



Středoškolská technika 2013

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Vodní nádrž Jordán a její rekultivace

Miroslav Lutovský, Robert Pospíšil

Táborské soukromé gymnázium
Zavadilská 2472, Tábor

Prohlášení

Prohlašuji, že jsme předloženou práci vypracovali samostatně, pod odborným vedením Ing. Jana Komzáka s použitím informací a literárních pramenů, které uvádíme v příloženém Seznamu použité literatury a zdrojů.

V Táboře, květen 2013

Miroslav Lutovský, Robert Pospíšil

Poděkování

Rádi bychom tímto poděkovali panu Ing. Janu Komzákovi za jeho odborné vedení, poskytnutí konzultací v jeho volném čase a možnosti využití prostorů laboratoře k měření vzorků. Dále bychom chtěli poděkovat katedře biologie a chemie Táborského soukromého gymnázia za jejich připomínky a rady. A nakonec bychom chtěli poděkovat všem, kteří se více, či méně podíleli na celkovém zpracování.

Anotace

Cílem této práce je popsat vodní nádrž Jordán. V práci se zaměřujeme na podrobný popis historie a vzniku nádrže. Dále v práci přibližujeme důvody, proč celý projekt začal. Důkladně popisujeme jednotlivé etapy stavby a její průběh. V Jordánu bylo také nalezeno několik archeologických nálezů jako pravěké sídliště nebo středověká cihelna.

Provedli jsme několik měření vzorků vody a to na obsah rozpuštěných látek ve vodě a pH. Dále jsme ze vzorku bahna udělali analýzu na trojmocné železo, která se potvrdila. Na základě tohoto zjištění jsme vytvořili hypotézu o působení FeCl_3 na sinice ve vodní nádrži.

Klíčová slova: historie Jordánu, stavba, archeologické nálezy, vzorky, obsah rozpuštěných látek, FeCl_3 , sinice

Abstract

The aim of this work is to describe the dam Jordán. In the work we aim to detailed description of history and origins of Jordán. Next we describe reasons why the whole project started. We describe every single part of the construction and its progress, in detail. In the dam Jordán, there were found some archeological discovery such as prehistoric settlement or middle-age brick factory.

We made some testing of water samples for the amount of dissolved substances and pH. Next we made an analyze for FeCl_3 from sample of mud. This analyze was proved right. We made a hypothesis of effect on cyanobacterium in dam Jordán.

Key words: history of Jordán, construction, archeological discovery, samples, amount of dissolved substances, FeCl_3 , cyanobacterium

Obsah

1. Úvod	7
2. Vodní nádrž Jordán – základní informace	7
2.1 Technické specifikace	7
3. Historie	8
3.1 Historické prameny	8
3.2 Vznik nádrže Jordán.....	8
3.3 Historický význam nádrže.....	9
4. Začátek a důvody odbahnění	9
4.1 Vybudování spodní výpusti.....	9
4.2 Ochrana proti povodním	10
4.3 Odlehčení hráze.....	10
4.4 Zlepšení kvality vody.....	10
4.5 Zvětšení retenčního prostoru	10
5. Stavba	10
5.1 První etapa stavby	11
5.2 Druhá etapa stavby.....	11
5.3 Třetí etapa stavby.....	12
5.4 Protržení stavební hráze.....	12
6 Archeologické objevy	12
6.1 Pravěké sídliště	12
6.2 Středověká cihelna	13
7. Popis měření.....	13
7.1 Výsledky měření	13
8. Hypotéza.....	16
8.1 zpracování vzorku.....	16
8.2 Hypotéza o eutrofizaci v Jordáně	16
9.Zdroje:	17

1. Úvod

Tato studentská práce se zaměřuje na komplexní popis vodní nádrže Jordán a rozvíjí hypotézu o působení FeCl_3 na snížení zanesení nádrže sinicemi. Práce popisuje historii vodní nádrže od jejího založení až po dnešní stav. Následně práce přibližuje důvody odbahnění a následná rekultivace celého prostoru. Dále popisuje průběh a jednotlivé etapy rekultivace, které provázejí celý projekt.

Nejvíce nás však zajímala kvalita vody, která je stěžejní pro naši hypotézu. Provedli jsme několik měření vzorků z přítoků, kdy jsme zaznamenali určité znečištění. Následně jsme pak provedli zkoušku na trojmocné železo a tato zkouška byla pozitivní.

2. Vodní nádrž Jordán – základní informace

Vodní nádrž Jordán je velmi pozoruhodné vodohospodářské dílo. Nachází se ve městě Tábor v Jižních Čechách a zabírá poměrně významnou úlohu. Vznikl roku 1492 přehrazením Košínského potoka a je to nejstarší vodní nádrž v Česku. Dříve byl využíván k zásobování města pitnou vodou pro obyvatele města a užitkovou vodou pro řemesla ve městě. Nádrž se také využívala na chov ryb, ale později kvůli špatným podmínkám byl Jordán využíván jen ke sportovnímu rybolovu. Jeho dominantou je sypaná hráz, která tvoří důležitý dopravní uzel. Jeho další nepřehlédnutelný prvek je harfový most, který čítá 26 ramen a je 212 m dlouhý. Svůj název dostal podle vzhledu, kdy dvě jeho ramena jsou do sebe zabudována tak, že tvoří iluzi harfy. Těsně před Jordánem je vybudována ještě jedna malá nádrž s názvem Malý Jordán. Pod Jordánem se také nachází 18m vysoký vodopád.

