ročním období. Uvádí se zde, že v nízkých teplotách vody od 5 °C do 10 °C dominují zejména rozsivky a zelené řasy (což se na výsledcích tohoto výzkumu odráží), sinice se vyskytují ve větších množstvích až od teplot sahající k 20 °C (POULÍČKOVÁ, 2011). To je pravděpodobně jeden z důvodů, proč se v odběrových vzorcích nacházely sinice jen sporadicky, protože nejvyšší naměřené hodnoty teplot odběrových míst této práce nedosahovaly ani 17 °C.

### 3.9 Specifické reakce sinic a řas vůči toxickým látkám

Ve dnes již postarší studii Egloff a Patridge (1972) o toxicitě DDT (látko v minulosti hojně využívána jako insekticid, ve většině zemí je dnes již výroba a užití zakázáno) se píše, že některé konkrétní řasy vykazují vysokou rezistenci vůči DDT. DDT má tendenci akumulovat se v potravních řetězcích s výraznými až smrtelnými změnami v těle vyšších organismů. Podle této studie vykazovala kulovitá zelená řasa *Chlamydomonas reinhardtii* vysokou rezistenci na kumulaci této látky v těle. Tato řasa, která velmi dobře prospívá v organicky znečištěných vodách, byla v této práci vedena jako třetí na žebříčku 60 nejtolerantnějších taxonů řas ke znečištěnému prostředí (EGLOFF, PATRIDGE, 1972).

Novější studie Nirmal Kumara (2012) poukazuje na schopnost některých řas akumulovat ve svých tělech i další látky jako těžké kovy. Ty jsou samy o sobě v malých koncentracích neškodné, ve vyšších množstvích jsou závažným problémem, protože na rozdíl od většiny ostatních znečišťujících látek nepodléhají těžké kovy degradaci. Dále uvádí několik způsobů, jakým mikroorganismy nakládají s molekulami těžkých kovů. Mohou je z buňky aktivně vypudit, zakomponovat je do stavebních struktur, vytvořit s nimi různé komplexy nebo vyloučí specifické kovy vázajícími proteiny, tzv. metalothioneiny. Některé jsou přirozeně rezistentní vůči působení těžkých kovů a mohou mít své užití například v zemědělství. Výzkum této práce uvádí, že rýžové výhonky, jejichž růst byl po dodání iontů  $Cd^{2+}$  inhibován, začaly po přidání již malého množství zelené řasy rodu *Chlorella* opět utěšeně růst. Již 0,25 g této řasy (v mokřém stavu) zabránilo inhibičním účinkům kadmia na rýžový výhonek. Nejlepší výsledky z hlediska akumulace těžkých kovů jako kadmium, zinek a měď ve svých buňkách vykazovala řasa *Chlorella sorokiniana*, konkrétně fixací 43 ( $Cd^{2+}$ ), 42 ( $Zn^{2+}$ ) a 46,6 ( $Cu^{2+}$ ) gramů kovů přepočteno na miligram suché váhy řasy (NIRMAL KUMAR, 2012).

### 3. 10 Využití sladkovodních řas při hodnocení kvality vody

Pojmem bioindikace rozumíme určování kvality životního prostředí na základě výskytu či případně absence konkrétních organismů nazývané jako bioindikátory. Ze řas se k účelu zjišťování kvality vodního prostředí užívají hlavně řasy bentického prostředí, zejména pak rozsivky a to zejména z důvodu výskytu v celé škále prostředí a rychlosti rozmnožování. Podle Hlúbikové (2010) ovšem pouze v případech, že nedojde k extrémnímu narušení prostředí. Často faktory geologické, teplotní a množství živin převáží vlivy znečištění a toxických látek v prostředí, což může způsobovat nejednoznačné

výsledky. Hlavním vlivem na biodiverzitu rozsivek v oblasti mají pak jednotlivé konkrétní biotické i abiotické stresory (HLÚBIKOVÁ, 2010).

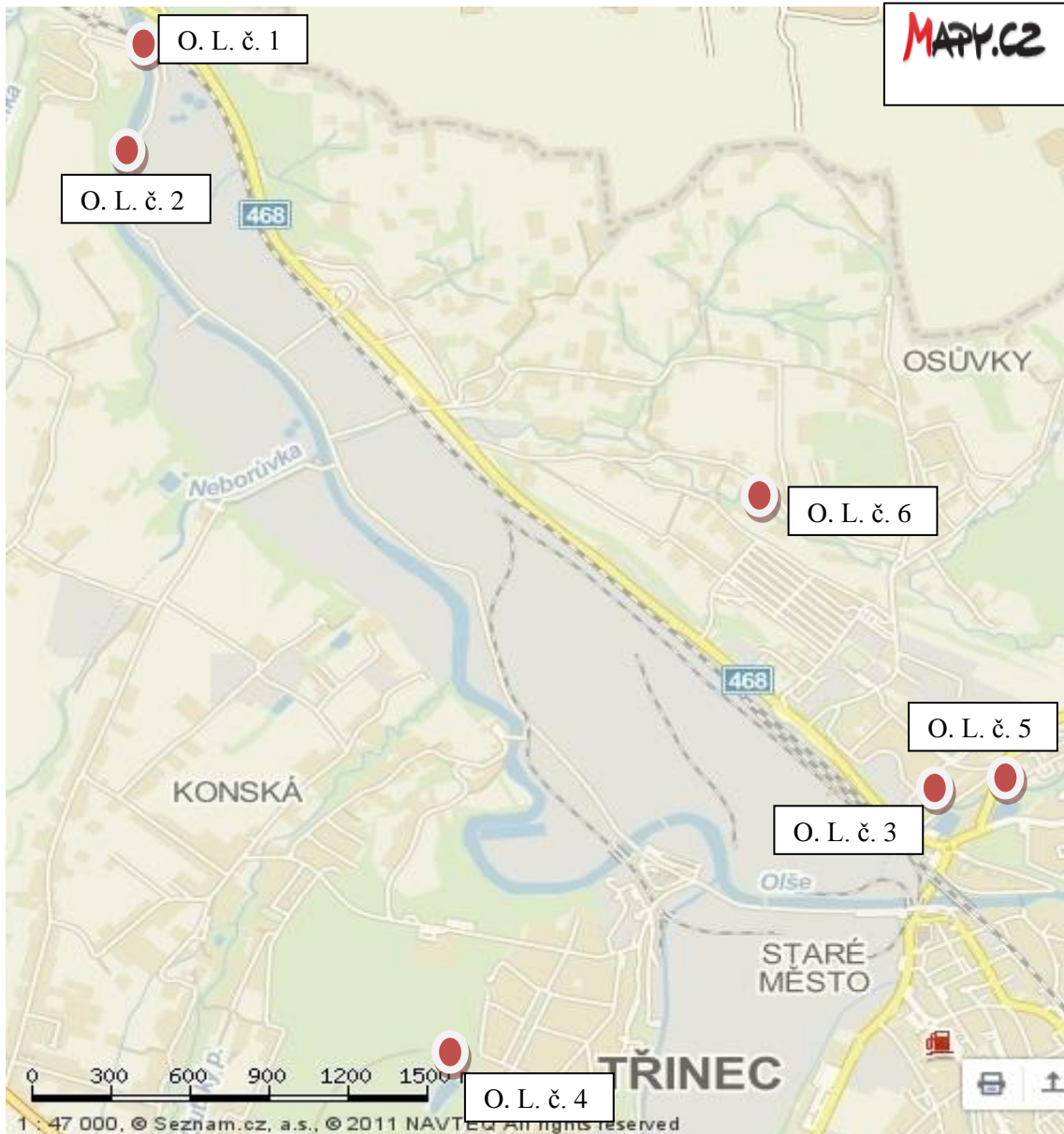
Samotná přítomnost řasy na stanovišti nemusí být mít nutně bioindikační hodnotu. Dokulit (2003) zdůrazňuje, že daleko efektivnější ukazatelem kvality prostředí spíše než přítomnost/nepřítomnost řasy na stanovišti je její abundance (četnost výskytu ve vzorku). Dokumentuje to na příkladu běžné řasy *Cladophora glomerata*, který se dá nalézt v mnoha různých biotopech, ale masový nárůst této řasy proběhne jen ve vodách eutrofovaných s vysokým podílem živin. Existují druhy, používané jako bioindikátory, jejichž přítomnost/nepřítomnost dostatečně neprokazuje kvalitu, případně nekvalitu vody, konkrétně řasy *Stephanodiscus neoastrea*, *Cyclotella meneghiniana* nebo *Aulacoseira gmanuta*. Tyto řasy mají totiž širokou toleranci k podmínkám prostředí, jejich využití je proto sporné. Další řasy, jejichž přítomnost není sama o sobě bioindikace prostředí, obsahuje poslední část následující tabulky (DOKULIT, 2003).

Tab. 9: Přehled bioindikátorů trofie prostředí, podle Kummerlina (1990, jak uvádí DOKULIT 2003)

Úroveň trofie	Systematika	Konkrétní bioindikátor
<b>Oligotrofické prostředí</b>	Bacillariophyceae	<i>Cyclotella bodanica</i>
	Crysophyceae	<i>Chromulina erkensis</i>
		<i>Chromulina rosanoffii</i>
	Xantophyceae	<i>Istmochloron irispinatum</i>
	Cryptophyceae	<i>Cryptomodas obovata</i>
<b>Oligo-mezotrofické p.</b>	Cyanophyceae	<i>Microcystis wesenbergii</i>
	Cryptophyceae	<i>Cryptaulax vulgaris</i>
<b>Mezotrofické p.</b>	Bacillariophyceae	<i>Tabellaria fenestrata</i>
<b>Eutrofické p.</b>	Cyanophyceae	<i>Microsystis aeruginosa</i>
		<i>Anaebena planctonica</i>
	Bacillariophyceae	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>
		<i>Stephanodiscus astrea</i>
	Conjugatophyceae	<i>Mougeotia thylespora</i>
	Bacillariphceae	<i>Asterionella formosa</i>
<b>Běžné bez bioindikační hodnoty</b>		<i>Cyclotella radiosia</i>
	Dinophyceae	<i>Ceratuim hirundinella</i>
	Cryptophyceae	<i>Rhodomonas minuta</i>
		<i>Cryptomonas ovata</i>

#### 4. Popis odběrových lokalit

Následující mapa znázorňuje polohu jednotlivých odběrových lokalit, číslovaných tak, jak byly vzorky odebírány.



Obr. 8: Mapa všech odběrových lokalit, značky O. L. jsou zkratky pro odběrovou lokalitu, upraveno Kruhové znázornění umístění lokality byla pro odběrová místa č. 3, 4 a 5 umístěna vedle vodních ploch samotných tak, aby byly na mapě dobře patrné. Odběrová místa č. 1, 2 a 6 jsou vymezena kruhem v místě odběru

Následující část popisuje jednotlivé odběrové lokace (obr. 9-16).

#### 4.1 Popisy jednotlivých odběrových lokalit

**Odběrová lokalita č. 1**(GPS: 49°42'58.778"N, 18°37'43.753"E, GPS všech odběrovým míst získáno přes portál mapy.cz)

Místo: říční zákrut řeky Olše, při pravém okraji fotografie je vidět silnice I. třídy č. 468, při levém okraji železniční most přes řeku Olši, součást tzv. Bohumínsko-košické dráhy, vzdálenost do Českého Těšína cca 2km, asi 1km od okraje města Třince. Přibližně 200 metrů po proudu od odběrové lokality č. 2 (normá stěna u výpusti ČOV Třinec)



Obr. 9: Odběrové místo č. 1, upraveno Fotografie pořízena počátkem dubna 2014 není zcela přesná. Zvýšená hladina vody řeky Olše zapříčiněná jarním táním (pokud se o něm po mírné zimě 2013/14 dá vůbec hovořit) zaplavila sedimentární nános, který tvořil předěl mezi hlavním korytem řeky a samotným odběrovým místem. Místo sedimentární vyvýšeniny, odkud byly v říjnu 2013 suchou nohou odebírány vzorky, je označeno červenými šipkami.

