

# Studium sukcese v jezerních ekosystémech pomocí makrozbytkové analýzy

Pavla Žáčková  
Vedoucí práce: Mgr. Petr Pokorný, Ph.D.



Bakalářská práce 3. ročníku  
duben 2006

**OBSAH**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Úvod</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>2. Cíle práce</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>3. Vegetační sukcese na mokřadech</b> .....                                    | <b>6</b>  |
| <b>4. Lokalita Švarcenberk</b> .....  | <b>8</b>  |
| 4.1. Vymezení studovaného území .....   | <b>8</b>  |
| 4.2. Charakteristika území a přírodní poměry .....                                | <b>9</b>  |
| <b>5. Bývalé jezero Švarcenberk</b> .....   | <b>10</b> |
| 5.1. Vznik jezera .....   | <b>11</b> |
| 5.2. Vývoj jezera a přilehlé části Třeboňské krajiny v jednotlivých etapách ..... | <b>12</b> |
| 5.2.1. Konec pleniglaciálu .....  | <b>12</b> |
| 5.2.2. Pozdně – glaciální interstadiál .....                                      | <b>12</b> |
| 5.2.3. Mladší dryas .....   | <b>13</b> |
| 5.2.4. Preboreál .....  | <b>13</b> |
| 5.2.5. Boreál .....   | <b>14</b> |
| 5.2.6. Atlantik .....   | <b>14</b> |
| 5.2.7. Subboreál .....  | <b>15</b> |
| 5.2.8. Subatlantik .....  | <b>15</b> |
| <b>6. Metodika</b> .....  | <b>16</b> |
| 6.1. Terénní odběry .....   | <b>16</b> |
| 6.2. Zpracování vzorků .....  | <b>16</b> |
| 6.3. Determinace rostlinných makrozbytků .....                                    | <b>17</b> |
| <b>7. Předběžné výsledky a diskuse</b> .....                                      | <b>17</b> |
| <b>8. Závěr</b> .....   | <b>19</b> |
| <b>9. Literatura</b> .....  | <b>19</b> |
| <b>10. Přílohy</b> .....  | <b>22</b> |

## **ABSTRAKT**

Nedávno objevené jezerní sedimenty pod hladinou rybníka Švarcenberk, které se nacházejí v jižních Čechách blízko Veselí nad Lužnicí, umožňují na základě pylových a

makrozbytkových analýz rekonstruovat přírodní poměry Třeboňska od konce posledního vrcholného glaciálu až téměř po naše dny. Tato bakalářská práce shrnuje poznatky o vývoji bývalého jezera Švarcenberk od dob jeho vzniku zhruba před 15 000 lety (závěr pleniglaciálu) až po jeho zazemnění v době středního holocénu. Můžeme sledovat nejen vznik, vývoj a zánik jezerní pánve, ale i mnohé události a změny přilehlé části Třeboňské krajiny. Bývalé jezero Švarcenberk představuje výjimečný přírodní archiv. Unikátní je zejména jeho stáří i kontinuita sedimentárního záznamu.

## 1. ÚVOD

Příroda kolem nás, stejně jako lidská společnost prochází neustálými změnami. Člověk je během svého života svědkem geologických dějů, jež lze sledovat lidskými měřítky a přeci se nám krajina po které chodíme jeví zdánlivě stálá. Jen stěží si dokážeme představit jaké změny se odehrávaly během stovek, tisíců či více jak milionů let.

Jakým způsobem se krajina a život vyvíjeli v průběhu posledních zhruba dvou miliónů let, to jsou otázky, kterými se zabývá vědí obor zvaný kvartérní paleoekologie. Čtvrtohory (kvartér) představující nejkratší a nejmladší epochou, ve které se spojují dějiny geologické s lidskými, jsou charakteristické dynamickými změnami, střídáním dob ledových (galciálů) a meziledových (interglaciálů). Studium této nejmladší geologické minulosti během níž se vytvářely ekosystémy do podoby jak je známe nyní, umožňuje pochopit řadu dějů, současný vývojový trend včetně odhadu vývoje v nejbližší budoucnosti (Ložek 1999). A naopak studiem současných ekologických poměrů můžeme odhalit mnohá tajemství minulosti.

Cílem bakalářské a později diplomové práce bude snaha o nahlédnutí do minulosti bývalého jezera Švarcenberk, nacházejícího se v blízkosti Veselí nad Lužnicí v jižních Čechách, které představuje významnou paleoekologickou lokalitu ve střední Evropě.

Toto zaniklé jezero reprezentuje výjimečný typ nížinných jezer, která se tvořila během poslední doby ledové mimo oblast horského či kontinentálního zalednění.

Na jeho sedimentech je možné sledovat dlouhodobou vegetační sukcesi za posledních asi 15 tisíc let (Pokorný 2002). Pomocí analýz pylových spekter, rostlinných makrozbytků, zbytků řas, pomocí chemického či sedimentologického rozboru usazenin a radiokarbonového datování můžeme sledovat vývoj mokřadních ekosystémů (Frenzel 1976). V případě jezera Švarcenberk můžeme provést výše zmíněné analýzy a sledovat nejen vznik, vývoj a zánik

jezerní pánve, ale i mnohé události a změny přilehlé části Třeboňské krajiny v průběhu dlouhých tisíciletí existence jezera (Pokorný 2000).

Přestože je poznání nejmladší geologické minulosti Třeboňska do velké míry omezeno na výsledky získané v rámci jediného oboru, můžeme si dovolit učinit poměrně komplexní závěry. Důvodem je fakt, že vývoj vegetace relativně dobře odráží také mnoho dalších složek ekosystémů: vývoj klimatu, konfigurace terénu, hydrologických podmínek, chemismu půd, či lidského působení. Vegetace zároveň zpětně modifikuje vlastnosti všech těchto složek a podmiňuje navíc charakter mezoklimatu, mikroklimatu i výskyt mnoha dalších druhů organismů (Pokorný, Jankovská 2000). Moderní paleobotanický výzkum v současné době probíhající na této lokalitě klade důraz na interdisciplinární spolupráci (zejména mezi obory jako jsou historická ekologie krajiny, kvartérní geologie a archeologie).

Díky mimořádně kvalitnímu, výjimečně dobře stratifikovanému záznamu z období pozdního glaciálu v podobě sedimentů jezera Švarcenberk máme možnost nahlédnout dále do minulosti a do větších podrobností než je možné pro jiná území České republiky (Pokorný 2002). Kvalitní sedimentární záznam na lokalitě končí na sklonku středního holocénu.

**Makrozbytková analýza**, pomocí které se budu snažit odpovědět na otázky své diplomové práce, je vedle pylové analýzy jedním z důležitých nástrojů paleobotaniky, přinášející cenné doklady o vývoji prostředí v prostoru i v čase skrze ty části rostlinného těla, které mají schopnost se za vhodných podmínek dochovat po dlouhou dobu. Objektem studia makrozbytkové analýzy je materiál rozmanitého taxonomického původu, stupně zachování, stáří, velikosti, anatomie, morfologie atd. Náleží sem části rostlin (cévnatých i bezcévných), živočichů (včetně lidských), případně i hub. Jedná se o pozůstatky rozlišitelné pouhým okem. Rostlinné makrozbytky se zachovávají jednak v podobě otisků, především v travertinech. Dále pak ve fosilizovaném stavu ve vlhkém, kyselém prostředí chudém na kyslík, především v organických usazeninách mokřadů (rašelinách a slatinách) a v anorganických limnických sedimentech. V určitých oblastech, např. sprašových, bývají jen slabě zastoupeny (Ložek 1973, 1999). Doplnkem paleobotaniky je paleozoologie, kde hrají hlavní roli obratlovci a měkkýši, jejichž kosti a ulity se zachovávají především ve vápnatých sedimentech, jsou tedy soustředěni zejména v oblastech, kde zbytky rostlin jsou vzácné nebo špatně zachované. Oba obory se navzájem doplňují (Ložek 1973).

**Makrozbytky** jako objekt paleobotaniky mají několik specifických vlastností, kterými se odlišují od mikroskopických objektů pylové analýzy. Vzhledem velikosti a hmotnosti makrozbytků nejsou v krajině obvykle transportovány na velké vzdálenosti (výjimky tvoří:

anemochorie, hydrochorie, zoochorie, příp. antropochorie atd.) obvykle je nacházíme v místě či nedaleké blízkosti, kde rostliny skutečně rostly a jejichž společenstva tedy odpovídají určitým místním poměrům (Ložek 1973), mají tedy lokální výpovědní hodnotu a považujeme je za autochtonní příp. paraautochtonní. Interpretací výsledků analýz pylových spekter získáme informaci o vegetaci na úrovni regionální.

Další předností makrozbytkové analýzy oproti analýze pylové je fakt, že nalezené objekty se často dají určit do druhu či alespoň rodu, z čehož je možné provést přesnější ekologickou interpretaci. Na základě pylové analýzy mohou být nalezené objekty řazeny často pouze do čeledí (např. *Cyperaceae*, *Poaceae*).

Makrozbytky představující generativní a vegetativní části rostlinného těla nám díky anatomicko-morfologické stavbě často mohou napovědět něco o ekologických podmínkách (hustota letokruhů, atd.) - získáváme tak informace spíše kvalitativní. Pyl, reprezentující generativní fázi vývoje rostliny pak přináší informaci především kvantitativní.

Ze srovnání principů makrozbytkové a pylové analýzy je zřejmé, že pro získání co nejpřesnějších informací o vývoje vegetace v minulosti je důležité využívat předností obou těchto metod a získané výsledky mezi sebou korelovat.