2.1 Technické specifikace

Parametry nádrže:

Typ	přehrada
Rok	1492
Rozloha	51,77 ha
Objem	3 mil. m ³
Max. hloubka	12,5 m

Parametry hráze:

Hráz:	sypaná
Délka:	284 m
Šířka:	15 m
Výška:	20 m



Obr.1 Vodopád pod Jordánem

3. Historie

3.1 Historické prameny

Vzhledem k tomu, jak je nádrž Jordán významným a propracovaným dílem, je až s podivem, jak málo dokumentace se o jeho vzniku zachovalo. Nemůžeme čerpat dokonce ani z plánů slavného rybníkáře Jakuba Krčina z Jelčan, neboť pocházejí až z 2. poloviny 16. století a jsou tudíž mladší než samotný Jordán. Jeden z nejvýznamnějších historických zdrojů o vzniku nádrže pochází z díla „De piscinis libri V“, kde se popisuje stavba rybníků té doby a jsou zde částečně zachyceny i zmínky o nádrži Jordán. Co se týká samotné nádrže, nebyla zatím nalezena žádná technická dokumentace z té doby. Více informací však plyne z literatury na přelomu 19. a 20. století, kdy můžeme čerpat z děl historika Karla Thira. Ve svých dílech objasňuje důvody výstavby nádrže, a to zásobování městských hradeb vodou, význam Jordánu v bitvách a naposledy zásobení domácností vodou. V dalším období je dokumentace četnější a to nejčastěji z nejrůznějších dobových časopisů, odborných publikací, ale i např. z Husitského muzea. V těchto publikacích je zmíněno mnoho osobností, které se podílely na průzkumu Jordánu. Nejpodrobnější informace o vztahu Jordánu a rybáři pocházejí ze štíčí líhně v Táboře.

3.2 Vznik nádrže Jordán

Archeologické průzkumy potvrdily, že na území dnešního historického centra Tábora, existovalo město hradiště založené Přemyslem Otakarem II. Bylo to důležité mocenské a strategické centrum, které se již za svojí existence potýkalo s nedostatkem vody. Voda byla tehdy důležitým prvkem při stavbách měst. Využívala se k celé řadě činností jako např. koželužství, pivovarnictví, barvířství a samozřejmě na pití. Dříve se voda často dostávala do měst pomocí studní často hloubených do skály. O systému studní v Táboře máme jednoznačný důkaz v podobě nálezů několika studní v měšťanských domech. Zde byla voda přiváděna samospádem ze Zavadilských hor. V r. 1490 bylo město Tábor obklopeno údolními

řeky Lužnice a Tismenického potoka. Přesto byla doprava vody do města velkým problémem, protože pitná voda ze studní byla málo vydatná a užitková voda byla hluboko v údolí. Na přelomu 15. a 16. století Táborští radní přikročili k velmi výhodnému řešení zásobování města pitnou vodou. U městských hradeb přehradili zemní přehradou Tismenický potok a vytvořili tak údolní nádrž. I když přesná dokumentace stavby neexistuje, můžeme odhadovat že koruna hráze měla 280m, ale v pozdějších dobách byla stavebně upravována kvůli dopravě. Samotný letopočet 1492, kdy byla nádrž postavena, pochází až z roku 1610, z tábořských manuálů. Tento údaj je potvrzen ještě jedním zdrojem a to dopisem mistra Jana radě z Kouřimi z r. 1509. Údolí, jenž bylo zatopeno nádrží Jordán, bylo lučinaté a částečně vroubené skalnatými stráněmi. Musel být mimo jiné také zatopen mlýn Matouše Zycha, tři malé rybníky a několik luk, které muselo město od obyvatel vykoupit. Dříve bývaly pod přehradou lázně, mlýn, vodárna a v dnešní době se zde nalézají sádky a štíci líheň. Poloha tismenického potoka lze vydedukovat z morfologie podloží a také částečně z dobových kreseb. Dnes voda z nádrže odtéká přes vodopád do původního koryta tismenického potoka.

3.3 Historický význam nádrže

Primární význam byl samozřejmě zásobovat město Tábor pitnou vodou, tak aby se naplnila poptávka po vodě a aby nebyl tak náročný transport z údolí. Sekundární význam, jehož se stavitelé snažili dosáhnout, byla obrana města. Podle historika Karla Thira byla potřeba nádrže spíše prospěchářská, než obranná. To se potvrdilo v prvních bitvách, kdy hráz posloužila v podstatě jako most pro obléhatele. Nejvíce se toto potvrdilo v r. 1648, kdy švédská vojska napadla Tábor ze strany hráze, která se opět stala městu osudnou. I při těchto těžkých obdobích zůstávalo prioritou zásobování města vodou. O tento proces se postaral přečerpávací stroj pod hrází. Ten však podle odhadů nedokázal zásobovat obyvatele města ani v dobách míru. Pro vedení vody do města musel trubkami zasazenými ve skále vyčerpávat vodu až do výše 52m a při tom překonat rozdíl 32m. Původní stroj byl v provozu již od r. 1508 a do r. 1569, kdy byl nahrazen novým strojem, ale stejné konstrukce a materiálu. Teprve až v r. 1873 byl nahrazen strojem celokovovým moderní konstrukce. Díky tomu se zlepšil rozvod vody, což znamenalo, že voda mohla vytékat nejen do protipožárních rybníčků, ale i do kašen. Od r. 1897-1914 byla užitková voda byla čerpána z Jordána, ale pitná voda byla dopravována ze Zavadilských pramenů do studní, které byly vždy vynikající zárukou pitné vody do budoucnosti. V pozdější době se začal Jordán využívat i k rybářství, ale vzhledem k nákladům spojeným s výlovem a dobou výlovu (vypouštění trvalo 4 dny a napouštění až půl roku) bylo zavedeno r. 1830-1889 lovení sítěmi za plné vody a od r.1889 pouze na sportovní rybolov. Od té doby nebyl nijak zvláště využíván.