#### **Odběrová lokalita č. 2** (GPS: 49°42'51.355"N, 18°37'44.579"E)

Místo: Norná stěna na řece Olši těsně za výpustí čističky odpadních vod. Nánosy seškrabány pomocí nože z usazenin na nafukovací normé stěně ve vzdálenosti cca 1m od levého břehu řeky Olše.



Obr. 10: norná stěna za výpustí ČOV Třinec, šipky ukazující místo, odkud byly nánosy odebírány, upraveno



Obr. 11: Pohled na odběrovou lokalitu č. 2 ze směru proti proudu, místo označené šipkami a doprovázené nahnědlou pěnou je výpusť ČOV Třinec, hodnoty vody poblíž u tohoto místa analyzovala v předchozích letech GORYCZKOVÁ (2011, 2013), upraveno

### **Odběrová lokalita č. 3 (GPS: 49°41'3.975"N, 18°40'3.596"E)**

Místo: Vodní nádrž na říčce Lištnici na ulici Nádražní, spravována občanským hnutím Rybáři Třinec, průtoková nádrž.



Obr. 12: Vodní nádrž cca 150 m od areálu TŽ, šipky ukazující místo, odkud byly nánosy odebírány upraveno.



Obr. 13: Výpusť nádrže do říčky Lištnice (která jen asi 300 m po proudu ústí v areálu TŽ do řeky Olše) šipky ukazující místo, odkud byly nánosy odebírány, upraveno.



#### Odběrová lokalita č. 4 (GPS: 49°40'32.531"N, 18°38'32.132"E)

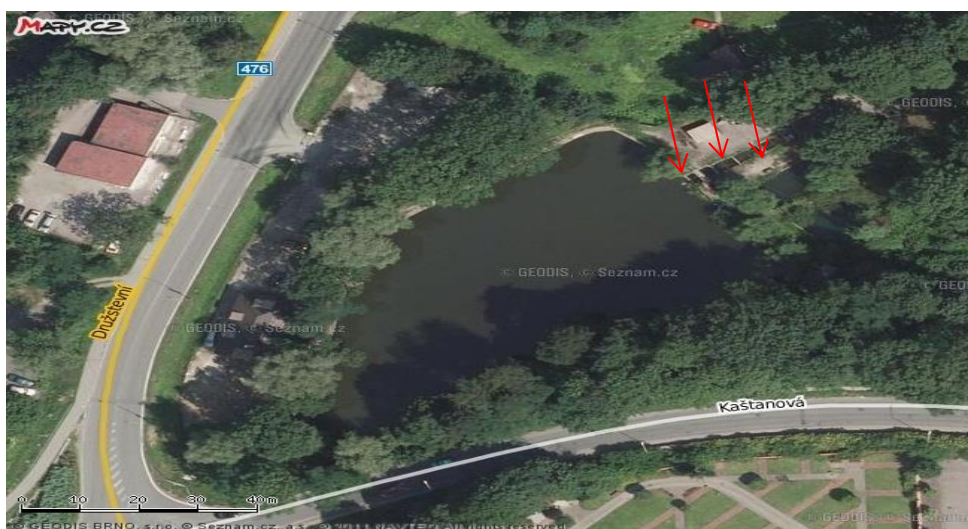
Místo: Vodní nádrž „Kanaďanka“, spravována Českým Rybářským Svazem, na okraji města, poblíž ulic Nad Kotlinou a Sadová, břehy rozbahněné i zpevněné.



Obr. 14: Nádrž Kanaďanka, okraj města Třinec, asi 1,2 km od areálu TŽ, šipky ukazující místo, odkud byly nánosy odebírány, upraveno

#### Odběrová lokalita č. 5 (GPS: 49°41'7.415"N, 18°40'18.183"E)

Místo: Sesterská nádrž ke lokalitě č. 3, umístěná mezi ulicemi Družstevní a Kaštanová



Obr. 15: Nádrž na „pod starým folvarkem“, na rozdíl od č. 3 nemá pravidelný tvar, voda přiváděna říčkou Lištnicí, ale na rozdíl od vedlejší nádrže není voda odváděna trubkou zpět do říčky, proto je přísun vody regulován umělým kanálem a systémem několika betonových nádržek, odkud byly vzorky debírány (viz šipky), zdroj: mapy.cz

**Odběrová lokalita č. 6 (GPS: 49°41'47.916"N, 18°39'38.444"E)**

Místo: Místní potok Staviska, asi 1,3 km před ústím do řeky Olše

Poznámka: Jako odběrová lokalita původně nezamýšleno, zařazeno ex post díky nálezu kobercovitých chuchvalců zelenošedých řas během říjnového sběru (následně určených jako rod *Vaucheria*).



Obr. 16: Potok Staviska, asi 1,5 km před ústím do řeky Olše, šipky ukazující místo, odkud byly nánosy odebírány, upraveno.

## 5. Výsledky a diskuse

Tato výsledková kapitola má několik částí. První podkapitola je zaměřená na výsledky teplot a pH naměřených na odběrových lokalitách a jejich porovnání. Ve druhé jsou porovnány odběrové lokality mezi sebou a také jsou jednotlivé odběry porovnány (říjen/počátek června) s ekologickými charakteristikami konkrétních taxonů. V poslední části dochází porovnání nalezených výsledků s podobnou prací Hedererové (2012), zaměřenou na flóru nepoměrně čistějšího prostředí než je okolí města Třince, tedy Uničovsko.

### 5.1 Výsledky teploty a pH na odběrových lokalitách

Společně s odebráním vzorků kultur společenstev řas byla na odběrových lokalitách odebrána voda k analýze teploty a pH. K měření bylo použito přístroje CHROMSERVIS pH7, vodotěsný přenosný pH, OPR-metr s pH elektrodou a zabudovaným teplotním čidlem (201T), pufrů Hamilton pH 4. Následující tabulky (tab. 10 a 11) udávají naměřené hodnoty na odběrových lokalitách.

Tab. 10: Hodnoty teploty vody a pH na odběrových lokalitách (O. L.) dne 13. 10. 2013

	O. L. 1	O. L. 2	O. L. 3	O. L. 4	O. L. 5	O. L. 6
T	15,5 °C	16,6 °C	15,3 °C	13,8 °C	15,9 °C	13,3 °C
pH	7,0	6,8	7,8	7,6	7,9	8,2

Tab. 11: Hodnoty teploty vody a pH na odběrových lokalitách (O. L.) dne 02. 06. 2014

	O. L. 1	O. L. 2	O. L. 3	O. L. 4	O. L. 5	O. L. 6
T	13 °C	13,9 °C	13,3 °C	11,9 °C	13,1 °C	11,2 °C
pH	6,2	6,1	6,9	6,2	7,1	7,8

Nutno ovšem poznamenat, že měření provedené 02. 06. 2014 mohlo být ovlivněno dvěma faktory, které před rokem (červen 2013) nehrály takovou roli. Podle údajů ČHMÚ (ŠIMANDL, 2014) byl totiž měsíc předcházející druhému odběru vzorků teplotně podprůměrný (asi o 0,5 °C) a srážkově naopak nadprůměrný (v rámci celé ČR s 162%

průměrných hodnot pro květen). Cholewa (2014) článkem v regionálním deníku potvrzuje, že několik dní před odebráním vzorků dne 02. 06. 2014 byly zájmové oblasti po několikadenních přivalových deštích zaznamenány dokonce lokální povodně. Je proto vysoce pravděpodobné, že hodnoty naměřených teplot a pH na odběrových lokalitách byly těmito jevy ovlivněny (CHOLEWA, 2014).

Přestože odběrové lokality č. 1 a 2 se nacházejí velmi blízko u sebe na identickém vodním toku, je na naměřených hodnotách patrný jistý rozdíl. Zejména lokalita č. 2 vykazuje ve srovnání s lokalitou č. 1 zvýšené hodnoty teploty a nižší pH. To se dá vysvětlit umístěním výpusti ČOV Třinec v těsné blízkosti odběrové lokality č. 2, která vypouští vodu o nižším pH (GORYCZKOVÁ, 2011). Odběrová lokalita č. 1 se nachází asi 150m po proudu této řeky, kde již mohlo dojít k promísení vody z ČOV s vodou řeky Olše.

Relativně stabilní pH v odběrových oblastech č. 3, 4 a 5 ve srovnání s vyšší hodnotou v poslední odběrové oblasti 6 si lze vysvětlovat tím, že se jedná o obhospodařované, kontrolované areály určené k chovu a lovu ryb, proto se do těchto nádrží nevypouští žádné vody z domácností. Navíc vzhledem k betonovým korytům (v případě lokality č. 3 a 4) nedochází ani ke splavování hnojiv z okolních zemědělských lokalit či prosakování z půdy. To neplatí o říčce Staviska (odběrová lokalita č 6), což by vysvětlovalo zvýšené pH a nižší teplotu (průtoková lokalita bez přídavného ohřevu vody hromaděním a pomalým odtokem).

Vzhledem k častému výskytu kyselých dešťů v oblasti v květnu 2014, vykazují výsledky pH v porovnání obou odběrů pokles, místy dokonce o 1,4 stupně (odběrová lokalita č. 4). Relativně nižší pH odběrové lokality č. 4 by mohlo být způsobeno samotnou lokací objektu. Voda zásobující odběrové lokality č. 1, 2, 3, 5 a 6 totiž přitéká z východu, případně jihovýchodu a teče směrem na západ. Protéká proto oblastí tzv. těšínských vápenců v oblasti kolem Vendryně (východně od Třince), které (jak uvádí GORYCZKOVÁ, 2011) pravděpodobně zvyšují pH vody řeky Olše, řeky Lištince a potoku Staviska. Nádrž Kanadanka (odběrová lokalita č. 4) ovšem bere svou vodu z nedalekého pramene umístěného na západ od objektu Třineckých železáren, respektive na jihozápad od centra města Třince. Voda z této lokality proto pravděpodobně není protékáním oblastí vápencových hornin tolik ovlivněna.

Vysoké pH poslední sledované lokality (potok Staviska) a její ve srovnání s ostatními lokacemi nízký pokles mezi dvěma sledovanými obdobími (pouze o 4 desetiny)

stupně se také dá vysvětlit specifikou lokality. Potok Staviska pramení nedaleko Polských hranic severovýchodně od města Třince, není proto ovlivněna výpustí ČOV na řece Olši (kam přibližně 1,5 km od odběrové lokality č. 6 teprve ústí). Proto nedochází k ovlivnění ČOV Třinec, která, jak popisuje Goryczková (2011, 2013) vypouští do řeky Olše vodu s nižším pH a vyšší teplotou (GORYCZKOVÁ, 2011, 2013).

## 5.2 Zhodnocení nalezených taxonů řas

Na šesti lokalitách bylo nalezeno a identifikováno pouze 29 taxonů řas a sinic, což do jisté míry potvrzuje původní předpoklad, tedy že dlouhodobým působením znečištění v oblasti i v celé slezské pánvi bude nalezených taxonů střídme a biodiverzita nalezených organismů bude nízká. Následující podkapitola se věnuje porovnávání jednotlivých odběrových lokalit mezi sebou (tab. 12-17).