## 2. CÍLE PRÁCE

Cílem mé bakalářské práce bude shrnout dosavadní znalosti o vývoji bývalého jezera Švarcenberk a o ekologických poměrech Třeboňska a nastínit vegetační sukcesí v jednotlivých obdobích jeho vývoje. Ráda bych v této souvislosti prezentovala také první výsledky profilu „zátoka 1“, který byl odebrán v JZ části lokality - v okrajové mělči pánvi bývalého jezera.

Cílem budoucí diplomové práce bude dále rozvinout toto téma, doplnit ho o výsledky dalších profilů (druhá kopaná a jedna vrtaná sonda). Výsledky budou využity ke srovnání všech profilů mezi sebou a s výsledky z vrtu v hluboké centrální části jezera (tzv. „hlavní profil“; HP), již publikovanými školitelem a využitými v diplomové práci Jitkou Šafránkovou. Z metodického pohledu bude významné srovnání získaných původních makrozbytkových dat s výsledky pylových analýz (P. Pokorný, P. Kuneš – již existující a nová data). Dále bych se měla zaměřit na problematiku vlivu mezolitických populací na okolní vegetaci a krajinu, resp. na možnosti indikace tohoto vlivu metodou makrozbytkových a pylových analýz.

### **Otázky, které si budu ve své diplomové práci klást:**

1. Jak probíhala vegetační sukcese v jednotlivých fázích vývoje jezera a po jeho zániku?
2. Jaké vlivy řídily průběh této vegetační sukcese?
3. Co by mohlo v sedimentech indikovat přítomnost předzemědělského osídlení? Má tato indikace nějakou prostorovou závislost?
4. Do jaké míry se liší záznam o vegetaci pomocí rostlinných makrozbytků a pomocí pylových analýz? Co vyplývá ze srovnání výsledků obou metod pro jejich obecnou interpretaci?

Součástí plánované DP bude založení a postupné doplňování srovnávací sbírky semen a plodů (obecně diaspor) mokřadních rostlin. Semena ze Sběrky vodních a mokřadních rostlin Botanického Ústavu v Třeboni mi poskytla do sbírky Mgr. Jana Navrátilová, které tímto děkuji. Úplný seznam dosud sebraných druhů je uveden v kapitole Příloha.

### **3. VEGETAČNÍ SUKCESE NA MOKŘADECH**

Změny rostlinných společenstev, které vedou k jejich střídání (směnám) na určitém místě v průběhu času jsou přirozeným jevem, kterému říkáme vegetační sukcese. Aktuoeologickými metodami je obvykle obtížné vegetační sukcese studovat vzhledem k jejímu dlouhodobému charakteru. Obvykle se tak podaří zachytit pouze přechodné fáze mezi dvěma následnými sukcesními stádii, nikoliv však úplné sukcesní řady (Walker 1970). V tomto směru má nespornou výhodu paleoekologický přístup, který běžně pracuje s časovými škálami stovek a tisíců let. Tato výhoda je však vyvážena omezenými možnostmi zachování determinovatelných rostlinných zbytků a často nejasným vztahem mezi nalezenými paleobiocenózami a minulou vegetací.

Průběh a dynamika přirozené vegetační sukcese závisí na řadě abiotických faktorů (např. klimatických, geochemických) i na faktorech biotických (imigrace a expanze nových rostlinných druhů spojená s cenogenezí). Přestože lze vysledovat obecné faktory řídící vegetační sukcese, snadno představitelné jsou i víceméně náhodné singularity jako například disturbance spojené s mimořádnými klimatickými událostmi (Engstrom et al. 1984).

Submerzní půdy okrajů jezer, mrtvých říčních ramen a břehů pomalu tekoucích vod osídlované vodními rostlinami (hydrofyty) představují iniciační sukcesní stádium mokřadních biotopů. Poté, co je voda při okraji dostatečně mělká, je osídlována porosty orobinců (*Typha*

sp.), skřipin (*Schoenoplectus lacustris*), rákosin (případně monocenóz *Phragmites communis*) a dalšími společenstvy podobných ekologických nároků a životních strategií. Následkem akumulace produktů rozkladu rákosin a dalších vodních rostlin se povrch substrátu zvedá nad povrch stálé vodní hladiny, čímž se vytvoří substrát pro druhy dalšího sukcesního stádia s dominantními travami (*Phragmites*, *Molinia*), nebo ostřicemi (*Carex nigra*, *C. flava*, atd. - obecně společenstva vysokých ostřic, *Magnocaricetea*) a s výskytem rostlin snášející kyselé prostředí (např.: *Comarum palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Valeriana dioica*). Hromaděním jejich odumřelých a částečně rozložených těl se rašeliniště vyklenuje nad povrch stále více. Dřeviny mokřadních olšin snášející zamokřené půdy (např.: *Alnus glutinosa*, *Salix cinerea*, *Frangula alnus*, *Batula pubescens*) osidlují takovéto substráty, blokují další rozvoj slatinišť. Nanejvýš může dojít ke střídání fází uzavřených olšin a otevřených slatinišť - cyklické sukcesi vlivem autogenních mechanismů jako je akumulace slatiny pod porosty ostřic a její rozklad vlivem okysličení a obohacení dusíkem pod olšinami (Pokorný a kol. 2000, Klimeš a kol. 2000). Díky hromaděni opadu listů a větví dřevin se mění také geochemické podmínky. Proces je podél okrajů řek a břehů jezer modifikován záplavami, které přinášejí anorganické naplaveniny. Nakonec se povrchové vrstvy půd stanou natolik suchými, že umožní rozvoj mezofytických lesů. Konečné sukcesí stádium, které představuje dubový les je pouze hypotetické, odvozené ze skutečnosti, že dubové lesy rostou na periferii porostů olšin (Walker 1970). Hydrosérie rostlinných společenstev je synchronním projevem vegetační sukcese. Autogenní procesy v průběhu stovek až tisíců let jsou ovlivňovány dalšími faktory jako je např. vývoj klimatu. Extrémní atlantské klima blokuje sukcesní stádia na úrovni vrchoviště zatímco mírnější suboceánské klima dovoluje rozvoj lesů (Walker 1970).

Zazemněné jezero Švarcenberk představuje v jistém smyslu ideální modelový objekt ke studiu dlouhodobé vegetační sukcese na mokřadech. Ideální proto, že předpokládáme poměrně málo významných faktorů, které tuto sukcesi řídily. Podle dosavadních poznatků (Pokorný a Janovská 2000) bylo hlavním faktorem plynulé změlčování vodního sloupce vlivem kumulace sedimentu na dně (jinými slovy vlivem postupného zazemňování). Zdá se, že přitom téměř nedocházelo ke kolísání vodní hladiny. Postupné změlčování jezera od okrajů umožnilo existenci kompletní hydrosérie rostlinných společenstev od hlubokých vod po bažinaté okraje (olšiny, ostřicové mokřady). Taková hydrosérie je synchronním projevem vegetační sukcese (tj. jejím projevem v jediném konkrétním okamžiku). Druhým významným faktorem ovlivňujícím vegetační sukcesi byly bezesporu klimatické změny globálního

charakteru, zejména v pozdním glaciálu a začátku holocénu (Pokorný, Jankovská 2000). Ty jsou díky dnešním detailním znalostem tohoto procesu nezávisle rekonstruovatelné a můžeme je tak použít jako druhý vysvětlující faktor pozorovaného sukcesního procesu. Když pomineme dnes známé předzemědělské osídlení na sklonku pleistocénu a ve starším holocénu, které pravděpodobně nemělo určující vliv na vegetační sukcesi na většině plochy jezera (na rozdíl od předpokládaného vlivu na vegetaci mezických a suchých stanovišť v okolí), měl člověk jen nevelký vliv na kvalitu místního jezerního ekosystému (Pokorný 2005). To je další skutečnost, která z lokality činí poměrně jednoduše podchytitelný studijní objekt.

## **4. LOKALITA ŠVARCENBERK**

### **4.1. Vymezení studovaného území**

Bývalé jezero Švarcenberk se nachází v jižních Čechách, v severní části rovinaté krajiny Třeboňské pánve, 4 km jižně od Veselí nad Lužnicí v blízkosti obce Ponědrážka (49° 9' N, 14° 42' E; nadmořská výška činí 412 m).

Sledované území je od r. 1977 součástí biosférické rezervace a od r. 1979 součástí chráněné krajinné oblasti Třeboňsko.

Na východě a jihovýchodě je Třeboňská pánev ohraničena výběžky Českomoravské vysočiny podél údolí řeky Nežárky a Kostěnického potoka, na jihu podhůřím Novohradských hor, na západě a severu se mírně zvedá k tzv. Lišovskému prahu až do Středočeské pahorkatiny (Dyktjová 2000).

Z hlediska regionálně-geologického patří Třeboňská pánev spolu s pánví Českobudějovickou (od které ji odděluje Lišovský práh) do systému jihočeských pánví v rámci jižních částí Českého masivu.

### **4.2. Charakteristika území a přírodní poměry**

Třeboňská pánev – bažinatá, k zemědělskému osídlení nevhodná oblast prosakujících pramenišť a rozlehlých niv, si zachovala svou nepřístupnost až do 13. století. Teprve koncem středověku byla mnohá blata odvodněna a mnohé bažiny byly přeměněny v rybníky, čímž



vznikl obraz krajiny jak ji známe dnes. Rybník Švarcenberk, který z převážné části zatopil jezerní pánev a pod jehož hladinou se nacházejí jezerní sedimenty překryté několika metry rašeliny, byl založen na samém konci 17. století (během let 1698 - 1701). Při jeho stavbě byly zničeny svrchní vrstvy rašeliny, takže poslední záznamy, které nám sediment může poskytnout pocházejí zhruba z přelomu letopočtu.

