



# UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

## 3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Ruská 87, Praha 10

SZÚ - Centrum zdraví a životního prostředí - Oddělení hygieny vody a Národní referenční centrum pro pitnou vodu

Jiří Polanský

### **Problematika rekreačních vod a vyhodnocení koupací sezóny 2012 na údolní nádrži Orlík**

Problems of recreational waters and evaluation of bath season  
2012 on the dam reservoir Orlík

Bakalářská práce

Praha, září 2014

**Autor práce:** Jiří Polanský, DiS.

**Studijní program:** Specializace ve zdravotnictví

**Bakalářský studijní obor:** Veřejné zdravotnictví

**Vedoucí práce:** MUDr. František Kožíšek, CSc.

**Pracoviště vedoucího práce:** SZÚ - Centrum zdraví a životního prostředí -  
Oddělení hygieny vody

**Předpokládaný termín obhajoby:** 09/2014

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracoval samostatně a použil výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do Studijního informačního systému – SIS 3. LF UK jsou totožné.

Jiří Polanský, DiS.

.....

V Praze dne 30.6.2014

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou vyjádřil poděkování MUDr. Františku Kožíškovi, CSc. za jeho cenné rady a trpělivost při vedení mé bakalářské práce a za vstřícnost a pomoc při získání potřebných informací a podkladů.

## Abstrakt

Pro svou bakalářskou práci jsem si vybral téma Problematika rekreačních vod a vyhodnocení koupací sezóny 2012 na údolní nádrži Orlík.

Tato práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V první části jsou uvedeny teoretické a právní poznatky o problematice rekreačních vod včetně zdravotních rizik s rekreační vodou spojených. V druhé části popisují údolní nádrž Orlík a průběh koupací sezóny v roce 2012.

Dále jsou zde uvedeny konkrétní kroky orgánů ochrany veřejného zdraví během koupací sezóny 2012 na údolní nádrži Orlík.

Konečným výsledkem snahy orgánů ochrany veřejného zdraví je dostatečný monitoring organických, biologických a mikrobiologických ukazatelů, dále pak plavenin, sedimentů a biomasy. Tento monitoring slouží široké veřejnosti pro informování o zdravotních rizicích spojených s koupáním ve sledovaných rekreačních vodách.

## Abstract in English

Problems of recreational waters and evaluation of bath season 2012 on the dam reservoir Orlík is the topic I chose for my final work.

This work is divided into two parts: theoretical and practical. In the first part is given theoretical and legal knowledge of problems of recreational waters, including health risks connected with recreational waters. In the second part the dam reservoir Orlík and the course of bath season in 2012 are described.

Thereinafter are given the particular steps of authorities for communal health protection during the bath season 2012 on the dam reservoir Orlík.

The final result of authorities for communal health protection effort is a sufficient monitoring of organic, biological and microbiological indicators, then suspended solids, sediments and biomass. This monitoring helps to inform general public about possible health risks connected with use of monitored recreational waters.

<b>1. Úvod .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Legislativní vymezení na úseku kvality vod .....</b>	<b>9</b>
2.1 Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů .....	9
2.2 Vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch ve znění vyhlášky č. 97/2014 Sb. ....	12
2.3 Zákon č. 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) .....	12
2.4 Vyhláška ministerstva zemědělství č. 155/2011 Sb., o profilech povrchových vod využívaných ke koupání .....	13
<b>3. Popis současného stavu jakosti vod .....</b>	<b>15</b>
3.1 Monitoring jakosti vod .....	15
3.2 Státní síť sledování jakosti povrchových vod .....	15
3.3 Shrnutí požadavků na monitoring .....	15
<b>4. Odběr a přeprava vzorku .....</b>	<b>18</b>
<b>5. Současné problémy na úseku kvality vod .....</b>	<b>21</b>
5.1 Bodové zdroje znečištění .....	21
5.2 Plošné (difuzní) zdroje znečištění .....	22
5.3 Eutrofizace .....	24
5.4 Sinice .....	25
5.5 Mikrobiologické ukazatele .....	28
5.6 Fyzikální, chemické a estetické ukazatele .....	29
<b>6. Údolní nádrž Orlík .....</b>	<b>30</b>
6.1 Koupací oblasti údolní nádrže Orlík .....	31
<b>7. Vyhodnocení koupací sezóny 2012 na údolní nádrži Orlík .....</b>	<b>33</b>
<b>8. Závěr .....</b>	<b>41</b>
<b>9. Seznam použité literatury .....</b>	<b>43</b>
<b>10. Přílohy .....</b>	<b>45</b>

## 1 Úvod

Kontakt s vodou neznámého původu a kvality přináší řadu nebezpečí pro zdraví, především infekce. K přenosu nákazy může dojít zejména nechtěným vypitím vody při plavání nebo inhalací vodního aerosolu. Branou vstupu infekce do lidského organismu také mohou být sliznice a kůže.

Zdravotně bezpečné jsou rybníky určené pouze pro koupání a s omezenou hospodářskou činností, umělá koupaliště v přírodě napájená pitnou, podzemní nebo kontrolovanou povrchovou vodou a zatopené pískovny, kde na těchto místech je základní hygienické vybavení - tj. WC, pitná voda - a kde je zajištěn odvoz odpadků. Tato koupaliště jsou také kontrolována hygienickými stanicemi.

V koupalištích ve volné přírodě sledují během koupací sezóny hygienici vedle bakteriálních indikátorů fekálního znečištění také výskyt fytoplanktonu - řas a sinic. Pokud je fytoplanktonu ve vodě větší množství, vytvoří se v ní tzv. vegetační zákal. I když zákal ve vodě může mít různé příčiny a nemusí nutně znamenat vyšší množství fytoplanktonu, vždy svědčí o snížené kvalitě vody. Řasy i sinice mají sice ve vodě podobnou úlohu, ale z hlediska vlivu na lidské zdraví jsou nebezpečnější sinice. Některé mají schopnost vystoupat k hladině a hromadit se na ní jako zelená kaše nebo jako částičky, podobné drobnému jehličí nebo zelené krupici. Takovému nahromadění sinic u hladiny se říká vodní květ sinic. Nejčastěji se vodní květy sinic vyskytují koncem léta.

U koupajícího člověka se podle toho, jak je citlivý a jak dlouho pobývá ve vodě, objevují příznaky. Sinice také mohou produkovat různé toxiny, přičemž nelze vždy rozhodnout resp. není dosud zcela jasné, zda se jedná o onemocnění způsobené toxiny sinic (které produkují jen některé sinice), nebo doprovodnou bakteriální mikroflórou. Mezi popisované příznaky a onemocnění patří bolest břicha, nauzea, zvracení, průjem, bolest v krku, bolest hlavy, dýchací obtíže, pneumonie (zápal plic), suchý kašel, slabost a bolest svalů, vyrážka na kůži spojená se svěděním, podráždění spojivek, příznaky senné rýmy, ale studie z poslední doby kladou do popředí i různé lehčí respirační příznaky. Je zjevné, že se zde uplatňují všechny expoziční cesty (požití vody, aspirace kapek vody, inhalace aerosolu, přímý kontakt vody s pokožkou a sliznicemi) a zřejmě i různé mechanismy účinku, včetně alergického.

Pokud sinice netvoří vodní květ, není pravděpodobné, že po jednom vykoupání vznikne vážné onemocnění. Riziko se zvyšuje s délkou pobytu ve vodě. Pokud se ve vodě objeví vodní květ a dojde k jeho náhodnému polknutí, může dojít i k vážnému poškození zdraví.

Některé vodní plochy jsou bohaté na organický materiál, který je např. typický u rybníků, kde se dodává pro krmení rybí obsádky, ale může pocházet i ze splachů z pobřežních pozemků a v některých případech i z výpustí čištěných nebo i nečištěných vod odpadních. Povrchová voda může být znečištěna mikroorganismy, které mohou způsobit různá infekční a alergická onemocnění [7], [8], [10].



## **2 Legislativní vymezení na úseku kvality vod**

### **2.1 Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů**

Tento zákon obecně upravuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví, jejich působnost a pravomoc. Stanovuje rovněž hygienické požadavky na koupaliště ve volné přírodě, umělá koupaliště, bazény, sauny a povinnosti jejich provozovatelů ( §6a až §6g ). Požadavky jsou konkretizovány v prováděcí vyhlášce č. 238/2011 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

#### **Přírodní koupaliště – definice a požadavky na provoz**

Přírodním koupalištěm je stavba povolená k účelu koupání nebo nádrž ke koupání, v nichž je voda ke koupání obměňována řízeným přítokem a odtokem pitné vody nebo trvalým přítokem a odtokem chemicky neupravované podzemní nebo povrchové vody (dále jen "nádrž ke koupání"), nebo stavba povolená k účelu koupání vybavená systémem přírodního způsobu čištění vody ke koupání, nebo povrchová voda, ve které nabízí službu koupání provozovatel.

Provozovatel přírodního nebo umělého koupaliště nebo sauny je povinen zajistit, aby koupající se osoby nebyly vystaveny zdravotním rizikům plynoucím ze znečištění vody ke koupání, sprchování nebo ochlazování. Provozovatelem se rozumí osoba, která poskytuje saunování nebo koupání v přírodním nebo umělém koupališti. Provozovatel přírodního koupaliště je povinen monitorovat jakost vody ke koupání nebo sprchování zajištěním laboratorní kontroly stanovených ukazatelů znečištění, prováděním vizuální kontroly znečištění vody ke koupání makroskopickými řasami nebo odpady a hodnocením znečištění vody ke koupání z hlediska možného ovlivnění zdraví koupajících se osob. Obdobnou povinnost má krajská hygienická stanice v případě povrchových vod ke koupání uvedených v seznamu podle § 6g odst. 1 písm. a) zákona o ochraně veřejného zdraví, nemá-li tuto povinnost provozovatel.

Znečištěním vody ke koupání nebo ochlazování se rozumí

- a) překročení hygienického limitu mikrobiologického ukazatele jakosti vody ke koupání v přírodním koupališti nebo překročení hygienického limitu fyzikálního ukazatele vody ke koupání v nádrži ke koupání nebo v nádrži ke koupání s přírodním způsobem čištění vody,
- b) překročení limitní hodnoty ukazatele rozmnožení sinic ve vodě ke koupání v přírodním koupališti. Rozmnožením sinic se rozumí nahromadění sinic ve formě květu, koberce nebo pěny,
- c) výskyt odpadů nebo makroskopických řas v rozsahu, který ovlivňuje jakost vody ke koupání v přírodním koupališti a představuje riziko pro zdraví koupajících se osob.

Znečištění vody ke sprchování se posuzuje podle hygienických limitů ukazatelů jakosti vody ke koupání. Hygienické limity mikrobiologických a fyzikálních ukazatelů jakosti vody v přírodním koupališti, ukazatele a limitní hodnoty rozmnožení sinic, pravidla sledování výskytu sinic, pravidla vizuální kontroly znečištění vody a pravidla monitorování jakosti vody v přírodním koupališti, dále pravidla pro její posuzování, hodnocení a klasifikaci a způsob, termíny a rozsah informování veřejnosti v přírodním koupališti upravuje prováděcí právní předpis, kterým je vyhláška č. 97/2014 Sb., kterou se mění vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch.

Dojde-li ke znečištění vody ke koupání nebo sprchování, je provozovatel přírodního koupaliště povinen informovat o této skutečnosti veřejnost, a to po celou dobu trvání znečištění. Informace musí být umístěna na všech pokladnách u vstupu na koupaliště, případně v blízkosti koupaliště na viditelném místě, pokud na místě pokladny nejsou. Informace musí být snadno čitelná, v nesmazatelné formě a nesmí obsahovat jiné údaje než údaje týkající se znečištění vody.

Provozovatel přírodního koupaliště je dále povinen: uchovávat protokol o výsledku laboratorní kontroly jakosti vody po dobu 5 let ode dne jeho vyhotovení, předat v elektronické podobě protokol o výsledku laboratorní kontroly jakosti vody příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví, splnit hygienické požadavky pro členění, vybavení a provoz přírodního nebo umělého koupaliště nebo sauny.

Úkoly krajské hygienické stanice na úseku řízení jakosti vod ke koupání v přírodních koupalištích a dalších povrchových vodách uvedených v seznamu:

- a) v souladu s pravidly monitorování jakosti povrchových vod ke koupání vydá do 1. května kalendářního roku monitorovací kalendář a v monitorovacím kalendáři určí četnost odběrů vzorků vody, jejich rozložení na dobu koupací sezóny a místa odběru vzorků vody z dalších povrchových vod ke koupání. Monitorovací kalendář vydá krajská hygienická stanice jako opatření obecné povahy;
- b) rozhodne z moci úřední nebo na žádost provozovatele podle § 6a nebo osoby uvedené v § 6d o pozastavení monitorovacího kalendáře z důvodů výjimečné situace a o jeho pokračování;
- c) vydá opatření obecné povahy, kterým stanoví dočasný nebo trvalý zákaz používání vody ke koupání nebo dočasné nebo trvalé varování před koupáním, pokud se dozví o neočekávané situaci nebo je-li voda ke koupání znečištěna;
- d) nařídí odběr a vyšetření dodatečného vzorku vody ke koupání v případě pozastavení monitorovacího kalendáře nebo krátkodobého znečištění vody nebo dalšího vzorku vody v případě možného ohrožení zdraví koupajících se osob;
- e) podle pokynu Ministerstva zdravotnictví vydaného podle § 80 odst. 1 písm. v) a na základě výsledků monitorování jakosti povrchových vod ke koupání uvedených v seznamu sestaví soubor údajů o jakosti těchto vod, provádí jejich posuzování a klasifikaci a informuje o jakosti povrchové vody ke koupání veřejnost v blízkosti koupacího místa, na svých internetových stránkách a na Portálu veřejné správy pro účely posuzování jakosti povrchových vod ke koupání uvedených v seznamu se znečištěním této vody rozumí výskyt mikrobiologické kontaminace překračující hodnoty, při kterých se voda klasifikuje jako přijatelná, rozmnožení sinic, rozmnožení makroskopických řas nebo znečištění vody ke koupání v přírodním koupališti odpady v rozsahu, který ovlivňuje její jakost a představuje riziko pro zdraví koupajících se osob.

Krajské hygienické stanice jako orgán ochrany veřejného zdraví vykonávají rovněž státní zdravotní dozor, v jehož rámci např.:

- nařizují větší četnost kontroly vody v nádrži ke koupání, v nádrži ke koupání s přírodním způsobem čištění vody nebo v umělém koupališti, jestliže jakost vody nedává záruku dodržení požadavků stanovených nebo povolených a dobu provádění takových kontrol;
- mohou zakázat používání vody v nádrži ke koupání, povrchových vodách využívaných ke koupání podle § 6a) nebo § 6d) zákona o ochraně veřejného zdraví, v nádrži ke koupání s přírodním způsobem čištění vody, v umělém koupališti nebo sauně, a to i jen pro některé skupiny obyvatel, nebo zakázat používání zdroje vody pro umělé koupaliště nebo saunu, pokud je voda ke koupání, sprchování nebo ochlazování znečištěna, a to do doby odstranění závady;
- mohou nařídit osobě provozující přírodní koupaliště přijetí opatření k ochraně veřejného zdraví před zdravotním rizikem plynoucím ze znečištění vody ke koupání, ochlazování nebo sprchování nebo změnit opatření přijaté k tomuto účelu osobou provozující přírodní koupaliště [1].

