UNIVERZITA KARLOVA v Praze
Přírodovědecká fakulta
katedra botaniky - oddělení geobotaniky

Rekonstrukce paleoekologických poměrů při zazemňování jezer metodou analýzy rostlinných makrozbytků

Reconstruction of palaeoecological conditions during infilling process of former lakes using macroremain analysis

Diplomová práce
2008

Vypracovala: Bc. Pavla Žáčková
Vedoucí práce: Mgr. Petr Kočár

Diplomová práce **Pavly Žáčkové** byla obhájena na katedře botaniky PřF UK v Praze dne 22.9.2008 a ohodnocena klasifikačním stupněm **výborně**.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím citované literatury.

V Praze 29. 8. 2008 .....

Pavla Žáčková

ABSTRAKT

Rekonstrukce paleoekologických poměrů při zazemňování jezer metodou analýzy rostlinných makrozbytků

Jezera přírodního charakteru jsou v oblastech střední Evropy, kam nedosahovalo během posledního glaciálu zalednění, vzácným úkazem. Jejich vznik je spojován s rozsáhlými geomorfologickými změnami konce pozdního glaciálu. Odlišnou skupinu stojatých vodních nádrží představují slepá říční ramena, jejichž výskyt na území České republiky je častější. Vznik paleomeandrů byl vázán na klimaticky stabilní období interstadiálů. V průběhu holocénu nastává zásadní zlom ve vývoji obou výše zmíněných typů jezer. Díky vysoké organické produkci vodních a mokřadních biotopů došlo k zániku vodních nádrží.

Cíle práce: 1) popsat dlouhodobou vegetační dynamiku a procesy, které vedou k zániku vodních nádrží na základě provedení makrozbytkové analýzy 2) pátrat po vlivu lovecko-sběračských populací 3) porovnat výsledky makrozbytkové a pylové analýzy

Studované lokality: První studovanou lokalitou je bývalé jezero Švarcenberk, které se nachází na Třeboňsku v jižních Čechách. Druhá lokalita je situována v oblasti středního Polabí, jedná se o paleomeandr jménem Chrást.

Metodika: Za účelem provedení makrozytkových analýz byly odebrány tři profily. První dva z lokality Švarcenberk (Sonda 3; Sonda 4) a další z lokality Chrást, které byly rovněž zpracovány pylovou analýzou, byla pořízena radiokarbnová data a v případě lokality Chrást byla rovněž stanovena magnetická susceptibilita a množství spalitelného podílu.

Výsledky: 1) Předpoklad, že bude možné srovnat průběh sukcese jezera Švarcenberk a paleomenadru Chrást se nepotvrdil, neboť sedimenty jsou rozlišného stáří. Záznam dvou litorálních sond z lokality Švarcenberk je holocenního stáří. Naproti sediment paleomeandru Chrást, jehož vznik není blíže znám, obsahuje pouze záznam konce glaciálu. Síly, které určovaly průběh sukcese meandru, jsou abiotického charakteru, zatímco jezero bylo značnou část vývoje ovlivněno autogenickou sukcesí. 2) Na základě makrozbytkové analýzy bylo možné doložit předzemědělské osídlení v okolí jezera, avšak v oblasti středního Polabí nejsou výsledky jednoznačné. 3) Po srovnání výsledků makrozbytkové a pylové analýzy vyplývá, že obě analýzy, přestože se jejich záznam liší, postihují hlavní trendy shodným způsobem. Proto je důležité při rekonstrukci užití obou metod.

Klíčová slova: paleoekologie, makrozbytková analýza, pozdní galciál, holocén, zazemněná jezera, jezero Švarcenberk, meandry středního Polabí

ABSTRACT

Reconstruction of palaeoecological conditions during infilling process of former lakes using macroremain analysis

Natural lakes are rare phenomenon within extraglacial area of Central Europe. Their origin we can find in the ending of Pleistocene period. They were established as a result of the intensive geomorphological processes during the time of the Late Glacial.

Another type of naturally evolved water reservoirs represent oxbow lakes. Their formation is connected with climatically stable periods with a balance aquatic conditions. The Meanders are quite common in the area of Czech Republic. They filled in by organic and silt sediment and became extinct during the Holocene. This organic matter in lake sediments represents a significant source of information about changing landscape.

Aim of diploma thesis: 1) To describe long-term vegetation dynamic and processes which lead to extinction of the water bodies using macroremain analysis. **2)** Try to find some secondary macroremain-indicators of an impact of hunter-gaterer population. **3)** To compare results of macroremain and pollen analysis.

Location: 1. former Lake Švarcenberk is situated in the Třeboň basin (Southern Bohemia) 2. Palaeomeander Chrást is located in the valley of the middle Labe river (Central Bohemia).

Methods: Three profiles (two have been taken from sediments of former Lake Švarcenberk; one from palaeomeader Chrást) were studied by mean of macroremain analysis and by comparing with the results of pollen analysis from the same profiles.

Results: 1) Records of the two litoral sections from the lake Švarcenberk are of early Holocene age. The record from the oxbow lake is of Late Glacial origin while the Holocene record is lacking there. Considering it is hardly possible to compare the succession of both lake and palaeomeander. The forces which drew the succession of the palaeomeander had mainly abiotic character, while the development of the Lake Švarcenberk was influenced by autogenic succession. **2)** It is possible to evidence Mesolithic habitation near the lake by macroremain analysis, but settlement in the middle Labe area israther hardly documented by this method. **3)** The main results based on macroremain and pollen analyses are similar, they differ in details and it is necessary to use both of these analyses.

Keywords: palaeoecology, macroremain analysis, Late Glacial, Holocene, infilled lakes, Lake Švarcenberk, palaeochannels, middle Elbe region

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěla srdečně poděkovat nejen svým školitelům a konzultantům, ale všem, kteří mě dovedli až sem. Petrovi Kočárovi děkuji za pomoc s určováním makrozbytků, mnohé věcné připomínky a pozitivní přístup. Petrovi Pokornému vděčím za spoustu cenných rad a čas, který si na mě vždy našel. Petrovi Kunešovi a Vojtovi Abrahámovi za konzultace a pomoc se statistickými analýzami. Jiřímu Sádlovi za pomoc s interpretacemi makrozbytkových diagramů i za nevšední pohled na svět. Doc. Kamilu Rybníčkovi za pomoc s určováním náročných skupin, především ostřic a rdestů. Janu Novákovi a Přemkovi Bobkovi za určení dřev a uhlíků. Liborovi Petrovi bych chtěla poděkovat za jeho všestrannou pomoc, především se zpracováním profilu Chrást a také za podporu. Heleně Sitavské za pomoc se sháněním literatury i za vstřícnost. Dagmar Dreslerové za cenné rady a milé přijetí. Janě Navrátilové a Andreje Kučerové z botanického ústavu AVČR Třeboň za poskytnutí semen a plodů rostlin do sbírky. Romaně Kočárové za pomoc s focením makrozbytků.

Ráda bych poděkovala všem, které jsem během studia geobotaniky poznala, jejichž jméno nebylo zmíněno, za ochotu a pomoc všeho možného druhu, za přátelství a spoustu skvělých chvil.

Nemůžu nepoděkovat svým nejdražším spolubydlícím, se kterými je se v průběhu studia seznámila a také všem svým nejbližším kamarádkám za vytvoření přátelského prostředí.

Také bych chtěla poděkovat své mamince, nejen za zázemí a materiální podporu, ale především za sílu a optimismus, kterou mi dodává ve chvílích, kdy člověk nevěří v lepší konec. Dědečkovi děkuji za příběhy, které mi od dětství vyprávěl a za to, že vnáší do mých dnů světlo. Nejdražšímu Radkovi, děkuji za pomoc s grafickou úpravou fotek a především za to, že ve mně vždy věřil, a že mě vždy inspiroval k mnoha věcem. Také děkuji jeho rodičům za poskytnuté zázemí, pomoc a podporu.

Své děkuji, posílám do nekonečných koutů vesmíru těm, kteří se dotkli mého života a které nosím ve svém srdci.

OBSAH

1 ÚVOD 8

1.1 Význam přirozených jezer pro studium přírodního prostředí 8

1.2 Dlouhodobá vegetační sukcese mokřadních biotopů 10

1.3 Analýza rostlinných makrozbytků 11

2 CÍLE PRÁCE 13

3 POPIS STUDOVANÝCH LOKALIT 15

3.1 Švarcenberk 15
3.1.1 Charakteristika území a přírodní poměry 15
3.1.2 Historie výzkumu třeboňských rašelinišť 16
3.1.3 Původ a vývoj jezera 17

3.2 Chrást 19
3.2.1 Charakteristika území a přírodní poměry 19
3.2.2 Historie výzkumu meandrů středního Polabí 20

4 METODIKA 22

4.1 Terénní odběry 22
4.1.1 Švarcenberk 22
4.1.2 Chrást 23

4.2 Zpracování vzorků 24

4.3 Determinace rostlinných makrozbytků 25
4.3.1 Seznam použitých klíčů a atlasů pro determinaci 26

4.4 Radiokarbonové datování 26

4.5 Magnetická susceptibilita (MS) a ztráta žíháním (LOI) 27

4.6 Analýza dat programu POLPAL 28

4.7 Analýza dat v programu CANOCO 28

5 VÝSLEDKY 30

5.1 Švarcenberk 30
5.1.1 Stratigrafický popis profilu Švarcenberk – Sonda 3 30
5.1.2 Makrozbytková analýza profilu Švarcenberk – Sonda 3 31
5.1.3 Analýza dat v programu POLPAL 36
5.1.4 Analýza dat v programu CANOCO 38
5.1.5 Stratigrafický popis profilu Švarcenberk – Sonda 4 40
5.1.6 Makrozbytková analýza profilu Švarcenberk Sonda 4 41
5.1.7 Analýza dat v programu POLPAL 47
5.1.8 Analýza dat v programu CANOCO 49
5.1.9 Radiokarbonové datování 51
5.1.10 Výsledky kalibrace radiokarbonových dat 51

5.2 Chrást 54
5.2.1 Stratigrafický popis profilu Chrást 54
5.2.2 Makrozbytková analýza profilu Chrást 55
5.2.3 Analýza dat v programu POLPAL 61
5.2.4 Analýza dat v programu CANOCO 63
5.2.5 Radiokarbonové datování 65
5.2.6 Výsledky kalibrace radiokarbonových dat 65
5.2.7 Výsledky magnetické susceptibility (MS) a ztráty žíháním (LOI) 68

6 DISKUSE 70

6.1 Švarcenberk 70
6.1.1 Porovnání výsledků makrozbytkové a pylové analýzy Sondy 3 70
6.1.2 Porovnání výsledků pylové a makrozbytkové analýzy Sondy 4 76
6.1.3 Korelace paloekologického záznamu s archeologickými nálezy na lokalitě Švarcenberk. 79

6.2 Chrást 81
6.2.1 Porovnání výsledků makrozbytkové a pylové analýzy profilu Chrást 81

6.3 Srovnání vývoje vegetace Třeboňska a středního Polabí 90
6.3.1 Pozdní glaciál – závěr pleniglaciálu 91
6.3.2 Pozdní glaciál – interstadiál allerød/bølling 92
6.3.3 Pozdní glaciál – mladší dryas 95
6.3.4 Začátek holocénu – preboreál 97
6.3.5 Začátek holocénu – boreál 99
6.3.6 Střední holocén – atlantik 100

7 ZÁVĚR 102

8 LITERATURA 106

1 ÚVOD

Čtvrtohory (kvartér) představují nejkratší a nejmladší epochu, ve které se spojují dějiny geologické s lidskými, jsou charakteristické dynamickými změnami, střídáním dob ledových (glaciálů) a meziledových (interglaciálů). Kvartérní paleoekologie je multidisciplinární vědní obor, zabývající se vývojem krajiny a života v průběhu posledních zhruba dvou a půl miliónu let. Studium této nejmladší geologické minulosti, během níž se vytvářely ekosystémy do podoby jak je známe nyní, umožňuje pochopit řadu dějů a současný směr vývoje přírody. Hledání analogií ekologických vztahů a zákonitostí současnosti nám zas umožňuje přesnější rekonstrukce vývoje přírody v minulosti.

1.1 Význam přirozených jezer pro studium přírodního prostředí

To jak se příroda vyvíjela v průběhu dlouhých tisíců let, můžeme velice dobře rekonstruovat studiem zazemněných jezer, která vznikala v průběhu prudkých změn během pozdního glaciálu. Sedimenty zazemněných přirozených jezer tak představují výjimečný přírodní archiv, kde je zaznamenán sled jednotlivých fází vývoje přírody od konce posledního glaciálu až téměř po naše dny a jsou tak cenným zdrojem informací o proměnách prostředí nejen samotného jezera, ale i jeho okolí. Výhodou jezerních sedimentů je jejich relativně jednoduše čitelná stratigrafie. Poměrně stálá sedimentační rychlost, ovlivněná jen malým kolísáním vodní hladiny, dovoluje téměř spolehlivé absolutní datování. Bioturbace, které bývají jen minimální, umožňují detailní konzervaci záznamu. Extrémním případem detailního paleoekologického záznamu v jezerních sedimentech jsou laminované sedimenty, které mnohdy umožňují datování událostí s roční přesností, na podobném principu jako dendrochronologie. Takové sedimenty však u nás nalezeny nebyly, i když v okolních zemích podobné lokality jsou (například podrobně studované jezero *Gosciaz* ve středním Polsku; Ralska-Jasiewiczowa et al. 1998). Nevýhodou jezerních sedimentů je na druhou stranu nebezpečí redepozice staršího materiálu, hrozící zejména v oblasti břehů při výraznějším kolísání vodní hladiny.

Přirozenými procesy vzniklá jezera jsou na území České republiky velice vzácným jevem na rozdíl od severnějších částí Evropy zasažených kontinentálním nebo rozsáhlým horským zaledněním (Petr et Pokorný 2008 in prep.). Téměř všechna dnes zjištěná jezera existující v holocénu vznikla v pozdním glaciálu jako výsledek tehdejších prudkých

geomorfologických změn. V holocénu probíhalo pouze jejich zazemňování a většinou i definitivní zánik.

Odlišnou skupinou stojatých vodních ploch jsou odstavené říční meandry, jejichž tvorba je vázaná na klimaticky stabilní období holocénu s rovnovážným vodním režimem řek. Jejich počet je však nesrovnatelně větší než původních jezer. Zkoumání prostorové distribuce sedimentů starých odstavených meandrů umožňuje rekonstrukci vývoje říční sítě. Narozdíl od jezer nemusí vždy obsahovat organickou výplň a tudíž i paleobotanický záznam.

V případě výše zmíněných sedimentů stojatých vod lze uplatnit řadu přístupů a analýz různých vědních oborů. Např. pylové analýzy, analýzy rostlinných makrozbytků, zbytků řas a schránek živočichů, dále chemické a sedimentologické rozbory, které vypovídají o procesech eroze a tvorby půd v povodí, radiokarbonová datování doplněné o poznatky aktuoekologie a další přístupy, představují tradiční nástroje multidisciplinárního oboru jakým je kvartérní paleoekologie.

Vedle již zmíněných analýz pylových a makrozbytkových jsou nepostradatelné i archeologické průzkumy, které přinášejí řadu cenných dokladů o koncentraci lidských sídel v okolí přirozených vodních ploch. Není obtížné si představit, že prostředí jezer bylo pro člověka vždy velice atraktivní. Rozlehlé vodní plochy přitahovaly lovce a sběrače střední doby kamenné (mezolitu), pro které představovaly zdroj obživy díky bohatství ryb, vodních ptáků a jedlých druhů rostlin vázaných na vodní biotopy (např. oříšky kotvice plovoucí, oddenky orobinců). Na našem území existuje řada dokladů pravěkého osídlení v bezprostředním okolí vodních ploch. Archeologické doklady nalézáme v místě bývalých břehů jezer a vzácněji i přímo v jezerních sedimentech. Příkladem je podrobně zkoumané třeboňské jezero Švarcenberk (Pokorný 2005, Pokorný et al 2007) a dále např. Komořanské jezero (Neustupný 1985), které se nacházelo v Mostecké pánvi.

Populace lidí střední doby kamenné zakládali sídla v bezprostředním okolí jezer, čímž ovlivňovali vegetaci, včetně lokálních druhů mokřadních rostlin. Tento lidský vliv na vegetaci lze nepřímo dokázat makrozbytkovými a pylovými analýzami (Pokorný 2005, Kuneš et al. 2008).

Zaniklá jezera tak nabízejí výjimečnou příležitost ke studiu vzájemného vztahu vývoje přírody a lidského osídlení.

1.2 Dlouhodobá vegetační sukcese mokřadních biotopů

Změny rostlinných společenstev, ke kterým dochází v průběhu času na určitém místě, jsou přirozeným jevem, kterému říkáme vegetační sukcese. Aktuoekologickými metodami je obvykle obtížné vegetační sukcesi studovat vzhledem k jejímu dlouhodobému charakteru. Obyčejně se tak podaří zachytit pouze přechodné fáze mezi dvěma následnými sukcesními stádii, nikoliv však úplné sukcesí 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, hydrologických, geochemických) i na faktorech biotických (imigrace a expanze nových rostlinných druhů spojená s cenogenezí). Přestože lze vysledovat obecné faktory řídící vegetační sukcesi, snadno představitelné jsou i víceméně náhodné singularity jako například disturbance spojené s mimořádnými klimatickými událostmi (Engstrom et al. 1984).

Zazemněné jezero Švarcenberk spolu se zaniklými meandry pozvolna tekoucí řeky Labe představují v jistém smyslu ideální modelové objekty ke studiu dlouhodobé vegetační sukcese mokřadních biotopů. Ideální proto, že předpokládáme poměrně málo významných faktorů, které tuto sukcesi řídily. Podle dosavadních poznatků v případě jezera Švarcenberk (Pokorný et Jankovská 2000) bylo hlavním faktorem plynulé změlčování vodního sloupce, při kterém nedocházelo téměř ke kolísání vodní hladiny, způsobené kumulací sedimentu na dně. Díky hromadění sedimentu docházelo k postupnému zazemňování vodních ploch, což umožnilo existenci kompletní hydrosérie - řady rostlinných společenstev od hlubokých vod po bažinaté okraje. 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 začátkem holocénu. 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 zásadní 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 lokalit činí poměrně jednoduše podchytitelný studijní objekt.

1.3 Analýza rostlinných makrozbytků

Makrozbytková analýza, pomocí které se budu snažit odpovědět na otázky své diplomové práce, rekonstruovat přirozenou vegetační sukcesi a pátrat po vlivu osídlení mezolitického člověka, je vedle pylové analýzy jedním z důležitých nástrojů paleobotaniky. Tyto analýzy přinášejí 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), případně i hub, avšak vždy se 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). Doplňkem paleobotaniky je paleozoologie, kde hrají hlavní roli obratlovci a měkkýši, jejichž kosti a ulity se zachovávají především ve vápnitých sedimentech, jsou tedy soustředěni zejména v oblastech, kde zbytky rostlin (pomineme-li zuhelnatělé části rostlinných těl), jsou vzácné nebo špatně zachované (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 odpovídají určitým místním poměrům, mají tedy lokální výpovědní hodnotu a považujeme je za autochtonní příp. paraautochtonní. Interpretací výsledků analýz pylových spekter získáváme informaci o vegetaci spíše 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, Umbelliferae*).

Makrozbytky představující generativní a vegetativní části rostlinného těla nám díky anatomicko-morfologické stavbě často mohou napovědět něco o ekologických podmínkách, čímž získáváme také kvalitativní informace. Například stupeň dekompozice napovídá o dějích spojených s erozí a transportem semen, zuhelnatělost dřev i semen poskytuje doklady o velmi lokálních požárech, ke kterým docházelo na povrchu substrátu nebo v jeho okolí, hustota letokruhů odpovídá klimatickým změnám.

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 předkládané diplomové práce je snaha o komplexní rekonstrukci paleoekologických poměrů během zazemňování jezerních biotopů v odlišných typech prostředí na základě analýzy rostlinných makrozbytků.

Záměrem je shrnout dosavadní znalosti o vývoji bývalých jezer a o ekologických poměrech krajiny v jejich okolí a také nastínit průběh vegetační sukcese, která je příčinou zazemnění vodních nádrží přirozeného charakteru, včetně dějů které následují po jejich zániku. A dále objasnit mechanismy, které měly vliv na průběh sukcese.

Dalším cílem je také pátrat po vlivu předzemědělského osídlení na vegetaci a okolní krajinu, resp. na možnosti indikace tohoto vlivu makrozbytkovou analýzou.

Za těmito účely byla provedena makrozbytková analýza dvou litorálních profilů (Sonda 3 a Sonda 4) odebraných na lokalitě Švarcenberk, která se nachází v oblasti Třeboňské pánve a dále jednoho profilu ze středního Polabí (profil Chrást). S cílem popsat vlivy řídící zazemňování jezera (Švarcenberk) a paleomeandru (Chrást). Aby byly výsledky navzájem srovnatelné, byla použita identická metodika.

Původním plánem bylo vzájemné srovnání paleobotanického obsahu jezerních sedimentů z období časného až středního holocénu v odlišných situacích - živinově chudšího a chladnějšího prostředí Třeboňska s teplejším a bazičtějším Polabím. Tímto srovnáním se předpokládalo odlišení role klimatu od vlivu stanovištních podmínek v procesu zazemňování staroholocenních jezer. Avšak srovnání se později ukázalo jako nerealizovatelné, neboť sediment profilu Chrást, který byl odebrán ve středním Polabí, obsahuje pouze záznam konce pozdního glaciálu a záznam z období raného a středního holocénu chybí. Tím se situace mírně zkomplikovala, neboť aby byly tyto lokality alespoň z části srovnatelné, byly použity výsledky dalších profilů z týchž lokalit.

V případě lokality Švarcenberk byly použity výsledky z hlavního profilu jezera Švarcenberk publikované P. Pokorným (Pokorný et Jankovská 2000) a využité v diplomové práci J. Šafránkovou (Šafránková 2006). Výhodou tohoto profilu je, že vedle kompletního holocenního záznamu obsahuje také záznam z dob pozdního glaciálu.

Abych mohla rekonstruovat holocenní vývoj v Polabí, použila jsem publikované výsledky dvou Polabských paleomeandrů. První lokalita, ze které byl analyzován sediment profilu taktéž s názvem Chrást (Břízová 1999, Dreslerová et al 2004), se nachází v bývalé nivě řeky Labe (viz obr. 2.). Tento profil obsahuje záznam časného holocénu. Profil byl

zpracován pouze pylovou analýzou a tudíž neobsahuje příliš podrobný záznam lokální vegetace. Pro rekonstrukci vývoje v období středního atlantika byly použity výsledky z druhé loklity jménem Tišice 1, která se nachází rovněž ve středním Polabí nedaleko Všetat (cca 5 km západně od lokality Chrást). Tento profil byl zpracován jak pylovou tak i makrozbytkovou analýzou (Dreslerová et Pokorný 2004).

Cílem práce je porovnání výsledků dvou litorálních sond jezera Švarcenberk (Sonda 3 a Sonda 4) s výsledky z vrtu v hluboké centrální části jezera (tzv. hlavní profil; vrt 1). Což se podařilo, avšak podrobné srovnání výsledků litorálních sond mezi sebou nebylo možné z důvodu diskontinuity makrozbytkového záznamu v období klimatického optima středního holocénu v profilu Sonda 3. Naproti tomu Sonda 4 obsahuje především záznam ze středního holocénu a na bázi profilu se nachází pouze malé množství sedimentu z konce časného holocénu.

Dalším cílem bylo srovnání získaných makrozbytkových dat s výsledky pylových analýz vždy pro příslušné lokality. V případě jezera Švarcenberk byly pylové analýzy Sondy 3 provedeny P. Pokorným a P. Kunešem. Paleomeandr Chrást pylově analyzoval L. Petr.

Otázky, které si kladu ve své diplomové práci:

1. Jak probíhala vegetační sukcese v jednotlivých fázích vývoje jezera Švarcenberk a palomeandru Chást a co následovalo po jejich zániku? Co vyplývá ze srovnání vývoje obou lokalit?
2. Jaké vlivy řídily průběh vegetační sukcese na lokalitě švarcenberk a na lokalitě Chrást?
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?

Cílem DP bylo také založení srovnávací sbírky semen a plodů (diaspor) mokřadních rostlin, na základě vlastních sběrů a ve spolupráci s třeboňským pracovištěm Botanického Ústavu AV ČR.

3 POPIS STUDOVANÝCH LOKALIT

3.1 Švarcenberk

3.1.1 Charakteristika území a přírodní poměry

Lokalita Švarcenberk se nachází v jižních Čechách v severní části rovinaté krajiny Třeboňské pánve, 4 km jižně od Veselí nad Lužnicí na katastru obce Ponědrážka (49° 9′ N, 14° 42′ E) v nadmořské výšce 412 m.

Na místě, kde jsou pohřbeny jezerní sedimenty, se dnes nachází rybník, který zde byl vybudován na konci 17. století (během let 1698 - 1701). Při stavbě rybníka byly zničeny svrchní vrstvy rašeliny, překrývající jezerní usazeniny, takže poslední záznamy, které nám sediment může poskytnout, pocházejí zhruba z konce atlantiku.

Podle rybníka Švarcenberk dostalo původní jezero, které mírně přesahovalo jeho plochu, svůj název.

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, jílovci, 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-jižním 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.

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

Na mnohých 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 ji porosty s dominantní borovicí, případně kyselé 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).

3.1.2 Historie výzkumu třeboňských rašelinišť

Odumřelé zbytky organismů z rašelinišť Třeboňské pánve byly ve středu zájmu již na počátku 20. století. Prvním ze systematických badatelů byl Karl Rudolph (1917), 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 zkoumala pomocí pylové analýzy Marie Puchmajerová, jejíž představa, že třeboňská rašeliniště vznikla zazemněním velkého třetihorního jezera, se později ukázala být mylnou. Dále pak Klečka (1926, 1928) a Štěpánová (1930).

Objev zaniklého jezera Švarcenberk se datuje na počátek 70. let 20. století, kdy se materiálem Třeboňské pánve začala zabývat palynoložka Vlasta Jankovská, která doložila ve výtopě dnešního rybníka, pozůstatky jezerních uloženin pohřbené pod několika metry rašeliny. Po pylovém i makrozbytkovém zanalyzování sedimentu sond: JC-7-A a JC-7-B uvedla, že rašeliniště vznikla zazemněním pozdnoglaciální vodní nádrže (Jankovská 1976, 1980).

V polovině 90. let na tato zjištění navázal svým výzkumem Petr Pokorný, který provedl pylovou i makrozbytkovou analýzu dvou profilů (Pokorný et Jankovská 2000; Pokorný 2002). Jedná se o profil, odebraný ze střední části jezera (tzv. hlavní profil; obr. vrt 1) a litorální profil z okraje menší jezerní pánve (litorální sonda S500; dnes Sonda 4; obr. 1)

V této době zde také proběhl rozsáhlý stratigrafický průzkum, jehož cílem bylo odhalit původní tvar a hloubku jezera. Terénní výzkum pod hladinou současného rybníka, k jehož provedení bylo potřeba téměř 150 geologických vrtů, odhalil pánev dřívějšího jezera s charakteristickým ledvinitým tvarem a nečekanou hloubkou. Zmíněné analýzy prokázaly, že se jedná o sedimenty postglaciálního stáří a že na bázi se nachází tenká vrstva ze závěru pozdního glaciálu (Pokorný et Jankovská 2000, Pokorný 2002). V rámci tohoto projektu 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).

Byla provedena i analýza řas rodu *Pediastrum* (Komárek, Jankovská 2001), analýza korýšů rodu *Cladocera* (Nováková, zatím nepublikováno).

V současné době zde vedle paleoekologického výzkumu probíhá i archeologické zkoumání mezoiltického osídlení na březích jezera (Pokorný et al 2007, Šida et al 2007).

Tato lokalita má velký potenciál a do budoucna lze očekávat další překvapivé objevy.

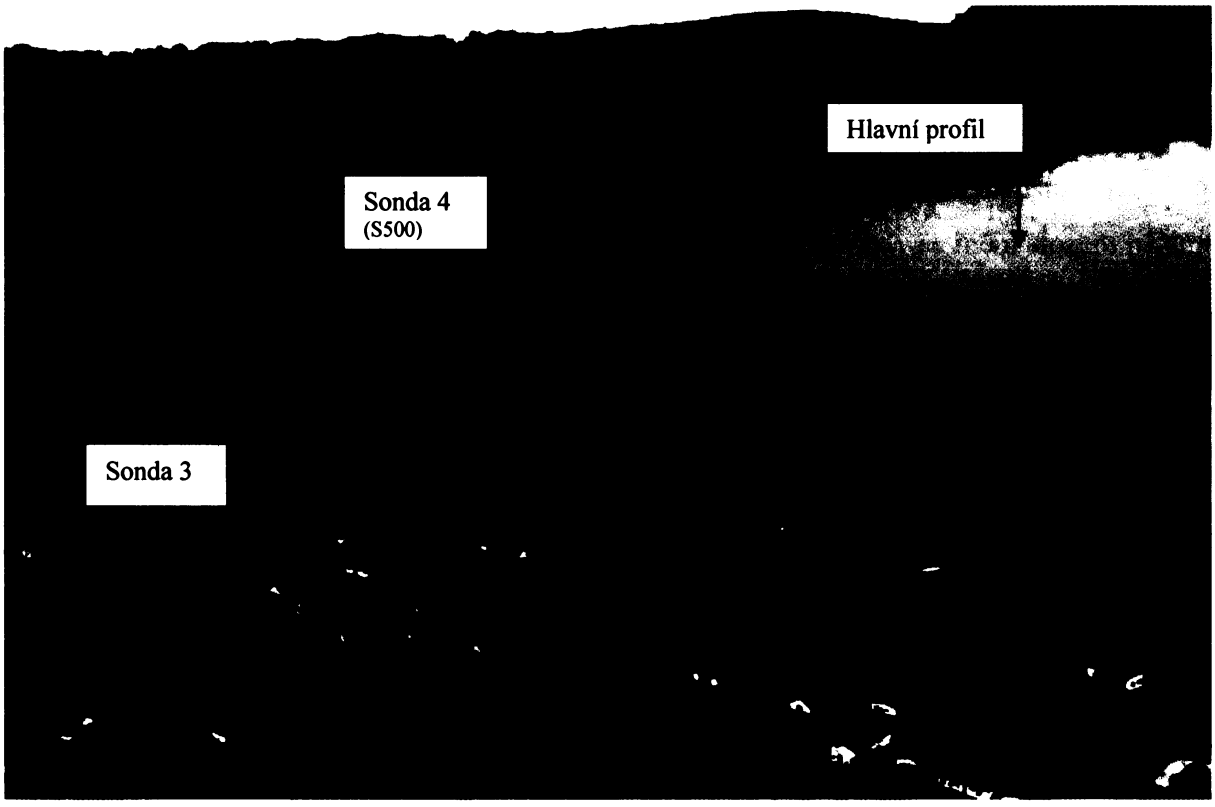
3.1.3 Původ a vývoj jezera

Zaniklé jezero Švarcenberk představuje výjimečný typ nížinných jezer, která se tvořila během poslední doby ledové mimo oblast horského či kontinentálního zalednění. Statigrafické průzkumy odhalily, že v době svého vzniku zaujímalo plochu asi 51 ha a jeho maximální hloubka byla okolo 10 m. Napájeno bylo silnými prameny artézských vod, vyvěrajícími podél tektonického zlomu. Odvodňovalo se do nedaleké řeky Lužnice a jeho povodí nebylo příliš rozsáhlé - ne více než 5 km^2. Jeho vznik před více než 15 000 lety nelze zatím vysvětli běžnými mechanismy. S největší pravděpodobností souvisel s podmínkami konce vrcholného glaciálu v kombinaci s místními klimatickými faktory (Pokorný, Janovská 2000, Pokorný a kol. 2008). Maximální ochlazení posledního glaciálu na našem území bylo doprovázeno přítomností trvale zmrzlé půdy – permafrostu, který místy dosahoval až hloubek několik desítek metrů (Czudek 2005). Ovšem o jeho rozsahu na území ČR se vedou spory, avšak představa minimálně nesouvislého permafrostu se zdá být reálná (Pokorný et Jankovská 2000). Voda, vyvěrající na povrch v podobě artézských pramenů, tlačila zespodu do jílovo-písčitého substrátu, tuhla a po čase vytvořila rozměrný čočkovitý útvar podzemního ledu. Jak ledová masa narůstala, vytlačovala okolní substrát nad povrch. Těmto nad povrch klenutým pahorkům, 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 pravděpodobně pohybovaly mírně pod bodem mrazu.

Při celkovém klimatickém oteplení podzemní ledová čočka spolu s permafrostem roztála a na jejím místě vzniklo hluboké jezero oválného tvaru. Pánev jezera Švarcenberk je útvarem složeným alespoň ze tří takto vzniklých konkávních těles. Na samém dně jezerní pánve byli ve vrtech nalezeny zbytky terestrické vegetace, která zřejmě pokrývala vyklenutý povrch *pinga* ještě v době před jeho kolapsem (Pokorný et Jankovská 2000, Pokorný 2002).

Na tektonických zlomových liniích v severní části Třeboňské pánve, tedy v podobných geologických situacích, se nachází více miskovitých sníženin, v nichž se podařilo prokázat jezerní usazeniny, které tuto teorii potvrzují. Žádná z dosud prozkoumaných lokalit ovšem nedosahuje rozměrů bývalého jezera Švarcenberk. (Pokorný et al 2007).



Obr. 1 Letecký pohled na současný rybník Švarcenberk (šipky znázorňují místa odběru sedimentu); foto: P. Pokorný

3.2 Chrást

3.2.1 Charakteristika území a přírodní poměry

Lokalita Chrást se nachází ve středních Čechách na území české Křídové tabule v oblasti středního Polabí (50° 15´N; 14° 35´E; nadmořská výška činí 175 m).

Jedná se o paleomeandr, lžící nad úrovní holocénní nivy na Würmské terase. Bazální výplň profilu, který byl odebrán z tohoto meandru je datována do období pozdnoglaciálního interstadiálu Allerød/Bølling (11 450 ± 35 BP). Vznik meandru je spojený s dynamikou pleistocenní řeky Labe, která je velmi komplikovaná a zatím neobjasněná. Studie, které proběhly (Dreslerová et Pokorný 2004, Dreslerová et al. 2004) jsou zaměřeny na zkoumání struktury pravěké holocenní krajiny a starší období nejsou dostatečně známa.

Podle současných poznatků vytvořilo Labe během holocénu celkem tři nivní stupně (Dreslerová et al. 2004). Dva vznikly erozní činnosti při zahlubování říčního koryta v období okolo roku 7 000 BP. Erozní činnost řeky v období 2 500 – 2 300 BP vytvořila dnešní úroveň nivy. Z polohy meandru na konkrétním nivním stupni lze odvodit maximální stáří jeho výplně.

Všechny labské paleomeandry mají podobnou statigrafii danou postupným zazemňováním. Na bázi se nachází jezerní sediment, který nasedá přímo na štěrkopískové podloží. Existence slepého ramene se projevuje přítomností pylu vodních rostlin, řasy jsou zaznamenány jen vzácně. Poté vždy následuje fáze zazemňování, kdy se mění složení bažinné vegetace a autogenickou sukcesí ekosystém přechází ve slatinnou louku (Petr et Pokorný 2008 in prep.).

Geologie: Podklad tvoří středněturonské vápnité slínovce. Půdy vznikající na takovémto geologickém podloží jsou bazického charakteru, čímž se tato lokalita odlišuje od dnes výrazně kyselého Třeboňska.

Území je vytvořeno terasovitým systémem řeky Labe (Balatka et Sládek 1962). Sledování bývalých říčních toků je na území České křídové tabule velice obtížné, z důvodu snadné eroze křídových hornin, která odnáší i bývalé říční akumulace. Koncem pleistocénu a počátkem holocénu se v okolí nivy ukládaly váté písky a vytvářely hráze, díky nimž zde vznikalo jezerní prostředí, v němž sedimentovaly polohy jezerní křídy, na nichž se později vytvořily vrstvy organického sedimentu – humolitu, např. v Mělnickém úvalu (Petr 2005). Celkový rozsah těchto jezerních sedimentů však není znám. Území je syceno prameny podzemních vod, které v holocénu způsobily rozsáhlou sedimentaci luční křídy.

Klima: Průměrná roční teplota je 8,7 °C. Roční úhrn srážek je v průměru kolem 527 mm. V porovnání se Třeboňskem je tato lokalita výrazně teplejší a sušší.

3.2.2 Historie výzkumu meandrů středního Polabí

Začátkem 90. let byly poprvé na podnět D. Dreslerové paleobotanicky zkoumány výplně zaniklých meandrů na středním Labi mezi Tišicemi a Starou Boleslaví. Jedny z prvních orientačních pylových rozborů provedl S. Butler (1993). E. Břízová zpracovala výplně meandrů u obcí Chrást, Kozly a Stará Boleslav (Břízová 1999, Dreslerová a kol. 2005). P. Pokorný pylově analyzoval lokalitu Tišice 1. Rozbor rostlinných makrozbytků provedla D. Stružková a analýzu subfosilní malakofauny J. Hlaváč. L. Petr zpracovává dva profily zazemněných meandrů východně od obce Kozly a profil Chrást, který je součástí této diplomové práce.

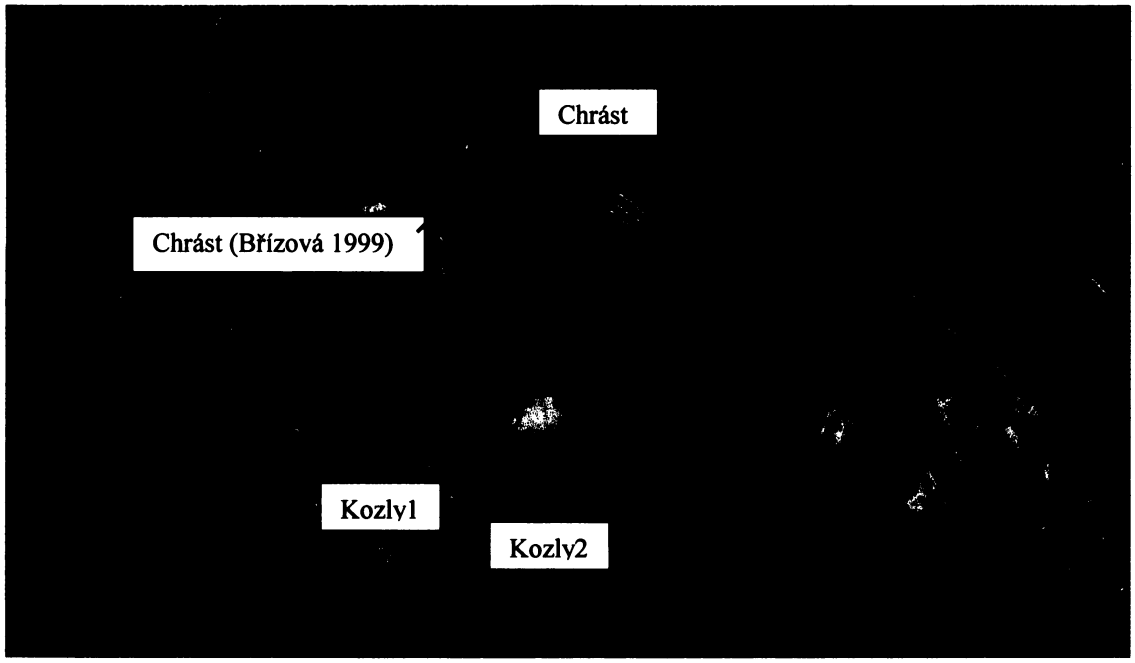
Všechny zmíněné lokality se nacházejí v nivě řeky Labe a jedná se vždy o zaniklá slepá ramena bývalého Labského toku.

Vznik paleomeandru Chrást, který zpracovávala E. Břízová je datován 8 630 ± 80 BP, tedy do období časného holocénu (Dreslerová et al. 2004). V průběhu geneze výplně vznikl v období středního holocénu sedimentační hiát. Pozdější výplň je z období subboreálu a subatlantiku. Profil Kozly 2 (Petr, nepublikováno) je datován, do období 7 900 ± 50 BP což odpovídá začátku atlantiku. Meandr Kozly 1 není datován, ale stáří jeho výplně se odhaduje do období konce subboreálu (Petr, nepublikováno). Lokalita Tišice 1 (Dreslerová et Pokorný 2004, Pokorný 2005) je datována do staršího subboreálu (datum 4241 ± 171 BP nad bází profilu). Patrně pod vlivem Košáteckého potoka si tato lokalita dlouho udržela charakter jezera, avšak ve středověku byla pokryta povodňovými hlínami.

Pylové rozbory sedimentů těchto lokalit již umožňují rekonstruovat přibližný trend ve vývoji vegetace krajiny středního Polabí v době holocénu. Smíšené doubravy podle všeho pokrývaly ve středním holocénu celou nivu i pleistocénní terasy. Začátkem subboreálu došlo k dramatickému ústupu listnatých dřevin ve prospěch borovice. Expanze borovice je často velmi prudká (př. Kozly 2) a je spojen s nárůstem lidského impaktu. Na lokalitě Tišice spadá tato změna do doby bronzové (Dreslerová et Pokorný 2004, Pokorný et Kuneš 2005). Expanze borovice je doprovázena i nárůstem křivky jedle, která přetrvává až do středověku. Antropogení indikátory jen pozvolna narůstají, jejich expanze nastává až se středověkou kolonizací.

Archeologické výzkumy zachytily všechny kultury od neolitu po středověk, ovšem znalosti mezolitického a staršího osídlení středního Polabí jsou bohužel kusé (např. Žebera 1956). Zmíněnými výzkumy není zdaleka vyčerpán veškerý potenciál, spíše naopak, je příliš mnoho nejasností, neboť postihnout dynamiku velké řeky je těžké,

především výplně meandrů, které se nacházejí severně a ve větší vzdálenosti od dnešního toku Labe, které jsou z období pleniglaciálu, mohou přinést nové poznatky o dynamice labského říčního systému v hlubší minulosti.



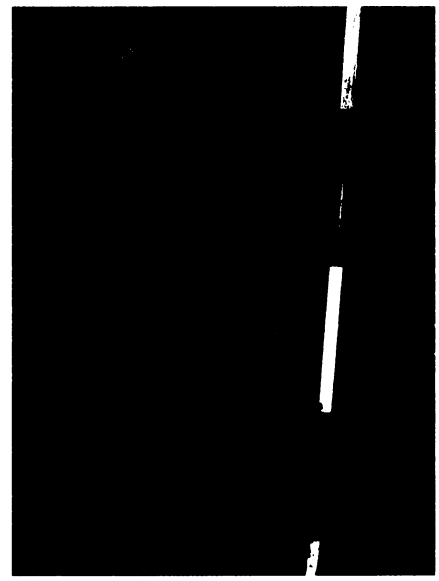
Obr. 2: Letecký pohled středního Polabí s patrnými paleomeandy, v levém rohu současný tok řeky Labe (šipky zakreslují místa oděru); www. mapy.cz

4 METODIKA

4.1 Terénní odběry

4.1.1 Švarcenberk

Na podzim 2005 byl v neporušené JZ části lokality Švarcenberk proveden odběr sedimentu pomocí dvouplášťové trubky o délce 2 m označený jako **Sonda 3**. Takto odebraný profil o průměru 5 cm dosahoval hloubky 120 cm. Místo odběru bylo zvoleno v oblasti mělké zátoky malé jezerní pánve poblíž archeologické lokality mezolitického stáří, která byla potvrzena sběrem datovatelné štípané industrie (obr.1.; příloha č. 1.). Tento profil byl odebrán za účelem realizování pylových (P. Pokorný, P. Kuneš), makrozbytkových (P. Žáčková) a xylotomárních analýz (P. Bobek).



Obr. 3: profil Sonda 3

Obr. 4: kopání zjišťovací sondy (Sonda 3); foto L. Petr

Na podzim 2006 byl taktéž v JZ oblasti lokality Švarcenberk proveden nový odběr sedimentu označený jako **Sonda 4** a to v místě bývalé sondy S 500. Tato starší sonda se nachází na

transverzálním řezu od severu k jihu a byla vyhloubena v rámci realizace výzkumu P. Pokorným a V. Jankovskou v zimě 1996 (Pokorný et Jankovská 2000). Sondu 3 a Sondu 4 odděluje vzdálenost přibližně 50 m (obr. č. 1.).

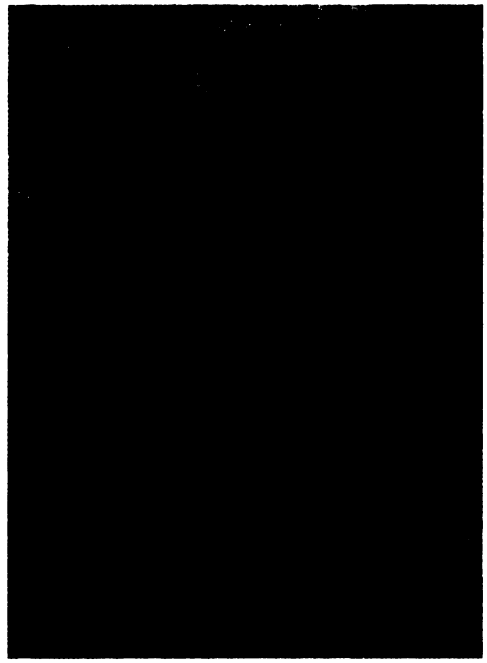
Sediment profilu Sonda 4 byl odebrán z kolmé začištěné stěny kovovými krabicemi o rozměrech 10 x 7,5 x 50 cm, poté byl zabalen do folie chránící sediment před kontaminací a vysušováním a označen. Začištěná stěna Sondy 4 měla hloubku 365 cm, avšak profil se nepodařilo odebrat celý, spodní vrstvy sedimentu zpracovávaného makrozbytkovou analýzou končí kolem 260 cm. Avšak pro rekonstrukci vývoje vegetace litorální části jezera tato hloubka postačuje. Pro dokreslení vývoje starších období byla provedena korelace s hlavním profilem (HP), odebraného ze středu jezera. Hlavní profil představuje kontinuální záznam vývoje jezera od nejstarších období až po stadium stavby rybníka (Pokorný et Jankovská 2000, Pokorný 2002).

Sonda 4 byla odebrána za účelem provedení makrozbytkových (P. Žáčková) a xylotomárních analýz (P. Bobek).

4.1.2 Chrást

Profil Chrást byl odebrán v létě 2007. Místo odběru bylo stanoveno po vizuálním zhodnocení leteckých snímků středního Polabí zachycujících staré zazemněné meandry řeky Labe, díky rozdílům ve vegetaci rostoucí na jejich povrchu (obr. Příloha).

Po vyhloubení kopané sondy o rozměrech 3 x 4 m ve středu bývalého meandru, byl po začištění kolmých stěn odebrán sediment do plechových krabic o rozměrech 10 x 7,5 x 50 cm. Celková hloubka profilu činí 285 cm. Takto získaný sediment byl podoben analýze: pylové (L. Petr) makrozbytkové (P. Žáčková), xylotomická (J. Novák) a dále také bude také provedena determinace malakofauny (J. Hlaváč).



Obr. 5: profil Chrást

Obr. 6: terénní odběr sedimentu profilu Chrást; foto R. Kozáková

4.2 Zpracování vzorků

Profil Sonda 3 odebraný vrtanou sondou byl pro potřeby makrozbytkové a pylové analýzy vzorkován po 5 a po 2 cm. Objem sedimentu jednotlivých vzorků byl stanoven použitím odměrného válce a poté přepočítán na 150 ml. Vzorky sedimentu byly vloženy do PE sáčků a označeny.

Profil Sonda 4 byl vzorkován po 5 cm, poté byl z takto získaného vzorku odměřen konstantní objem 150 ml pomocí odměrného válce, zbytek sedimentu je zabalen do PE sáčků a skladován v ledničce při teplotě do 4 °C.

Profil Chrást byl také vzorkován po 5 cm. Jednotlivé vzorky byly vloženy do papírových sáčků a vysušeny při pokojové teplotě do 27 °C z důvodu snazší manipulace při plavení sedimentu s vysokým podílem anorganickým částic. Objem vzorků byl 360 ml, avšak pro srovnání s ostatními profily byl přepočítán na 150 ml.