Tab. 12: Nálezy z odběrového místa č. 1

Taxony nalezené Pouze 13/10/2013	Taxony nalezené Při obou odběrech	Taxony nalezené Pouze 02/06/2014
	<b>Cyanophyta</b>	
<i>Phormidium</i> sp.		
	<b>Chromophyta</b>	
<i>Cymatopleura</i> cf. <i>librilis</i>		
<i>Diatoma</i> cf. <i>vulgare</i> var. <i>vulgare</i>		
		<i>Gomphonema</i> cf. <i>ventricosa</i>
		<i>Surirella</i> cf. <i>ovata</i>
	<i>Cymbella</i> cf. <i>ehrenbergii</i> .	
	<i>Melosira</i> sp.	
	<i>Navicula</i> sp.	
	<b>Chlorophyta</b>	
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>acuminatus</i>		
		<i>Ulothrix</i> sp.
	<i>Scenedesmus</i> sp.	
	<b>Charophyta</b>	
<i>Closterium</i> sp.		
<i>Cosmarium</i> cf. <i>biretum</i>		

Na odběrové lokalitě č. 1 bylo ve dvou sledovaných obdobích nalezeno a identifikováno celkem 14 taxonů, z toho jediný sinic, 7 hnědých, 4 zelených řas a 2 taxony ze skupiny Charophyta. Jak ukázalo měření teplot (Tab. č. 11), došlo v porovnání obou odběrů k poklesu teplot, což se projevilo výskytem chladnomilného severského druhu *Gomphonema* cf. *ventricosa* v odběru z počátku června (HINDÁK, et. al 1978). Výskytem *Surirella* cf. *ovata* bylo také potvrzeno snížení pH vody, protože tento druh, jak uvádí Hindák et. al (1978) je spíše alkalofilní a podobně jako *Gomphonema* cf. *ventricosa* preferuje spíše čistější vody, což platí i pro další odběrová místa. Naopak rod *Closterium*, nalezený při říjnovém odběru se vyskytuje spíše v eutrofních vodách. Dle těchto dat se dá i bez konkrétních měřených dat trofie usoudit, že prostředí z počátku června 2014 je ve srovnání s polovinou října roku 2013 čistější, chladnější a kyselejší. Podle měření Červené

(2013) výskyt rodu *Gomphonema* poukazuje na prostředí oligosaprobni, podle výskytu rodů *Surirella* a *Navicula* spíše na prostředí beta-mezosaprobni, což by poukazovalo na nepatrné, případně přirozené zatížení organickými látkami (ČERVENÁ, 2013, HINDÁK, et. al. 1978). Přítomnost rodu *Melosira* poukazuje na zásaditost prostředí (ŠEJNOHOVÁ et. al. 2008).

Tab. 13: Nálezy na odběrovém místě č. 2

Taxony nalezené	Taxony nalezené	Taxony nalezené
Pouze 13/10/2013	Při obou odběrech	Pouze 02/06/2014
	<b>Cyanophyta</b>	
<i>Limnothrix</i> sp.		
<i>Phormidium</i> sp.		
	<b>Chromophyta</b>	
		<i>Gomphonema</i> cf. <i>ventricosum</i>
		<i>Surirella</i> cf. <i>ovata</i>
	<i>Cymbella</i> cf. <i>ehrenbergii</i>	
	<i>Fragilaria</i> sp.	
	<i>Melosira</i> sp.	
	<i>Navicula</i> sp.	
	<b>Chlorophyta</b>	
<i>Cladophora</i> sp.		

Na odběrové lokalitě č. 2 bylo ve dvou sledovaných obdobích nalezeno a identifikováno celkem 9 taxonů, z toho 2 sinic, 6 hnědých, jeden zelených řas, skupina Charophyta nebyla identifikována. Jelikož jsou ve výskytu taxonů odběrová lokalita č. 1 a 2 velmi podobné (nacházejí se na stejném toku jen asi 150 m od sebe), proto výše uvedené závěry platí i pro tuto lokalitu. Za povšimnutí stojí nízká frekvence výskytu rozšířené a hojně řasy (HINDÁK, et. al. 1978) *Cladophora* pouze v 1 vzorku z celkem 4 odebraných z řeky Olše (říjen 2/počátek června 2).

Tab. 14: Nálezy na odběrovém místě č. 3

Taxony nalezené	Taxony nalezené	Taxony nalezené
Pouze 13/10/2013	Při obou odběrech	Pouze 02/06/2014
	<b>Cyanophyta</b>	
		<i>Phormidium</i> sp.
	<b>Chromophyta</b>	
<i>Asterionella</i> cf. <i>formosa</i>		
<i>Cymatopleura</i> cf. <i>librilis</i>		

<i>Diatoma cf. vulgare var.</i>		
		<i>Gomphonema cf. truncatum</i>
		<i>Gomphonema cf. ventricosum</i>
		<i>Gyrosigma cf. acuminatum</i>
	<i>Amphora cf. ovalis</i>	
	<i>Caloneis sp.</i>	
	<i>Cymbella cf. ehrenbergii</i>	
	<i>Fragilaria sp.</i>	
	<i>Melosira sp.</i>	
	<i>Navicula sp.</i>	
	<i>Scenedesmus sp.</i>	
	<b>Chlorophyta</b>	
<i>Cladophora sp.</i>		
<i>Pediastrum cf. boryanum</i>		
		<i>Scenedesmus sp.</i>
	<b>Charophyta</b>	
<i>Spirogyra sp.</i>		
	<i>Closterium sp.</i>	

Na odběrové lokalitě č. 3 bylo ve dvou sledovaných obdobích nalezeno a identifikováno celkem 19 taxonů, z toho jediný sinic, 13 hnědých, 3 zelených řas a 2 taxony ze skupiny Charophyta. Počet 19 nalezených a identifikovaných taxonů činí z této odběrové lokality nejdiverzifikovanější ze všech 6 míst. Přítomnost rodu *Diatoma* poukazuje na meso-eutrofní/mesosaprobni prostředí (ŠEJNOHOVÁ et. al. 2008). Na základě výskytu rodu *Closterium* v obou odběrech (což platí pouze pro tuto odběrovou lokalitu) můžeme charakterizovat prostředí jako mírně eutrofní s preferencí hodnot pH 6,7-7,2 (HINDÁK et. al. 1978). Absence rodu *Asterionella* v odběru z počátku června by se dala vysvětlit sezónní dynamikou této rozsivky, podle Kaliny & Váni (2005) je tento rod nejrozšířenější spíše na podzim a na jaře, přičemž druhý odběr byl pořizován až v pozdnější fázi jara (KALINA & VÁŇA, 2005).

Tab. 15: Nálezy na odběrovém místě č. 4

Taxony nalezené Pouze 13/10/2013	Taxony nalezené Při obou odběrech	Taxony nalezené Pouze 02/06/2014
	<b>Cyanophyta</b>	
<i>Oscillatoria sp.</i>		
	<b>Chromophyta</b>	
<i>Amphora cf. ovalis</i>		
<i>Gomphonema cf. truncatum</i>		
		<i>Gomphonema cf. ventricosum</i>
		<i>Rhoicosphenia cf. curvata</i>



	<i>Cymbella</i> cf. <i>ehrenbergii</i>	
	<i>Diatoma</i> cf. <i>vulgare</i> var.	
	<i>Fragilaria</i> sp.	
	<i>Melosira</i> sp.	
	<i>Meridion</i> cf. <i>circulare</i>	
	<i>Navicula</i> sp.	
	<b>Chlorophyta</b>	
		<i>Pediastrum</i> cf. <i>boryanum</i>
		<i>Pediastrum</i> cf. <i>tetras</i>
		<i>Scenedesmus</i> sp.
	<b>Charophyta</b>	
		<i>Cosmarium</i> cf. <i>botrytis</i>

Na odběrové lokalitě č. 4 bylo ve dvou sledovaných obdobích nalezeno a identifikováno celkem 14 taxonů, z toho jediný sinic, 10 hnědých, 3 zelených řas a 1 taxon ze skupiny Charophyta. Výskyt rodu *Oscillatoria* napovídá, že v období říjnového odběru byla voda na odběrové lokalitě č. 4 čistá ale eutrofní, což je podle Hindáka (1978) preferované prostředí této řasy. Na čisté, neutrální až mírně alkalickému prostředí napovídá výskyt rozsivky *Meridion* cf. *circulare* (HINDÁK, et al. 1978). Z hlediska saprobity by se na základě výskytu této řasy dalo prostředí charakterizovat jako oligosaprobni, na základě výskytu sinice rodu *Oscillatoria* spíše ovšem jako alfa-mesosaprobni (ČERVENÁ, 2013). Je tedy očekávatelné, že došlo mezi oběma odběry k poklesu saprobity.

Tab. 16: Nálezy na odběrovém místě č. 5

Taxony nalezené Pouze 13/10/2013	Taxony nalezené Při obou odběrech	Taxony nalezené Pouze 02/06/2014
	<b>Cyanophyta</b>	
<i>Merismopedia</i> sp.		
<i>Oscillatoria</i> sp.		
	<b>Chromophyta</b>	
<i>Diatoma</i> cf. <i>vulgare</i> var.		
<i>Gomphonema</i> cf. <i>truncatum</i>		
<i>Gomphonema</i> cf.		
		<i>Amphora</i> cf. <i>ovalis</i>
		<i>Cymatopleura</i> sp.
		<i>Melosira</i> sp.
		<i>Rhoicospheria</i> cf. <i>curvata</i>
	<i>Cocconeis</i> sp.	
	<i>Cymbella</i> cf. <i>ehrenbergii</i>	
	<i>Fragilaria</i> sp.	
	<i>Navicula</i> sp.	

	<b>Chlorophyta</b>	
		<i>Cladophora</i> sp.
	<b>Charophyta</b>	
<i>Closterium</i> cf. <i>ehrenbergii</i>		

Na odběrové lokalitě č. 5 bylo ve dvou sledovaných obdobích nalezeno a identifikováno celkem 15 taxonů, z toho 2 sinic, 11 hnědých, 1 zelených řas a 1 taxon ze skupiny Charophyta. Podobně jako v předchozím případě na základě výskytu rodu *Oscillatoria* pouze v podzimním období napovídá snížení stupně saprobity a trofie mezi sledovanými odběry (HINDÁK et al. 1978, ČERVENÁ, 2013).

Tabulka č. 17: Nálezy na odběrovém místě č. 6

Taxony nalezené	Taxony nalezené	Taxony nalezené
Pouze 13/10/2013	Při obou odběrech	Pouze 02/06/2014
	<b>Cyanophyta</b>	
<i>Limnothrix</i> sp.		
	<b>Chromophyta</b>	
<i>Vaucheria</i> sp.		
		<i>Melosira</i> sp.
		<i>Gyrosigma</i> cf. <i>acuminatum</i>
		<i>Gomphonema</i> cf. <i>vetricosum</i>
		<i>Cymbella</i> cf. <i>ehrenbergii</i>
		<i>Pinnularia</i> cf. <i>mesolepta</i>
	<i>Navicula</i> sp.	
	<b>Chlorophyta</b>	
		<i>Ulothrix</i> sp.