## **2.2 Vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch ve znění vyhlášky č. 97/2014 Sb.**

Vyhláška upravuje mimo jiné:

- pravidla pro monitorování a posuzování jakosti vody v přírodních koupalištích a kritéria jejich klasifikace a rozsah informování veřejnosti o jakosti povrchových vod ke koupání,
  - požadavky na členění, vybavení a provoz přírodních koupališť,
- [2].

## **2.3 Zákon č. 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)**

Účelem vodního zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Účelem tohoto

zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo závisících suchozemských ekosystémů.

Státní správa ve vodním hospodářství je organizována jako třístupňová. Výkon této správy je zákonem svěřen vodoprávními úřadům na úrovni obecní (obecní úřady, pověřené obecní úřady a obecní úřady obcí s rozšířenou působností), krajské (krajské úřady) a ústřední (ministerstva). Na území vojenských újezdů je pak tato činnost zajišťována újezdními úřady. Působnost ústředního správního orgánu na úseku vodního hospodářství je sdílena mezi pěti ministerstvy. Působnost MZe jako ústředního vodoprávního úřadu je vodním zákonem stanovena jako zbytková a to pro všechny úkony státní správy, u kterých není působnost ústředního vodoprávního úřadu taxativně stanovena pro MŽP, Ministerstvo zdravotnictví (ve spolupráci s MŽP stanovení povrchových vod využívaných ke koupání), Ministerstvo dopravy (užívání povrchových vod k plavbě) nebo Ministerstvo obrany (újezdní úřady).

Vodoprávní úřady při své činnosti zohledňují především požadavky na ochranu povrchové a podzemní vody, podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha, bezpečnost vodních děl, ochranu vodních ekosystémů a na nich přímo závisících suchozemských.

Státní správu vykonávají vodoprávní úřady a Česká inspekce životního prostředí. Kontrolu nad jakostí povrchových vod stanovených pro koupání provádí Krajská hygienická stanice.

Vodoprávní úřady jsou:

- Obecní úřady
- Obecní úřady s rozšířenou působností
- Krajské úřady
- Ministerstva [1].

#### **2.4 Vyhláška ministerstva zemědělství č. 155/2011 Sb., o profilech povrchových vod využívaných ke koupání**

Profil vod ke koupání je nástrojem na komplexní popis a posouzení rizik místa využívaného ke koupání a k systematickému plánování potřebných nápravných opatření. Profil např. obsahuje:

- popis fyzikálních, geografických a hydrologických charakteristik povrchových vod využívaných ke koupání a jiných povrchových vod v jejich povodí, které by mohly být příčinou znečištění.
- určení a posouzení příčin znečištění, které mohou mít nepříznivý vliv na jakost povrchových vod využívaných ke koupání a negativně ovlivnit zdraví koupajících se.
- posouzení rizika krátkodobého znečištění
- posouzení možného rozmnožení sinic a makroskopických řas nebo fytoplanktonu
- údaje o tom, kde se nachází monitorovací místa,

Profil vod ke koupání se přezkoumává u povrchových vod využívaných ke koupání klasifikovaných podle vyhlášky upravující hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch, v případě jejich dobré jakosti nejméně každé 4 roky, přijatelné jakosti nejméně každé 3 roky nebo nevyhovující jakosti nejméně každé 2 roky. Ve výborné jakosti se profil vod ke koupání přezkoumává a popřípadě aktualizuje tehdy, dojde-li ke změně klasifikace na dobrou, přijatelnou nebo nevyhovující [3].

### 3 Popis současného stavu jakosti vod

Kvalita vody je charakterizována zatříděním jejích ukazatelů do určitých stupnic a klasifikačních tříd. Z praktických důvodů ji většinou nelze vyhodnocovat spojitě jak co do času, tak i místa, provádí se ale systematicky, v určité struktuře a v předem stanovené síti profilů.

Požadavky na jakost vody, četnost a způsob kontroly přírodních koupacích vod jsou uvedeny ve vyhlášce č. 238/2011 Sb., která je však v základě přebírá z evropské směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2006/7/ES o řízení jakosti vod ke koupání a o zrušení směrnice 76/160/EHS. Evropská komise v rámci legislativního procesu tvorby této směrnice vycházela při stanovení limitních hodnot mikrobiologických ukazatelů z epidemiologických studií provedených v několika zemích.

Vyhláška upravuje také problematiku průtočných nádrží s řízeným přítokem a odtokem chemicky neupravované vody a nádrží s přírodním systémem čištění vody. Ani v jednom systému se nepředpokládá chemická úprava vody pro koupání, proto podmínky monitoringu jsou velmi podobné přírodním koupalištím. Sledují se mikrobiologické parametry vody v ukazatelích *Escherichia coli*, a Enterokoky. Vyšší přísnost na přípustný počet mikrobů v odebraném vzorku je dána možností provozovatele koupaliště přeci jen kvalitu alespoň částečně ovlivnit velikostí přítoku a odtoku vody. Spolu s průhledností min 1 metr hloubky a v neplavecké části až na dno je předepsaná 14ti denní četnost měření. Vyhodnocování výskytu sinic je stejné jako u přírodních koupališť.

### **3.1 Monitoring jakosti vod**

Monitoring jakosti vod naplňuje § 21 vodního zákona, ukládající povinnost zjišťovat a hodnotit stav povrchových vod. Tyto základní informace jsou zajišťovány pomocí monitoringu jakosti vod.

### **3.2 Státní síť sledování jakosti povrchových vod**

Vzorky vody jsou odebírány pro analýzy základních fyzikálně – chemických parametrů, pro analýzy těžkých kovů, specifických organických sloučenin, biologických a mikrobiologických ukazatelů, plavenin, sedimentů a biomasy. Pro koupání osob byla vymezena místa, která podléhají režimu pravidelných hygienických kontrol. Ze zkušeností lze konstatovat, že problémy na většině nádrží nebudou s fyzikálně - chemickým složením vody, ale s eutrofizačními jevy, souvisejícími s masivním rozvojem sinic a řas. K zamezení eutrofizace existuje řada opatření pohybujících se většinou v teoretické rovině, a pro každou vodní plochu jsou odlišná.

Obecně k nejúčinnějším však patří důsledná eliminace přísunu fosforu do nádrží. Při ochraně jakosti vod se jedná zejména o omezování vstupů znečišťujících látek do vodního prostředí a ochranu zdrojů vody cestou prevence [4].


### **3.3 Shrnutí požadavků na monitoring**


Koupání ve volné přírodě u nás nepředstavuje velké nebezpečí poškození zdraví, přesto je důležité, abychom tuto problematiku nepodceňovali. Několikrát už propukly různé epidemie z nových látek a organismů. V přírodních koupalištích jsou lidé ohroženi zejména toxiny sinic a patogenními mikroorganismy. Důležitým zdrojem onemocnění jsou sami lidé, kteří nejsou ohleduplní k ostatním a roznášejí zejména průjmové a plísňové kožní onemocnění. Koupací sezónou jednotlivých přírodních koupališť se rozumí zpravidla období od 30. května do 1. září nebo období, během něhož lze očekávat velký počet koupajících se osob. Krajská hygienická stanice jako správní orgán vydává na základě § 82a odst. 1 písm. a) zákona 258/2000 Sb., monitorovací kalendář přírodních koupališť. Monitorovací kalendář stanovuje četnost a rozložení odběrů vzorků vod a je závazný jak pro provozovatele přírodních koupališť, tak pro krajské hygienické stanice.


Lze konstatovat, že ve vztahu k nárokům na úroveň sledování v intencích dnešních pravidel Evropského společenství je současná podoba monitorované sítě povrchových vod v České republice dostatečně systematická, kvalitní a tvoří dobrou základnu pro poznání stavu vodní složky životního prostředí. Za konkrétními databázemi a přesnými údaji o výskytu celé řady látek ve vodách je třeba vidět i nemalé finanční náklady, které musí jednak stát a jednak subjekty pověřené monitoringem zajistit [4].


## Hodnocení kvality


Vyhláška č. 238/2011 Sb. v příloze 6 uvádí souhrnná pravidla pro hodnocení jakosti vody přírodních koupalištích. Bylo vyčleněno následujících pět kategorií:

**Voda vhodná ke koupání** (modrý symbol ) znamená nezávadnou vodu s nízkou pravděpodobností vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci a s vyhovujícími smyslově postižitelnými vlastnostmi. Sinice nepřekračují limity I. stupně.

**Voda vhodná ke koupání se zhoršenými smyslově postižitelnými vlastnostmi** (zelený symbol ) znamená nezávadnou vodu s nízkou pravděpodobností vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci. Jsou ale zhoršené smyslově postižitelné vlastnosti vody (např. zvýšený zákal způsobený řasami). V případě možnosti je vhodné se osprchovat. Sinice nepřekračují limity I. stupně.






**Zhoršená jakost vody** (oranžový symbol ) znamená zvýšenou pravděpodobnost vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci, u některých vnímavých jedinců by se již mohly vyskytnout zdravotní obtíže. Po koupání se doporučuje osprchovat. Pokud jsou důvodem k vyhlášení sinice, překračují limity I. stupně.

**Voda nevhodná ke koupání** (červený symbol ) znamená, že voda neodpovídá hygienickým požadavkům a pro uživatele představuje zdravotní riziko. Koupání nelze doporučit zejména pro citlivé jedince. Pokud jsou důvodem k vyhlášení sinice, překračují limity II. stupně.

**Voda nebezpečná ke koupání** (černý symbol ) , znamená, že voda neodpovídá hygienickým požadavkům a hrozí akutní poškození zdraví. Vyhlašuje se zákaz koupání. Pokud jsou důvodem k vyhlášení sinice, překračují limity III. stupně.



### Legenda:

	voda vhodná ke koupání
	zhoršené smyslově postižitelné vlastnosti vody
	zhoršená jakost vody; nevhodná ke koupání pro vnímavé jedince
	voda nevhodná ke koupání
	zákaz koupání

Pro hodnocení výskytu sinic přejímá česká národní legislativa mírně modifikovaný třístupňový systém limitních hodnot od Světové zdravotnické organizace:

Překročení limitních hodnot I. stupně nastává, pokud je přítomno alespoň 20 000 buněk sinic/ml (případně 2 mm<sup>3</sup>/l, pokud je výsledek vyjádřen jako buněčný objem) a zároveň koncentrace chlorofylu-a je alespoň 10 µg/l. V případě překročení limitů I. stupně by mělo být vzorkování prováděno nejméně s četností 1x týdně.

Při takovém výskytu sinic lze u citlivých jedinců očekávat zvýšený výskyt různých akutních, ale méně závažných zdravotních problémů jako jsou různé alergické a dráždivé projevy, které však nejsou s velkou pravděpodobností způsobeny známými toxiny.

Překročení limitních hodnot II. stupně nastává, pokud je přítomno alespoň 100 000 buněk sinic/ml (případně 10 mm<sup>3</sup>/l, pokud je výsledek vyjádřen jako buněčný objem) a zároveň koncentrace chlorofylu-a je alespoň 50 µg/l.

Tato hranice je stanovena na základě limitní hodnoty pro microcystin-LR v pitné vodě (1 µg/l). Při výskytu sinic překračující limitní hodnoty II. stupně lze očekávat koncentrace microcystinů kolem 20 µg/l, v případě dominance *Planktothrix agardhii* i více (50 – 100 µg/l). Pro hodnocení rizik je však nutné brát v úvahu výrazně nižší příjem vody při koupání (100 – 200 ml), než jaký je u pitné vody.

Překročení limitních hodnot III. stupně nastává, pokud je přítomen na lokalitě vodní květ sinic, který je ve vyhlášce definován jako stav, při kterém jsou pouhým okem vidět sluky sinic u hladiny, ve vodním sloupci nebo povlak sinic na hladině. Limity III. stupně lze také považovat za překročené v případech bez přítomnosti vodního květu, pokud jsou ve vzorcích výrazně vyšší počty sinic, než udávají limity II. stupně. To se týká především nádrží s dominancí vláknité sinice *Planktothrix agardhii*, která může tvořit spíše velmi silný vegetační zákal [2], [5].

## **4 Odběr a přeprava vzorku**

Odběr vzorků probíhá dle metodického návodu hlavního hygienika ČR k zajištění jednotného postupu při plnění úkolů, vyplývajících z výkonu státního zdravotního dozoru na koupalištích a v saunách, podle § 80 odst. 1 písm. a) zákona č. 258/2000 Sb.

Vzhledem k převládající praxi, kdy vzorek odebírají, zpracovávají a výsledky interpretují jiné týmy, je metodické doporučení děleno na 3 části:

1. Metodika odběru, přepravy, popřípadě konzervace vzorku
2. Metodika laboratorního zpracování
3. Vyhodnocení a interpretace analýz, formulace závěrů

### **Odběrová perioda a doba odběru**

Odběry vzorků pro hygienické hodnocení fytoplanktonu v koupalištích situovaných na nádržích se provádějí v koupací sezóně ve 14 denních intervalech a cca 14 dní před zahájením sezony. Optimální denní doba pro odběr je dopoledne, mezi 6-11 hodinou, což souvisí se schopností sinic regulovat svou pozici ve vodním sloupci a hlavně s logistikou laboratoře, aby stačila vzorky odebrat z více míst a ještě ten den je mohla začít analyzovat.

### **Volba odběrového místa**

Stálé odběrové místo volíme s ohledem na maximální reprezentativnost pro sledovanou lokalitu, maximální expozici rekreatantů (plavci, vodní sporty jako potápění, vodní lyže apod). Stabilní odběrové místo reprezentuje lokalitu, která je lokálně známá jako místo s maximálním výskytem rekreatantů a kde dochází k masovému výskytu sinic (hráz, zátoka apod.). Vždy musí být zohledněna heterogenita populací fytoplanktonu, hydrologické poměry sledované lokality (vodní proudy) a dynamika přesunu populací vodních květů větrem. Koupací místa, která představují délku břehů delší než 1 km, nebo hydrologicky odlišné lokality (záliv, hráz, tzv. zóny nádrže), musí být vzorkovány zvlášť. Vzorky odebíráme z lodě, odběrového mola, nebo u břehu, kde je hloubka vody minimálně 1 m.

### **Způsob odběru vzorku**

Pro kvantifikaci sinic odebíráme vzorek směsný, plošně integrovaný z horizontu 0-30 cm. Postupujeme tak, že trubkový vzorkovač vnořujeme kolmo do vodního sloupce a v hloubce 30 cm uzavřeme jeho horní konec. Před vytažením odběrového zařízení nad hladinu jej uzavřeme také na dně.

Na odběrovém místě odebereme dle heterogenity lokality cca 3-5 dílčích vzorků z okruhu 3-4 m, slijeme, promícháme a naplníme vzorkovnice (pro mikroskopický rozbor, chlorofyl (a). Lahve plníme do 4/5 objemu. Při výskytu souvislé příhladinové husté vrstvy cyanobakterií vodního květu lze předpokládat, že koncentrace biomasy přesahuje stanovené hygienické limity. Mocnost vrstvy biomasy cyanobakterií je většinou velmi různorodá, a proto v tomto případě postupujeme tak, že tyčí nebo pádlem promícháme (zhomogenizujeme) kumulovanou biomasu (opisujeme „osmičku“ o průměru cca 1 m a odpočítáme tři vteřiny). Poté necháme cca 10-20 sekund uklidnit hladinu a kolmo zasouváme odběrovou trubici.