**Geologie:** Plochý, málo zvlněný reliéf Třeboňské krajiny je výsledkem dlouhého geomorfologického vývoje. Opakovaným usazování, zdvihy a poklesy podél zlomů v zemské kůře vznikla v Třeboňských usazeninách pestrá mozaika vrstev, spočívající na podloží starých krystalinických hornin. Mělkovodní jezerně-říční sedimenty druhohorního a třetihorního stáří, tvořené různě barevnými pískovci, slepenci, jíly, jílovcí, písky a štěrky různé zrnitosti a různého stupně zpevnění tvoří nejdůležitější geologický substrát Třeboňské pánve. Deprese jsou vyplněny čtvrtohorními aluviálními sedimenty, štěrkem a bahnitými náplavy, vátými písky a často i rašelinným substrátem. Obsah půdních živin je nízký, většina půd vykazuje sklon k podzolizaci, jejich reakce je ve většině kyselá s hodnotou pH pod 3,3. Převažují podzoly a písčité nebo rašelinné jíly. Podél hlubokého tektonického zlomu probíhajícího Severo-jihním směrem se vytvořily četné artézské prameny, které ovlivňují současnou hydrologii a které byly hlavním zdrojem vody v době existence jezera. Třeboňská pánev vykazuje trvalý tektonický pokles o 0,7 mm za rok což způsobuje, že se oblast propadá.

**Klima:** Současné klima suboceánského rázu je určeno převládajícími západními větry. Roční úhrn srážek je v průměru kolem 650 mm (600-700 dle nadmořské výšky), leden je nejsušším měsícem. Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 7,4 °C, průměrná teplota ledna -2,8 °C a průměrná teplota července 18 °C. Makroklima je zde modifikováno přítomností četných vodních ploch a teplotními inverzemi. (Culek at al. 1995).

**Vegetace:** Přírozenou vegetací Třeboňské krajiny jsou zejména rozsáhlé jehličnaté lesy, v nichž rostou místní ekotypy středoevropských stromů a keřů. Jednou z nejvýznamnějších je lokální varieta borovice lesní (*Pinus sylvestris* var. *bohemica*), se štíhlým, rovným a jen na vrcholu větveným kmenem s vydatnou produkcí nesmolnatého dřeva. Dále se zde setkáváme s borovicí blatkou (*Pinus rotundata*), která dnes roste jen na několika místech ve střední Evropě, je přizpůsobena vysoké podzemní hladině vody a nedostatku kyslíku v půdě a snáší lépe mrazy. Větší souvislé porosty tvořila v období subboreálu, kdy začala zarůstat rašeliniště. Blatka spolu s borovicí lesní a jejich vtroušeným křížencem (borovicí podvojnou *Pinus x digenea*) tvoří na Třeboňsku zcela unikátní rašelinné lesy s keříčkovitým podrostem rojovníku bahenního (*Ledum palustre*) (Dykyjová 2000, web 1)

Vlivem malého spádu řek, nedostatečného odvodňování a špatně propustného podloží se zde udržují společenstva rozsáhlých rašelinišť s reliktní vegetací, jejíž kořeny sahají zhruba ke konci pleistocénu.

Na průměrných stanovištích Třeboňské pánve rekonstruuje Jankovská (1980) na základě výsledků pylových analýz zejména jehličnaté lesy s významným zastoupením jedle. V průběhu středověku a zejména počátkem novověku byla tato vegetace silně ovlivňována těžbou a nahradily jí porosty s dominantní borovicí, případně kyselá doubravy.

Současná vegetace na okrajích rybníka Švarcenberk je tvořena z převážné části přechodovými rašeliništi a ostřicovými porosty přecházející v porosty rákosu. Východní část je tvořena druhy svazu *Rhynchosporion albae*, *Eriophorion gracilis*, *Sphagno-Tomenthypnion*. (Jankovská 1980).

## 5. BÝVALÉ JEZERO ŠVARCENBERK

Odumřelé zbytky organismů v rašeliništích Třeboňské pánve byly středem pozornosti již na počátku 20. století. Prvním ze systematických badatelů byl Karl Rudolph, který využíval makroskopické rostlinné zbytky k rekonstrukci dávné vegetace a nálezy doplňoval o analýzy pylových zrn některých dřevin. Na Rudolphovu práci navázal jeho žák, Franz Firbas a tak se stala Třeboňská rašeliniště jednou z kolébek světové paleoekologie a palynologie.

V poválečné době řadu třeboňských rašelinných ložisek prozkoumala pomocí pylové analýzy Marie Puchmajerová, jejíž představa, že třeboňská rašeliniště vznikla zazemněním velkého třetihorního jezera, se později ukázala být mylnou.

V 60. letech minulého století se jedinečným materiálem Třeboňské pánve začala zabývat palynoložka Vlasta Jankovská, která používala již modernější a přesnější metody. Při odběru materiálu z ručně kopané sondy ve výtopě rybníka Švarcenberk narazila roku 1969 na pozůstatky jezerních usazenin pohřbené pod několika metry rašeliny (Jankovská 1980). Analýzy prokázaly, že se jedná o sedimenty postglaciálního stáří a že se na samé bázi nachází tenká vrstva ze závěru poslední doby ledové – pozdního glaciálu.

V roce 1995 byl výzkum obnoven Petrem Pokorným, který provedl podrobný stratigrafický výzkum, pylovou a makrozbytkovou analýzu (Pokorný 2000; Pokorný 2002). V této době byla provedena i analýza řas rodu *Pediastrum* (Komárek a Jankovská 2001). Součástí disertační práce Petra Pokorného v rámci postgraduálního studia bylo mj. zjištění rozsahu původní pánve bývalého jezera. Rozsáhlý terénní výzkum pod hladinou současného

rybníka, k jehož provedení bylo potřeba téměř 150 geologických vrtů, odhalil pánev dřívějšího jezera, jejímž překvapujícím rysem je její ledvinový tvar, nečekaná hloubka a přítomnost mocných usazenin pozdnoglaciálního a holocenního stáří. V rámci tohoto výzkumu proběhl také sedimentologický výzkum, který přinesl úspěchy zejména v případě datování a korelace eolické činnosti srovnáním písčitých sedimentů z lokality Švarcenberk a Vlkovský přesyp (Pokorný et Růžičková 2000). V současné době zde vedle paleoekologických analýz probíhá archeologický výzkum mezoiltického osídlení na březích jezera.

## 5.1. Vznik jezera

Jezero Švarcenberk mělo v době svého vzniku plochu asi 51 ha a maximální hloubku okolo 10 m. Napájeno bylo silnými prameny artézských vod, vyvěrající podél tektonického zlomu. Odvodňovalo se do nedaleké řeky Lužnice a jeho povodí nebylo příliš rozsáhlé - ne více než 5 km<sup>2</sup> (Pokorný & Janovská 2000).

Na základě těchto údajů můžeme usuzovat na původ (proces) vzniku jezera před 15 000 lety, tedy na středoevropské poměry poměrně dávno. Maximální ochlazení posledního glaciálu na našem území bylo doprovázeno přítomností trvale zmrzlé půdy – permafrostu, který místy dosahoval až hloubek několik desítek metrů (Czudek 2005). Voda, vyvěrající na povrch v podobě artézských pramenů, tlačila zesponu do jílovo-písčitého substrátu, tuhla a po čase vytvořila rozměrnou čočku podzemního ledu. Jak čočka narůstala, vytlačovala okolní substrát nad povrch. Těmto nad povrch klenutým útvarům, které i dnes můžeme spatřit v arktických oblastech, Eskymáci říkají *pingo*. Díky výskytu *termokrasových* struktur typu *pingo* můžeme odhadovat, že průměrné roční teploty vzduchu se pohybovaly kolem -1 °C i níž. Při celkovém klimatickém oteplení podzemní ledová čočka spolu s permafrostem roztála a na jejím místě vzniklo termokrasové jezero zvané *alas* (Pokorný 2000). Vznik takovýchto jezer je zpravidla prvním indikátorem klimatické meliorace (zlepšení) v periglaciální zóně, poukazující na přechod podmínek vysoce arktických k relativně teplejším.

## 5.2. Vývoj jezera a přilehlé části třeboňské krajiny v jednotlivých etapách

### 5.2.1. Konec pleniglaciálu (před cca 15 000– 14 000 lety)

Nejstarší sedimenty na lokalitě jsou přibližně datovány do období před 15 000 lety a to na základě radiokarbonových měření a studia obsahu rubidia vázaného na jílové minerály

(Veselý a kol. 2006, *in press*). Po odeznění glaciálního maxima nastalo postupné, i když nevýrazné oteplování. Chladné, suché kontinentální klima bylo příznivé zejména keříčkovité a bylinné vegetaci stepního a tundrového charakteru. Místní výskyt odolných dřevin je velmi pravděpodobný. Přítomnost pylu a stomat (charakteristických buněk lemujících průduchy na jehlicích) borovice v jezerních sedimentech na lokalitě Švarcenberk poukazují na její alespoň sporadický výskyt. Hojná keříčkovitá vegetace byla tvořena olší zelenou (*Alnus viridis*), břízou trpasličí (*Betula nana*), jalovcem (*Juniperus communis*), zástupci čeledi vřesovcovitých (*Empetrum*) a plazivými druhy vrb. Výskyt trvale zmrzlé půdy na Třeboňsku v období konce pleniglaciálu je sporný, mnohé otázky související s hlubokým promrzáním nejsvrchnější části litosféry nejsou nejen u nás ale i v sousedních státech uspokojivě vyřešeny, avšak přítomnost permafrostu v době svrchního pleistocénu byla na mnoha místech České republiky potvrzena (Czudek 2005), tudíž se zdá přítomnost permafrostu, minimálně nesouvislého, na Třeboňsku v období konce pleniglaciálu velmi pravděpodobná. Činnost mrazu ovlivňovala tvářnost krajiny a byla příčinnou vysoké diverzity stanovišť a spolu s dalšími faktory - nedostatkem srážek, soliflukcí, eolickou činností zamezovala tvorbě vyvinutějších půd. Povrch tvořil surový substrát bohatý solemi a uhličitánem vápenatým. Bylinná vegetace byla tvořena slanomilnými (např. *Plantago maritima*, zástupci čeledi *Chenopodiaceae*) a kalcifilními druhy (např. rod *Helianthemum*). Na vlhčích stanovištích nacházíme bylinnou a travinnou vegetaci, případně porosty ostříc. V širokých štěrkových nivách řek Lužnice a Nežárky se pravděpodobně vyskytovaly roztroušené porosty vrb a rakytníku řešetlákového (*Hippophaë rhamnoides*).