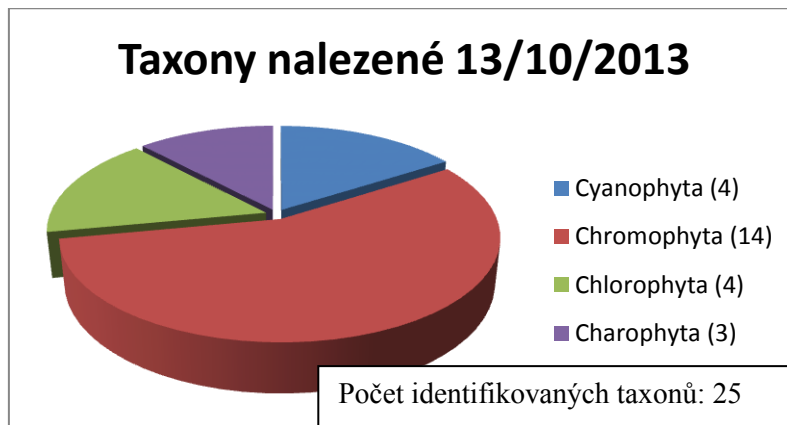
Na odběrové lokalitě č. 6 bylo ve dvou sledovaných obdobích nalezeno a identifikováno celkem pouze 9 taxonů, z toho 1 sinic, 7 hnědých, 1 zelených řas, taxony ze skupiny Charophyta se na této lokalitě nevyskytovaly. Na tomto odběrovém místě byl zjištěn největší rozdíl mezi oběma odběry. V polovině října byly na lokalitě č. 6 zjištěny pouze 3 taxony s dominancí různobrvky z rodu *Vaucheria*. Výskyt rodu *Ulothrix* v odběru z počátku října poukazuje na oligosaprobni prostředí (HINDÁK et al. 1978, ČERVENÁ, 2013).

Tabulka (tab. 18) na následující straně shrnuje výsledky z jednotlivých lokalit.

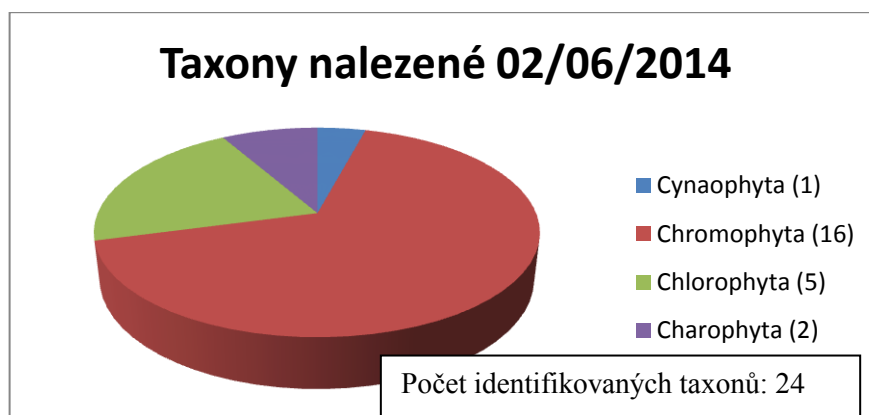
Tab. 18: Souhrn všech nalezených taxonů v součtu obou odběrů, číslem označeny jednotlivé odběrové lokality

Taxon	1	2	3	4	5	6
<b>Cyanophyta</b>						
<i>Limnothrix</i> sp.		x			x	x
<i>Merismopedia</i> sp.						
<i>Oscillatoria</i> sp.				x	x	
<i>Phormidium</i> sp.	x	x	x			
<b>Chromophyta</b>						
<i>Asterionella</i> cf. <i>formosa</i>			x			
<i>Amphora</i> cf. <i>ovalis</i>			x	x	x	
<i>Caloneis</i> cf. <i>ventricosa</i>			x			
<i>Cocconeis</i> sp.					x	
<i>Cymatopleura</i> cf. <i>libriliis</i>	x		x		x	
<i>Cymbella</i> cf. <i>ehrenbergii</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Diatoma</i> cf. <i>vulgare</i> var. <i>vulgare</i>	x		x	x	x	
<i>Fragilaria</i> sp.		x	x	x	x	
<i>Gomphonema</i> cf. <i>truncatum</i>			x	x	x	
<i>Gomphonema</i> cf. <i>vetricosum</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Gyrosigma</i> cf. <i>acuminatum</i>						x
<i>Melosira</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Meridion</i> cf. <i>circulare</i>				x		
<i>Navicula</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Pinnularia</i> cf. <i>mesolepta</i>						x
<i>Rhoicosphenia</i> cf. <i>curvata</i>				x	x	
<i>Surirella</i> cf. <i>ovata</i>	x	x				
<i>Vaucheria</i> sp.						x
<b>Chlorophyta</b>						
<i>Cladophora</i> sp.		x	x		x	
<i>Oedogonium</i> sp.	x					
<i>Pediastrum</i> sp.			x	x		
<i>Pediastrum</i> cf. <i>tetras</i>				x		
<i>Scenedesmus</i> sp.	x		x	x		
<i>Ulothrix</i> sp.						x
<b>Charophyta</b>						
<i>Cosmarium</i> sp.	x			x		
<i>Closterium</i> sp.	x		x		x	
<i>Spirogyra</i> sp.			x			

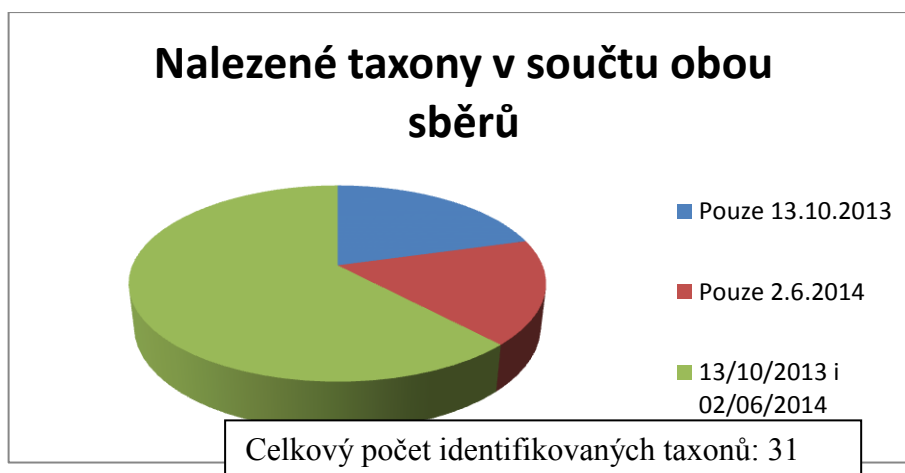
Následující grafy (obr. 17-19) znázorňují výskyt jednotlivých sledovaných skupin v obou odběrech.



Obr. 17: Grafické znázornění procentuálního zastoupení nalezených taxonů v odběru ze dne 13. 10. 2013, upraveno



Obr. 18: Grafické znázornění procentuálního zastoupení nalezených taxonů v odběru ze dne 02. 06. 2014, upraveno



Obr. 19: Procentuální zastoupení taxonomických skupin v obou odběrech, upraveno

Z celkového počtu 31 identifikovaných taxonů, se říjnové a červnové odběry shodovaly v 18 případech (zelená výseč), tedy v přibližně 58 % případů. Rody *Asterionella*, *Limnothrix*, *Merismopedia*, *Oedogonium*, *Spirogyra* a *Vaucheria* byly identifikovány pouze v říjnových (modrá výseč) a rody *Gyrosigma*, *Pinnularia*, *Rhoicosphenia*, *Surirella*, a *Ulothrix* pouze v odběrech z počátku června (červená výseč).

Důvod pro výskyt/absenci výše zmíněných rodů lze hledat v podmínkách prostředí. Publikace Atlas Fytobentosu (ŠEJNOHOVÁ et al., 2008) například udává podobné ekologické nároky rodů *Gyrosigma*, *Rhoicosphenia* a *Surirella*, tedy výskyt v mezosaprobních vodách s tendencí snášet lépe vyšší salinitu a preferenci zásaditějšího pH, což potvrzuje i Hindák et. al (1978). Nepotvrzují to ovšem naměřené hodnoty pH, které ve srovnání říjen 2013/ počátek června 2014 vykázaly (místy i velký) pokles. Je autorovou domněnkou, že hodnoty pH na počátku června by, nebýt přívalových (a pravděpodobně kyselých dešťů) z období z konce května, byly by hodnoty naměřené dne 02. 06. 2014 vyšší. To by totiž souhlasilo s výskytem výše uvedených rodů rozsivek.

Poměrně zvláštní je absence rodu *Spirogyra* ve druhém vzorku, vícero autorů (ŠEJNOHOVÁ et al., 2008, KAŠTOVSKÝ & HAUER, 2014)) se shodují na tom, že tato řasa se vyskytuje velmi hojně. Přesto ve vzorcích z 02/06/2014 zcela chybí.

Z předchozích grafů se dá vyvodit závěr, že vzorky kultur řas v rámci roku vykazují sezónní dynamiku, zejména co se týče procentuálního zastoupení sinic a hnědých řas na odběrových lokalitách 1-6.

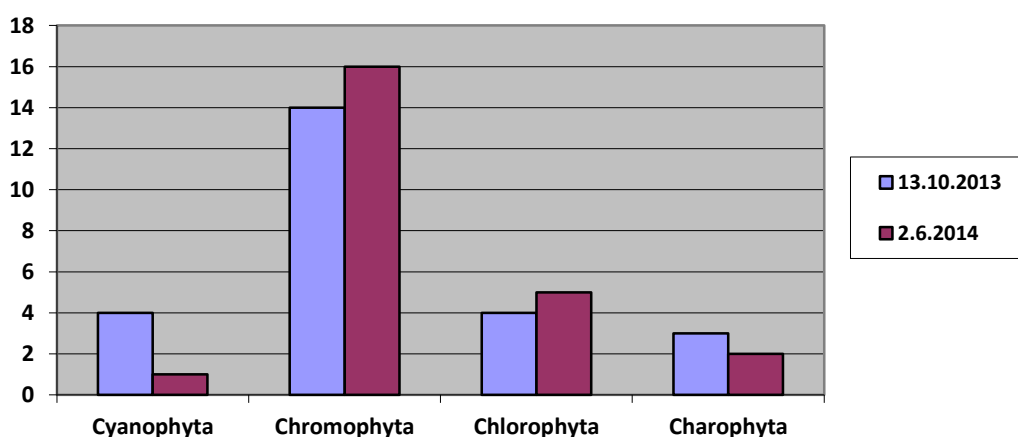
Nejpatrnější je tento fakt na zastoupení sinic, které byly ve vzorcích odebraných dne 02/06/2014 identifikovány pouze v jediném taxonu, konkrétněji rodu *Phormidium*, zatímco při podzimním sběru byly identifikovány taxony čtyři (*Limnothrix*, *Merismopedia*, *Oscillatoria* a *Phormidium*). Tento jev by se dal vysvětlit nižšími teplotami a poměrně rozsáhlými přívalovými dešti, které v měsíci květnu zájmovou oblast zasáhly (CHOLEWA, 2014). Je tedy možné, že část společenstev byla silným proudem řeky Olše odplavena mimo pozorovanou oblast.

Jiný závěr lze vyvozovat ze zastoupení hnědých řas skupiny (Chromista). Celkový výsledek 16 nalezených taxonů na počátku června 2014 ze skupiny rozsivek (Bacillariophyceae) sice v na první pohled nevykazuje výraznější posun od srpna 2013, kdy bylo nalezených taxonů 15, rozdíl je ovšem v procentuálním zastoupení hnědých řas

v poměru všech vzorků. Zatímco v říjnu 2013 činily řasy ze skupiny Chromophyta 60% nalezených taxonů, na počátku června 2014 to byly rovné dvě třetiny.

Pokud by se porovnávaly jen nálezy taxonů třídy Bacillariophyceae, tento údaj by klesl na 62,5 % a to protože řasa rodu *Vaucheria*, nalezená pouze při sběru na odběrové lokalitě č. 6 z října 2013, se řadí do třídy různobrvěk (Xanthophyceae), která přestože je rozsivkám příbuzná, se řadí zvlášť.

Následující graf (obr. 20) udává celkové množství nalezených a identifikovaných taxonů ve srovnání obou odběrů (13. 10 2013 a 02. 06. 2014).