Pro mikrobiologický rozbor se používá sterilní vzorkovnice o objemu 250 ml nebo 500 ml. Sterilní vzorkovnice se otevře až těsně před vlastním odběrem, odtáhne se ze zátky alobal, ale nesundává se, zátky a zabroušených částí hrdla se nedotýká. Vzorkovnice se nevyplachuje, naplní se asi do 90 % objemu (po rysku), ve vzorkovnici zůstává asi 2 cm vzduchový prostor. Po naplnění se vzorkovnice uzavře a alobal se přitiskne zpět k hrdlu vzorkovnice.

### **Konzervace a přeprava**

Vzorky přepravujeme ve tmě, chlazené v chladícím boxu při teplotě 2-5 °C. Vzorky zpracujeme téhož dne. Nelze-li tuto podmínku splnit, konzervujeme vzorek přímo v místě odběru Lugolovým činidlem resp. fixačním činidlem. Vzorek po fixaci má mít slabě žluté zbarvení.

### **Kontrola míst s možnou kumulací biomasy**

Osoba odpovědná za odběr, je-li to možné, projde místa, kde lze očekávat kumulaci biomasy fytoplanktonu. V praxi to znamená inspekci zálivů, hráze na té straně, kam foukal/fouká vítr. Do protokolu je nutno uvést i ojedinělé výskyty vodních květů u břehů s poznámkou o rozsahu/ploše postižené hladiny, přítomnost kolonií ve vodním sloupci (předstupeň kumulace u hladiny) apod.

### **Odběrový protokol**

V zájmu přesné identifikace vzorku, opakovatelnosti (odběru), zásad správné laboratorní praxe, kontroly a hodnocení kvality práce by měl odběrový protokol obsahovat minimálně tyto údaje:

- číslo vzorku / interní označení,
- konkretizace / popis odběrové lokality,
- jméno osoby odpovědné za odběr a kontakt (telefon, E-mail),
- den / hodina odběru,

- typ vody / nádrže,
- počet dílčích vzorků,
- způsob přepravy,
- způsob konzervace,
- parametry měřené na lokalitě: pH, teplota vody a vzduchu, průhlednost, kyslík (mg/l a % nasycení),
- vizuální pozorování lokality, jako zbarvení vody, nečistota/předměty/pěna, tvorba vodních květů na dalších místech nádrže, směr větru v době odběru (směrem k/od místa odběru), zápach vody,
- v závěru protokolu je uveden den a hodina předání vzorku k analýze a jaký je důvod odběru/cíl analýz, kontakt a komu byl vzorek předán.

## **Pomůcky a (materiál)**

### ***Odběrové nádoby o objemu 500 ml***

z PE na odběr vzorků pro kvantifikaci biomasy

### ***Odběrové nádoby o objemu 100 ml z tmavého skla***

na odběr vzorků pro konzervaci Lugolovým činidlem

### ***Odběrové nádoby nejméně o objemu 1000 ml***

skleněné nebo plastové na odběr vzorků pro stanovení chlorofylu a

### ***Nádoba o dostatečném objemu***

na smíchání dílčích vzorků






### ***Trubkový vzorkovač***

Pro tyto účely lze doporučit průhlednou plastovou trubici o průměru 4,5 cm a o délce cca 1 m, kterou lze prodlužovat novodurovými trubkami, nebo některý z komerčně vyráběných vzorkovačů [2], [15], [17].

## 5 Současné problémy na úseku kvality vod

Problémy na úseku kvality vod jsou v podmínkách kraje spojeny především s vodami povrchovými. Příčinně jsou spojeny s jeho rozsáhlou industrializací, s jeho poměrně hustým osídlením a s genezí hospodářského a sociálního rozmachu, jímž se vývoj zejména v posledním půlstoletí ubíral. Ovlivňování jakosti povrchových vod se děje jednak v soustředěných místech – **bodově** – která jsou spojena s konkrétními aktivitami toho kterého uživatele vody zpravidla tam, kde ji vypouští, a v jiných případech **plošně**, neboli **difúzně**. V následující části jsou tedy tyto zdroje znečištění a vlivy, které ovlivňují jakost povrchových vod, popsány [4].

Pro všeobecnou informaci a zejména k porovnání jakosti vody na různých místech a v různém čase se provádí klasifikace jakosti tekoucích povrchových vod dle ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod do 5 tříd [6]:

I. třída -	neznečištěná voda	
II. třída -	mírně znečištěná voda	
III. třída -	znečištěná voda	
IV. třída -	silně znečištěná voda	
V. třída -	velmi silně znečištěná voda	

### 5.1 Bodové zdroje znečištění

Podle svého původu lze zdroje znečištění rozdělit na ty, které produkují:

- splaškové odpadní vody a
- průmyslové odpadní vody

Splaškové odpadní vody (z lidských sídel) jsou vypouštěny z bytů a obytných domů a k tomu patří i odpadní vody z městské vybavenosti jako jsou školy, restaurace, hotely, kulturní zařízení, atd. Specifické množství splaškových vod (množství od jednoho obyvatele za den) závisí na bytové vybavenosti (koupelny, sprchy, přívod teplé vody aj.) a kvantitativně je prakticky shodné se spotřebou pitné vody, s výjimkou jarního a letního období a rezidenčních čtvrtí, kde mají lidé zahrádky a bazény. Látky obsažené ve splaškových vodách mají původ v pitné vodě, kterou je zásobeno obyvatelstvo, dále v produktech metabolismu a lidské činnosti v domácnostech, kdy jsou splachovány do veřejné kanalizace špína z prádla a podlah, zbytky jídel, prací a čisticí prostředky.

Znečištění pocházející ze zemědělské činnosti je kontaminace vody sloučeninami dusíku a fosforu, které se nacházejí především v průmyslových hnojivech. Rostliny nevyužijí vždy všechny látky, ty jsou z půdy vyplaveny do povrchových vod a mohou ohrozit zdroje vody podzemní. Neúměrné zátěže v podobě organických látek, dusíku a fosforu, mohou vést k eutrofizaci moří, jezer a podzemních vod. Vody jsou znečišťovány také při používání, skladování, přepravě a likvidaci nepoužitých pesticidů. Při dlouhodobých deštích nebo při průsaku mohou odpady ze silážních jam znamenat ohrožení vod v širokém okolí. Vážné škody způsobují poškozená zemědělská zařízení nebo nesprávné nakládání se zemědělskými odpady.

Průmyslové odpadní vody jsou vypouštěny z průmyslových závodů a výroben. Obsahují odpadní vody od zaměstnanců, závodních kuchyní a jídelen, tedy vody splaškového charakteru, dále srážkové vody z areálu závodů, vody chladicí a vody technologické. Vzhledem k různým technologickým procesům průmyslových výrob nelze podat u průmyslových odpadních vod obecnou charakteristiku jejich kvality. Vypouštění odpadních vod z bodových zdrojů určuje míru zátěže povrchových vod znečištěním a výrazně ovlivňuje jejich jakost.

K vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních je třeba **povolení vodoprávního úřadu k nakládání s vodami** podle ustanovení § 8 odst. 1 vodního zákona. V tomto povolení vodoprávní úřad stanoví limity pro množství vypouštěných odpadních vod, hodnoty přípustného znečištění odpadních vod a povrchových vod, do kterých jsou odpadní vody vypouštěny. Dále stanoví podmínky, za kterých je vypouštění odpadních vod umožněno.

## **5.2 Plošné (difúzní) zdroje znečištění**

Plošné (difúzní) zdroje znečištění jsou nebodové zdroje znečištění, které ale významně ovlivňují jakost povrchových vod. Přesná kvantifikace objemu znečištění z těchto zdrojů je velice obtížná, neboť tyto hodnoty nelze přímo měřit. Obecně lze konstatovat, že příčinou difúzního znečištění je nadměrné nebo nesprávné využívání krajiny a prostředí člověkem.

Mezi základní charakteristiky difúzního znečištění patří :

- odtok do povrchových vod je realizován plošně (nikoliv v jednom místě) v nesouvislých intervalech určených meteorologickými podmínkami,

- znečištění vzniká na rozsáhlé ploše území a před odtokem do povrchových vod prochází pevnou fází,
- produkce znečištění nemůže být měřena jako odtékající množství,
- na rozdíl od bodových zdrojů, kde čištění je účinný způsob snižování vypouštěného znečištění, je eliminace plošného znečištění zaměřena na způsoby hospodaření s plochami a s jejich využíváním,
- rozsah difúzního znečištění je dán rovněž neovlivnitelnými klimatickými událostmi, geografickými a geologickými poměry území a mění se v závislosti na místě a čase.

Mezi hlavní zdroje a příčiny difúzního znečištění patří:

#### Atmosférické depozice

Největší podíl polutantů, které tvoří zátěž pocházející z atmosférické depozice, jsou sloučeniny síry a především dusíku. Dusík proniká do ovzduší zejména z tepelných elektráren, z dopravy, ze spaloven.

#### Odnosy látek vlivem erozně-transportních procesů

Z ploch ohrožených erozí se dotují povrchové vody zvýšeným přísunem rozpuštěných látek, dusíkem, fosforem) a splaveninami.

#### Vyplavování látek z půdy

Mechanismus vyplavování látek z půdy závisí na mnoha faktorech: na morfologii terénu, charakteru půdy, množství a kvalitě atmosférických srážek, způsobu a dávkách živin zejména na zemědělsky využívaných pozemcích, na způsobu využití pozemků tj. druhu plodin a osevních postupech, zásobě živin v půdě aj.

#### Zdroje ze zastavěných území

Znečištění je způsobeno jednak přetokem z jednotných kanalizací, odtokem a táním sněhu ze silnic a dálnic a především nedokonale odkanalizovanými lidskými sídly. Jde i o problematiku odkanalizování malých obcí, kde likvidace odpadních vod je řešena žumpami a septiky, které ale nejsou provozovány povoleným způsobem.

#### Staré ekologické zátěže

Jedná se o kontaminovaná území většinou v areálech významných průmyslových podniků.

### Zemědělské zdroje

Zdroje znečištění pocházejí z nezajištěných polních hnojišť, chlívů, stájí, z odtoku z obhospodařovaných a hnojených pozemků a pastvin.

### Divoká zvěř

Zvířecí exkrementy představují vážnou hrozbu pro životní prostředí, zejména pokud jsou koncentrované. Hrozbu představují zejména havárie – úniky exkrementů z budov nebo skladů.

Omezování difúzního znečištění se dotýká celé škály lidských oborů a činností (emise z dopravy, energetiky a průmyslu, likvidace odpadů, zemědělská činnost, ochrana krajiny, odkanalizování rozptýlené zástavby).

Rozsah difúzního znečištění, co se týče znečišťujících látek, je velmi obsáhlý, jako prioritně sledované a omezované látky se jeví dusičnany, celkový fosfor a nerozpuštěné látky.

V současné době tak v ČR pro kvalitu koupacích vod představují hlavní zdroje znečištění vod difúzní a plošné znečištění živinami, znečištění obtížně odstranitelnými látkami vypouštěnými z bodových zdrojů a havarijní znečištění [4].

## **5.3 Eutrofizace**

Intenzivní obhospodařování půdy, intenzivní chov ryb a husté osídlení vedou k nadměrnému přísunu minerálních živin do vodních nádrží (rybníků, jezer, údolních přehrad). To zvyšuje primární produkci (tvorbu rostlinné biomasy) a způsobuje přemnožení především řas a sinic, které pak vytvářejí silný vegetační zákal vodního sloupce či vodní květ na ploše hladiny. Obohacení prostředí o živiny vedoucí k jeho zvýšené úživnosti a produktivitě nazýváme eutrofizací.

**Eutrofizace** je obohacení vody živinami, především zvýšenými koncentracemi dusíku a fosforu. Protože sinice mohou poutat a využívat i dusík obsažený ve vzduchu, jsou životaschopné i v době, kdy je dusík původně obsažený ve vodě nádrže vyčerpán rozvojem zelených řas. Proto má pro rozvoj vodních květů sinic význam především zvýšení obsahu fosforu v povrchových vodách. Na rozdíl od dusíku jej sinice nemohou přijímat ze vzduchu, ale pouze přímo z vodního prostředí. U fosforu stačí poměrně nízké koncentrace (až 1000 nižší než koncentrace dusíku) k intenzivnímu rozvoji zelených organismů. Eutrofizací je dnes zasažena většina údolních nádrží. Zasažena je nejen údolní nádrž Orlík, ale například i Želivka zásobující vodou Prahu.



**Příčinou eutrofizace** je především zvýšené znečišťování povrchových vod fosforem. Hlavním zdrojem fosforu v našich řekách jsou odpadní vody. Zemědělství (rostlinná výroba) se podílí na zvyšování koncentrací fosforu ve vodním prostředí méně, neboť pokud nejsou pole přehnojována nebo není silná erozní činnost splachující půdu z polí, většina fosforu se zadržuje v půdě. Fosfor ve splaškových vodách pochází jednak z lidských exkrementů, ale hlavně z fosfátových pracích prostředků. Znečištění povrchových vod fosforem z tohoto zdroje se výrazně zvýšilo právě v posledních dvaceti letech, je zde tedy nápadná souvislost se zavedením tzv. výkonnějších pracích prostředků obsahujících fosfáty.

**Základní strategií proti eutrofizaci** je omezení přísunu živin, zejména fosforu, a to ze všech zdrojů. To předpokládá zejména:

- Důsledné používání bezfosfátových pracích prostředků.
- Dobudování systému čištění odpadních vod v celém povodí, a to včetně stupně pro odstranění fosforu a dusíku.
- Cílenou podporu rozumného zemědělského využívání krajiny : volba vhodných druhů zemědělských plodin, protierozní opatření, nepřehnojování půdy.

**Eutrofizace vod** má závažné vodohospodářské a hygienické důsledky, může vést až ke zhroutilí vodního ekosystému a úhynu vodních živočichů v důsledku anaerobiózy.

Pro obnovu vodních nádrží zatížených živinami byly vyvinuty metody a technologie založené jednak na chemickém ošetření vody a sedimentu (vyvázání živin), jednak na odstranění svrchní - eutrofní vrstvy sedimentu. Z dlouhodobého hlediska jsou však tyto metody účinné pouze tehdy, podaří-li se zároveň snížit vnější přísun živin do nádrže [9].

#### **5.4 Sinice (Cyanobakterie)**

Ve vysoce úživných (eutrofních a hypertrofních) vodách dochází pravidelně k přemnožení různých druhů vodních rostlin, které je vnímáno jako znečištění vody. Může mít podobu hustých porostů ponořených vodních rostlin, bohatě vyvinutých vláknitých řas na dně a zejména nadměrného rozvoje mikroskopických řas a sinic, které tvoří silný vegetační zákal vodního sloupce či vodní květ na ploše hladiny.

V posledních letech dochází k neúměrnému přemnožení sinic, které jsou nebezpečné nejen pro vodní rostliny a živočichy, ale také pro zdraví obyvatel při rekreaci i vodárenském využití nádrží. Sinice a řasy rovněž plní svou úlohu ve vodním systému, protože jsou přirozenou a důležitou součástí života ve vodních nádržích. Produkují kyslík a slouží jako potrava pro vodní živočichy.

**Sinice a řasy** jsou přirozenou součástí fytoplanktonu. Fytoplankton a zooplankton nazýváme společně plankton (organismy vznášející se ve vodě). Jsou-li tyto složky v rovnováze, je vše v pořádku. Jestliže se však sinice přemnoží, žijí na úkor ostatních.

