



Středoškolská technika 2016

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Kvalita vody v nádrži Jordán v prvním roce po jeho obnově

Zuzana Homolová, Michael Sovadina, Jakub Kníže

Táborské soukromé gymnázium

Zavadilská 2472 , Tábor

Prohlášení:

Prohlašujeme, že jsme svou práci SOČ vypracovali samostatně, pod vedením Ing. Jana Komzáka a použili jsme pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v seznamu vloženém v práci SOČ.

Prohlašujeme, že tištěná i elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou identické.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/200 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Táboře dne 14.4.2016

podpis

Poděkování:

Rádi bychom poděkovali panu Ing. Janu Komzákovi za jeho poskytnuté informace a za rady, které nám předal. A hlavně za to, že nás dovedl do zdárného konce. Dále bychom rádi poděkovali Marku Švadlenovi za jeho pomoc co se týče fotodokumentace a vizuální stránky práce. A především bychom rádi poděkovali Tábořskému soukromému gymnáziu, které nám umožnilo účast v této soutěži.

ANOTACE:

SOVADINA M., KNÍŽE J., HOMOLOVÁ Z. *Kvalita vody v nádrži Jordán v prvním roce po jeho obnově. Tábor, 2016.* Práce pro SOČ. Táborské soukromé gymnázium a základní škola. Konzultant Ing. Jan Komzák.

Klíčová slova: Kvalita vody, Sinice, Nádrž, Jordán, Eutrofizace, Tábor.

V letech 2012-2014 probíhala obnova nádrže Jordán. Došlo při ní k odstranění části sedimentu a vybudování spodní výpusti. Naše práce spočívala v seznámení a posouzení kvality vody v nádrži v prvním roce jejího provozu po obnově. Zaměřili jsme se především na základní využití nádrže, také jinak její rekreační uplatnění a porovnání kvality vody s hygienickými normami a předpisy. Abychom získali informace o aktuálním stavu kvality vody, byl realizován také vlastní monitoring.

ANOTATION:

SOVADINA M., KNÍŽE J., HOMOLOVÁ Z. *Quality of water in tank Jordán in the first year after its recovery. Tábor, 2016.* Work for SOČ. Táborské soukromé gymnázium a základní škola. Consultant Ing. Jan Komzák.

Keywords: Water, quality, Dam, Jordán, Tábor

In years 2012-2014 was realized recovery of dam Jordán. There was removed a part of sediment and built up the bottom drain. Our work consisted in familiarization and rating of the water quality in tank in the first year after its recovery. Primarily we focused on the basic use of tank, but too on its recreational use and on comparison of quality of water with hygiene standards and regulations. To acquire information about actual quality of water, there was realised own monitoring.

Obsah

1. Úvod	1
1.1. Cíl práce	2
2. Posuzování a klasifikace vody	3
3. Vlastní měření a metody	4
3.1 Školní měření	4
3.2 Výsledky měření	5
4. Monitoring Povodí Vltavy	10
5. Zhodnocení výsledků	13
6. Závěr a zhodnocení	15
7. Zdroje práce	16