Dále byla shodně u všech profilů provedena separace rostlinných makrozbytků metodou vymývání a prosívání. Tento proces v sobě zahrnuje redukci objemu odstraněním jílovitých částic pod proudem vody přes pedologické síto o průměru ok 0,25 mm. Tato

velikost ok síta umožňuje zachycení i nejjemnějšího rostlinného materiálu. Proplavené vzorky byly vloženy do Petriho misek.

4.3 Determinace rostlinných makrozbytků

Množství čerstvého sedimentu po rozplavení jednoho vzorku se pohybovalo v případě Sondy 3 a Sony 4 průměrně kolem 80 ml. V případě sedimentu z lokality Chrást se průměrné množství rozplaveného materiálu lišilo v závislosti na charakteru substrátu (písek x organika). Mokrý materiál byl prohlédnut na Petrino misce pod binokulární lupou značky MBC - 10 se zvětšením 8 až 56 krát.

Z proplaveného sedimentu jsem izolovala vedle rostlinných makrozbytků, které v naprosté většině převažovaly, také fragmenty těl hmyzu a různá vývojová stádia zástupců živočišné říše (statoblasty mechovek, efipia perlooček), ze zástupců říše hub jsem izolovala kulovitá sklerocia *Coenococum geophillum*.

Separaci objektů jsem prováděla pomocí entomologické pinzety. Objekty jsem dále vysušila, určila a uložila do sterilních plastových zkumavek typu *Eppendorf* o objmu 1,5 ml.

Zaměřila jsem se především na determinaci subfosilních rostlinných makrozbytků. Zejména na generativní části rostlin – semena a plody (souhrnně nazývány též diaspory). Z vegetativních částí rostlinných těl jsem determinovala jehlice, podpůrné plodní šupiny a fragmenty samčích i samičích květenství v případě *Alnus glutinosa*. Další vegetativní části rostlin (borka, dřevité části kmenů, větví a kořenů, včetně uhlíků) jsem pouze separovala a nechala určit odborníky přes xylotomární analýzu. Na determinaci zástupců živočišné říše jsem se nezaměřila, pouze jsem izolovala fragmenty jejich těl k případnému pozdějšímu určení. Podobně jsem vytřídila části nižších rostlin, stélky mechů (*Bryophyta*), oospory zelených řas (*Characeae*) a uložila je k pozdějšímu určení.

Řada mikroskopických objektů, především semen a plodů, byla fotografována. Některé jsou uvedeny v kapitole Příloha. Pro dokumentaci objektů byl použit stereomikroskop OLYMPUS SZX12 se zvětšením 7 – 90 krát s vestavěným fotoaparátem Olympus.

4.3.1 Seznam použitých klíčů a atlasů pro determinaci

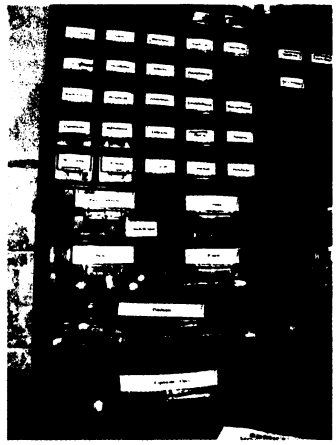
Určování nalezených makrozbytků jsem prováděla s použitím těchto atlasů a klíčů: Cappers et al. (2007), Beijerinck (1947), Katz et al. (1965), Kubát et al. (2002), Tobolski (2000).

Determinaci plodů zástupců čeledi *Cyperaceaae* jsem prováděla pomocí klíčů: Nilsson et al. (1966), Soják (1958) a atlasu Berggren (1969).

Určování endokarpů zástupců čeledi *Potamogetonaceae* jsem prováděla podle klíčů: Madalski (1949), Aalto (1970), Cappers (1957) a atlasu Velichkevich et Zastavniak (2006).

Determinaci nažek a podpůrných plodních šupin rodu *Betula* jsem prováděla s použitím klíčů: Oszast (1960), Bialobrzeska et Truchanswiczowna (1960).

Determinaci blízce příbuzných taxonů provádím také za použití **srovnávací sbírky** recentních diaspor rostlin, kterou jsem založila. Řadu diaspor se mi podařilo sesbírat v terénu během exkurzí, některé plody a semena jsem získala ze sbírky botanického ústavu AV ČR v Třeboni a část mi byla poskytnuta firmou Planta naturalis. Seznam druhů, které jsou součástí sbírky, je uveden v kapitole Příloha.



Obr. 7: sbírka diaspor

4.4 Radiokarbonové datování

Radiokarbonová analýza je nejčastěji používanou metodou k zjištění absolutního stáří daného objektu pro studované období kvartéru (Lowe et Walker 1984, Lang 1994).

Závislost obsahu ^{14}C v analyzovaném vzorku na kalendářní stáří není lineární. Obsah radioaktivního uhlíku ^{14}C ve vzduchu, který je následně zabudováván do pletiv a tkání organismů, je ovlivňován nejen změnami klimatu, ale i řadou dalších dějů (fluktuace magnetického pole, solární aktivitou spojenou s výskytem slunečních skvrn, uvolňováním radioaktivního CO_2 ze sopek, oceánů, atd.).

Proto je pro získání kalendářního stáří nutno provést kalibraci, ke které slouží tzv. **kalibrační křivka** odrážející rozdílný obsah uhlíku ^{14}C v minulosti. Tato křivka byla

sestrojena na základě korelace objektů známého stáří a dendrochronologických dat (letokruhů stromů), toto umožní získání přesnějšího stáří daného objektu (Neustupný 1969).

Kalibraci jsem provedla pomocí počítačového programu OXCAL 4.0 Radiokarbon Calibration Program (http://c14.arch.ox.ac.uk/embed.php?File=oxcal.html).

4.5 Magnetická susceptibilita (MS) a ztráta žíháním (LOI)

Magnetická susceptibilita je bezrozměrná fyzikální veličina, která popisuje chování materiálu ve vnějším magnetickém poli. Značí se χ_m, někdy také κ nebo K. Vypočítává se podle vzorce:

$$\chi_m = \frac{M}{H}$$

kde M je magnetizace a H je intenzita magnetického pole (obě uvedené veličiny se měří v ampérech na metr).

Magnetická susceptibilita je velmi vhodným ukazatel změn ve složení nerostů a hornin. V paleoekologických oborech je možné použít tuto veličinu jako indikátor změn jezerních usazenin. Seierstad et al. (2002) zkoumali odraz sněhových lavin v sedimentech norského jezera Groningstolsvatent za použití výsledků MS, dále např. Mazzucchi et al. (2003) rekonstruovali změny klimatu během holocénu (jednou z použitých metod byla práve MS) ze sedimentů jezera Pyramid Lake.

Magnetická susceptibilita citlivě reaguje na výskyt magneticky aktivních minerálů, čehož je využíváno při sledování výskytů příměsí klastckých materiálů (jílů a písků) v sedimentech organického původu. K depozice minerogenních vrstev dochází v důsledku erozí, které bývají spojené s klimatické výkyvy při dlouhodobém poklesu teplot.

Magnetická susuceptibilita byla měřena na přístroji **KLY-4S CS-3** v paleomagnetické laboratoři v Průhonicích, která je postavena z nemagnetických stavebních materiálů a splňuje přísné požadavky paleomagnetického výzkumu. Naměřené hodnoty MS jsou udávány v 2×10^{-8}, což je bezrozměrná veličina soustavy SI (S. Šlechta pers. com.).

Doplňující informace o množství organického a karbonátového podílu ve vzorku přináší metoda **ztráta žíháním** (LOI; loss on ignition), která udává procento spalitelného podílu. Tato metoda se běžně užívá při rozboru jezerních usazenin (Heiri et al. 2001).

Každý vzorek profilu Chrást byl po vysušení zvážen a poté v keramických kelímcích žíhán při teplotě 550°C v peci laboratoře geobotanického praktika. Po spálení bylo zbylé

množství sedimentu opět zváženo na analytických vahách a následně vypočítáno procento hmotnostního úbytku pro každý vzorek.

4.6 Analýza dat programu POLPAL

Po provedení makrozbytkové analýzy profilů z lokalit Švarcenberk (Sonda 3; Sonda 4) a Chrást byla získaná paleobotanická data ze změřeného obsahu sedimentu přepočítána na množství sedimentu o objemu 150 ml. Takto upravená data byla vyhodnocena použitím program POLPAL (Nalepka et Walanusz 2003).

Pro statistické posouzení všech tří profilů byla použita numerická metoda **CONSLINK** programu POLPAL, která představuje klastrovou analýzu. Tato metoda shlukuje vzorky na základě stratigrafických omezení do skupin podle vzájemné podobnosti a to až do nejvyšší možné hladiny, kdy jsou děleny výsledné dvě skupiny vzorků. Takto zanalyzovaná data umožňují dělení na základě podobnosti vzorků do jednotlivých zón, podle vývoje vegetace v minulosti.

Další statistickou analýzou programu POLPAL je multivarianční analýza **PCA** (Principal Component Analysis), jejíž tři hlavní osy znázorňují variabilitu vzorků. První osa je nejdůležitější a obsahuje lineární kombinaci taxonů, zbylé dvě vedlejší osy znázorňují variabilitu vzorků v prostoru.

Další analýzou je **Rarefaction analysis**, která zobrazuje celkové druhové bohatství vorků, zaznamenává nárůst a úbytek počtu druhů. V některých případech jsou vzorky, zejména pokud jsou příliš druhově chudé nebo neobsahují makrozbytky, vyloučeny z analýzy.

4.7 Analýza dat v programu CANOCO

Statistické zpracování jsem provedla v programu CANOCO for Windows 4.5 (ter Braak et Šmilauer 2002). Tento program umožňuje objektivní zhodnocení získaných paleobotanických dat, která jsou kvantitativní i kvalitativní povahy a splňují podmínky proto, aby byla analyzována jako mnohorozměrná. Na základě těchto výsledků byly jednotlivé vzorky děleny do skupin (zón) nezávisle na času (hloubce).

Vlastní analyzované profily představují transekty v čase nebo trvalé plochy zaznamenávané po velmi dlouhou dobu. Avšak intervaly mezi jednotlivými záznamy nejsou stejně dlouhé, díky tomu, že sedimentace v čase neprobíhá konstantní rychlostí. Proto použití přímých technik (RDA a CCA) s časem (hloubkou) jako nezávislou proměnnou není vhodné,

protože se nejedná o jednoduchý gradient a floristické složení se mohlo v čase dramaticky měnit. Z tohoto důvodu je vhodnější používat techniky nepřímé. Vzhledem k výše zmíněné složitosti gradientu je doporučováno použití unimodální techniky DCA (Detrended Component Analysis).

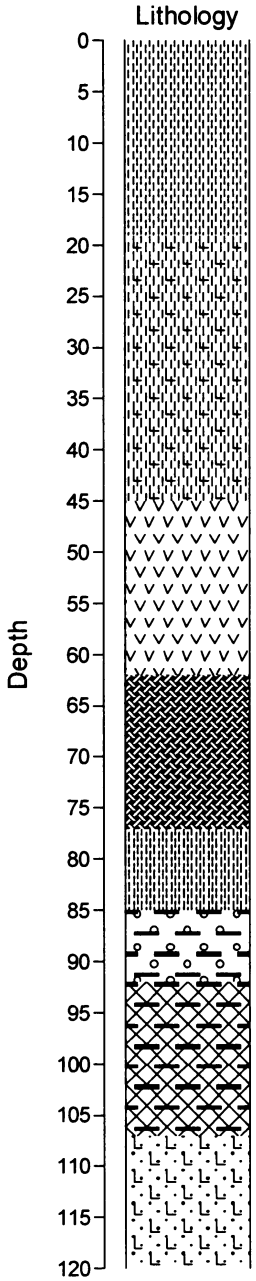
5 VÝSLEDKY

5.1 Švarcenberk

5.1.1 Stratigrafický popis profilu Švarcenberk – Sonda 3

Popis provedl P. Pokorný. Na bázi odebraného profilu v hloubce 107 – 120 cm nebyly zaznamenány žádné organické zbytky. Podloží je tvořeno anorganickým jílovotopísčitým sedimentem.

Obr. 8: Sedimentologický popis profilu dle Troels-Smith (1955)



0 – 20 cm:	nerozložená ostřicová slatina
20 – 46 cm:	rozložená ostřicová slatina s příměsí jílu
46 – 62 cm:	rozložená dřevitá slatina, ve vrstvě 62 cm hiát (prokázán pylovou analýzou)
62 – 77 cm:	rákosová slatina s mikroskopickými uhlíky (černé zbarvení)
77 – 85 cm:	rákosová slatina (zbarvení světle žlutohnědé)
85 – 92 cm:	písek se dřevem a uhlíky
92 – 100 cm:	jílovitý jezerní sediment s pískem, s dřevěnými artefakty a uhlíky
100 – 107 cm:	jílovitá gyttja s úlomky dřeva a uhlíky
107 – dále	písek s jílem – přepracované podloží

5.1.2 Makrozbytková analýza profilu Švarcenberk – Sonda 3

Na základě klastrové analýzy CONSLINK programu POLPAL (Nalepla et Walanusz 2003), sedimentologického rozboru a vizuálního posouzení sestrojeného makrozbytkového diagramu, jsem rozlišila v profilu čtyři hlavní zóny: **S3 – 1 (a, b, c)**; **S3 – 2**; **S3 – 3**; **S3 – 4**.

Zóna S3 – 1: (60 – 107 cm) zachycuje období existence jezera a fáze zazemňování
Zóna S3 – 2: (46 – 60 cm) obsahuje hiát: dokládá stř. atlantik i dobu před stavbou rybníka
Zóna S3 – 3: (20 – 46 cm) představuje období existence rybníka
Zóna S3 – 4: (0 – 20 cm) reprezentuje současný stav

Zóna S3 – 1: (85 – 107 cm)

Tuto zónu je možné jemněji rozčlenit na další tři zóny: S3 – 1a, S3 – 1b, S3 – 1c.

S3 – 1a

V této zóně (85 – 107 cm) byly při výkopu sondy nalezeny opracované fragmenty dřev, makroskopické uhlíky a část skořápky lískového oříšku (*Corylus avellana*). Stáří těchto objektů po kalibraci radiokarbonových dat spadá do období časného holocénu (preboreál).

Pro tuto zónu je charakteristická dominance semen makrofytní vegetace, indikující přítomnost vcelku rozlehlého přirozeně eutrofního až mezotrofního jezera (*Nmphaea alba, Batrachium* sp., *Myriofyllum spicatum, M. verticillatum, Najas minor, Ceratophyllum demersum, Potamogeton* sp., *P. perfoliatus, P. pusillus, P. natans, P. praelongus* a *P. obtusifolius*) a druhy spíše oligotrofních vod (*Nuphar pumila, Potamogeton filiformis, P. alpinus*). O přítomnosti jezera, vedle nálezů diaspor vyšších cévnatých rostlin, také svědčí přítomnost: oospor zelených řas čeledi *Characeae*, efipií (zimních rozmnožovacích stádií) perlooček (*Cladocera*) a statoblastů mechovek (*Bryozoa*).

Dále se zde vyskytují diaspory rostlinných druhů, rostoucí v litorálním společenstvu rákosin a vysokých ostřic (*Schoenoplectus lacustris*, *Schoenoplectus* cf. *tabernaemontani* – druh zasolených močálů a diagnostický druh rákosin – *Lycopus europaeus*). Z porostů vysokých ostřic se zde vyskytují nažky: *Carex sect. acutae, C. rostrata, C. riparia.*

Také jsem v této zóně nalezla semena mezotrofních druhů preferujících bahnité substráty (*Menyanthes trifoliata, Comarum palustre, Carex pseudocyperus, Carex rostrata,* a dále druhy eutrofních bahnitých substrátů: *Sparganium emerzum, Batrachium* ssp. a *Hippuris vulgaris*), které jsou adaptované na rozkolísanost vodní hladiny.

Doložen je také výskyt ruderálních druhů a druhů indikující lidská sídliště (*Urtica dioica, Artemisia* sp., *Rubus* sp., *Rubus idaeus*, *R. saxatilis*, *Carex hirta*, *Carex demissa*).

V této zóně se také vyskytují nažky *Betula pendula/pubescenc*. Podle morfologie podpůrných plodních šupin, mohu potvrdit přítomnost *Betula pubescens.*

Další dřevinou vyskytující se v této zóně je *Pinus sylvestris*, kterou dokládají jak semena, tak i úlomky větviček, jehlic a dřev včetně uhlíků.

S3 – 1b

V této zóně (75 – 85 cm) byl nejvíce zastoupen druh *Schoenoplectus lacustris*, a dále pak *Lycopus europaeus* a *Carex pseudocyperus*, které svědčí o intenzivním zarůstání břehových partií vodních nádrží.

V této zóně se také vyskytují diaspory vodních makrofyt, poukazující na přítomnost vodní plochy, avšak v mnohem omezenější míře, než tomu bylo v zóně předchozí. Ustupujícími druhy jsou: *Nymphaea alba*, *Nuphar pumila*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. pusillus, P. filiformis*. Mezi druhy makrofytní vegetace, které se zde již neobjevují, patří: *Potamogeton alpinus*, *P. praelongus, P. natans.*

Naproti tomu se zde ve větší míře vyskytují druhy: *Najas marina, N. minor, Potamogeton obtusifolius.*

S3 – 1c

Tato zóna (60 – 75 cm) je tvořena rákosovou slatinou s mikroskopickými uhlíky, které propůjčují této vrstvě černé zbarvení. Po kalibraci radiokarbonově datované borovicové kůry z hloubky 65 cm se ukázalo, že se jedná o vrstvu z období středního atlantiku.

Pro tuto zónu je charakteristická absence makrozbytků. Ve vzorku 65 – 70 cm této zóny byly nalezeny pouze dvě chlopně tobolky *Juncus* sp. Podle zachování (především lesku) těchto fragmentů tobolky a výjimečnosti nálezu se domnívám, že se jedná o redeponovaný objekt, který je s nejvyšší pravděpodobností mladší.

Ve vzorku 60 – 63 cm, byly nalezeny (vždy v počtu jeden kus), tyto druhy: *Rubus idaeus* a druhy olšin, vyžadující vlhká živinami bohatá stanoviště: *Alnus glutinosa, Carex pseudocyperus, Solanum dulcamara, Ranunculus repens*. Dále pak fragmenty dřev *Alnus* sp. a dřevité objekty, které se díky malé velikosti nepodařilo xylotomární analýzou determinovat (borka a úlomky dřev).

Zóna S3 – 2: (46 – 60 cm)

Tato zóna je tvořena vrstvou rozložené dřevité slatiny, obsahující četné fragmenty kůry, větví, dřevitých částí kmenů a kořenů.

Nízký počet nalezených makrozbytků (*Sambucus nigra*, *Carex* cf. *vesicaria* a *Juncus* sp.) neumožňuje bližší vysvětlení dějů, ke kterým v tomto období docházelo, avšak z celkového kontextu můžeme usuzovat, že tyto sedimentární vrstvy zachycují olšinu období středního holocénu a zároveň jsou tyto sedimenty podložím rybníka Švarcenberk.

Z dřevin zde byla nalezena kůra *Alnus* sp., dále dřevo *Betula sp., Pinus sp.* a *Picea abies*, a také dřeva, která se nepodařilo determinovat.

V této vrstvě bylo nalezeno významné množství sklerocií *Coenococcum geophillum*, jedná se o kulovitá anamorfní stádia hub, která jsou svojí ekologií vázána na kořenový systém olšin.

Zóna S3 – 3: (20 – 46 cm)

Tato zóna je tvořena světlehnědou vrstvou rozložené slatiny s příměsí jílu a písku.

V této zóně dominují diaspory jednoletých druhů osídlující periodicky obnažovaná dna. Jedná se o vegetaci dna letněného rybníka Švarcenberk, který byl založen na místě bývalého jezera Švarcenberk na přelomu 17. a 18. století (mladší subatlantik).

Druhy lze zařadit do svazu *Eleocharition ovate* (Klika 1935): *Carex bohemica, Eleocharis ovata, E. acicularis, Juncus sp.* Z vodních druhů se zde vyskytují nažky *Batrachium* sp. Lakušníky představují vodní byliny kořenující ve dně, adaptované na kolísání vodní hladiny. V případě vyschnutí vodní nádrže vytváří subterestrické formy, které jsou přechodně přizpůsobené životu na vlhkém bahnitém dně.

Dále se zde vyskytovala semena *Persicaria lapatifolia agg.* a *Ranunculus flamula.* Tyto druhy rostou na vlhkých zamokřených, dusíkem bohatých substrátech. Také mohou osídlovat okraje rybničních nádrží.

Také se zde vyskytovala semena vysokých litorálních ostřic. Nalezla jsem především nažky *Carex sect. acutae, C. vesicaria, C. rostrata* + listence. A dále pak větší množství nažek *Carex canescens*, která také často osídluje břehy rybníků.

Na přítomnost vodní nádrže poukazuje také větší množství oospor zelených řas čeledi *Characeae*, dále pak statoblasty *Bryozoa*, a efipia řádu *Cladocera*.

Dřeviny jsou zde zastoupeny přítomností většího uhlíku *Alnus* sp. a řadou menších, neurčitelných uhlíků. Dále jsem zde nalezla semeno *Picea abies.*

Zóna S3 – 4: (0 – 20 cm)

V této zóně, tvořené tmavohnědou, nerozloženou, mocně prokořeněnou ostřicovou slatinou jsem nalezla řadu diaspor, které po krátké době po rozplavení sedimentu začaly klíčit. Je velmi pravděpodobné, že některé druhy si uchovají klíčivost po několik let, ovšem maximální doba, po kterou jsou semena schopna setrvávat v dormanci, není spolehlivě známa. Domnívám se, že se jedná o recentní druhy.

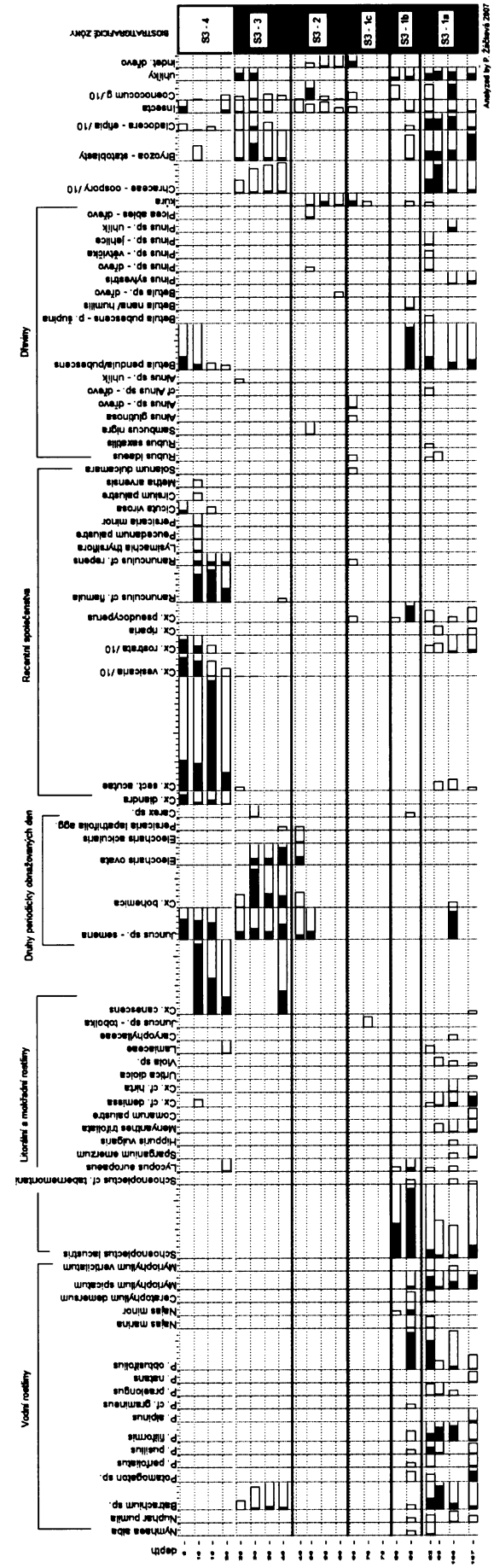
Ve velmi hojném počtu byla v této vrstvě zastoupena semena vysokých litorálních ostřic: *Carex sect. acutae, C. vesicaria, C. rostrata* a *C. diandra.* V případě *C. rostrata* a *C vesicaria* se zachovaly jejich měchýřkovité listence.

Také jsem zde nalezla diaspory druhů svojí ekologií často vázány na bahnité břehy vodních nádrží, často rostoucí v porostu vysokých ostřic a rákosin: *Cicuta virosa*, *Peucedaum palustre*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia thyrsiflora.*

Dále druhy indikující rašelinné mezotrofní louky s kyselou reakcí: *Carex echinata*, *Cirsium palustre.* A druhy vlhkých luk s vyšším obsahem dusíku: *Ranunculus flamula*, *Ranunculus* cf. *repens* a *Persicaria minor.*

Z dřevin jsem zde nalezla pouze nažky *Betula pendula / pubescens.*

Nález malého množství *efipií* perlooček (*Cladocera*), není neobvyklý, přestože v současnosti se vodní plocha nachází několik metrů od místa odběru sondy. Tato rozmnožovací stádia se šíří po vodní hladině k břehům a dále větrem do blízkého okolí.



Obr. 9 Švarcenberk – Sonda 3. Makrozbytkový diagram (49°08´N, 14°41´E; 412 m.n.m.)

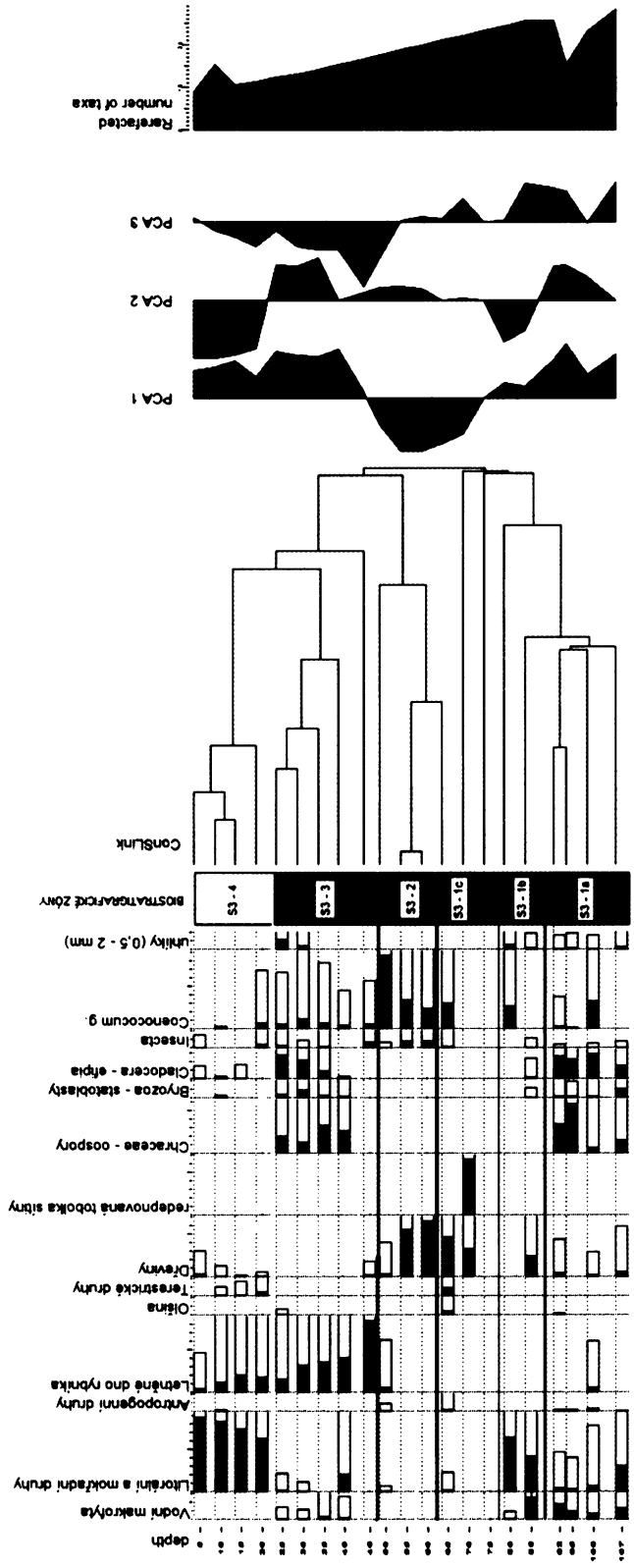
5.1.3 Analýza dat v programu POLPAL

Výsledky statistické analýzy profilu Sonda 3 v programu POLPAL (Nalepka et Walanusz 2003) shrnuje obr. č. 10.

Výsledky clusterové analýzy **CONSLINK** byly použity při stanovování biostratigrafických zón v makrozbytkovém diagramu. Potvrdila se odlišnost spodních vzorků zóny S3 – 1 (jezero) od ostatních. Blízce příbuzné jsou zóny S3 – 4 (recentní druhy) a S3 – 3 (letněné dno rybníka), které jsou uvnitř značně homogenní. Naproti tomu klastrová analýza ukázala heterogenitu uvnitř zón S3 – 2 a S3 – 1c, které byly patrně provzdušněné v důsledku těžby rašeliny.

Analýza **Rarefaction analysis** poskytla obraz druhového bohatství jednotlivých zón. Díky nízkému počtu makrozbytků, zejména ve střední části diagramu, mohou být výsledky méně průkazné. Jedná se o vzorky 46 – 85 cm (zóny S3 – 1c a S3 – 2). Přesto je z diagramu patrné, že druhově nejbohatší je bazální část (vzorky 95 – 107 cm), která představuje jezerní biotop. Během postupného zazemňováním litorálních partií jezera dochází k poklesu druhové diversity. Potvrdila se také druhová bohatost horní části profilu, která představuje recentní společenstva litorálu rybníka Švarcenberk a to patrně díky tomu, že na tato oblast je v blízkosti rašelinných luk i kulturních polí.

Výsledky první osy **PCA** analýzy ukazují na některé shodné trendy vývoje a podobnost vrstev 20 – 46 cm (zóna S3 – 3: rybník) a 80 – 107 cm (zóna S3 – 1a, b: jezero) a na odlišnost zóny S3 – 2 (46 – 60 cm), která obsahuje nepatrné množství makrozbytků v souvislosti s provzdušněním díky těžbě rašeliny.



Obr. 10: Sonda 3; Výsledky statistické analýzy programu POLPAL. Vedle sumárního procentického makrozbytkového diagramu s vyznačenými biostratigrafickými zónami jsou znázorněny výsledky následujících analýz: CONSLINK, PCA (tři osy), Rarefaction analysis.

5.1.4 Analýza dat v programu CANOCO

Výsledky mnohorozměrné statistické analýzy profilu Sonda 3 v programu CANCO for Windows 4.5 (ter Braak et Šmilauer 2002) shrnuje obr. č. 11.

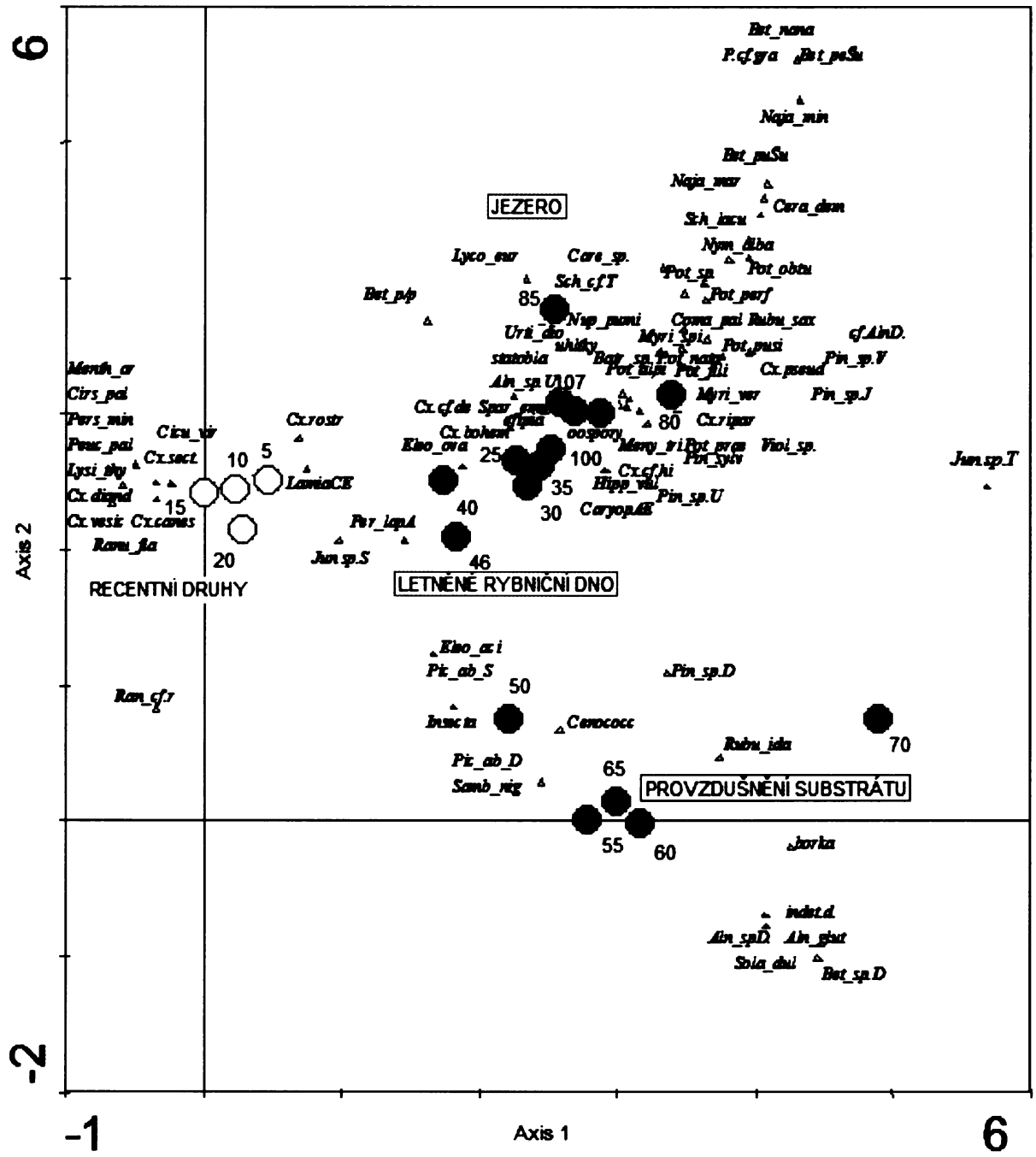
Bylo použito nepřímé ordinační analýzy DCA, která umožnila rozdělit makrozbytky do skupin nezávisle na času (hloubce). Patné jsou shodné trendy clusterové i DCA analýzy.

Distribuce jednotlivých vzorků v ordinačním diagramu ukazuje na jejich příbuznost. Odlehlá hodnota (Jun.sp.T) představuje nejspíše redepovnovaný objekt, jedná se o nález dvou velmi zachovalých chlopní tobolky sítiny. Odlehlé vzorky v dolní polovině diagramu, poukazují na nečitelnost záznamu vlivem absence velké části makrozbytků, jedná se o zónu S3 – 2 a o vrchní vzorky S3 – 1 (zazemňující se jezero: S3 – 1c). Blízkost těchto zón nasvědčuje, že zásah vlivem těžby rašeliny se mohl dotknout obou zón.

Dále je nápadná podobnost vzorků ranně holocenního jezera a rybníku, který byl postaven na přelomu 17 a 18. st.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	0.636	0.478	0.099	0.066	3.261
Lengths of gradient	4.764	3.794	2.902	1.864	
Cumulative percentage variance of species data	19.5	34.2	37.2	39.2	

Tab. č. 1. Výsledná statistika DCA analýzy s odmocninovou transformací a snížením váhy vzácných druhů. Délka gradientu je 4,764. První osa vysvětlila 63,6 % a druhá 47,8 % celkové variability.

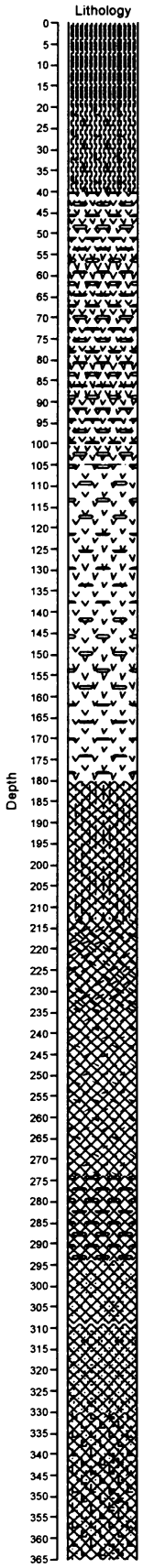


Obr. 11: Ordinační diagram vzorků v prvních dvou osách DCA analýzy (s odmocninovou transformací a snížením váhy vzácných druhů). Délka gradientu: 4,764. První osa vysvětlila 63,6 % celkové variability. (modře: zóna S3 – 1; červeně: zóna S3 – 2; zeleně: zóna S3 – 3; žlutě S3 – 4)

5.1.5 Stratigrafický popis profilu Švarcenberk – Sonda 4

Vzorky odebrané z kopané sondy končí ve 260 cm

Obr. 12: Sedimentologický popis profilu dle Troels-Smith (1955)



0 – 20 cm:	nerozložená ostřicová slatina
20 – 40 cm:	slatina s jílovitými splachy
40 – 105 cm:	rozložená dřevitá slatina (dřevo > 50%, mnoho kořenů)
105 – 180 cm:	rozložená dřevitá slatina (dřevo < 50%, větvičky), 150 - 185 cm velký kmen
180 – 213 cm:	jezerní sediment se zbytky rákosu a s oříšky *Trapa natans*
213 – 234 cm:	gyttja hrubší detritická
234 – 274 cm:	gyttja jemná (odebraný profil končí ve 260 cm)
274 – 294 cm:	gyttja s hojnými úlomky dřeva
294 – 330 cm:	gyttja s příměsí písku, směrem dolů písku přibývá
330 – 365 cm:	jílovito-písčitý jezerní sediment

5.1.6 Makrozbytková analýza profilu Švarcenberk Sonda 4

Na základě klastrové analýzy CONSLINK programu POLPAL (Nalepla et Walanusz 2003), sedimentologického rozboru a vizuálního posouzení sestrojeného makrozbytkového diagramu, jsem rozlišila v profilu následující tři hlavní zóny: **S4 – 1**; **S4 – 2**; **S4 – 3 (a, b, c)**.

Zóna S4 – 1: (230 – 260 cm) zachycuje období existence jezera a rané fáze zazemňování
Zóna S4 – 2: (175 – 230 cm) odpovídá období rozvoje mokřadních olšin
Zóna S4 – 3: (120 – 175 cm) zachycuje období ústupu olšin

Zóna S4 – 1: (230 – 260 cm)

Tato zóna je tvořena jemným jezerním sedimentem (*gyttjou*). Pro tuto zónu je charakteristická dominance semen makrofytní vegetace, dokládající přítomnost velkého, přirozeně eutrofního až mezotrofního jezera: *Nmphaea alba, Nuphar lutea, Batrachium* sp., *Myriofyllum spicatum, M. verticillatum, Najas marina, Ceratophyllum demersum, Potamogeton sp., P. perfoliatus, P. pusillus, P. natans, P. praelongus* (C1) a *P. obtusifolius. P. cf. gramineus* (C2), *P. densus* a *P. filiformis*. Vyskytují se zde také celé oříšky *Trapa natans* a jejich odlomené ostny. Tvrdé peckovité plody kotvic, opatřené háčky se po dozrání uchycují v bahnitém dně hlubších částí jezer, kde v květnu příštího roku klíčí a ke břehům jsou zafoukávány pouze prázdné rozlámané skořápky.

Dále se v této zóně v nevelké míře vyskytují diaspory druhů, rostoucí v litorálním společenstvu rákosin: *Typha latifolia, Schoenoplectus lacustris* a *Lycopus europaeus*, který je diagnostickým druhem rákosin eutrofních vod. Ze zástupců porostů vysokých ostřic jsem nalezla nažky: *Carex acutiformis, C. pseudocyperus, C. vesicaria.*

V této zóně jsem také zaznamenala výskyt diaspor druhů rostoucích na bahnitých březích vodních nádrží: *Eleocharis cf. plaustris, Carex canescens, Ranunculus sceleratus, Filipendula ulmaria* a *Cicuta virosa.*

Za zmínku stojí také *Urtica dioica*, nitrofilní druh vyskytující se v okolí lidských sídlišť.

Z dřevin se v této zóně vyskytuje velké množství nažek i podpůrných plodních šupin *Betula pendula / pubescens*. Některé dobře zachovalé nažky s blanitými lemy a plodní šupiny potvrzují přítomnost *B.* cf. *pubescens*. Dále jsem zde v nevelkém počtu nalezla nažky a vřetena samičích šištic *Alnus glutinosa.*

O přítomnosti vodní nádrže, vedle nálezů diaspor vyšších cévnatých rostlin, také svědčí výskyt oospor zelených řas čeledi *Characeae*, efipií perlooček (*Cladocera*), statoblastů mechovek (*Bryozoa*).

Zóna S4 – 2: (175 – 230 cm)

Tato zóna je tvořena jezerním sedimentem se zbytky rákosu a oříšky *Trapa natans*. Na bázi této zóny v hloubce kolem 213 až 234 cm je sediment tvořen hrubší detritickou *gyttjou*.

Z hloubky 195 – 200 cm byl radiokarbonově datován oříšek kotvice (6 340 ± 110 BP). Po kalibraci se stáří objektu pohybuje mezi léty 5 513 – 5 040 BC, toto stáří odpovídá období středního atlantika.

V této zóně vyznívají druhy makrofytní vegetace vodních nádrží. V menší míře se na bázi této zóny vyskytují diaspory: *Nuphar lutea, Nymphaea alba, Najas marina, Ceratophyllum demersum, Myriophyllum verticilatum* a *Trapa natans*. Z rdestů se zde vyskytuje pouze *Potamogeton perfoliatus* a *P. pusillus*.

Také se v této zóně již v mnohem menší míře vyskytují diaspory druhů, rostoucí v mělkých bahnitých litorálech jezer: *Typha latifolia*, *Lemna* sp., *Eleocharis* cf. *palustris*.
Ze zástupců porostů vysokých ostřic jsem zaznamenala pouze *Carex sect. acutae*.

Převládají zde nálezy diaspor druhů mokřadních olšin: *Carex acutiformis, C. pseudocyperus, C. vesicaria, Calla palustris, Cicuta virosa, Solanum dulcamara, Lysimachia vulgaris*.

Také zde můžeme nalézt druhy se širší ekologickou valencí, které můžeme najít jak v litorální zóně jezer, tak v mokřadních olšinách: *Filipendula ulmaria, Peucedanum* sp., *Lycopus europaeus, Comarum palustre*, *Carex canescens, Scirpus sylvaticus*.

Také jsem zde nalezla nažky *C. bohemica*, která osídluje obnažené písčité břehy, případně také podmáčená písčitá pole a lady.

Na možný výskyt lidí by mohly poukazovat nálezy *Rubus idaeus* a *Rubus* sp. a také diaspory vlhkomilných nitrofilních druhů osídlujíc ruderalizované břehy vodních nádrží a okolí lidských sídel: *Urtica dioica*, *Rumex obtusifolius, Mentha arvensis, Alchemilla* sp. a také nálezy uhlíků, které se pro jejich malou velikost nepodařilo určit.

Z dřevin zde dominuje výskyt *Alnus glutinosa*. Tento taxon je zde zastoupen vysokým počtem nažek (průměrně kolem 350), dále přítomností vřeten samičích dřevnatých šištic a také se zde vyskytují mladé, ne zcela vyvinuté samičí šištice a fragmenty samčích jehněd. Tyto nálezy spolu s výskytem endokarpů semen *Frangula alnus* svědčí o přítomnosti porostu olší v bezprostředním okolí odběru sondy.

Dále jsem zde nalezla velký počet nažek a pár podpůrných plodních šupin *Betula pendula/pubescens*. Jehlice a semena *Picea abies*. Tyto druhy pravděpodobně tvořily doprovod *Alnus glutinosa.*

Oospory parožnatek, zelených řas čeledi *Characeae* se zde již nevyskytují, avšak nalezena zde byla efipia perlooček a statoblasty mechovek, které potvrzují přítomnost alespoň mělké vodní plochy v okolí olšinových porostů.

Zóna S4 – 3: (120 – 175 cm)

Tuto zónu je možné jemněji rozčlenit na další 3 zóny (S3 – 1a, S3 – 1b, S3 – 1c)

S4 – 3a

Tato zóna (155 – 175 cm) je tvořena rozloženou dřevitou slatinou s obsahem dřevitých částí pod 50 %.

V této vrstvě se ještě vyskytují diaspory některých vodních rostlin, avšak již ve velmi omezené míře. Jedná se o *Potamogeton perfoliatus* a *Trapa natans*, kterou dokládají pouze háčkovité ostny. Z litorálních druhů jsem nalezla obilky *Typha* cf. *latifolia*. Jiné druhy vodních makrofyt a litorálních porostů zde zaznamenány nebyly.

Pro tuto zónu je charakteristické pomalé vyznívání některých druhů mokřadních olšin: *Carex acutiformis, Catex pseudocyperus, C. vesicaria*. Zatímco nález diagnostického druhu tohoto biotopu - *Carex elongata* poukazuje spolu s *Lysimachia vulgaris* na jeho stálou přítomnost.

Nálezy diaspor mezotrofních druhů osídlujících bahnité substráty mělkých stojatých vod: *Calla palustris, Menyanthes trifoliata, Cicuta virosa, Solanum dulcamara*, *Lycopus europaeus* dokládají přítomnost polozazazmněné vodní nádrže.

Z ruderálních druhů se v této zóně vyskytly nažky *Urtica dioica* a obilku trávy ze sekce *Panicoidae*.

Dřeviny jsou zde zastoupeny dominujícími nažkami a vřeteny samičích šištic *Alnus glutinosa* a nažkami *Betula pendula/pubescens*. Na základě jedné zachovalé nažky s blanitým lemem mohu potvrdit výskyt *Betula pubescens*, tvořící společně s *Alnus glutinosa* stromové patro mokřadních olšin.

Ojediněle se zde vyskytují také semena *Frangula alnus* a *Rubus idaeus*. *Picea abies* je zastoupen pouze jedním semenem a úlomkem jehlice.

Drobné nálezy efipií perlooček a statoblastů mechovek také poukazují na přítomnost nedaleké vodní plochy.

S4 – 3b

Tato zóna (145 – 155 cm) je charakteristická výrazným druhovým i početním poklesem v zastoupení makrozbytků. Absence vodních a pobřežních druhů rostlin svědčí o velmi pokročilé fázi zazemnění jezera.

Tato zónu se vyznačuje přítomností semen *Calla palustris*, *Solanum dulcamara*, *Lycopus europaeus.* Zaznamenán je pokles nažek *Carex acutiformis*, která je v ostatních zónách hojná.

Tuto zónu jsem vylišila po zhodnocení zkonstruovaného makrozbytkového diagramu, který zachycuje významný pokles v zastoupení *Alnus glutinosa.* Také *Betula pendula / pubescens* se vyskytuje v menší míře. Toto nasvědčuje, že došlo k výraznému ústupu mokřadních olšin v této oblasti. Olšinové porosty se mohou vyskytovat kontinuálně na lokalitě po tisíce let, avšak za předpokladu, že dochází k jejich cyklické obnově (Klimeš et al., Marek 1965). Je tedy pravděpodobné, že v této fázi došlo k lokálnímu rozpadu olšiny. V této vrstvě jsem zaznamenala také přítomnost drobných uhlíků, které by nepřímo mohly vysvětlit příčinu ústupu olšin, avšak co se týče četnosti, nejedná se o významnější nález, proto se domnívám, že degradace olšinového porostu byla přirozeného charakteru.

Zajímavé je, že nedošlo k poklesu v zastoupení semen *Frangula alnus,* diagnostického druhu tohoto biotopu. Krušina je druhem, který prosperuje spíše ve světlých lesích, křovinách a lesních lemech vlhkých humózních substrátů. Dokáže také výborně zmlazovat kořenovými výběžky (Slavík 1997). Pravděpodobně po prosvětlení porostu vlivem úbytku olše, nedošlo k jejímu ústupu díky schopnosti rychle zmladit v reakci na lepší světelné podmínky.