### **5.2.2. Pozdnoglaciální interstadiál (před cca 14 000 – 12 000 lety)**

Pozdnoglaciální interstadiál byl obdobím náhlých klimatických zvrátů, které trvaly desítky až stovky let (Taylor et al. 1993). První znatelné klimatické zlepšení nastalo zhruba před 14 000 lety a znamenalo jak zvýšení vlhkosti tak prudký vzrůst průměrných ročních teplot. Keříčkovitá vegetace se začala rychle šířit do dosud neobsazených stanovišť, později však ustupuje borovo-březovému lesu. Začal probíhat vývoj půd, které postupným vyloužením získaly kyselý charakter. Po oteplení vzrostla produkce biomasy, což se projevilo v jezerním ekosystému rozvojem planktonu a vodních makrofyt (*Nuphar*, *Nymphaea*, *Myriophyllum*, *Ceratophyllum*, *Ranunculus* subg. *Batrachium*.). Hojné nálezy šupin okouna (*Perca fluviatilis*) v interstadiálních sedimentech jezera Švarcenberk jsou dokladem tehdejší rybí fauny. Početná populace dravého okouna se udržela v jezeře dlouhou dobu osamocená díky kanibalistickému způsobu obživy.

V předchozím období pleniglaciálu vznikaly působením mrazu na málo odolné horniny Třeboňské pánve mělké terénní sníženiny. Díky celkovému zvýšení vlhkosti v nich začaly vznikat rozsáhlé plochy mokřadů s porosty slatinných společenstev třídy *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* lemujících mělké vodní nádrže. Takovým způsobem začaly vznikat první vrstvy dnešních velkých rašelinných komplexů.

### **5.2.3. Mladší dryas (před cca 12 000 – 10 400 lety)**

Částečný ústup lesa a návrat otevřených formací před zhruba 13 000 lety byl důsledkem klimatického zhoršení. Díky zvýšení kontinentality se na otevřených plochách uprostřed řídké březo-borové tajgy začalo dařit především jalovci a zástupcům bylinné a keříčkovité vegetaci, kterou známe již z pleniglaciálu. Náhlý návrat drsného klimatu měl za následek masové odumírání lesů. Podle četných nálezů uhlíků z různých lokalit shodně datovaných do období začátku mladšího dryasu, usuzujeme na následné požáry odumřelých stromů v rozsáhlých částech Evropy (Nelsson 1983). Požáry se nevyhnuly ani Třeboňsku, jak ukazují výsledky výzkumu Pískového přesypu u Vlkova (Pokorný a Růžičková 2000). Pod více než pětimetrovou vrstvou vátých písků byla nalezena vrstva borových uhlíků datovaná do období mladšího dryasu.

### **5.2.4. Počátek holocénu, preboreál (před cca 10 400 – 9 000 lety)**

Konec mladšího dryasu byl mimořádně náhlý. Průměrné teploty vzrostly o 7 °C během necelého století (Dansgaard a kol.1989). Tak začalo současné teplé postglaciální období – holocén. Oteplení se projevilo opětovným zapojením boro-březových porostů a ústupem světlomilných druhů. Na vlhčích stanovištích expandoval topol osika (*Populus tremula*), zatímco ve zbytecích otevřených ploch vznikaly bohaté palouky s porosty tužebníku jilmového (*Filipendula ulmaria*). Živinami chudší mokřady se staly posledním útočištěm mnoha druhů běžných v předchozích obdobích, které dnes pokládáme za glaciální relikty: *Ledum palustre*, *Betula nana*, *Eriophorum*, *Potentilla palustris*, *Andromeda polifolia*, a mnoho dalších. Rychlý rozvoj vegetace přispěl k zazemnění menších vodních nádrží na lokalitách Borkovická blata, Červené blato a Velanská cesta (Jankovská 1980, Šafránková 2006).

Z počátku holocénu pocházejí první nesporné doklady o přítomnosti člověka v okolí bývalého jezera Švarcenberk (Pokorný 1999). Existence poměrně veliké vodní plochy musela být pro lovecko-sběračské populace zvláště lákavá hojností ryb, vodních ptáků a jedlých vodních rostlin (*Trapa natans*, *Typha*). Nálezy pazourkových artefaktů mezolitického stáří

svědčí o dálkových kontaktech. Výskyt četných mikroskopických uhlíků ve jezerních sedimentech datovaných do tohoto období je dokladem občasného vypalování.

#### **5.2.5. Boreál (před cca 9 000 – 8 000)**

Poměrně suché, teplé a kontinentální klima v období preboreálu bylo příčinou doposud dominantního výskytu borovice. Díky zvlhčení klimatu na začátku boreálu se podmínky začínají měnit ve prospěch dalších dřevin. Z glaciálních refugií na jihu a východě Evropy pronikají na Třeboňsko první náročnější druhy jako jsou líska, jilm, dub, jasan a lípa. Také v prostředí postupně se zazemňujících jezer se setkáváme s větší vegetační diverzitou. Na zazemněné oligotrofní nádrži na lokalitě Velanská cesta v jižní části Třeboňska (Jankovská 1970, Šafránková 2005) rostly v období boreálu jen chudé porosty rákosu s přesličkou říční (*Equisetum fluviale*), na jezeře Švarcenberk však byla v plném rozvoji společenstva vodních rostlin s kotvicí plovoucí (*Trapa natans*), řečankou mořskou (*Najas marina*), řečankou menší (*Najas minor*), rdestem plovoucím (*Potamogeton natans*), růžkatcem ponořeným (*Ceratophyllum demersum*), lekníny (*Nymphaea alba*), stulíky (*Nuphar lutea*), atd.

#### **5.2.6. Atlantik (před cca 8 000 – 5 000)**

K podstatným změnám v tvářnosti Třeboňské krajiny došlo s nástupem vlhkého a teplého období – atlantika. Průměrné roční teploty byly tehdy o cca 2 °C vyšší než dnes a srážky zhruba o 70% vyšší (Ložek 1973). Na Třeboňsku se definitivně uchytily porosty smíšených doubrav a pronikly sem ještě další význačné dřeviny – olše lepkavá a smrk. V lesním porostu a v ekotonech se uplatnila líska. Smrk musel převládat v obvodech rašelinných komplexů ve formě laggových smrčín, olše se vyskytovala jako charakteristický prvek vlhkých a živinami bohatých stanovišť. Její porosty byly hojné např. na okrajích intenzivně se zazemňujícího jezera Švarcenberk. Dřeviny smíšeného listnatého lesa měly na Třeboňsku maximum svého holocenního výskytu, i když vzhledem k nepříznivým hydrologickým a půdním poměrům byl tento výskyt celkově nižší než ve většině průměrných střeoevropských oblastí. V mladší polovině atlantika na Třeboňsko pronikají i buk a následně jedle, zatím však jen okrajově. Podmínky se postupně měnily v jejich prospěch: hojné srážky a změny v lesní vegetaci měly za následek zvrát v půdních poměrech. Na mnoha místech došlo v průběhu atlantika k podzolizaci. Nastaly tak podmínky málo příznivé pro druhy smíšeného listnatého lesa, které následkem toho částečně ustoupily. Husté lesy, expandující na okraje rašelinišť a do říčních niv a definitivní zazemnění jezera Švarcenberk v

mladší polovině atlantika způsobilo, že se Třeboňsko stalo krajem nepříznivým pro život mezolitických lovců a sběračů, jejichž stopy definitivně mizí. Několik exemplářů neolitické štípané industrie a četné pozdně neolitické nálezy keramiky z pískovny u Vlкова dokládají přítomnost prvních zemědělců v krajině (Beneš 1978). S výjimkou severní části bylo Třeboňsko pro neolitické zemědělce nejspíš jen průchodnou oblastí, neboť množství mokřadů a chudé, špatně obdělávatelné půdy neumožňovaly plné uplatnění primitivních zemědělských technik. Dokazují to výsledky pylových analýz, které kladou počátek antropického ovlivnění až do pozdějšího subatlantického období.

