

Šteud. odd.

Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích



Nástin vývoje dvou postglaciálních jezer na Třeboňsku na základě analýzy rostlinných makrozbytků

Magisterská práce
2006

Jitka Šafránková

vedoucí práce: Mgr. Petr Pokorný, Ph.D.

fakultní garant: PhDr. Jaromír Beneš

ŠAFRÁNKOVÁ J. (2006): Nástin vývoje dvou postglaciálních jezer na Třeboňsku na základě analýzy rostlinných makrozbytků [Study of two postglacial lakes on the Třeboňská pánev basin (Czech Republic) based on analysis of plant macrofossils. Mgr. Thesis, in Czech]. – 46pp., Faculty of Biological Sciences, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Abstract:

The investigation use macrofossil analysis to compare two former postglacial lakes (Švarcenberk and Velanská cesta) located in the Třeboňská pánev basin (Czech Republic). These natural lakes are rare phenomena within the extraglacial areas of Central Europe. Limnic sediments of these former lakes are overlaid by peat, which formed after the final terrestrialization of lakes. The former lakes were presumably supplied almost exclusively by artesian water from springs. Pioneer lake-bottom Oligotrophic and mesotrophic vegetations of these lakes lead up to minerotrophic fen during terrestrialization. Former lake Velanská cesta offers records about vegetation since ending Late Glacial (12 500BP) till Boreal, with final terrestrialization at Former lake Švarcenberk offers records about vegetation since Late Glacial (16 000 BP) till Middle Holocene. Plant macrofossils were determined using morphological characteristics.

Tato práce byla provedena v rámci grantu: GAAV B32-614 14 05

Prohlašuji, že jsem tuto magisterskou práci vypracovala sama pouze s použitím citované literatury.

České Budějovice 9. 1. 2006


.....
Jitka Šafránková

Poděkování

Chtěla bych na tomto místě poděkovat svému školiteli Petru Pokornému Ph.D. a fakultnímu garantovi PhDr. Jaromíru Benešovi, kteří mi umožnili nahlédnout do mnohých koutů historie, pro mne dosud skrytých, byli ke mně shovívaví a poskytli mi přátelské pracovní zázemí.

Tato práce by nemohla vzniknout nebýt Kateřiny a Honzy Novákových, kteří mi umožnili podílet se na tomto výzkumu, poskytli mi mnoho cenných rad a pohledů na věc, kteří mne podporovali a pomáhali mi nejen v práci.

Dík těm nadšencům, kteří se celý víkend prokopávali vrstvou sedimentů, aby bylo co zkoumat.

Můj velký dík patří Bětce s Tomášem, kteří se mnou v laboratoři vydrželi i ta nepěkná období a zásadní měrou se podíleli na konečné podobě této práce. Veronice, která mě zasvětila do světa archeobotaniky. Dík patří Alče, která mi byla vždy, když se zrovna nedařilo, oporou a človíčkem, který dokázal rozesmát. Rovněž Danče a Lence za vloženu důvěru, které si nesmírně vážím. Evě za příjemné chvíle při hledání rodinných kořenů, na které bych málem přes všední dny zapomněla. Dík letí i za bratrem Jakubem do Kostelního Vydří a nemusím říkat za co.

V neposlední řadě patří mé poděkování mamince, za vše, co pro mne dělá a za tak příjemné rodinné prostředí, které mi poskytuje a kam se tak ráda vracím. Petrovi za objevování a poznávání.

Obsah

1. Úvod	1
2. Studované lokality	4
2.1. Švarcenberk	4
2.2. Velanská cesta	6
3. Metodika	8
3.1. Odběr vzorků	8
3.1.1. Švarcenberk	8
3.1.2. Velanská cesta	8
3.2. Zpracování vzorků	8
3.3. Radiokarbonové datování	9
3.4. Analýza dat	10
4. Výsledky	11
4.1. Velanská cesta	11
4.1.1. Stratigrafie	11
4.1.2. Radiokarbonové datování	11
4.1.3. Makrozbytková analýza	13
4.2. Švarcenberk	16
4.2.2. Radiokarbonové datování	16
4.2.3. Makrozbytková analýza	16
5. Diskuse	19
5.1. Vývoj vegetace Velanská cesta	19
5.2. Vývoj vegetace Švarcenberk	29
5.3. Porovnání vývoje obou lokalit	34
5.3.1. Obecné srovnání vývoje vegetace	34
5.3.2. Srovnání vývoje vegetace na časové ose	36
6. Závěr	40
7. Literatura	41
8. Příloha	

1. Úvod

Současná vegetace v té podobě v jaké ji známe nyní na našem území je výsledkem formování, na němž se podílela řada procesů a podmínek. Zásadní změny, na jejichž základě se utvářely i mnohé ostatní podmínky, které v současné době ovlivňují společenstva rostlin i živočichů, jsou dány proměnami klimatu v nejmladší geologické minulosti – kvartéru.