1. Úvod

Vodní nádrž Jordán (VN) již v minulosti vykazovala značný stupeň eutrofizace. Příčinou byl nadměrný obsah živin, zejména fosforu z povodí Košínského potoka. Na celkovém přísunu fosforu z tohoto povodí mají hlavní podíl bodové zdroje komunálního znečištění. Rizikové jsou zejména proto, že hlavní podíl celkového fosforu, který je produkován těmito zdroji, je ve formě fosforečnanového fosforu, který je tak přímo dostupný pro růst fytoplanktonu (řasy a sinice). Značné množství fosforu se do Košínského potoka dostává také z četných rybníků. Ty v průběhu vegetační zóny generují značnou masu fytoplanktonu, ve kterém je vázáno výrazné množství fosforu. Tento fosfor je dobře uvolnitelný (rozklad biomasy) a je stejně rizikový, jako fosfor pocházející z bodových zdrojů. Vážné znečištění je také v průběhu výlovů rybníků. Míra eutrofizace dosáhla v minulosti takové úrovně, že muselo dojít k omezení jejího vodárenského využití a později také k omezení rekreačního využití nádrže. V letech 2012-2014 proběhlo rozsáhlé odbahnění a bylo odstraněno téměř 270 000 m³ sedimentu. Součástí odbahnění byla i výstavba nové spodní výpusti, která kromě regulace hladiny v průběhu povodní slouží i k zlepšování kyslíkových poměrů hypolimnia. Odbahněním došlo k odstranění nemalého množství fosforu, který se za anaerobních podmínek může uvolňovat do vodního sloupce. Nádrž se také zbavila části inokula sinic. Z dřívějších publikovaných prací je zřejmé, že většina živin, která se do nádrže přivádí, pochází z povodí. Zabývali jsme se otázkou, zdali zrealizované odbahnění opravdu přispělo ke zlepšení vody v nádrži Jordán. V průběhu roku 2015 byl zrealizován podrobný hydrochemický a hydrobiologický monitoring v nádrži (povodí Vltavy). Také naše školní environmentální laboratoř prováděla vlastní rozborů a porovnávala je s výsledky, které realizovalo v průběhu roku 2015 Povodí Vltavy.

1.1. Cíl práce

Abychom získali informace o aktuálním stavu vody v nádrži Jordán, byl realizován vlastní monitoring. Jeho výsledky jsme porovnávali s velmi podrobným měřením parametrů jordánské vody, které v období devíti měsíců realizovalo Povodí Vltavy. Naším hlavním cílem bylo získat informace, jestli jordánská voda splňovala parametry určené předpisem č 238/2011, týkajícím se jakostního složení vody v přírodních koupalištích. Již minulé výsledky školního měření naznačovaly, že kvalita vody po odbahnění nádrže může mít dobrou naději pro opětovné rekreační využití, které tábořské veřejnosti několik let scházelo. Nejsme samozřejmě jediní, kdo se odborně o problematiku jordánské vody zajímá. Samotný tábořský magistrát zadal v závěru roku 2014 u Univerzity Palackého Olomouc práci pod názvem „Aktualizace stavu sedimentů a vegetace na dně nádrže Jordán“, tedy v období, kdy nádrž byla napouštěna. Cílem naší práce je také posoudit byla-li také naplněna pesimistická předpověď, která se týkala organického uhlíku a kyslíkového režimu v nádrži.

2. Posuzování a klasifikace vody ke koupání v přírodních koupalištích s důrazem na obsah sinic (podle 238/2011 Sb.)

vyborna kvalita vody



Dobrá kvalita vody



Přijatelná kvalita vody



Nevyhovující kvalita vody



Příloha č. 4 k vyhlášce č. 238/2011 Sb.

Tabulka č. 1: Ukazatele a jejich limitní hodnoty pro přírodní koupaliště se zvýšenou pravděpodobností rozmnožení sinic

Ukazatel	Jednotka	Limit	Vysvětlivky
1 průhlednost	m	1	1
2 vodní květ	stupeň	0	2

Vysvětlivky:

1. Pokud je evidentně snížení průhlednosti způsobeno anorganickými částicemi, není nutné zahajovat sledování sinic podle tabulky č. 2.

2. Stanovení se provádí při odběru vzorku podle ČSN 757717, kde je uvedena následující stupnice:

Stupeň	Výskyt	Popis
0	Žádný	Sinice nejsou pouhým okem pozorovatelné
1	Pozorovatelný	Ve vodě jsou zjištělné ojedinelé zelené vločky, kolonie nebo jednotlivá vlákna.
2	Hojný	Při běhu se vyskytují slabší přehradinové shluky sinic nebo je ve vodním sloupci rozptýleno větší množství kolonií nebo jednotlivých vláken sinic.
3	Masový	Výskyt silných přehradinových květů velkého rozsahu. Na běhu může být naplaveno větší množství zeleného kašovitého materiálu.