Pro vodní rekreaci má největší význam přítomnost fytoplanktonu a bakterioplanktonu, protože tyto mikroorganismy mohou způsobovat zdravotní problémy. Fytoplankton se skládá ze dvou velkých skupin organismů: **řas a sinic**.

Řasy i sinice mají sice ve vodě podobnou úlohu, ale z hlediska vlivu na lidské zdraví jsou sinice mnohem nebezpečnější. Je velmi důležité rozeznat řasy a sinice. Jde o zcela odlišné organismy. Stavbou buňky se sinice řadí mezi bakterie, zatímco řasy jsou typické rostliny. Řasy mohou být při koupání nepříjemné z hlediska mechanického i estetického, mohou působit alergie, ale sinice mohou být toxické a zdraví nebezpečné.

Sinice jsou mikroskopické organismy. Jsou schopny přežívat v nejrůznějších podmínkách. Nalezneme je v Antarktidě i v horkých vřídlech, v lišejnících v čistém horském prostředí, v odpadních a zamořených odpadních a radioaktivních vodách. Základními živinami pro rozvoj sinic a řas jsou dusík a fosfor. K silnému rozvoji potřebují sinice déle trvající vyšší teploty vody a vyšší hodnoty pH (zásadité prostředí).

Nejznámější jsou planktonní (vznášející se ve vodě) sinice, které tvoří tzv. vodní květy (u hladiny se hromadí drobnohledné kolonie a vlákna) sinic. Vypadají jako zelená krupice nebo jemně sekané jehličí. Velmi nebezpečné jsou nejmenší sinice. Některé se nehromadí u hladiny, ale zato procházejí vodárenskou úpravou do vody pitné. "Kvetení" nádrží se stalo v posledních dvaceti letech vážným hygienickým problémem.

**Termín "vodní květy"** se původně používal pro nakupení okem viditelných kolonií sinic u vodní hladiny. Dnes se používá i pro masový rozvoj např. zelených řas. Některé druhy sinic obsahují plynové měchýřky, díky kterým se mohou ve vodním sloupci vznášet. Při silném rozvoji vodních květů vytvářejí některé druhy sinic látky složitě bílkovinné povahy ze skupin cytotoxinů, hepatotoxinů a neurotoxinů, které jsou v přírodě těžce odbouratelné. Sinice rovněž mohou produkovat toxiny i když netvoří vodní květ, ale pak se toxiny ve vodě tak naředí, že nejsou ani detekovatelné, ani nebezpečné [11], [12].

### **Rizika ze sinic při koupání lze shrnout následovně:**

1. Existuje reálné riziko vážné akutní otravy, ke které může dojít především u nepoučených jedinců (např. dětí) na lokalitách s vodním květem toxických sinic. Zásadní ochranou zdraví je proto všeobecné povědomí o možných rizicích z cyanotoxinů a vyvarování se koupání s možným požitím vody nebo vdechováním aerosolu na místech, kde se vyskytuje masivní vodní květ.
2. Zdravotní dopady chronické expozice microcystinům z koupacích vod lze na základě existujících dat jen těžko předvídat, ale vzhledem k bezpečnostním faktorům využitým při konstrukci limitů sinic (buněk) a omezené době, kterou lidé stráví během roku koupáním v přírodních vodách, zřejmě nebudou velké.
3. U citlivých jedinců lze očekávat různé lehčí zdravotní problémy (např. vyrážky) i v případech s velmi nízkým výskytem sinic. Takoví lidé by se zřejmě měli preventivně vyvarovat kontaktu s přírodními koupacími vodami [16].

### **Jaké toxiny sinice (cyanobakterie) produkují:**

- hepatotoxiny (vliv na funkce jater),
- neurotoxiny (vliv na nervový systém),
- imunotoxiny a imunomodulanty (snižují imunitu),
- mutageny a genotoxiny (s vysokou potencií stimulovat 2. a 3. fázi karcinogeneze),
- embryotoxiny (jejichž vliv byl prokázán na životaschopnost zárodků ryb),
- cytotoxiny (znemožní správnou funkci jednotlivých buněk),
- lipopolysacharidy (působící průjemy a zvracení, bolesti břicha apod.),
- dermatotoxiny (kontaktní dermatitidy, vyrážky, puchýřky, záněty spojivek a další problémy stimulované imunomodulanty, viz výše) [12].

Toxiny sinic jsou obvykle jedovatější než toxiny rostlin, živočichů a hub, ale jsou méně jedovaté, než bakteriální toxiny (např. botulotoxiny).

Toxiny se uvolňují ze sinic při rozbití buněk – k poškození zdraví dojde při jejich požití (v pitné vodě, polknutím při plavání) nebo po mechanické destrukci sinic na pokožce (**nikdy se nemají po plavání sinice stírat z pokožky, ale mají se osprchovat !**).

Náhodný a krátkodobý kontakt vyvolá spíše alergické reakce. V závislosti na délce kontaktu vyvolají sinice u citlivých osob záněty a alergické reakce očí a spojivek, vyskytuje se zrudlá podrážděná pokožka. Reakce se také liší dle způsobu požití, záleží také na množství. Podle množství a druhu požitých sinic se dostaví různé projevy od střevních a žaludečních obtíží přes bolesti hlavy, malátnost, oslabení imunity.

Živiny pro sinice jsou **dusík a fosfor**, jejichž obsah ve vodách zvyšují nedokonalé čistírny odpadních vod, zcela nečištěné odpadní vody z obytných domů a chat, chovy dobytka, špatný způsob obdělávání a eroze orné půdy, drenážní vody apod. Mezi významné zdroje fosforu patří prací prostředky v odpadních vodách [10], [11], [12].

Závěrem je třeba poznamenat, že **sinice jsou pouze jedním ze zdravotních rizik při koupání v přírodě**. Při výběru vodní nádrže nebo toku by se měl každý řídit vlastním rozumem a nekoupat se ve vodě na první pohled znečištěné (olejovými skvrnami na hladině, zápachem, vrstvami bahna na dně apod.).

Nejčastějším onemocněním jsou střevní a žaludeční potíže. Dalšími projevy spojené s koupáním ve volné přírodě mohou být horečnatá onemocnění nebo různé záněty očí a uší. Tato onemocnění způsobují bakterie, viry či prvoci. Tito patogenní mikroorganismy vstupují do těla většinou náhodným polknutím vody [5].

## 5.5 Mikrobiologické ukazatele

### Enterokoky

Slouží jako indikátor fekálního znečištění. Při překročení definované míry přijatelného rizika je zvýšená pravděpodobnost žaludečních a střevních potíží. Jako hlavní zdroj znečištění patří fekálie člověka a teplotokrevných živočichů.

### Escherichia coli

Indikátor fekálního znečištění. Escherichia coli je bakterie, která žije ve velkých počtech ve střevech lidí a zvířat. Střevní bakterie vyvolává specifická průjemovitá onemocnění postihující zvláště děti, ale dospělé jedince, dětskou populaci však daleko častěji. Tyto infekce bývají následkem nízké nebo pokleslé obranyschopnosti organismu. U lidí se kromě krvavých průjmů může vyvinout i hemolyticko-uremický syndrom, který bývá často smrtelný. Postiženým při něm selhává činnost ledvin.

## **5.6 Fyzikální, chemické a estetické ukazatele**

### **Teplota vody**

Teplota vody je jedním z nejvýznamnějších fyzikálních činitelů ovlivňujících životní děje ve vodním prostředí. U povrchových vod závisí na počasí, slunečním záření, charakteru vodní nádrže-rybníka, jeho hloubce, průhlednosti, barvě a jiných ukazatelích.

### **Průhlednost vody**

Průhlednost vody je důležitá fyzikálně-chemická vlastnost. Průhlednost vody se měří Secchiho deskou (plechový kruh o průměru 30 cm, rozdělený na čtyři díly natřené střídavě bílou a černou barvou). Secchiho deska se spouští pod hladinu ve stínu až do splynutí s barvou vody. V tom okamžiku se odečte hloubka ponoření na provázku. Tato hodnota udává průhlednost vody. Jedná se o doplňkový ukazatel a přímá zdravotní rizika nehrozí. Barva vody by měla být ideálně bezbarvá, ale některé vody mohou mít zabarvení přírodního původu např. zelené, žlutozelené, zelenohnědé apod.

### **Znečištění odpady**

Za odpady se považují produkty lidské činnosti např. zbytky dehtu, sklo, plasty, guma, prkna a další odpad.

### **Přírodní znečištění**

Za přírodní znečištění se považují například zbytky suchozemských rostlin (ulomené větve, kmeny, listy, odkvetlé květy, posekaná tráva) a makroskopické vodní organismy nebo jejich zbytky (vláknité řasy a ulomené stonky a listy vodních rostlin, mrtvé ryby, peří vodních ptáků) nashromážděné v blízkosti břehu. Živé vyšší vodní rostliny přirozeně rostoucí na části přírodního koupaliště nejsou považovány za znečištění.

### **Chlorofyl**

Řasy a sinice vždy obsahují chlorofyl, který potřebují k fotosyntéze. Jeho stanovení ve vodě slouží jako míra přítomnosti řas a sinic [2], [5], [17].

## **Praktická část**

Téma mé bakalářské práce jsem si vybral proto, že v posledních letech jsem se začal aktivně zajímat o problematiku kvality vody v přírodních koupalištích. Nejen já, ale i většina mých přátel v letních měsících vyhledává tento druh koupání.

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřil na problematiku rekreačních vod a rizika s ní spojených a v praktické části práce na kvalitu vody údolní nádrže Orlík. Sledoval jsem zejména koupací oblasti údolní nádrže Orlík v letním období koupací sezóny roku 2012, které se nachází v katastrální oblasti Středočeského kraje. Tyto oblasti jsou monitorovány v pravidelných intervalech Krajskou hygienickou stanicí Středočeského kraje. Ke své práci jsem využil data elektronické databáze informačního systému Pitná Voda /IS PIVO/. Systém slouží hygienické službě ke zpracování výstupů, k posouzení kvality vody a k případnému rozhodnutí o nutných opatřeních, jako je zákaz koupání apod. Zajímalo mne, zda výsledky na všech koupacích oblastech údolní nádrže Orlík, budou z hlediska monitoringu koupacích vod přibližně stejné, či se na konkrétních koupacích místech budou diametrálně lišit.

Předmětem zkoumání bylo zjistit vzhled a kvalitu vody hlavně v letních horkých měsících, kdy se kvalita vody výrazně zhoršuje. Kdy výskyt sinic a řas bude stoupat či klesat podle stavu počasí a dokázat veřejnosti, že se nemusí bát koupat v přírodních koupacích místech, kde není možné vodu kontrolovat tak jako na umělých koupalištích. Chtěl jsem se ujistit, že se zde návštěvníci mohou v letních měsících bezpečně koupat a využívat celý areál k rekreačním účelům.

## **6 Údolní nádrž Orlík**

Údolní nádrže jsou často velké nádrže nebo i rybníční soustavy řazené kaskádovitě v mírně až středně členité krajině, která vzniká umělým přehrazením vodního toku přehradní hrází. Slouží k zásobování vodou, výrobě elektrické energie, ochraně před povodněmi, vyrovnávání průtoků, k rekreaci, vodním sportům, rybolovu aj.

Přehrada Orlík je jedním ze stupňů Vltavské kaskády na území jižních a středních Čech. Její hráz přehradila tok řeky Vltavy u obce Solenice v okrese Příbram. Přehrada své jméno dostala podle zámku, který kdysi čněl nad hlubokým údolím Vltavy a dnes se nachází jen pár metrů nad hladinou přehradní nádrže. Přehrada byla budována v letech 1954 - 1963. Orlická přehrada je v řetězu vltavských přehrad článkem největším, nejvyšším a nejmohutnějším.

Její 511 m dlouhá hráz dosahuje výšky 91 m. Zadržuje vodní plochu o rozloze 2.732 ha, na Vltavě je vzdutí dlouhé 68 km, na Otavě 23 km a na Lužnici 7 km. Nejhlubší místo přehrady je přibližně 74 m. Přehrada obsahuje 717 mil. metrů krychlových vody a je, objemem zadržené vody, největším v České republice.

Hladina nádrže je zaříznuta do hlubokého, jen nepatrně širokého údolí, se strmými zalesněnými stráněmi, místy skalnatými srázy. Tvar původního údolí byl podobný, a proto nádrž Orlík patří k typu hlubokých nádrží korytových [13].

## **6.1 Koupací oblasti údolní nádrže Orlík**

Koupací oblastí se rozumí vodní plocha, která je využívána ke koupání větším počtem fyzických osob a byla takto vyhlášena zvláštním právním předpisem. Nemá vlastního provozovatele, jakost vody v průběhu koupací sezóny je kontrolována prostřednictvím krajských hygienických stanic.

Zvláštní pozornost věnuje KHS kontrole jakosti vody v koupacích oblastech, kde jakost vody není uměle upravována a v průběhu koupací sezóny se mění v závislosti na klimatických podmínkách a případných lokálních zdrojích znečištění v jejich okolí. U těchto vod je významným ukazatelem jakosti výskyt fytoplanktonu (sinic a řas), který může mít vliv na zdraví koupajících se. Informace o jednotlivých koupacích místech, včetně aktuální jakosti vody, jsou v době koupací sezóny zpřístupněny na webových stránkách příslušné KHS. Toto je právě případ koupacích oblastí údolní nádrže Orlík, kde je monitoring prováděn v průběhu celé koupací sezóny Krajskou hygienickou stanicí Středočeského kraje.

Jakost vody je znázorňována v podobě piktogramů - tzv. „sluníček“, která svou barvou označují odpovídající zdravotní riziko koupání. Při zhoršení kvality vody je vydáváno upozornění pro občany, při překročení limitů, kdy již hrozí ohrožení zdraví vydává KHS zákaz koupání.

Legislativní předpis pro koupací oblasti údolní nádrže Orlík nám stanoví vyhláška č. 157/2011 Sb., kterou se zrušuje vyhláška č. 159/2003 Sb., kterou se stanoví povrchové vody využívané ke koupání osob, ve znění pozdějších předpisů.

### **Orlík – Lavičky**

Popis : Veřejné tábořiště (VT) na levém břehu Orlické zdrže ohraničené lesy, písčité pláž s pozvolným vstupem do vody, místo vhodné pro koupání, vodní sporty, rybaření, houbaření, cykloturistiku. Vybavenost zajištěna s ohledem na kapacitu VT (70 stanových jednotek – st.j.), stánek s občerstvením a potravinami. Zásobování ze studny s kvalitou pitné vody.

### **Orlík – Podskalí**

Popis : Poslední tábořiště na území regionu Příbram na pravém břehu vodní nádrže s přístavištěm parníku. Je umístěno na ostrohu mezi zátokami Kamenice a Podskalí. Jde o místo, kde se nepravidelně střídá kamenitý terén s menšími plochami řídkého seskupení borových hájků s travnatými plochami s nízkými keři. Dobré podmínky pro koupání s pozvolným vstupem do vody, písčité pláž v zátokách, na ostrohu kamenitá, lze provozovat vodní sporty, cykloturistiku, výlety parníkem. Vybavenost je vybudována s ohledem na kapacitu veřejného tábořiště (150 st.j.), sprcha s teplou vodou, sezónní vodovod s pitnou vodou. Stánky s občerstvením, stánek s potravinami, novinami, možnost zapůjčení lodí, windsurfing. Bez zdravotníka a plavčíka.