Obr. č. 20: Nálezy na všech odběrových místech v porovnání obou sběrů, na ose x množství taxonů

Při porovnávání četnosti výskytu nejčastěji nalezených rodů, lze mezi oběma odběry (říjen/počátek června) pozorovat jak spjitosti, tak velké rozdíly. Nejčastěji vyskytujícím taxonem byla rozsivka z rodu *Navicula*, nalezená ve všech 12 zkoumaných vzorcích (6 říjen, 6 počátek června). Často se byla identifikována další z rozsivek, *Melosira*, u níž byl pozorován nárůst četnosti ze čtyř vzorků z října 2013 na všech šest z počátku června 2014 (totéž navýšení platí i pro rod *Fragilaria*). Nárůst četnosti zaznamenala i další rozsivka z rodu *Gomphonema*, konkrétněji ze tří na pět vzorků, a u rodu *Cymbella* z pěti na všech šest.

Přestože častěji byl pozorován nárůst výskytů jednotlivých taxonů ve vzorcích, některé však vykazovaly pokles, konkrétně rod *Closterium* ze tří na jeden výskyt ve směsných vzorcích. Velmi rapidní byl pokles výskytu rodu *Diatoma* ze čtyř výskytů v říjnu 2013 na jedinou lokalitu (odběrové místo č. 4) z počátku června 2014.

### 5.3 Srovnání výsledků Třinecko (2014) a Uničovsko (2012)

Jedním z cílů této práce bylo porovnat nálezy řas ve srovnatelném výzkumu v „čistší“ oblasti, k tomuto účelu byla použita práce Srovnání řasových společenstev v různých typech stojatých vod v mikroregionu Uničovsko Veroniky Hedererové (2012). Přestože konkrétní informace o znečištění v oblasti Uničovska tato práce nepodává, obecně vzato se díky porovnání průmyslové aktivity daných dvou oblastí dá téměř s jistotou říci, která z těchto svou lokalit je více znečištěná. Práce z Uničovska vyprodukovala 62 nalezených taxonů, což je v přímém porovnání s 31 nalezenými v této práci skutečně rozdíl.

Ne všechny odběrové lokality jsou ovšem pro srovnávání obou prací vhodné, protože ne všechny lokality této práce mají stejný charakter. Přestože celkový počet nalezených taxonů v této práci dosáhl na číslo 31, pro srovnání je třeba použít číslo 24, což je souhrn taxonů nalezených na odběrových stanovištích č. 3, 4 a 5, které se svým charakterem stojatých vod dají jako jediné z odběrových lokalit této práce adekvátně srovnávat s prací Hedererové (2012).

Numericky vyjádřeno, odběry na 6 lokalitách na Třinecku dokládají pouze 50 % taxonů nalezených na Uničovsku, srovnatelné odběry (3, 4, 5) vykazují s Uničovskou prací jen 38% podobnost. Z výsledků samotných by se tedy dal vyvodit závěr, že výskyt řas v zájmové oblasti Třinecka by mohl být ovlivněn (kromě zřejmých faktorů jako geografická poloha atd.) také činností znečišťujícími faktory v oblasti, a to jak na úrovni mikroregionu díky TŽ, tak také v rámci větší oblasti celé Slezské pánve. Je ovšem nutné zdůraznit, že k prokazatelnému přisouzení menšího počtu nalezených taxonů v oblasti Třinecka na vrub znečištění jakéhokoliv typu či prokázání vlivu konkrétního zdroje znečištění by bylo nutné provést dlouhodobější studii s větším množstvím měření.

Následující část porovnává výskyt konkrétních rodů mezi pracemi na Uničovsku (HEDEREROVÁ, 2012) a Třinecku (2014):

V sinicích (Cyanophyta) se obě práce shodují v nálezech 4 taxonů, konkrétně rodů *Merismopedia*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, a *Planktothrix*. Nad tento rámec našla Hedererová (2012) dalších 5 taxonů, konkrétně *Anabaena*, *Leptolyngbya*, *Microcystis*, *Microcystis wesenbergii* a *Pseudoanabaena*.

Ve hnědých řasách, konkrétně rozsivkách (*Bacillariophyceae*) se obě práce shodují v nálezech 10 taxonů, konkrétně rodů *Amphora*, *Caloneis*, *Cocconeis*, *Cymatopleura*, *Cymbella*, *Diatoma*, *Fragillaria*, *Gomphonema*, *Melosira* a *Navicula*. Nad tento rámec našla Hedererová (2012) další 4 rody, konkrétně *Aulacoseira*, *Cyclotella*, *Cymbopleura* a *Nitzschia*.

Zajímavým úkazem je hojný výskyt rozsivky *Asterionella formosa* v odběrové lokalitě č. 3, ovšem pouze během říjnového odběru. Tato tvarově velmi zajímavá rozsivka, tvořící prostorové hvězdicovité kolonie, nebyla v prostředí Uničovska ani v odběru z počátku června zjištěna. Podle Hindáka (1978) by tomu mohlo být kvůli preferenci eutrofických vod touto jinak hojnou rozsivkou, což se po chladném a deštivém období v květnu 2014 nedá očekávat (HINDÁK, et. al, 1978).

Co se zelených řas (*Chlorophyta*) týče, obě práce se shodují v pouze 4 rodech, konkrétně *Cladophora*, *Oedogonium*, *Pediastrum boryanum* a *Scenedesmus*. U rodu *Scenedesmus* je v porovnání podzimních odběrů s červnovými odběry a ve srovnání Uničovské práci byla nalezena v daleko větším počtu vzorcích. Toto je zajímavé také proto, že Hindák et. al (1978) udává, že rody *Scenedesmus* je jeden z našich nejčastěji se vyskytujících druhů, obývajících rozličné typy vod včetně subarktických stanovišť. Nízká frekvence výskytu této široce rozšířené řasy by mohla být indikátorem kvality místního prostředí. Odběry na počátku června prokázaly výskyt zelené řasy z rodu *Scenedesmus* častěji. Nad tento rámec našla Hedererová (2012) dalších 8 rodů, konkrétněji *Ankistrodesmus*, *Coelastrum*, *Crucigenia*, *Dictyosphaerium*, *Lagerheimia*, *Microspora*, *Monoraphidium*, *Tetraedron*. Zajímavým zjištěním v této oblasti je fakt, že zatímco v Uničovské práci byl rod *Cladophora* zjištěn jen v jednom případě, ve vzorcích této práce byl zjištěn častěji a zejména na odběrové lokalitě č. 2 (výpusť ČOV) tvořil během říjnového odběru dominantní část vzorku.

Ve skupině Charophyta se tyto 2 práce shodují pouze ve 3 případech rodů *Closterium*, *Cosmarium* a *Spirogyra*. Posledně jmenovaná šroubatka je Hedererovou (2012) nalezena ve 4 z 6 případů, tato práce vykazuje tuto velmi rozšířenou řasu jen v případě jednoho vzorku v lokalitě č. 3 při říjnovém odběru.

Na rozdíl od Hedererové (2012) neprokázalo studium vzorků z lokalit na Třinecku přítomnost žádného z druhů zlativek (*Chrysophyceae*), na absenci výskytu ruduch (*Rhodophyta*) a obrněnek (*Dinophyta*, *Dinzoa*) se obě práce shodují. A to i přesto, že



v několika vzorcích této práce byly nalezeny útvary připomínající obrněnku z rodu *Perinidium*, tyto fragmentované části materiálu však nebyly dostatečně průkazné, aby se dala její přítomnost potvrdit či poříditi kvalitní fotografie.

Přestože výsledky napovídají mnohé, s jistotou tvrdit, že znatelný rozdíl v diverzitě obou srovnávaných prací má na svědomí znečištěné prostředí či konkrétní znečišťovatel z dostupných dat bohužel nelze.

## Závěr

Tato diplomová práce v teoretické části podávala zprávu o současné situaci v regionu Třinecka z obecného pohledu, z pohledu životního prostředí a popisovala vlivy antropogenní průmyslové činnosti na prostředí v okolí. V rámci vlastního výzkumu práce bylo 6 odběrových lokalit ve městě Třinci podrobena analýze výskytu řasových společenstev (s daty odběrů 13. 10. 2013 a 02. 06. 2014) s těmito výsledky:

Z naměřených výsledků vyplývá, že vodní prostředí města Třince vykazuje díky specifickému podloží tzv. těšínských vápenců hodnoty pH v oblasti lehce zásadité, což se projevilo i na výsledcích nalezených taxonů. Odběry prováděné na počátku června 2014 tyto hodnoty sice snížily, což se ale neprojevilo na výskytu taxonů preferujících zásaditější prostředí. Naopak: v odběrech z počátku října se vyskytovalo množství taxonů preferujících prostředí zásaditého charakteru. Je tedy předpoklad, že nebyt krátkodobého ovlivnění přívalovými dešti (které jsou v industriálních oblastech běžné), naměřené hodnoty pH by vykazaly vyšší hodnotu než při odběrech z října 2013.

V součtu obou odběrů bylo nalezeno a identifikováno celkem 29 taxonů sinic a řas s naprostou převahou skupiny Chromophyta, které až na jeden rod patří do třídy rozsivek (Bacillariophyceae) s nejčastěji vyskytujícími se rody jako *Melosira*, *Navicula*, *Gomphonema* a *Cymbella*. Sinic, zelených řas a řas ze skupiny Charophyta bylo v porovnání nalezeno daleko méně.

Jako nejdiverzifikovanější oblastí se s počtem 16 nalezených a identifikovaných taxonů se ukázalo odběrové stanoviště č. 3 (vodní nádrž na říčce Lištnici na ulici Nádražní), největší sezónní dynamiku vykazala odběrová lokalita č. 6 (potok Staviska).

Na základě výskytu konkrétních druhů bylo usouzeno, že vodní prostředí města Třince vykazuje při odběrech z počátku června 2014 větší čistotu, nižší míru trofie a nižší úroveň saprobity ve srovnání se stejnými odběrovými místy z poloviny října 2013.

Ve srovnání s podobnou prací prováděnou v prostředí bez dlouhodobé průmyslové činnosti je třeba uvést, že výsledky této práce vykazují daleko menší biodiverzitu sinic a řas. Práce na Uničovsku z roku 2012 prokázala více než dvojnásobný počet nalezených taxonů.

Přestože data shromážděná v teoretické části charakterizují oblast Třinecka jako antropogenně znečištěnou, práce zaměřené na kvalitu vodního prostředí jasně uvádějí, že kvality vody splňují předepsané normy a emisní limity. Bohužel z jednorázové studie jako tato nelze jednoznačně prokázat vliv znečištění jako hlavní důvod nízké biodiverzity sinic a řas v zájmové oblasti. Dále je, vzhledem k makro-regionálnímu a hranice přesahujícímu znečištění celé Slezské metropolitní oblasti, z dostupných dat nemožné určit spojitost konkrétního subjektu (jako jsou Třinecké železárny) s nízkou biodiverzitou řas a sinic v zájmové oblasti. A to přestože každoroční zprávy o životním prostředí, vydávané akciovou společností Třinecké Železárny, nevykazují za posledních několik let významný pokles ve vypouštění odpadních vod a emisí do ovzduší.