Tabulka č. 2: Ukazatele a jejich limitní hodnoty pro přírodní koupaliště se zvýšeným rizikem vzniku masového rozvoje sinic

Ukazatel	Jednotka	I. stupeň	II. stupeň	III. stupeň	Vysvětlivky
1a sinice	buňky/ml	20000	100000	250000	1,5
1b sinice	mm ³ /l	2	10	20	1,5
2 chlorofyl-a	µg/l	10	50	100	2,5
3 vodní květ	stupeň			2	3
4 mikroskopický obraz					4

3. Vlastní měření a metody

3.1 Školní měření (týká se roku 2015)

Místo měření: a) Střed nádrže Jordán – městská plovárna



b) Výpustní objekt pod hrází



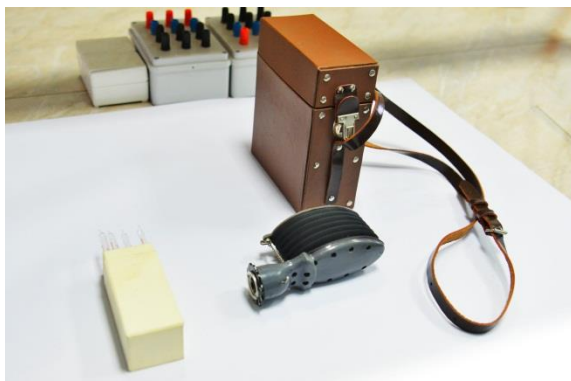
Metody a přístroje měření



pH metr



Konduktoskop



Nasávač univerzál + detekční trubice



Secchiho deska

3.2 Výsledky měření

- Ve smyslu požadavku 238/2011 jsme provedli měření těchto hodnot:

průhlednost vody

vodivost vody

pH vody

teplota vody

obsah sulfanu

I. Průhlednost vody

Průhlednost vody byla měřena pomocí Secchiho desky, což je čtverec se 4 výraznými kvadranty, Secchiho deska je zavěšena na kalibrované šňůře a ponořuje se do hladiny dokud je viditelná. V okamžiku, kdy již desku nelze rozeznat provede se odečet hloubky v centimetrech. Touto metodou lze postihnout závažné změny v jakosti vody, které jsou jednak vyvolány rozvojem různých skupin organismů nebo anorganickými zákalý. Z hlediska vyhlášky je limitní průhlednost vody stanovena hodnota 100 cm.

Měření průhlednosti vody			
Měření průhlednosti vody - vegetační zákal měříme pomocí Secchiho desky (standartní způsob měření). Jako minimální limit hodnoty průhlednosti pro koupání je stanoveno 100 cm.			
Datum	Malý Jordán	Košín	Nádrž Jordán
8. 10. 2014	100 cm	100 cm	170 cm (stavidla)
5. 11. 2014	x	x	150 cm (plovárna)
26. 12. 2014	x	x	150 cm (plovárna)
19. 1. 2015	75 cm	75 cm	60 cm
25. 2. 2015	175 cm	150 cm	x
6. 3. 2015	50 cm	x	55 cm
21. 3. 2015	x	vypuštěn	125 cm
7. 4. 2015	x	x	110 cm
20. 4. 2015	x	x	105 cm
8. 5. 2015	x	x	180 cm
24. 5. 2015	x	x	255 cm
9. 6. 2015	x	x	160 cm
24. 6. 2015	x	x	135 cm
10. 7. 2015	x	x	150 cm
24. 7. 2015	x	x	160 cm
10. 8. 2015	x	x	110 cm
22. 8. 2015	x	x	70 cm
17. 9. 2015	x	x	75 cm
27. 9. 2015	x	x	90 cm
15. 10. 2015	x	x	75 cm

Průměrná průhlednost - 125 cm

Průhlednost vody v Jordánu - koupací sezona: 139 cm

Zdroj: portal.chmi.cz

II. Vodivost vody

Pro vodivost vody jsme použili přístroj konduktoskop RADELKIS a přístroj HANNA HI 98130.