### **Orlík - Popelíky**

Popis : Koupací oblast leží u zátoky nejbližší k Orlické přehradě, v příjemném prostředí ohraničeném vzrostlou zelení, pozvolným vstupem do vody. Písčité pláž přechází v travnatý udržovaný porost. Místo je vhodné pro koupání, pěší výlety a cykloturistiku. Možnost využití plavby parníkem na zámek Orlík i možnost dopravy po vodě do jiných lokalit Orlické nádrže regionu Příbram a Písek. Vybavenost je dimenzována dle kapacity veřejného tábořiště (počet stanovených jednotek) – tj. 250 st. j. Pro možnost občerstvení oběda je v této lokalitě stravovací zařízení, stánky s občerstvením. Vodovod s pitnou vodou. Bez zdravotníka a plavčíka.

### **Orlík – Trhovky**

Popis : Koupací oblast leží jednak na travnaté planině výběžku s ojedinělou vzrostlou zelení mezi zátokami Trhovky – Bor a Trhovky ohraničeném od břehu borovými lesy a na svahu pravé části zátoky Trhovky, zbylá část této zátoky je využívána k individuální rekreaci. Jde o největší tábořiště na Orlické zdrži regionu Příbram s největší návštěvností. K dispozici je přístaviště parníku, tobogan, lokalita vhodná pro vodní sporty, koupání, písčité pláž s pozvolným vstupem do vody, vybavenost dle kapacity veřejného tábořiště s celkovou kapacitou 350 st. j., stánky s občerstvením, sezónní vodovod s pitnou vodou, Sporthotel společnosti HAK s.r.o. s možností, ubytování, stravování, sportovního vyžití – tenisu, plážový volejbal. Ordinace lékaře u obou zařízení [14].



## 7. Vyhodnocení koupací sezóny 2012 na údolní nádrži Orlík

Sledování kvality koupací vody proběhlo na údolní nádrži Orlík v období od poloviny května do konce srpna roku 2012. Po domluvě s Krajskou hygienickou stanicí středočeského kraje, která prováděla rozbor kvality vody na údolní nádrži Orlík ve 4 koupacích oblastech (Lavičky, Podskalí, Popelíky, Trhovky), odběry provádělo územní pracoviště v Příbrami, které vzorky vody odebíralo každé pondělí jednou za dva týdny, jsem též já v termínech 18.6.2012 a 27.8.2012 společně s pracovníky oddělení obecně komunální hygieny uskutečnil odběr vzorků na již zmíněných 4 koupacích oblastech údolní nádrže Orlík. Odběr se prováděl přímo z paluby motorového plavidla na příhodném místě cca 20 m od břehu. Prováděl se odběr biomasy, měření teploty vody, průhlednosti a celkového znečištění vody. Zároveň jsem zaznamenával teplotu vzduchu a stav počasí, zda bylo jasno či deštivo. Břeh u koupacích míst byl většinou písčítokamenitý s pozvolným vstupem do vody. Po odběru vzorků, které jsem prováděl společně s pracovníky krajské hygienické stanice, jsem ještě uskutečnil v termínech 18.6.2012 a 27.8.2012 kvalitativní výzkum - pozorování výskytu sinic a řas ve sledovaném období. Jednu průhlednou lahev se zúženým hrdlem od balené vody jsem naplnil zcela vodou a nechal 30 minut stát na světle. Po uplynutí doby jsem pozoroval, zda se u hladiny vytvořil zelený proužek a jinak voda zůstala čirá. V tom případě by se jednalo o sinice, což se na vzorcích nepotvrdilo. S největší pravděpodobností se vždy jednalo o řasy, protože větší zákal se tvořil u dna. Sinice se vyskytovali jen v malém množství. Při druhém kvalitativním výzkumu dne 27.8.2012 množství sinic vzrostlo. Předpokládám, že výskyt sinic vzrostl díky teplejšímu klimatu vody ke konci koupací sezóny.

Následně jsem provedl transport vzorku, které jsem odebíral společně s pracovníky oddělení obecně komunální hygieny do laboratoře Krajské hygienické stanice středočeského kraje - územní pracoviště v Příbrami, kde se odebrané vzorky vody posílají na rozbor. Po ukončení koupací sezony mi na mou žádost poskytlo územní pracoviště v Příbrami výsledky vyhodnocení následujících ukazatelů : Intestinálních enterokoků, Escherichie coli, sinic a chlorofylu.

Ze získaných dat vyplývá, že z hlediska mikrobiologických ukazatelů - intestinálních enterokoků nebyl překročen legislativně stanovený limit. Začátek sezóny vykazoval velmi nízké mikrobiologické znečištění z pohledu intestinálních enterokoků a mírný nárůst byl zaznamenán až v druhé polovině koupací sezony. Průběh sezóny na údolní nádrži Orlík týkající se hodnot je zaznamenán v následující tabulce a grafu č. 1.

Z hlediska dalšího sledovaného mikrobiologického ukazatele *Escherichie coli* byl zaznamenán ojedinělý nadlimitní výskyt dne 16.7.2012 v koupací oblasti Trhovky. Výskyt *Escherichie coli* dosahoval 1500 KTJ/100 ml a při dalším odběru 20.7.2012 700 KTJ/100 ml. Jednalo se o krátkodobý stav, příčina nebyla zjištěna. Průběh sezóny na údolní nádrži Orlík týkající se hodnot je zaznamenán v následující tabulce a grafu č. 2.

Z pohledu celkového znečištění vody vyplývá, že další sledovaný ukazatel průhlednost vody koreluje s výskytem sinic ve vodě. Organolepticky nebyly také prokázány znečišťující látky – minerální oleje, fenoly a povrchově aktivní látky.

Pro hodnocení jakosti vody pro koupání z výše uvedeného vyplývá, že rozhodující faktor v údolní nádrži Orlík, je obsah zdravotně nebezpečných sinic. Na nádrži byl v plné koupací sezoně roku 2012 prokázán zvýšený obsah tzv. "toxických druhů sinic", které mohou produkovat nebezpečné toxiny. V průběhu sezóny byly zjištěny dominantní druhy sinic: *Microcystis aeruginosa* a *M. flos aquae*, *Pseudoanabaena*, *Aphanisomenon flosaquae*.

Již při zahájení sezóny dne 21. 5. 2012 byly zjištěny na dvou koupacích lokalitách údolní nádrže Orlík sinice. Uprostřed koupací sezóny díky chladnějšímu počasí dosahovaly koncentrace sinic zhruba 1. stupně stanoveného limitu.

V polovině měsíce srpna se v důsledku teplejšího počasí obsah sinic významně zvýšil. Od odběru dne 20.8.2012 se koncentrace buněk sinic zvyšuje na zhruba limitní hodnotu 2. stupně stanoveného limitu (Podskalí, dne 20.8.2012 - 85239 b/ml).

Při posledním odběru dne 27.8.2012 byla zaznamenána na většině koupacích lokalit údolní nádrže Orlík nadlimitní koncentrace buněk sinic a počínající vodní květ, až na maximální naměřenou hodnotu v celé nádrži (Podskalí, dne 27.8.2012 - 234466 b/ml). Tato naměřená hodnota takřka dosahuje limitní hodnoty 3. stupně stanoveného limitu.

Obsah barviva chlorofylu *a* v zelených organismech koresponduje s koncentrací sinic, což dokládá, že ve vodě byly přítomny převážně sinice. Určité nesrovnalosti lze přičíst obsahu zelených řas, které obsahují také toto barvivo.

V následujících grafech a tabulkách č. 3 a 4 je zobrazen průběh počtu buněk sinic a chlorofylu *a* v jednotlivých koupacích oblastech.

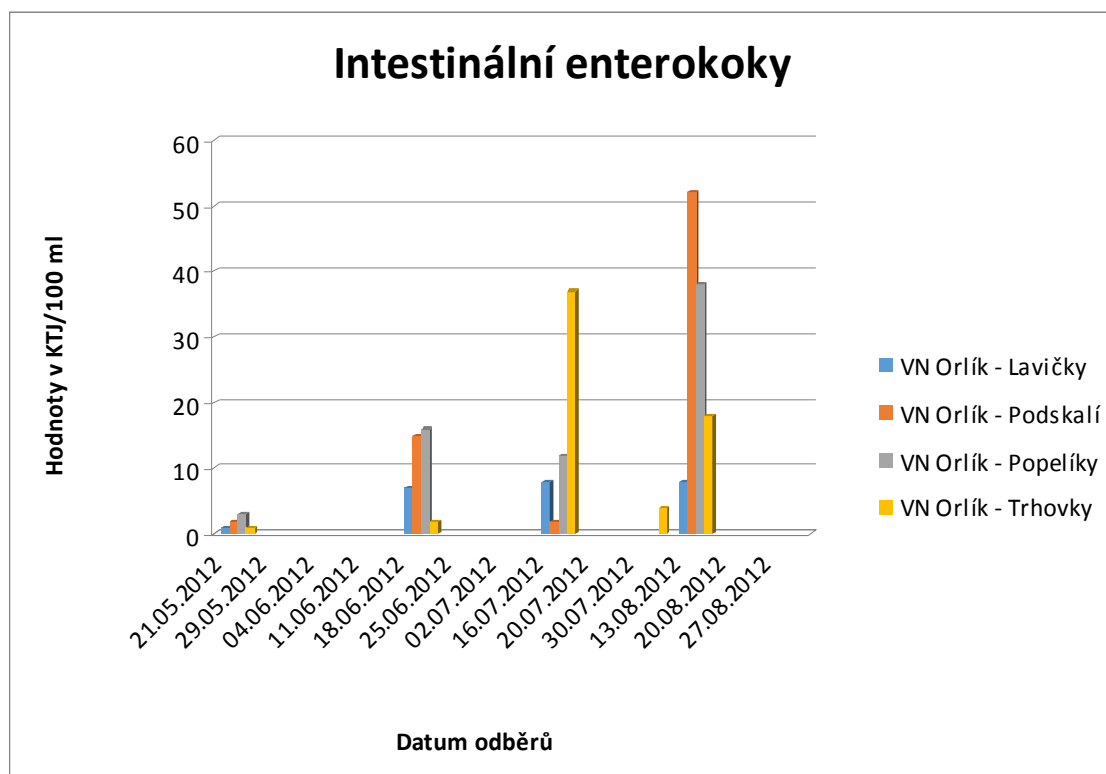
Grafy č. 5, 6 a 7 znázorňují po jednotlivých měsících teplotní monitoring během koupací sezony roku 2012.

Průběh sezóny na údolní nádrži Orlík týkající se hodnot **Intestinálních enterokoků** je zaznamenán v následující tabulce a grafu.

**Tabulka č. 1**

Intestinální enterokoky	Oblast				Jednotka
	VN Orlík - Lavičky	VN Orlík - Podskalí	VN Orlík - Popelíky	VN Orlík - Trhovky	
21.05.2012	1	2	3	1	KTJ/100 ml
29.05.2012					
04.06.2012					
11.06.2012					
18.06.2012	7	15	16	2	KTJ/100 ml
25.06.2012					
02.07.2012					
16.07.2012	8	2	12	37	KTJ/100 ml
20.07.2012					
30.07.2012				4	KTJ/100 ml
13.08.2012	8	52	38	18	KTJ/100 ml
20.08.2012					
27.08.2012					

**Graf č. 1**

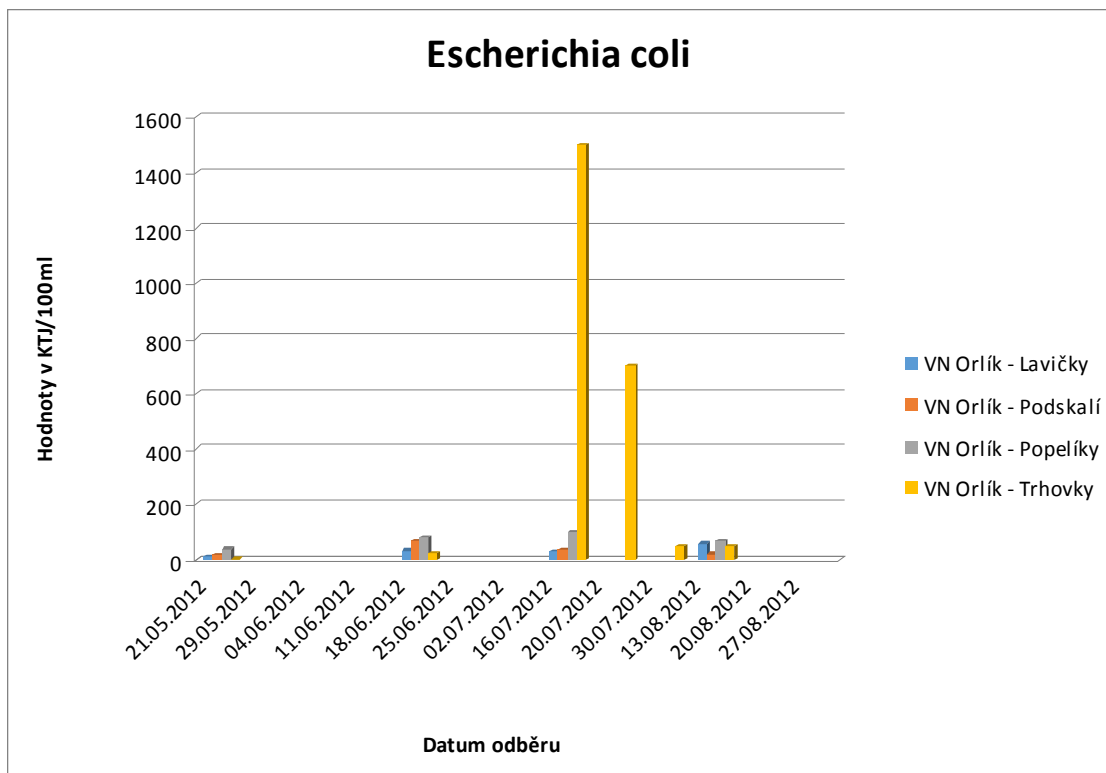


Průběh sezóny na údolní nádrži Orlík týkající se hodnot **Escherichie coli** je zaznamenán v následující tabulce a grafu.