Dále je v této vrstvě překvapivý nález semene *Corydalis cava*, rostoucí ve světlých humózních hájích a lužních lesích. Přítomnost tohoto druhu by mohla být také spojená s prosvětlením porostů vlivem ústupu *Alnus glutinosa.*

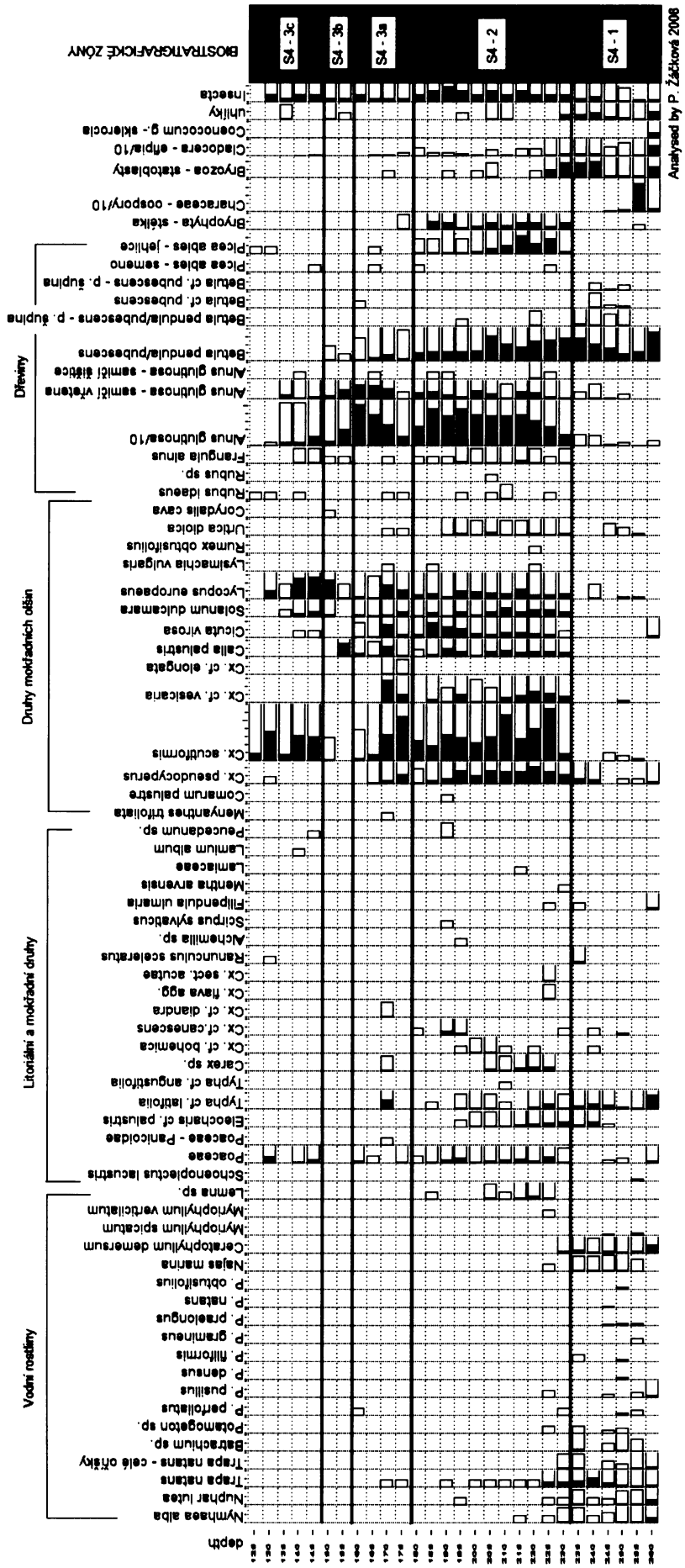
S4 – 3c

V této zóně (120 – 145 cm) opět stoupá počet nalezených makrozbytků, avšak absence diaspor vodních makrofyt vázaných na rozsáhlejší vody pokračuje. Dominují zde diaspory druhů rostoucích na zaplavovaném bahnitém substrátu: *Lycopus europaeus, Peucedanum palustre, Ranunculus sceleratus, Cicuta virosa, Carex acutiformis, C. pseudocyperus.*

Na přítomnost lidského sídliště by mohly poukazovat diaspory nitrofilních druhů ruderalizovaných stanovišť: *Lamium album* a *Solanum dulcamara.* A také větší množství semen *Rubus idaeus.*

Z dřevin ve střední části znovu dominuje *Alnus glutinosa*, zastoupená jak nažkami, tak i vřeteny samičích šištic a mladými samičími šišticemi, avšak směrem do přítomnosti je opět zaznamenán strmý pokles výskytu diaspor. výskyt semen *Frangula alnus* sledují podobný trend. Dále je z této zóny doložen přítomností semen a úlomků jehlic druh *Picea abies*.

Také jsem zde nalezla menší množství efipií perlooček, které potvrzují přítomnost alespoň mělké vodní plochy v někde v okolí místa odběru sondy.



Obr. 13: Švarcenberk – Sonda 4
Makrozbytkový diagram
(49°08´N, 14°41´E; 412 m.n.m.)

5.1.7 Analýza dat v programu POLPAL

Výsledky statistické analýzy Švarcenberk Sonda 4 v programu POLPAL (Nalepka et Walanusz 2003) shrnuje obr. č. 14.

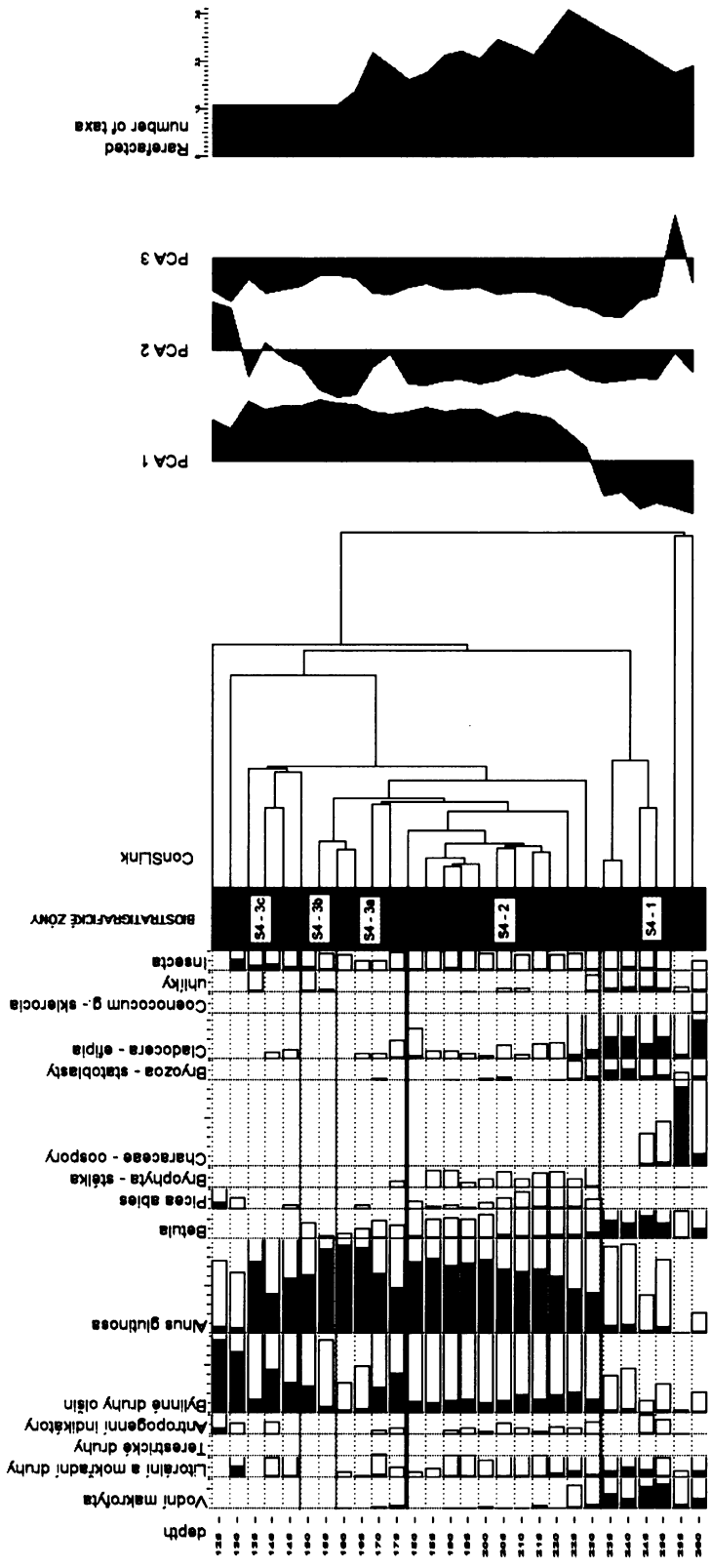
Výsledky clusterové analýzy **CONSLINK** byly použity při stanovování biostratigrafických zón v makrozbytkovém diagramu. Potvrdila se odlišnost zóny S4 – 1. Dva spodní vzorky uvnitř této zóny jsou však odlišné, což bude patrně dáno tím, že se jedná o druhy čistě jezerního biotopu, zatímco ostatní vrstvy jsou mírně odlišného charakteru, což je dáno tím, že v sobě zahrnují také dřeviny (zejména břízy a olše). Ostatní zóny (S4 – 2 a S4 - 3) jsou mnohem více homogenní, přesto však byly na základě sedimentologie jemněji členěny.

První osa **PCA** analýzy zaznamenala výraznou odlišnost zóny S4 – 1 (jezerní biotop). Homogenita ostatních zón je patná z první i druhé osy PCA analýzy.

Výsledky analýzy **Rarefaction analysis** zaznamenávají obraz druhového bohatství jednotlivých zón. Největší nárůst počtu druhů je nabázi zóny S4 – 2. To je dáno tím, že se mění jezerní biotop. Ustupují dominantní, konkurenčně silné druhy litorálu a pronikají do něho nové druhy mokřadních olšin. Dále je patrné, že nárůst počtu druhů je zastaven a klesá s rozvojem dominanty nového biotopu – olše.

Rozkolísanost křivky by mohla značit cykličnost vývoje mokřadních olšin (fáze rozpadu, kdy se uplatňují i další druhy).

V horních vrstvách zóny S4 – 3 jsou výsledky neprůkazné díky malému počtu makrozbytků.



Obr. 14: Sonda 4; Výsledky statistické analýzy programu POLPAL. Vedle sumárního procentického makrozbytkového diagramu s vyznačenými biostratigrafickými zónami jsouznázorněny výsledky následujících analýz: CONSLINK, PCA (tři osy), Rarefaction analysis

5.1.8 Analýza dat v programu CANOCO

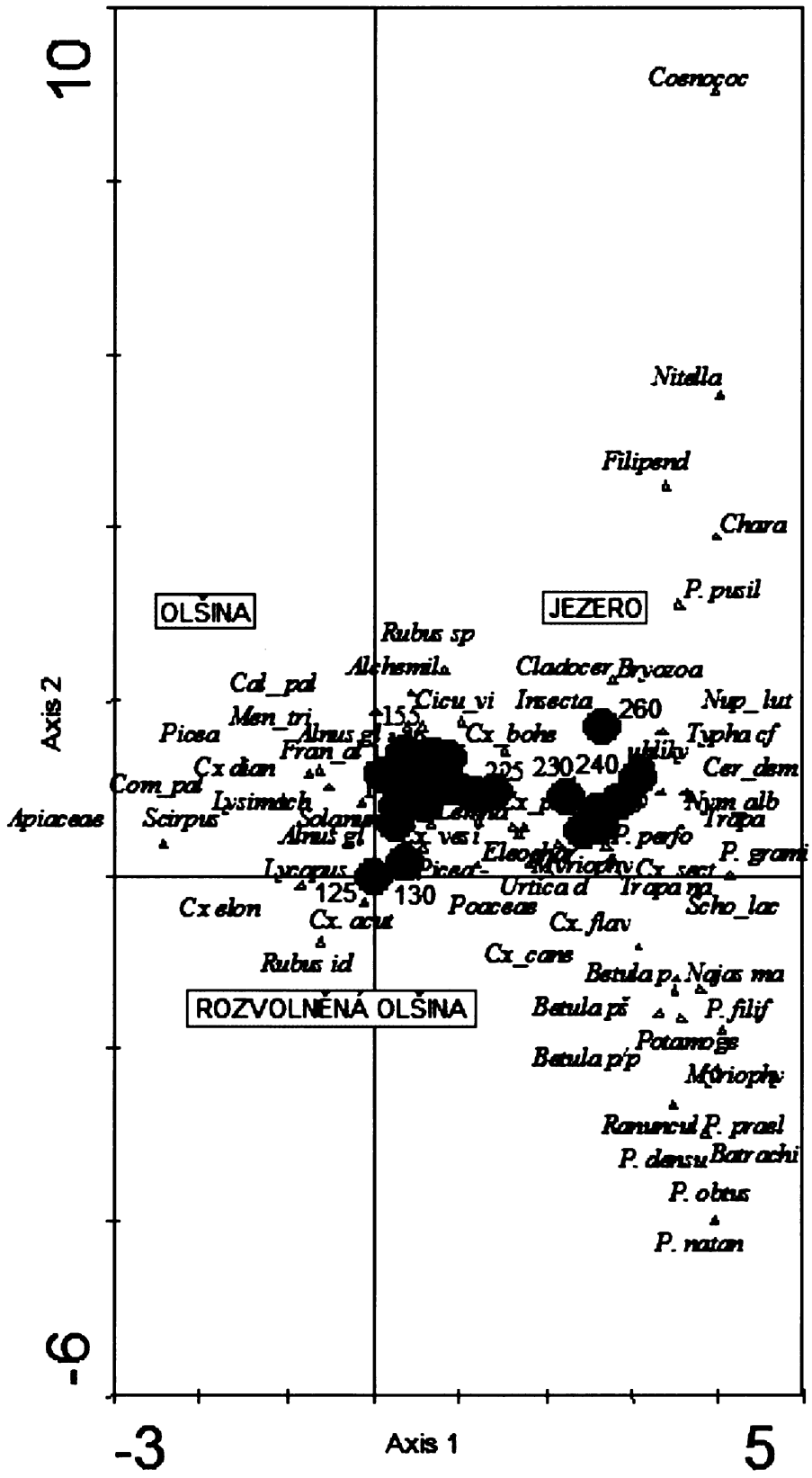
Výsledky mnohorozměrné statistické analýzy profilu Sonda 4 v programu CANCO for Windows 4.5 (ter Braak et Šmilauer 2002) shrnují první dvě osy DCA analýzy (obr. č. 15).

Nepřímá ordinační analýza DCA, rozdělila makrozbytky do skupin nezávisle na času (hloubce). Po srovnání s obr. 14 jsou patrné shodné trendy klastrové i DCA analýzy.

Distribuce jednotlivých vzorků v ordinačním diagramu ukazuje na jejich příbuznost. Nápadná je velká příbuznost vzorků, pouze zóna S4 – 1, která představuje zazemňující se jezero je nápadněji odlišena. Zóny S4 – 2 a S4 – 3 splývají, pouze podzóna S4 – 3c je nepatrně oddálena.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	0.428	0.081	0.042	0.028	1.176
Lengths of gradient	2.721	1.736	0.901	1.131	
Cumulative percentage variance of species data	36.4	43.3	46.9	49.3	

Tab. 2. výsledná statistika DCA analýzy s odmocninovou transformací a snížením váhy vzácných druhů. Délka gradientu je 2.721. První osa vysvětlila 42,8 % a druhá 0,081 % celkové variability.



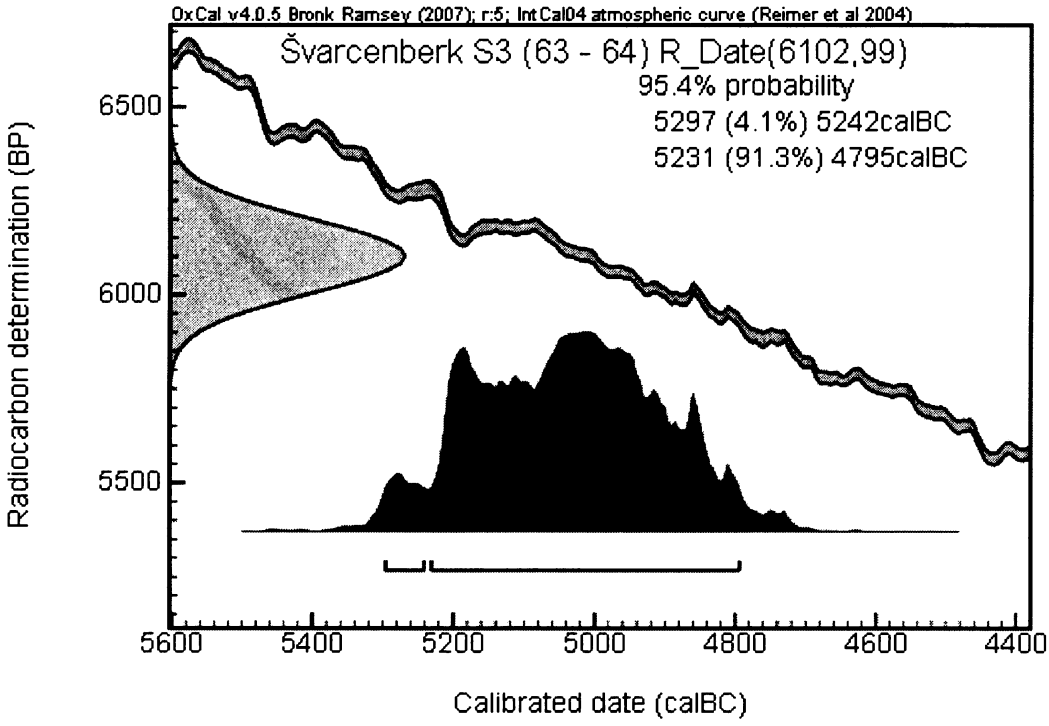
Obr. 15: Ordinační diagram DCA analýzy (s domocninovou transformací a se snížením váhy vzácných druhů). Délka gradientu: 2,721. První osa vysvětlila 42,8 % variability.
(modře: zóna S4 – 1; fialově: zóna S4 – 2; růžově: zóna S4 – 3c)

5.1.9 Radiokarbonové datování

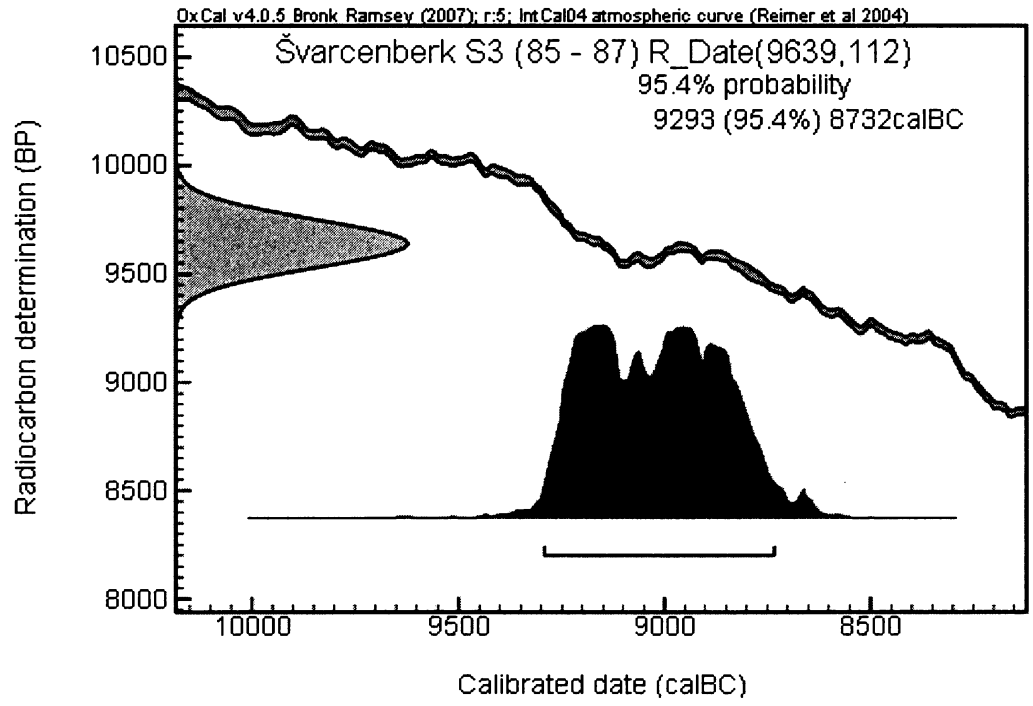
Profil, Hloubka (cm)	*Lab. No.*	*Metoda*	*Datovaný materiál*	*Naměřené ^{14}C datum (nekalibrované)*
Sonda 3, 60 – 64	Crl-6090	konvenční	kůra borovice	6102 ± 99 BP
Sonda 3, 85 – 87	Crl-6093	konvenční	větev borovice	9639 ± 112 BP
Sonda 3, 85 – 92	Poz-16752	AMS	fragment ratiště šípu	9500 ± 50 BP
Sonda 3, 92 – 100	Poz-16753	AMS	lískový oříšek	9280 ± 50 BP
Sonda 4, 195 – 200	LuA-4297	AMS	oříšek kotvice	6340 ± 110 BP

Tab 3.: Radiokarbonová datace (^{14}C) materiálu z lokality Švarcenberk

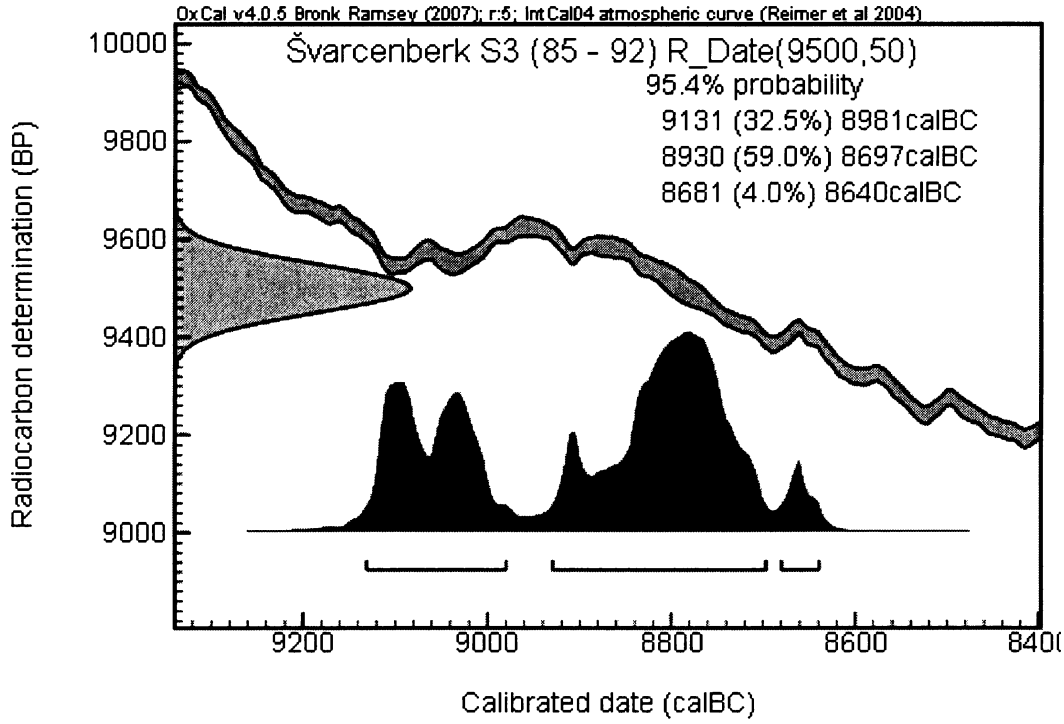
5.1.10 Výsledky kalibrace radiokarbonových dat



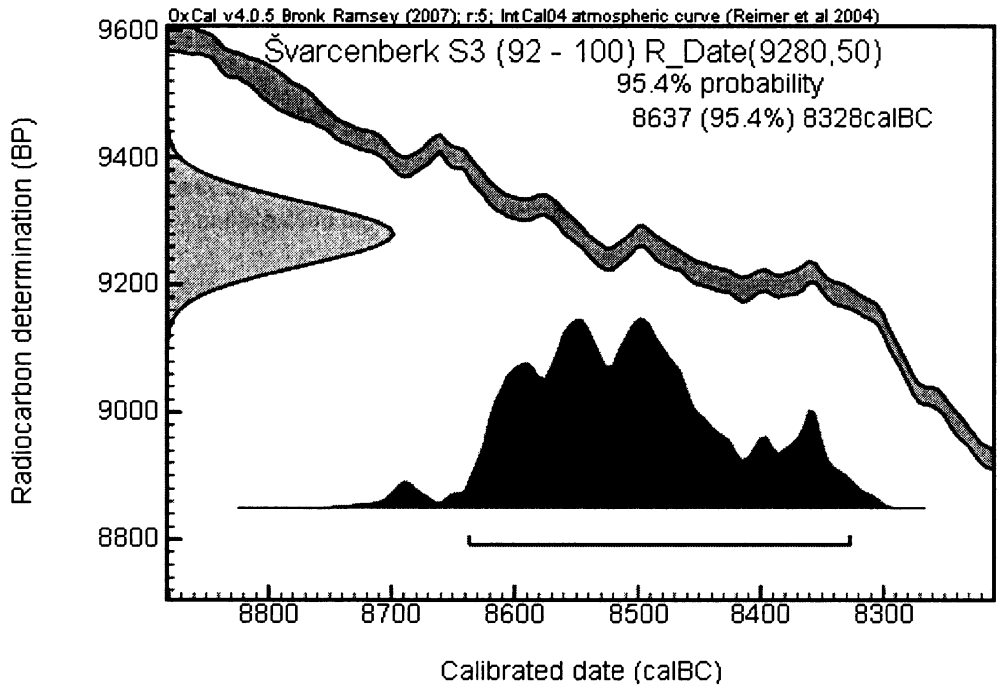
Obr. 16: Kalibrační diagram pro vzorek z 64 cm hloubky Sondy 3. Radiokarbonové datum 6102 ± 99. Po kalibraci 5231- 4795 cal. BC (na 91,3% hl. pravděpodobnosti).



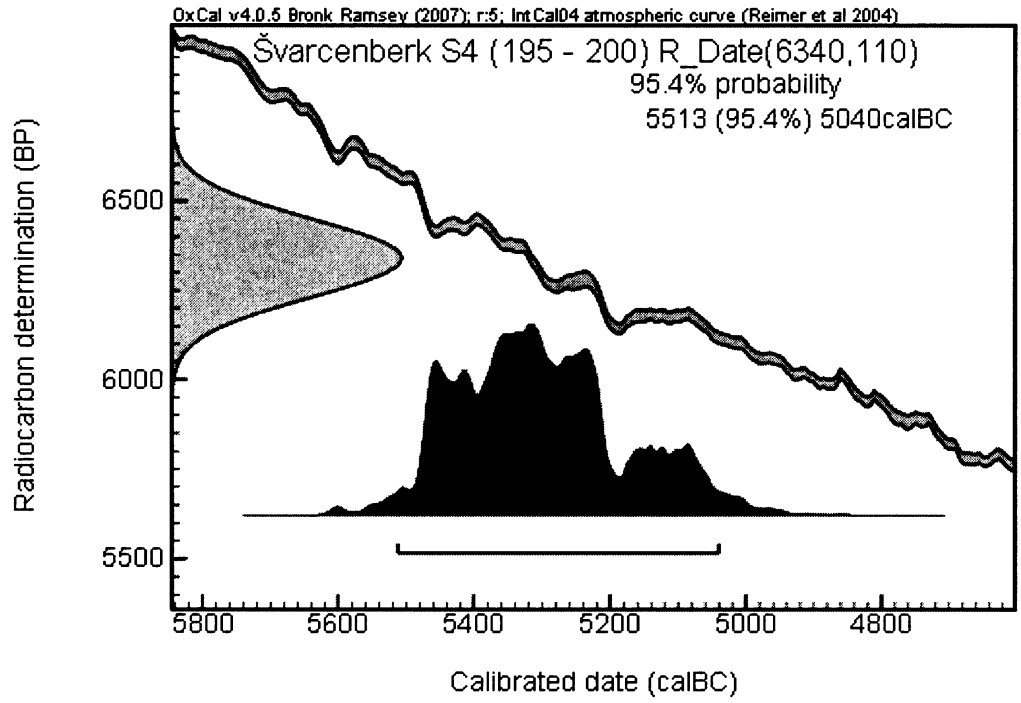
Obr. 17: Kalibrační diagram pro vzorek z 85 – 87 cm hloubky Sondy 3. Radiokarbonové datum 9 639 ± 112 BP. Po kalibraci 9 293 – 8 732 cal. BC (na 95,4 % hl. pravděpodobnosti).



Obr. 18: Kalibrační diagram pro vzorek z 85 – 92 cm hloubky Sondy 3. Radiokarbonové datum 9 500 ± 50 BP. Po kalibraci 8 930 – 8 697 cal. BC (na 59 % hl. pravděpodobnosti).



Obr. 19: Kalibrační diagram pro vzorek z 92 – 100 cm hloubky Sondy 3. Radiokarbonové datum 9 280 ± 50 BP. Po kalibraci 8 637 – 8328 cal. BC (na 95,4 % hl. pravděpodobnosti).



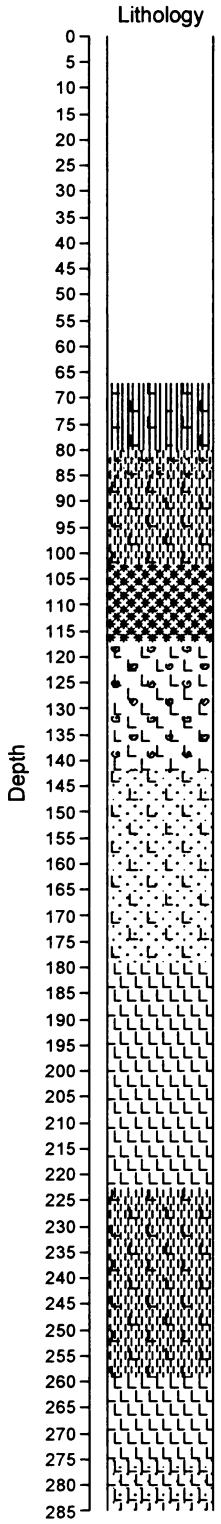
Obr. 20: Kalibrační diagram pro vzorek z 195 – 200 cm hloubky Sondy 4. Radiokarbonové datum 6 340 ± 110 BP. Po kalibraci 5 513 – 5 040 cal. BC (na 95,4 % hl. pravděpodobnosti).

5.2 Chrást

5.2.1 Stratigrafický popis profilu Chrást

Popis profilu provedl J. Hlaváč. Vzorky odebrané z kopané sondy končí ve 285 cm

Obr. 21: Sedimentologický popis profilu dle Troels-Smith (1955)



35 – 67 cm: ornice, degradovaná zahliněná slatina

67 – 80 cm: velmi slabě jílovitá, humózní, černá slatina

80 – 86 cm: okrově sv. šedá, málo jílovitá slatina, jemný písek (silt)

86 – 102 cm: slabě jílovitá, bez písku, šedohnědá slatina, v 93 – 102 cm roztroušené rezavé výkvěty (jílovité, oxidační prostředí)

102 – 118 cm: FeMn oxidy, oxidační prostředí, rezavý, sl. písčitý, jílovitý sediment, rezavě nahnědlé výkvěty

118 – 142 cm: šedý jíl, vápnitý s několika polohami (2 - 5 cm²) rezavě hnědošedými ostře ohraničenými konkrecemi

142 – 179 cm: písek vytříděný, slabě jílovitý až bez jílovité příměsi
142 – 150 cm – slabě stříbřitě šedavý jílovitý písek
150 – 158 cm – rezavý až stříbřitě rezavý písek
158 – 166 cm – stříbřitě světle šedavý písek s FeMn sl. rezavými výkvěty
166 – 179 cm – sl. stříbřitě šedavý jílovitý písek při bázi polohy s přechodem do hrubozrnného písku
173 – 179 cm – čistý jíl, stříbřitě šedavý, prstovitě rozložený

179 – 193 cm: světle šedavě hnědý jíl

193 – 208 cm: světle hnědavě šedá až světle hnědavě šedý jíl

208 – 223 cm: světle hnědavě šedý až černošedý jíl

223 – 235 cm: rezavě hnědočerná slatina, slabě jílovitá, 1 ostře ohraničený rezavý nátek

235 – 259 cm: hnědavě černá sl. jílovitá slatina s několika neostře ohraničenými rezavými náteky

259 – 285 cm: stříbřitě šedavý písek, v horní třetině jílovitý

285 písčité podloží

5.2.2 Makrozbytková analýza profilu Chrást

Na základě klastrové analýzy CONSLINK programu POLPAL (Nalepla et Walanusz 2003), sedimentologického rozboru a vizuálního posouzení sestrojeného makrozbytkového diagramu, jsem rozlišila v profilu tyto čtyři hlavní zóny: **CH – 1**; **CH – 2**; **CH – 3**; **CH – 4**. Dále následují zóny, které je, díky nesouvislému paleobotanickému záznamu, velmi obtížné na základě makrozbytkové analýzy, interpretovat: **CH – 5**; **CH – 6**; **CH – 7**.

Zóna CH – 1: (260 – 285 cm) představuje období existence slepého říčního meandru
Zóna CH – 2: (220 – 260 cm) zachycuje období zazemňování meandru
Zóna CH – 3: (175 – 220 cm) zachycuje období přeplavování bývalého říčního koryta
Zóna CH – 4: (140 – 175 cm) zaznamenává období eroze a přínos písku
Zóna CH – 5: (120 – 140 cm) období říční eroze (?)
Zóna CH – 6: (100 – 120 cm) extrémní prostředí pro zachování makrozbytků (?)
Zóna CH – 7: (70 – 100 cm) extrémní prostředí pro zachování makrozbytků (?)

Zóna CH – 1: (260 – 285 cm)

Z této zóny byla radiokarbonově datována semena *Menyanthes trifoliata*. Po kalibraci se jejich stáří pohybuje v rozmezí let 11 440 – 11 278 BC, což odpovídá pozdnoglaciálnímu interstadiálu allerød.

Nalezla jsem zde řadu diaspor makrofytních druhů stojatých až mírně tekoucích vod (*Nuphar* sp., *Batrachium* sp., *Potamogeton perfoliatus, P. pusillus, P. obtusifolius, Myriphyllum* cf. *verticillatum*). V hojném počtu se také vyskytovaly oospory parožnatek, zelených řas čeledi *Characeae*, rostoucí ve stojatých nebo mírně tekoucích vodách s různým stupněm trofie.

Dále se v tomto období vyskytovaly diaspory rostlin bahnitých litorálů rákosin eutrofních vod (*Cicuta virosa, Sparganium erectum*, *Scoenoplectus lacustrs* a *S. tabernaemontani*). Nalezeny zde byly nažky vysokých litorálních ostřic (*Carex* sect. *acutae*, *C.* cf. *diandra*, *C. rostrata*-type, *C. rostrata/vesicaria*) a diaspory druhů osídlující bahnité substráty, které snášejí rozkolísanost vodního režimu (*Alisma plantago-aquatica, Hippuris vulgaris, Sparganium emersum, Eleocharis* sp., *Eleocharis palustris*, *Mentha aquatica*, *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*).

Také zde byly nalezeny diaspory druhů, vyskytující se na písčitých, obnažovaných půdách a říčních náplavech (*Rorippa palustris* a *Persicaria lapathifolia* agg.). Tento biotop

pravděpodobně obývala i *Mentha arvensis*. Podařilo se mi doložit celkem tři diaspory tohoto duhu, což nepředstavuje bezvýznamný počet.

Hojně se v této zóně vyskytovala semena *Chenopodium album* agg. a *Urtica dioica.*

Z čeledi *Rosaceae* jesem zaznamenala přítomnost semene *Rubus fruticosus* agg. a nažky *Potentila erecta.*

Dřeviny této zóny jsou zastoupeny pionýrskými druhy. V hojném počtu se vyskytovaly nažky *Betula pendula/pubescens*. Nález podpůrné plodní šupiny ukazuje na přítomnost *B. pubescens*. Také mohu potvrdit výskyt *Betula nana*, kterou dokládá přítomnost nažek i podpůrné plodní šupiny. Dále je doložen výskyt semene i fragmentů jehlic *Pinus sylvestris*.

<u>Zóna CH – 2:</u> (220 – 260 cm)

Tato zóna je tvořena hnědočernou, slabě jílovitou slatinou. Stáří datovaného objektu této vrstvy (dřeva kmenu borovice) je po kalibraci 11 716 – 11 226 BC, což odpovídá pozdnoglaciálnímu interstadiálu allerød.

Z vodních druhů mohu doložit pouze výskyt *Potamogton alpinus*, *Batrachium* sp. a na bázi této zóny také *Myriophyllum* cf. *verticillatum.* A dále diaspory druhů, které bychom dnes nalezli v bahnitých litorálech rákosin eutrofních vod: *Scoenoplectus lacustrs*, *Lycopus eurpaeus* a *Filipendula ulmaria.*

V této zóně dominují nažky vysokých pobřežních ostřic (*C. riparia*, *Carex* sect. *acutae, C. rostrata*-type a *C.* cf. *diandra, Carex flava* agg., *C. flacca/tomentosa, C.* sect. *paniculatae.*

Dále se zde vykytovaly v hojném počtu semena mezotrofních druhů osídlujících bahnité sedimenty polozazamněných vodních nádrží: *Menyanthes trifoliata, Comarum palustre*, *Cicuta virosa* a *Carex rostrata* již zmíněná výše.

V omezenější míře jsem v této zóně, nalezla diaspory některých druhů rostoucí na bahnitých substrátech s kolísající vodní hladinou: *Hippuris vulgaris, Sparganium emersum.*

Dále jsem zde zaznamenala výskyt nažek druhů rostoucích na vlhkých písčitých substrátech: *Ranunculus repens, R. falmula* a nitrofilní druh *Urtica dioica.*

Překvapivý je výskyt semene *Fragaria vesca.*

Dřeviny i této zóny jsou zastoupeny pionýrskými druhy. Ve velkém počtu vyskytovaly nažky i podpůrné plodní šupiny *Betula pendula / pubescens*. Nález několika podpůrných plodních šupin poukazuje na přítomnost *B. pubescens*. Také jsem zde nalezla jednu nažku *Betula* cf. *nana*. Dále se v této zóně vyskytla semena i fragmenty jehlic *Pinus sylvestris* a to ve velmi hojném počtu.

Oospory parožnatek, zelených řas čeledi *Characeae*, vykazují tendenci seměrem do horních částí této zóny klesat a postupně zcela mizí.

Zóna CH – 3: (175 – 220 cm)

V této zóně v hloubce 210 – 215 cm byly radiokarbonově datovány makrozbytky (*Menyanthes trifoliata*). Po kalibraci se výsledné stáří objektu pohybuje v rozmezí let 11 120 – 1 0911 BC. To odpovídá období přelomu allerød/mladší dryas.

V této zóně se opět vyskytují diaspory vodních rostlin, avšak v porovnání s předchozími vrstvami, v mnohem hojnějším počtu. Četné jsou druhy Batrachium sp., dále *Nuphar lutea, Potamogeton filiformis, P. alpinus, P. pusillus.*

Dále jsem v této zóně nalezla diaspory druhů rostoucích v bahnitých litorálech mírně tekoucích vod a tůní, snášející kolísání vodní hladiny: *Hippuris vulgaris, Sparganium emersum.*

Také se v této zóně vyskytovala semena mezotrofních druhů osídlujících bahnité sedimenty zazemňujících se vodních nádrží: *Menyanthes trifoliata, Comarum palustre* a *Carex rostrata* type, avšak ne již v tak vysokém počtu jako v předchozí zóně.

Ze zástupců druhů porostu vysokých ostřic se zde ve velmi vysokém počtu vyskytovaly nažky: *Carex rostrata* - type, *C. rostrata / vesicaria, Carex* sect. *acutae,* a dále nažky ostřic, rostoucích na bazických půdách *Care.* sect. *paniculatae, C.* cf. *diandra, C. tomentosa / flacca, C. flava* agg.

V této zóně jsem zaznamenala vcelku významný počet nažek *Chaerophyllum bulbosum.* Tento druh osídluje zaplavované nivy okrajů tekoucích vod, mrtvá ramena, tůně, břehy příkopů a kanálů a je součástí vysokobylinné vegetace dusíkem bohatých, někdy i mírně zasolených stanovišť. Jeho biotopem jsou bylinné lemy nížinných řek (Chytrý et al. 2001). Podobnou ekologii má i *Urtica dioica*, jejíž nažka zde byla také nalezena.

Z dřevin jsem v této zóně zjistila přítomnost *Rubus fruticosus* agg., většina druhů tohoto agregátu je vázána spíše na polostinná stanoviště, jako jsou prosvětlené lesy a lesní okraje.

Dále se zde vyskytovaly nažky *Betula pendula/pubescenc* a podpůrné plodní šupiny *Betula pubescenc* a nažka a plodní šupina druhu *Betua* cf. *nana.* Také zde byl doložen druh *Pinus sylvestris* a to přítomností semen, jehlic i uhlíků.

Xylotomická analýza odhalila také přítomnost *Salix* sp. a *Picea* sp. - druhy, které makrozbytkovou analýzou nebyly zjištěny.

V neposlední řadě byl v této zóně zaznamenán výskyt statoblastů mechovek (*Bryozoa*) a oospor parožnatek (*Characeae*), potvrzující přítomnost vodního prostředí.

Zóna CH – 4: (140 – 175 cm)

V této vrstvě v hloubce 145 – 150 cm bylo radiokarbonově datováno dřevo borovice, jejíž stáří se po kalibraci pohybuje mezi léty 10 916 – 10 738 BC, což odpovídá začátku mladšího dryasu.

Charakteristická je, až na pár výjimek, které tvoří nažky *Betula pendula/pubescenc* a *Carex rostrata/vesicaria*, absence makrozbytků. Pouze xylotomická analýza prokázala nepočetný výskyt *Pinus* sp., *Salix* sp., *Picea* sp.

Tato výše zmíněným fakta by mohla být vysvětlena tím, že v tomto období docházelo k povodním, které byly spojeny s akumulací písku, a které neumožňovaly rozvoje vegetace. Patrně v tomtno období měla řeka výraznější erozní vliv na substrát a vegetaci rostoucí na jejím povrchu než tomu bylo doposud.

Zóna CH – 5: (120 – 140 cm)

Tuto zónu tvoří vápnitý jíl s několika polohami. Z makrozbytků jsem zde nalezla pouze nažku *Schoenoplectus lacustris* a *S. taberneamonani* a semeno *Stellaria media.* Xylotolomickou analýzou je zde doloženo jen malé množství *Pinus* sp. a *Salix* sp. Uvážíme-li, že tyto sporé nálezy pochází ze sedimentu o objemu 365 ml, můžeme jen těžko rekonstruovat vegetaci tohoto období. Také se nedá vyloučit, že se jedná o sekundárně redeponovaný materiál, který byl vlivem eroze z původního místa uložení přesunut.

Zóna CH – 6: (100 – 120 cm)

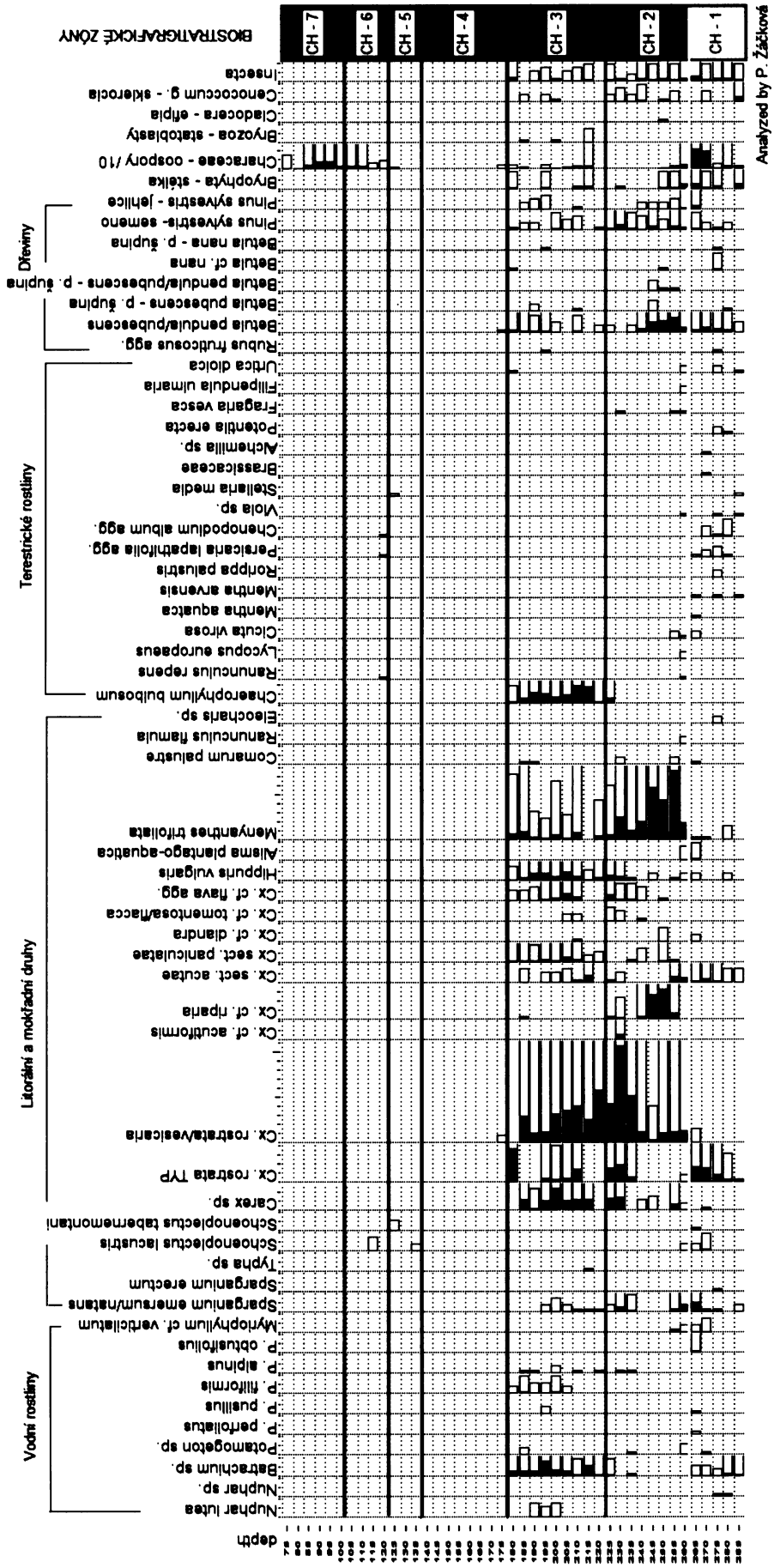
V této zóně byl při výkopu sondy v hloubce 105 – 110 cm nalezen kus ohořelého dřeva (Fraxinus excelsior). Fragment toho dřeva byl radiokarbonově datován. Po kalibraci se jeho stáří pohybuje mezi léty 5 5483 – 5 373 BC, což odpovídá období holocéního klimatického optima (střední atlantik).

Z makrozbytků byly v této zóně doloženy: nažka *Schoenoplectus lacustris*, dále diaspora *Persicaria lapathifolia* agg. a semeno *Chenopodium album* agg. a dále zde byl zaznamenán vysoký počet oospor parožnatek. Avšak je těžké soudit na děje probíhající v tomto období díky nepatrným nálezům rostlinných makrozbytků.

Zóna CH – 7: (70 – 100 cm)

Tato zóna je tvořena slabě jílovitou humózní černou slatinou. V tomto sedimentu by se dala očekávat přítomnost makrozbytků mokřadních a bažinných rostlin, avšak překvapivě zde nebyly nalezeny žádné diaspory vyšších rostlin. Výjimku tvoří velmi vysoké počty oospor parožnatek.

Většina zástupců těchto zelených řas, roste spíše v oligotrofnějších vodách. K jejich mohutnému rozvoji dochází tehdy, když vodním sloupcem prochází dostatek světla v souvislosti s nepřítomností vodních rostlin. Avšak se mi nezdá pravděpodobné, že vody středního Polabí v tomto období byly natolik minerálně chudé, aby zde nerostly vodní rostliny. Proto si myslím, že i tato vrstva je spojená s redepozicí substrátu vlivem eroze.