Datum	VODIVOST uS/cm	
	Jordán střed	Jordán výpust'
19.1.2015	350	350
25.2.2015		
6.3.2015	350	365
21.3.2015	360	370
7.4.2015	355	375
20.4.2015	340	
8.5.2015	352	
24.5.2015	352	
9.6.2015	353	
24.6.2015	370	
10.7.2015	370	
24.7.2015	365	
10.8.2015	370	400
22.8.2015	372	435
17.9.2015	385	450
27.9.2015	390	470
15.10.2015	400	480

III. pH vody

Pro stanovení pH vody HANNA HI 98130. Měření jsme prováděli ve středu nádrže a na odtokové části Jordánu.

Datum	pH	
	Jordán střed	Jordán výpust'
19.1.2015	8,5	8
25.2.2015		
6.3.2015	8,7	7,5
21.3.2015	8,5	7,5
7.4.2015	8,5	7,5
20.4.2015	8,7	
8.5.2015	8,7	
24.5.2015	8,8	
9.6.2015	9	
24.6.2015	8,8	
10.7.2015	8,9	
24.7.2015	8,5	
10.8.2015	8,4	7,5
22.8.2015	8,5	7,5
17.9.2015	8,5	7
27.9.2015	8,2	7
15.10.2015	8,2	7

V. obsah sulfanu

Pomocí detekčního přístroje jsme měřili možný výskyt sulfanu v odtokové vodě z nádrže a pokusili jsme se tím charakterizovat stupeň rozkladu organických látek.

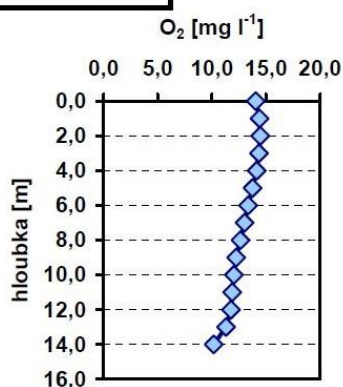
Měření obsahu volného sulfanu
Měřeno nasávacím zařízením a detekčními trubičkami DRAEGER, těsně nad hladinou vzorku vody odtokového zařízení
výsledek = obsah H ₂ S (sirovodík) pod 5ppm

4. Monitoring Povodí Vltavy (vybrané hodnoty)

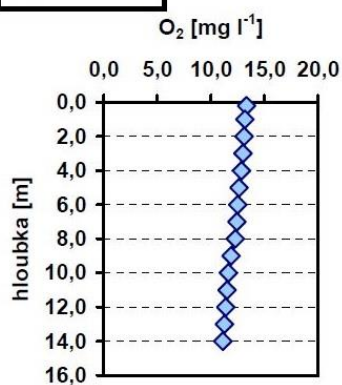
Monitoring Povodí Vltavy probíhal v roce 2015 od 23.3. do 24.11.2015