### **5.2.7. Subboreál (před cca 5 000 – 3 000)**

V období subboreálu zaznamenáváme ochlazení a zvýšení klimatické nestability. Spolu se změnou půdních poměrů to mělo za následek prudký nástup buku a jedle. Těžiště výskytu jedle muselo být na vyvýšených okrajích Třeboňské pánve, i když není vyloučen jeho výskyt v lesních porostech vnitřního Třeboňska (Jankovská 1987). Stanovištím s písčitými půdami dominovaly chudé bory a plochám četných mokřadů rašelinná společenstva třídy *Oxycocco-Sphagnetea*, rákosiny či olšiny podle stupně zaplavení a zásobení živinami. Na mnoha velkých rašeliništích došlo ke změně vodního režimu důsledkem klimatických a především autogenních změn. Díky akumulaci rašeliny přestal být povrch mnoha ložisek zásoben podzemní vodou a ve větší míře se uplatňuje voda srážková. Do období subboreálu se proto datuje první výrazná expanze blatkových borů v centrálních částech Třeboňských rašelinišť (Jankovská 1989).

### **5.2.8. Subatlantik (před cca 3 000 – až do současnosti)**

Počátkem subatlantiku byla na Třeboňsku dokončena expanze jedle, která se mísila se zbytky atlantických doubrav a dala tak vzniknout novým typům lesních společenstev. Z archivních pramenů vyplývá, že jedle měla v přirozených lesích Třeboňské pánve významné postavení dokonce ještě začátkem novověku (Ambrož 1948, Janoušek 1958 in Pokorný, Janovská (2000)). Habr, významná dřevina habrových doubrav v mnoha středoevropských nížinách a pahorkatinách, se na Třeboňsku vyskytoval jen velmi sporadicky.

Období kolonizace Třeboňska začalo až koncem 12. století. Z pylových diagramů je patrný ústup lesních ploch i mizení jednotlivých, záměrně vybíraných dřevin. Činnost člověka dále prozrazují stoupající pylové hodnoty synantropních rostlin a zemědělských plodin. Na degradaci lesních půd poukazuje stoupající podíl kyselých borů s vřesem (*Calluna vulgaris*) a

hasivkou orličí (*Pteridium aquilium*). Mokřady byly odvodněním přeměněny v louky a stavbami hrází v rybníky.

## 6. METODIKA

### 6.1. Terénní odběry

1. listopadu 2005 byl proveden odběr sedimentu o mocnosti 120 cm označený jako „zátoka 1“ v JZ části lokality, pomocí dvouplášťové sondy zhotovené z vnitřní novodurové trubky a vnějšího hliníkového pláště o délce 2 m. Odběr byl proveden v místě mělké zátoky jezera v blízkosti archeologické lokality mezolitického stáří, která byla již dříve potvrzena sběrem datovatelné štípané industrie.

Ve dnech 24. – 26. dubna 2006 po vypuštění rybníka byla vyhloubena kopaná sonda o rozměru 2 m x 5 m a to přímo v místě již dříve odebraného profilu „zátoka 1“. Výzkumu se účastnila řada odborníků v oboru paleoekologie a archeologie. Vrtaný profil a kopaná sonda byly mezi sebou bez problémů korelovány a dále budou vyhodnocovány jako identický profil „zátoka 1“.

### 6.2. Zpracování vzorků

13. listopadu 2005 byl profil odebraný vrtanou sondou vzorkován. Z profilu byly po 5 a po 2 cm odebrány vzorky sedimentu, označeny a vloženy do PE sáčků. Vzorky sedimentů byly plaveny pod proudem vody přes systém pedologických sít o průměru ok 0.4 mm, 0.6 mm a 1 mm, proplavené vzorky byly vloženy do Petriho misek, označeny a uchovávány při nízké teplotě v ledničce.

### 6.3. Determinace rostlinných makrozbytků

Ve své práci se soustředím především na determinaci subfosilních rostlinných makrozbytků. Pracovala jsem s vegetativními a generativními částmi rostlin, živočišné zbytky jsem pouze izolovala k pozdějšímu určení odborníky.



- 1) **Generativní části rostlin:** semena, plody (souhrnně nazývány diaspory).
- 2) **Vegetativní části rostlin:** borka, dřevité části kmenů, větví a kořenů, uhlíky, fragmenty šišek, jehlice, listy, pupenové šupiny.

Určování jsem prováděla s použitím klíče Katz et al. (1965) a za použití srovnávací sbírky recentních diaspor rostlin, která je pro úspěšnou determinaci vzorků velmi důležitá. Řadu objektů jsem konzultovala s P. Pokorným, P. Kočárem a L. Moravcovou, kterým děkuji.

Současnou sbírku vodních a mokřadních rostlin poskytnutou Botanickým Ústavu AV ČR v Třeboni bych ráda do budoucna rozšířila a doplnila o další důležité diaspory a jiné vegetativní části rostlinných těl.

Z optického vybavení jsem použila binokulární lupu značky MBC - 10 se zvětšením 8x2.

## 7. PŘEDBĚŽNÉ VÝSLEDKY A DISKUSE

### Litologický popis profilu Švarcenberk „zátoka 1“

| Hloubka (cm) | Popis   |
|--------------|---|
| 0 – 19       | nerozložená ostřicová slatina                               |
| 19 – 45      | rozložená ostřicová slatina s příměsí jílu                  |
| 45 – 62      | rozložená dřevitá slatina, ve vrstvě 62 cm byl zjištěn hiát |
| 62 – 77      | rákosová slatina s mikroskopickými uhlíky                   |
| 77 – 85      | rákosová slatina  |
| 85 – 92      | písek s opracovanými dřevy a uhlíky, pobřežní zóna          |
| 92 – 100     | jílovitý písek se dřevy a uhlíky, pobřežní zóna             |
| 100 – 107    | jílovitá gytja se dřevy a uhlíky                            |
| 107 – 120    | písek s jílem – přepracované podloží                        |

**Detailní popis profilu Švarcenberk „zátoka 1“ - nástin vývoje vegetace podle předběžných výsledků**

**0 – 19 cm:** Nejsvrchnější vrstva tmavohnědé, nerozložené ostřicové slatiny, mocně prokořeněná. V této vrstvě jsem zpracovala vzorek 15 – 20 cm, který obsahoval druhy: *Lycopus* cf. *europaeus* (3), *Ranunculus flamula* (29), *Ranunculus* sp. (8), *Betula* sp. (1), *Carex* sp. (85) a další druhy, které jsou zatím neurčeny.

Tři semena *Ranunculus flamula* mi na Petriho misce po krátké době začala klíčit. Ve vrstvě do 20 cm je obvyklým jevem kontaminace recentními diasporami. Domnívám se, že výskyt semen v této vrstvě může být způsoben sekundárně přirozenými pochody probíhajícími na rašeliništi (prasklinou v půdě např. při vysychání) nebo kontaminací při manipulaci se vzorkem.

**19 – 45 cm:** Světlehnědá vrstva rozložené slatiny s příměsí jílu.

**45 – 62 cm:** Vrstva rozložené dřevité slatiny, obsahující četné fragmenty větví, kmenů a kořenů olší (*Alnus* sp.). Jako důsledek přítomnosti porostu olší můžeme na bázi této vrstvy kolem 62 cm předpokládat hiát, který byl potvrzen pylovou analýzou (Pokorný, Kuneš). V částečně zpracovaném vzorku 50 – 55 cm bylo nalezeno významné množství *Coenococcum geophillum* (7), jedná se o kulovitá anamorfní stádia hub, která jsou svojí ekologií vázána na kořenový systém olšin.

**62 – 77 cm:** Vrstva rákosové slatiny s mikroskopickými uhlíky, které propůjčují této vrstvě charakteristické černé zbarvení. Na základě výskytu uhlíků můžeme usuzovat, že se jedná o vrstvu mezolitického stáří. Toto datování bylo potvrzeno i pylovou analýzou. Intenzivní vypalování během časného holocénu je spolehlivým důkazem lidské aktivity měnící krajinu za účelem zvýšení diverzity stanovišť (Pokorný 2005). Opracované pazourky z okolí bývalého jezera pocházející ze střední doby kamenné jsou dalším spolehlivým důkazem přítomnosti pravěkého člověka.

**77 – 85 cm:** Vrstva rákosové slatiny s pouze malým množstvím uhlíků.

**85 – 92 cm:** Písčítá vrstva, ve které byly při výkopu sondy nalezeny opracované kousky dřeva, makroskopické uhlíky a část skořápky lískového oříšku (*Corylus avellana*). Lze usuzovat, že tato písčítá vrstva a vrstva bezprostředně podložní (92 – 100 cm) mohly být v době pozdního paleolitu pobřežní zónou.

**92 – 100 cm:** Jílovito – písčítá vrstva, ve které byla také nalezena opracovaná dřeva a uhlíky.

V této vrstvě jsem zpracovala vzorek 92 – 95 cm a předběžně určila druhy: *Batrachium* sp. (25), *Cyperaceae* (14), *Myriophyllum verticillatum* (3),

*Potamogeton cf. gramineus* (5), *Potamogeton* sp. (14), *Rubus idaeus* (1)  
*Coenococcum geophillum* (1), ehipa dafnií - *Cladocera* (7), oospory  
čeledi *Characeae* (cca 100).

**100 – 107 cm:** Jílovitá gyttja se dřevy a uhlíky.

**107 – 120 cm:** Na samé bázi se nachází podložní písčito-jílovitá vrstva.

## 8. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce shrnuje poznatky o vývoji bývalého jezera Švarcenberk a přilehlé části Třeboňské krajiny od konce pozdního glaciálu, přes období začátku holocénu až po naše dny. Z dosavadních zjištění vyplývá, že rychlost a charakter vegetační sukcese byly ovlivněny klimatickými změnami, které hrály dominantní úlohu zejména v období pozdního glaciálu a na hranici pleistocén/holocén a jednak autogenními procesy (především změnami hydrologických parametrů vlivem zazemňování), které byly dominantní ve středním holocénu. Výsledky budoucí diplomové práce by měly pomoci přesněji rekonstruovat vývoj vegetace a dalších složek ekosystémů včetně vlivu mezolitických populací na krajinu pomocí analýz rostlinných makrozbytků korelovaných s výsledky analýz pylových. Významné budou též výsledky radiokarbonového datování, pro které již byly odebrány makrozbytky (šišky *Pinus sylvestris*, skořápka lískového oříšku - *Corylus avellana*, dřevěné artefakty) z hloubek 75 až 100 cm profilu "zátoka I".