Obr. 22: Chrást
Makrozbytkový diagram
(50°15´N, 14°35´E; 175 m.n.m.)

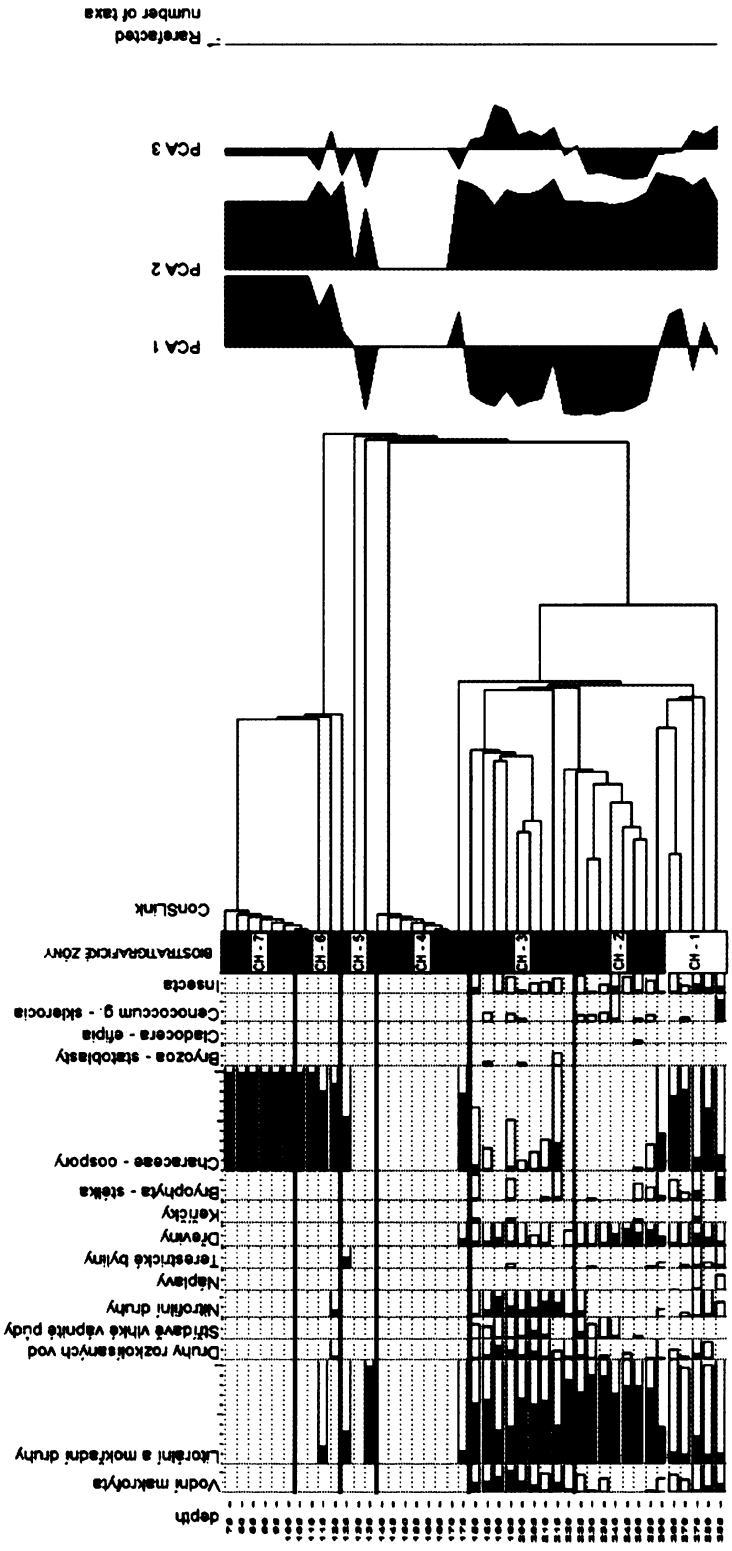
5.2.3 Analýza dat v programu POLPAL

Výsledky statistické analýzy profilu Chrást v programu POLPAL (Nalepka et Walanusz 2003) shrnuje obr. č. 23.

Výsledky clusterové analýzy **CONSLINK** byly použity při stanovování biostratigrafických zón v makrozbytkovém diagramu. Potvrdila se odlišnost prvních tří pozdnoglaciálních zón (CH – 1; CH – 2; CH – 3) a holocenních zón, jejichž záznam je neúplný (CH – 5; CH – 6; CH – 7). Zóna CH – 4 představuje homogenní písčitou říční náplavu. Výrazně je odlišen také první vzorek zóny CH – 1, který je mimořádně druhově bohatý.

První osa **PCA** analýzy zaznamenala vnitřní hetrerogenitu zóny CH – 1. Odlišila se také zóna CH – 2 a CH – 3, jejichž příbuznost je patrná z prvních dvou os. Zóna CH – 4 nebyla vyhodnocena díky absenci makrozbytků.

Analýza **Rarefaction analysis** neposkytuje díky absenci makrozbytků v řadě vzorků komplexní obraz.



Obr. 23: profil Chrást; Výsledky statistické analýzy programu POLPAL. Vedle sumárního procentického makrozbytkového diagramu s vyznačenými biostratigrafickými zónami jsou znázorněny výsledky následujících analýz: CONSLINK, PCA (tři osy) a Rarefaction analysis.

5.2.4 Analýza dat v programu CANOCO

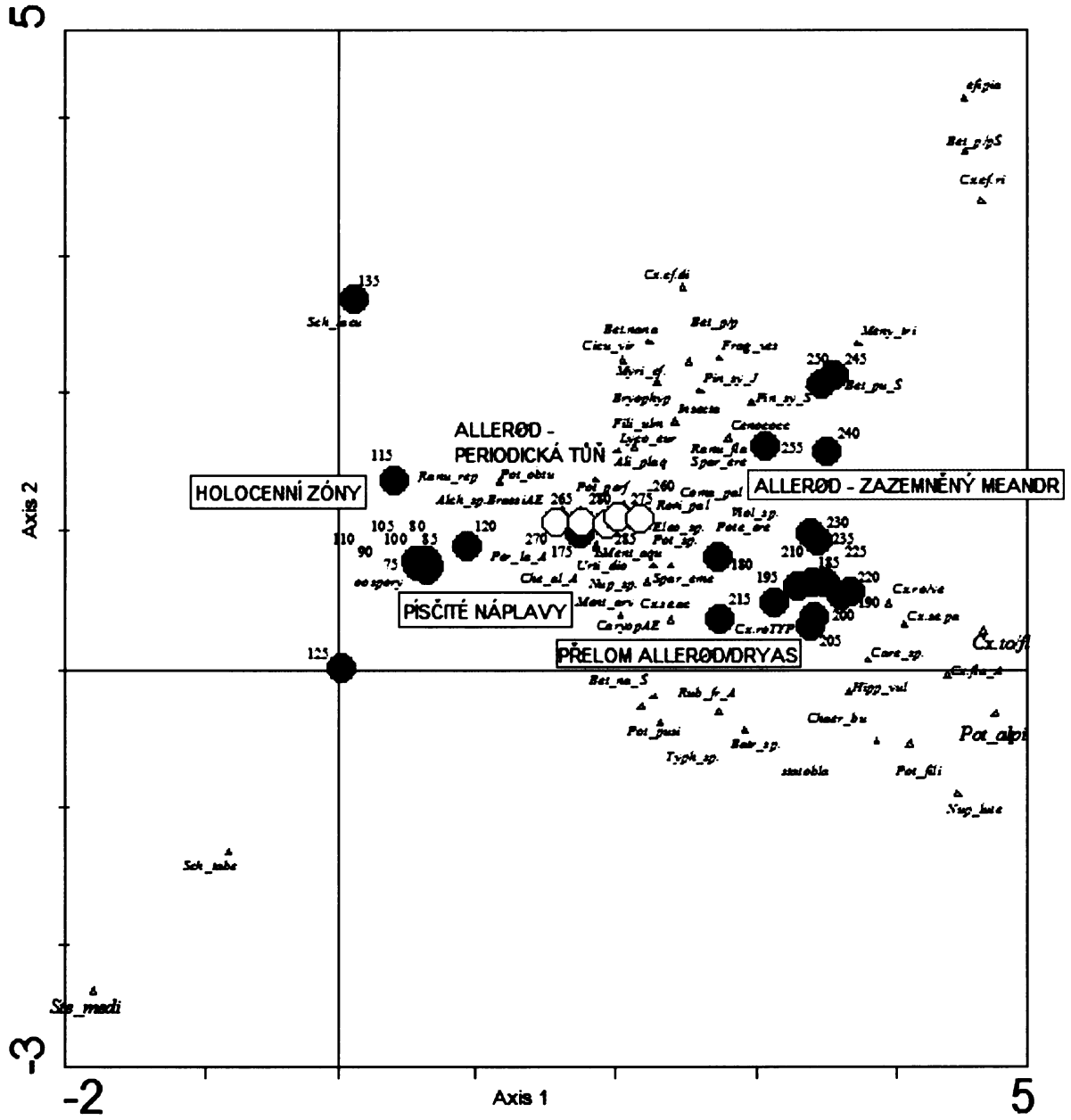
Výsledky mnohorozměrné statistické analýzy profilu Chrást v programu CANCO for Windows 4.5 (ter Braak et Šmilauer 2002) zobrazují první dvě osy DCA analýzy (obr. č. 24)

Nepřímá ordinační analýza DCA, rozdělila vzorky do skupin nezávisle na času (hloubce). Po srovnání s obr. 23 jsou patrné shodné trendy klastrové i DCA analýzy.

Distribuce jednotlivých vzorků v ordinačním diagramu ukazuje na jejich příbuznost. V grafu je zobrazen plynulý přechod mezi zónami CH – 2 (zazemněný meandr druhé poloviny allerødu) a CH – 3 (přelom allerød/dryas), zatímco zóna CH – 1, která představuje první polovina allerødu, je výrazně odlišena

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	0.565	0.246	0.086	0.061	2.324
Lengths of gradient	3.680	2.677	2.181	1.632	
Cumulative percentage variance of species data	24.3	34.9	38.6	41.2	

Tab. 4. Výsledná statistika DCA s odmocninovou transformací a se snížením váhy vzácných druhů. Délka gradientu je 3,680. První osa vysvětlila 56,5 % a druhá 24,6 % celkové variability.



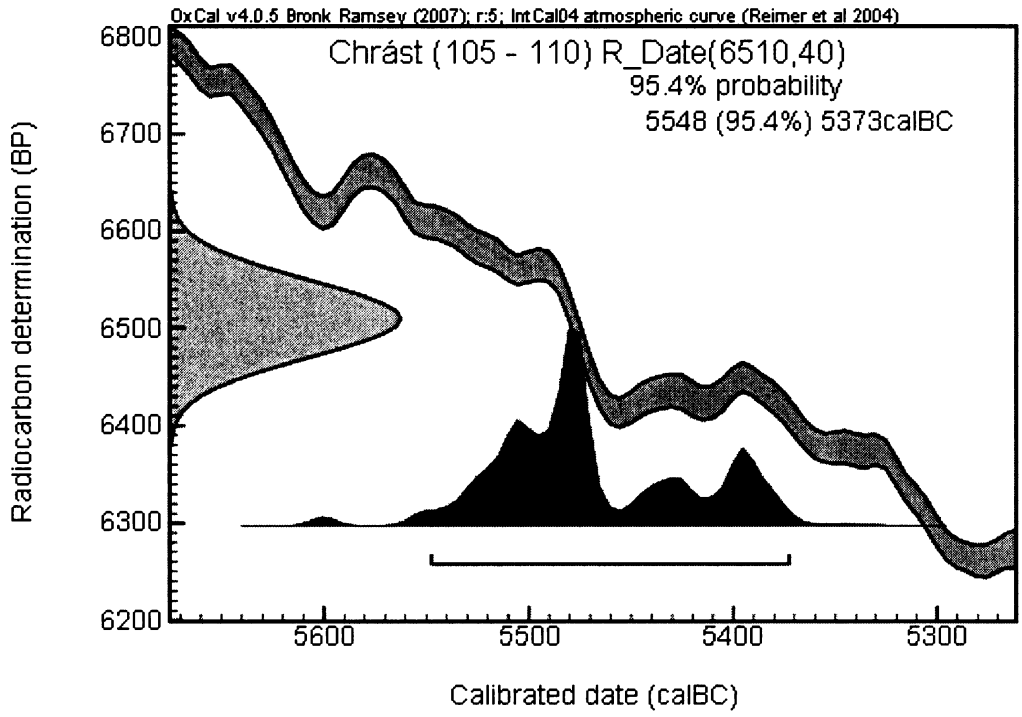
Obr. 24: Ordinační diagram DCA analýzy (s odmocninovou transformací a se snížením váhy vzácných druhů). Délka gradientu: 3,680. První osa vysvětlila 56,5 %, druhá 24,6 % variability.
(žlutě: zóna CH – 1; oranžově: zóna CH – 2; modře: zóna CH – 3; červeně: zóna CH – 4; zeleně: holocenní zóny CH – 5, CH – 6, CH – 7).

5.2.5 Radiokarbonové datování

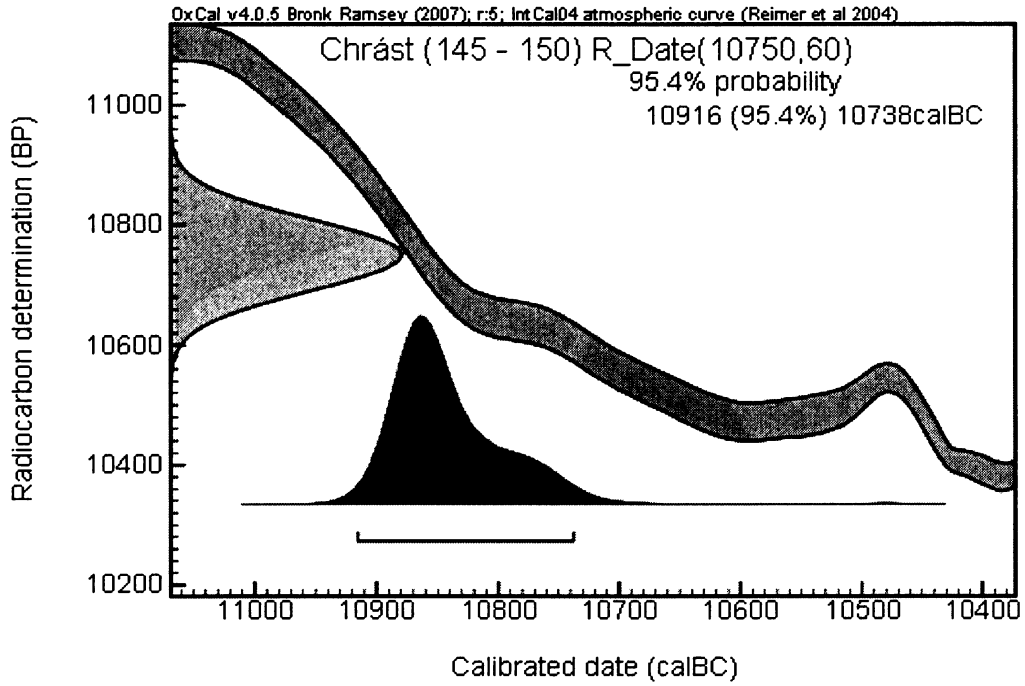
Profil, hloubka (cm)	*Lab. no.*	*Metoda*	*Datovaný materiál*	*Naměřené ^{14}C datum (nekalibrované)*
Chrást 105 - 110	Poz-21028	AMS	uhlík jasanu	6510 ± 40 BP
Chrást 145 - 150	Poz-20980	AMS	dřevo borovice	10750 ± 60 BP
Chrást 210 - 215	Poz-22832	AMS	makrozbytky (*Menyanthes*)	11010 ± 60 BP
Chrást 230 - 235	Crl- (Řež)	konvenční	kmen borovice	11523 ± 120 BP
Chrást 275 - 280	Poz-22833	AMS	makrozbytky (*Menyanthes*)	11450 ± 60 BP

Tab 5.: Radiokarbonová datace (^{14}C) materiálu z lokality Chrást

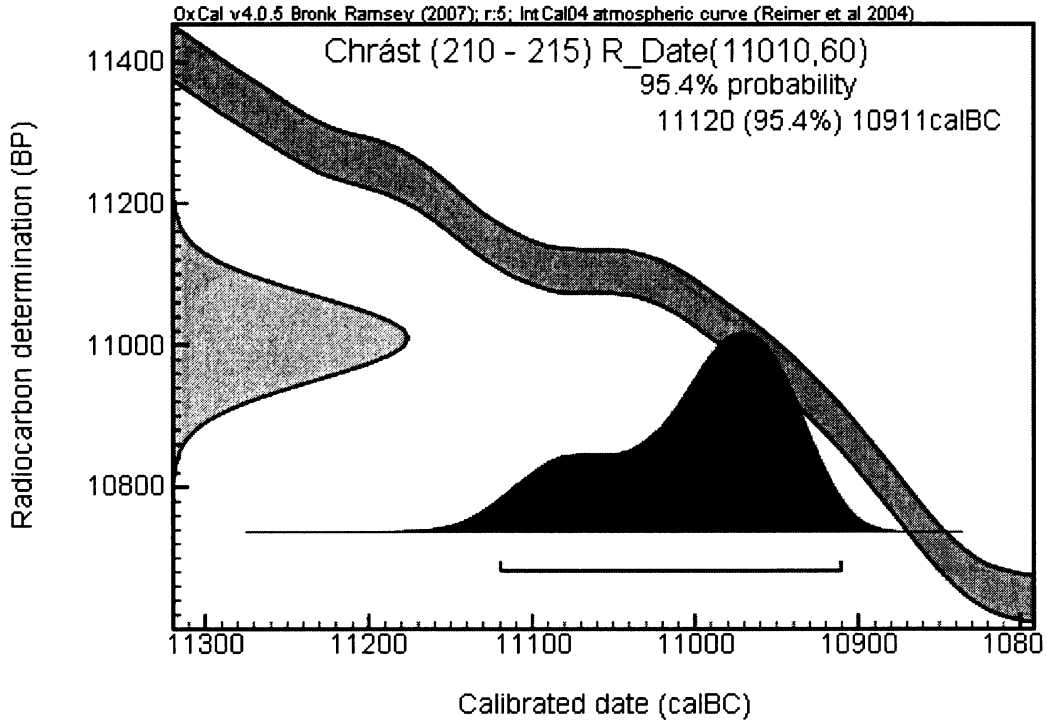
5.2.6 Výsledky kalibrace radiokarbonových dat



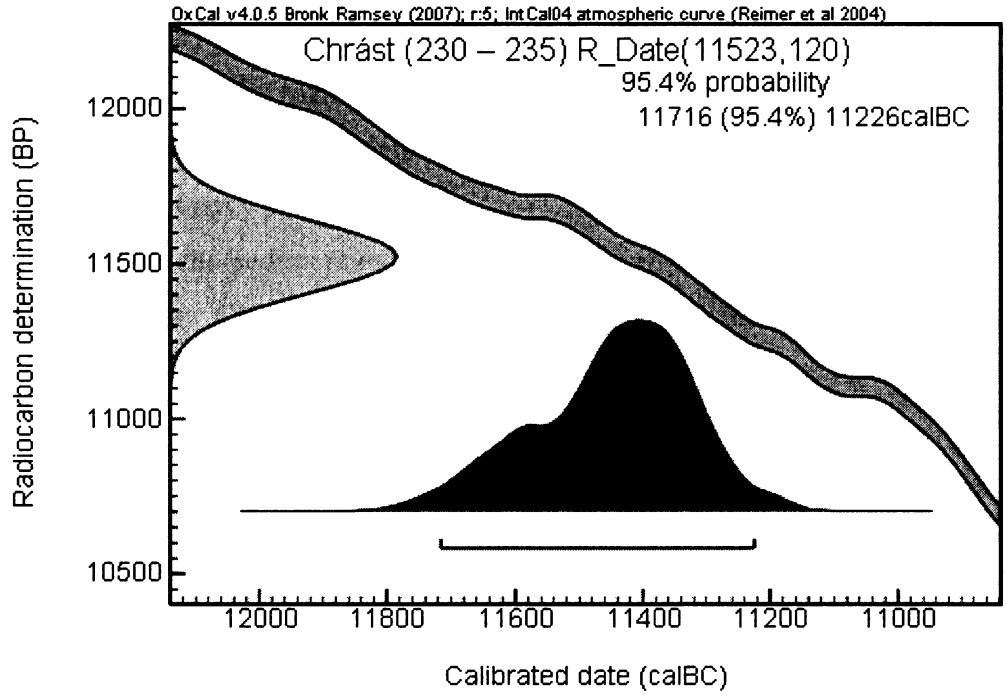
Obr. 25: Kalibrační diagram pro vzorek z 105 – 110 cm profilu Chrást. Radiokarbonové datum 6 510 ± 40 BP. Po kalibraci 5 5483 – 5 373 cal. BC (na 95, 4 % hl. pravděpodobnosti).



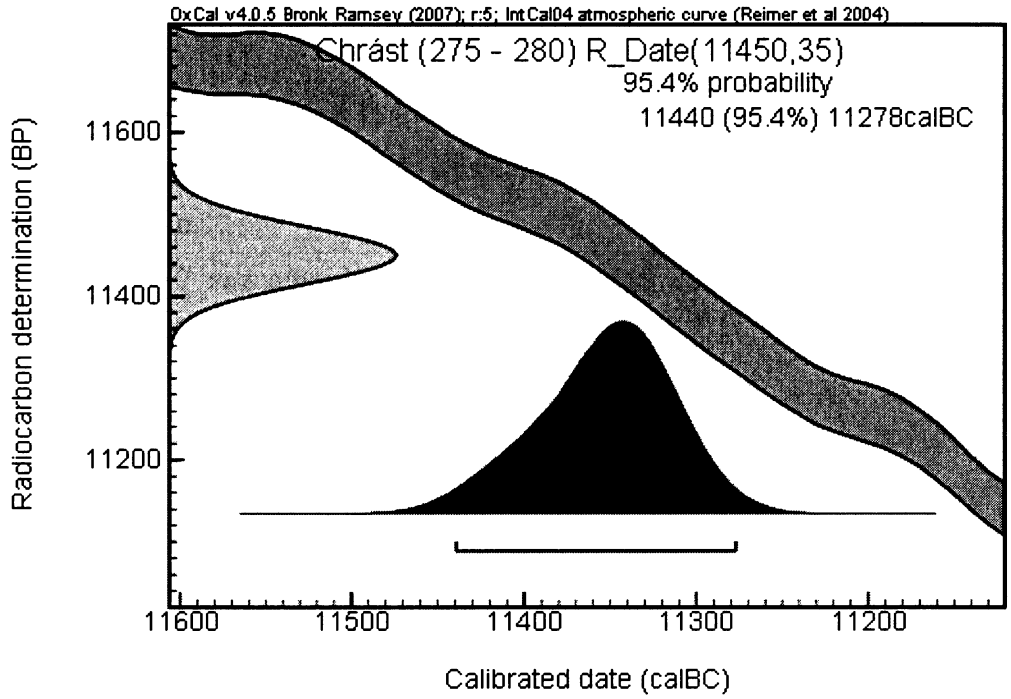
Obr. 26: Kalibrační diagram pro vzorek z 145 – 150 cm profilu Chrást. Radiokarbonové datum 10 750 ± 60 BP. Po kalibraci 10 916 – 10 738 cal. BC (na 95, 4 % hl. pravděpodobnosti).



Obr. 27: Kalibrační diagram pro vzorek z 210 – 215 cm profilu Chrást. Radiokarbonové datum 11 010 ± 60 BP. Po kalibraci 11 120 – 1 0911 cal. BC (na 95,4 % hl. pravděpodobnosti).



Obr. 28: Kalibrační diagram pro vzorek z 230 – 235 cm profilu Chrást. Radiokarbonové datum 11 523 ± 120 BP. Po kalibraci 11 716 – 11 226 cal. BC (na 95,4 % hl. pravděpodobnosti).



Obr. 29: Kalibrační diagram pro vzorek z 275 – 280 cm profilu Chrást. Radiokarbonové datum 11 450 ± 35 BP. Po kalibraci 11 440 – 11 278 cal. BC (na 95,4 % hl. pravděpodobnosti).

5.2.7 Výsledky magnetické susceptibility (MS) a ztráty žíháním (LOI)

V zóně CH – 1 je zaznamenán periodický přísun klastického materiálu (zóna je tvořena pískem, který je v horní třetině jílovitý), to se odráží na vyšších hodnotách MS. Organický podíl této vrstvy představuje 5 %.

Vliv organického sedimentu slatinných vzorků (až 85 % spalitelných látek) je patrný v první polovině zóny CH – 2, to se projevilo na nízkých hodnotách MS, což svědčí o klidném vývoji. Ve druhé polovině této zóny dochází k sedimentaci klastického materiálu (převrstvení jílem) a k vyznívání organického sedimentu (méně než 10 %).

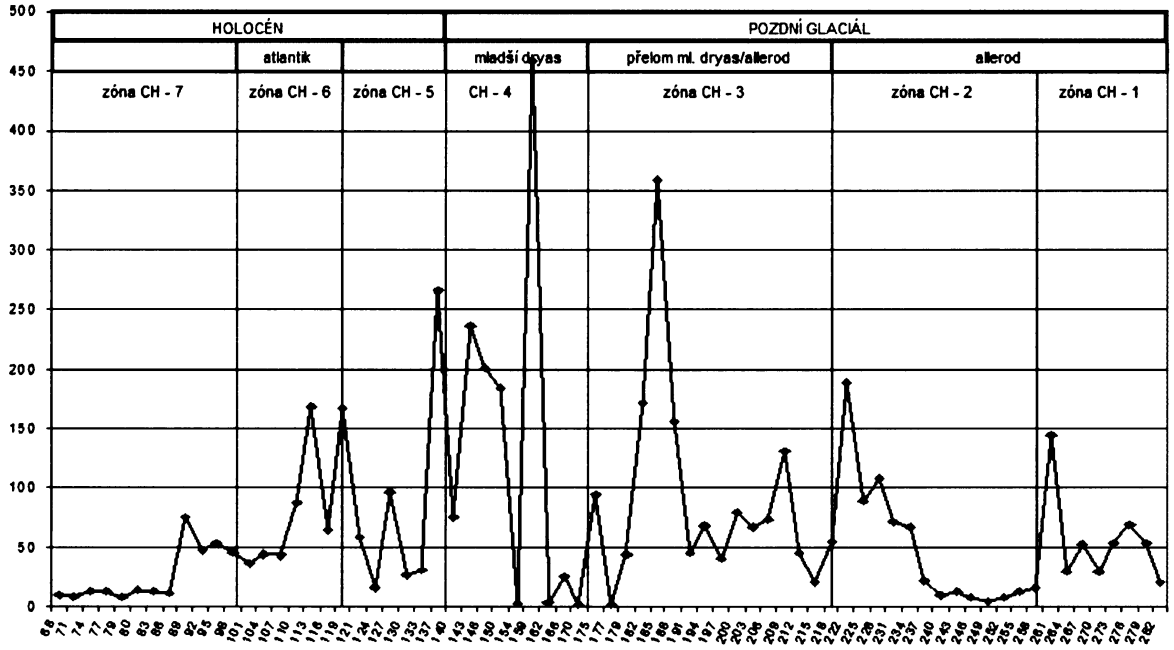
Zóna CH – 3 zaznamenává přísun klastického materiálu v podobě vápnitých jílů, jejichž původ je možné spatřovat v erodovaných slínech České křídové tabule. Organický materiál představuje až 40 %, což svědčí stále o organické produkci biotopu.

Zóna CH – 4, představující období mladšího dryasu, je tvořena pískem a jílem. Směrem do podloží přibývá jílovitého materiálu. Písčitá vrstva 158 –166 cm osahuje příměs sloučeniny FeMn, to se odrazilo i v hodnotách MS (nejvyšší pík). Písek zóny CH – 4 je patrně z křemenných křídových pískovců, proto jsou hodnoty MS relativně nízké. Organický podíl této vrstvy nepřekračuje hranici 10 %.

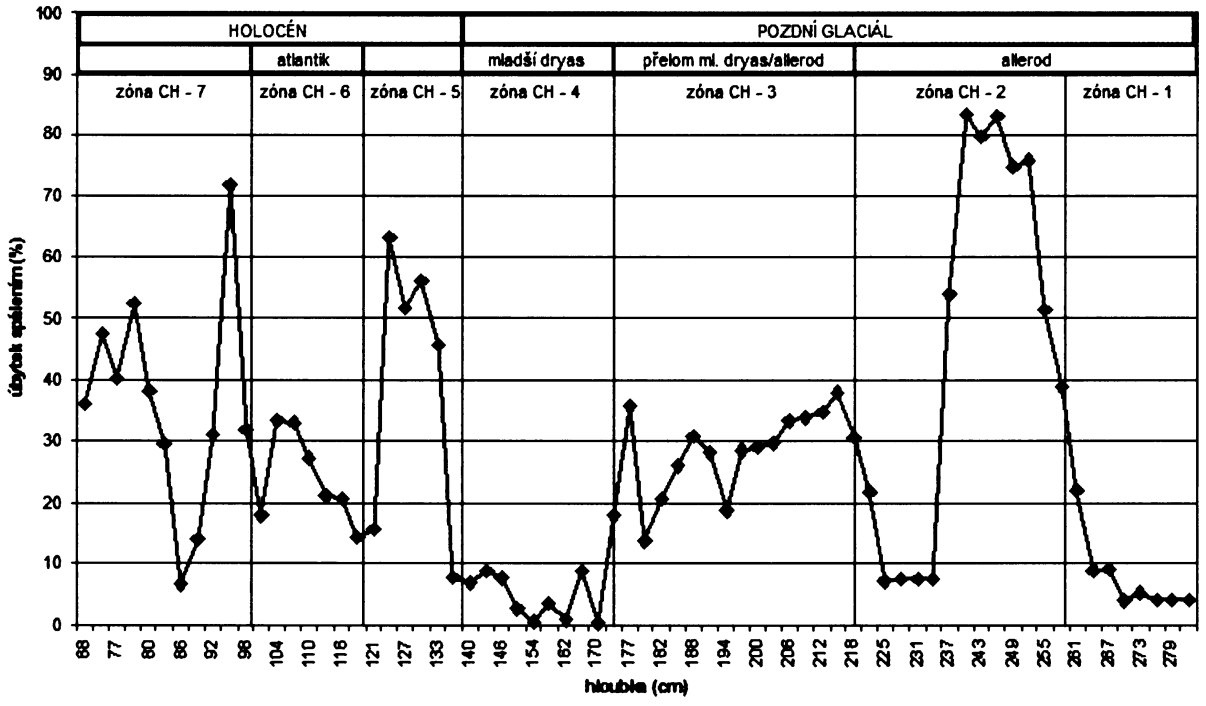
Zóna CH – 5 je tvořena organickým (až 60 % úbytek spálením) a jílovitým sedimentem.

V hloubce 102 – 118 cm zóny CH – 6 se nachází limonitová vrstva, která se však nijak neprojevila na hodnotách MS, avšak výsledky ztráty žíháním dokládají nejvýše 32 % organického materiálu.

Zóna CH – 7 zaznamenává nízké hodnoty MS což je dáno vlivem organického sedimentu – slatiny, která představuje 50 a místy až 70 %.



Obr. 30: Grafické zobrazení hodnot magnetické susceptibility profilu Chrást.



Obr. 31: Grafické zobrazení úbytku organického podílu sedimentu profilu Chrást žíháním

6 DISKUSE

6.1 Švarcenberk

6.1.1 Porovnání výsledků makrozbytkové a pylové analýzy Sondy 3

Kromě makrozbytkové analýzy byla v rámci Sondy 3 provedena také analýza pylová. V diskusi srovnávám výsledky obou analýz. Zaměřila jsem na porovnání dominantních druhů vyšších cévnatých rostlin a druhů s klíčovou ekologickou výpovědní hodnotou. Podrobnější srovnání viz makrozbytkový a pylový diagram (viz příloze).

Zóna S3 – 1: (60 – 107 cm).

Tato zóna byla odlišena na bázi profilu. Zachycuje období existence jezera a fáze jeho zazemňování. Podle výskytu makrozbytků jsem tuto zónu ještě rozčlenila na tři menší zóny: **S3 – 1a, S3 – 1b, S3 – 1c**. Pylovou analýzou byla na bázi profilu Sondy 3 shodně vymezena **zóna SZ1** (62 – 106 cm; větší přesnost je dána jemnějším vzorkováním po 2 cm).

S3 – 1a: (85 – 107 cm)

Sediment této bazální vrstvy je tvořen z velké většiny pískem. Ohlazená písečná zrna spolu s paleobotanickými doklady podpořenými radiokarbonovými daty (viz níže) naznačují, že tato oblast byla v době časného holocénu písečnou pobřežní oblastí. Z této zóny byla pořízena následující radiokarbonová data: z hloubky 85 – 87 cm byl datován fragment větve borovice (9 639 ± 112 BP), po kalibraci se stáří objektu pohybuje mezi lety 9 293 – 8 732 BC, v hloubce 85 – 92 cm byl datován opracovaný dřevěný artefakt – patrně ratiště šípu (9 639 ± 112 BP), jehož stáží bylo po kalibraci v rozmezí let 9 293 – 8 732 BC a nalezený fragment skořápky *Corylus avellana* v hloubce 92 – 100 cm byl taktéž datován (9 280 ± 50 BP), po kalibraci se stáří pohybuje v rozmezí let 8 637 – 8328 BC.

Stáří těchto tří radiokarbonově datovaných objektů spadá do období preboreálu.

Pylová (P) i makrozbytková (M) analýza shodně zaznamenaly dominanci vodních a mokřadních taxonů: *Ranunculus* Subgen. *Batrachium* (P) a *Batrachium* sp. (M), *Menyanthes trifoliata* (P+M), *Myriophyllum spicatum* (P+M), *M. alterniflorum* (P), *M. verticillatum* (M), *Najas minor* (M), *Nuphar* sp. (P), *Nuphar pumila* (M), *Nympahea* sp. (P), *Nymphaeaceae*-trichoblasts (P) *Nymphaea alba* (M), *Potamogeton* sp. (P+M), *P. perfoliatus* (M), *P. pusillus* (M), *P. natans* (M), *P. praelongus* (M) a *P. obtusifolius* (M), *Sparganium/Typha angustifolia*

(P), *Sparganium emerzum* (M), *Typha latifolia*-type (P), *Ceratophyllum* - spines (P), *Ceratophyllum demersum* (M), *Potentilla*-type (P), *Comarum palustre* (M), *Mentha*-type (P), *Mentha* sp. (M), *Filipendula* sp. (P), *Elatine* sp. (P), *Cyperaceae* (P), *Schoenoplectus lacustris* (M), *Schoenoplectus* cf. *tabernaemontani* (M), *Carex pseudocyperus* (M), *Carex rostrata* (M), *Carex sect. acutae, C. rostrata* (M), *C. riparia* (M) a *Cuscuta* sp. (P), ovíjivá liána na rostlinách rostoucích v litorálu.

Za velmi zajímavý považuji nález semen stulíku malého (*Nuphar pumila*), který indikuje oligotrofní až mírně dystrofní vody. Tento dnes kriticky ohrožený druh (C1) se jen velmi vzácně vyskytuje v jižních Čechách a na jihozápadní Moravě (Hejný et Slavík 1988).

Další zajímavé nálezy představují plody rdestů. *Potamogeton filiformis,* je druh, který z území ČR vymizel a *P. alpinus,* je silně ohroženým taxonem ČR (C2). Tyto druhy jsou charakteristické pro chladnější vody a dnes je můžeme nalézt např. v oblastech severní Evropy.

Překvapivý je výskyt semen *Rubus idaeus,* který preferuje vlhké lesní paseky a *R. saxatilis*, rostoucí převážně v lesích a v křovinách a na zarostlých skalnatých svazích, vzácně v chladných oblastech. Tyto druhy by, ve vyšším kontextu spolu s výskytem uhlíků borovice, dřevěnými artefakty a s fragmentem plodu lísky (*Corylus avellana*), mohly být považovány za indikátory přítomnosti lidského sídla v okolí této lokality. Pyl lísky je udáván také pylovou analýzou, což je v době raného holocénu, kdy klima ještě není úplně příznivé, překvapující.

Dále například některé nitrofilní druhy jako: kopřiva dovoudomá (*Urtica dioica*), doložena rovněž pylovou analýzou a ostřice srstnatá (*Carex hirta*), se často vyskytují v okolí lidských sídel. Narušované břehy vodních nádrží jsou biotopem ostřice skloněné (*Carex demissa*). Je možné pohlížet na tento druh jako na indikátor disturbancí v litorální zóně jezera.

V této zóně se také vyskytují plody *Betula pendula/pubescenc*, jejichž bližší determinace je obtížná díky vysoké variabilitě tvarů nažek (Nováková 2000). Často jsou tyto druhy odlišovány na základě morfologických znaků na blanitých lemech sloužících k rozšiřování semen, avšak v tomto případě se blanité lemy nezachovaly. Spolehlivější rozlišení je možné podle morfologických znaků na podpůrných šupinách. Podle morfologie podpůrných plodních šupin, které jsem zde nalezla, mohu potvrdit přítomnost *Betula pubescens.* Pylová analýza shodně dokládá vyšší počet pylu břízy (*Betula* sp.) a také přítomnost pylu keříčkovité břízy trpasličí (*Betula nana*).

Přítomnost borovice (*Pinus* sp.) je doložena jak makrozbytkovou tak i pylovou analýzou. Dále je shodně v menším množství oběmi analýzami doložen výskyt olše lepkavé (*Alnus glutinosa*).

Smrk (*Picea abies*), dub (*Quercus* sp.), jilm (*Ulmus* sp.), dřín (*Cornus mas*) a jalovec (*Juniperus* sp.) byly zaznamenány v malém množství pouze pylovou analýzou.

S3 – 1b: (75 – 85 cm).

Tato zóna je tvořena světle žlutohnědou vrstvou rákosové slatiny. Na základě sedimentologického rozboru a makrozbytkové analýzy lze usuzovat na děje spojené s intenzivním zarůstáním břehových partií jezera rákosinami a porosty vysokých ostřic.

Tato zóna je oproti předešlé, výrazně druhově chudší, což je s největší pravděpodobností způsobeno dominancí rákosu. Rákos, jehož semena se nezachovávají snadno, protož brzy podléhají rozkladu, můžeme doložit pouze nepřímo přítomností pletiv v sedimentu a na základě nárůstu pylu *Graminae*. Tato konkurenčně silná rostlina se úspěšně šíří také vegetativně a to značnou rychlostí, spleť stébel rákosu podporuje usazování detritu, což podporuje proces zazemňování.

Makrozbytkovou analýzou je zde ve srovnání s předchozí zónou doloženo pouze malé množství diaspor vodních makrofytních rostlin. Převahu tvoří litorální druhy (*Schoenoplectu* lacustris, *Lycopus europaeus* a *Carex pseudocyperus*).

Pylová analýza rovněž potvrzuje ústup vodních rostlin a dokládá větší množství pylů čeledi *Cyperaceae*, *Poaceae* a také pylu taxonů, které jsou pro tyto porosty charakteristické (např. *Oenanthe* sp, *Peucedanum* sp.) To vypovídá o shodném trendu v pylovém a makrozbytkovém diagramu (viz příloha).

Ze zástupců dřevin jsem zde nalezla vysoký počet nažek *Betula pendula/pubescens*. Podle podpůrných šupin, které jsem zde nalezla, můžu potvrdit výskyt obou výše zmíněných taxonů. Zajímavý je také výskyt břízy trpasličí (*Betula* cf. *nana*), která se dnes v ČR vyskytuje pouze na vrchovištích a rašelinných loukách vyšších poloh. Souvislý areál rozšíření břízy trpasličí se nachází v s. a v Evropě, na východě po Ural, dále např. v Grónsku (Hejný et Slavík 1990).

Z makrozbytků, které by mohly indikovat přítomnost lidí, bylo nalezeno pouze nepatrné množství uhlíků, které jsou díky malé velikosti neurčitelné.

S3 – 1c: (60 – 75 cm)

Tato zóna zachycuje jezero ve velmi pokročilé fázi zazemňování. Ze vzorku 64 – 65 cm byla radiokarbonově datována borovicová kůra do období 6102 ± 99 BP. Po kalibraci se stáří objektu pohybuje mezi lety 5231 – 4795 BC, což odpovídá období středního atlantika, které představuje klimatické optimum holocénu. V tomto období dochází k zániku jezera

Švarcenberk vlivem zarůstání a akumulace organického sedimentu (Pokorný et Jankovská 2000).

Tato zóna obsahuje nevýznemné množství makrozbytků. Avšak záznam pylové analýzy je kontinuální a zachycuje pyl druhů, které dokládají děje spojené se zazemňováním. Velmi výrazný je nárůst pylu čeledí *Cyperacea*, *Poaceae* a pylu taxonů, které jsou ekologicky spojeny s rákosinami (*Filipendula ulmaria, Peucedanum palustre*). Z pylového diagramu je také vidět, že v horní části této zóny začíná výrazně dominovat olše (*Alnus glutinosa*).

Pylová analýza zaznamenává vysoké procento výskytu mikroskopických uhlíků převážně bylinného charakteru, které propůjčují této vrstvě rákosové slatiny černou barvu. Makrozbytkovou analýzou nebyl prokázán kontinuální výskyt uhlíků dřevitého charakteru. Vysokého množství mikroskopických bylinných uhlíků, zaznamenaných po dlouhé časové období, by mohlo poukazovat na záměrné zakládání požárů pobřežních rákosin člověkem. Intenzivní vypalování během časného a středního holocénu bývá spolehlivým důkazem lidské aktivity (Zvelebil 1994, Pokorný 2005). Můžeme tedy usuzovat, že v tomto období docházelo k požárům rákosového porostu v důsledku lidské činnosti. Důvodem mohla být snaha o zastavení zazemňování jezera vypalováním bylinné vegetace na jeho březích. Tím by se dala vysvětlit i příčina absence makrozbytků. Je možné, že se většina rostlinných diaspor nezachovala díky oxidačním procesům doprovázející požáry.

Kontinuální paleoekologický záznam mezolitických aktivit podle důkazů pylové analýzy končí ve vrstvě 62 cm, kde se velmi nápadně mění druhové spektrum. Obecné vysvětlení této události je připisováno přítomnosti sedimentačního hiátu. Příčin vzniku hiátu v období středního holocénu může být více (Rybníček et Rybníčková 1983), avšak nejpravděpodobnější vysvětlení vzniku hiátu je přičítáno pochodům souvisejícím s intenzivním okysličováním vrstev nacházejícími se pod olšinovými porosty v období klimatického optima.

Domnívám se ale, že tento hiát nebude příliš velký vzhledem k datovému kusu dřeva z této vrstvy a odhadovanému stáří vrstvy v nadloží. Výsledky makrozbytkové analýzy nejsou jednoznačné. Díky velké absenci diaspor, není možné přesně lokalizovat hiát doložený pylovou analýzou (62 cm). Podezřelé nálezy (redeponovaná část tobolky sítiny (?) ve vrstvě 65 – 70 cm; ojedinělý výskyt olšinových druhů stř. atlantiku v nadložním vzorku 60 – 63 cm) a nalezené stopy po borkování - těžbě rašeliny (R. Novák pers. com.) při výkopu archeologické sondy v létě 2007 nasvědčují, že hiát je pravděpodobně spojený s lokální těžbou sedimentu, která předcházela stavbě rybníka Švarcenberk na přelomu 17. a 18. stol.

Více ukáží výsledky radiokarbonově datovaného slatinného sedimentu nesoucí jasné stopy této činnosti.

Zóna S3 – 2: (46 – 60 cm)

Tato zóna se nachází nad hiátem, který dokládá pylová analýza a pod sedimentem rybničního dna. Zachycuje tedy období před stavbou rybníka na konci 17. století a zároveň nasedá na slatinu s mikroskopickými uhlíky středního atlantika.

Tato vrstva je složená z dřevitých částí kořenů, fragmentů kmenů, větví a kůry nedatovaného stáří. Xylotomická analýza prokázala přítomnost řady druhů dřevin (*Alnus* sp., *Betula sp., Pinus sp.* a *Picea abies*).

Makrozbytková analýza dokládá nebývale nízký počet diaspor i v této vrstvě. Ojedinělé nálezy přestavuje *Sambucus nigra*, *Carex* cf. *vesicaria* a *Juncus* sp.

Pylovou analýzou byla v podobné hloubce stanovena zóna **SZ2** (53 – 63 cm), která rovněž již nezaznamenává stopy po přítomnosti jezerní plochy (chybí druhy vodních a bažinných rostlin). V této zóně je doloženo např. větší množství pylu nitrofilních druhů: *Solanum dulcama, Cannabis/Humulus* a *Urtica dioica*. Je prokázán strmý nárůst pylu olše (*Alnus glutinosa* – type). Křivka olše je v mnohem menší míře kopírovaná břízou (*Betula* sp.) a zvolna také smrkem (*Picea abies*). Naproti tomu strmý pokles pylu zaznamenává borovice (*Pinus* sp.).

Dále se tato zóna vyznačuje přítomností většího množství pylu lísky (*Corylus avellana*), její pylová křivka dosahuje svého maxima. Podobný trend je zaznamenán i u dub (*Quercus* sp.), lípy (*Tilia* sp.), jilmu (*Ulmus* sp.) i jasanu (*Fraxinus excelsior*). Poprvé se objevuje se buk (Fagus). Přítomen je také břečtan (*Hedera helix*).Výskyt pylu těchto dřevin, by mohl nasvědčovat tomu, že tato vrstva je z období středního atlantika.

Podle nálezu většího počtu semen bezu černého, bych v této vrstvě očekávala hojnější výskyt pylu tohoto druhu, avšak pylová analýza zaznamenává velice nízké počty pylových zrn *Sambucus nigra* (počet pylových zrn roven jedné a podobně tomu bylo i v dalších zónách). Je možné, že se sem semena dostala sekundárně. Tento fakt by mohl poukazovat na to, že pylový spad je více lokální, než se předpokládá a bez mohly růst dále od místa odběru.

Na základě makrozbytkové analýzy je obtížné říci jak je tato vrstva rozložené olšové slatiny stará a co je příčinou absence makrozbytků. Patrně došlo k odstranění vegetačního krytu a dále k rozložení semen v důsledku okysličení substrátu. To vše je možné připsat činnosti spojené s těžbou rašeliny a kácením olšin, které patrně předcházelo stavbě rybníka.

Zóna S3 – 3: (20 – 46 cm)

Tato zóna je tvořena rozloženou slatinou s příměsí jílu, ve které dominují diaspory jednoletých druhů periodicky obnažovaných den letněných rybníků (*Eleocharis ovata, Carex bohemica, Juncus sp.*) svazu *Eleocharition ovatae*. Tyto druhy je možné zařadit i do asociace: *Elecharito ovatae-Caricetum bohemicae* (Klika 1935). Z jejich poměrně dlouhodobého výskytu můžeme vyvodit závěr, že se jedná o sediment z období existence rybníka, který zde byl založen koncem 17. století (maldší subatlantik – novověk). Letnění rybníků představovalo běžnou rybníkářskou praxi za účelem celkového ozdravení a obnovy nádrží (viz obr. vojenské mapování v příloze) a právě tento management umožňuje dlouhodobý rozvoj jednoletých druhů svazu *Eleocharition.*

Druhy tohoto svazu je obtížné doložit pylovou analýzou (čeleď *Cyperaceae*). Proto v pylovém diagramu (přesto, že je přibližně shodně vylišena **zóna SZ3**: 24 – 53 cm) není patrná velká odlišnost od zóny předchozí i následující.

Nicméně pylová analýza prokázala přítomnost řady vodních a litorálních druhů rybničních oblastí (*Potamogeton* sp., *Nymphaea* sp., *Myriphyllum spicatum*, *Typha latifolia* – type, *Caltha* – type, *Peucedanum* sp., *Filipendula ulmaria*). Naopak diaspory těchto druhů, až na výjimky, které tvoří nažky lakušníků (*Batrachium* sp.), nebyly makrozbytkovou analýzou zaznamenány.

Z litorálních druhů se zde v hojném počtu vyskytovala semena vysokých ostřic (*Carex* sect. *acutae, C. vesicaria, C. rostrata* + listence) a dále pak větší množství nažek ostřice šedivé (*Carex canescens*), která také osídluje břehy rybníků, ale spíše ji nacházíme ve společenstvu přechodových rašelinišť.