a) Obsah kyslíku březem-červen 2015

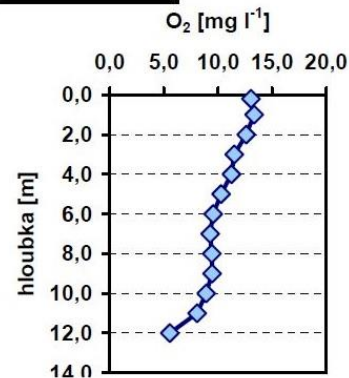
23.3.2015 - hráz



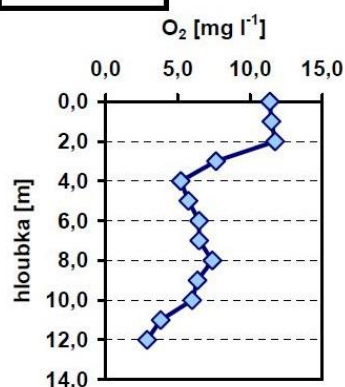
8.4.2015 - hráz



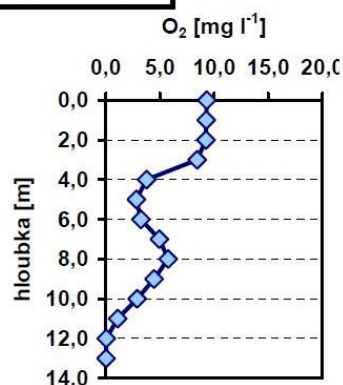
22.4.2015 - hráz



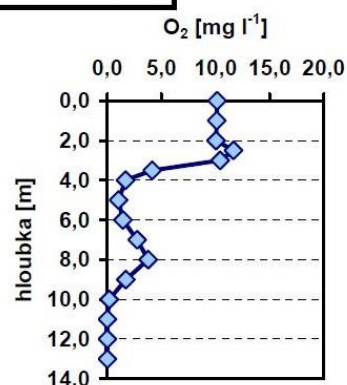
6.5.2015 - hráz



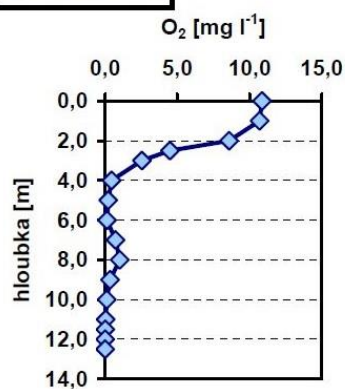
21.5.2015 - hráz