4. Začátek a důvody odbahnění

Celý projekt vznikl v roce 2002 jako reakce na tehdejší velké a neočekávané povodně. Bylo zjištěno, že Jordán nedostačuje jako rezerva pro regulování toků v případě krizových situací, a proto byl vypracován posudek na stav nádrže. Tento posudek dokazoval, že nádrž není možné využít při povodni a tak byl v r. 2003 vypracován návrh na odbahnění a rekultivaci Jordána. Bylo zde několik důvodů pro uskutečnění toho projektu.

4.1 Vybudování spodní výpusti

Tento krok byl nutný z důvodu hromadění sedimentu v oblasti hráze. Původní výpust' byla v tomto ohledu velmi neefektivní, protože byla ze dřeva a byla využita naposledy v roce 1830, kdy se nádrž naposledy vypouštěla. Za tuto dobu nepochybně došlo k její devastaci a tedy nepoužitelnosti v případě krizových situací jako například povodně.



Obr. 2 Budování spodní výpusti

4.2 Ochrana proti povodním

Tato situace byla probírána nejvíce po roce 2002, kdy nastaly povodně, které byly často skloňovány jako stoletá voda. Po těchto zkušenostech, kdy bylo poškozeno mnoho objektů zejména v oblasti řeky Lužnice, se začalo živě diskutovat o budoucím využití nádrže, jako regulátoru při povodních.

4.3 Odlehčení hráze

Kvůli sedimentu usazenému v oblasti hráze by mohlo dojít k jejímu protržení a to by mělo za následek ohromné škody na majetku, který se nachází za hrází. Tato událost by měla samozřejmě za následek i to, že by došlo k deregulaci řeky Lužnice. Byla by také nutná evakuace.

4.4 Zlepšení kvality vody

Kvůli bahnu a sedimentům bylo téměř nemožné čerpat kvalitní vodu z nádrže. Bylo by to možné pouze v malém množství a to za velmi vysokou cenu. Dnes je tento problém řešen tak, že je k nám voda přiváděna z nádrže Římov. Tato voda je sice kvalitní, ale kvůli přepravě je cena této vody velmi vysoká.

4.5 Zvětšení retenčního prostoru

Je to prostor, který je určen pro zatopení v případě povodní. Odvozem bahna by se tento prostor zvětšil a to by byla další účinná ochrana proti povodním

5. Stavba

Pro start celého projektu bylo velice důležité získat dotace jak ze SFŽP, tak z EU. O dotace bylo opakovaně požádáno již v roce 2004. O dotace se zprvu žádalo na SFŽP, kde se tato žádost setkala s neúspěchem. Dále byly podány žádosti v roce 2005, kdy byla žádost opět zamítnuta. Třetí žádost byla podána v roce 2007, která byla schválena. V roce 2009 bylo připravováno výběrové řízení a roku 2010 bylo vybrané „Sdružení Jordán“ reprezentované firmami DAICH s.r.o., Metrostav a.s a ZVÁNOVEC a.s.. 30. 11. 2011 bylo předáno staveniště k realizaci stavby.

5.1 První etapa stavby

Primárně bylo nutné vytvořit spodní výpust nádrže Jordán, z důvodů nefunkčnosti starého dřevěného vypouštěcího systému, který se má nacházet v hrázi nádrže. Dřevěný systém nebyl nalezen, ale je zanesen v dobových plánech. K poslednímu vypuštění Jordánu došlo roku 1830, kdy byl tento systém použit. Od roku 1830 nebylo Jordán nutné vypouštět, a proto byl dřevěný systém devastován a zanášen bahnem.

V první etapě bylo nutné vytvořit k správnému fungování spodní výpusti tyto objekty:

- 1) Otevřené koryto ve dně nádrže
- 2) Vtokový objekt tlakové štol
- 3) Tlaková přívodní štola
- 4) Objekt uzávěrů se vstupním nadzemním objektem a technologickým vybavením
- 5) Beztlakovou odpadní štolou
- 6) Vyústění z portálu štol s navazujícím balvanitým skluzem a vývarem pro utlumení kinetické energie vytékající vody do výpusti
- S vybudováním spodní výpusti též bylo nutno vybudovat objekty či upravit terén:
 - 1) Nezbytné odbahnění dna nádrže v oblasti blíže vtoku do tlakové přívodní štol výpusti
 - 2) Zřízení příjezdové komunikace a manipulační plochy u objektů uzávěrů
 - 3) Přehrazení nádrže (profikl pod Úpravnu vody Rytíř) po dobu výstavby pro zachování hladiny v horní části nJ
 - 4) Provizorní přívod vody pro sádky z horní části nádrže
 - 5) Oprava komunikací poničených dopravou související se stavbou

5.2 Druhá etapa stavby

2. etapa spočívá v sanaci sedimentu ve spodní části nádrže Jordán (od hráze Jordánu až po provizorní hrázku). 2. etapa bude probíhat současně krátký časový úsek s 1. etapou. 2. etapa využije budovy postavené v první etapě stavby. V druhé etapě bude plně dokončen pyrotechnický průzkum spodní části nádrže. Na dně bude ponechána 5 cm vrstva sedimentu, aby mohl se rozvíjet ekosystém nádrže. Mocnost sedimentu se odhaduje 2 metry. Po dokončení odbahnění spodní části Jordána se ponechá hrázka, aby nedošlo k zamoření spodní části sedimentem z horní části nádrže. Též se musí najít původní koryto vodoteče, jelikož se neví, kde se přesně nachází. Musí se vyčistit a bude sloužit jako centrální odvodňovací stoka. Sediment obsahuje vyšší hodnoty arsenu 20-30 mg/kg (jsou ještě bezpečné). Sediment bude odvážen do Plané nad Lužnicí, kde proběhne skládkování v bývalé pískovně (Hůrka). Sediment bude přikryt vrstvou zeminy o mocnosti 1 metr, jelikož obsahuje vyšší hodnoty arsenu. Odhadovaný objem sedimentu v dolní části nádrže činí 138 284 m³