## Zdroje použité v práci

BANAŠ, M., *Posouzení koncepce „Územní plán Třinec“ na evropsky významné lokality a ptačí oblasti podle §45i zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, platném znění*, 2010, [online] Ekogroup czech s.r.o., dostupné z

[http://www.trinecko.cz/plany/uzemni\\_plan/NATURA%20-%20Vyhodnocen%C3%AD%20vliv%C5%AF%20na%20evropsky%20v%C3%BDznamn%C3%A9%20lokality%20a%20pta%C4%8D%C3%AD%20oblasti.pdf](http://www.trinecko.cz/plany/uzemni_plan/NATURA%20-%20Vyhodnocen%C3%AD%20vliv%C5%AF%20na%20evropsky%20v%C3%BDznamn%C3%A9%20lokality%20a%20pta%C4%8D%C3%AD%20oblasti.pdf), [cit. 21. 4. 2014]

BEDNÁŘ, J., *Kompendium ochrany kvality ovzduší – Meteorologie*. Ochrana ovzduší, Praha, 2/2003, 19 s. ISSN 1211–0337

CICHÁ, I., et al: *Olza od pramene po ujście*, Český Těšín: Region Silesia, 2000, 152s, ISBN 80-238-6081-X

CULEK, M., *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, 1996, 347 s

CZERNEK, J., et al., *Vendryně - Wędrynia 1305-2005*, Vendryně: Vydavatelství Beskydy, 2004, 194s, ISBN 80-239-3845-6

ČERVENÁ, L., *Řasová a sinicová flóra Výškovického potoka v Slavkovském lese*, Plzeň, 2012, [on-line], Západočeská univerzita v Plzni, fakulta pedagogická, katedra biologie, dostupné z <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/5666/Bakalarska%20prace-%20Lucie%20Cervena.pdf?sequence=1>, [cit. 18. 6. 2014]

ČHMÚ: *Přízemní (troposférický) ozon*, [on-line], © 2013 Český hydrometeorologický ústav, dostupné z

[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/weather\\_links/Pocasi/Navody/Prizemni\\_ozon/text\\_ozon.htm](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/weather_links/Pocasi/Navody/Prizemni_ozon/text_ozon.htm), [cit. 21. 4. 2014]

ČHMÚ: *Informace o kvalitě ovzduší v ČR, stanice Třinec-KANADA* [on-line], © 2013 Český hydrometeorologický ústav, dostupné z

[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/exceed/summary/chmu\\_2012\\_000-00-01\\_00\\_00\\_00\\_40870\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/exceed/summary/chmu_2012_000-00-01_00_00_00_40870_CZ.html), [cit. 21. 4. 2014]

- ČHMÚ: *Informace o kvalitě ovzduší v ČR*, stanice Třinec-KOSMOS, [on-line], © 2013 Český hydrometeorologický ústav, dostupné z [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/exceed/summary/chmu\\_2012\\_000-00-01\\_00\\_00\\_00\\_40880\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/exceed/summary/chmu_2012_000-00-01_00_00_00_40880_CZ.html), [cit. 21. 4. 2014]
- ČHMÚ: *Mapy znečištění ovzduší*, PM<sub>10</sub>- částice PM10, 24 hodinový průměr, [on-line], © 2013 Český hydrometeorologický ústav, dostupné z <http://pr-asv.chmi.cz/IskoPollutionMapView/faces/pollutionmapvw/viewMapImages.jsf>, [cit. 21. 4. 2014]
- ČHMÚ: REZZO 1 – 4 souhrnně 2010 [on-line]. © 2012 Český hydrometeorologický ústav, dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/10embil/10r14.html>, [cit. 21. 4. 2014]
- ČSN 75 7221 – Klasifikace jakosti povrchových vod, Praha: ČNI, 1998
- DEMEK, J., MACKOVČIN, P., BALATKA, B., *Zeměpisný lexikon ČR*. Vyd. 2. Brno: AOPK ČR, 2006, 580 s. ISBN 80-86064-99-9
- DELAWSKÁ, K., *Floristika a ekologie sinic a řas v oligotrofních a mezotrofních stojatých vodách okolí Nové Bystřice*, 2013, bakalářská práce, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, přírodovědecká fakulta[online], dostupné z [http://theses.cz/id/5hxxc3/Bakalsk\\_prce\\_-\\_Delawsk.pdf](http://theses.cz/id/5hxxc3/Bakalsk_prce_-_Delawsk.pdf), [cit. 18. 6. 2014]
- DOKULIT, M. T., *Agae as bio-indicators*, chapter 9, Bioindicators and biomonitors, 2003, [online], © Elsevier Science Ltd. All rights reserved, dostupné z <http://www.uibk.ac.at/limno/files/pdf/algae-bioindicators.pdf>, [cit. 21. 4. 2014]
- DOSTÁL, P., *Evolve a systém stélkatých organismů a cévnatých výtrusných rostlin*. Praha: Univerzita Karlova v Praze – Pedagogická fakulta, 2006, 109 s. ISBN 80-7290-267-9.
- EGLOFF, D. A., PATRIDGE, D., *Resistance to DDT of a freshwater alga*, 1972, [online], The Ohio Journal of Science, January 1972, The Ohio State University, The Knowledge Bank, dostupné z [http://kb.osu.edu/dspace/bitstream/handle/1811/5666/V72N01\\_006.pdf?sequence=1](http://kb.osu.edu/dspace/bitstream/handle/1811/5666/V72N01_006.pdf?sequence=1), [cit. 21. 4. 2014]

FOTT, B., *Sinice a řasy*. (1967): - Academia Praha, 515s

GORYCZKOVÁ, J., *Sledování vlivu a.s. TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY-MORAVIA STEEL na kvalitu povrchové vody řeky Olše*. Ostrava, 2011, 51s, Bakalářská práce, VŠB-TU Ostrava

GORYCZKOVÁ, J., *Monitorování vlivu TŘINECKÝCH ŽELEZÁREN-MORAVIA STEEL a.s. na kvalitu povrchové vody řeky Olše*, Ostrava, 2013, 75s, Diplomová práce, VŠB-TU Ostrava

HEDEREROVÁ, V., *Srovnání řasových společenstev v různých typech stojatých vod mikroregionu Uničovsko*, Olomouc, 2012, Bakalářská práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta

HINDÁK, F., CYRUS, Z., MARVAN, P., JAVORNICKÝ, P., KOMÁREK, J., ETTL, H., ROSA, K., SLÁDEČKOVÁ, A., POPOVSKÝ, J., PUNČOCHÁŘOVÁ, M. et LHOTSKÝ, O. 1978. *Sladkovodné riasy*. – SPN, 724s. Bratislava.

HLÚBIKOVÁ, D., *Výber vhodných hodnotiacich metrick ekologickeho stavu tokov Slovenska založených na bentických rozsievkach (Bacillariophyceae)*. Bratislava, 2010. 211 s. Dizertačná práca na Prírodovedecké fakultě Univerzity Komenského na katedře ekologie

HODDLE, M., *Killer Alga, Caulerpa taxifolia*, Center for Invasive Species Research, University of California Riverside, 2009, [online] Regents of the University of California, dostupné z [https://civr.ucr.edu/caulerpa\\_taxifolia.html](https://civr.ucr.edu/caulerpa_taxifolia.html), [cit. 21. 4. 2014]

CHOLEWA, M., *S vodou bojovali hlavně v Třinci*, Frýdecko-Místecký a Třinecký deník, Frýdecko-Místecký a Třinecký deník.cz, 2014, [online] Copyright © VLTAVA-LABE-PRESS, a.s., 2005 - 2014, všechna práva vyhrazena, dostupné z [http://fm.denik.cz/zpravy\\_region/s-vodou-bojovali-hlavne-v-trinci-20140529.html](http://fm.denik.cz/zpravy_region/s-vodou-bojovali-hlavne-v-trinci-20140529.html), [cit. 14. 6. 2014]

Integrovaný Registr Znečištění: *Látka: Oxid uhelnatý, 2014* [on-line]. © CENIA, Ministerstvo životního prostředí, dostupné z: <http://www.irz.cz/node/77>, [cit. 21. 4. 2014]

Integrovaný Registr Znečištění, *Látka: oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>)*, 2014 [on-line], © CENIA, Ministerstvo životního prostředí, dostupné z: <http://www.irz.cz/node/79>, [cit. 21. 4. 2014]

Integrovaný Registr Znečištění, *Látka: polétavý prach PM10*, 2014 [on-line], © CENIA, Ministerstvo životního prostředí, dostupné z: <http://www.irz.cz/node/85>, [cit. 21. 4. 2014]

KALINA, T., *Systém a vývoj sinic a řas*. Praha: Vydavatelství Karolinum, 1997, 165s, ISBN 80-7066-854-7.

KALINA, Tomáš a Jiří VÁŇA. *Sinice, řasy, houby, mechorošty a podobné organismy v současné biologii*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2005, 606 s. ISBN 80-246-1036-1.

KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., *Sinicearasy.cz*, [online], Fykologická laboratoř na katedře botaniky Přírodovědecké fakulty JU v Českých Budějovicích, © 2003 - 2014 Přírodovědecká fakulta JU, dostupné z <http://www.sinicearasy.cz>, [cit. 21. 4. 2014]

KORBELÁŘOVÁ, I., PETER, V., WAWRECZKA, H., ŽÁČEK, R., *Beskydy a Pobeskydí 1895-1939*. 2001, Nakladatelství WART, Třinec, 182s.

KOZÁKOVÁ, M., MARVAN, P., *Metodika odběru a zpracování fytoENTOSU stojatých vod*, 2006, [online], Výzkumný Ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, dostupné z [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled\\_akceptovanych\\_metodik\\_vod/\\$FILE/OOV-stojate\\_fytoENTOS-20061001.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_vod/$FILE/OOV-stojate_fytoENTOS-20061001.pdf), [cit. 21. 4. 2014],

KŘÍSA, B., PRÁŠIL, K., *Sběr, preparace a konzervace rostlinného materiálu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1989, 229 s. ISBN 80-7066-034-1

LABAJOVÁ, T., *Vliv průmyslu na region Třinecko*, Brno, 2013, [online], diplomová práce, Masarykova Univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta, dostupné z [http://is.muni.cz/th/371511/pedf\\_b/BP-TL.pdf](http://is.muni.cz/th/371511/pedf_b/BP-TL.pdf), [cit. 18. 6 2014],

LELLÁK, J., LHOTSKÁ, I., KUBÍČEK, F., *Hydrobiologie*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1992, 257 s. ISBN 80-7066-530-0.

LYSKOVÁ, D., *Kvalita ovzduší a znečišťování v Třinci*, Olomouc, 2008, [online], Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra

geografie, dostupné z

[http://geography.upol.cz/soubory/studium/dp/2010/2010\\_Lyskova.pdf](http://geography.upol.cz/soubory/studium/dp/2010/2010_Lyskova.pdf), [cit. 18. 6 2014],

Město Třinec, oficiální webový portál, trinecko.cz, TROJKAM STUDIO, 2011,

[http://www.trinecko.cz/mesto/?id=zakladni\\_informace](http://www.trinecko.cz/mesto/?id=zakladni_informace), [cit. 21. 4. 2014]

Nářízení vlády č. 23/2011, [online], dostupné z

[http://eagri.cz/public/web/file/105217/sb0008\\_2011\\_23\\_2011.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/105217/sb0008_2011_23_2011.pdf), [cit. 21. 4. 2014]

NIRMAL KUMAR, J. I., OOMMEN, C., *Removal of heavy metals by bioabsorbtion using freshwater alga Spirolina hyalina*, 2012, [online], © Triveni Enterprises, dostupné z

[http://www.jeb.co.in/journal\\_issues/201201\\_jan12/paper\\_05.pdf](http://www.jeb.co.in/journal_issues/201201_jan12/paper_05.pdf), [cit. 21. 4. 2014]

OBROUČKA, K., *Látky znečišťující ovzduší*. Ostrava VŠB-Technická univerzita, Ostrava, 2001, 73s

Infosystém Český Těšín *Olše – Olza*, Data Odboru výstavby a životního prostředí MěÚ Český Těšín, [online], © 2013, PCsupport.cz s.r.o., dostupné z

<http://www.info.tesin.cz/cs/turistika-a-priroda/olse-olza>, [cit. 21. 4. 2014]

ONDRASZEK, B., et al: *170 let Třineckých železáren*, Vendryně: Beskydy, 2009, 183s, ISBN 978-80-904165-2-9

PITTER, P., *Hydrochemie. 4.*, aktualiz. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko technologická v Praze, 2009, 579 s., ISBN 978-80-7080-701-9.