10.6.2015 - hráz



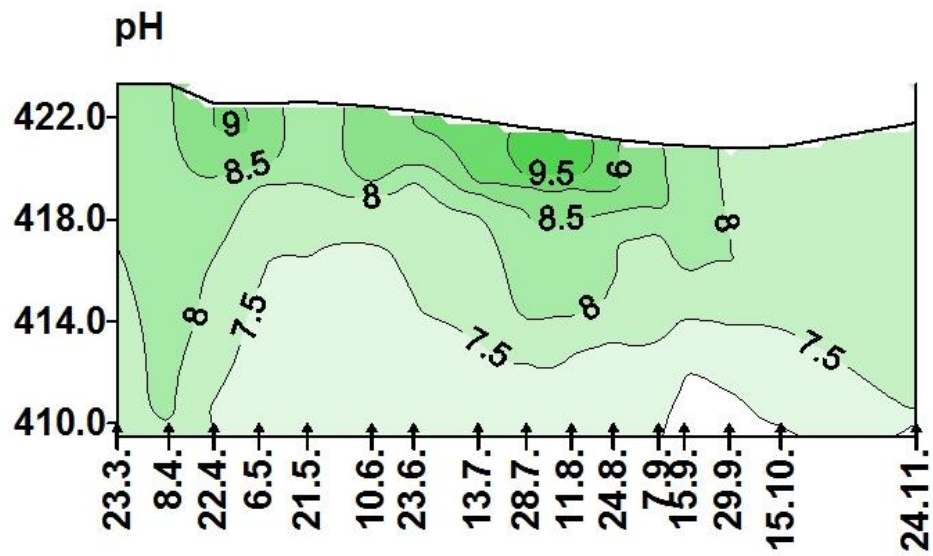
23.6.2015 - hráz



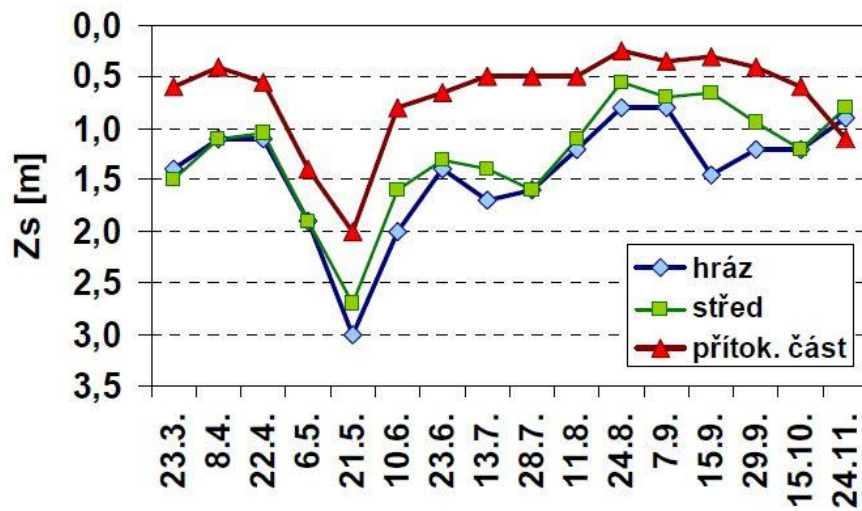
Měření obsahu kyslíku v nádrži Jordán do 23.06.2015.

Ze sestavy je patrné, že došlo k vytvoření bezkyslíkaté zóny od hloubky 4 metrů.

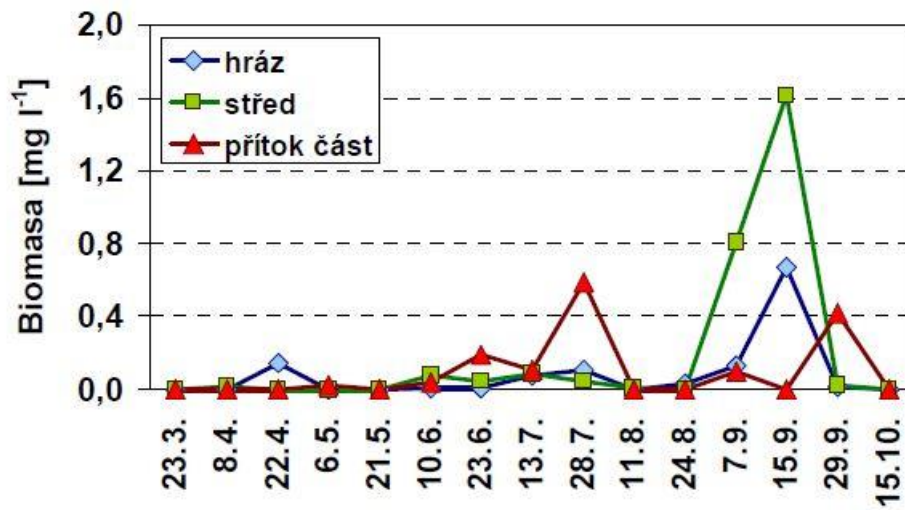
b) pH (osa Y = nadmořská výška)