Obr.3 Budování hrádku

5.3 Třetí etapa stavby

3. etapu ovlivňuje fakt, že musí být napuštěná půlka Jordánu k uchování fauny a flóry Jordánu (škeble, ryby,...). Před vypuštěním horní části nádrže bude horní část slovena a fauna přesunuta do spodní části, která bude již z poloviny napuštěna. Bagrování sedimentu započne bezprostředně po vypuštění horní části nádrže. Bude vyčištěna vodoteč a bude sloužit jako centrální odvodňovací stoka. Součástí 3. Etapy je též vybudování záchytné hrázky pod hlavním přítokem do nádrže a vybudování malého ostrova s širokým pásem litorální zeleně. Hrázka bude sloužit k zachytávání hrubších splavenin. Po odbahnění horní části bude odtěžena provizorní dělicí hráz. Bahno bude uloženo v plané nad Lužnicí (Hůrka).

5.4 Protržení stavební hráze

Dne 28. prosince došlo k protržení provizorní hráze na stavbě. Toto Protržení bylo způsobeno velkou oblevou a následným tlakem vody na hráz. Ta se kolem 7 hodiny ranní prohnula a následně praskla. Voda zaplavila část, kde se bagrovalo bahno. Naštěstí se nikomu nic nestalo. Voda však způsobila ohromné škody na vodárně a nejvíce pak na rybách, které byly vyplaveny skrz štolu.

6 Archeologické objevy

6.1 Pravěké sídliště

V období 3. -4. 12. 2012 bylo objeveny pozůstatky pravěkého sídliště, při terénních odkryvných prací. Byly nalezeny asi 16 objektů datujících se do 16. -17. Století před naším letopočtem. V základech budov byla nalezena keramika a kamenný nástroj. Sídliště bylo objeveno na severním břehu nádrže Jordán. Osada se rozkládá podél původního koryta potoka. Z odebraných vzorků dřeva a sedimentu byla udělaná dendrologická a paleobotanická analýza.



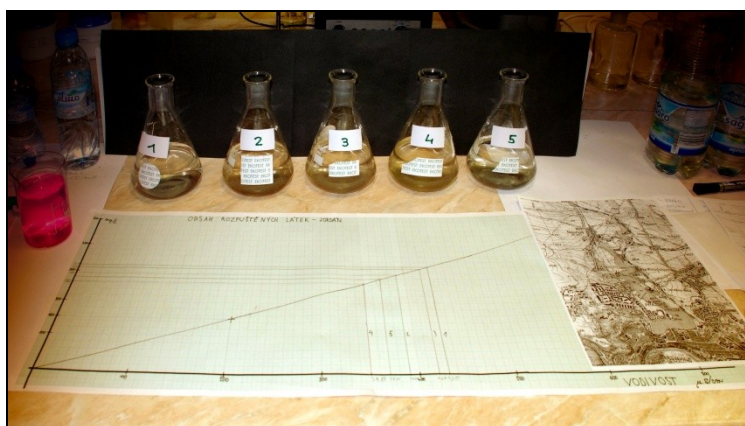
Obr.4 Archeologické nálezy

6.2 Středověká cihelna

Středověká cihlářská pec a huť z 15. století se nacházejí v blízkosti Sokolovské plovárny. Pec má rozlohu 3x3 metry a areál cihelny je velký 1000 metrů čtverečních. Těž byly nalezeny dokumenty, v kterých stojí, že cihelna byla na prodej roku 1447. Vedle areálu stály domky zaměstnanců a další menší pece. Cihelna vyráběla velkorozměrové tašky, cihly a čtvercové dlaždice.

7. Popis měření

Odběr vzorků jsme provedli na několika místech. První místo na odběr vzorků jsme zvolili ústí Košínského potoka. Druhé místo byl samotný Jordán v zóně, kde prozatím neprobíhá stavba. Třetím místem je Tismenický potok, kde ústí výpusť. Na těchto stanovištích jsme pozorovali obsah rozpuštěných látek a pH odebraných vzorků.