**Tabulka č. 2**

Escherichia coli	Oblast				Jednotka
	VN Orlík - Lavičky	VN Orlík - Podskalí	VN Orlík - Popelíky	VN Orlík - Trhovky	
21.05.2012	11	18	40	1	KTJ/100 ml
29.05.2012					
04.06.2012					
11.06.2012					
18.06.2012	34	70	80	24	KTJ/100 ml
25.06.2012					
02.07.2012					
16.07.2012	29	37	100	1500	KTJ/100 ml
20.07.2012				700	KTJ/100 ml
30.07.2012				50	KTJ/100 ml
13.08.2012	60	22	70	50	KTJ/100 ml
20.08.2012					
27.08.2012					

**Graf č. 2**

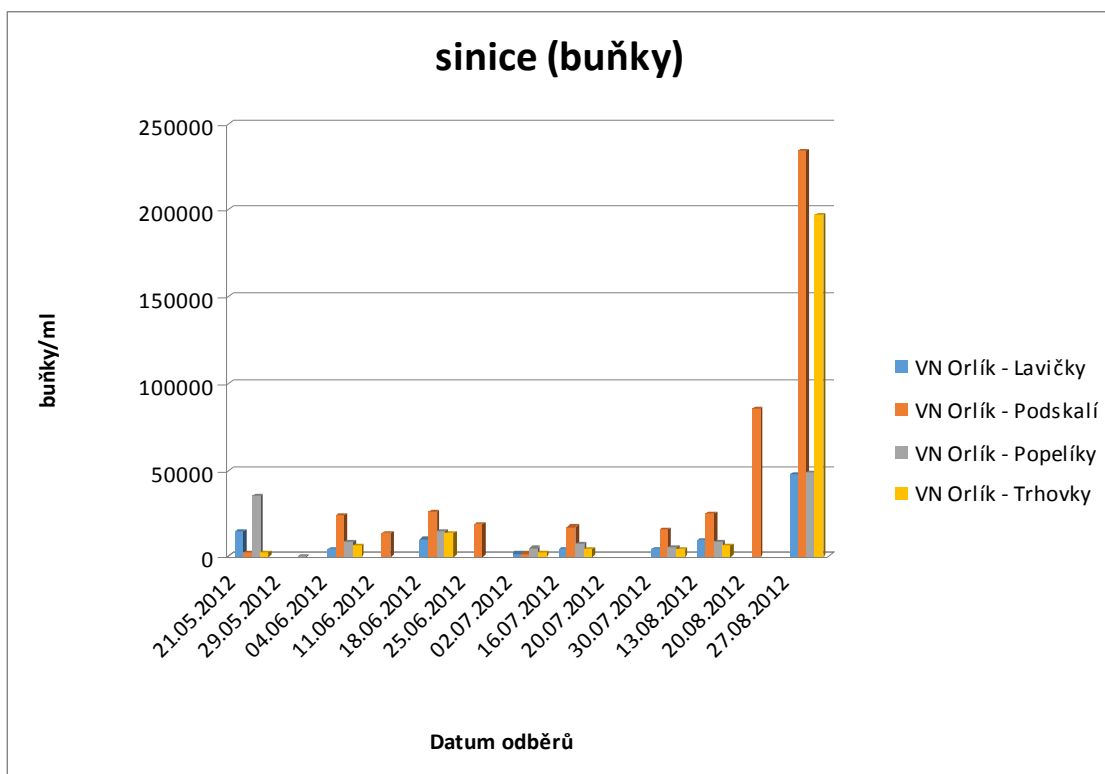


Průběh sezóny na údolní nádrži Orlík týkající se hodnot **sinic** je zaznamenán v následující tabulce a grafu.

**Tabulka č. 3**

sinice (buňky)	Oblast				Jednotka
	VN Orlík - Lavičky	VN Orlík - Podskalí	VN Orlík - Popelíky	VN Orlík - Trhovky	
21.05.2012	15175	2179	35364	2744	buňky/ml
29.05.2012			619		buňky/ml
04.06.2012	4952	23864	8603	6905	buňky/ml
11.06.2012		13707			buňky/ml
18.06.2012	10289	25940	14818	13482	buňky/ml
25.06.2012		19059			buňky/ml
02.07.2012	2038	2101	5190	2548	buňky/ml
16.07.2012	4812	17439	7391	4260	buňky/ml
20.07.2012					
30.07.2012	4809	16011	6028	4530	buňky/ml
13.08.2012	9714	24745	8902	6614	buňky/ml
20.08.2012		85239			buňky/ml
27.08.2012	47701	234466	48821	197440	buňky/ml

**Graf č. 3**

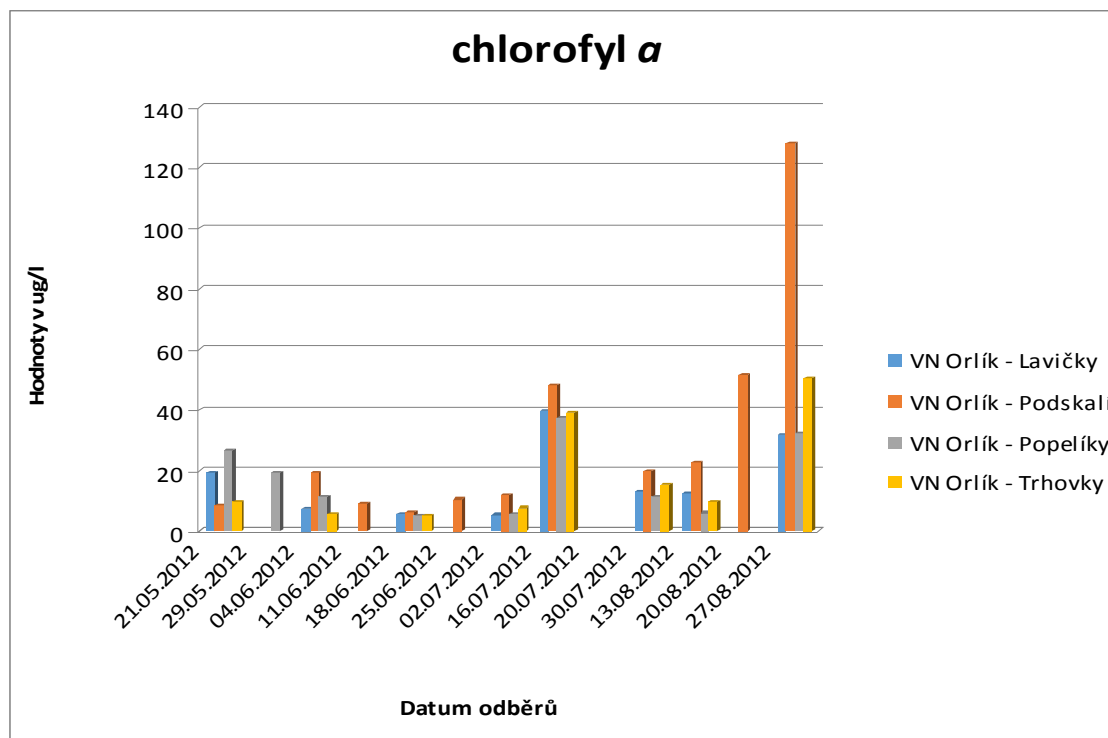


Průběh sezóny na údolní nádrži Orlík týkající se hodnot **chlorofylu a** je zaznamenán v následující tabulce a grafu.

**Tabulka č. 4**

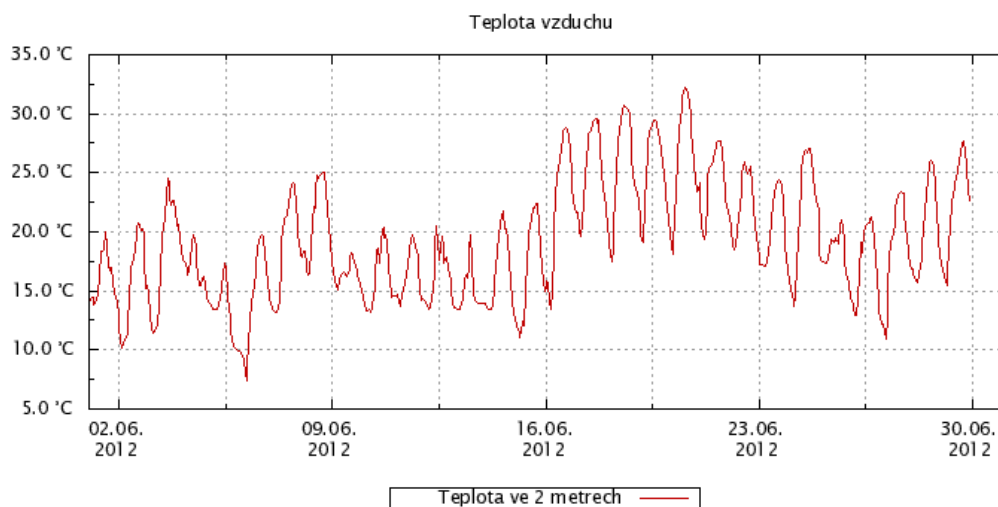
chlorofyl a	Oblast				Jednotka
	VN Orlík - Lavičky	VN Orlík - Podskalí	VN Orlík - Popelíky	VN Orlík - Trhovky	
21.05.2012	19,1	8,6	26,7	9,6	ug/l
29.05.2012			19,2		ug/l
04.06.2012	7,6	19,1	11,2	5,8	ug/l
11.06.2012		9			ug/l
18.06.2012	5,7	6,2	5	5	ug/l
25.06.2012		10,5			ug/l
02.07.2012	5,4	12,1	5,8	7,7	ug/l
16.07.2012	39,5	48,3	37,4	39,3	ug/l
20.07.2012					
30.07.2012	13,3	19,8	11,6	15,3	ug/l
13.08.2012	12,6	22,7	6	9,5	ug/l
20.08.2012		51,7			ug/l
27.08.2012	31,7	127,9	32,2	50,5	ug/l

**Graf č. 4**

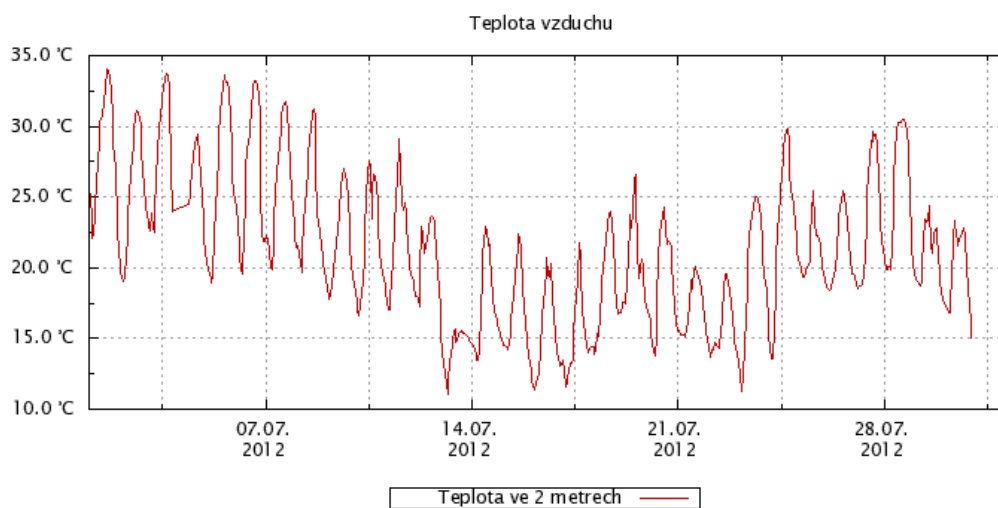


Teplotní monitoring během koupací sezony roku 2012 vyjádřené grafy po jednotlivých měsících.

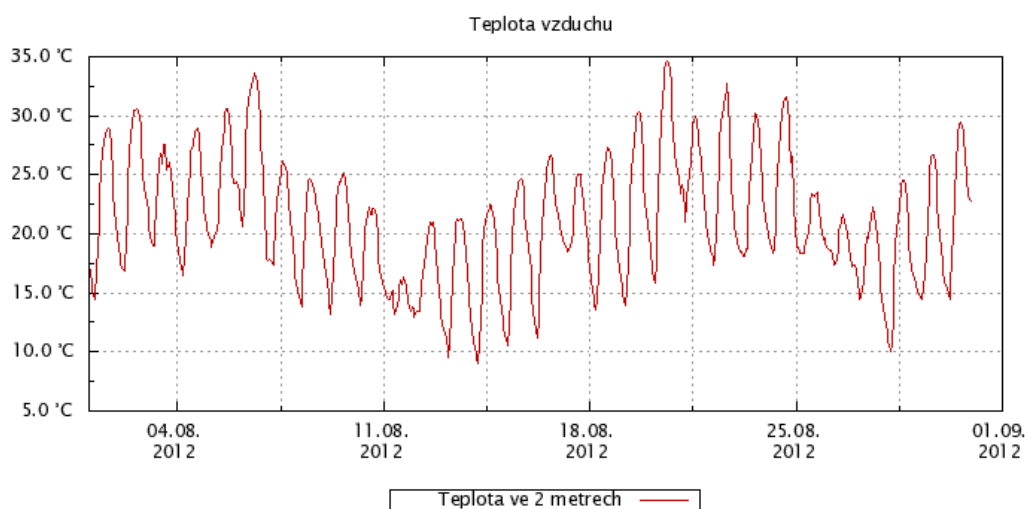
**Graf č. 5 – červen**



**Graf č. 6 – červenec**











**Graf č. 7 – srpen**













Jakost vody během jednotlivých odběrů roku 2012 na údolní nádrži Orlík znázorněná v podobě piktogramů, která svou barvou označují odpovídající zdravotní riziko koupání.









### VN Orlík – Trhovky

21.5.2012	
4.6.2012	
18.6.2012	
2.7.2012	
16.7.2012	
20.7.2012	
13.8.2012	
27.8.2012	








### VN Orlík – Podskalí

21.5.2012	
4.6.2012	
11.6.2012	
18.6.2012	
25.6.2012	
2.7.2012	
16.7.2012	
13.8.2012	
20.8.2012	
27.8.2012	

### VN Orlík – Popelíky

21.5.2012	
29.5.2012	
4.6.2012	
18.6.2012	
2.7.2012	
16.7.2012	
13.8.2012	
27.8.2012	

### VN Orlík – Lavičky

21.5.2012	
4.6.2012	
18.6.2012	
2.7.2012	
16.7.2012	
13.8.2012	
27.8.2012	



## 8. Závěr

Období výskytu sinicového vodního květu je zákonitou fází sezónního vývoje fytoplanktonu eutrofních nádrží jakou je i údolní nádrž Orlík a jeho úplné vyloučení z ročního cyklu by patrně bylo možné jen drastickými prostředky, jejichž aplikace by byla spojena s velkými riziky. Takové jednorázové zásahy tento problém nevyřeší a budou naprosto zbytečné, nebudou-li omezeny základní faktory podmiňující rozvoje sinic, související hlavně s procesem eutrofizace, tedy hlavně omezení přísunu živin do nádrží a toků.

Jediná účinná cesta, jak se bránit hromadnému nárůstu sinic a řas v našich vodách, je prevence. Je nutné předcházet znečišťování vod látkami podporujícími bujení vodního květu. Netýká se to pouze továren či velkochovů, ale i samotného občana. V případě, že je vodní plocha již ohrožena nárůstem vodního květu, není jiné cesty než dávkovat do vody takové látky, které hubí sinice a řasy. Zde se však potýkáme s celou řadou problémů, např. jakou látku dávkovat, aby hubila jen to co má, a nepůsobila negativně na jiné organismy, či jak účinně vpravit takovou látku do vody, aby nebylo ohroženo okolí či nedocházelo k předávkování v určitých místech vodního tělesa.

Je tedy nutné si uvědomit, že eliminací jednoho faktoru omezení masového rozvoje vodních květů sinic nedosáhneme. Vždy musí jít o komplex opatření, jejich kombinaci a optimalizaci podle konkrétních hydrologických, ekologických a také ekonomických podmínek. Chceme-li si uchovat vodní toky a rybníky čisté a nejedovaté, musíme si začít těchto problémů všimnout a hlavně začít hledat účinná řešení.

Průběh koupací sezóny 2012 na údolní nádrží Orlík probíhal tak jak je povětšinou koupacích sezón na údolní nádrží Orlík obvyklé. Začátek sezóny vykazoval velmi nízké biologické a mikrobiologické znečištění a výraznější nárůsty v počtu výskytu sinic a chlorofylu byly zaznamenány až od poloviny srpna. Zcela ojediněle bylo zaznamenáno nadlimitní mikrobiologické znečištění bakterií *Escherichia coli* uprostřed koupací sezóny u koupací oblasti Trhovky. Oteplením ke konci měsíce srpna se situace zhoršila, a byl zaznamenán zvýšený obsah fytoplanktonu včetně sinic. Jednalo se především o ty oblasti, kde z pohledu sezon minulých je tento trend obvyklý.