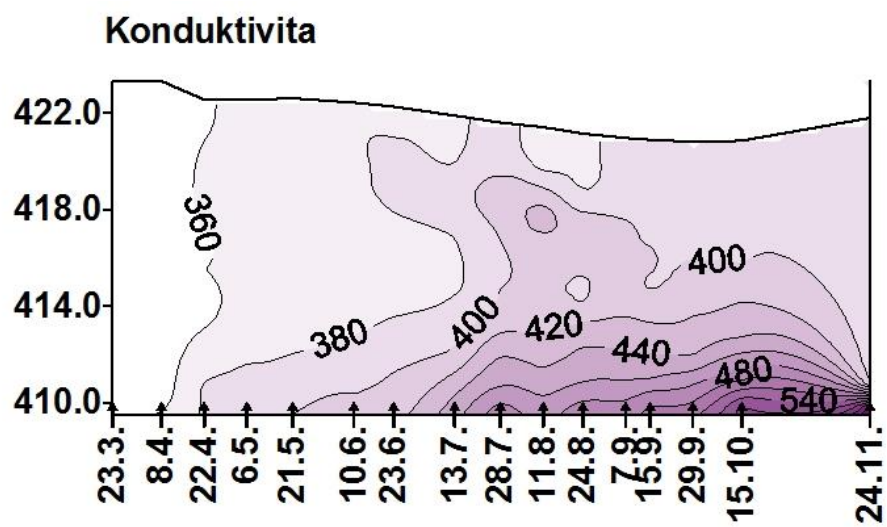
c) Průhlednost vody



d) Množství sinic

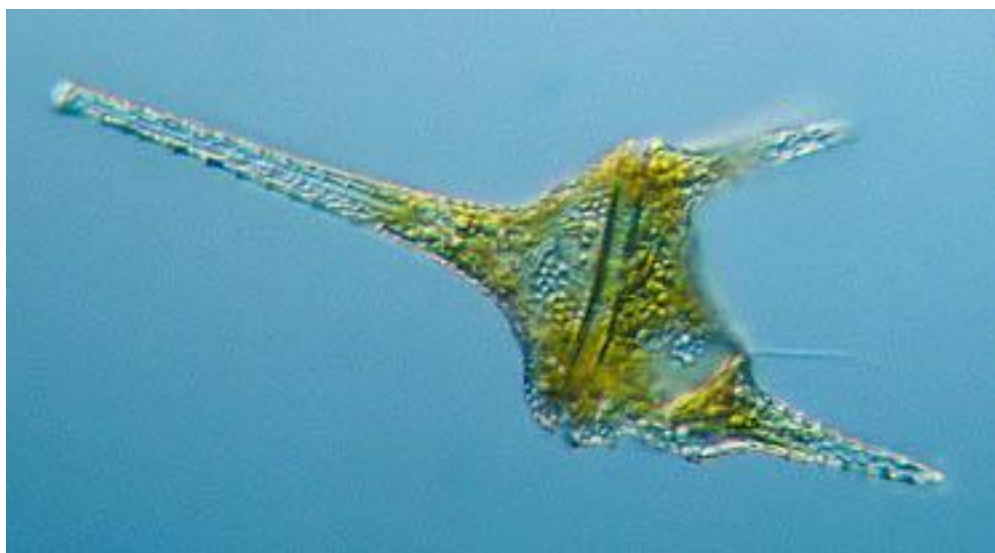


e) Konduktivita (vodivost v uS/cm)

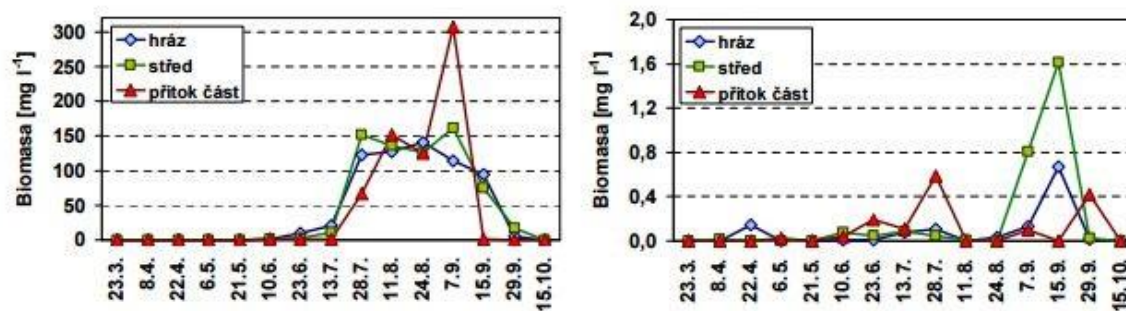


5. Zhodnocení výsledků – porovnání obou monitoringů: školní měření TSG/Povodí Vltavy

- a) obrněnky *Ceratium hirundinella* výrazným způsobem dominovaly v letním a podzimním složení fytoplanktonu



- b) planktonní sinice v celém průběhu vegetační zóny byly velmi nízké a nepřekročily dvě procenta celkové masy fytoplanktonu



Průběh biomasy obrněnek druhu *Ceratium hirundinella* na odběrových profilech VN Jordán (březen – listopad 2015).