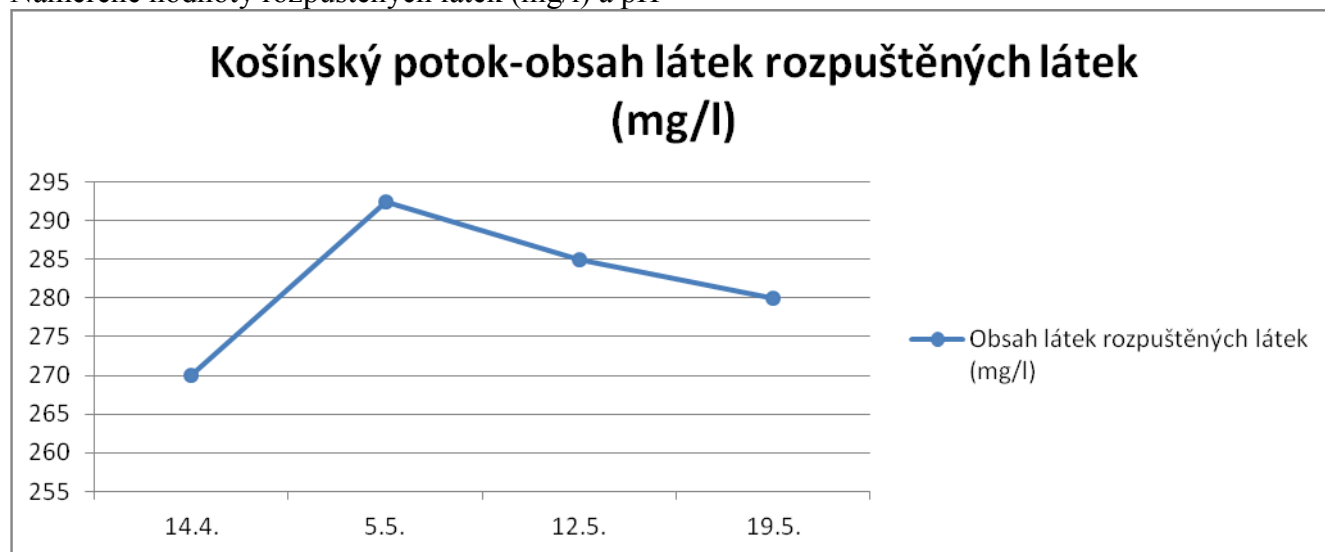


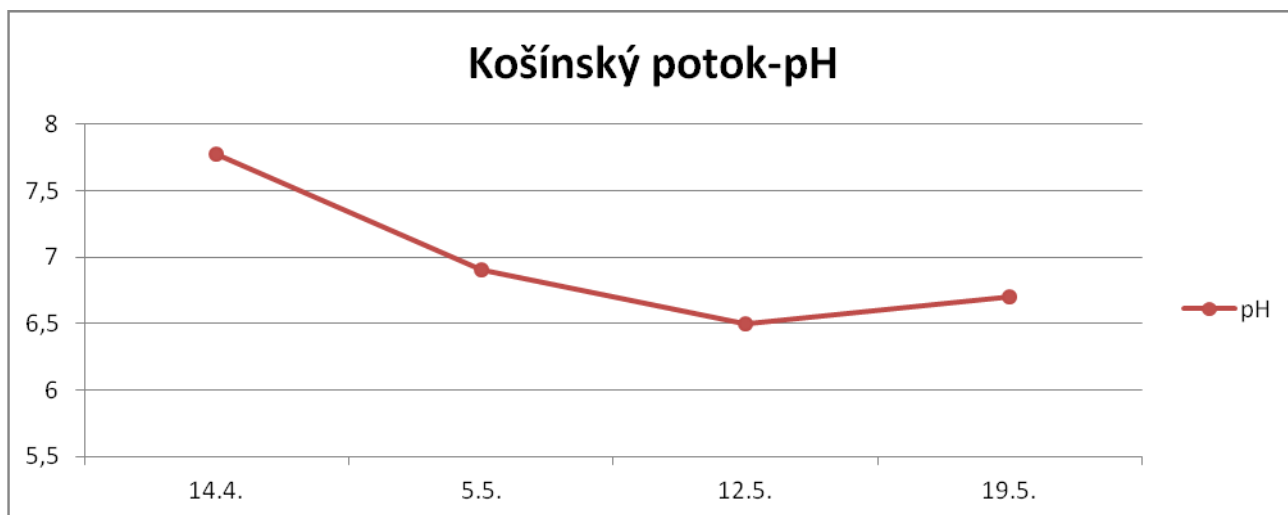
Obr. 5 Vzorky, měření

7.1 Výsledky měření

Košínský potok:

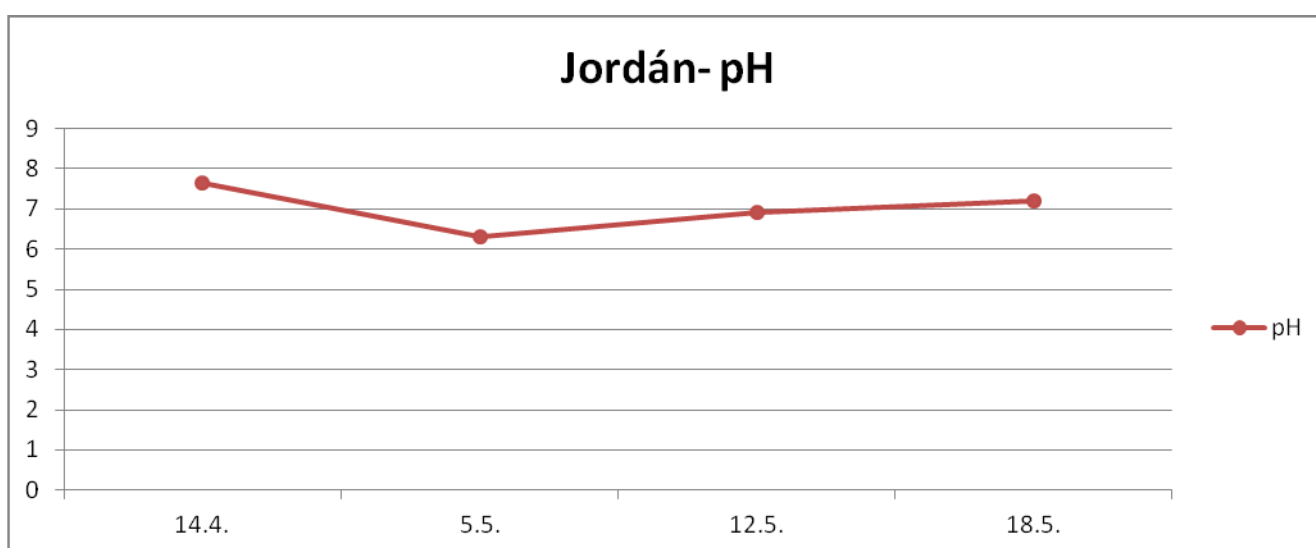
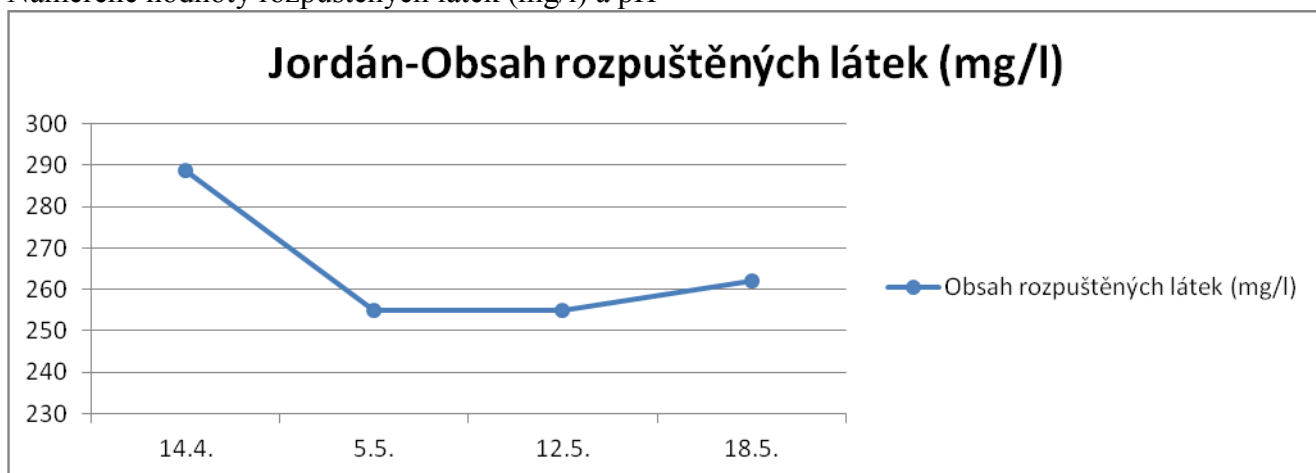
Naměřené hodnoty rozpuštěných látek (mg/l) a pH