Dřeviny jsou zde zastoupeny přítomností olše (*Alnus* sp.). Dále zde byl doložena přítomnost smrku (*Picea abies*). Ve větší míře jsou zastoupeny tyto druhy dřevin: *Pinus* sp., *Betula* sp., *Abies alba*, *Carpinus betulus* (minimální množství pylu), *Fagus sylvaticus*, *Quercus* sp. Více viz pylový diagram v příloze.

V této vrstvě se také vyskytují makroskopické uhlíky, svědčící o zakládání ohnišť v okolí rybníka.

Zóna S3 – 4: (0 – 20 cm)

je tvořena tmavohnědou, nerozloženou, mocně prokořeněnou ostřicovou slatinou, ve které byly nalezeny diaspory recentních druhů litorálních ostřic a rákosin, dále druhy rašelinných a kulturních luk. Podle výsledků pylové analýzy je stanovena přibližně shodně zóna SZ4 (0 – 25 cm).

K odlišení této zóny došlo pravděpodobně poté, co se snížila hladina rybníka Švarcenberk, a přestalo se letnit rybniční dno. To mělo za následek vymizení druhů obnažovaných den. Ke snížení hladiny Třeboňských rybníků došlo koncem 19. století z hospodářských důvodů (viz letecký snímek v příloze).

Makrozbytkovou analýzou byly prokázány druhy rodu *Carex* (více viz výsledky), pylovou analýzou se prokázalo vysoké množství pylu čeledi *Cyperaceae*. Dále druhy indikující vlhké, dusíkem bohaté rašelinné louky (*Ranunculus flamula* (M) a *R. repens* (M), *R. acris* – type (P), *Cicuta virosa* (M), *Cirsium palustre* (M), *Cirsium* sp. (P), *Lysimachia thyrsiflora* (M) a *Peucedanum palustre* (P+M)). Pylová analýza navíc zaznamenala výskyt vodních a litorálních druhů rostlin (*Nuphar* sp., *Sparganium* / *Typha angustifolia*).

Z porovnání výsledků pylové a makrozbytkové analýzy je patrné, že obě tyto analýzy zachycují podobným způsobem hlavní trendy vývoje vegetace a navzájem se doplňují. Proto si myslím, že je pro podrobnější rekonstrukci vývoje vegetace je nezbytný aplikace obou analýz.

6.1.2 Porovnání výsledků pylové a makrozbytkové analýzy Sondy 4

V rámci Sondy 4 byla provedena pouze makrozbytková analýza. Přestože pylová analýza Sondy 3 zachycuje vývoj vegetace na regionální úrovni, není možné výsledky této sondy použít pro porovnání s makrozbytkovými výsledky ze Sondy 4 a to především díky přítomnosti sedimentačního hiátu, který je podle dokladu makrozbytkové analýzy (absence makrozbytků) značně rozsáhlý a i pylové spektrum může být neúplné. Z tohoto důvodu jsem použila výsledky ze sondy S 500, která byla odebrána v místě nynější Sondy 4 v 90. letech 20. století. Tyto výsledky byly publikovány P. Pokorným a V. Janovskou (2000).

Zóna S4 – 1: (230 – 260 cm)

Tato zóna je tvořena jemným jezerním sedimentem (*gyttjou*), tato zóna byla rozlišena na základě makrozbytkové analýzy a sedimentologického rozboru. Zachycuje období existence jezera Švarcenberk a rané fáze jeho zazemňování. Pylovou analýzou byla shodně rozlišena **zóna S5** (232 – 245 cm). Profil S 500 končí v hloubce 245 cm.

Stáří této zóny můžeme vyvozovat z radiokarbonově datované Sondy 3. S nejvyšší pravděpodobností se jedná o jezero období časného holocénu.

Pro tuto zónu je charakteristická dominance makrofytní vegetace, dokládající přítomnost velkého, přirozeně eutrofního až mezotrofního jezera (*Nmphaea alba* (M), *Nuphar lutea* (M), *Batrachium* sp. (M), *Myriophyllum spicatum* – type (P), *M. spicatum* (M), *M. verticillatum* (M), Potamogetona sp. (P+M), dále jsou makrozbytkovou analýzou doloženy *P. perfoliatus, P. pusillus, P. natans, P. praelongus, P. obtusifolius, P. cf. gramineus, P. densus* a *P. filiformis*). Vyskytují se zde také celé oříšky kotvice plovoucí (*Trapa natans*) a jejich odlomené ostny, které byly makrozbytkovou analýzou zachyceny jen v nepatrném množství.

Dále se v této zóně v nevelké míře vyskytují taxony, rostoucí v litorálním společenstvu rákosin (*Typha latifolia* (M), *Schoenoplectus lacustris* (M) a *Lycopus europaeus* (M), *Filipendula ulmaria* (P)). Ze zástupců porostů vysokých ostřic jsem nalezla nažky ostřic (*Carex acutiformis, C. pseudocyperus, C. vesicaria*), pylovou analýzou byl doložen v hojné míře pyl druhů čeledi *Cyperaceae*.

Z nitrofilních druhů vyskytující se v okolí lidských sídlišť zde byly zaznamenány: kopřiva (*Urtica dioica;* M), pelyněk (*Artemisia* sp.; P) a druhy čeledi merlíkovitých (*Chenopodiaceae*; P).

Z dřevin se v této zóně vyskytuje v hojné míře bříza (*Betula pendula/pubescens;* P+M), makrozbytkovu anlýzou je doložena bříza pýřitá (*B.* cf. *pubescens*). V menší míře jsou zastoupeny tyto druhy: *Salix* sp. (P), *Alnus glutinosa* – type (P+M), *Juniperus* sp. (P), *Corylus avellana* (P), *Ulmus* sp. (P), *Quercus* sp. (P), *Tilia* sp. (P) a *Picea abies* (P).

Zóna S4 – 2: (175 – 230 cm)

Tato zóna je tvořena jezerním sedimentem se zbytky rákosu a oříšky kotvice (*Trapa natans*). Na bázi v hloubce kolem 213 až 234 cm je sediment tvořen hrubší detritickou *gyttjou*. Podle pylového diagramu S 500 je v této části profilu shodně rozlišena **zóna S6** (232 – 175 cm).

Z hloubky 195 – 200 cm byl radiokarbonově datován oříšek kotvice (6 340 ± 110 BP). Po kalibraci se stáří objektu pohybuje mezi lety 5 513 – 5 040 BC, toto stáří odpovídá období středního atlantika. Z toho vyplývá, že Sonda 4 zachycuje vývoj jezera a vegetace, který není čitelný po rozboru Sondy 3 díky absenci makrozbytků a dokresluje děje, které se odehrávaly v středním a starším holocénu.

Pro tuto zónu je charakteristické vyznívání diaspor makrofytní vegetace vodních nádrží (*Nuphar lutea, Nymphaea alba, Najas marina, Ceratophyllum demersum, Myriophyllum verticilatum, Trapa natans, Potamogeton perfoliatus, P. pusillus*). V případě pylu byl tento trend zaznamenán pouze u stolístku klasnatého (*Myriophyllum spicatum* – type)

a taktéž u rdestů (*Potamogeton* sp.). Naopak pyl kotvice plovoucí (*Trapa natans*) a růžkatce ostnitého (*Ceratophyllum demersum*) se poprvé objevuje právě v této zóně a také zde dosahuje svého vrcholu. To svědčí o přítomnosti vodní plochy ve střední části jezera, kde můžeme předpokládat rozvinuté společenstvo vodních rostlin, jejichž pyl byl zanesen do místa odběru profilu.

Převládají zde nálezy diaspor druhů mokřadních olšin (*Carex acutiformis, C. pseudocyperus, C. vesicaria, Calla palustris, Cicuta virosa, Solanum dulcamara, Lysimachia vulgaris*) a druhy se širší ekologickou valencí, které můžeme najít jak v litorální zóně jezer, tak v mokřadních olšinách (*Filipendula ulmaria, Peucedanum* sp., *Lycopus europaeus, Comarum palustre*, *Carex canescens, C.* sect. *acutae, Scirpus sylvaticus*). Pylová analýza detailní záznam těchto druhů neposkytuje, dokládá jen vcelku kontinuální výskyt pylu *Filipendula ulmaria* a dále také pyl čeledi *Cyperaceae*. Pylová křivka této čeledi vykazuje v první polovině zóny mírný pokles a zhruba od poloviny zóny rychlý vzestup.

Také jsem zde nalezla nažky ostřice šáchorovité (*Carex bohemica*). Tato ostřice se specifickými ekologickými nároky osídluje obnažené písčité břehy, případně také podmáčená písčitá pole a lady.

Na možný výskyt lidí by mohly poukazovat makrozbytkové nálezy semen maliníku (*Rubus idaeus* a *Rubus* sp.) a také diaspory vlhkomilných nitrofilních druhů osídlujíc ruderalizované břehy vodních nádrží a okolí lidských sídel (*Urtica dioica*, *Rumex obtusifolius, Mentha arvensis, Alchemilla* sp.) a dále nálezy uhlíků, které se pro jejich malou velikost nepodařilo určit.

Z dřevin zde dominuje olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), která je doložena jak pylovou tak i makrozbytkovou analýzou ve velice hojném počtu, tyto nálezy svědčí o přítomnosti olšin nejen na lokálním, ale i regionálním měřítku. Dále pak je pylovou i makrozbytkovou analýzou doložena krušina olšová (*Frangula alnus*), bříza (*Betula pendula/pubescens*) a smrk (*Picea abies*). Tyto druhy pravděpodobně tvořily doprovod olším. Pylová křivka borovice (*Pinus* sp.) zaznamenává s prudkým nárůstem pylu olše (*Alnus glutinosa* – type) výrazný pokles (Podobně je tomu i v případě Sondy 3 ve vzorcích z období atlantika).

Dále je pylovou analýzou doložena také přítomnost lísky (*Corylus avellana*), vrb (*Salix* sp.) jilmu (*Ulmus* sp.), dubu (*Quercus* sp.), lípy (*Tilia* sp.), jasanu (*Fraxinus excelsior*) a také se již objevuje pyl buku lesního (*Fagus sylvatica*). Tyto nálezy potvrzují, že stáří této zóny je středního atlantika.

Zóna S4 – 3: (120 – 175 cm)

Tuto zónu je možné podle výskytu makrozbytků (především podle ústupu a dominance *Alnus glutinosa*) rozčlenit na další 3 zóny: S3 – 1a, S3 – 1b, S3 – 1c (více viz kapitola Výsledky).

Pylový záznam sondy S 500 zde končí, neboť pylová analýza byla provedena jen v rozmezí 175 – 250 cm. Proto není možné učinit srovnání makrozbytkové a pylové analýzy.

6.1.3 Korelace paloekologického záznamu s archeologickými nálezy na lokalitě Švarcenberk.

Paleoekologické zkoumání profilů z lokality Švarcenberk umožnilo detekovat vlivy lidského osídlení na krajinu a vegetaci. Díky nálezu nepřímých stop lidské přítomnosti pomocí pylové a makrozbytkové analýzy zde započalo nové přírodovědné a archeologické bádání, které odhalilo přítomnost rozsáhlého pravěkého osídlení v okolí bývalého jezera včetně pozůstatků sídliště obsahujícího dřevěné artefakty (Šída et al. 2007, Pokorný et al. 2007).

V roce 2005 proběhl sídelně geografický průzkum, který odhalil devět lokalit v jihovýchodní části příbřežní zóny jezera (lokality 1-8 a 10; obr. v příloze č. 1) díky četnosti nálezů štípané kamenné industrie, která byla rámcově datována do období mezolitu. Na základě těchto dokladů byly provedeny sondáže na nejperspektivnější lokalitě č. 7, které umožnily nalézt početnější kolekce nástrojů včetně mikrolitů (Šída et al. 2007). Odběry sedimentu pro paleoekologické analýzy byly učiněny po vyhloubení sondy o rozměru 2 x 4 m (Sonda 3) v blízkosti taktéž archeologicky perspektivní lokality č. 1 (Pokorný et al 2007).

Výsledky těchto analýz jsou diskutovány v této kapitole.

Bazální vrstva sedimentu zjišťovací Sondy 3, tvořená organickým souvrstvím s jílem a pískem, je bohatá na pylová zrna a rostlinné makrozbytky včetně dřeva a velkých kusů uhlíků.

Ohlazená písečná zrna spolu s paleoekologickým doklady podpořené radiokarbonovými daty naznačují, že tato oblast představovala v době raného holocénu písčitou pobřežní zónou.

Při zjišťovací sondáži bylo v této vrstvě v hloubce 85 – 92 cm nalezeno 14 fragmentů dřev nesoucí jasné stopy po opracování. Některé z těchto fragmentů bývaly pravděpodobně součástí ratiště šípu (Šída et al. 2007). Naproti tomu u řady dalších je jejich funkce neznámá. Jeden z fragmentů byl datován nedestruktivní metodou AMS. Po kalibraci se stáří objektu pohybuje mezi lety 9 293 – 8 732 BC. Dále byl v hloubce 92 – 100 cm nalezen fragment

skořápky *Corylus avellana*, který byl taktéž metodou AMS datován. Po kalibraci se stáří pohybuje v rozmezí let 8 637 – 8 328 BC. Stáří těchto radiokarbonově datovaných objektů spadá do období začátku holocénu (preboreál).

Nález fragmentu skořápky *Corylus avellana* je vzhledem ke zjištěnému stáří mimořádný, neboť líska se ve střední Evropě na začátku holocénu vyskytuje jen sporadicky. Tento fragment v kontextu jezerních sedimentů s artefakty může být považován za nepřímý důkaz šíření této dřeviny člověkem (Pokorný et al. 2007). Pyl lísky je podle statistických výsledků významným pylovým indikátorem lidského osídlení (Kuneš et al. 2008). Výskyt pylu lísky je v období začátku holocénu doložen také z dalších lokalit v okolí bývalých jezer (např. Komořanské, Plešné jezero), které se vztahují k pravěkému osídlení.

Dalším druhem, který sloužil mezolitickým populacím jako zdroj obživy, jsou škrobnaté oříšky kotvice plovoucí (Zvelebil 1994). Výskyt kotvice plovoucí (*Trapa natans*) je na této lokalitě doložen jak v podobě pylových zrn tak i hojných makrozbytků a to především z hlubších středových částí jezera (Sonda 4 a vrt 1). Ze 195 – 200 cm hloubky Sondy 4 byl radiokarbonově datován oříšek kotvice, jehož stáří po kalibraci je v rozmezí let 5 513 – 5 040 BC, což odpovídá období středního atlantiku. Přítomnost plodů této rostliny je doložena i v mladších vrstvách Sondy 4, avšak nadložní vrstvy již datovány nejsou. V mělké litorální části, kde byl odebrán profil Sonda 3, se mi nepodařilo výskyt kotvice plovoucí prokázat. To je patrně způsobeno polohou sondy v příliš mělké litorální části jezera. První nálezy kotvice plovoucí se na lokalitě Švarcenberk taktéž datují na počátek holocénu. Překvapivě časný výskyt této teplomilné rostliny je důkazem příznivého klimatu. Je také možné se domnívat, že její plody sloužily v době raného holocénu jako potrava člověku. Jedná se tedy o podobný případ jako výše popsaný nález lískového ořechu (Pokorný 2005, Pokorný et al. 2007).

Za další významný sekundární antropogenní indikátor může být považována zvýšená koncentrace uhlíků v bazální písčité vrstvě, svědčící o možném zakládání ohnišť či požárů.

Další nepřímé důkazy o přítomnosti člověka přináší pylová analýza, která prokázala v příslušném souvrství výskyt bylinných druhů hodnocených jako sekundární antropogenní indikátory. Jedná se především o druhy preferující otevřená travnatá stanoviště (*Thalictrum, Melampyrum, Plantago lanceolata, Rumex acetoslla*), druhy ruderálních stanovišť a okolí lidských sídel (*Artemisia, Chenopodiaceae, Solanum dulacmara, Rubiaceae*) a druhy expandující na požárem zasažené plochy (*Pteridium aquilinium, Calluna vulgaris*).

Makrozbytková analýza Sondy 3 a Sondy 4 dokládá přítomnost některých dalších druhů, které bývají také hodnoceny jako sekundární antropogenní indikátory. Jedná se o semena plodů maliníku, které mohly sloužit jako potrava (*Rubus idaeus* a *R. saxatilis*). Tyto

druhy, jejichž výskyt je v jezerních usazeninách překvapivý, byly nalezeny v raně holocenní písčité zóně Sondy 3. V sedimentech Sondy 4 je zaznamenán vcelku kontinuální výskyt *R. idaeus*. Z ruderálních druhů rostoucích v okolí sídel jsou doloženy: kopřiva (*Urtica dioica*), ostřice srtstnatá (*Carex* cf. *hirta*), lilek potměchuť (*Solanum dulcamara*), šťovík (*Rumex (obtusifolius*) a hluchavka bílá (*Lamium album*). Dále například ostřice skloněná (*Carex demissa*), nalezená v písčitém, raně holocenním sedimentu, která je konkurenčně mnohem slabší než rákos, by mohla být indikátorem disturbancí v břehových partiích jezera.

Stopy lidské činnost můžeme sledovat až do období středního holocénu, kdy podle předchozích výzkumů (Pokorný a Jankovská 2000, Pokorný 2005) vlivem vysoké organické produkce jezerního ekosystému došlo k úplnému zazemnění (zhruba 5 000 cal. BC).

6.2 Chrást

6.2.1 Porovnání výsledků makrozbytkové a pylové analýzy profilu Chrást

Kromě makrozbytkové analýzy byla v rámci odebraného profilu Chrást provedena také analýza pylová. V diskusi porovnávám výsledky těchto paleobotanických analýz mezi sebou a také s výsledky chemických analýz, úbytku žíháním a magnetické susceptibility podrobnější srovnání kapitola Výsledky.

Zóna CH – 1: (260 – 285 cm)

Tato zóna je tvořena stříbřitě šedavým pískem, v horní třetině s příměsí jílu. Z báze profilu (vrstvy 275 – 280 cm) byla radiokarbonově datována semena *Menyathes trifoliata* do období 11 450 ± 35 BP. Po kalibraci se stáří datovaného objektu pohybuje v rozmezí let 11 440 – 11 278 BC. Toto datum odpovídá pozdnoglaciálnímu interstadiálu allerød.

V tomto období byly doloženy pylovou (P) i makrozbytkovou (M) analýzou druhy stojatých až mírně tekoucích vod (*Nuphar* sp. (M), *Potamogeton* sp. (P+M), *P. perfoliatus* (M), *P. pusillus* (M), *P. obtusifolius* (M), *Myriophyllum spicatum* (P), *M.* cf. *verticillatum* (M)). Pylově zaznamenaná čeleď *Ranunculaceae* by mohla dokládat přítomnost druhů rodu *Batrachium*, jehož nažky jsou v hojném počtu doloženy makrozbytkovou analýzou.

Dále jsou doloženy druhy, rostoucí v mělkých bahnitých litorálech rákosin eutrofních vod (*Typha latifolia* (P), *Sparganium/Typha angustifolia* (P), *Sparganium erectum* (M), *S. emersum* (M), *Scoenoplectus lacustrs* (M)). Rákos, jehož výskyt je obtížné doložit, by mohl

být zachycen pouze pylovou analýzou, která zaznamenává vyšší přítomnost pylu čeledi *Gramineae*.

Makrozbytková analýza zaznamenala výskyt *Schoenoplectus tabernaemontani*, který je indikátorem slaných nebo silně vápnitých, periodicky vysychavých substrátů. Chemická analýza prokázala, že křivka pro Ca^{+} ve druhé polovině této zóny, kde byl nalezen výše zmíněný druh, prudce stoupá (viz příloha č. 3.). Další prvky (Na, K), které vytváří sole, jsou zaznamenány jen v nepatrném množství, což potvrzuje, že druhá polovina této zóny je ovlivněna vápníkem. Avšak není vyloučeno, že tento druh se na místo odběru sondy dostal sekundárně (viz odlehlá hodnota grafu canoco obr. 24). Křivka magnetické susceptibility dokládá ve druhé polovině této zóny zvýšený přísun minerálních látek vlivem povodňových událostí, tudíž je možné že řada diaspor opravdu může být z původního místa výskytu vlivem říčního toku přemístěna.

Dále zde byly makrozbytkovou analýzou zaznamenány druhy vysokých litorálních ostřic (*Carex* sect. *acutae, C.* cf. *diandra, C. rostrata* type, *C. rostrata/vesicaria*), které představují zástupce čeledi *Cyperaceae*, jejíž pyl se vyskytuje v hojném počtu.

Dále se v této zóně vyskytovaly eutrofní rostlinné druhy, které dnes nacházíme v bahnitých litorálech mělkých tůní i mírně tekoucích řek (*Eleocharis* sp. M; *Mentha aquatica* M; *Menyanthes trifoliata* P+M; *Comarum palustre* M; *Alisma plantago-aquatica* M; *Hippuris vulgaris* M; *Cicuta virosa* M). Tyto druhy indikují kolísání vodní hladiny.

Hojně se v této zóně vyskytovala semena merlíku bílého s.l. (*Chenopodium album* agg.), druhy tohoto agregátu mají širokou ekologickou amplitudu, osídlují podmáčené i vysychavé, bohaté organické i chudé minerální půdy. Zpravidla tyto druhy indikují narušování substrátu ve spojení s disturbancemi (Hejný et Slavík 1990). Pylová analýza potvrzuje přítomnost pylu čeledi *Chenopodiaceae*. Podobnou ekologii má také kopřiva (*Urtica dioica*), která byla doložena pouze makrozbytkovou analýzou.

Za velmi zajímavý považuji nález diaspor máty rolní (*Mentha arvensis* – v počtu tri kusy), která je považována za archeofytní druh dob neolitu (Pyšek et al. 2002). Její výskyt je tudíž v pozdním glaciálu překvapivý. Zdá se, že obývala biotopy obnažovaných písčitých půd a říční náplavy a v období neolitu expandovala na člověkem nově vytvořené biotopy. Nejnovější makrozbytkové analýzy profilu Tišice 2 potvrzují její přítomnost v období zemědělského pravěku. A. Pokorná udává vysoké počty diaspor máty rolní ve středních a horních vrstvách profilu.

Zjištění tohoto druhu vznáší otázky, jestli tato lokalita mohla být ovlivněna člověkem. Je těžké jednoznačně odpovědět. Mezi druhy, nalezené v této zóně, které by mohly dokládat

výskyt člověka, by patřil ostružiník (*Rubus fruticosus* agg.) a kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*). Také přítomnost zuhelnatělých semen a dřev by mohla svědčit o požárech. Ale je těžké říci, zda jsou tyto druhy lokální, nebo transportované vodou z různých míst výskytu. Navíc v tomto období je obtížné doložit pravěké osídlení, neboť lovecko-sběračské populace starší doby kamenné nevytvářely sídla trvalejšího charakteru a často může být jejich vliv na krajinu srovnatelný s působením velké zvěře, jediným rozdílem je vliv ohně.

Dále jsem zde zaznamenala nažky mochny nátržníku (*Potentilla erecta*) a mochny zábělníku bahenního (*Comarum palustre*). Druh *Potentilla erecta* osídluje suché i vlhké louky a světlé, především březov lesy (Slavík 1995).

Dřeviny této zóny jsou zastoupeny pionýrskými druhy. V hojném počtu se vyskytovaly nažky *Betula pendula/pubescens*, nález podpůrné plodní šupiny ukazuje na přítomnost břízy pýřité (*B. pubescens*). Pylovou i xylotomickou analýzou je shodně zaznamenána *Betula* sp.

Dále je makrozbytkovou analýzou potvrzen výskyt břízy trpasličí (*Betula nana*), jejíž pyl v této zóně zaznamenán nebyl, avšak pylový typ *Betula nana* není snadné odlišit do pylu běžných bříz (Beug 2004). Dále se v této zóně vyskytla semena i fragmenty jehlic borovice (*Pinus sylvestris*). Přítomnost borovice je potvrzen xylotomickou analýzou a také výskytem pylu a to ve velmi hojném množství. Xylotomická analýza odhalila přítomnost vrb (*Salix* sp.), jejichž dřevo dominovalo nad ostatními nálezy.

Výše zmíněné doklady pylové, makrozbytkové i xylotomické analýzy svědčící patrně o existenci slepého říčního ramene v místě odběru sondy a o nedaleké přítomnosti meandrující řeky s rozkolísaným vodním režimem, která během povodní představovala výrazný zdroj disturbancí. Avšak na základě nedostatečného stratigrafického průzkumu nejbližšího okolí není možné spolehlivě říci, kde přesně řeka Labe v období pozdnoglaciálního interstadiálu tekla.

<u>Zóna CH – 2</u>: (220 – 260 cm)

Tato zóna je tvořena hnědočernou, slabě jílovitou slatinou, ve které jsem nalezla především diaspory druhů indikující pokročilejší fázi zazemňování mrtvého říčního ramene. V této zóně bylo konvenční metodou radiokarbonově datováno borovicové dřevo z hloubky 230 – 235 cm. Výsledné stáří je 11523 ± 120 BP, po kalibraci se stáří pohybuje v rozmezí let 11 716 – 11 226 BC, to rovněž odpovídá pozdnoglaciálnímu interstadiálu allerød.

Z vodních druhů je možné lokálně makrozbytkovou analýzou doložit diaspory rdestu alpského (*Potamogton alpinus*), lakušníku (*Batrachium* sp.) a na bázi této zóny také stolístek přeslenitý (*Myriophyllum* cf. *verticillatum*), avšak po srovnání se zónou předchozí již ve

výrazně nižším počtu. Naproti tomu pylová analýza v tomto období nezaznamenala pokles pylu vodních rostlin (*Nymphaea* sp, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton* sp.), což nasvědčuje přítomnosti vodní plochy v okolí.

Makrozbytková analýza prokázala dominanci druhů porostu vysokých ostřic. Především ostřice pobřežní (*Catex riparia*), která indikuje eutrofní, mnohdy také zasolené prostředí. Dále výskyt ostřic ze sekce o. štíhé *(Carex* sect. *acutae*), ostřic, které indikují málo eutrofní prostředí (*C. rostrata* – type, *C.* cf. *diandra*). Také jsem zde nalezla nažky ostřic, které se vyskytují na bazických substrátech (*C. flacca/tomentosa,* některé druhy *Carex flava* agg. - především *C. flava*, *C. lepidocarpa;* a některé druhy *C.* sect. *paniculatae* - především *C. paniculata*, *C. appropinquata*).

Z grafu chemických prvků je patrné, že okraje této zóny jsou výrazněji bazičtější (křivka Ca^{+} rostoucí směrem k okrajům; graf příloha č. 3) než střed této zóny. Z okrajových vrstev této zóny mohu doložit ostřice *Carex flacca/tomentosa* a *C. flava* agg.

Tyto druhy jsou pylově zastoupeny čeledí *Cyperaceae*. Pylová křivka této čeledi zaznamenává mírnější pokles ve střední části této zóny. Z makrozbytkového diagramu je patrné, že většina rodů čeledi *Cyperaceae* (rod *Carex*, *Schoenoplectus*) vykazuje stejný trend.

Střed této zóny obsahuje vysoké množství vyluhovaných iontů Fe, které jsou dostupné rostlinám. Toto prostředí, převážně kyselé, vyhovovalo především ostřici *Carex riparia* a vachtě trojlisté (*Menyanthes trifoliata*), které dominují ve střední části zóny. Dále je ze střední části doložen výskyt diaspor zábělníku baheního (*Comarum palustre*). Pylová analýza dokládá kontinuální přítomnost pylu čeledi *Rosaceae*.

V hojném počtu jsou doloženy mokřadní druhy rostlin osídlující bahnité sedimenty, které svědčí o pokročilé fázi zazemňování mrtvého říčního koryta (*Menyanthes trifoliata, Filipendula ulmaria,* druhy doložený taktéž pylovou analýzou a *Comarum palustre*). Následují druhy, které byly zaznamenány makrozbytkovu analýzou v dolní nebo v horní části této zóny (*Cicuta virosa*, *Schoenoplectus lacustrs, Hippuris vulgaris, Lycopus eurpaeus, Sparganium emersum*), které svědčí o rozkolísanosti vodního sloupce a o jejich vztahu k bazickému substrátu, který se v těchto částech zóny nachází. Pylová analýza dokládá přítomnost pylu *Sparganium/Typha angustifolia*, který je koncentrován především při okrajích a dále sporadický výskyt orobince širolistého (*Typha latifolia*) v celé zóně.

Dále jsem zde zaznamenala výskyt nažek pryskyřníků, rostoucích na vlhkých písčitých substrátech: *Ranunculus repens, R. falmula* a nitrofilní druh – kopřivu dvoudomou (*Urtica dioica*).

Překvapivý je výskyt semene jahodníku *Fragaria vesca*. Tento druh můžeme nalézt na humózních říčních náplavech, avšak převážně osídluje paseky, lesní okraje, světliny a křovinaté porosty (Slavík 1995). Další druh, který také osídluje světlé lesy je vřes *Calluna vulgaris*, jejíž výskyt dokládá pylová analýza. Tento druh může expandovat na požárem zasažená stanoviště. Doklady o požárech přináší xylotomická analýza, která dosvědčuje přítomnost ohořelých dřev, nalezena také byla zuhelnatělá semena některých ostřic.

Dřeviny období allerødu jsou zastoupeny pionýrskými druhy. Ve velkém počtu se vyskytuje bříza doložená pylovou a xylotomickou analýzou. Makrozbytková analýza potvrzuje přítomnost bříz *Betula pendula/pubescens* a *B. pubescens*. Dále je doložena také bříza trpasličí (*Betula nana*) a to pylovou i makrozbytkovou analýzou. V hojném počtu je přítomna borovice kterou dokládá pyl, dřevo (padlý kmen), semena i jehlice. To svědčí o přítomnosti březo-borového lesa v okolí odebraného profilu.

Výše zmíněné druhy se vyskytují již v předchozí zóně, avšak v této zóně, která představuje druhou polovinu allerødu, výrazně dominují. Naopak je tomu v případě vrby (*Salix* sp.), jejíž pylová křivka v této zóně klesá, tento trend je potvrzen taktéž xylotomickou analýzou. Je pravděpodobné, že je to reakce na měnící se podmínky.

Xylotomická analýza také potvrzuje lokální přítomnost smrku (*Picea abies*), který je doložen taktéž pylovou analýzou na regionálnější úrovni.

Pylová analýza dále zaznamenává pyl olše, jilmu a jalovce, které nebyly pomocí ostatních analýz zjištěny.

Obecně se dá říci, ze ve druhé polovině allerødu došlo k vysoké organické produkci a k nápadnému okyselení, které je spojeno s rychlým zazemňováním mělké periodické tůně – slepého ramene řeky Labe. O tom, že toto prostředí bylo relativné příhodné pro život rostlina dokládá i přítomnost březo-borového lesa s vtroušenými vrbami a také smrkem v okolí odběru sondy.

Zóna CH – 3: (175 – 220 cm)

Tato zóna je jílovitá, v dolní části obohacená o humusové částice, které propůjčují bázi této vrstvy černé zbarvení. V této zóně v hloubce 210 – 215 cm byly metodou AMS radiokarbonově datovány makrozbytky (semena *Menyanthes trifoliata*) do období 11 010 ± 60 BP. Po kalibraci se výsledné stáří datovaného materiálu pohybuje v rozmezí let 11 120 – 1 0911 BC. Z toho vyplývá, že tato zóna zachycuje období přelomu allerød/mladší dryas.

V této zóně se opět vyskytují diaspory vodních rostlin (*Batrachium* sp., *Nuphar lutea, Potamogeton filiformis, P. alpinus, P. pusillus*) v mnohem hojnějším počtu v porovnání

s předchozími vrstvami. Ovšem pylová analýza dokládá navíc přítomnost pylu dalších rodů (*Potamogeton*, *Nuphar*, *Nymphaea* a dále druhů *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*). To by nasvědčovalo tomu, že v okolí odběru sondy došlo k obnovení periodické tůně.

Také pylovou analýzou doložený výskyt některých litorálních druhů (*Typha latifolia* – type, *Filipendula ulmaria*), které vyžadují pro svou existenci teplejší léto s teplotami, které neklesají pod 12 °C (Ammann 1989), by nasvědčoval tomu, že sediment této zóny je stále ještě z období konce interstadiálu allerød.

Z dalších druhů osídlující litorální a bahnité substráty okrajů vod byly doloženy: vachta trojlistá (*Menyanthes trifoliata*; M+P), zábělník (*Comarum palustre*; M), prustka obcená (*Hippuris vulgaris*; M) a zevar *Sparganium emersum* (M), *Sparganium/Typha angustifolia* (P).

Ze zástupců druhů porostu vysokých ostřic se zde ve velmi vysokém počtu vyskytovaly nažky ostřic (*Carex rostrata* - type, C. *rostrata/vesicaria*, *Carex* sect. *acutae*) a dále nažky ostřic, rostoucích na bazických půdách (*Carex* sect. *paniculatae*, *C.* cf. *diandra*, *C. tomentosa/flacca*, *C. flava* agg.) Pyl čeledi *Cyperaceae* je taktéž zastoupen v hojné míře.

V této zóně je makrozbytkovou analýzou doložen vysoký počet nažek krabilice hlíznaté (*Chaerophyllum bulbosum*). Tento druh osídluje vlhké, živinami bohaté půdy okolí toků řek. Vyskytuje se ve světlých lužních lesích a lemech, avšak nesnáší přílišné zastínění (Slavík 1997). Pylová křivka čeledi, kam patří tento druh (*Umbelliferae*) zde významně stoupá a dosahuje svého vrcholu.

Dále zde byl makrozbytkovou analýzou doloženo semeno plodu ostružiníku *Rubus fruticosus* agg. Většina druhů tohoto agregátu je vázána spíše na polostinná stanoviště, jako jsou prosvětlené lesy a lesní okraje.

Dalšími lesními prvky jsou v této zóně pylová zrna čarověníku (*Circea*) a sasanky (*Anemone nemorosa* – type).

Paleobotanické analýzy této zóny z období přelomu allerød/ml. dryas ukazují na hojný výskyt dřevin, přesto je zaznamenán mírný pokles a rozkolísanost jejich výskytu ve srovnání se zónou předchozí. Shodně je potvrzen výskyt bříz a borovic. Makrozbytkovou analýzou byl doložen výskyt bříz (*Betula pendula/pubescens*, *Betula pubescens* a v malém množství také *Betula nana*). Pylová analýza potvrzuje přítomnost *Betula* sp. a rovněž dokládá i nízký počet pylu *Betula nana*. Dále zde byl makrozbytkovou, xylotomickou i pylovou analýzou doložena borovice (*Pinus sylvestris*). Xylotomická analýza odhalila také lokální přítomnost vrb (*Salix* sp.) a smrku (*Picea* sp.), jejichž semena nebyla zjištěna. Pyl těchto druhů je přítomen, avšak ne v hojném počtu. Dále je v této zóně v menším množství doložen pyl olše (*Alnus* sp.),

topolu (*Populus* sp.) a jalovce (*Juniperus* sp). Tyto paleobotanické nálezy svědčí pouze o mírném ústupu březo-borových porostů.

Je možné, že v tomto období docházelo k požárům, což se vzhledem ke končícímu období allerødu a začátku dryasu nezdá být nepravděpodobné. Rozsáhlé požáry jsou doloženy především z Třeboňské pánve (Pokorný et Růžičková 2000). Makrozbytkovou analýzou mohu doložit nejvyšší podíl zuhelnatělých semen z celého profilu právě v této zóně.

Uvážíme-li, že mladší dryas je obdobím klimatického zhoršení, které se odráží v rychlém spádu říčních toků a povodních, mohli bychom v této zóně, která zachycuje přelom allerødu a dryasu, spíše čekat, že dojde druhovému poklesu. Avšak nálezy makrozbytků dřevin a diaspor vodních rostlin svědčí o stálé přítomnosti lesa v okolí vodní hladiny.

Více odhalují další přírodovědné analýzy. Magnetická susceptibilita zachycuje ve druhé polovině depozici písčitého materiálu. Oproti předchozí zóně je křivka MS výrazněji rozkolísaná, což by mohlo ukazovat na klimatické výkyvy a vliv eroze. Z grafu znázorňující procento spalitelného podílu je patrné, že ve srovnání s předchozí zónou výrazně pokleslo množství organického materiálu. Nejvíce však odhaluje chemická analýza, která dokládá velmi vysoké procento Ca^{+}. Vápnité jíly v jezerních usazeninách představují nový sediment, který přímo nasedá na organickou slatinnou vrstvu. Původ vápnitých jílů můžeme spatřovat jako následek aktivity podzemních pramenů, kdy je uhličitan vápenatý vyplavován z podloží české křídové tabule. Na usazování vápníku měla vliv také zvýšená evapotranspirace v důsledku suchého klimatu mladšího dryasu (Lowe et Walker 1984, Lang 1994).

Zóna CH – 4: (140 – 175 cm)

Tato zóna je tvořena vytříděným, místy slabě jílovitým pískem, který má několik sedimentárních poloh (viz popis profilu). V hloubce 145 – 150 cm bylo radiokarbonově datováno dřevo borovice do období 10 750 ± 60 BP. Po kalibraci se stáří borovicového dřeva pohybuje mezi lety 10 916 – 10 738 BC, což by odpovídá období konce mladšího dryasu. Toto období se vyznačuje výrazným klimatickým zhoršením. S tím bývá spojen vznik štěrkových a písečných lavic v korytech řek, které se větví ve vícero mělkých ramen tzv. *anastomóz,* jak dokládá např. J. Vandenberkhe (1995, 2003) a pro oblast středního Německa P. Houben (2003). K těmto událostem dochází díky intenzivní geomorfologické činnosti v periglaciální oblasti konce pleistocénu. Rozkolísanost vodního režimu, prudký tok řek, sesuvy a větrná eroze jsou spojené s přísunem písku, který tvoří tuto zónu. Písek je eolické i fluviální povahy. Přítomnost fluviálnho – říčního písku dokládá podíl jílovité příměsi v podobě slídy (L. Lysá, pers. com.). Eolické – váté písky jsou v sedimentu také přítomny.

Jejich původ můžeme zpatřovat ve štěrkopískových uloženinách říční nivy. Tyto písky byly větrnou erozí transportovány na velké vzálenosti a daly vzniku vátých dun ve středním Polabí. Například jezero na Hrabanovské černavě vzniklo po přehrazení pramenné oblasti navátím písečné duny (Petr 2005).

Často bývá obtížné říci, jakého původu jsou tyto alochtonní písky a po jaké období sedimentovaly. Podle výsledků radiokarbonového datování můžeme usuzovat na krátký časový interval sedimentace. To nasvědčuje tomu, že písčitá vrstva vznikla v důsledku několika málo velkých povodní jen během krátkého časového rozpětí. Křivka magnetické susceptibility zaznamenává největší rozkolísanost a rovněž dokládá vysoký stupeň erozní aktivity, která je spojena s přísunem písčitého materiálu. Na základě interpretace magnetické susceptibility, kterou provedl RNDr. J. Kadlec z ústavu geologie, je možné usuzovat, že se jedná o písky křídového křemenného původu (m. susceptibilita z obecného pohledu vychází nižší než by se dalo předpokládat).

Křivka znázorňující procento úbytku organického podílu zaznamenává výrazný propad v této zóně až k nulovým hodnotám, což dokládá, že v této vrstvě bylo organického materiálu minimální množství, toto představuje nejnižší hodnoty z celého profilu.

Charakteristická je, až na ojedinělé výjimky, které tvoří nažky břízy *Betula pendula/pubescenc* a ostřice *Carex rostrata/vesicaria*, absence makrozbytků. Xylotomická analýza prokázala nepočetný výskyt dřev borovice (*Pinus* sp.), vrb (*Salix* sp.) a smrku (*Picea* sp).

Tyto ojedinělé nálezy taktéž přikládám eroznímu vlivu řeky Labe. Rostlinné makrozbytky nacházející se v této zóně byly patrně přineseny z širšího okolí činností řeky.

Tyto taxony jsou rovněž doloženy pylovou analýzou.

<u>Zóna CH – 5:</u> (120 – 140 cm)

Tato zóna je tvořena jílovitým sedimentem složitější struktury (viz sedimentologický popis). Střední část obsahuje významnějším podílem organické složky, jak také udává křivka ztráty úbytku žíháním.

Z makrozbytků jsem v tomto sedimentu nalezla pouze nažku skřípince jezerního a s. Tabernaemontanova (*Schoenoplectus lacustris* a *S. taberneamonani*) a semeno ptačince prostředního (*Stellaria media*). Xytolomickou analýzou je zde doloženo jen malé množství dřeva borovece (*Pinus* sp.) a vrby (*Salix* sp.).

Uvážíme-li, že sporé nálezy makrozbytků pocházejí ze sedimentu o objemu 365 ml, můžeme jen těžko rekonstruovat vegetaci tohoto období. Také se nedá vyloučit, že se jedná o

sekundárně redeponovaný materiál, který byl vlivem eroze z původního místa uložení přemístěn, tomu by nasvědčovala taktéž rozkolísaná křivka magnetické susceptibility především při okrajích této zóny a přítomnost jílu, který může být dokladem erodovaných půd. Ovšem zda se jedná o erozi způsobenou řekou Labe, je těžké říci, sediment této vrstvy nebyl datován. Avšak je pravděpodobné, že řeka v době sedimentace této vrstvy, tekla nově zahloubeným korytem poblíž lokality Chrást, kterou zpracovávala E. Břízová (Břízová 1999, Dreslerová et al. 2004).

Zóna CH – 6: (100 – 120 cm)

Tato zóna je tvořena limonitem, slabě písčitým, jílovitým sedimentem rezavohnědé barvy. V této zóně byl při výkopu sondy v hloubce 105 – 110 cm nalezen fragment uhlíku jasanového dřeva, radiokarbonově datován do období 6 510 ± 40 BP. Po kalibraci se jeho stáří pohybuje mezi léty 5 5483 – 5 373 BC, což odpovídá období holocenního klimatického optima (střední atlantik).

Z makrozbytků byly v této zóně v nízkém počtu doloženy: nažka skřípince jezerního (*Schoenoplectus lacustris*), dále fragment plodu rdesna (*Persicaria lapathifolia* agg.) a semeno merlíku bílého (*Chenopodium album* agg.). Zaznamenán zde byl vysoký počet oospor parožnatek, které by mohly dokládat lokální výskyt tůní. Existence tůní a močálů by mohla být také doložena pylovou analýzou, která potvrzuje přítomnost pylu některých vodních, litorálních a mokřadních rostlinných druhů (*Myriophyllum verticilatum*, *M. spicatum*, *Potamogeton* sp., *Typha latifolia*-type, *Filipendula ulmaria*). Analýza chemických prvků dokládá vysoký podíl vápníku a udává také nízkou koncentraci železa. Železo je chemicky vázáno v podobě limonitu a není přístupné rostlinám (Willis et al. 1997).

Rekonstrukce vývoje vegetace není dobře možná díky nepatrným nálezům rostlinných makrozbytků. Je možné, že lokální prostředí bylo vlivem oxidačních procesů, které daly vzniknout limonitu, natolik extrémní, že nedovolovalo rozvoji vegetace a zachování diaspor rostlin. Pylová analýza dokládá přítomnost řady mokřadních druhů, avšak ve velmi nízkých koncentracích.Vše je zatím v rovině hypotéz, protože není možné se opřít o paleobotanické nálezy.

Zóna CH – 7: (70 – 100 cm)

Tato zóna je tvořena slabě jílovitou humózní černou slatinou. V tomto sedimentu by se dal očekávat vysoký počet diaspor mokřadních a bažinných rostlin, avšak překvapivě zde nebyly nalezeny žádné makrozbytky vyšších rostlin.

Výjimku tvoří oospory parožnatek, které zde byly přítomny ve velmi vysokém počtu. Většina zástupců těchto zelených řas, roste uchycena rhizoidy ve dně převážně stojatých vod s různým stupněm trofie. K jejich mohutnému rozvoji dochází tehdy, když vodním sloupcem prochází dostatek světla v souvislosti s nepřítomností vodních rostlin. Je možné, že v tomto období bylo prostředí středního Polabí velice extrémní a nedovolovalo rozvoji vegetace.

První polovina zóny je silně vápnitá jak je patrné z grafu chemických prvků, křivka dostupného vápníku je vysoká, v druhé polovině zaznamenává výrazný pokles a rozkolísanost, tento trend se zpožděním doprovází i výskyt oospor parožnatek.

6.3 Srovnání vývoje vegetace Třeboňska a středního Polabí

Po zhodnocení výsledků makrozbytkových a pylových analýz můžeme lokálně sledovat vegetační sukcesi zazemňujícího se jezera i meandru a také porovnat vývoj přírody na Třeboňsku a v Polabí na regionální úrovni.

Pro získání obrazu vývoje přírody Třeboňska bylo použito výsledků rozboru dvou litorálních profilů Sondy 3 a Sondy 4, které zachycují vývoj vegetace od začátku holocénu. Pro získání představy o vývoji v pozdním glaciálu byly použity výsledky hlavního profilu (vrt 1; viz obr. v příloze č. 1) P. Pokorného a V. Jankovské (2000) a diplomové práce J. Šafránkové (2006). Hlavní profil obsahuje nejúplnější záznam vývoje jezera od jeho vzniku v pozdním glaciálu (zhruba 15 000 BP) až po zazemnění v období atlantiku (5 000 BP). Mocnost sedimentů tohoto profilu je 10 metrů, spodních 5 metrů sedimentu je z období pozdního galciálu. Dále byly diskutovány výsledky zazemněného pozdnoglaciálního jezera Velanská cesta, které se nachází přibližně 45 km JV směrem od lokality Švarcenberk.

Pro získání představy o vývoji přírody středního Polabí v minulosti byly použity výsledky profilu Chrást, který podrobně zachycuje vývoj vegetace konce pozdního glaciálu. Detailní makrozbytový záznam končí v zhruba v období mladšího dryasu a vývoj v holocénu je velice obtížné rekonstruovat díky absenci makrozbytků. Proto byly použity výsledky P. Pokorného, který provedl pylový rozbor profilu Tišice 1 (Dreslerová et Pokorný 2004). Makrozbytkový rozbor tohoto profilu provedla D. Nováková-Stružková (nepublikováno). Stáří sedimentů profilu Tišice 1 je převážně ze středního holocénu – subboreál (4241 ± 171 BP), avšak na bázi, která nebyla radiokarbonově datována, můžeme předpokládat i starší období – atlantika. Díky tomu, že tento profil byl detailněji zpracován taktéž makrozbytkovou analýzou je možné lépe rekonstruovat průběh zazaemňování meandru.

Avšak je potřeba brát zřetel na vliv času, jedná se totiž o jiná časové období a sukcesení děje v období subboreálu, maldšího atlantika a konce galciálu probíhaly s odlišnou dynamikou danou klimatickými podmínkami (eroze, hydrologický režim, nízké x vysoké teploty vegetačního období, vlhkostní a pedologické poměry, mrazové - periglaciální jevy, reliéf...).

6.3.1 Pozdní glaciál – závěr pleniglaciálu

Po odeznění glaciálního maxima před zhruba 18 000 lety nastalo postupné, i když jen nevýrazné oteplování. Období, které následovalo - nejstarší dryas, je součástí nové etapy, nazývané pozdní glaciál. Pozdní glaciál představuje období velkých klimatických a geografických výkyvů a změn, jimiž během velmi krátkého časového úseku končí poslední doba ledová – glaciál (Ložek 1973).

Vznik jezera Švarcenberk je spojen s ději, které se odehrály v období konce pleniglaciálu, před více než 15 000 lety (Pokorný et al. 2007). Tou dobou se patrně začala rozvíjet pionýrská vegetace osídlující dno nově vznikajícího jezera, které se formovalo táním ledového útvaru čočkovitého tvaru tzv. *pinga* (Pokorný et Jankovská 2000).

V nejspodnějších vrstvách jezerních usazenin byly ve velkém množství nalezeny oospory parožnatek, zelených řas rodů *Chara* a *Nitella* s kalcifikovanými schránkami. Makrofytní vegetace parožnatek je tvořena spletí stélek přichycených rhizoidy ke dnu. K jejich rozvoji dochází v chladných, oligotrofních vodách, kdy vodním sloupcem prochází dostatek slunečního záření. Doložena byla *Chara strigosa*, která se v současnosti vyskytuje ve vysokohorských jezerech a v chladných, subarktických, oligotrofních vodách kolem polárního kruhu (Pokorný et Jankovská 2000, Pokorný et al. 2007). Dalším dokladem chladných oligotrofních vod je přítomnost planktonních řas rodu *Pediastrum* (Komárek et Jankovská 2000). Především *P. integrum, P. boryanum var. longicorne, P. orientale.* Tato vegetace pravděpodobně rostla především v nejhlubších částech jezera.