POULÍČKOVÁ, A., *Základy ekologie sinic a řas*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011, 91 s. ISBN 978-80-244-2751-5

POULÍČKOVÁ, A., JURČÁK, J., *Malý obrazový atlas našich sinic a řas*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2001, 81 s. ISBN 80-244-0242-4

POULÍČKOVÁ, A., TOMČALA, M., *Biodiverzita řas pramenišť a toků Bílých Karpat*, [online], 2000, katedra botaniky, Bulletin Lampetra, IV. ZO ŠSOP Vlašim, dostupné z <http://www.biblioteka.cz/pdf/periodika/lampetra/04/043.pdf>, [cit. 18. 6. 2014]



QUITT, E., *Klimatické oblasti ČSR 1:500 000*, Brno: Geografický ústav ČSAV, 1975

SIKOROVÁ, E., *Hodnocení kvality čištění odpadní vody z Třineckých železáren*. Brno, 2009, Bakalářská práce, Mendelova univerzita v Brně

SLÁDEČEK, V., SLÁDEČKOVÁ, A., *Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod*. 1. díl: Destruenti a producenti. 1996, Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha, 322 p.

ŠEJNOHOVÁ, L., VESELÁ, J., MARVAN, P., KOZÁKOVÁ, M., HETEŠA, J., GERIŠ, R., MARŠÁLEK, B., *Atlas fytoENTOSU*. - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny, interaktivní CD, 2008, [www.sinice.cz](http://www.sinice.cz)

SUKOP, I., *Ekologie vodního prostředí*. 1. vyd. Brno, 2006, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 199 s. ISBN 80-7157-923-

ŠIMANDL, P., *Květen byl teplotně slabě podnormální, srážkově nadnormální*, 2014 [online], Infomet, Český Hydrometeorologický Ústav, dostupné z <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1401877494>, [cit. 18. 6. 2014]

TUROŇ, T., *Řeka Olše v územním systému ekologické stability*. Ostrava, 2010, 75s, Bakalářská práce, Ostravská univerzita v Ostravě.

VESELÁ, J., *Ekologie rozšíření sinic a řas malých vodních toků v NP České Švýcarsko*, 2007, [online], diplomová práce, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, katedra botaniky, dostupné z [http://botany.natur.cuni.cz/algo/soubory/diplomky/Jana\\_Vesela\\_DP.pdf](http://botany.natur.cuni.cz/algo/soubory/diplomky/Jana_Vesela_DP.pdf), [cit. 18. 6. 2014]

VYŽRALOVÁ, A., *Prvotní algologický průzkum v povodí Křemžského potoka*, 2012, bakalářská práce, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, [online], dostupné z [http://botanika.prf.jcu.cz/thesis/pdf/VyzralovaA\\_Bc13.pdf](http://botanika.prf.jcu.cz/thesis/pdf/VyzralovaA_Bc13.pdf), [cit. 18. 6. 2014]

WAWRECZKA, H., *Třinec a okolí v proměnách času*, Nakladatelství Wart-Henryk, 1997, 148s

Zpráva o společenské odpovědnosti, 2012, [on-line], © Třinecké Železářny a.s, trz.cz dostupné z: [http://www.trz.cz/images/CSR\\_zprava.pdf](http://www.trz.cz/images/CSR_zprava.pdf), [cit. 21. 4. 2014]

## Obrázky a tabulky užívané v práci

Obr. č. 1: Anonym, 2014, Mapy.cz, © seznam.cz, [online], dostupné z <http://www.mapy.cz/#!x=18.525302&y=49.745673&z=9>, [cit. 18. 6. 2014]

Obr. č. 2:: LAPISH, B.: *Železárny snížily produkci, ale zvýšily zisk*, Frýdecko-Místecký a Třinecký Deník.cz, 2012, [online], Copyright © [VLTAVA-LABE-PRESS, a.s.](http://www.vltava-labe-press.cz), 2005 - 2014, dostupné z <http://fm.denik.cz/podnikani/120525-trinecke-zelezarny.html>, [cit. 21. 4. 2014]

Tabulka č. 1:: ČHMÚ: REZZO 1 – 4 souhrnně 2010 [on-line]. © 2012 Český hydrometeorologický ústav, dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/10embil/10r14.html>, [cit. 21. 4. 2014]

Obr. č. 3:: ČHMÚ: Mapy znečištění ovzduší, PM<sub>10</sub>- částice PM10, 24 hodinový průměr, [on-line], © 2012 Český hydrometeorologický ústav, dostupné z <http://prasv.chmi.cz/IskoPollutionMapView/faces/pollutionmapvw/viewMapImages.jsf>, [cit. 21. 4. 2014]

Obr. č. 4, 5: Zpráva o společenské odpovědnosti, 2012, [on-line]Třinecké Železárny a.s. trz.cz dostupné z: [http://www.trz.cz/images/CSR\\_zprava.pdf](http://www.trz.cz/images/CSR_zprava.pdf), [cit. 21. 4. 2014]

Obr. č. 6: HODDLE, M., *Killer Alga, Caulerpa taxifolia*, Center for Invasive Species Research, University of California Riverside, 2009, [online] Regents of the University of California, dostupné z [https://cistr.ucr.edu/caulerpa\\_taxifolia.html](https://cistr.ucr.edu/caulerpa_taxifolia.html), [cit. 21. 4. 2014]

Tabulka. č. 2, 3, 4, 6, 7: Zpráva o společenské odpovědnosti, 2012, [on-line]Třinecké Železárny a.s. trz.cz dostupné z: [http://www.trz.cz/images/CSR\\_zprava.pdf](http://www.trz.cz/images/CSR_zprava.pdf), [cit. 21. 4. 2014]

Tabulka č. 5: LELLÁK, J., LHOTSKÁ, I., KUBÍČEK, F.: *Hydrobiologie*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1992, 257 s. ISBN 80-7066-530-0.

Obr. č. 7: SKÁKAL, P., podle POULÍČKOVÁ, Aloisie. *Základy ekologie sinic a řas*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011, 91 s. ISBN 978-80-244-2751-5

Tabulka č. 8: KALINA, T., VÁŇA, J., *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2005, 606 s. ISBN 80-246-1036-1. s 47.

Tabulka č. 9: DOKULIT, M. T., *Agae as bio-indicators*, chapter 9, Bioindicators and biomonitors, 2003, [online], © Elsevier Science Ltd. All rights reserved, dostupné z <http://www.uibk.ac.at/limno/files/pdf/algae-bioindicators.pdf>, [cit. 21. 4. 2014]

Obr. č. 8: Anonym, 2014, Mapy.cz, © seznam.cz, dostupné z <http://beta.mapy.cz/zakladni?x=18.6516835&y=49.6965499&z=12>, [cit. 21. 4. 2014]

Obr. č. 9, 10, 11, 12, 13, 16: SKÁKAL, P., fotoaparát OLYMPUS FE-110, pořízeno dne 21. 3. 2013 na odběrových lokalitách č. 1, 2, 3, 6.

Obr. č. 14: Nádrž Kanadanka, Moravský pohár lodních modelářů, lokality, dostupné z <http://www.moravskypohar.cz/node/13>, [cit. 21. 4. 2014]

Obr. č. 15: Anonym, 2014, Mapy.cz, © seznam.cz, dostupné z <http://www.mapy.cz/#!t=s&x=18.671845&y=49.685247&z=17>, [cit. 21. 4. 2014]

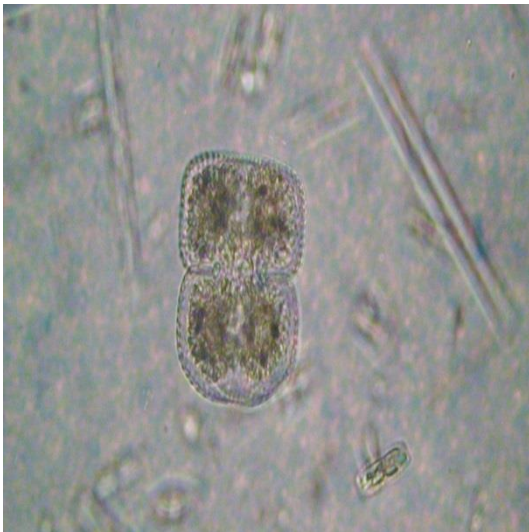
Tabulka č. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17: SKÁKAL, P., Microsoft Word, Microsoft Excel, 18. 06. 2014

Obr. č. 17, 18, 19, 20: SKÁKAL, P. Microsoft Word, 18. 06. 2014

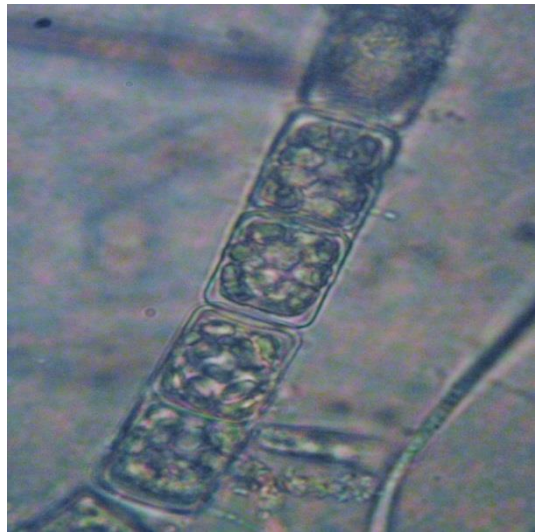
## Apendix: Obrazová příloha

Přes snahu se nepodařilo pořídit průkazné snímky všech nalezených taxonů, obrazová příloha obsahuje 19 fotografií nejprůkaznějších nalezených kultur.