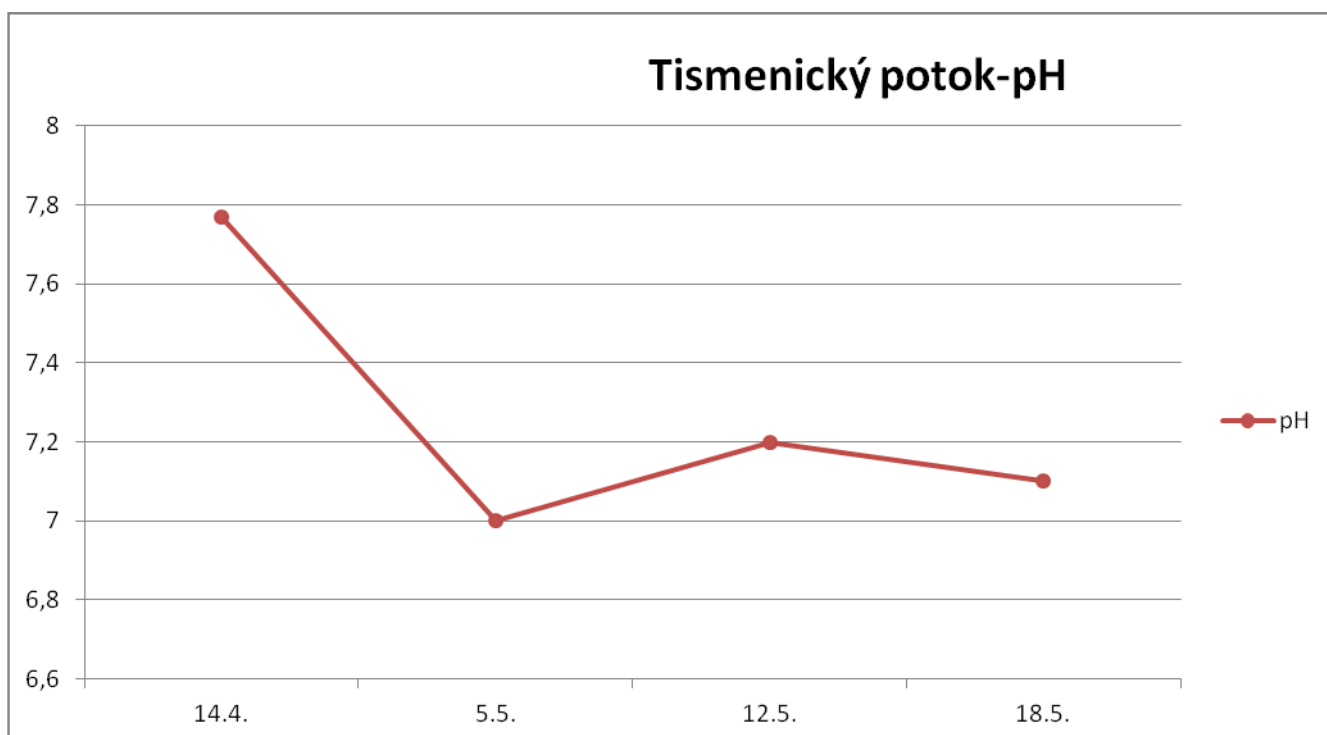
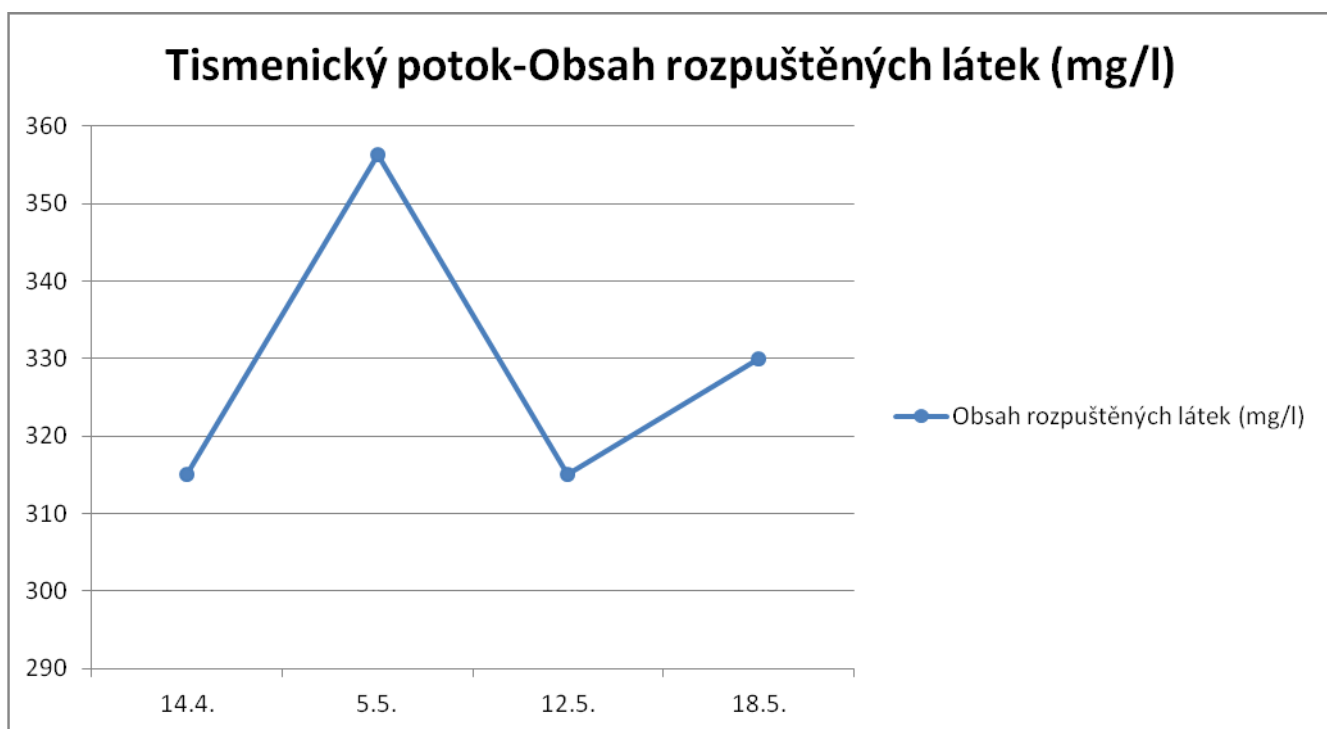


Jordán:

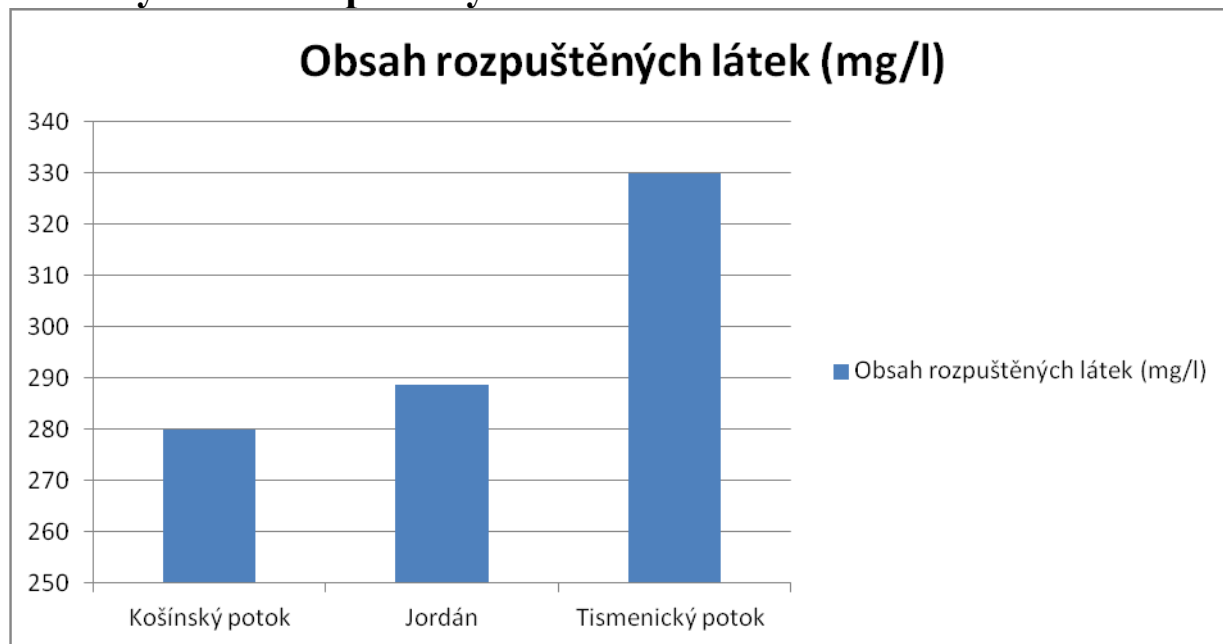
Naměřené hodnoty rozpuštěných látek (mg/l) a pH