Z hodnocení celé rekreační sezóny na Orlíku vyplývá, že podstatným ukazatelem pro stanovení vhodnosti jakosti vody pro koupání je biologický náleznost obsahu sinic. Pro explozivní rozvoj sinic je v dané lokalitě limitující teplota vody a vzduchu a intenzivní sluneční záření. Obsah živin /fosforu, dusíku/ je na dolním toku řeky Vltavy vždy dostatečný pro rozvoj fytoplanktonu. Tuto situaci dokumentuje zvýšení obsahu sinic po oteplení v druhé polovině srpna.

Závěrem je třeba si uvědomit, že ve volné přírodě nesou lidé riziko nákazy z přírodní koupací vody sami. Krajské hygienické stanice kontrolují alespoň nejnavštěvovanější koupací místa. Kvalitu vody lze v koupací sezoně sledovat na webových stránkách příslušné Krajské hygienické stanice (Stálé rubriky - Kvalita vodních ploch). Hygienické stanice dělají rozbory vody v místech, která lidé často využívají ke koupání, ale která nemají svého provozovatele. Výsledky kontrol jsou zveřejňovány vždy koncem týdne. Při překročení limitů, kdy hrozí ohrožení zdraví, je Krajská hygienická stanice povinna vydat zákaz koupání. Není však povinna dohlížet na jeho dodržování. Je věcí každého návštěvníka, který má kontakt s přírodní koupací vodou, zda vezme na vědomí údaje o nevhodnosti vody ke koupání a bude zákaz respektovat.

## 9. Seznam použité literatury

- [1] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. *Sbírka zákonů*. 28. 4. 2011. ISSN 1211-1244.
- [2] Vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch ve znění vyhlášky č. 97/2014 Sb. *Sbírka zákonů*. 10. 8. 2011. ISSN 1211-1244.
- [3] Vyhláška č. 155/2011 Sb., o profilech povrchových vod využívaných ke koupání. *Sbírka zákonů*. 30. 5. 2011. ISSN 1211-1244.
- [4] Mašková E., Nábělková A., Pavlas L. - *O Hodnocení množství a jakosti podzemních vod v oblasti povodí Odry*. Dostupné z Krajský úřad Moravskoslezského kraje, Povodí Odry. s.p., [www.pod.cz](http://www.pod.cz)
- [5] Pumann P., Chvátalová M., Runštuk J., Kupková O., Kožíšek F. - Koupání ve volné přírodě. *Státní zdravotní ústav: Koupaliště a bazény*. [online]. Poslední změna 16.06.2011. [cit. 27.11.2011]. Dostupné z <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/koupani-ve-volne-prirode>
- [6] ČSN 75 7221 - Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových vod – Vydáno : Praha – Český normalizační institut 1.10.1998
- [7] Ekologické centrum Most – KOUPÁNÍ A SINICE 2014. Dostupné z <http://www.ecmost.cz/mostecko.php>
- [8] Kolář, J. - Zpráva o hyg. úrovni koupališť ve volné přírodě, koupacích míst, umělých koupališť a saun ( Středočeský kraj, 2003)
- [9] Markvart K., Kožíšek F., Pumann P., Provazník K. - Eutrofizace a zdraví. Praha: Státní zdravotní ústav, 2002. ISBN 80-7071-229-5.

[10] Kožíšek F., Pumann P., Pouzarová T., Svobodová V. Hodnocení zdravotního rizika z vodního lyžování. In: Říhová – Ambrožová J. (ed). Sborník konference Vodárenská biologie 2013, 6.-7.2.2013, Praha, str. 158-163. Vodní zdroje EKOMONITOR, Chrudim 2013. ISBN 978-80-86832-70-8.

[11] Pumann P. Zdravotní rizika ze sinic v koupacích vodách. In: Sborník semináře „Koupací vody v ČR 2009“, str. 41-48. Vydala ČVTVHS a VÚV TGM, Praha 2009.

ISBN 978-80-02-02191-9. Dostupné z

[http://heis.vuv.cz/data/spusteni/projekty/koupacivodyprof/dokumenty/prilohy/Pumann\\_sinice\\_seminar2009.pdf](http://heis.vuv.cz/data/spusteni/projekty/koupacivodyprof/dokumenty/prilohy/Pumann_sinice_seminar2009.pdf)

[12] Maršálek B. Víš, v čem se koupeš? Vydalo Sdružení Flos Aquae, Brno, bez roku vydání  
Dostupné z <http://www.sinice.cz/res/file/popular/vis-v-cem-se-koupes.pdf>

[13] Orlická přehrada [online]. Spolek pro popularizaci jižních Čech, [cit. 2011-02-19].  
Dostupné z <http://www.jiznicechy.org/cz/index.php?path=ost/orlik.htm>

[14] KHS Středočeského kraje se sídlem v Praze – Koupaliště [online]. Dostupné z  
<http://www.khsstc.cz/koupaliste.aspx?id=202&reg=10>

[15] Metodický návod Hlavního hygienika ČR k zajištění jednotného postupu při plnění úkolů, vyplývajících z výkonu státního zdravotního dozoru na koupalištích a v saunách, vydávám podle § 80 odst. 1 písm. a) zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů v platném znění tento metodický návod.

HEM-3245-4.1.02/119.

[16] Státní zdravotní ústav, Ročník 53, Číslo 3, 2008. Časopis pro ochranu a podporu zdraví. HYGIENA. Kvalita přírodních koupacích vod v ČR v roce 2007 podle hodnocení EU. ISSN 1802-6281.

[17] Pumann P., Baudišová D., Kožíšek F., Šašek J., Myšáková M. Metodický návod na vzorkování, terénní a laboratorní vyšetřování a hodnocení jakosti vody v přírodních koupalištích a povrchových vodách ke koupání. Dostupné z  
[http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/tacr/Metodika\\_koupaci\\_vody.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/tacr/Metodika_koupaci_vody.pdf)

## 10. Přílohy

## Příloha č. 1

### Údolní nádrž Orlík v oblasti hráze z leteckého pohledu



Zdroj – Internetové stránky : [www.prehrady.estranky.cz](http://www.prehrady.estranky.cz)

## Příloha č. 2a

### Koupací oblast Lavičky na údolní nádrži Orlík



### Koupací oblast Podskalí na údolní nádrži Orlík



Autor: Jiří Polanský

## Příloha č. 2b

### Koupací oblast Popelíky na údolní nádrži Orlík



### Koupací oblast Trhovky na údolní nádrži Orlík



Autor: Jiří Polanský



## Příloha č. 3a

Motorové plavidlo ze kterého se provádí odběr vzorků na nádrži Orlík



Vodní hladina nádrže Orlík



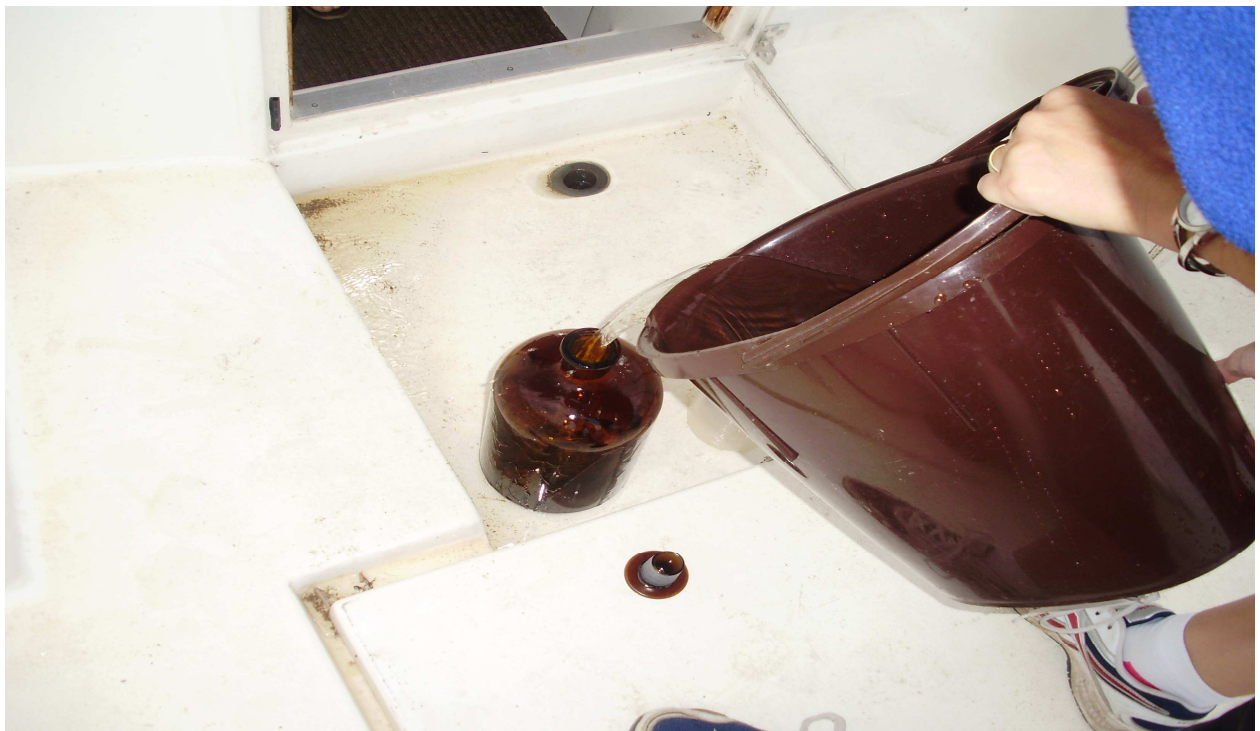
Autor: Jiří Polanský

## Příloha č. 3b

### Odběrové nádoby a pomůcky pro kvantifikaci biomasy



### Konzervace vzorku do Odběrové nádoby



Autor: Jiří Polanský

## Příloha č. 3c

### Měření teploty vody z paluby motorového plavidla



### Měření průhlednosti vody Secciho deskou



Autor: Jiří Polanský

## Příloha č. 4

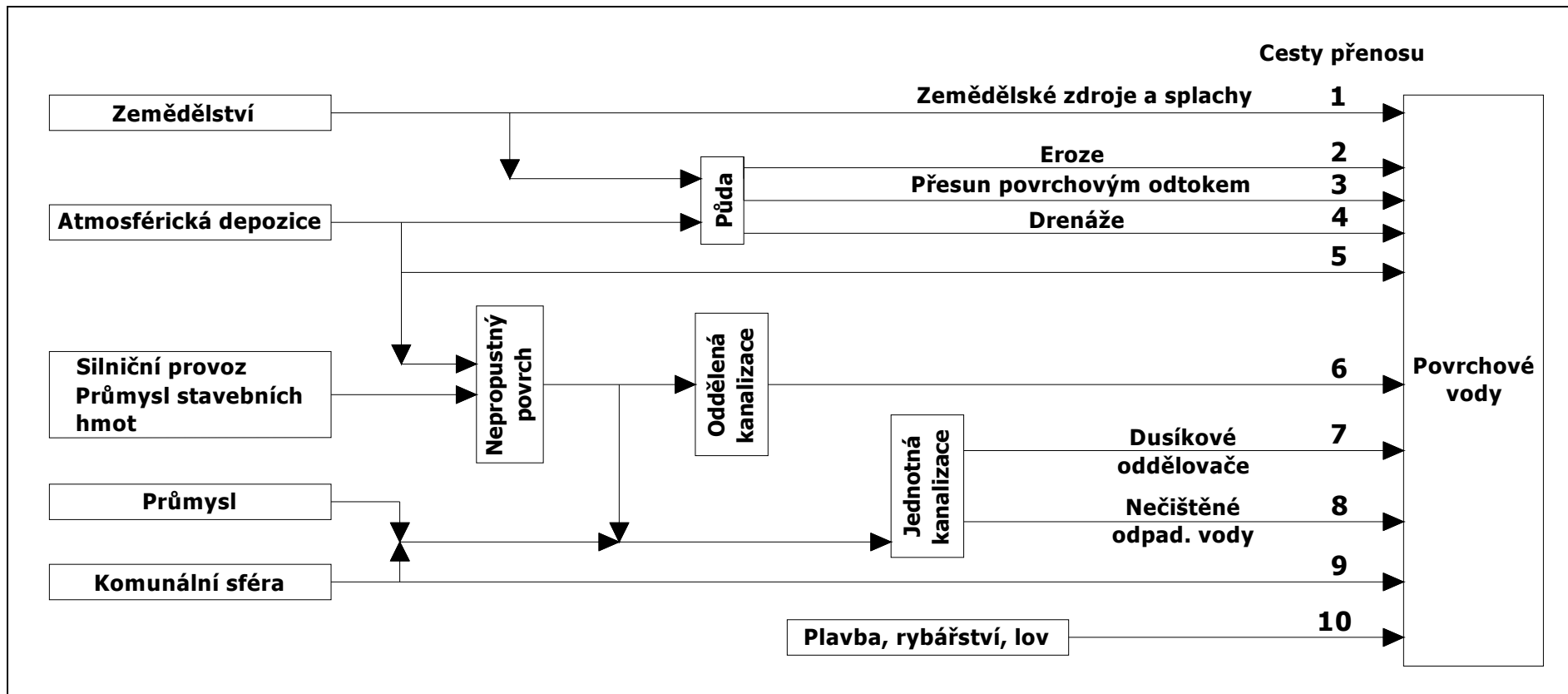
Jakost vody ve vodních tocích ČR v období let 2011– 2012



Zdroj - VÚV T.G.M., v.v.i z podkladů s.p. Povodí, MZe.

## Příloha č. 5

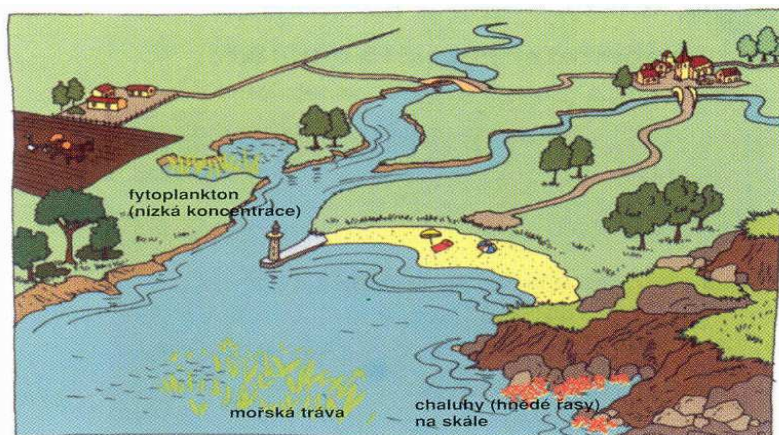
Základní schéma pro kvantifikaci vstupu a základní zdroje vstupu difúzního znečištění.



Zdroj - Mašková E., Nábělková A., Pavlas L. - O Hodnocení množství a jakosti podzemních vod v oblasti povodí Odry.