Průběh celkové biomasy sinic u hráze, ve středu a v přítokové části nádrže Jordán (březen – listopad 2015).

- c) průměrná průhlednost vody byla v sezoně 2015 -125cm a v koupací sezoně 139cm

d) na průběhu vodivosti byly dobře patrné procesy probíhající uvnitř nádrže. Rozkladem sedimentujícího org. materiálu směrem ke dnu docházelo k nárůstu vodivosti o více než 100uS/cm. Sirovodík (sulfan) však zaznamenán nebyl

e) v letním období se zvýšilo pH v nádrži až na hodnotu 9. Asimilací fytoplanktonu byl zřejmě odčerpán oxid uhličitý. Pokles hodnoty pH na odtoku asi vlivem rozkladných procesů dosahoval hodnoty 7

f) v místě našeho vzorkování jsme v průběhu leden-únor a při zvětšeném průtoku registrovali vynášení spodních vrstev vody směrem k povrchu nádrže-teplota 4stupně Celsia

6. Závěr a zhodnocení

Většina odborných studií o vodě v nádrži Jordán za poslední dobu se zabývala problémem fytoplanktonu, biomasou zooplanktonu a udržení řízené rybí osádky. O potenciálně možném koupajícím se homo sapiens sapiens se však nezmiňují. Aktuální stav trofie (obsah živin ve vodě) po odbahnění a další výsledky podle nich ukazují, že odbahněním se k zlepšení poměru v Jordánu dojit nemohlo. Na základě tohoto skeptického pohledu na kvalitu vody v Jordáně nebyl nikdo z kompetentních orgánů, i přes nákladný a rozsáhlý monitoring, vydat posouzení o „koupací vodě“. Máme tím na mysli např. noviny Tábořské radnice (NTR). Ještě před sezónou byly výsledky laboratorních rozborů známy a bylo možné je porovnat s předpisem 238/2011.

Náš monitoring (průhlednost vody, pH a vodivost) se shodl s rozboru Povodí Vltavy. Navíc jsme hodnotili také volný sulfan v odtokové vodě, který nebyl zjištěn. V průběhu roku 2015 nebyl v námi měřeném profilu zaznamenán výrazný nárůst biomasy planktonních sinic. A také v ostatních profilech měřených podnikem Povodím Vltavy nebyla zjištěna výrazný nárůst planktonních sinic. V hlavních požadavcích předpisu 238/2011 byla koupací voda v nádrži Jordán v sezoně 2015 a v místě budované městské plovárny hodnocena minimálně jako dobrá.



Náš názor jsme prezentovali také na webových stránkách naší školy. Na tuto práci lze navázat několika směry, které by pomohly omezit odnos fosforu a nerozpuštěných látek v průběhu výlovu rybníků na povodí Košínského potoka. Zajímavé by jistě bylo i posoudit způsob nakládání s rybníčními sedimenty a jejich znovuvyužití.

7. Zdroje práce

a. Publikace a knižní zdroje

1) Vývoj kvality vody VN Jordán v sezóně 2015

Ing. Jan Potužák, Ph.D.

RNDr. Richard Faina

RNDr. Jindřich Duras, Ph.D.

České Budějovice, prosinec 2015

2) Aktualizace stavu sedimentů a vegetace na dně nádrže Jordán

Univerzita Palackého v Olomouci

3) Vodárenská nádrž Jordán

Městský národní výbor v Táboře, 1988

4) Vliv spodní výpusti na proudění a areaci v nádrži Jordán

Deník – TÁBORSKO 2015

Jan Komzák

b. Elektronické zdroje

<http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/imagsmall/ceratiumhirundinella.jpg>