Tismenický potok:



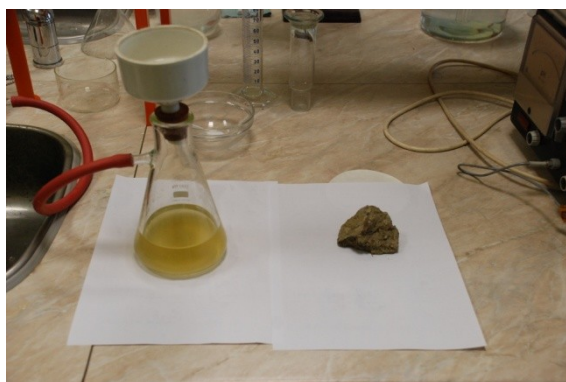
Celkový obsah rozpuštěných látek:



8. Hypotéza

8.1 zpracování vzorku

Dne 16.5.2013 jsme provedli analýzu trojmocného železa ze vzorku bahna. Ze vzorku jsme nejprve vytvořili roztok, který jsme následně několikrát přefiltrovali pomocí podtlakové vodní filtrace. Výsledný produkt jsme následně otestovali pomocí kyseliny salicylové. Vytvořili se tmavě modré sraženiny, které nám potvrdily přítomnost FeCl_3 .



Obr. 6 Filtrace vzorku bahna



Obr.7 Analýza kys. salicylovou

8.2 Hypotéza o eutrofizaci v Jordáně

Naše hypotéza se zakládá na postupu při úpravě vody v čističce. Při této úpravě se využívá FeCl_3 jako činidlo v čerčicím reaktoru, jako tzv. mrak. Přes toto činidlo projde voda, která obsahuje zejména organické nečistoty. Tyto nečistoty se poté naváží na molekuly FeCl_3 a ten následně i s nečistotami klesne ke dnu v podobě kalu. Tento kal je poté odvážen na kalová

pole, kde se společně s pískem využívá jako filtrační zařízení pro vodu. FeCl_3 se však může uvolňovat i do vodních zdrojů, kde stále působí jeho čisticí prostředky a to zejména na sinice. Tento jev můžeme pozorovat na tom, že do roku 2000 byla v provozu čistička vody a v Jordánu byla malá koncentrace sinic. V roce 2000 byl však zastaven provoz v čističce a následující roky jsme mohli pozorovat prudký nárůst aktivity sinic. Tato hypotéza má velký regionální význam, protože zlepšení kvality vody je jeden z účelů celého projektu rekultivace.

9.Zdroje:

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Jord%C3%A1n_\(T%C3%A1bor\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Jord%C3%A1n_(T%C3%A1bor))

<http://budejovice.idnes.cz/bahno-z-rybnika-jordan-se-bude-vojit-na-tri-mista-fu4->

[/budejovice-zpravy.aspx?c=A120530_190058_budejovice-zpravy_sou](http://budejovice-zpravy.aspx?c=A120530_190058_budejovice-zpravy_sou)

http://www.taborcz.eu/vismo/zobraz_dok.asp?id_ktg=1384

<http://www.facebook.com/peltandavid>

<http://budejovice.idnes.cz/protrzena-hraz-jordanu-0vl-/budejovice->

[zpravy.aspx?c=A121228_113440_budejovice-zpravy_khr](http://budejovice-zpravy.aspx?c=A121228_113440_budejovice-zpravy_khr)

<http://www.infoglobe.cz/lokality/evropa/ceska-republika/prehrady/lokality-jordan/>

<http://www.taborcz.eu/aktuality-souvisejici-s-projektem/d-9229>

Jordán, Ladislav Votruba, r. 1986

<http://www.tabor-online.cz/wp->

[content/uploads/2012/12/Vy%C3%BAst%C4%9Bn%C3%AD-%C5%A1achty-pod-](http://www.tabor-online.cz/wp-content/uploads/2012/12/Vy%C3%BAst%C4%9Bn%C3%AD-%C5%A1achty-pod-)

[vodop%C3%A1dem-28.12.2012.jpg](http://www.tabor-online.cz/wp-content/uploads/2012/12/Vy%C3%BAst%C4%9Bn%C3%AD-%C5%A1achty-pod-)

<http://www.pozary.cz/storage/obrazek/uzel/2012/12/uz50ddd751df56e/obr50e07958db944.jp>

[g](http://www.pozary.cz/storage/obrazek/uzel/2012/12/uz50ddd751df56e/obr50e07958db944.jp)

<http://www.tabor-online.cz/wp-content/uploads/2012/12/M%C3%ADsto->

[protr%C5%BEen%C3%AD-28.12.2012.jpg](http://www.tabor-online.cz/wp-content/uploads/2012/12/M%C3%ADsto-)

http://i.lidovky.cz/10/033/Inorg/HEV31f3d5_penize.jpg

http://www.lhotkanet.cz/pub/obrazky/povodnove/POVODNE/Zaplavy_16_8_2002/Tabor/f2-

[16.jpg](http://www.lhotkanet.cz/pub/obrazky/povodnove/POVODNE/Zaplavy_16_8_2002/Tabor/f2-)

http://files.bio-enzymy.cz/200000064-292742a211/food_4810.jpg

Foto od Miroslava Lutovského a Jaroslava Dvořáka