Ze zástupců vodní makrofytní vegetace byl zaznamenán ojedinělý výskyt diaspor lakušníků *Batrachium* sp. a rdestu trávolistého (*Potamogeton* cf. *gramineus*), kterým se patrně dařilo v mělčích okrajových částech jezera. Pylová analýza shodně zaznamenala výskyt pylu *Ranunculus* Subgen. *Batrachium* a *Potamogeton* – type a navíc dokládá pyl stolístku přeslenitého (*Miryophyllum verticilatum* – type). Vegetace břehů mohla být tvořena ostřicemi (druhy rodu *Carex*), jejichž nažky byly v tomto období zaznamenány.

Podle dokladů pylové analýzy můžeme rekonstruovat prostředí pozdního glaciálu na regionální úrovni. Nízká koncentrace pylů zaznamenaná pro toto období potvrzuje nepříznivost klimatu. Chladné suché kontinentální klima umožňovalo rozvoj především bylinné a keříčkovité vegetace stepo-tundrového charakteru. Dominuje pyl trávovitých forem čeledí *Gramineae* a *Cyperaceae*, ruderálních stepních druhů čeledi *Chenopodiaceae* a rodu *Artemisia*. Keříčkovou vegetaci tvořila *Alnus viridis*, *Betula nana*, *Salix* sp., *Juniperus* sp. a *Empetrum* sp.

Málo vyvinuté půdy tohoto období, ovlivněné mrazovými jevy, byly bohaté solemi a uhličitanem vápenatým, jak vyplývá z výsledků chemických analýz jezerních sedimentů (Pokorný 2001). Bylinná vegetace odpovídala těmto specifickým podmínkám, velmi odlišným od současného stavu. Její součást, podle dokladů pylové analýzy, tvořily slanomilné druhy (např. *Plantago maritima*) a druhy rodů *Chenopodium* a *Artemisia* a kalcifilní druhy (rod *Helianthemum*).

Z dřevin se sporadicky vyskytovala pouze borovice, jejíž přítomnost je doložena nejen pylem, ale i průduchy (stomaty) v jezerních sedimentech.

Děje probíhající v tomto období v Polabí můžeme rekonstruovat pro nedostatek paleobotanického záznamu jen díky geologickým rozborům a analogiím z území ležících daleko na severu. Ložek (2007) dokládá, že v nivách větších řek jako je Labe nebo Dunaj na počátku pozdního glaciálu, kdy vyznívala sedimentace spraší, docházelo k akumulaci světlých silně vápnitých hlín. Limnické uloženiny mělkých vodních nádrží obsahovaly vysrážený CaCO3 v podobě sladkovodních slínů i čistých jezerních křid (Polabí, dolní Poohří). Během závětu glaciálu se také významně mění dynamika vodních toků. Řeky měly zprvu podobu divočících toků se spletí mělkých ramen a štěrkových lavic v celém rozsahu nivy (Vandenberkhe 1995, 2003) a postupně se stahovaly do pevnějších koryt.

6.3.2 Pozdní glaciál – interstadiál allerød/bølling

Střední úsek pozdního glaciálu je charakteristický dvěma teplejšími výkyvy (interstadiály). Starší Bølling spadá přibližně do období 15 000 BP a mladší Allerød přibližně do období 13 000 BP. Tyto interstadiály jsou od sebe odděleny velmi krátkým, chladným výkyvem označovaným jako starší dryas, který však v podmínkách střední Evropy nebyl zaznamenán (Pokorný 2002).

Díky klimatickému zlepšení vzrostla organická produkce jezera Švarcenberk. Následkem rozvoje planktonních řas a diverzifikace makrofytní vegetace došlo k sedimentaci

organického sapropelu (*gyttji*) s tím souvisí také nárůst prvků C, N a P, jak vyplývá z výsledků chemických analýz (Pokorný 2001).

V tomto období byl prokázán vzestup druhové diverzity. Vedle expanze stávajících rostlinných makrofyt (*Batrachium* sp., *Poatmogeton* cf. *gramineus*) se objevují druhy náročnější na obsah živin i na teplotu (*Nyphaea* sp., *Ceratophyllum demersum, Potamogeton natans, Myriophyllum spicatum*). Také je doložen výskyt oospor parožnatek čeledi *Characeae* a stulíku malého (*Nuphar pumila*), dokládající přítomnost stále chladnějších a čistých vod centrální části jezera. V jezerních sedimentech v případě lokality Švarcenberk je také zaznamenána přítomnost šupin okouna (*Perca fluviatilis*). Tato nenáročná ryba je schopná se množit i v subarktických jezerech. Produkuje velké množství potěru, který se živí planktonem a drobnou faunou bezobratlých živočichů, dospělí okouni požírají drobnější jedince svého druhu (Holčík 1977 in Pokorný et Jankovská 2000).

Pylová analýza dokládá také výskyt druhů náročných na vyšší teploty vegetačního období (*Typha latifolia* a *Filipendula ulmaria*) v litorální zóně jezera.

V této době vznikají na Třeboňsku rozsáhlé plochy mokřadů s porosty slatinných společenstev s velkým podílem mechů, jež jsou budoucím základem velkých rašelinných komplexů. Vzniká také mělké menší jezero Velanská cesta přehrazením odtoku prameniště (Jankovská 1980, 1988).

Jak je patrné z pylového diagramu, na prudké zvýšení teplot zareagovala nejprve keříčkovitá vegetace (doložen je i vzrůst počtu nažek *Betula nana* a *B. pubescens* v jezerních sedimentech), která pak ustoupila šířící se boro-březovému lesu. Krajina pozdnoglaciálního interstadiálu Allerød/Bølling postupně získala vzhled parkovité tajgy.

V případě labského meandru Chrást je první polovina allerødu dobou, kdy začíná relativně kontinuální sedimentace písčitých anorganických usazenin, obohacených jen v nepatrné míře také o organickou složku. Výskyt jílovitých fluviálních písků spolu s doklady paleobotanickými svědčí o přítomnosti vodní hladiny. Řeka patrně tekla nedaleko místa odběru sondy a představovala pro vegetaci jednou za čas více či méně silný zdroj disturbancí. Je možné si krajinu střední části toku řeky Labe v tomto období představit posetou mělkými, periodickými tůňkami, které vysychaly v obdobích nedostatku srážek a zaplavovaly se vodou při povodních. Díky dynamice řeky, je obtížné říci, zda nalezené rostlinné druhy rostly přímo v místě odběru sondy nebo ve vzdálenějším okolí. Díky tomu je možné rekonstruovat vegetaci v okolí říčního toku na lokální úrovni s menší přesností. Nicméně obraz vegetace krajiny středního Polabí na regionální úrovni může být rekonstruován vcelku spolehlivě.

Doložen je výskyt některých eutrofních vodních druhů (*Nuphar* sp., *Myriophyllum spicatum, M. verticillatum, Batrachium* sp., *Potamogeton pusillus, P. obtusifolius, P. perfoliatus*) a druhů, které jsou adaptované na kolísání vodní hladiny (*Schoenoplectus lacustris, Sparganium emerzum, Alisma plantag-aquatica, Menyanthes trifoliata, Hippuris vulgaris*), které nasvědčují, že ráz krajiny středního Polabí byl utvářen řadou odstavených meandrů, mělkých bahnitých sníženin a periodických tůní.

Porovnáme-li výskyt vodních druhů jezera Švarcenberk a meandru Chrást, jsou patrné některé shodné rysy. Shodný je výskyt stulíků, lakušníků i leknínů. Ze stolístků, dominuje v Polabí eutrofnější *Myriophyllum spicatum* a na Švarcenberku méně eutorfní *M. verticillatum*. Na Švarcenberku je hojná populace růžkatce (*Ceratophyllum demersum*), které nebyla v okolí meandru doložena. Populace rdestů jsou početnější v případě jezera (*Potamogeton gramineus* a *P. natans*), avšak co se týče Polabí je patrná větší pestrost druhů (*P. pusillus*, *P. alpinus*, *P. obtusifolius* a *P. perfoliatus*).

Obecně je patrné, že na Švarcenberku je menší druhové spektrum (méně druhů), avšak jednotlivé populace jsou početnější (hodně jedinců). Tento jev souvisí s izolovaností jezera. Větší druhová pestrost v případě meandru je dána dynamikou řeky, která čas od času zanesla nové diaspory, ale neumožnila expanzivní růst populací díky disturbančnímu vlivu při povodních.

Výskyt řady dalších mokřadních druhů v Polabí souvisí rovněž s říční dynamikou. Mělký labský meandr se začal rychle zazemňovat již ve druhé polovině allerodu.

Srovnáme-li vegetaci v okolí vodních nádrží, můžeme shodně doložit výskyt orobince *Typha latyfolia,* který potvrzuje teplé léto. V oblasti Třeboňska, kde bychom čekali chladnější klima, je překvapivě pylová křivka tohoto druhu více spojitá. To může být dáno tím, že porosty orobince se vyskytovaly blíže místa odběru sedimentu a lze předpokládat, že plocha osídlená orobincem byla v okolí jezera Švarcenberk větší. Totéž platí i pro tužebník jilmový (*Filipendula ulmaria*). Nejvýraznější je rozdíl v zastoupení ostřic, které jsou v Polabí doloženy (pylovou i makrozbytkovou analýzou) v mnohem větším počtu a tento trend platí také pro zástupce čeledi *Gramineae*. Pylové křivky rodu *Artemisia* a čeledi *Chenopodiaceae* v případě sedimentu jezera udávají vyšší hodnoty a jsou spojité na rozdíl od sedimentu výplně meandru středního Polabí.

Obecně se dá říci, že v okolí jezera rostlo více pelyňků, merlíků a orobinců a v Polabí dominovaly trávy a ostřice, které po přeplavení říčními nánosy dokáží prorůst k povrchu.

Jejich životní forma (hemikryptofyt) umožňuje obnovu meristémů i poté co jsou překryty pískem.

Dřeviny jsou v případě obou lokalit zastoupeny pionýrskými druhy – borovicí a břízou. Avšak v případě lokality Chrást se tyto dřeviny, podle dokladů makrozbytkových analýz, vyskytovaly v těsné blízkosti vodní plochy. Pyl těchto druhů je zaznamenán v Polabí s vyšší četností. Na obou lokalitách je také doložena přítomnost vrb (*Salix* sp.) a v menší míře také smrk (*Picea abies*) a olše (*Alnus glutinosa*). V okolí jezera Švarcenberk je doložen také výskyt topolu (*Populus* sp.).

Výše zmíněné druhy svědčí o příznivosti klimatu v pozdnoglaciálním interstadiálu a o některých společných trendech vývoje krajiny. Avšak srovnáme-li lokální vývoj rozsáhlého jezera Švarcenberk a periodického meandru Chrást, vidíme patrné rozdíly spojené rozdílným původem vzniku a velikostí těchto vodních nádrží. Dále jsou patrné rozdíly v hydrologii a geomorfologii dané oblasti. To vše se odráží v odlišném vývoji těchto lokalit.

6.3.3 Pozdní glaciál – mladší dryas

Období závěru pozdního glaciálu se vyznačuje klimatickým zhoršením. Zhruba v období 12 000 BP došlo k výraznému chladnému výkyvu (mladší dryas), který měl za následek ústup lesa ve prospěch otevřené keříčkovo-bylinné vegetace. Období mladšího dryasu se vyznačuje odumíráním březo-borové tajgy, které je spojeno s následným šířením požárů mrtvých stromů v některých částech Evropy (Nilsson 1983). Pro oblast Třeboňska je doložen také rozvoj požárů odumřelých březo-borových lesů, díky přítomnosti četných uhlíků nalezených ve vrstvách z pískového přesypu u Vlkova, které jsou datovány do období mladšího dryasu (Pokorný et Růžičková 2000). V Polabí je rovněž doložen výskyt uhlíků v tomto období (J. Novák; viz graf v příloze č. 2).

Vlivem klimatického zhoršení a obnažení půd vlivem odumření vegetačního krytu, docházelo k větrné erozi. Zprvu měla eroze za následek pozvolné přemísťování spraší (Ložek 2007). Docházelo patrně i k jejímu navátí do sedimentů jezerních usazenin. Tomu by nasvědčovala přítomnost vápnitých jílů z erodovaných slínovitých půd v usazeninách meandru na lokalitě Chrást (těchto usazenin bylo pořízeno radiokarbonové datum, které odpovídá přelomu allerødu a mladšího dryasu). Příměs vápnité složky v podobě jílu byla rovněž zaznamenána v tomto období v sedimentech jezera na Hrabanovské černavě (Petr 2005). Naproti tomu zvýšený podíl vápníku v jezerních usazeninách Třeboňského jezera

Švarcenberk nebyl zaznamenán (Pokorný 2001), což je dáno kyselým geologickým podložím třeboňské pánve.

V pozdějších fázích mladšího dryasu eroze sílila a docházelo k výrazné akumulaci písčitých sedimentů. Na Třeboňsku došlo k navátí několikametrových dun písku podél pravého břehu řeky Lužnice (Vlkovský přesyp, Slepičí vršek a další). V Polabí došlo během krátké doby k náhlé sedimentaci přibližně čtyřiceti centimetrové vrstvy písku v místě zazemňujícího se labského meandru Chrást. Během tohoto období došlo také ke vzniku jezera na Hrabanovské černavě, tím že navátá písečná duna přehradila odtok z pramenné mokřadní oblasti a patrně i jezera Mělnický úval-Přívory (Petr 2005). Písek, přestože je dobře propustný, dokáže po svém nahromadění v podobě duny v kombinaci s jílovitými složkami, zadržovat vodu podobně jako hráz (Absolon 1969).

Makrozbytkové i pylové analýzy potvrzují, že v tomto období došlo k poklesu organické produkce Třeboňských jezer (Švarcenberk a Velanská cesta) a k částečnému návratu minerální sedimentace. Je zaznamenán ústup některých teplotně náročnějších druhů vodní makrofytní vegetace (*Nymphaea alba, Nuphar pumila, Ceratophyllum demersum, Myriophyllum spicatum, M. verticillatum, Potamogeton natans*). Do popředí se dostávají opět druhy, které jsou tolerantní k poklesu teplot a trofie (*Batrachium* sp., *Potamogeton gramineus*).

Naproti tomu v Polabí mělo klimatické zhoršení vliv na dynamiku říčního systému, vlivem zvýšené eroze došlo opět v místě odběru profilu k obnovené mělké periodické tůně, která se v předchozím období rychle zazemňovala. Na přelomu allerødu a madšího dryasu se hladina opět pokryla vodními makrofytními rostlinami, avšak organická produkce biotopu, byla ve srovnání s předchozím obdobím výrazně nižší.

V Polabí byl zaznamenán (shodně jako na Švarcenberku) hojný výskyt lakušníků (*Batrachium* sp.) a vzrostla i populace rdestů *Potamogeton filiformis* a *P. alpinus*. Tyto duhy byly v období pozdního gaciálu hojné (z období ml. dryasu byly diaspory druhu *P. alpinus* doloženy ze sedimentů zaniklého jezera Mělnický úval-Přívory, které se nacházelo v rovněž Polabí; Petr 2005). Avšak *P. filiformis* se dnes již na území ČR nevyskytuje a *P. alpinus* jen velmi vzácně. Dodnes přežívá populace rdestu alpského nedaleko od lokality Mělnický úval-Přívory na horním toku řeky Pšovky.

V tomto období došlo vlivem ochlazení a poklesu přísunu srážek k opětovnému rozvoji bylinné a keříčkovité vegetace a rozvolnění březo-borových porostů a to jak v případě Třeboňska tak i v Polabí. Avšak přítomnost tužebníku (*Filipendula ulmaria*) a orobince (*Typha latifolia*), na obou lokalitách nasvědčuje, že přesto že došlo k celkovému poklesu

průměrné roční teploty, nedošlo k výraznému snížení teplot vegetačního období pod 12° C. Druh *Typha latifolia* je také doložen z období mladšího dryasu z polského zaniklého jezera Gosciaz (Ralska-Jasiewiczova et al. 1998). Z Hrabanovské černavy je také udávána příomnost pylu orobince, avšak v mnohem vyšší koncenraci než v okolí meadru Chrást (Petr 2005).

V období mladšího dryasu již nemůže sledovat sukcesi a zazemňování meandru, protože ve druhé polovině došlo k zesílení eroze, která měla za následek náhlou sedimentaci mocné vrstvy písku, která překryla vegetaci.

Mladší dryas je posledním chladným výkyvem pleistocénu, poté následuje klimaticky relativně stabilní a příznivé období - holocén.

6.3.4 Začátek holocénu – preboreál

Přelom glaciálu a holocénu se projevil prudkou klimatickou změnou zhruba 11 500 BP. Došlo k rychlému vzestupu teplot a po krátkém zpětném zakolísání následovalo ustálení. Vzestup vlhkosti se mírně opožďuje za oteplováním a je ovlivněn rozšiřováním moře v severní Evropě (Ložek 2007).

Díky opětovnému klimatickému zlepšení vzrostla i organická produkce jezera Švarcenberk. To se projevilo akumulací organického sedimentu (*gyttji*) na dně jezera vlivem rozvoje planktonních řas a nárůstu počtu makrofytní vegetace. V tomto období na lokalitě Chrást již není možné číst paleobotanický makrozbytkový záznam, neboť je zde velká absence makrozbytků a je těžké usuzovat na děje, ke kterým na v Polabí docházelo.

Po strmém zvýšení teplot na začátku holocénu, pokryly hladinu jezera Švarcenberk stulíky (*Nuphar pumila, N. lutea*), lekníny (*Nymphaea alba*), lakušníky (*Batrachium*) a řada druhů rdestů (*Potamogeton*). Pod hladinou rostla hustá spleť submerzních rostlin: stolístky (*Myriophylum spicatum, M. vertcilatum*), řečanky (*Najas marina, N. minor*) a růžkatce (*Ceratophyllum demersum*). V mělkých okrajích jezera rostl skřípinec (*Schoenoplectus lacustris*). V místech trvale mokrého, bahnitého substrátu také vachta trojlistá (*Menyanthes trifoliata*) a dále pak doprovodná vegetace vysokých litorálních ostřic (*Carex* sp.) a sítin (*Juncus* sp.).

Výskyt některých druhů na začátku holocénu na lokalitě Švarcenberk je překvapivý a nedá se spolehlivě říci, zda na lokalitu přirozeně domigrovaly nebo byly šířeny záměrně člověkem. Jedná se o kotvici plovoucí (*Trapa natans*), leknín (*Nymphaea alba*) a stulík (*Nuphar lutea*). Doložena je také přítomnost lísky (*Corylus avellana*) a to jednak výskytem

pylových zrn tak i nálezem skořápky. Plody nebo oddenky těchto rostlin mohly sloužit jako potrava člověku (Zvelebil 1994).

Na regionální úrovni se oteplení na začátku holocénu v oblasti Třeboňska projevilo opětovným zapojením březo-borových porostů a ústupem keříčkovitých druhů. Některé přetrvávají na místech, která jsou živinami chudší, jako glaciální relikty dodnes (*Betula nana, Ledum palustre, Alnus viridis, Juniperus, Empetrum*). Krajina se mění z otevřené na více lesnatou, avšak zalesnění nebylo díky suchým klimatickým poměrům úplné a stále ještě převažovaly otevřené plochy střídané parkovými porosty dřevin. V tomto období se na lokalitě Švarcenberk objevuje již ve větším množství topol a místy také jilm, jasan, smrk a olše.

Oteplení urychlilo rozvoj vegetace a řada menších nádrží se zazemnila. V tomto období došlo i k zániku mělkého jezera Velanská cesta (Šafránková 2006). Na jeho místě se rozvinula vegetace závislá na vysoké hladině podzemní vody v podobě minerotrofních rašelinišť svazu *Caricion lasiocarpe* a *Eriophorion gracilis* (Chytrý et al. 2001). Zvlhčení a rozvoj lesů se odrazilo i ve změně hydrologie, půdních podmínek, mění se mikro i mezoklima. Mnohá slatiniště z období interstadiálu se rozvíjela a další vznikala, v mladších obdobích se přeměnila v rašeliniště.

Holocenní oteplení a rozvoj vegetace jsou příčinnou změn v hydrologickém režimu Labského toku. V tomto období je řeka Labe již pevně usazena v říčním korytě a začíná její postupné zahlubování, to dalo vzniknout vyššímu nivnímu stupni, který se nacházel přibližně 4 m nad úrovní dnešní vodní hladiny a byl periodicky při povodních zaplavován (Dreslerová et al. 2004).

Detailnější rekonstrukce vývoje slepých říčních ramen ve středním Polabí během začátku holocénu je obtížná. Přestože jsou výplně zaniklých meandrů středního toku Labe paleobotanicky zkoumané, tak řada profilů obsahuje záznam až z období středního holocénu. Dalším problémem je nedostatečná radiokarbonová datace a nedostatek makrozbytkových rozborů těchto sedimentů.

Nicméně podle palynologických dokladů profilu Chrást, který zpracovávala E. Břízová (lokalita se nachází v nivě řeky Labe, více na jihu Dreslerová et al. 2004), je doložen výskyt bříz a borovice na místech písčitých substrátů a objevují se také další mezofilní klimaticky tolerantní druhy: jilm, dub, jasan.

Patrný je vcelku kontinuální výskyt pylu některých vodních a mokřadních rostlina až do období středního atlantika (*Myriophyllum*, *Potamogeton* sp.,*Nymphaea,*

Sparganium/Typha angustifolia). Což svědčí o dlouhodobém mokřadním charakteru vyššího holocenního nivního stupně. Avšak podrobnější údaje o vývoji vodní vegetace chybí.

6.3.5 Začátek holocénu – boreál

Začátek boreálu je obtížné vytyčit neboť změny živé a neživé přírody neprobíhají synchronně. Podle Ložka (2007) by se dal stanovit do období zhruba 10 500 BP. Díky zvlhčení klimatu vlivem nárůstu srážek na začátku tohoto období vede k rozvoji lesů.

Podmínky se začínají měnit ve prospěch dalších dřevin a konkurenčně slabší borovice je postupně z mnoha míst vytlačována. Původní stepotundrová vegetace přežívá na extrémních stanovištích, jako jsou písečné přesypy, podmáčená místa, rašeliniště, skalní ostrohy a další, které neumožňují expanzi dřevin.

Jezero Švarcenberk se začíná od břehů postupně zazemňovat. Litorál jezera je zarostlý rákosem (*Phragmites australis*), místy se uplatňuje skřípinec jezerní (*Schoenoplectus lacustris*) a krbinec (*Lycopus europaeus*). Avšak v centrální části jezera jsou plně rozvinutá společenstva vodních makrofytních rostlin s kotvicí plovoucí (*Trapa natans*), řečankou menší (*Najas minor*), řečankou mořskou (*Najas marina*), rdesty (*Potamogeton*), růžkatcem ponořeným (*Ceratophyllum demersum*), lekníny (*Nymphaea alba*), stulíky (*Nuphar pumila, N. lutea*), atd.

Zazeměné jezero Velanská cesta je porostlé chudými porosty rákosu a přesličkou říční (*Equisetum fluviatile*) jak dokládá V. Jankovská (1976) a mozaikou ostřicových společenstev minerotrofních rašelinišť. Souvislý záznam vývoje vegetace na této lokalitě končí (Šafránková 2006).

Nově vzniklé prostředí umožňuje existenci a šíření lesů. Na Třeboňsku se šíří první náročnější druhy: líska, dub, jilm, jasan, lípa, které osídlují stanoviště s nejpříznivějšími půdními poměry (Jankovská 1980, Pokorný et Jankovská 2000).

Niva řeky Labe zaznamenává v období boreálu je na základě výsledků E. Břízové rozvoj vegetace. Dochází také k akumulaci organického sedimentu a rozvoji vrbových porostů, rákosin a ostřicových porostů vysokých ostřic, místy se vyskytují mokřadní luční společenstva (zaznamenán pyl čeledi *Lamiaceae* a *Mentha* - type). Objevuje se líska (*Corylus avellana*), bez červený (*Sambucus racemosa*) a jalovec (*Juniperus*).

6.3.6 Střední holocén – atlantik

Období středního holocénu, označované jako atlantik (zhruba 8 000 – 5 000 BP), se vyznačuje bujným rozmachem vegetace, především lesní. Klima nabylo výrazně oceánického rázu, díky čemuž došlo k nejvýraznějšímu rozvoji živé přírody, než tomu bylo v minulých fázích postglaciálu i než je tomu dnes. Z toho důvodu bývá toto období označováno jako klimatické optimum holocénu. Průměrné teploty vegetačního období byly o 2 – 3 °C vyšší než dnes a srážky zhruba o 70 % vyšší (Ložek 1973, 2007).

V tomto období je jezero Švarcenberk již ve velmi pokročilé fázi zazemnění. Bývalá litorální oblast jezera v jihovýchodní části je zarostlá porosty mokřadních olšin. Dominantu stromového patra tvoří olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), místy je přimíšen smrk (*Picea abies*) a krušina olšová (*Frangula alnus*) a bříza pýřitá (*Betula pubescens*). V podrostu se vyskytují typické druhy ostřic, rostoucí v mokřadích olšinách (*Carex acutiformis, C. vesicaria, C. elongata*), dále karbinec (*Lycopus europaeus*) a lilek potměchuť (*Solanum dulcamara*). Zbahnělé substráty zazemněného jezera osídluje vegetace tvořená ďáblíkem bahenním (*Calla palustris*), rozpukem jízlivým (*Cicuta virosa*), vachtou trojlistou (*Menyanthes trifoiliata*) a mochnou bahenní (*Comarum palustre*). Tato společnstva svědči pokročilé sukcesní fázi.

Ve středové části jezera je začátkem tohoto období ještě volná hladina pokrytá druhy eutrofních teplých vod (*Trapa natans, Potamogeton natans, Nymphaea alba*), avšak toto společenstvo je v druhé polovině atlantika vystřídáno mokřadní vegetací, která má charakter přechodového rašeliniště. Tato fáze představuje definitivní zazemnění jezera Švarcenberk (Pokorný et Jankovská 2000, Šafránková 2006). Vegetace, která se zde vyskytovala byla tvořena vachtou trojlistou (*Menyathes trifoliata*), mochnou bahenní (*Comarum palustre*), kyhankou sivolistou (*Andromeda polyfolia*) a ostřicemi (*Carex canescens, C. rostrata, C. limosa, C. lasiocarpa*). Vodou vyplněné prohlubně porůstá blatnice bahenní (*Scheuchzeria palustirs*). Směrem k okrajům přibývá ostřic a přidávají se již zmíněné bahenní druhy, které přecházejí do podrostu rozvolněné olšiny (*Peucedanum palustre, Calla palustris, Cicuta virosa, Lycopus europaeus, Lysimachia thyrsiflora*).

Období atlantika je charakteristické velkým rozvojem lesních ekosystémů a jinak podle dokladu V. Jankovské a P. Pokorného (2000) tomu nebylo ani v případě Třeboňska. Již na začátku první poloviny tohoto období se rozmohly světlé porosty smíšených doubrav s lískou, dubem, lípou, jilmem a jasanem a pronikly sem i další význačné dřeviny olše a smrk, které v dalších fázích získávají dominantní postavení zvláště na podmáčených chudých

půdách. V druhé polovině atlantika se šíří buk a jedle. S rozvojem těchto lesů výrazně ubylo břízy a borovice.

V tomto období zaniká také bývalé jezero Řežabinec (Rybníček et Rybníčková 1985), které vzniklo na začátku holocénu poté co řeka Otava opustila své koryto. Na konci atlantika dochází k zazemňení a rozvoji rašeliništní vegetace.

Období konce atlantika v Polabí můžeme rekonstruovat na základě paleobotanických výsledků profilu Tišice 1 (Dreslerová et Pokorný 2004), profil E. Břízové (Dreslerová et al. 2004) obsahuje vlivem eroze v období středního holocénu hiát, záznam pokračuje až v mladším holocénu (subatlantik).

Tišické jezero vzniklo po té co řeka Labe opustila na začátku holocénu své staré koryto. Z pylového diagramu tohoto bývalého meandru, který obsahuje více regionální záznam vegetace, je patrné, že s nástupem klimatického optima se ve středním Polabí na úkor borových hájů, šířila společenstva smíšených doubrav, pod kterými se začaly vytvářet živinově bohaté lesní půdy.

Avšak čím více se přibližujeme k řece, tak jsou patrné četné mokřiny s hustými vrbo-topolovými luhy a olšinami. Mělké bahnité tůně pokrývají druhy rákosin a porosty vysokých ostřic.

Takovýto charakter si vlivem hydrologických pochodů a říční dynamiky tato lokalita zachovává až do období středního subboreálu, kdy se výrazně mění složení dřevin. Na úkor smíšených doubrav se šíří buk, jedle, smrk a habr a také je již patrný vliv člověka (Dreslerová et Pokorný 2004).

Z makrozbytkového diagramu lokality Tišice 1, který poskytuje lokální záznam vegetace je patrný mokřadní charakter okolí meandru s dominantními porosty olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) a dále je možné rekonstruovat vrbové a topolové luhy. Patná je také periodická rozkolísanost vodní hladiny. Na bázi profilu je patrná přítomnost řady vodních druhů (*Nymhaea alba*, *Nuphar lutea*, *Batachium* sp., *Myriophyllum spicatum*, *Ceratphyllum demersum*), které ve střední části ustupují na úkor šíření výše zmíněných dřevin měkkých luhů. K obnovení tohoto společenstva dochází až v mladším subboreálu. Avšak kdy přesně jezero zaniklo nevíme.

7 ZÁVĚR

Tato diplomová práce přestavuje paleoekologickou studii zazeměných jezerních biotopů dvou odlišných typů prostředí. Porovnáván byl průběh vegetační sukcese a změn charakteru okolní krajiny během zazemňování jezera Švarcenberk, které se nachází na Třeboňsku a paloemeandru Chrást, který je situován v oblasti středního Polabí.

Dále byli shrnuti dosavadní znalosti o vývoji těchto lokalit a doplněny o nová poznání a výsledky, které poskytla makrozbytková analýza.

Na tomto místě bych ráda souhrnně odpověděla na otázky, které jsem si kladla v kapitole 2 (Cíle práce) a které jsou podrobněji rozvedeny v kapitole 6 (Diskuse):

1. Jak probíhala vegetační sukcese v jednotlivých fázích vývoje jezera Švarcenberk a palomeandru Chást a co následovalo po jejich zániku? Co vyplývá ze srovnání vývoje obou lokalit?

Jezero Švarcenberk vznikalo koncem pleniglaciálu táním ledové čočky. Vytvořil se nový jezerní biotop, jehož velice chladné hluboké a oligotrofní vody byly díky absenci diaspor a extrémnosti prostředí, po dlouhou dobu bez vegetace, prvními kolonizátory byly řasy a odolné populace vyšších cévnatých rostlin: lakušníky (*Batrachium* sp.) a rdest trávolistý (*Potamogeton gramineus*). Tento biotop představoval iniciační stádium sukcese.

Po oteplení v průběhu interstadiálního komplexu allerød/bølling se zvýšila organická produkce jezera čímž došlo k rozvoji stávajících populací a nově se objevily také stolístky, růžkatce, stulíky a rdesty (*Myriophyllum verticillatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Nuphar pumila*, *Nuphar* sp. a *Potamogeton natans*). Během mladšího dryasu tyto populace nevymizely, jen byl potlačeny. K jejich opětovnému prudkému rozvoji došlo hned začátkem holocénu. Vlivem kumulace organického sedimentu na dně docházelo postupně od mělkých břehů k zazemňování. Toto představuje další sukcesní fázi zániku jezera. V období preboreálu můžeme rekonstruovat v okolí místa odběru sondy 3 písčitou pláž s bohatými společenstvy vodních makrofyt (např. *Batrachium* sp., *Nuphar pumilla*, *Myriophyllum spicatum*, *Poatmogeton filiformis, P. praelongus*), litorálních mokřadních druhů (*Menyanthes trifoliata*, *Carex rostrata*, C. *pseudocyperus, Schoenoplectus lacustris*) a s dřevěnými artefakty, které poukazují na vliv člověka, který však nepředstavoval řídící faktor průběhu rostlinné sukcese.

Ve období boreálu již dochází k rychlému zarůstání břehů rákosem a doprovodnou vegetací (*Schoenoplectus lacustris*), makrofytní vegetace vodních rostlin při březích vymizela. V místě odběru Sondy 4 můžeme rekonstruovat ještě vodní hladinu pokrytou

především natantními rostlinnými druhy: kotvicí plovoucí (*Trapa natans*), leknínem (*Nymphaea alba*), stulíkem (*Nuphar lutea*) a dále např. růžkatcem (*Ceratophyllum demersum*) a řečankou (*Najas marina*). Avšak již začátkem atlantika dochází k rychlé expanzi bahnitých společenstev s ďáblíkem bahenním (*Calla palustris*), ostřicí šáchorovitou (*Carex pseudocyperus*) a rozpukem jízlivým (*Cicuta virosa*), které indikují polozazemněné vodní nádrže. Spolu s bažinnými společenstvy se šíří porosty olšin s dominantní olší šedou (*Alnus glutinosa*), krušinou olšovou (*Frangula alunus*), břízou pýřitou (*Betula pubescens*) s typickým podrostem ostřice ostré a ostřice prodloužené (*Carex acutiformis*, *C. elongata*) a karbincem (*Lycopus europaeus*). Tam kde dříve býval střed jezera je v druhé polovině atlantika přechodové rašeliniště s vachtou trojlistou (*Menyathes trifoliata*), mochnou bahenní (*Comarum palustre*), kyhankou sivolistou (*Andromeda polyfolia*), ostřicemi (*Carex canescens, C. rostrata, C. limosa, C. lasiocarpa*) a blatnicí bahenní (*Scheuchzeria palustirs*). Toto společenstvo představuje finální fáze rostlinné sukcese a definitivní zánik jezera.

Naproti tomu vznik paleomeandu Chrást není jasně definovatelný, protože chybí studie, které by podrobně mapovaly dynamiku řeky Labe v průběhu glaciálu.

Vývoj vegetace můžeme na lokalitě sledovat od období allerødu, kdy je doložena existence vodní hladiny s lakušníky (*Batrachium* sp.), stulíky (*Nuphar* sp.), stolístky (*Myriophyllum verticillatum*, *M. spicatum*). Odstavené říční rameno se již ve druhé polovině allerødu začalo zazemňovat, zvýšila se organická produkce a vlivem akumulace organické hmoty tvořené odumřelými částmi rostlin došlo k velice rychlému zániku, vytvořila se vlhká deprese, která umožňovala přežívání některých mokřadních rostlin, především vachtě trojlisté (*Menyanthes trifoliata*), ostřici zobánkaté (*Carex rostrata*) a ostřici pobřežní (*Carex riparia*).

To nasvědčuje klidnému vývoji, který však byl přerušen začátkem mladšího dryasu, kdy došlo k vysrážení vápnitých jílů a znovuobnovení vodní hladiny v místě kde dříve byla bahnitá mělká tůň. Vodní hladina silně kolísala, čemuž nasvědčují druhy adaptované na vysychání a náhlé zamokření biotopu (*Hippuris vulgaris, Batrachium* sp.). Dále již není možné sledovat sukcesi protože došlo k náhlé sedimentaci písku, která svědčí o silné erozi, patrně vlivem povodní. Tímto souvislý paleobotanický záznam na lokalitě končí.

Na druhou část této otázky není možné spolehlivě odpovědět, neboť časové období odebraných sond, které jsem zpracovávala makrozbytkovou analýzou, je rozdílné. Nicméně v kapitole 6. (Diskuse) jsem učinila orientační srovnání vývoje Třeboňska i Polabí na základě porovnání výsledků jiných autorů.

2. Jaké vlivy řídily průběh vegetační sukcese na lokalitě Švarcenberk a na lokalitě Chrást?

V případě jezera Švarcenberk jsou vlivy, které řídily průběh sukcese vcelku jasně odlišitelné. To je dáno charakterem jezerního biotopu, jeho izolovaností a rozsahem. Zprvu převládaly pouze klimatické faktory a vliv abiotických podmínek. Poté co v průběhu interglaciálu došlo k oteplení a následnému rozvoji vegetace, se izolovanost jezera odrazila na expanzivním rozvoji několika málo druhů, které se na lokalitu vlivem náhodného transportu dostaly. V průběhu následné chladné periody v podobě mladšího dryasu, došlo k zastavení jejich růstu a ke snížení populační hustoty. Začátkem holocénu došlo k oteplení a k ustálení klimatu to se odrazilo i na charakteru sukcese, která je řízena autogenickými vlivy. Stávající rostlinné populace opět expandovaly a došlo k diverzifikaci rostlinných společenstev což mělo za následek kolonizaci celého vodního sloupce a vysoká produkce jezerního ekosystému se odrazila i na akumulaci biomasy na dně, což mělo za následek zánik jezera. Procesy spojenými se zazemněním již v průběhu holocénu nejsou výrazně ovlivňovány abiotickými faktory.

Naproti tomu vlivy, které řídily průběh sukcese na lokalitě Chrást jsou dány především abiotickými poměry kombinovanými s říční dynamikou, která představovala silný zdroj disturbancí.. Labské meandry představovaly dynamický systém, který byl ovlivňován především měnícími se hydrologickými poměry. To mělo za následek výměnu diaspor mezi jednotlivými částmi toku a jeho okolí. Proto je doloženo z této lokality větší množství druhů, jejichž populace vlivem disturbancí neměli z hlediska dlouhého časového úseku možnost expandovat. Abiotické faktory měly tudíž zásadní vliv na průběh vegetační sukcese a udávaly i hlavní směr ve vývoji rostlinných společenstev. Říční niva je složitý systém, což se odráží i na charakteru složení společenstev v čase a prostoru.

Vzhledem ke složitosti vývoje pleomeandru, byla pořízena četná radiokarbonová data, dále měřena magnetická susceptibilita a stanoven podíl spalitelných látek o tyto data je možné se při rekonstrukci vývoje spolehlivě opřít.

3. Co by mohlo v sedimentech indikovat přítomnost předzemědělského osídlení? Má tato indikace nějakou prostorovou závislost?

Mezolitickému vlivu na lokalitě Švarcenberk je věnována kapitola 6. 3. (diskuse), kde srovnávám výsledky pylové i makrozbytkové s archeologickými nálezy. Prostorovou závislost není možné rekonstruovat. Přesto, že byly odebrány dvě litorální sondy, tak není

možné porovnávat jejich obsah, díky tomu, že Sonda 3 obsahuje v období středního atlantika významný hiát.

Na lokalitě Chrást je obtížné doložit přítomnost člověka, avšak nelze vyloučit jeho vliv. Lovecko-sběračské populace konce pozdního glaciálu nebyly příliš početné, také nevytvářely trvalá sídla, tudíž je mnohem komplikovanější prokázat jejich výskyt. Z období allerødu je doložen výskyt uhlíků dřevitého i bylinného charakteru. Což v samotném kontextu nedokládá vliv člověka. Avšak v kombinaci s dalšími nálezy, které představuje semeno plodu maliníku (*Rubus fruticosus* agg.), nažky kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica*), máty rolní (*Mentha arvensis*), nažky plodu jahody (*Fragaria vesca*), a z pylu například vřes (*Calluna vulgaris*) je možné usuzovat, že sídlo pravěkých lovců mohlo být v širším okolí lokality, ale je to úsudek čistě spekulativní, protože archeologickými průzkumy lidská sídliště doby kamenné zatím nebyla doložena.

4. Do jaké míry se liší záznam o vegetaci pomocí rostlinných makrozbytků a pylových analýz? Co vyplývá ze srovnání výsledků obou metod pro jejich obecnou interpretaci?

Z porovnání výsledků pylové a makrozbytkové analýzy Sondy 3 je patrné, že obě tyto analýzy zachycují podobným způsobem hlavní trendy vývoje vegetace. To vyplývá ze shodného nezávislého stanovení biostratigrafických zón (v příp. pyl. analýz značeno LPAZ). Ovšem v případě hiátu, který je spojen s provzdušněním substrátu, lépe informuje analýza makrozbytková díky značné absenci diaspor. Naproti tomu pyl, který je více odolný, se nerozloží a tudíž poskytuje vcelku kontinuální pohled. Při porovnání výsledků z lokality Chrást jsou opět patrné shodné hlavní trendy vývoje.

Zřejmý je také poměrně lokální záznam pylové analýzy, což se odráží především na přítomnosti pylu vodních rostlin. Obecně se dá říci, že čím jsme blíže konkrétnímu rostlinnému společenstvu, tím silněji se projeví jeho pylové spektrum.

Proto si myslím, že pro detailnější rekonstrukci vývoje vegetace v minulosti, je potřeba aplikace obou analýz.

Z výše uvedených závěrů je patrné, že makrozbytková analýza hraje při rekonstrukci vývoje jezerního prostředí důležitou roli, avšak úzká spolupráce celé řady dalších přírodovědných oborů, je pro získání komplexní představy vývoje nutností.

8 LITERATURA

Anonymous: http://c14.arch.ox.ac.uk/embed.php?File=oxcal.html

Aalto M. (1970): Potamogetonaceae fruits I. Recent and subfossil endocarps of the Fennoscandian species. Separatum, Helsinky.

Absolon A. (1969): Vznik a vývoj limnického kvartéru u Lysé nad Labem, Věst. Ústř. Úst. Geol., 43/5, 341- 347.

Absolon A. (1972): Kvartér Mělnického úvalu, Antropozoikum, 6, 35 – 53.

Ammann B. (1989): Response times in bio- and isotope-stratigraphies to Late-glacial climatic shifts – an example from lake deposits. Eclog. Geol. Helv. 82/1: 183 – 190.

Balatka B., Sládek J. (1962): Říční terasy v českých zemích,Geofond, NČSAV, Praha

Beijerinck W. (1947): Zadenatlas der Nederlandsche Flora. Wageningen.

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

Beug H. J. (2004): Leitfaden der Pollenbestimmung in Mitteleuropa und angrenzend Gebiete. Verlag Dr. Friedrich Pfei, München.

Berggren G. (1969): Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morphological descriptions. Swedish Natural Science Research Council, Stockholm.

Bialobrzeska M., Truchanswiczowna J. (1960): Zmiennosc kszaltu owoczow i lusek europejskich brzoz (Betula L.). Oraz oznaczanie ich w stomie kopalnym. Monographiae Botanice. Vol. IX, nr. 2. Warszawa

Břízová E. (1999): Změny rostlinných ekosystémů v nivě Labe během pozdního glaciálu a holocénu (pylová analýza), Zprávy České Bot. Společ., 34 Mater. 17, 169 – 178

Butler S. (1993): A strategy for lowland palynology in Bohemia, Památky archeologické, 84, 102 – 110.

Cappers R. T. J. (1957): An ecological charakterization of plant macro-remain of Heves kedklooster (the Netherlands). A metodological approach. Rijksuniversiteit Groningen. 75 – 87

Cappers R. T. J., Bekker R. M., Jans J. E. A. (2006): Digital Seed Atlas of the Netherlands Groningen Archaeological Studies 4, Barkhuis Publishing, Eelde, The Netherlands.

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.

Dreslerová D., Břízová E., Růžičková E., Zeman A. (2004): Holocene enviromental processes and alluvial archaleology in the modele Labe (Elbe) Halley. In.: Gojda M. (ed.): Ancienit landscape, settlement dynamics and non-destructive Archaeology, Academia, Praha.

Dreslerová D., Pokorný P. (2004): Vývoj osídlení a struktury pravěké krajiny na středním Labi, Archeologické rozhledy, LVI, 739 – 762.

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

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

Frenzel B. (1983): Mires – repositoriem 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, Amsterodam, Oxford, New York, pp. 35 – 65.

Heiri O., Lotter A. F., Lemcke G. (2001): Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results, Journal of paleolimnology 25: 1001 – 110.

Hejný S., Slavík B. (1988): Květena České socialistické republiky. 1. Academia Praha. 2. ed.

Hejný S., Slavík B. (1990): Květena České republiky. 2. Academia Praha.

Houben P. (2003): Spatio-temporally variable response of fluvial systems to Late Pleistocene climate change: a case study from Central German. Quarternary Science Reviews. Vol 22, pp. 2125 – 2140.

Chytrý M., Kučera T., Kočí M. (2001): Katalog biotopů České republiky. AOPK. Praha.

Jankovská V. (1976): Výskyt některých vodních, pobřežních a rašeliništních rostlina v Třeboňské pánvi v pozdním graciálu a holocénu. Sborník Jihočeského muzea, České Budějovice, 16: 93 – 101.

Jankovská V. (1987): Entwicklung des Moores Mokré Louky bie Třeboň im Postglacial. (Palaeookologische 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): Palageobotanische Rekonsrtuktion der Vegetationentwicklung im Becken Třeboňská pánev wahrend des Spatglaszials und Holozans, Vegetace ČSSR A11, Academia, Praha.

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

Klika J. (1935): Die Pflanzengesellschaften des entblößsten Teichbodens in Mitteleuropa. Beih. Bot. Centralbl., Abt. B, 53: 286 – 310.

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.

Kubát K., Hrouda., Chrtek J. jun., Kaplan Z., Kirschner J., Štěpánek J. [eds.]. (2002): Klíč ke květeně České republiky, Academia, Praha

Kuneš P., Pokorný P., Šída P. (2008): Detection of the impact of early Holocene hunter-gathers on vegetation in the Czech Republic, using multivariate analysis of pollen data. Veget. Hist. Archeobot. 17, 269 – 287.

Losert H. (1940b): Betrage zur spat-und nacheiszeitlichen Vegettionsgeschichte Innerbomens. III. Das spatglazial von Lissa-Hrabanov, beiheifte zum Botanischen Centralblatt, LX/B, 415 – 436.

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

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

Ložek V. (2007): Zrcadlo minulosti. Česká a Slovenská krajina v kvartéru. Dokořán.

Lowe J. J., Walker M. J. C. (1984): Reconstructing quarternary entwironments. John Wiley and sons, Inc., New York.

Lang G. (1994): Quaratre Vegetationsgeschichte Europas. Gustav Fischer Verlang Jena Stuttgart. New York.

Madalski J. (1949): Cechy morfologiczne pestek europejskich gatunków Poramogeton (Tourn.) L. i kluci do oznaczania ich szczstków dyluwialnych. Wroclawske towarzstwo naukowe. Wroclaw.

Mangerud, J., Andersen, S. T., Berglund, B. E. and Donner, J. J. (1974): Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. Boreas, 3: 109-128.

Mazzucchi D., Spooner I., S., Gilbert J., Osborn G. (2003): Reconstruction of the Holocene Climate Cange using Multiproxy Analysis of Sediments from Pyramid Lake, British Columbia, Canada.

Nalepka D., Walanusz A. (2003): POLPAL – Program for cunting pollen gains, dagrams plotting an numerical analysis, Acta paleobot. Suppl. 2, 659 - 661

Nelson T. (1983): The Pleistocéne. Geology and Live in the Quarternary Ice Age. Enke, Stuttgart. 651pp.

Neustupný E. (1969): Absolute chronology of the Neolithic and Aeneolithic periods in Central and South-East Europe II. Archeologické rozhledy XXI. Academia. Praha.

Nilsson O., Hejlmqvist H. (1966): Studie of Nutlet Structure of South Scandinavian Species of Carex, Botanical museum, Lund

Nilsson T. (1983): The Pleistocéne: Geology and Life in the Quarternary Ice Age. Enke, Stuttgart 651 pp.

Nováková D. (2000): Rekonstrukce paleoekologických poměrů rašelinišť NPR Adršpašsko – teplické skály metodou analýzy rostlinných makrozbytků; diplomová práce. - dep.Univerzita Karlova

Oszast J. (1960): Analiza Pylkowa Ilon Tortonskich ze Starych Gliwic. Monographiae Botanice Vol. IX, nr 1. Warszawa.

Petr L. (2005): Vývoj vegetace pozdního glaciálu a raného holocénu v centrální části České kotliny; diplomová práce. - dep.Univerzita Karlova

Petr L., Pokorný P. (2008): Přirozená jezera na území České republiky. Jejich význam pro studium pravěkého osídlení a přírodního postředí. In.: J. Beneš, P. Pokorný M. (ed.): Bioarcheologie v České republice

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

Pokorný P., Jankovská V. (2000b): 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 holocéne 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): Nutriet 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 rekord 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 dutiny Mesolithic – two examples from Bohemia, Archäologische Arbeitsgemeinschaft Osbayern/West- und Südböhmen, 14. Trefen 23. bis 26. Juni 2004 in Heřmaň bei Písek: 214 – 219. Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westf.