1/ *Cosmarium biretum* 600



3/ *Melosira* sp. 600x



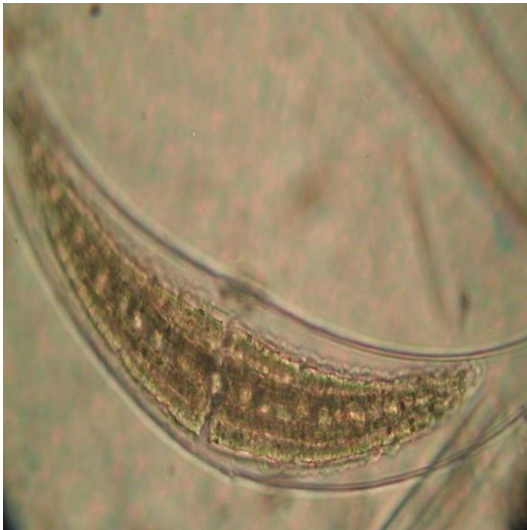
2/ *Oedogonium* sp. 600x



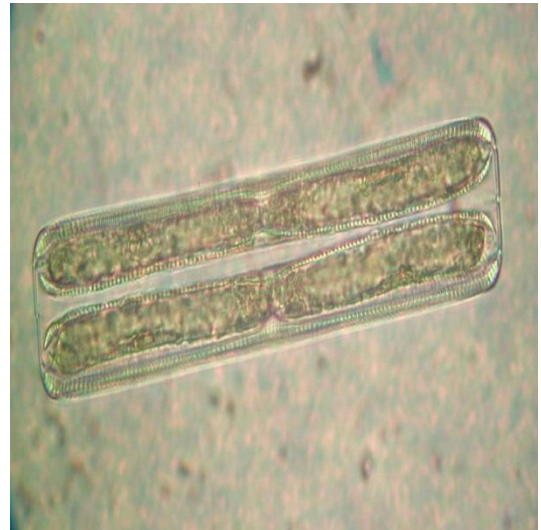
3b/ *Melosira* sp. 600x



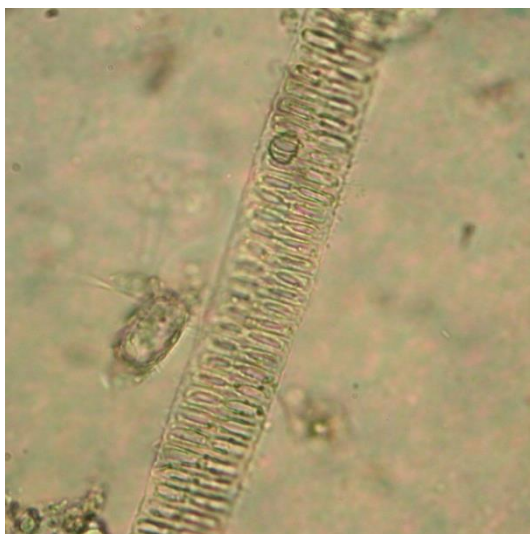
4/ *Closterium* cf. *moniliferum* 400x



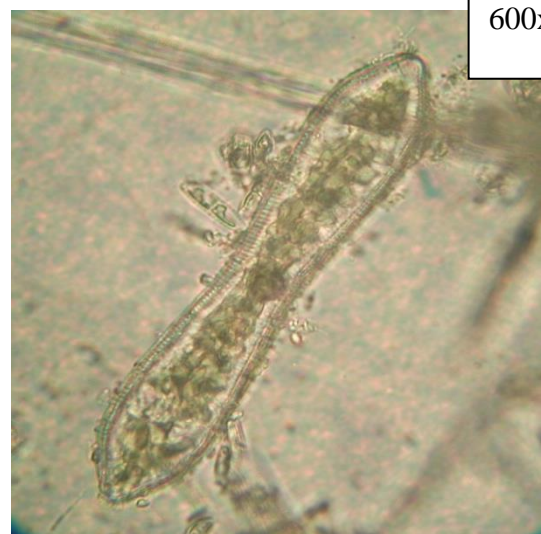
5b/ *Fragilaria* sp. 400x



5/ *Fragilaria* sp. 600x



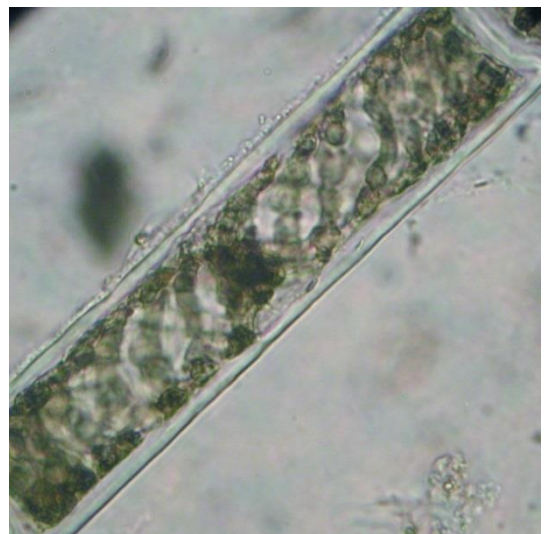
6/ *Cymatopleura* cf. *librilis*, var. *librilis*



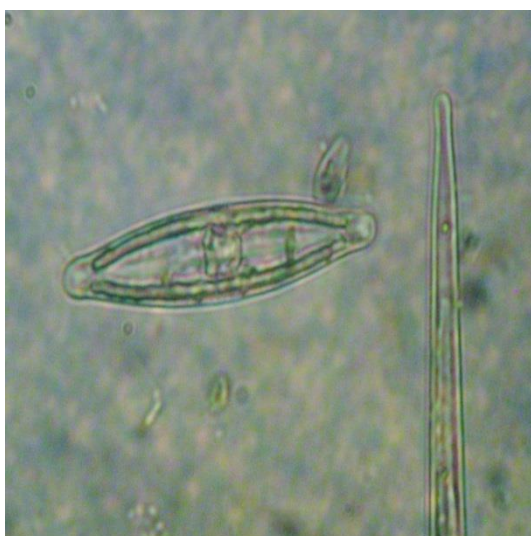
6b/ *Cymatopleura* cf. *librilis*, var. *librilis*



8/ *Spirogyra* sp. 400x



7/ *Navicula* sp. 600x



9/ *Caloneis* cf. *ventricosa* 600x



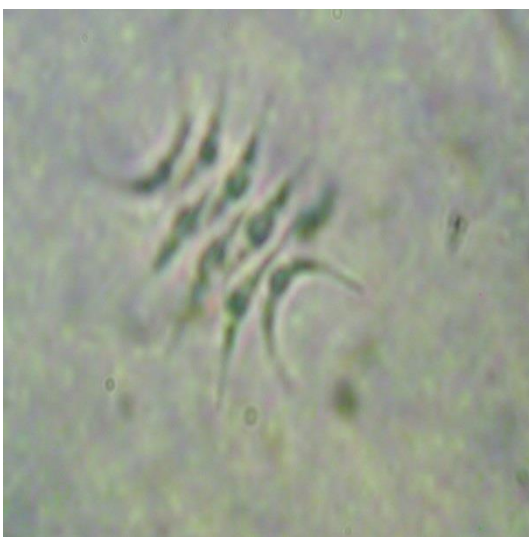
10/ *Phormidium* sp. 600x



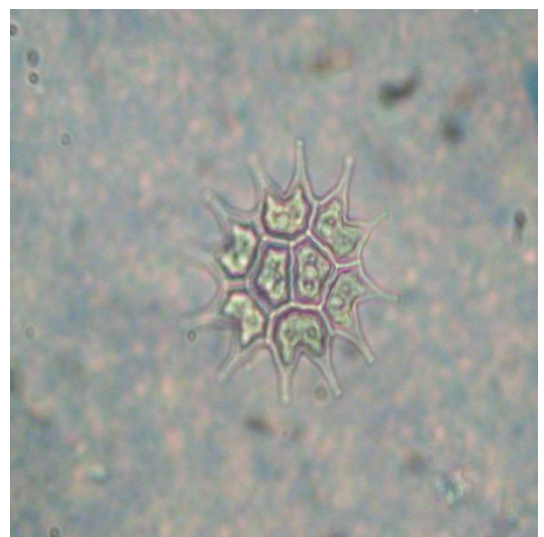
12/ *Vaucheria* sp.



11/ *Scenedesmus* cf. *acuminatus* 600x



13/ *Pediastrum* cf. *boryanum* 600x



14/ *Cymbella* cf. *ehrenbergii* 60



16/ *Amphora* cf. *ovalis* 600x



15/ *Meridion* cf. *circularis* 600x



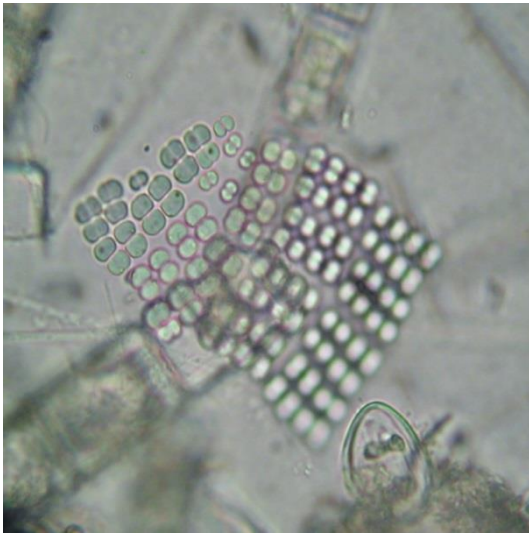
17/ *Diatoma* cf. *vulgare* var. *vulgare*



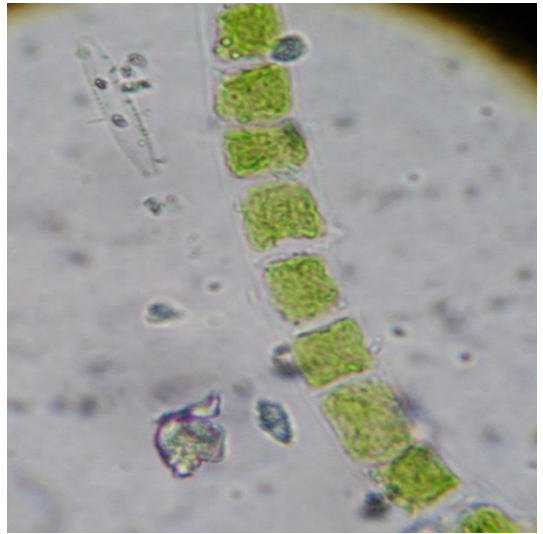
400x



18/ *Merismopedia* sp. 600x



19/ *Ulothrix*



## ANOTACE

Jméno a příjmení:	Petr Skákal
Katedra:	Katedra biologie a katedra anglického jazyka
Vedoucí práce:	Mgr. Jana Štěpánková, Ph.D.
Rok obhajoby:	2014

Název práce:	Vliv dlouhodobého znečištění na výskyt řas ve vodním prostředí města Třince
Název v angličtině:	The effects of long term pollution on occurrence of algae in the water systems of the town Třinec
Anotace práce:	Tato práce posuzuje vliv dlouhodobého znečištění na výskyt sinic a řas v oblasti města Třince. Práce porovnává jednotlivá odběrová místa (řeka Olše, stojaté vodní nádrže, potok) mezi sebou a následně s podobnou prací prováděnou na Uničovsku, tedy v prostředí neovlivněném dlouhodobou průmyslovou aktivitou. Cílem práce je podat zprávu o životním prostředí v oblasti a na základě nízké biodiverzity sinic a řas poukázat na kvalitu prostředí. Z dostupných dat není možné přičíst tyto jevy jedinému faktoru či konkrétnímu zdroji znečištění.
Klíčová slova:	odběrové místo/lokalita, řasy a sinice, bioindikátor, rozsivky, vodní prostředí, vodní nádrž, znečištění, řeka Olše, biodiverzita
Anotace v angličtině:	This thesis assesses the influence of long term pollution on occurrence of algae in the town Třinec. The thesis compares individual sample locations among one another and with a similar work taken up in the Uničov area, which is unhindered by long-term industrial activity. The aim of the thesis is to report on the environment of the area and to link low biodiversity of algae with the local conditions. However available data is not sufficient for attributing it to any one concrete factor or specific pollution source.
Klíčová slova v angličtině:	sample location, algae and cyanophyta, bio-indicator, diatoms, water environment, water reservoir, pollution, the river Olše, biodiversity
Přílohy vázané v práci:	Obrazová příloha nalezených taxonů
Rozsah práce:	69 stran (67 normostran)
Jazyk práce:	Český jazyk

## Résumé

This thesis uses algae as the primary bio-indicators to assess the quality of the environment of the heavy industrial town of Třinec, which is, according to available data, polluted, however with no immediate threat to human lives. When comparing 6 different sample locations (during two sample periods 13. 10. 2013 and 02. 06. 2014), the one with the highest biodiversity (the highest number of localised and recognised species of algae) proved to be only 250 metres from the area of the factory, the Třinec Ironworks.

Based on the occurrence of specific, conditions-restricted taxa of algae the conditions in the area of Třinec can be described as slightly alcalic which is probably due to the location of specific limestone subsoil in the area. The second sampling showed the figures of pH of lower intensity, but that is being contributed (based on the increased occurrence of algae which prefer alcalic conditions) to heavy torrential acid rain (which are common in industrial areas) during the days directly preceding the second sampling.

When compared to the work done by Hedererová (2012), the results of this thesis showed only half the number of taxa found and identified in the environment with no history of heavy industry, however attributing low biodiversity of this thesis on one specific factor is not possible based only on these results.