## 9. LITERATURA

**Beneš, A. (1978):** Pravěké a slovanské osídlení na území připravované Chráněné krajinné oblasti Třeboňsko. – In: sborník Ekologie a ekonomika Třeboňska, Třeboň, p. 35 – 46.

**Culek, M., Grupách, V. & Povolný, D., (eds.) (1995):** Biogeografické členění České republiky. Enigma, Praha.

**Czudek, T. (2005):** Pleistocénní permafrost v České republice.

**Dansgaard, W., White, J.W.C. & Johnson, S.J. (1989):** The abrupt termination of the Younger Dryas climatic event. *Nature* 339: 532 – 533.

**Dykyjová, D. (2000):** Třeboňsko: Příroda a člověk v pětileté růže, Carpio.

**Frenzel, B. (1983):** Mires – repositorem of climatic information or self – perpetuating ecosystems? In: GORE A.J.P.(ed.), Mires: Swamp, bog, fen and moor, General studies, Ecosystems of the world 4A Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, pp. 35 – 65.

**Jankovská, V. (1987):** Entwicklung des Moores Mokrý Louky bei Třeboň im Postglaciál. (Palaeoökologische Studie). *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 22: 199 – 216.

**Jankovská, V. (1989):** Historie Československých rašelinišť v pozdním glaciálu a době poledové. Rašeliniště a jejich racionální využívání, České Budějovice. pp. 47 – 72.

**Jankovská, V. (1980):** Palaeobotanische Rekonstruktion der Vegetationentwicklung im Becken Třeboňská pánev während des Spätglazials und Holozans, Vegetace ČSSR A11, Academia, Praha.

**Katz, N.J, Katz, S.V. & Kipiani, M.G. (1965):** Atlas and keys of fruits and seeds occurring in the quaternary deposits of the SSSR. Nauka, Moscow.

**Klimeš L., Pokorný P., Klimešová J. (2000):** Structure and dynamics of a floodplain alder carr during the Late Holocene. Proceedings IAVS Symposium, Opulus Press Upsala. pp:316-320.

**Ložek, V. (1999):** Okno do minulosti – klíč k pochopení problémů současnosti, Ochrana přírody, 54: 36.

**Ložek, V. (1973):** Příroda ve čtvrtohorách, Academia, Praha.

**Nelson, T. (1983):** The Pleistocene. Geology and Life in the Quaternary Ice Age. Enke, Stuttgart. 651pp.

**Pokorný, P. & Janovská, V. (2000):** Long-term vegetation dynamics and the infilling process of a former lake (Švarcenberk, Czech Republic), *Folia Geobotanica* 35: 433-457.

**Pokorný, P. & Janovská, V. (2000):** Vývoj třeboňské krajiny v nejmladší geologické minulosti, „Třeboňsko 2000“ – Ekologie a ekonomika Třeboňska po dvaceti letech, *Paleoekologie*: 100 - 108.

**Pokorný, P. & Růžičková, E. (2000):** Changing Environments During The Younger Dryas Climatic Deterioration: Correlation of Aeolian Deposits in Southern Czech Republic. *Geolinea* 11: 89 – 92.

**Pokorný, P., Klimešová, J., Klimeš, L. (2000):** Late holocene history and vegetation dynamics of a floodplain alder carr - a case study from eastern Bohemia, the Czech Republic. *Folia geobotanica et Phytotaxonomica* 35/1:43-58.

**Pokorný, P. (2000):** Osudy zaniklého jezera – 16 000 let historie v jezerních usazeninách, *VESMÍR* 79: 209-214.

**Pokorný, P. (2001):** Nutrient distribution changes within a small lake and its catchment as response to rapid climatic oscillations. In: Vymazal, J., Transformations of Nutrients in Natural and Constructed Wetlands, pp. 463- 482. Backhuys Publisher, Leden, The Netherlands.

**Pokorný, P. (2002):** A high- resolution record of Late-Glacial and Early-Holocene climatic and environmental change in Czech Republic, Quaternary International 91: 101-122.

**Pokorný, P. (2005):** New evidence for early human impact on vegetation and utilization of plants during Mesolithic – two examples from Bohemia, Archäologische Arbeitsgemeinschaft Osbayern/West- und Südböhmen, 14. Treffen 23. bis 26. Juni 2004 in Heřmaň bei Písek: 214-219. Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westf.

**Walker, D. (1970):** Direction and rate in some British Post-glacial hydrosere, In: Walker D. & West, R.G. (eds.) Studies in the vegetational history of the British Isles, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 117 – 139.

**Engstrom, D. R. & Wright, H. E., Jr (1984):** Chemical stratigraphy of lake sediments as a record of environmental change. In: Haworth, E. Y. and Lund, J. W.G., Lake Sediments and Environmental History: 11-67.

**Šafránková, J. (2006):** Nástin vývoje dvou postglaciálních jezer na Třeboňsku na základě analýzy rostlinných makrozbytků - diplomová práce dep. Jihočeská universita.

**Taylor, K.C., Lamorey, G.W., Doyle, G.A., Alley, J.W.C. & Barlow, L.K. (1993):** The „flickering switch“ of late Pleistocene climate change. Nature 361: 432 – 436.

**Veselý J., Majer V., Pokorný P., Kopaček J. (2006, in press):** Dating of lake sediments by comparison of rubidium concentration with  $\delta^{18}\text{O}$  in Greenland ice. Biológia

**Web 1:** [http://trebonsko.schkocr.cz/nature\\_cz\\_print.html](http://trebonsko.schkocr.cz/nature_cz_print.html)

## 10. PŘÍLOHA

|   |
|---|
| <b>Semena ze Sbírký vodních a mokřadních rostlin Botanického Ústavu<br/>AV ČR v Třeboni: 2005</b> |
|---|

Location of the Třeboň macrophytes collection:

Latitude: N 49° 00' 19,4'' – 49° 00' 23,1''

Longitude: E 14° 46' 19,2'' – 14° 46' 24,0''

Altitude: 433 m

Area: 0,3 ha

Mean annual precipitation: 627 mm

Mean annual temperature: 7,8°C

Nomenclature: Kubát et al. (2002)

| <b>Druh</b>                        | <b>Autor</b>                  | <b>Synonyma</b>   |
|------------------------------------|-------------------------------|---|
| <i>Agrostis canina</i>             | L.                            |   |
| <i>Agrostis stolonifera</i>        | L.                            | <i>Agrostis alba</i>  |
| <i>Alisma gramineum</i>            | Lej.                          |   |
| <i>Alisma plantago-aquatica</i>    | L.                            |   |
| <i>Alisma subcordatum</i>          |                               |   |
| <i>Alopecurus aequalis</i>         | Sobol.                        |   |
| <i>Alopecurus geniculatus</i>      | L.                            |   |
| <i>Andromeda polifolia</i>         | L.                            |   |
| <i>Batrachium rionii</i>           | (Lagger) Nyman                | <i>Ranunculus ironii</i>  |
| <i>Batrachium trichophyllum</i>    | (Chaix), van den Bosch        | <i>Ranunculus trichophyllum</i>   |
| <i>Beckmannia eruciformis</i>      | (L.) Host                     |   |
| <i>Berula erecta</i>               | (Huds) Coville                | <i>Sium erectum</i>   |
| <i>Bidens cernua</i>               | L.                            |   |
| <i>Bidens radiata</i>              | Thuill.                       |   |
| <i>Bidens tripartita</i>           | L.                            |   |
| <i>Blysmus compressus</i>          | (L.) Link.                    |   |
| <i>Bolboschoenus maritimus</i>     | (L.) Palla                    | <i>Bolboschoenus maritimus</i> subsp. <i>Compactus</i>  |
| <i>Bolboschoenus yagara</i>        | (Ohwi.) Y.C. Yang et M. Zhan. | <i>Bolboschoenus maritimus</i> subsp. <i>maritimus</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i> subsp. <i>Cymosus</i> |
| <i>Butomus umbellatus</i>          | L.                            |   |
| <i>Calamagrostis epigejos</i>      | (L.) Roth.                    |   |
| <i>Caldesia parnassifolia</i>      |                               |   |
| <i>Calla palustris</i>             | L.                            |   |
| <i>Callitriche hermaphroditica</i> | L.                            |   |
| <i>Calluna vulgaris</i>            | (L.) Hull.                    |   |
| <i>Caltha palustris</i>            | L.                            |   |
| <i>Cardamine amara</i>             | L.                            |   |
| <i>Cardamine pratensis</i>         | L.                            |   |
| <i>Carex acuta</i>                 | L.                            | <i>Carex gracilit</i>   |
| <i>Carex acutiformis</i>           | Ehrh.                         |   |
| <i>Carex bohémica</i>              | Schreber                      | <i>Carex cyperoides</i>   |
| <i>Carex buxbaumii</i>             | Wahlenb                       |   |
| <i>Carex canescens</i>             | L.                            |   |
| <i>Carex capitata</i>              |                               |   |
| <i>Carex cespitosa</i>             | L.                            |   |
| <i>Carex davalliana</i>            | Sm.                           |   |