Pyšek P., Sádlo J., Mandák B. (2002): Catalogue of alien plants of the Czech Republic. Preslia 74: 97 – 186.

Ralska-Jasiewiczowa M., Goslar T., Madeyska T., Starkel L. (eds., 1998): Lake Gosciaz, Central Poland. A monographic study. Part 1. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Krakow. 340 pp.

Rudolph K. (1917): Untersuchung uber den Aufbau bohmischer Moore I. Aufbau und Entwicklungsgeschichte sudbohmischer Hochmoore. – Abh. Konig. Zool. Bot. Gesell., Wien, 9/4: 1 – 116.

Rybníček K.,Rybníčková E. (1983): The environmental evolution and infilling proces of former lake near Vracov (Czechoslovakia). Hydrobiologia 103, 247 – 250.

Rybníčková E., Rybníček K.(1985): Paleogeobotanical Evaluatino of the Holocene profile from the Řežabinec Fish-pond, Folia geobot. pytotax. 20,419 – 437.

Vandenberkhe J. (1995): Tmiescales, climate and river development. Quarternary Science Reviews. Vol 14, pp. 631 -638

Vandenberkhe J. (2003): Climate forcing of fluvial system. development: an evolution of ideas. Quarternary Science Reviews. Vol 22, pp. 2053 – 2060.

Velichkevich F., Zastavniak E. (2006): Atlas of the Pleistocene vasculart plant macrofossils of Central and Eastern Europe. Part 1. Polish Academi of Science. Kraków.

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

Slavík B. (1995): Květena České republiky. 4. Academia Praha

Slavík B. (1997): Květena České republiky. 5. Academia Praha. 2. ed.

Soják (1958): Klíč k určení plodů našich *Cyperaceí* (excl. *Carex*). Preslia 1958, 30: 43 – 58.

Seierdtad J., Nesje A., Dahl S., O., Simonsen J., R. (2002): Holocene glacier fluctuations of Grovabreen and Holocene snow-avalanche activity reconstructed from lake sediments in Groningstolsvatnet, western Norway. The Holocene 12, pp 211 – 222.

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 Pleistocéne climate change. Nature 361: 432 – 436.

ter Braak C. J. F., Šmilauer P. (2002): CANOCO Reference Manual and CANODRAW for Windows User´s Guide. Software for Canonical Community Ordination Version 4.5. Microcomputer Power. Ithaca. New York.

Tobolski K. (2000): Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych. Vademecum geobotanicum. PWN. Warszawa.

Troels-Smith J. (1955): Characterization of unconsolided sediments. Danmarks Geol Unders Rakke 4 3/10: 1-5. Cambridge University Press,

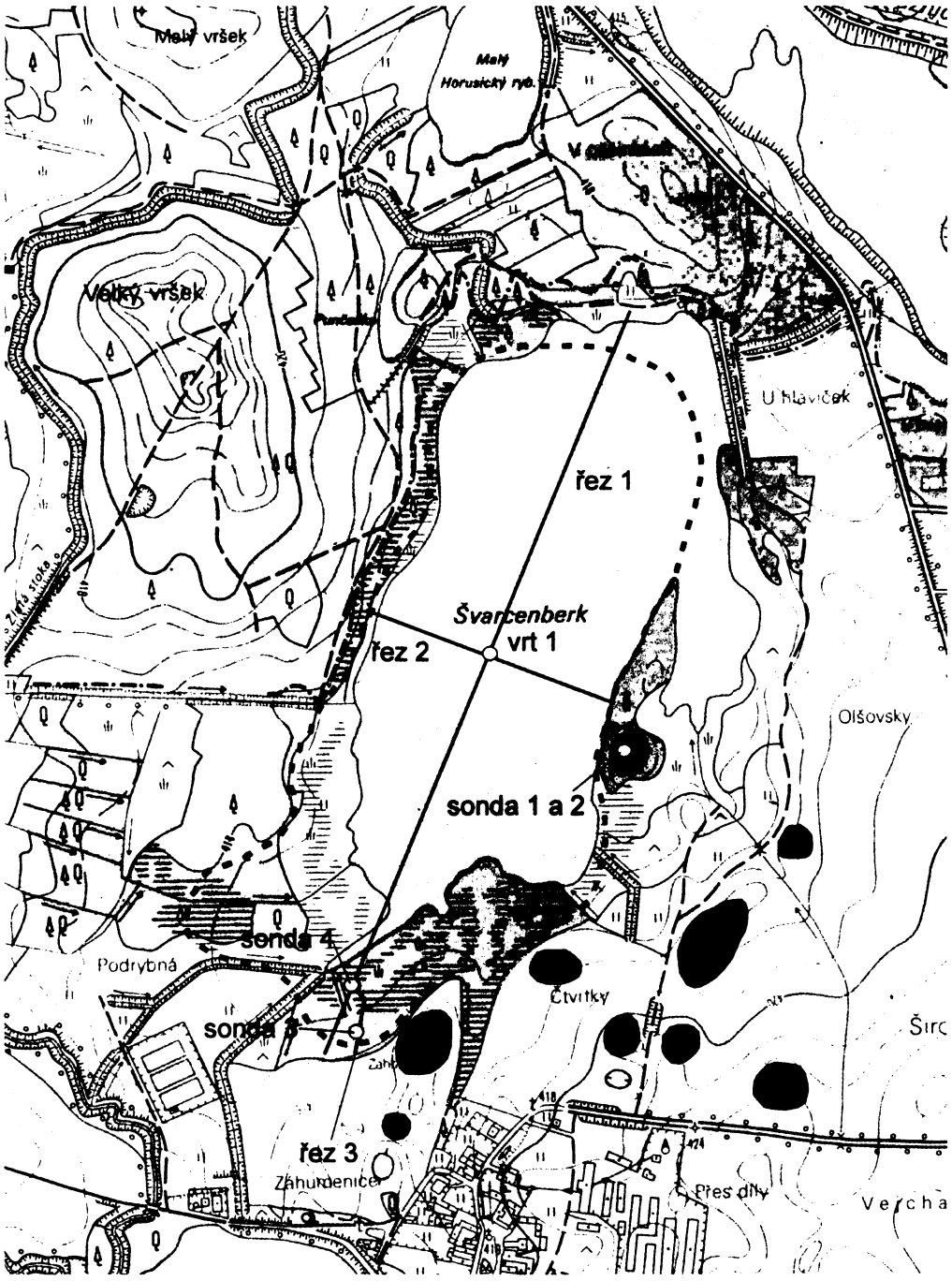
Veselý J., Majer V., Pokorný P., Kopáček J. (2006): Dating of lake sediments by comparison of rubidium concentration with $\delta\ ^{18}O$ in Greenland ice. Biológia

Willis K. J., Braun M., P., Sumegi P., Tóth A. (1997): Does soli change cause vegetation change or vice versa? A temporal perspective from Hungary. Ecology 78, pp. 740 – 750.

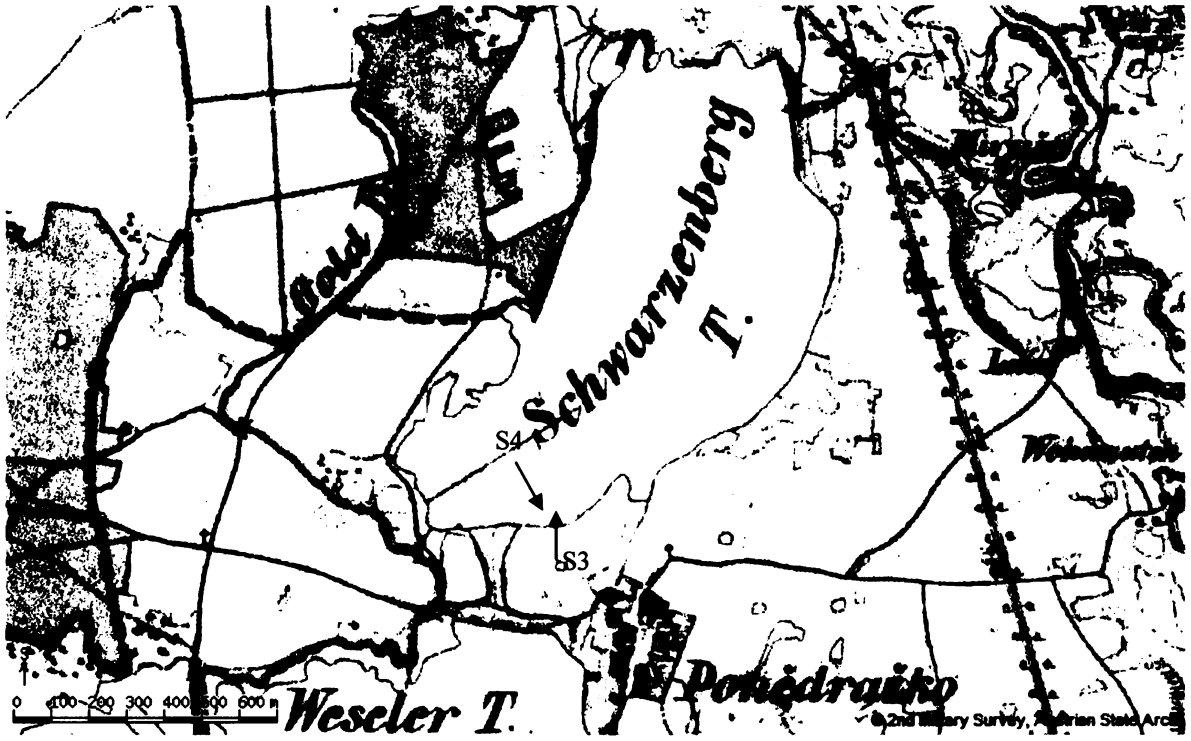
Zvelebil M. (1994): Plant use int the Mesolitic and its role in the transition to farming. Proceedings of the Prehistoric Society 60:35-74.

Žebera K. (1956): Stáří přesypů a navátých písků ve středním Polabí, Antropozoikum 5. 77 – 93.

OBRAZOVÁ PŘÍLOHA - MAPY



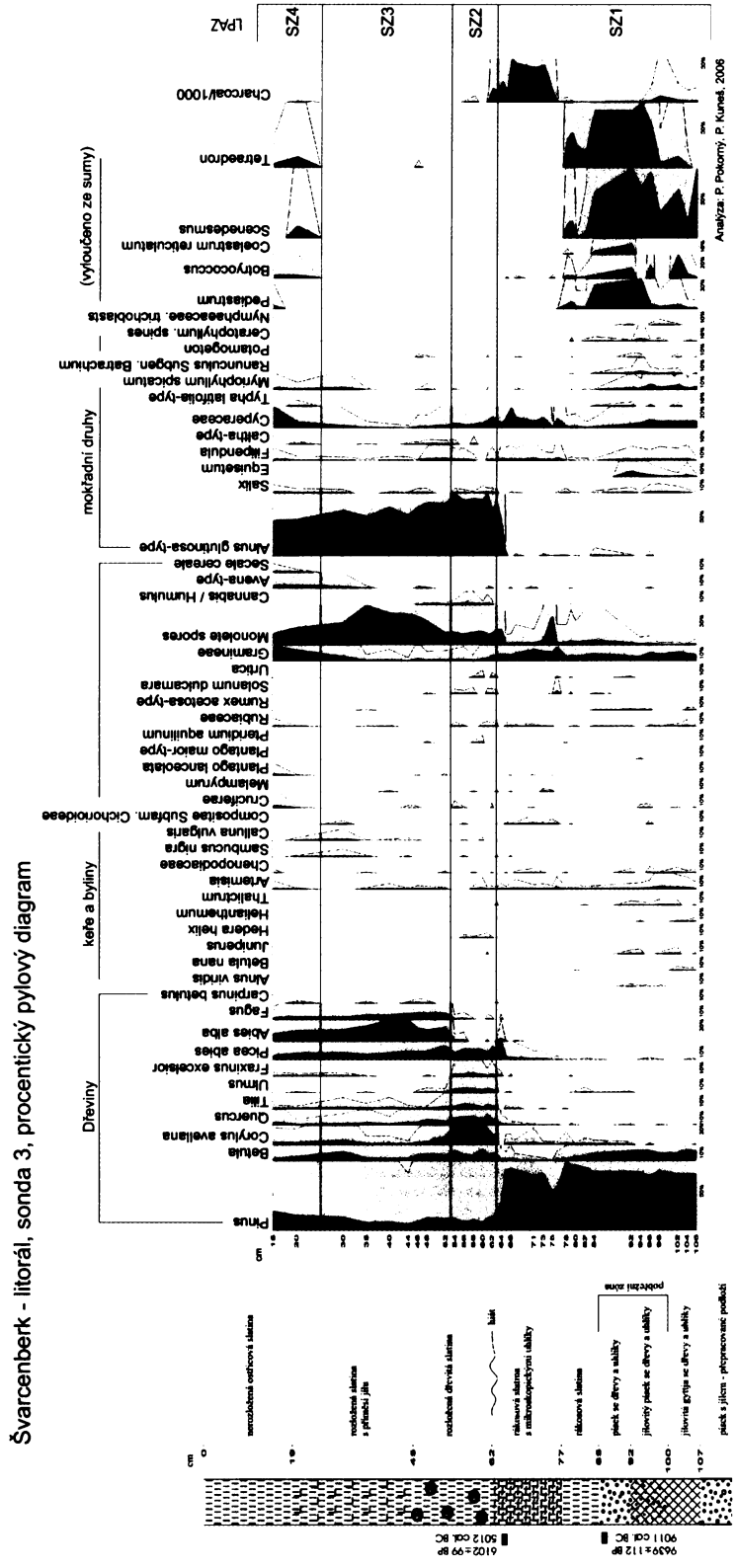
Obr. 1. Jezero Švarcenberk. Rozsah bývalého jezera (čárkovaně) a devět lokalit štípané pazourkové industrie (červené plošky)



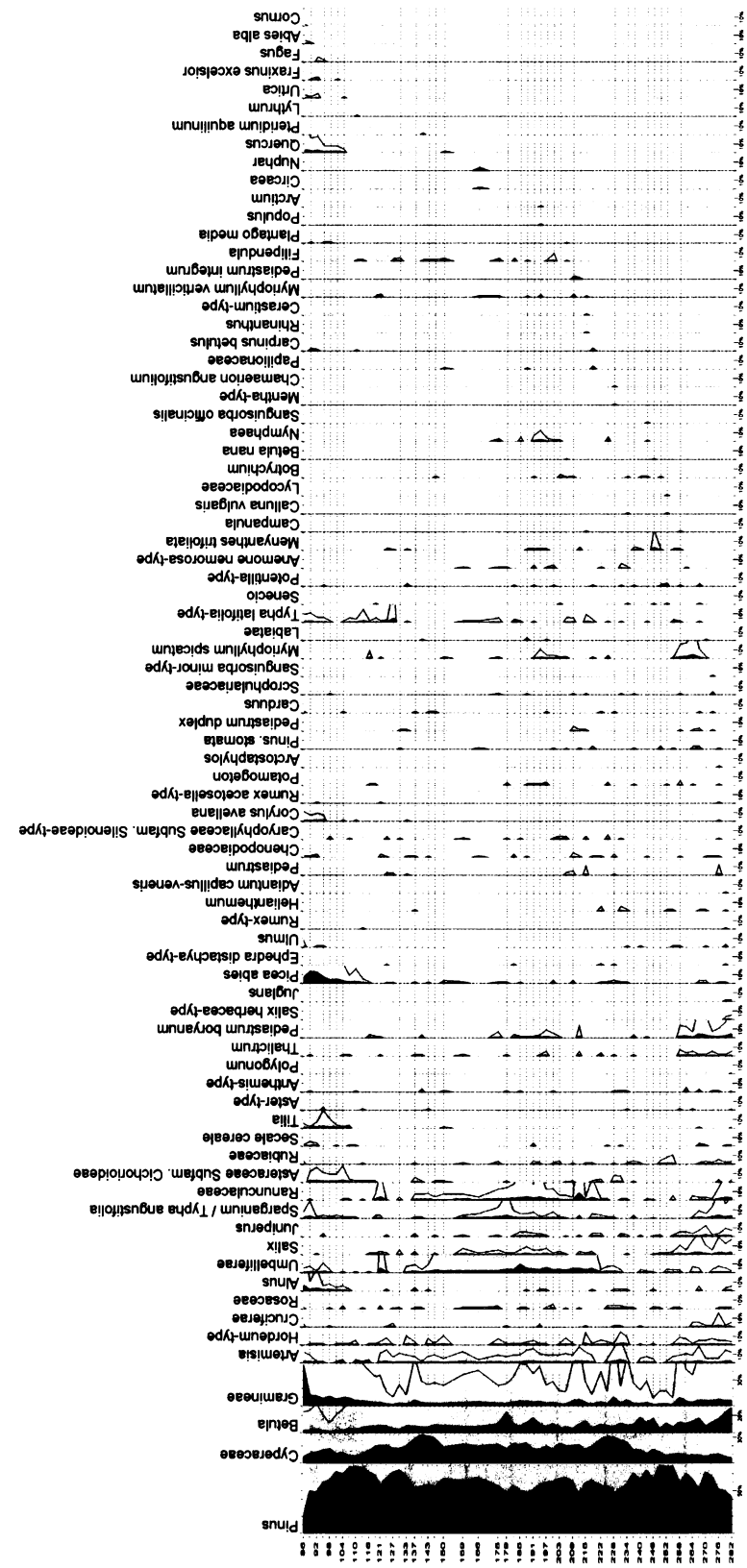
Obr. 2. Rybník Švarcenberk, 2. vojenské mapování: Františkovo (1836 – 1852)
stav před snížením hladiny (šipkami jsou vyznačeny sondy: S3 – Sonda 3; S4 – Sonda 4;
www. mapy.cz)

Obr. 3. Letecký snímek, současný stav (www.mapy.cz)
(šipkami jsou vyznačeny sondy: S3 – Sonda 3; S4 – Sonda 4)

PYLOVÁ ANALÝZA

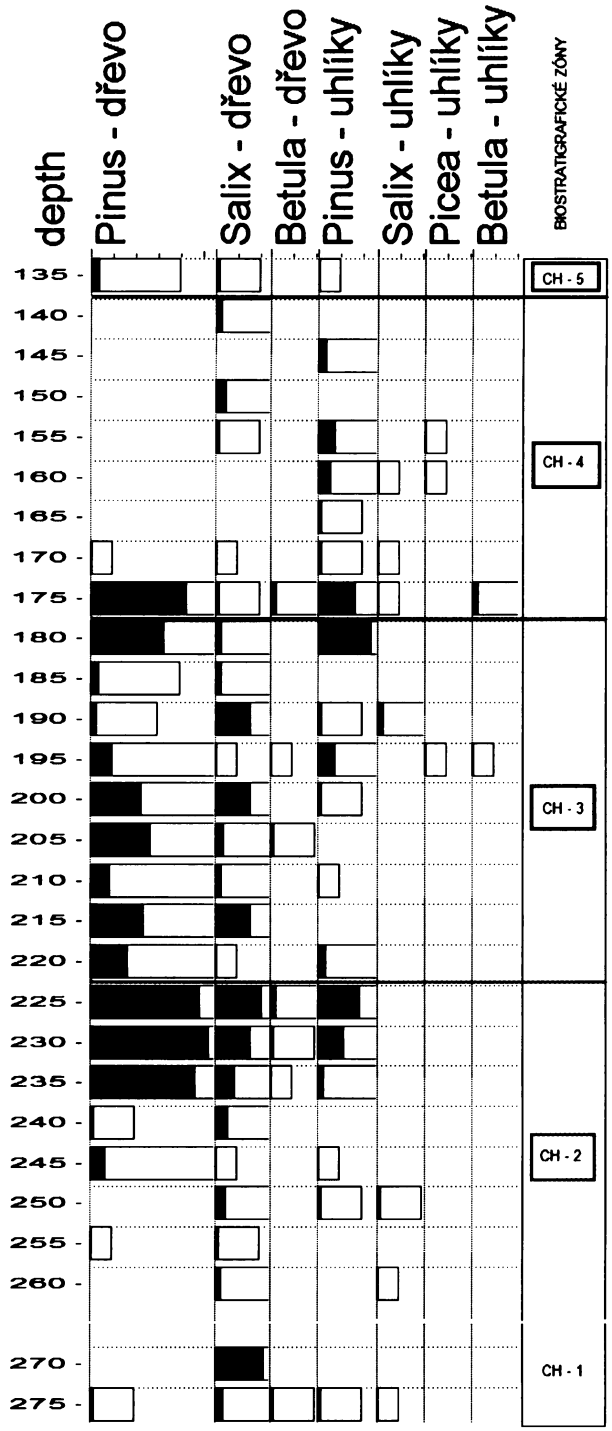


Obr. 1. Pylová analýza profilu Sonda 3 (analyzoval P. Pokorný, P. Kuneš)

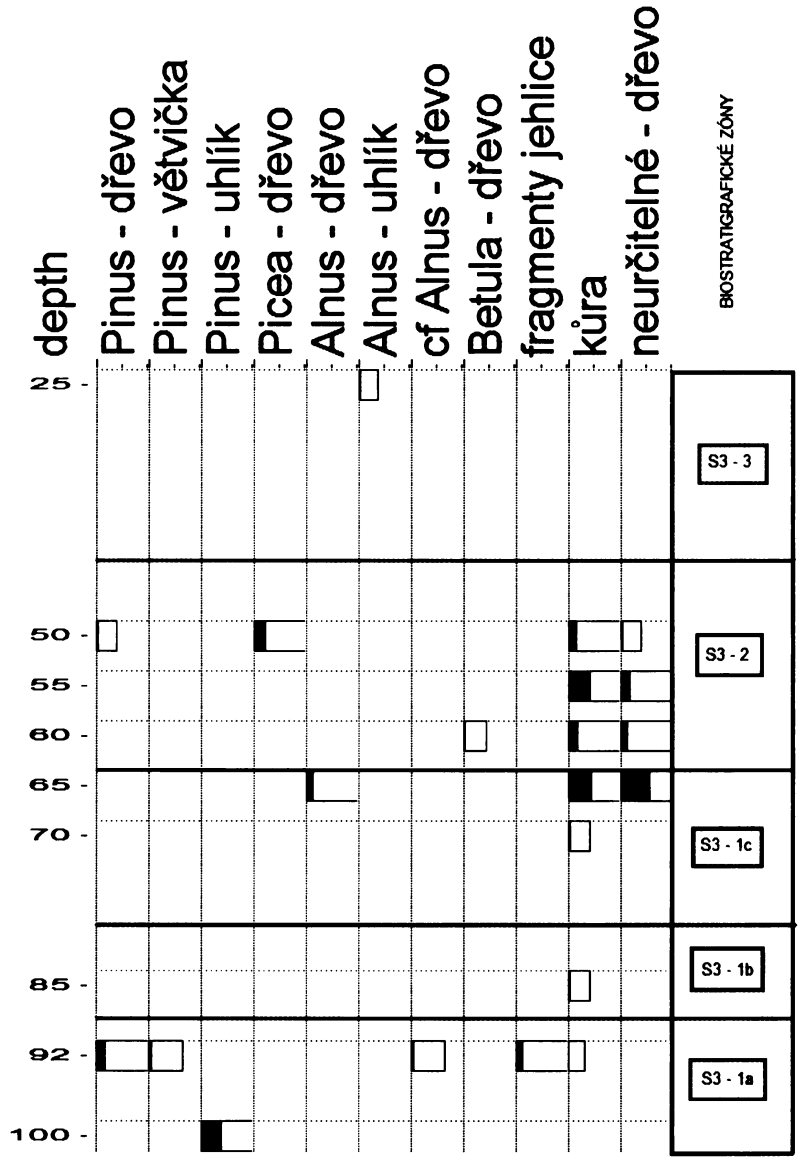


Obr. 2. Pylová analýza profilu Chrást (analyzoval L. Petr)

XYLOTOMICKÉ ANALÝZY

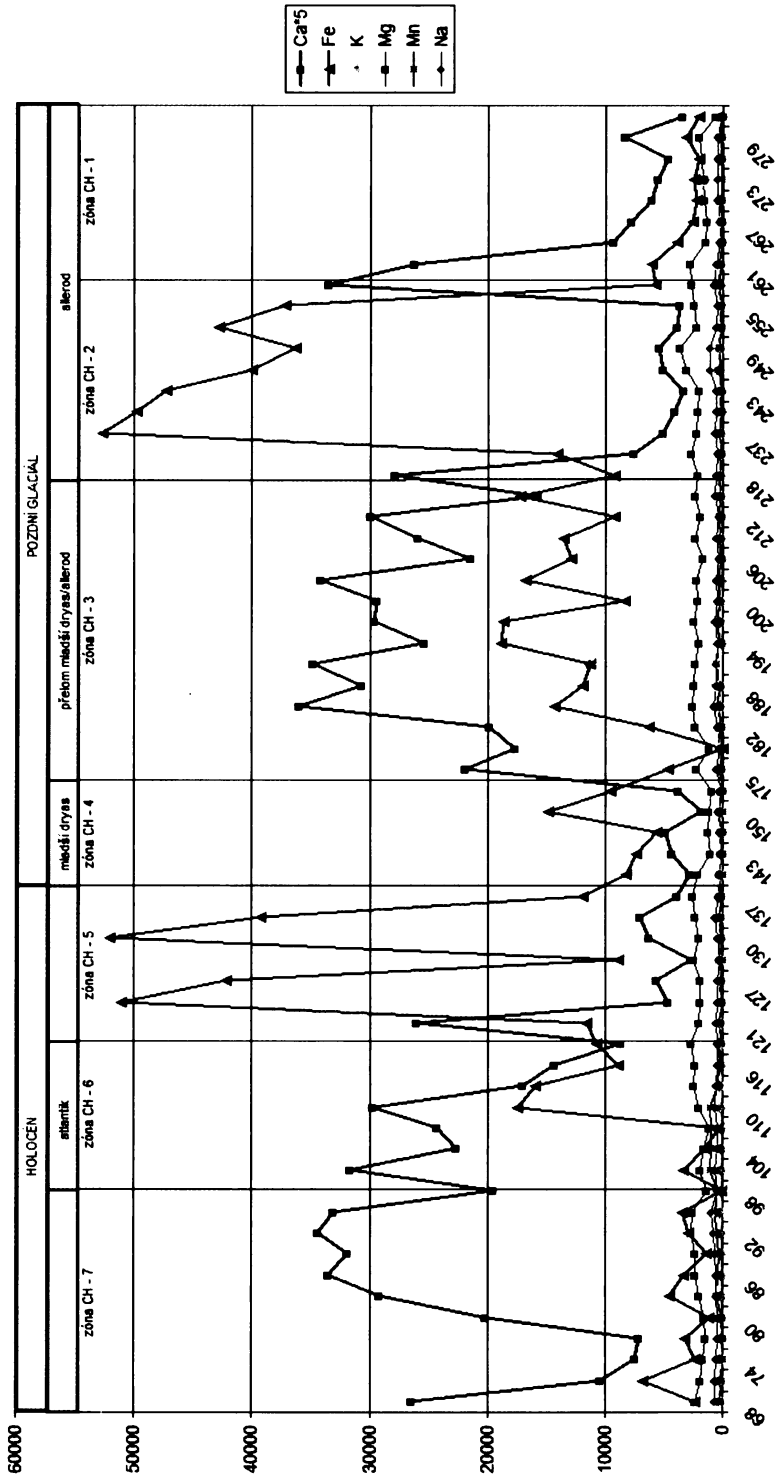


Obr. 3. Xylotomická analýza profilu Chrást (analýzu provedl J. Novák)



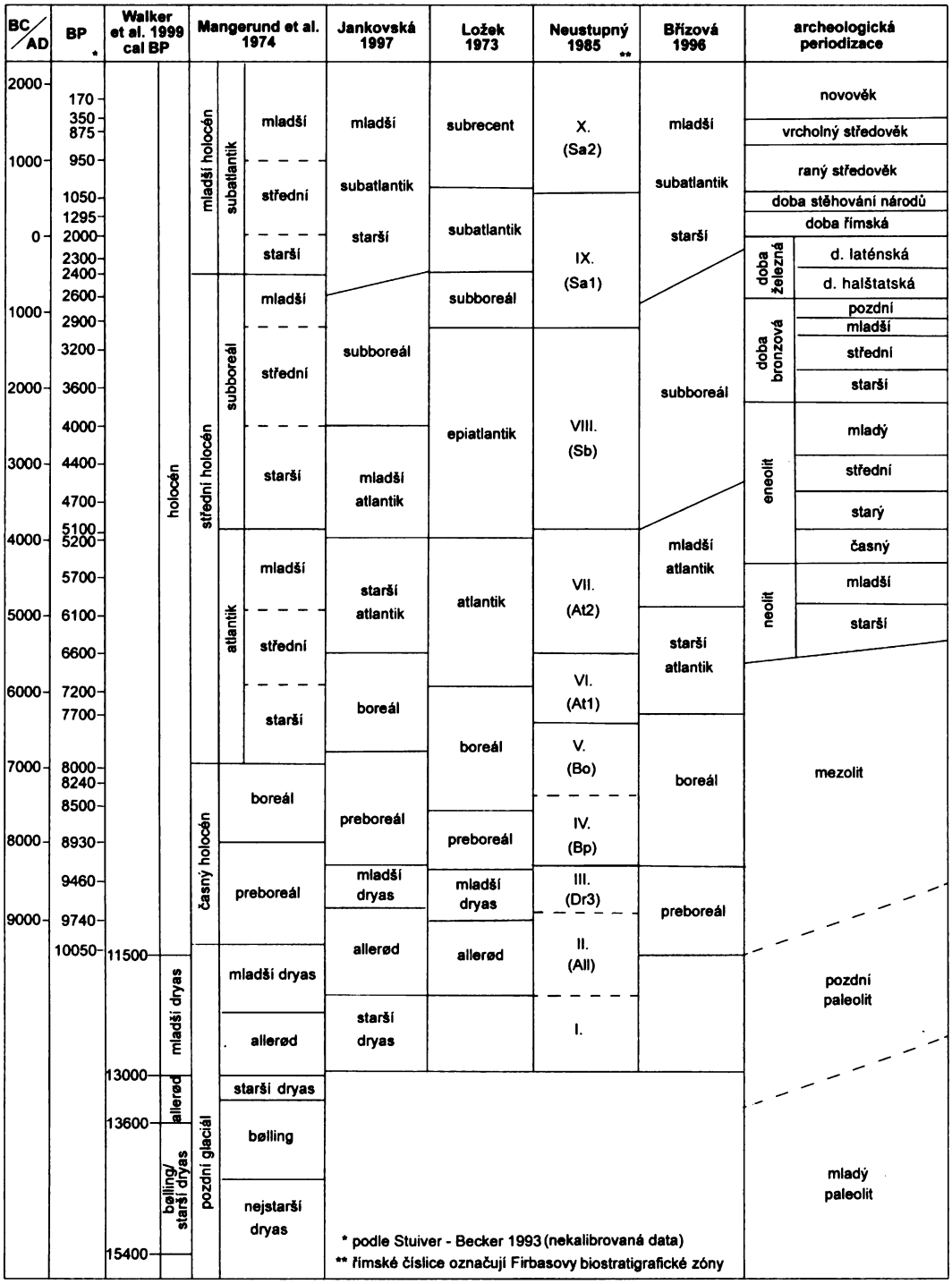
Xylotomická analýza profilu Švarcenberk - Sonda 4 (analýzu provedl P. Bobek)

CHEMICKÉ ANALÝZY PROFILU CHRÁST



Obr. 1. Chemická analýza profilu Chrást (geologický ústav AVČR, Suchdol, analyzoval J. Rohovec).

CHRONOSTRATIGRAFIE



Obr. 9: Chronostratigrafická tabulka pozdního glaciálu a holocénu. Podle *Jacomet – Kreuz 1999* a *Dreslerová 2004*; sestavila D. Dreslerová.

Obr. 1. Souhrnná chronostratigrafická tabulka (pozdní glaciál - holocén)

SBÍRKA SEMEN A PLODŮ

č.	Druh	Lokalita, datum sběru
1	*Agrostemma githago*	Planta naturalis, 08
2	*Agrostis canina*	Třeboň AVČR, 05
3	*Agrostis stolonifera*	Třeboň AVČR, 05
4	*Alisma gramineum*	Třeboň AVČR, 05
5	*Alisma plantago-aquatica*	Třeboň AVČR, 05
6	*Alisma subcordatum*	Třeboň AVČR, 05
7	*Alnus glutinosa*	Třeboňsko, Švarcenberk 05
8	*Alopecurus aequalis*	Třeboň AVČR, 05
9	*Alopecurus geniculatus*	Třeboň AVČR, 05
10	*Andromeda polifolia*	Třeboň AVČR, 05
11	*Batrachium rionii*	Třeboň AVČR, 05
12	*Batrachium trichophyllum*	Třeboň AVČR, 05
13	*Beckmannia eruciformis*	Třeboň AVČR, 05
14	*Berula erecta*	Třeboň AVČR, 05
15	*Betonica officinalis*	Osek, Libický luh, 08
16	*Betula pubescens*	Slavkovský les, 08
17	*Betula pendula*	Slavkovský les, 08
18	*Bidens cernua*	Třeboň AVČR, 05
19	*Bidens radiata*	Třeboň AVČR, 05
20	*Bidens frondosa*	Třeboň AVČR, 05
21	*Bidens tripartita*	Třeboň AVČR, 05
22	*Blysmus compressus*	Třeboň AVČR, 05
23	*Bolboschoenus maritimus*	Třeboň AVČR, 05
24	*Bolboschoenus yagara*	Třeboň AVČR, 05
25	*Butomus umbellatus*	Třeboň AVČR, 05
26	*Calamagrostis epigejos*	Třeboň AVČR, 05
27	*Calla palustris*	Třeboň AVČR, 05
28	*Callitriche hermaphroditica*	Třeboň AVČR, 05
29	*Calluna vulgaris*	Třeboň AVČR, 05
30	*Caltha palustris*	Třeboň AVČR, 05
31	*Cardamine amara*	Třeboň AVČR, 05
32	*Cardamine pratensis*	Třeboň AVČR, 05
33	*Carex acuta*	Třeboň AVČR, 05
34	*Carex acutiformis*	Třeboň AVČR, 05
35	*Carex bohemica*	Třeboň AVČR, 05
36	*Carex buxbaumii*	Třeboň AVČR, 05
37	*Carex canescens*	Třeboň AVČR, 05
38	*Carex capitata*	Třeboň AVČR, 05
39	*Carex cespitosa*	Křivoklátsko, Vůznice 08
40	*Carex davalliana*	Třeboň AVČR, 05
41	*Carex diandra*	Třeboň AVČR, 05
42	*Carex distans*	Třeboň AVČR, 05
43	*Carex disticha*	Třeboň AVČR, 05
44	*Carex echinata*	Třeboň AVČR, 05
45	*Carex elata*	Třeboň AVČR, 05

46	*Carex elongata*	Osek, Libický luh, 08
47	*Carex flacca*	Mělnická vrutice, 08
48	*Carex flava*	Třeboň AVČR, 05
49	*Carex hartmanii*	Třeboň AVČR, 05
50	*Carex hirta*	Třeboň AVČR, 05
51	*Carex hostiana*	Mělnická vrutice, 08
52	*Carex lasiocarpa*	Třeboň AVČR, 05
53	*Carex lepidocarpa*	Třeboň AVČR, 05
54	*Carex melanostachya*	Třeboň AVČR, 05
55	*Carex nigra*	Třeboň AVČR, 05
56	*Carex otrubae*	Třeboň AVČR, 05
57	*Carex ovalis*	Třeboň AVČR, 05
58	*Carex pallescens*	Třeboň AVČR, 05
59	*Carex panicea*	Třeboň AVČR, 05
60	*Carex paniculata*	Třeboň AVČR, 05
61	*Carex paupercula*	Třeboň AVČR, 05
62	*Carex pilulifera*	Třeboň AVČR, 05
63	*Carex pseudocyperus*	Třeboňsko, Veselí n. Luž. 07
64	*Carex remota*	Třeboň AVČR, 05
65	*Carex riparia*	Třeboňsko, Veselí n. Luž. 07
66	*Carex rostrata*	Slavkovský les 08
67	*Carex secalina*	Třeboň AVČR, 05
68	*Carex tomentosa*	Třeboň AVČR, 05
69	*Carex tumidicarpa (Carex demissa)*	Třeboň AVČR, 05
70	*Carex vesicaria*	Třeboňsko, Veselí n. Luž. 07
71	*Carex vulpina*	Třeboň AVČR, 05
72	*Carex x elytroides*	Třeboň AVČR, 05
73	*Carex x vratislaviensis*	Třeboň AVČR, 05
74	*Catabrosa aquatica*	Třeboň AVČR, 05
75	*Cicuta virosa*	Třeboň AVČR, 05
76	*Cirsium palustre*	Třeboň AVČR, 05
77	*Coleanthus subtilis*	Třeboň AVČR, 05
78	*Cyperus flavescens*	Třeboň AVČR, 05
79	*Cyperus fuscus*	Třeboň AVČR, 05
80	*Cyperus michelianus*	Třeboň AVČR, 05
81	*Dactylorhiza majalis*	Třeboň AVČR, 05
82	*Deschampsia cespitosa*	Třeboň AVČR, 05
83	*Dianthus superbus subsp. superbus*	Planta naturalis, 08
84	*Drosera rotundifolia*	Třeboň AVČR, 05
85	*Dryopteris cristata*	Třeboň AVČR, 05
86	*Echinochloa crus-galli*	Třeboň AVČR, 05
87	*Eleocharis ovata*	Třeboň AVČR, 05
88	*Eleocharis mamelata*	Č. středohoří, Stvolínky, 08
89	*Eleocharis quinqueflora*	Třeboň AVČR, 05
90	*Eleocharis uniglumis*	Třeboň AVČR, 05
91	*Elymus arenarius*	Třeboň AVČR, 05
92	*Epilobium ciliatum*	Třeboň AVČR, 05
93	*Epilobium hirsutum*	Třeboň AVČR, 05
94	*Erica tetralix*	Třeboň AVČR, 05
95	*Eriophorum angustifolium*	Třeboň AVČR, 05
96	*Eriophorum gracile*	Třeboň AVČR, 05

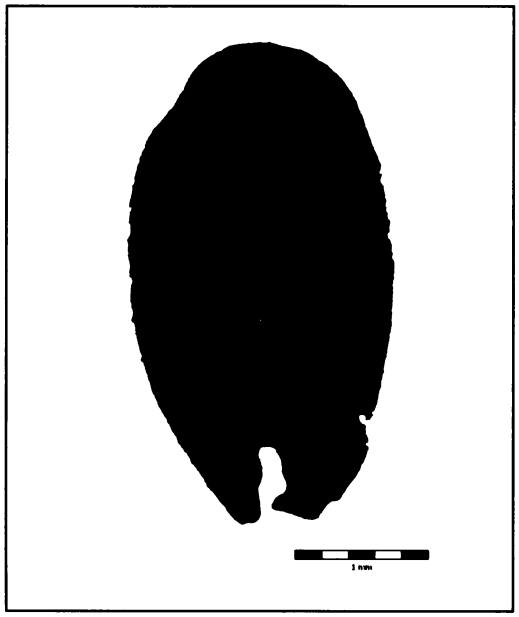
97	*Eriophorum latifolium*	Třeboň AVČR, 05
98	*Eriophorum vaginatum*	Třeboň AVČR, 05
99	*Festuca arundinacea*	Třeboň AVČR, 05
100	*Filipendula ulmaria*	Třeboň AVČR, 05
101	*Gladiolus palustris*	Třeboň AVČR, 05
102	*Glyceria fluitans*	Třeboň AVČR, 05
103	*Glyceria maxima*	Třeboň AVČR, 05
104	*Glyceria declinata*	Třeboň AVČR, 05
105	*Gnaphalium uliginosum*	Třeboň AVČR, 05
106	*Gratiola officinalis*	Třeboň AVČR, 05
107	*Groelandia densa*	Třeboň AVČR, 05
108	*Gypsophilla muralis*	Třeboň AVČR, 05
109	*Heleochloa schoenoides*	Třeboň AVČR, 05
110	*Holcus lanatus*	Třeboň AVČR, 05
111	*Hydrocotyle vulgaris*	Třeboň AVČR, 05
112	*Hypericum humifusum*	Třeboň AVČR, 05
113	*Hypericum tetrapterum*	Třeboň AVČR, 05
114	*Illecebrum verticillatum*	Třeboň AVČR, 05
115	*Inula britannica*	Třeboň AVČR, 05
116	*Iris pseudacorus*	Třeboňsko, Švarcenberk 05
117	*Iris sibirica*	Třeboň AVČR, 05
118	*Iris versicolor*	Třeboň AVČR, 05
119	*Isolepis setacea*	Třeboň AVČR, 05
120	*Juncus alpino-articulatus*	Třeboň AVČR, 05
121	*Juncus articulatus*	Třeboň AVČR, 05
122	*Juncus atratus*	Třeboň AVČR, 05
123	*Juncus bufonius*	Třeboň AVČR, 05
124	*Juncus bulbosus*	Třeboň AVČR, 05
125	*Juncus capitatus*	Třeboň AVČR, 05
126	*Juncus compressus*	Třeboň AVČR, 05
127	*Juncus conglomeratus*	Třeboň AVČR, 05
128	*Juncus effusus*	Třeboň AVČR, 05
129	*Juncus filiformis*	Třeboň AVČR, 05
130	*Juncus gerardii*	Třeboň AVČR, 05
131	*Juncus inflexus*	Třeboň AVČR, 05
132	*Juncus tenageia*	Třeboň AVČR, 05
133	*Juncus tenuis*	Třeboň AVČR, 05
134	*Larix decidua*	Č. středohoří, Zubrnice, 07
135	*Lathyrus pratensis*	Třeboň AVČR, 05
136	*Ledum palustre*	Třeboň AVČR, 05
137	*Leersia oryzoides*	Třeboň AVČR, 05
138	*Leucojum aestivum*	Třeboň AVČR, 05
139	*Limosella aquatica*	Třeboň AVČR, 05
140	*Lindernia procumbens*	Třeboň AVČR, 05
141	*Lotus uliginosus*	Třeboň AVČR, 05
142	*Ludwigia palustris*	Třeboň AVČR, 05
143	*Luronium natans*	Třeboň AVČR, 05
144	*Lychnis flos-cuculi*	Třeboň AVČR, 05
145	*Lycopus europaeus*	Třeboň AVČR, 05
146	*Lycopus exaltatus*	Třeboň AVČR, 05
147	*Lysimachia thyrsiflora*	Třeboň AVČR, 05

148	*Lysimachia vulgaris*	Třeboňsko, Švarcenberk 05
149	*Lythrum virgatum*	Třeboň AVČR, 05
150	*Mentha arvensis*	Třeboň AVČR, 05
151	*Mentha cervina*	Třeboň AVČR, 05
152	*Mimulus guttatus*	Třeboň AVČR, 05
153	*Molinia arundinacea*	Třeboň AVČR, 05
154	*Molinia caerulea*	Třeboň AVČR, 05
155	*Myosotis palustris*	Třeboň AVČR, 05
156	*Myosurus minimus*	Třeboň AVČR, 05
157	*Myriophyllum spicatum*	Třeboň AVČR, 05
158	*Najas marina*	Třeboň AVČR, 05
159	*Nuphar lutea*	Třeboň AVČR, 05
160	*Nuphar pumila*	Třeboň AVČR, 05
161	*Nuphar x spenneriana*	Třeboň AVČR, 05
162	*Nymphaea alba*	Třeboň AVČR, 05
163	*Nymphaea candida*	Třeboň AVČR, 05
164	*Nymphoides peltata*	Třeboň AVČR, 05
165	*Oenanthe aquatica*	Třeboň AVČR, 05
166	*Oxycoccus palustris*	Třeboň AVČR, 05
167	*Peplis portula*	Třeboň AVČR, 05
168	*Peucedanum palustre*	Třeboňsko, Švarcenberk 05
169	*Phalaris arundinacea*	Třeboň AVČR, 05
170	*Phragmites australis*	Třeboň AVČR, 05
171	*Picea abies*	Č. středohoří, Sokolí hřeben, 07
172	*Plantago major*	Č. kras, Bacín,07
173	*Plantago maritimum*	Planta naturalis, 08
174	*Polygonum hydropiper*	Třeboň AVČR, 05
175	*Polygonum lapathifolium*	Třeboň AVČR, 05
176	*Polygonum minor*	Třeboň AVČR, 05
177	*Potamogeton acutifolius*	Třeboň AVČR, 05
178	*Potamogeton alpinus*	věnoval Doc. K. Rybníček
179	*Potamogeton crispus*	Třeboň AVČR, 05
180	*Potamogeton natans*	Třeboň AVČR, 05
181	*Potamogeton obtusifolius*	Třeboň AVČR, 05
182	*Potamogeton pectinatus*	Třeboň AVČR, 05
183	*Potamogeton polygonifolius*	Třeboň AVČR, 05
184	*Potamogeton praelongus*	Třeboň AVČR, 05
185	*Potamogeton x variifolius*	Třeboň AVČR, 05
186	*Potentilla erecta*	Třeboň AVČR, 05
187	*Potentilla palustris*	Třeboň AVČR, 05
188	*Pseudolysimachion maritimum*	Třeboň AVČR, 05
189	*Puccinellia distans*	Třeboň AVČR, 05
190	*Pulicaria vulgaris*	Třeboň AVČR, 05
191	*Ranunculus acris*	Třeboň AVČR, 05
192	*Ranunculus flammula*	Třeboň AVČR, 05
193	*Ranunculus lingua*	Třeboň AVČR, 05
194	*Ranunculus sceleratus*	Třeboň AVČR, 05
195	*Rhynchospora alba*	Třeboň AVČR, 05
196	*Sagina procumbens*	Třeboň AVČR, 05
197	*Sagittaria latifolia*	Třeboň AVČR, 05
198	*Sagittaria sagittifolia*	Třeboň AVČR, 05

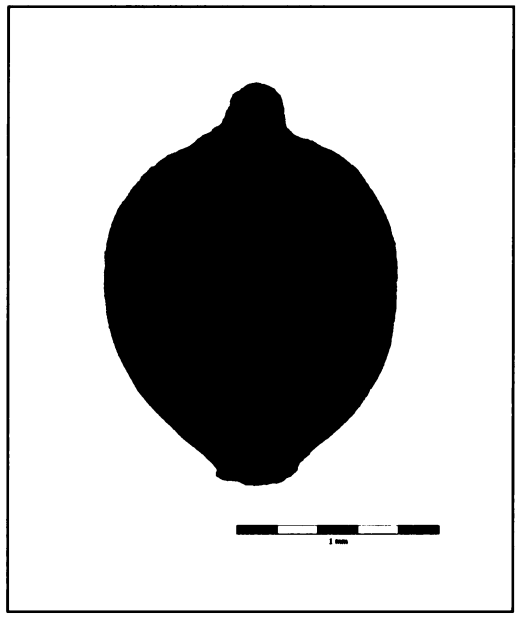
199	*Samolus valerandi*	Třeboň AVČR, 05
200	*Sanguisorba officinalis*	Třeboň AVČR, 05
201	*Schoenoplectus lacustris*	Třeboň AVČR, 05
202	*Schoenoplectus tabernaemontani*	Třeboň AVČR, 05
203	*Schoenoplectus triqueter*	Třeboň AVČR, 05
204	*Schoenus ferrugineus*	Mělnická vrutice, 08
205	*Schoenus nigricans*	Mělnická vrutice, 08
206	*Scirpoides holoschoenus*	Třeboň AVČR, 05
207	*Scirpus radicans*	Třeboň AVČR, 05
208	*Scirpus sylvaticus*	Třeboň AVČR, 05
209	*Scutellaria galericulata*	Třeboň AVČR, 05
210	*Sedum villosum*	Třeboň AVČR, 05
211	*Selinum carvifolia*	Třeboň AVČR, 05
212	*Senecio aquaticus*	Třeboň AVČR, 05
213	*Senecio sarracenicus*	Třeboň AVČR, 05
214	*Sonchus palustris*	Třeboň AVČR, 05
215	*Sparganium emersum*	Třeboň AVČR, 05
216	*Sparganium erectum subsp. erectum*	Třeboň AVČR, 05
217	*Sparganium natans*	Třeboň AVČR, 05
218	*Spergularia echinosperma*	Třeboň AVČR, 05
219	*Spergularia rubra*	Třeboň AVČR, 05
220	*Spergularia maritima*	Třeboň AVČR, 05
221	*Spiraea salicifolia*	Třeboň AVČR, 05
222	*Stachys palustris*	Třeboň AVČR, 05
223	*Succisa pratensis*	Třeboň AVČR, 05
224	*Thelypteris palustris*	Třeboň AVČR, 05
225	*Trapa natans*	Švarcenberk S4, subfosilní
226	*Triglochin maritima*	Třeboň AVČR, 05
227	*Triglochin palustre*	Třeboň AVČR, 05
228	*Tripleurospermum inodorum*	Třeboň AVČR, 05
229	*Typha angustifolia*	Třeboň AVČR, 05
230	*Typha domingensis*	Třeboň AVČR, 05
231	*Typha latifolia*	Třeboň AVČR, 05
232	*Typha minima*	Třeboň AVČR, 05
233	*Typha shuttleworthii*	Třeboň AVČR, 05
234	*Urtica dioica*	Třeboňsko, Švarcenberk 05
235	*Vaccinium uliginosum*	Třeboň AVČR, 05
236	*Vaccinium vitis-idaea*	Třeboňsko, Ruda 07
237	*Veronica anagallis-aquatica*	Třeboň AVČR, 05
238	*Veronica beccabunga*	Třeboň AVČR, 05
239	*Veronica scutellata*	Třeboň AVČR, 05
240	*Viola canina*	Planta naturalis, 08
241	*Viola elatior*	Třeboň AVČR, 05
242	*Viola palustris*	Třeboň AVČR, 05
243	*Viola stagnina*	Třeboň AVČR, 05
244	*Zannichellia palustris*	Třeboň AVČR, 05

Pozn.: Sebrané druhy k 30.8.2008

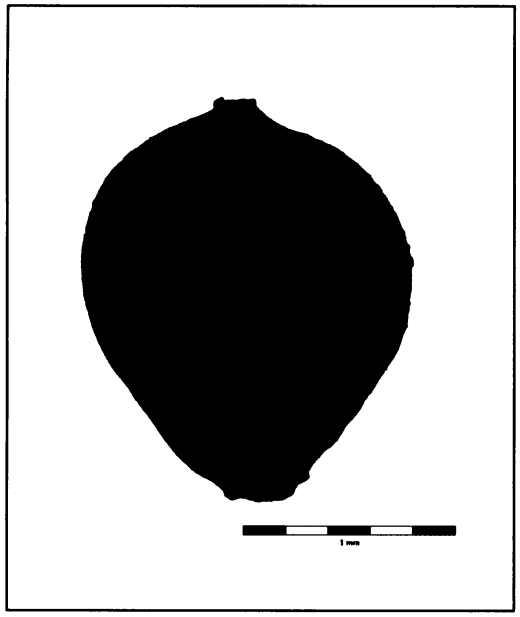
FOTOGRAFIE SEMEN Z LOKALITY ŠVARCENBERK (Sonda 3)



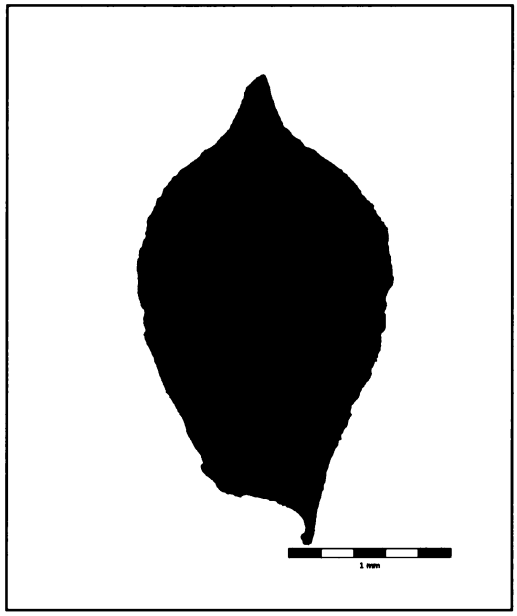
Obr.1: ***Nuphar pumila***



Obr.2: ***Schoenoplectus* cf. *taberneamontani***

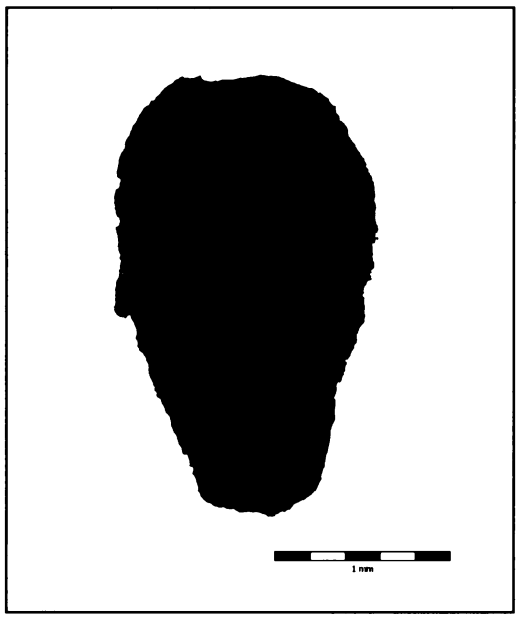


Obr.3: ***Schoenoplectus lacustris***

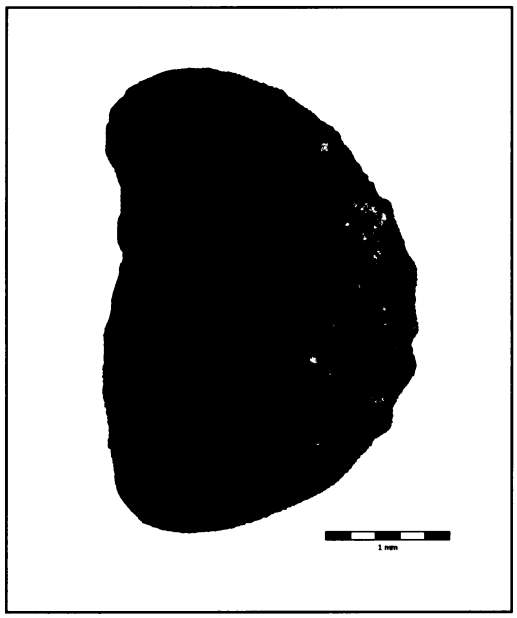


Obr.4: ***Sparganium emerzum***

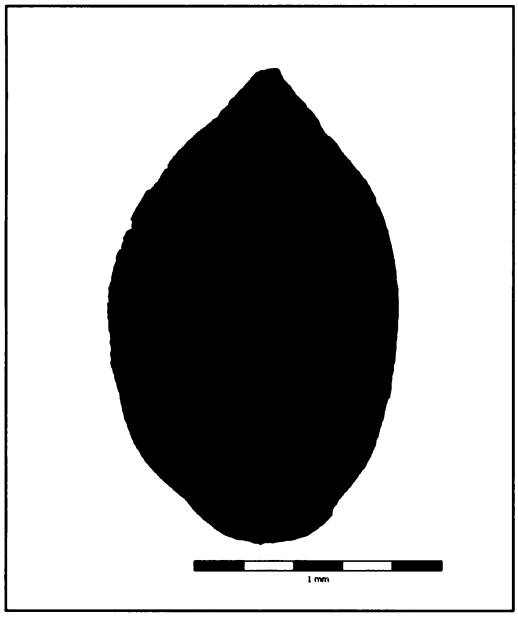
Pozn.: Zobrazené měřítko 1mm.