## Příloha č. 6

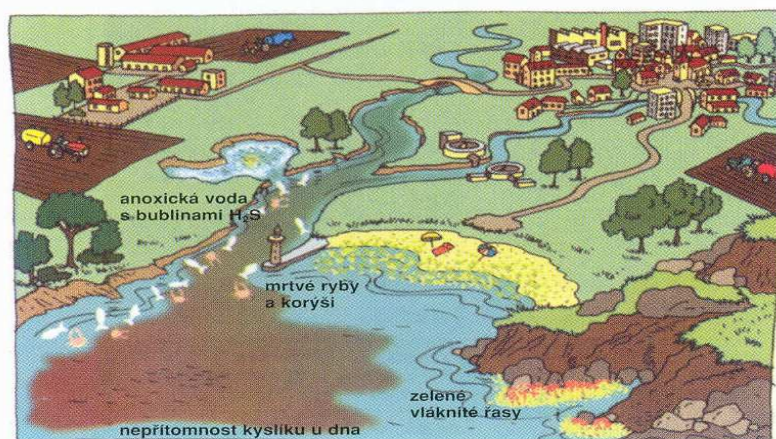
### Rozvrat ekosystému - Eutrofizace



**Původní stav**



**Začátek eutrofizace**



**Extrémní eutrofizace**

Zdroj – Markvart K., Kožíšek F., Pummann P., Provazník K. - Eutrofizace a zdraví. Praha: Státní zdravotní ústav, 2002. ISBN 80-7071-229-5.

## Příloha č. 7a

**Řecké slovo „Trophí“ je výraz pro potravu nebo živnou látku, zatímco význam slov „oligo“ , „meso“, „eu“ a „hyper“ je nečetný, mírný, hojný a nadměrný. Výrazy jako oligotrofní, mezotrofní, eutrofní a hypertrofní jsou přírodovědci používány při popisu množství živin ve sladkovodním prostředí nebo mořích.**

Eutrofizované vody, které obsahují hojnost živných látek, podporují rychle rostoucí rostliny a řasy. Pro středím vhodným pro rostliny pomalu rostoucí, déle vegetující, které nemohou soutěžit s dravě rostoucími druhy, ale jsou důležité pro biodiverzitu prostředí (poskytují útočiště různým živočichům), jsou naopak vody oligo nebo mezotrofní. Z hlediska biodiverzity nejsou proto eutrofní vody zajímavé. Naproti tomu vody hypertrofní obsahují takové koncentrace živin, že jsou z průměry výživných látek téměř bez života.

Pojem eutrofizace je ve směrnicích Evropské Unie a různých mezinárodních smlouvách nyní používán ve vztahu k zachování ekologické kvality vod. Eutrofizace je definována jako nadměrný růst řas na vyšších formách rostlin, jehož příčinou je nadměrná přítomnost živných látek ve vodě, hlavně sloučenin dusíku nebo fosforu. Vysoký obsah živin ve svých důsledcích vede k porušení rovnováhy přirozeného prostředí vod.

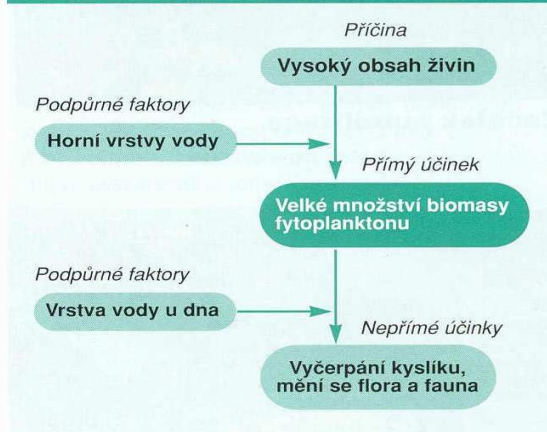
Podle dnešního pojetí charakterizuje eutrofizace spíše stav než trend a je kvalitativním popisem podmínek narušeného vodního prostředí a nekvantifikuje produkci biomasy. Tak je eutrofizace definována i pro účely tohoto dokumentu.

### Typický scénář eutrofizace

Mechanismy, které vedou k eutrofizaci, tj. kvalitativně novému stavu vodního prostředí, jsou komplexní a vzájemně provázané. Proces eutrofizace je graficky znázorněn na obrázku 1.

Hlavní příčinou eutrofizace<sup>1</sup> je vysoký přísun živin do vodního tělesa, který vede k porušení rovnováhy potravního řetězce a vysoké koncentraci biomasy tvořené fytoplanktonem<sup>2</sup> v postižených vrstvách vodních těles. Tento stav může vést k vodnímu květu<sup>3</sup>, jehož přímým důsledkem je nadměrná spotřeba kyslíku v blízkosti dna vodního tělesa.

**Obrázek 1. Proces eutrofizace**



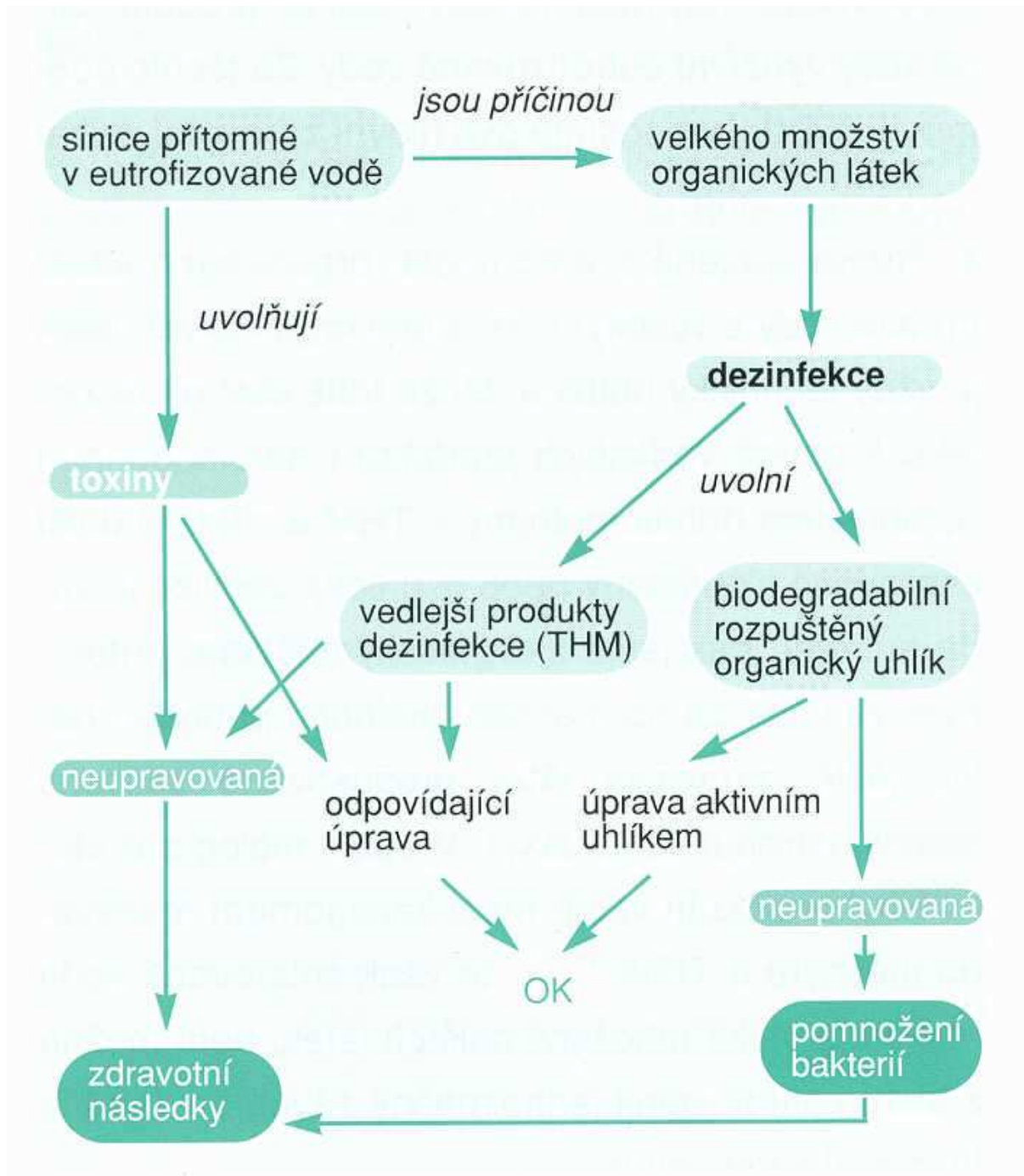
<sup>1</sup> Druon J. N., Eutrofizační index rizika, vnitřní dokument pro potřebu DG ENV

<sup>2</sup> Fytoplankton: mikroskopické řasy s křemičitými schránkami (rozsivky) nebo bez schránky, pohyblivé (obrněnky) nebo nepohyblivé, volně se vznášející ve sladké nebo mořské vodě. Mohou být zelené, hnědé nebo dokonce červené.

<sup>3</sup> Vodní květ: explozivní růst řas nebo sinic je obecným jevem v eutrofních vodách. Většinou převažuje jeden nebo jen málo dalších druhů. Vodní květ je viditelný pouhým okem, jakmile jeho denzita dosáhne několik milionů buněk na litr vody.

Zdroj – Markvart K., Kožíšek F., Pumann P., Provazník K. - Eutrofizace a zdraví. Praha: Státní zdravotní ústav, 2002. ISBN 80-7071-229-5.

## Příloha č. 7b



Zdroj – Markvart K., Kožíšek F., Pumann P., Provazník K. - Eutrofizace a zdraví. Praha: Státní zdravotní ústav, 2002. ISBN 80-7071-229-5.



## Příloha č. 7c

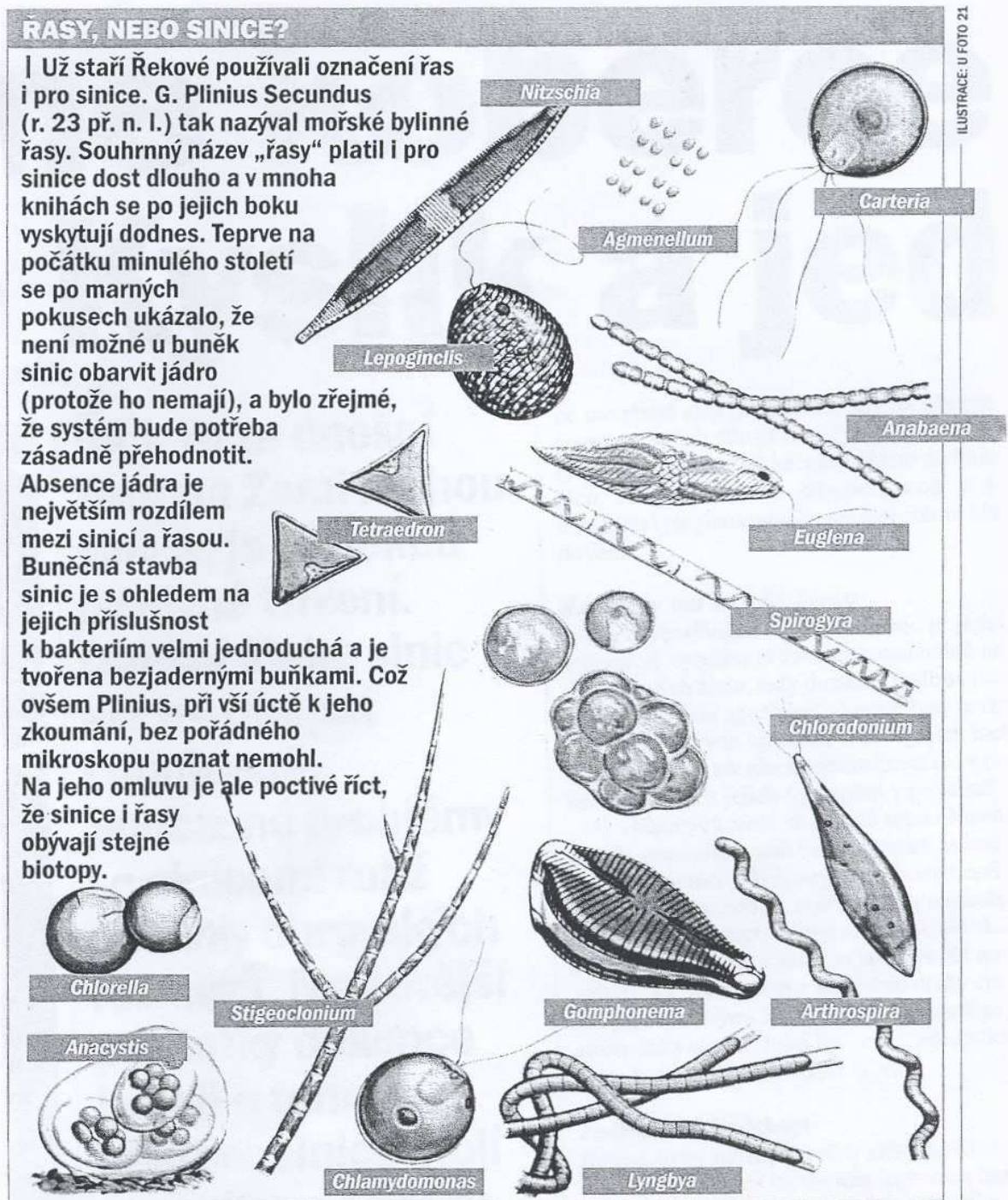
**Tabulka 7: Indikátory vhodné pro monitoring eutrofizace**

<b>Indikátor</b>	<b>Vhodnost pro monitoring eutrofizace</b>	<b>Cena rozboru* (Euros)</b>
Dusík a fosfor	Na P jsou indikátory možnosti rozvoje vodního květu.  Odrážejí stav rovnováhy mezi fyzikálními a biologickými procesy. Důležité jsou informace o anorganických a organických rozpuštěných formách N a P.	60
Křemík (Si)	Indikuje přítomnost povrchové vody a možnost rozvoje rozsivek.  Jeho nedostatek v pobřežních vodách může podporovat růst obrněnek.	10
Nerозpuštěné pevné látky	Jsou dobrým indikátorem pro produkci pitné vody.	15
Rozpuštěný kyslík	Představuje základní informaci s ohledem na účinky eutrofizace. Je klíčovým indikátorem, který se objevuje na počátku eutrofizačního procesu.	5
Bakterie	Mikrobiální procesy jsou součástí koloběhu života ve vodě a jsou vhodné při posuzování eutrofizace a s ní související potřebou výživných látek.	
Biomasa sinic nebo řas	Zvýšené množství biomasy řas nebo sinic je charakteristické pro eutrofizaci. Tato informace pomáhá také při hodnocení dopadu eutrofizace na ekosystém. Biomasu lze stanovit buď přímo mikroskopicky, nebo nepřímo měřením pigmentů, jako je chlorofyl <i>a</i> . Je možné použít i jiných metod, jako jsou např. stanovení množství nerozpuštěných organických látek, automatické analýzy počtu a velikosti částic. Je to velmi důležitý indikátor pro manažery.	různá
Růst krátce žijících druhů makrofyt	Indikátor vhodný pro stanovení možnosti využívat vodu pro rekreační účely a detekci porušení rovnováhy vodního ekosystému.	různá, závisí na metodě pozorování

\* Náklady na vyšetření jsou pouze informativní

Zdroj – Markvart K., Kožíšek F., Pumann P., Provazník K. - Eutrofizace a zdraví. Praha: Státní zdravotní ústav, 2002. ISBN 80-7071-229-5.

## Příloha č. 8



Zdroj – 21. století. Srpen 2003 č. 19