|  |                             |                               |
|--|-----------------------------|-------------------------------|
| <i>Carex diandra</i>                     | Schrank                     |                               |
| <i>Carex distans</i>                     | L.                          |                               |
| <i>Carex disticha</i>                    | Huds.                       |                               |
| <i>Carex echinata</i>                    | Murrai.                     |                               |
| <i>Carex elata</i>                       | All.                        |                               |
| <i>Carex elongata</i>                    | L.                          |                               |
| <i>Carex flacca</i>                      | Schreber                    |                               |
| <i>Carex flava</i>                       | L.                          |                               |
| <i>carex flavella ?</i>                  |                             |                               |
| <i>Carex hartmanii</i>                   | Cajander                    |                               |
| <i>Carex hirta</i>                       | L.                          |                               |
| <i>Carex lasiocarpa</i>                  | Ehrh.                       |                               |
| <i>Carex lepidocarpa</i>                 | Tausch.                     |                               |
| <i>Carex melanostachya</i>               | Wild.                       |                               |
| <i>Carex nigra</i>                       | L.                          |                               |
| <i>Carex otrubae</i>                     | Podp.                       |                               |
| <i>Carex ovalis</i>                      | Good.                       | <i>Carex leporina</i>         |
| <i>Carex pallescens</i>                  | L.                          |                               |
| <i>Carex panicea</i>                     | L.                          |                               |
| <i>Carex paniculata</i>                  | L.                          |                               |
| <i>Carex paupercula</i>                  | Michx.                      | <i>Carex magellanica</i>      |
| <i>Carex pilulifera</i>                  | L.                          |                               |
| <i>Carex pseudocyperus</i>               | L.                          |                               |
| <i>Carex remota</i>                      | L.                          |                               |
| <i>Carex riparia</i>                     | Curtis                      |                               |
| <i>Carex secalina</i>                    | Wanlenb                     |                               |
| <i>Carex tomentosa</i>                   | L.                          |                               |
| <i>Carex tumidicarpa (Carex demissa)</i> | Hornem.                     |                               |
| <i>Carex vesicaria</i>                   | L.                          |                               |
| <i>Carex vulpina</i>                     | L.                          |                               |
| <i>Carex x elytroides</i>                |                             |                               |
| <i>Carex x vratislaviensis</i>           |                             |                               |
| <i>Catabrosa aquatica</i>                | (L.) P.B.                   |                               |
| <i>Cicuta virosa</i>                     | L.                          |                               |
| <i>Cirsium palustre</i>                  | (L.) Scop.                  |                               |
| <i>Coleanthus subtilis</i>               | (Tratt.) Seidl              |                               |
| <i>Cyperus flavescens</i>                | L.                          | <i>Pycnus flavescens</i>      |
| <i>Cyperus fuscus</i>                    | L.                          |                               |
| <i>Cyperus michelianus</i>               | (L.) Link.                  | <i>Dichostylis micheliana</i> |
| <i>Dactylorhiza majalis</i>              | (Rchb.) Hunt et Summerhayes |                               |
| <i>Deschampsia cespitosa</i>             | (L.) P.B.                   |                               |
| <i>Drosera rotundifolia</i>              | L.                          |                               |
| <i>Dryopteris cristata</i>               | (L.) A. Gray                |                               |
| <i>Echinochloa crus-galli</i>            | (L.) P.B.                   |                               |
| <i>Eleocharis ovata</i>                  | (Roth) R.et.Sch.            |                               |
| <i>Eleocharis quinqueflora</i>           | (F.X.Hartman) O. Schwarz    |                               |
| <i>Eleocharis uniglumis</i>              | (Link.) Schult.             |                               |
| <i>Elymus arenarius</i>                  |                             |                               |
| <i>Epilobium ciliatum</i>                | Rafin.                      |                               |
| <i>Epilobium hirsutum</i>                | L.                          |                               |

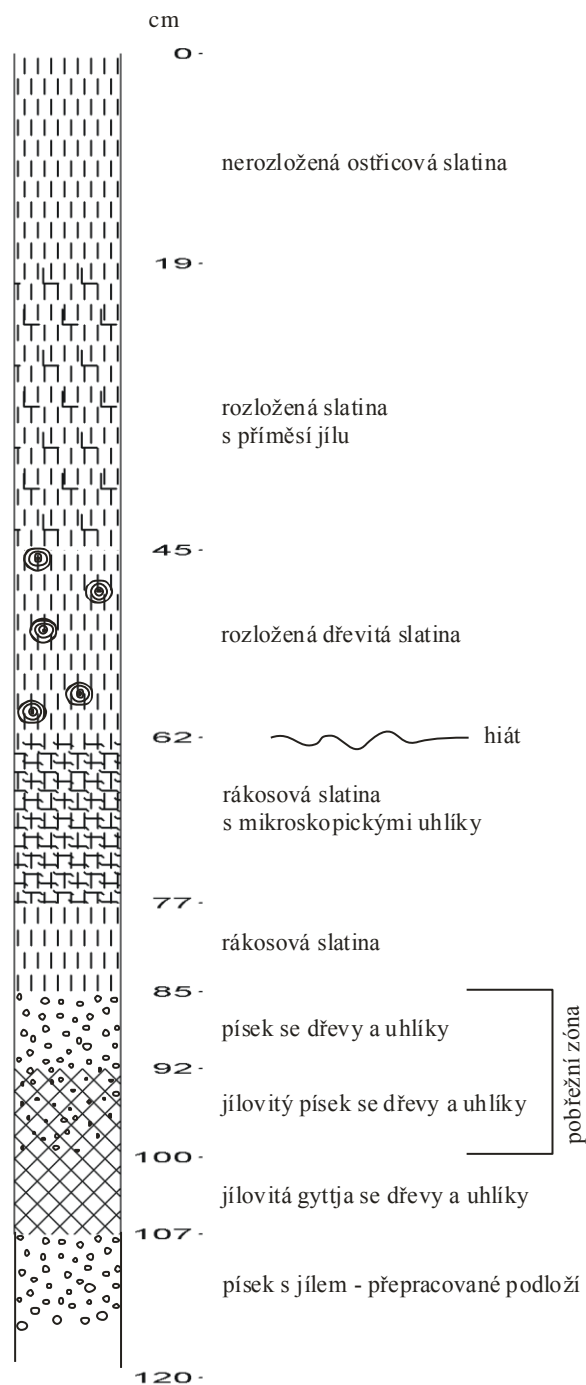
|                                  |                 |                                |
|----------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| <i>Erica tetralix</i>            | L.              |                                |
| <i>Eriophorum angustifolium</i>  | L.              |                                |
| <i>Eriophorum gracile</i>        | Koch.           |                                |
| <i>Eriophorum latifolium</i>     | Hoppe           |                                |
| <i>Eriophorum vaginatum</i>      | L.              |                                |
| <i>Festuca arundinacea</i>       | Schreber        |                                |
| <i>Filipendula ulmaria</i>       | L.              |                                |
| <i>Gladiolus palustris</i>       | Gaudin          |                                |
| <i>Glyceria fluitans</i>         | L.              |                                |
| <i>Glyceria maxima</i>           | Holmberg        |                                |
| <i>Gnaphalium uliginosum</i>     |                 |                                |
| <i>Gratiola officinalis</i>      | L.              |                                |
| <i>Groenlandia densa</i>         | L.              | <i>Potamogeton census</i>      |
| <i>Gypsophilla muralis</i>       | L.              |                                |
| <i>Heleochloa schoenoides</i>    | (L.)Roemer      |                                |
| <i>Holcus lanatus</i>            | L.              |                                |
| <i>Hydrocotyle vulgaris</i>      | L.              |                                |
| <i>Hypericum humifusum</i>       | L.              |                                |
| <i>Hypericum tetrapterum</i>     | Fries           |                                |
| <i>Illecebrum verticillatum</i>  | L.              |                                |
| <i>Inula britannica</i>          | L.              |                                |
| <i>Iris pseudacorus</i>          | L.              |                                |
| <i>Iris sibirica</i>             | L.              |                                |
| <i>Iris versicolor</i>           |                 |                                |
| <i>Isolepis setacea</i>          | (L.)R.Br        |                                |
| <i>Juncus alpino-articulatus</i> | Chaix           | <i>Juncus alpinus</i>          |
| <i>Juncus articulatus</i>        | L.              |                                |
| <i>Juncus atratus</i>            | Krocker         |                                |
| <i>Juncus bufonius</i>           |                 |                                |
| <i>Juncus bulbosus</i>           | L.              |                                |
| <i>Juncus capitatus</i>          | Weigel          |                                |
| <i>Juncus compressus</i>         | Jacq            |                                |
| <i>Juncus conglomeratus</i>      | L.              |                                |
| <i>Juncus effusus</i>            | L.              |                                |
| <i>Juncus filiformis</i>         | L.              |                                |
| <i>Juncus gerardii</i>           | Loisel          |                                |
| <i>Juncus inflexus</i>           | L.              | <i>Juncus glaucus</i>          |
| <i>Juncus tenageia</i>           | L.              |                                |
| <i>Juncus tenuis</i>             | Willd           | <i>Juncus macer</i>            |
| <i>Lathyrus pratensis</i>        | L.              |                                |
| <i>Ledum palustre</i>            | L.              |                                |
| <i>Leersia oryzoides</i>         | Sw.             |                                |
| <i>Leucojum aestivum</i>         | L.              |                                |
| <i>Limosella aquatica</i>        | L.              |                                |
| <i>Lindernia procumbens</i>      | (Krocker)Borbás |                                |
| <i>Lotus uliginosus</i>          | Schkuhr         |                                |
| <i>Ludwigia palustris</i>        | (L.)Elliott     |                                |
| <i>Luronium natans</i>           | (L.)Rafin       | <i>Elisma natans</i>           |
| <i>Lychnis flos-cuculi</i>       | L.              |                                |
| <i>Lycopus europaeus</i>         | L.              |                                |
| <i>Lycopus exaltatus</i>         | L.              |                                |
| <i>Lysimachia thyrsoiflora</i>   | L.              | <i>Naumburgia thyrsoiflora</i> |