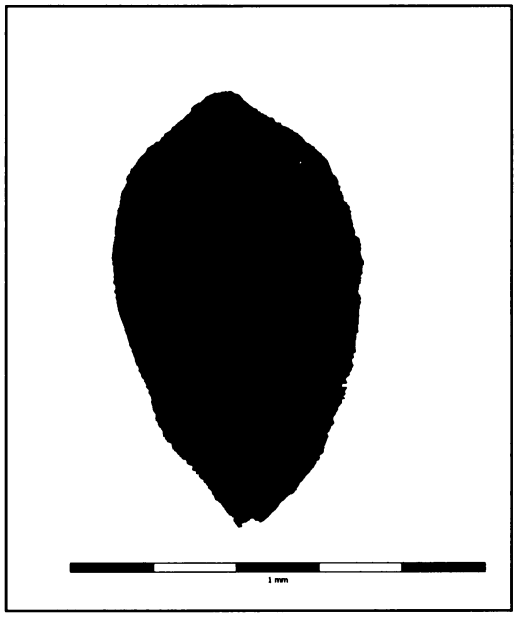
Obr.5: ***Sparganium erectum***



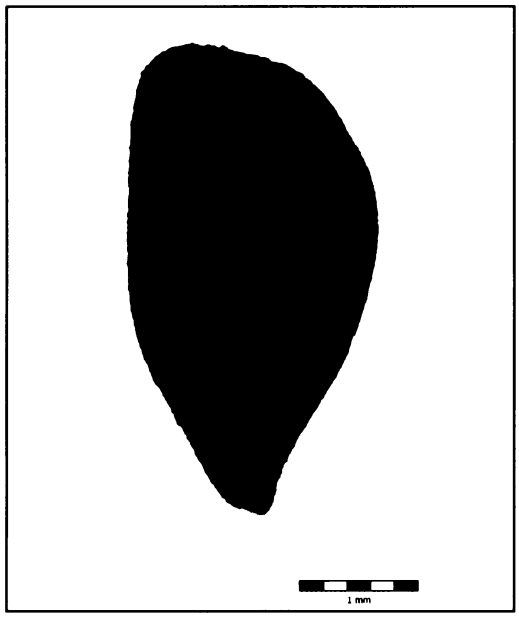
Obr.6: ***Rubus saxatilis***



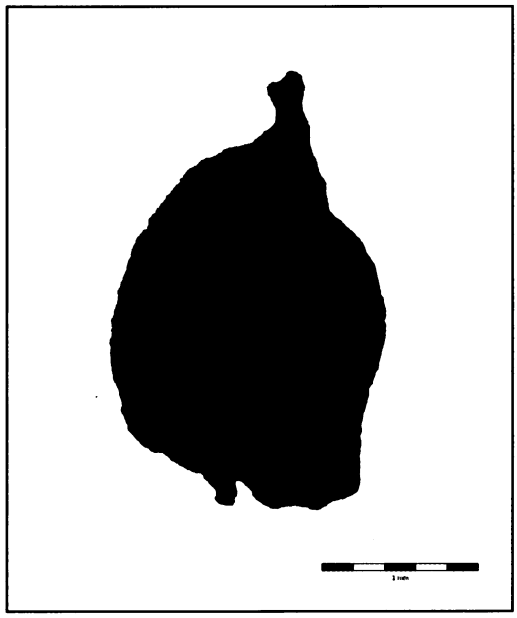
Obr.7: ***Viola* sp.**



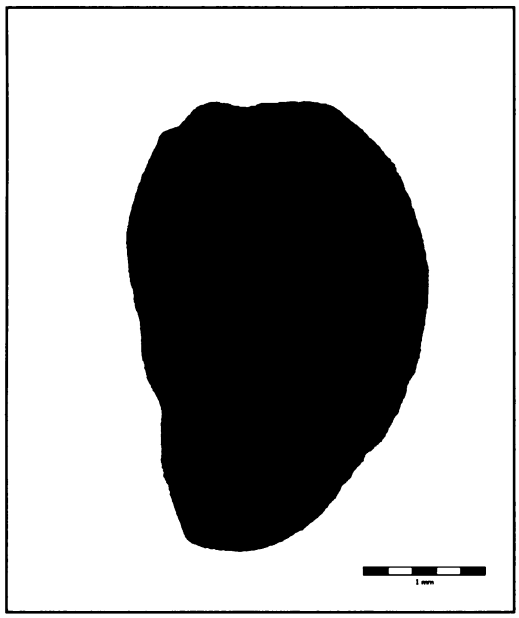
Obr.8: ***Urtica dioica***



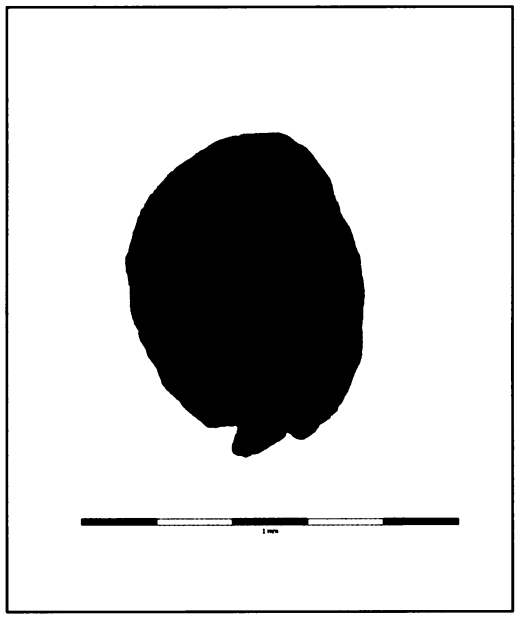
Obr.9: ***Picea abies***



Obr.10: ***Potamogeton alpinus***

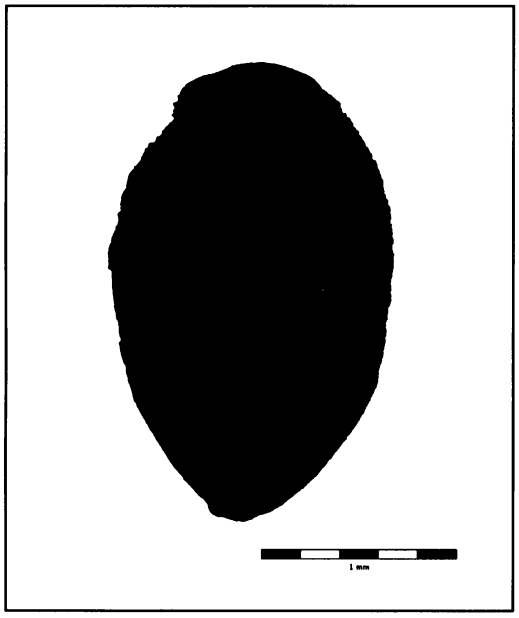


Obr.11: ***Potamogeton praelongus***

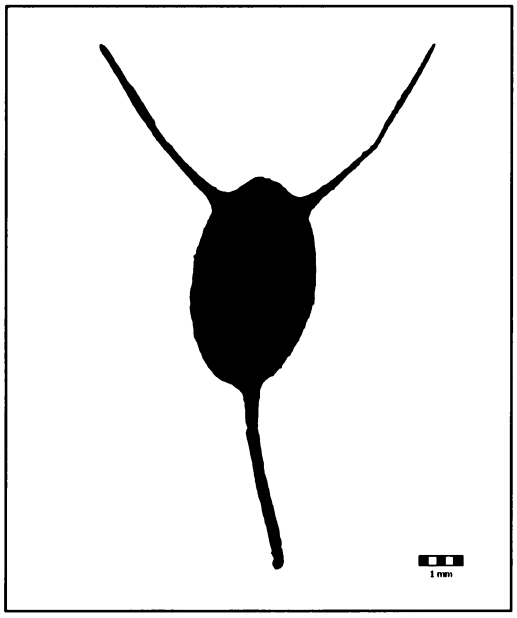


Obr.12: ***Lemna* sp.**

FOTOGRAFIE SEMEN Z LOKALITY ŠVARCENBERK (Sonda 4)

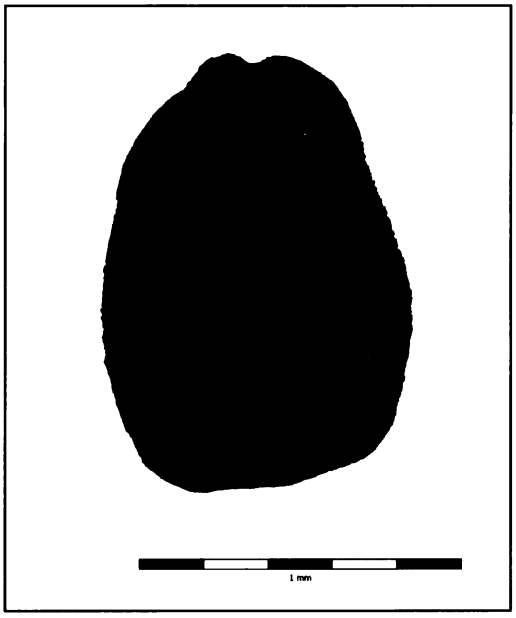


Obr.1: ***Nymphaea alba***



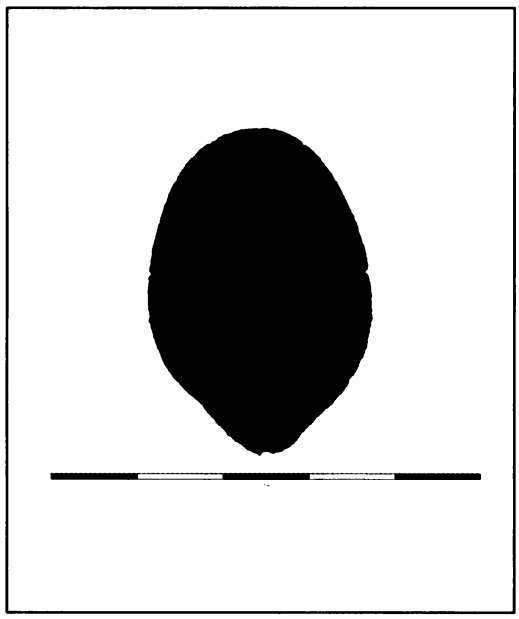
Obr.2: ***Ceratophyllum demersum***

Obr.3: ***Myriophyllum spicatum***

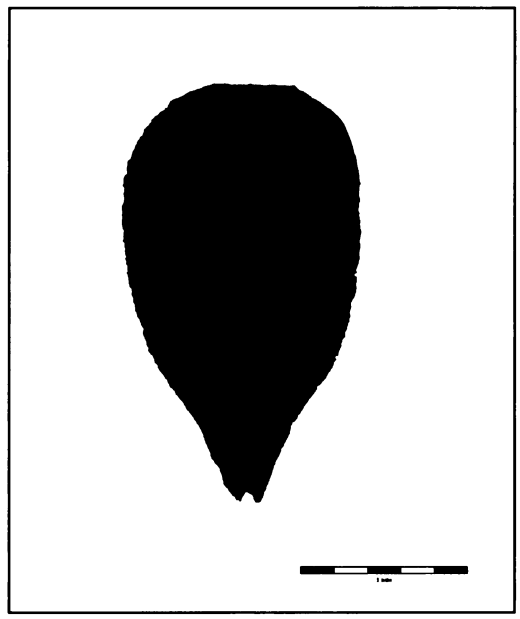


Obr.4: ***Lycopus europaeus***

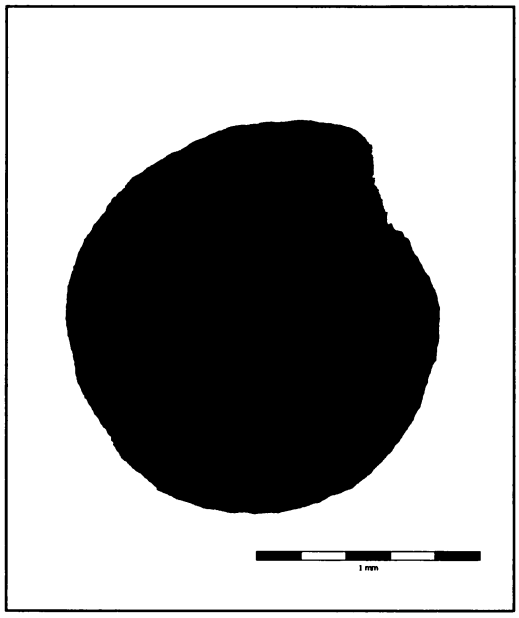
Pozn.: Zobrazené měřítko 1mm.



Obr.5: ***Mentha arvensis***

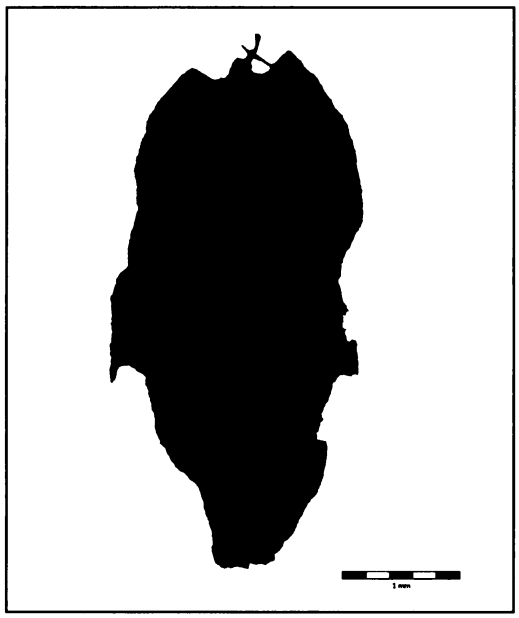


Obr.6: ***Lamium album***

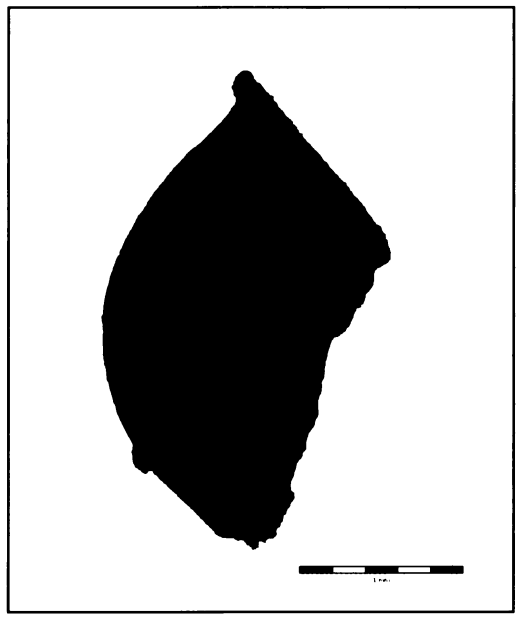


Obr.7: ***Solanum dulcamara***

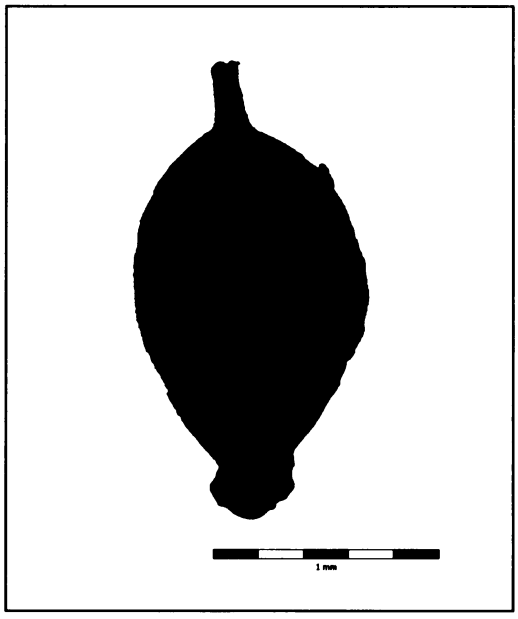
Obr.8: ***Calla palustris***



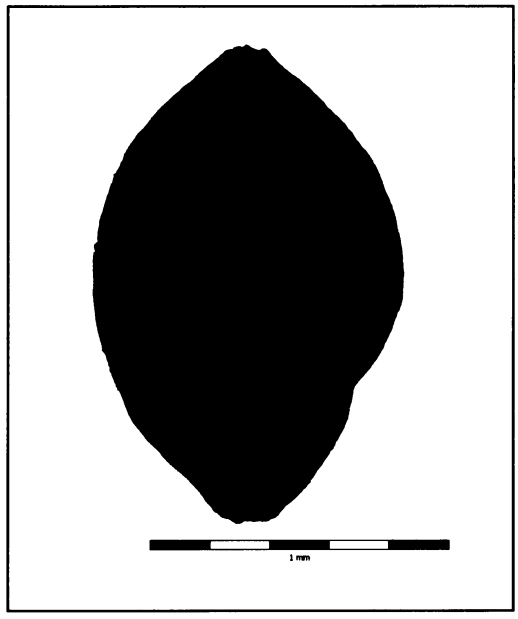
Obr.9: ***Peucedanum sp.***



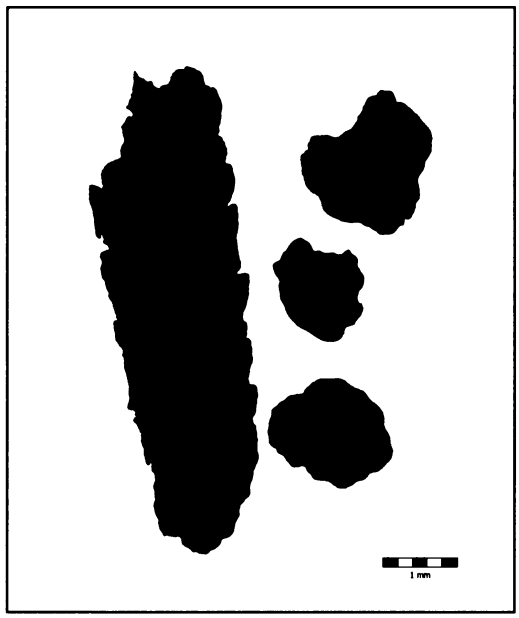
Obr.10: ***Rumex obtusifolius***



Obr.11: ***Carex acutiformis***

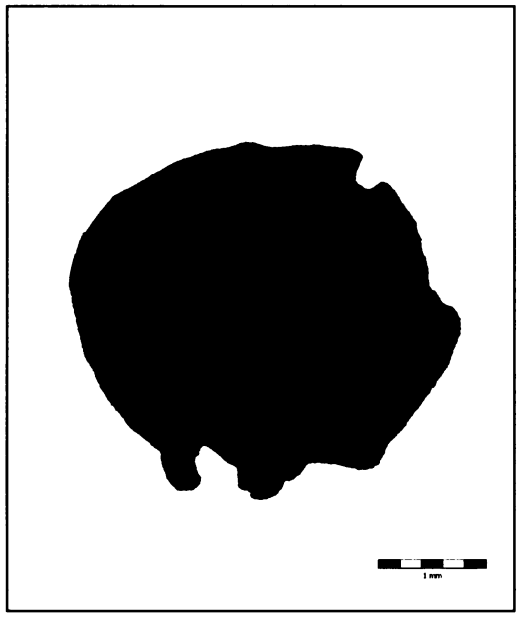


Obr.12: ***Poaceae (Panicoideae)***

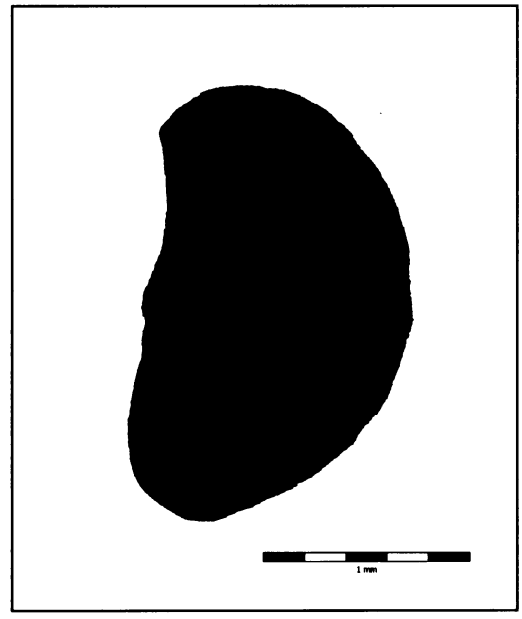


Obr.13: ***Alnus glutinosa - samčí šištice***

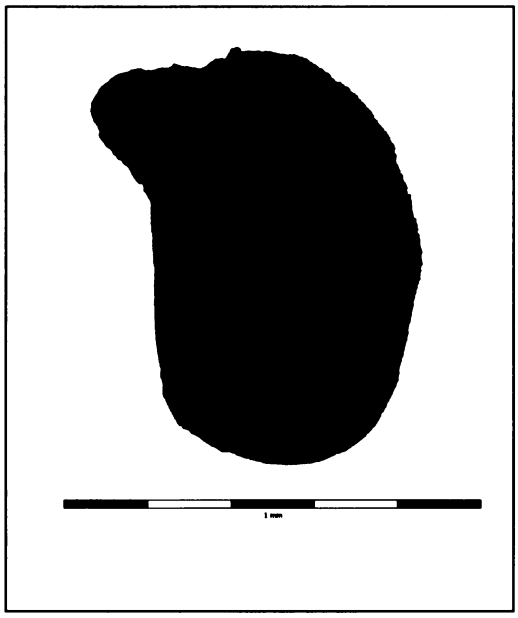
Obr.14: ***Betula pubescens***



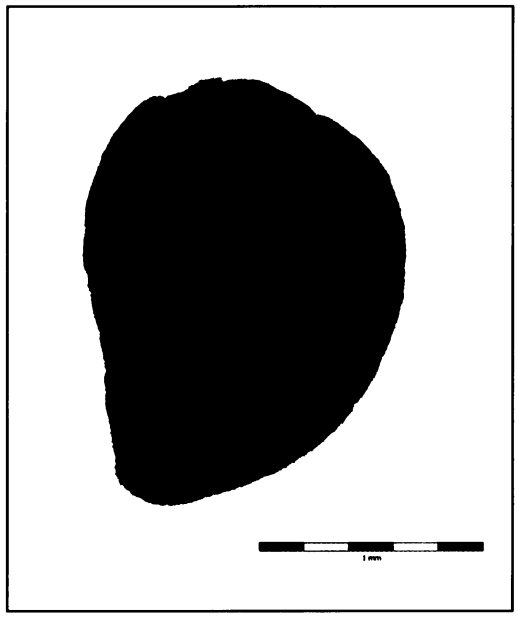
Obr.15: ***Frangula alunus***



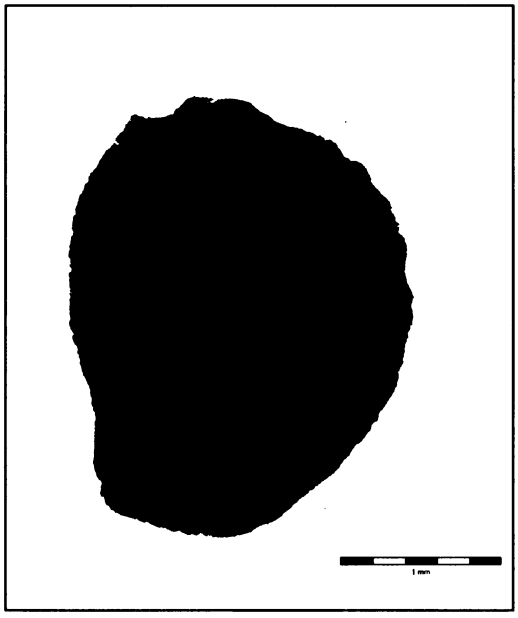
Obr.16: ***Rubus idaeus***



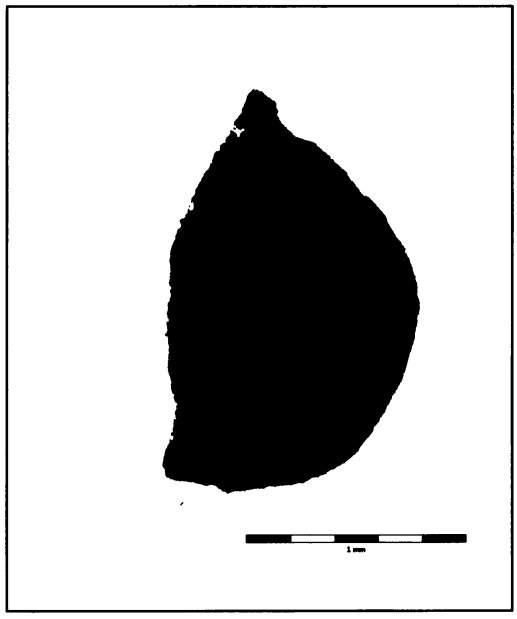
Obr.29: ***Rubus sp.***



Obr.30: ***Potamogton filiformis***

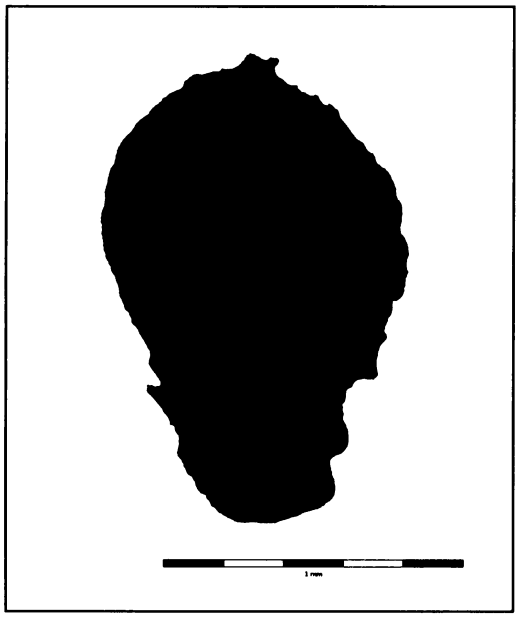


Obr.31: ***Potamogton prefoliatus***

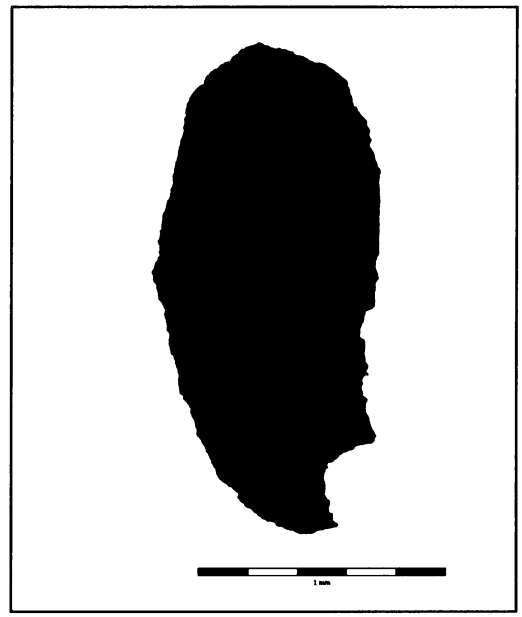


Obr.32: ***Potamogton pusillus***

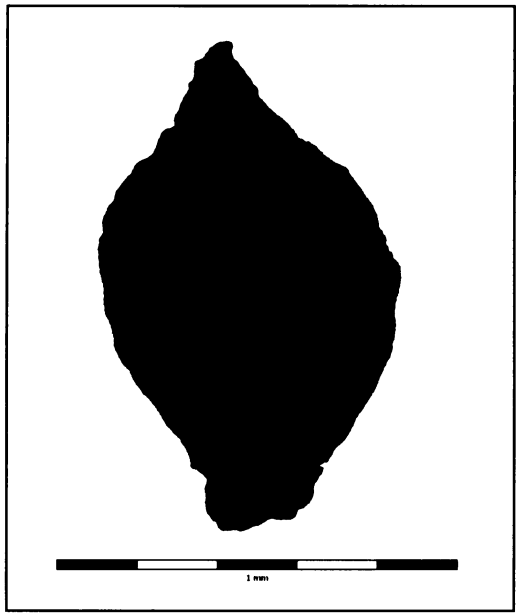
FOTOGRAFIE SEMEN Z LOKALITY CHRÁST



Obr.1: ***Sparganium emersum***



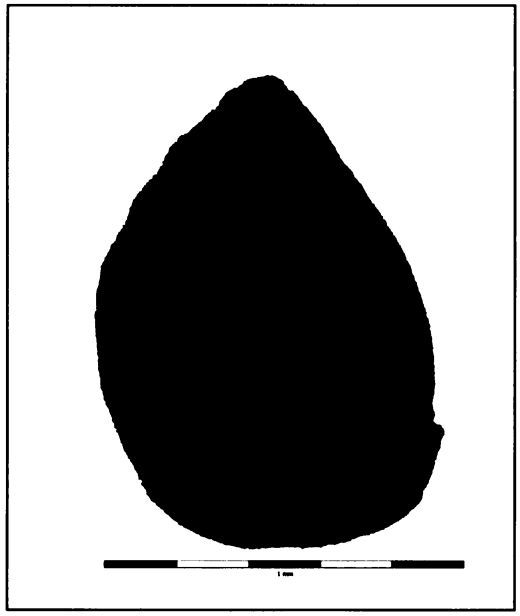
Obr.2: ***Alisma plantago-aquatica***



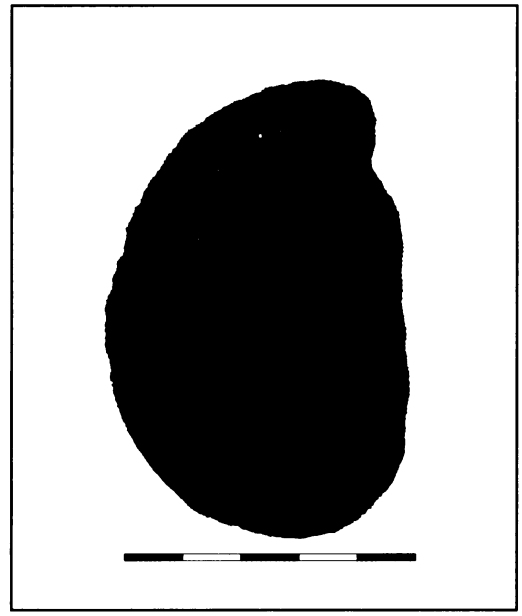
Obr.3: ***Eleocharis sp.***

Obr.4: ***Filipendula ulmaria***

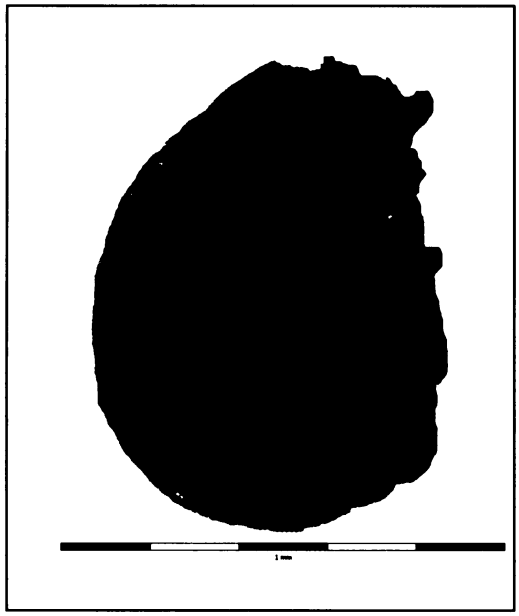
Pozn.: Zobrazené měřítko 1mm.



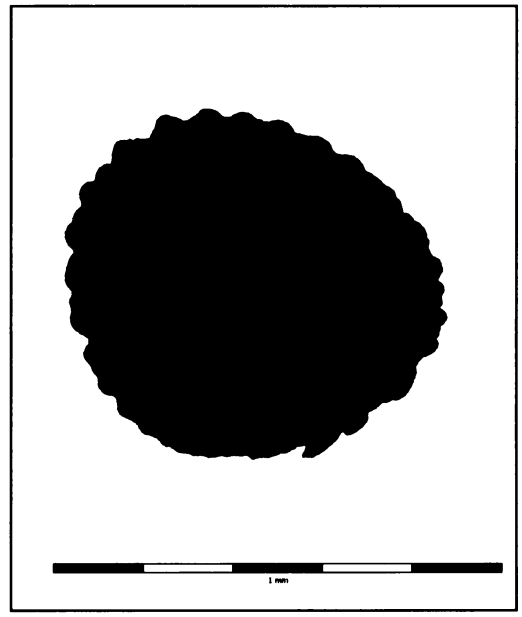
Obr.5: ***Alchemilla sp.***



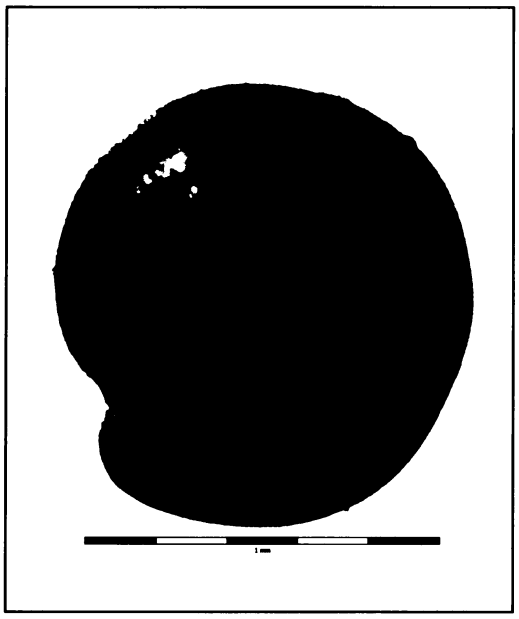
Obr.6: ***Potentila etecta***



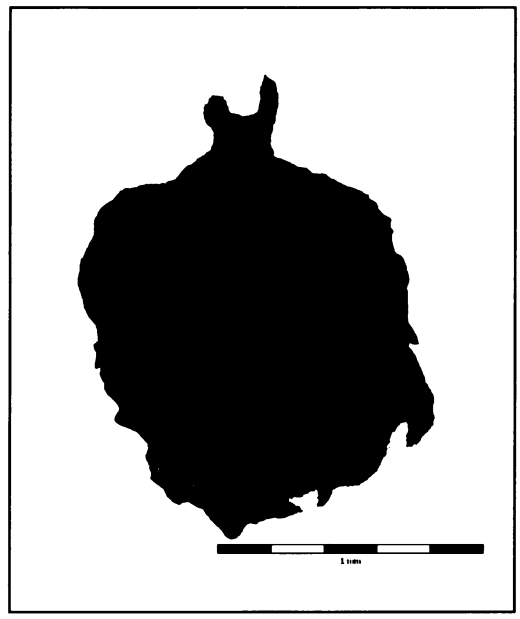
Obr.7: ***Fragaria vesca***



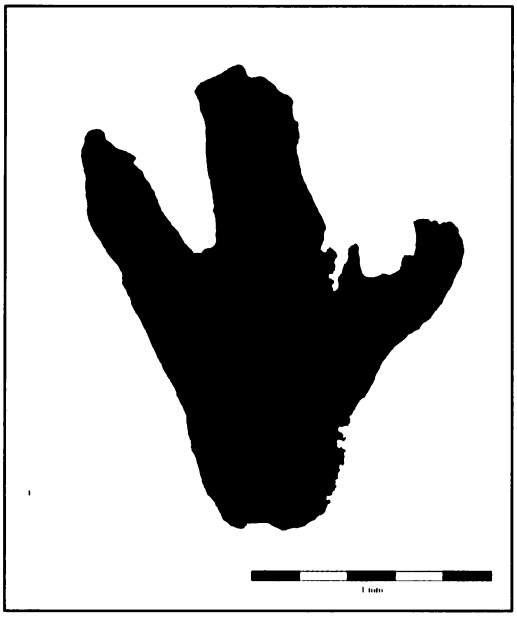
Obr.8: ***Stellaria media***



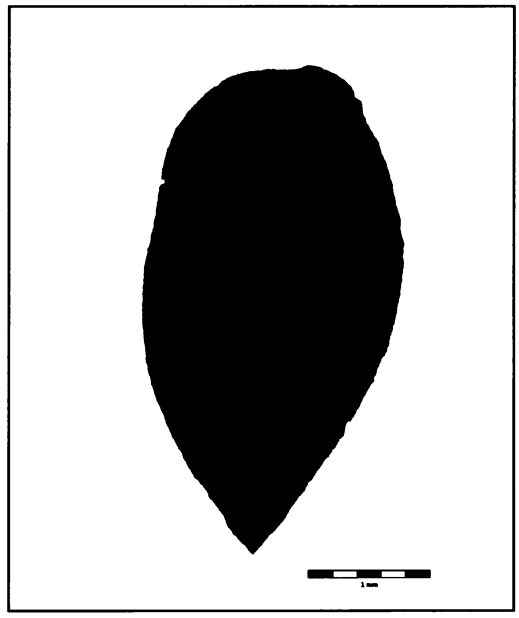
Obr.9: ***Chenopodium album agg.***



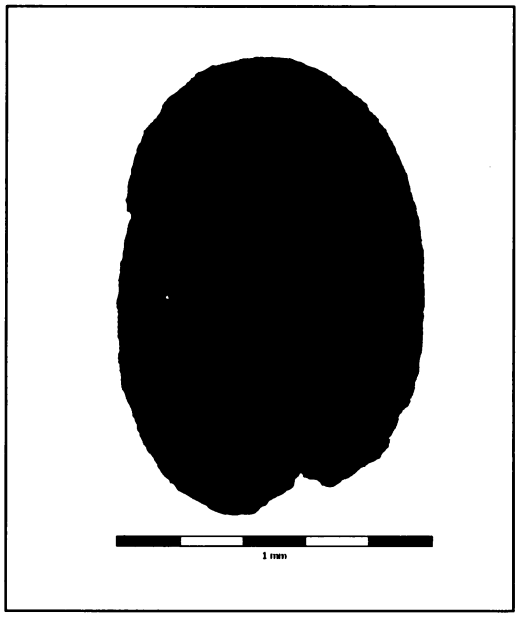
Obr.10: ***Betula nana*** **- nažka**



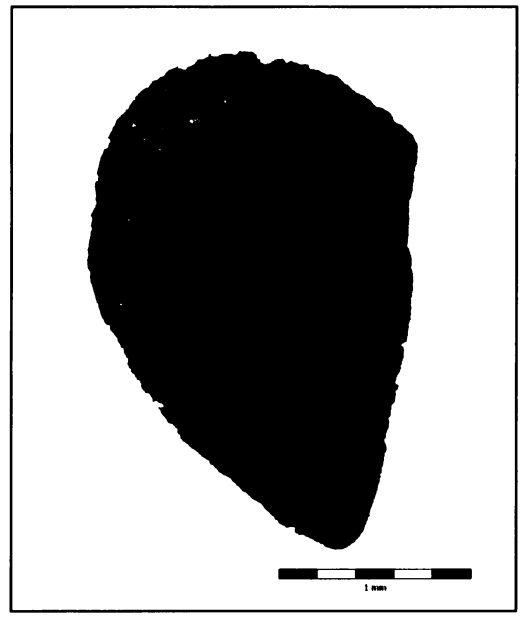
Obr.11: ***Betula nana*** **– p. šupina**



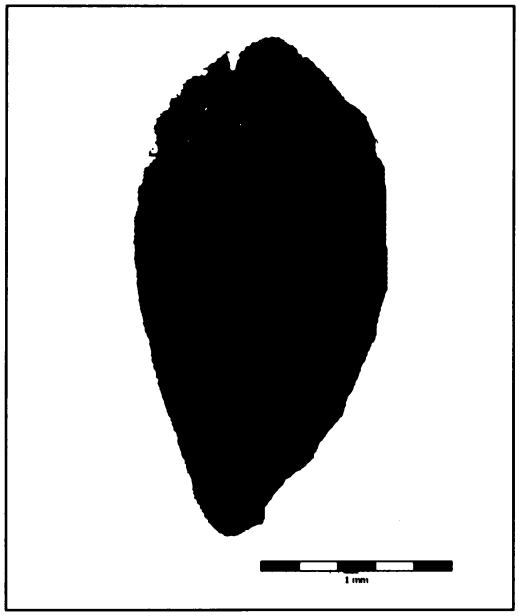
Obr.12: ***Pinus silvestris***



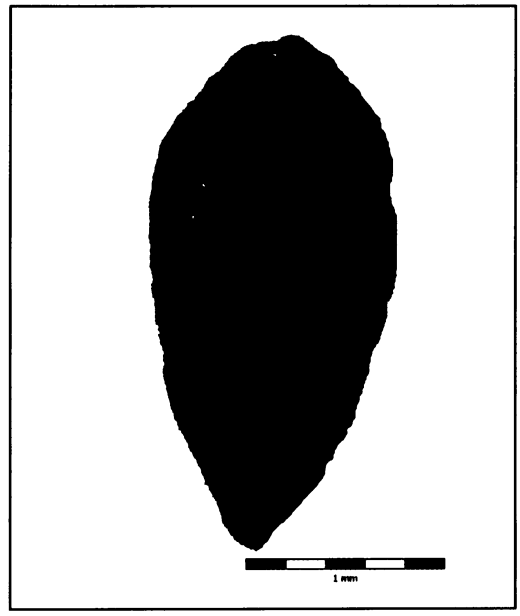
Obr.13: ***Brassicaceae***



Obr.14: ***Indet.***



Obr.15: ***Indet.***



Obr.16: ***Indet.***