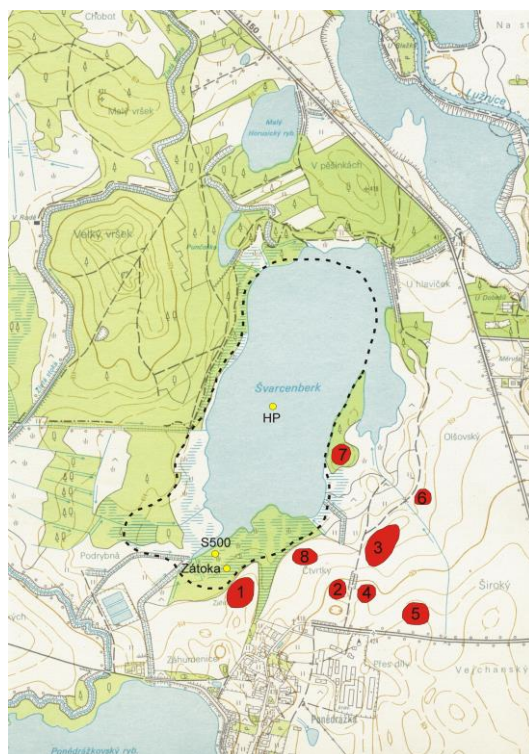


|                                    |                                |   |
|------------------------------------|--------------------------------|---|
| <i>Lythrum virgatum</i>            | L.                             |   |
| <i>Mentha arvensis</i>             | L.                             |   |
| <i>Mentha cervina</i>              |                                | <i>Preslia cervina</i>                                    |
| <i>Mimulus guttatus</i>            | DC.                            |   |
| <i>Molinia arundinacea</i>         | Schrank                        |   |
| <i>Molinia caerulea</i>            | (L.) Moench                    |   |
| <i>Myosotis palustris</i>          | (L.) L.                        |   |
| <i>Myosurus minimus</i>            | L.                             |   |
| <i>Myriophyllum spicatum</i>       | L.                             |   |
| <i>Najas marina</i>                | L.                             |   |
| <i>Nuphar lutea</i>                | (L.) Sm.                       |   |
| <i>Nuphar pumila</i>               | (Timm), DC.                    |   |
| <i>Nuphar x spenneriana</i>        |                                | <i>Nuphar lutea x N. pumila, Nuphar intermedia</i>        |
| <i>Nymphaea alba</i>               | L.                             |   |
| <i>Nymphaea candida</i>            | J. Presl                       |   |
| <i>Nymphoides peltata</i>          | (S.G. Gmelin) O. Kuntze        |   |
| <i>Oenanthe aquatica</i>           | (L.) Poiret                    |   |
| <i>Oxycoccus palustris</i>         | S.                             | <i>Oxycoccus quadripetalus</i>                            |
| <i>Peplis portula</i>              | L.                             |   |
| <i>Peucedanum palustre</i>         | (L.) Moench                    |   |
| <i>Phalaris arundinacea</i>        | (L.) Dum.                      | <i>Baldingera arundinacea</i>                             |
| <i>Phragmites australis</i>        | (Cav.) Steud.                  | <i>Phragmites communis</i>                                |
| <i>Polygonum hydropiper</i>        | (L.) Delarbre                  |   |
| <i>Polygonum lapathifolium</i>     | Subsp.                         |   |
| <i>Polygonum minor</i>             | Huds.                          |   |
| <i>Potamogeton acutifolius</i>     | Link                           |   |
| <i>Potamogeton alpinus</i>         | Balbis                         |   |
| <i>Potamogeton crispus</i>         | L.                             |   |
| <i>Potamogeton natans</i>          | L.                             |   |
| <i>Potamogeton obtusifolius</i>    | Mert. et Koch                  |   |
| <i>Potamogeton pectinatus</i>      | (L.) D. H. Les et R. R. Haynes |   |
| <i>Potamogeton polygonifolius</i>  | Pourr.                         |   |
| <i>Potamogeton praelongus</i>      | Wulfen                         |   |
| <i>Potamogeton x variifolius</i>   |                                |   |
| <i>Potentilla erecta</i>           | Räuschel                       |   |
| <i>Potentilla palustris</i>        | Scop.                          | <i>Comarum balustre</i>                                   |
| <i>Pseudognaphalium luteoalbum</i> | (L.) Hilliard et Burt          |   |
| <i>Pseudolysimachion maritimum</i> | (L.) Á. Löve et D. Löve        | <i>Pseudolysimachion longifolium, Veronica longifolia</i> |
| <i>Puccinellia distans</i>         | (Jacq.) Parl.                  |   |
| <i>Pulicaria vulgaris</i>          | Gaertn.                        |   |
| <i>Ranunculus acris</i>            | L.                             |   |
| <i>Ranunculus flammula</i>         | L.                             |   |
| <i>Ranunculus lingua</i>           | L.                             |   |
| <i>Ranunculus sceleratus</i>       | L.                             |   |
| <i>Rhynchospora alba</i>           | (L.) Vahl.                     |   |
| <i>Rhynchospora fusca</i>          | (L.) Ait. fil.                 |   |
| <i>Sagina procumbens</i>           | L.                             |   |

|  |                           |                            |
|--|---------------------------|----------------------------|
| <i>Sagittaria latifolia</i>              |                           |                            |
| <i>Sagittaria sagittifolia</i>           | L.                        |                            |
| <i>Samolus valerandi</i>                 | L.                        |                            |
| <i>Sanguisorba officinalis</i>           | L.                        |                            |
| <i>Sarracenia minor</i>                  |                           |                            |
| <i>Schoenoplectus lacustris</i>          |                           |                            |
| <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>    | (C. C. Gmelin) Palla      |                            |
| <i>Schoenoplectus triqueter</i>          | (L.) Palla                |                            |
| <i>Scirpoides holoschoenus</i>           | (L.) Soják                | <i>Holoschoenus Romanu</i> |
| <i>Scirpus radicans</i>                  | Schkuhr                   |                            |
| <i>Scirpus sylvaticus</i>                | L.                        |                            |
| <i>Scutellaria galericulata</i>          | L.                        |                            |
| <i>Sedum villosum</i>                    | L.                        |                            |
| <i>Selinum carvifolia</i>                | (L.) L.                   |                            |
| <i>Senecio aquaticus</i>                 | Hill                      |                            |
| <i>Senecio sarracenicus</i>              | L.                        | <i>Senecio fluviatilis</i> |
| <i>Sonchus palustris</i>                 | L.                        |                            |
| <i>Sparganium emersum</i>                | Reimann                   |                            |
| <i>Sparganium erectum subsp. erectum</i> | L.                        |                            |
| <i>Sparganium natans</i>                 | L.                        | <i>Sparganium minimum</i>  |
| <i>Spergularia echinosperma</i>          | (Čelak.) A. et Gr.        |                            |
| <i>Spergularia rubra</i>                 | (L.) J. Presl et C. Presl |                            |
| <i>Spergularia maritima</i>              | (All.) Chiovenda          |                            |
| <i>Spiraea salicifolia</i>               | L.                        |                            |
| <i>Stachys palustris</i>                 | L.                        |                            |
| <i>Succisa pratensis</i>                 | Moench                    |                            |
| <i>Thelypteris palustris</i>             | Schott                    |                            |
| <i>Tillaea aquatica</i>                  | L.                        | <i>Crassula aquatica</i>   |
| <i>Triglochin maritima</i>               | L.                        |                            |
| <i>Triglochin palustre</i>               | L.                        |                            |
| <i>Tripleurospermum inodorum</i>         | (L.) Schulzz-Bip.         |                            |
| <i>Typha angustifolia</i>                | L.                        |                            |
| <i>Typha domingensis</i>                 |                           |                            |
| <i>Typha latifolia</i>                   | L.                        |                            |
| <i>Typha laxmannii</i>                   | Lep.                      |                            |
| <i>Typha minima</i>                      | Hoppe                     |                            |
| <i>Typha shuttleworthii</i>              | Koch et Sonder            |                            |
| <i>Utricularia vulgaris</i>              | L.                        |                            |
| <i>Vaccinium uliginosum</i>              | L.                        |                            |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i>             | L.                        |                            |
| <i>Veronica anagallis-aquatica</i>       | L.                        |                            |
| <i>Veronica beccabunga</i>               | L.                        |                            |
| <i>Veronica scutellata</i>               | L.                        |                            |
| <i>Viola elatior</i>                     | friče                     |                            |
| <i>Viola palustris</i>                   | L.                        |                            |
| <i>Viola stagnina</i>                    | Schult                    |                            |
| <i>Zannichellia palustris</i>            | L.                        |                            |

## Litologický popis profilu Švarcenberk - zátoka 1





Obr. 1: Měřítko 1:10 000, červeně lokality s výskytem štípané industrie mezolitického stáří.



Obr. 2: Letecký pohled na Svarcenberk.



*Obr. 3: Pohled na vypuštěný rybník Švarcenberk*



*Obr. 4: Rostlinné makrozbytky  
Ceratophyllu demersum, Potamogeton natans,  
Nuphar lutea, Nymphaea alba, Trapa natans  
(ostny)*



*Obr. 5: Kopaná sonda „zátoka 1“*