Při pohledu zdá se jeví toto období jako periodicky se střídající výkyvy dob ledových – glaciálů a jejich klimaticky přívětivějších protějšků, dob meziledových – interglaciálů. Na povrchu země se v oblasti Evropy více či méně střídají ledový příkrov (v severní Evropě a v oblasti Alp), tundrová travino-bylinná vegetace s keříčkovými společenstvy a tajgové lesy. Po globálně teplejším a klimaticky vyrovnanějším období třetihor, které umožňovalo růst v našich končinách i těm náročným, dnes subtropickým, druhům, tak došlo k prudké změně. Velká část těchto druhů vymřela. Přežila pouze ta část, která našla příhodná refugia v klimaticky příhodnějších částech kontinentu a v nich dokázala přežít (LOŽEK 1973).

Dramatické a rychlé změny, které se odehrávaly, může ilustrovat poslední doba ledová – Würm. Po postupném ochlazení přichází období se střídajícími se teplými a chladnými výkyvy. V obzvláště chladných výkyvech dochází k expanzi ledovců – skandinávského kontinentálního ledovcového štítu a alpského zalednění. Jedním z těchto nejvýraznějších ochlazení je würmský pleniglaciál, kdy se skandinávský ledovec rozrůstá až do střední Evropy a zároveň se mohutně rozšiřují i horské ledovce a sestupují tak do podhůří. Jako důkaz své přítomnosti po sobě zanechaly morény z přeneseného materiálu, osamocené bludné balvany švédské žuly a na některých místech ledovcová jezera (LOŽEK 1973, JANKOVSKÁ 1997).

V tuto dobu se oblast naší země stává úzkým proužkem ledem nepokryté země. Po ústupu tohoto nejchladnějšího období dochází k pozvolnému oteplování směrem k našemu současnému geologickému období – holocénu. Ani to však není tak jednoduché a je poznamenáno mnohými chladnými výkyvy. Velká část Evropy se na tuto dobu stala prostředím širých plání a na nich se pohybujících velkých savců s tu a tam se pohybující skupinou paleolitických lovců a sběračů (BOUZEK et al. 1966).

Určující vliv na klimatické výkyvy má proudění oceánských proudů a mas vzduchu (POKORNÝ 2002). Jedním z posledních chladných výkyvů je Starší Dryas. Pro účely této práce se nebudu držet v současné době používaného členění Dryas I - Bölling- Dryas II - Alleröd- Mladší Dryas, ale používám členění Starší Dryas- Alleröd- Mladší Dryas dle Firbas (1952). Pro nástín vývoje vegetace jezer Švarcenberk a Velanská cesta na základě makrozbytkové analýzy toto členění považuji za vhodnější.

Právě v období Staršího Dryasu vznikla v oblasti Třeboňské pánve tato dvě jezera, která se postupem času zazemnila a jejich jezerní sedimenty převrstvily sedimenty rašelinné. Došlo tak k zakonzervování zbytků rostlin, jejich diaspor a pylových zrn ve vlhkém prostředí. Tím, že zůstaly zachovány a nedošlo k jejich rozkladu, je nyní možné po jejich odebrání z kopaného nebo vrtaného profilu usuzovat na vegetaci, která rostla přímo v místě profilu a v jeho těsném okolí (JANOVSKÁ 1980, POKORNÝ 2000). Tyto lokality patří mezi jedny z mála existujících u nás, které ani za největšího rozšíření ledovce nebyly zaledněny a umožňují tak zkoumání vegetačních změn v období pozdního glaciálu.

Makrozbytková analýza je mezi paleoekologickými metodami trochu opomíjena. Snad proto, že její záznam poskytuje informace především o lokální vegetaci. Oproti pylové analýze, která svým širokým záběrem dokáže postihnout okolní krajinu a v tomto záznamu shrnout informace o vegetaci vodní i terestrické. V případě paleoekologických studií bývá používána spíše jako doplňková metoda, která v některých ohledech může pylovou analýzu upřesnit. Častěji využívána v poslední době je spíše při zkoumání archeologických nálezů a lokalit ve spojitosti se zkoumáním aktivit člověka (LATAŁOWA 1999).

Ale právě tím, že poskytuje informace o lokální vegetaci a o jejích změnách, má velký význam při studiu historie vývoje jednotlivých lokalit a rostlinných společenstev.

Výzkum sedimentů zaniklých jezer (a nejen jich, ale i dalších vodních biotopů) nám umožňuje nahlédnout do vegetace jezera, ekologických podmínek, do průběhu jeho osidlování rostlinnými druhy a vývoje vegetace (OZIMEK et KOWALCZEWSKI 1984; VÄLIRANTA 2002). Jelikož výskyt a množství vodních druhů rostlin je přímo či nepřímo vztažen ke klimatu, přináší nám informace i o panujících klimatických podmínkách (HUNTLEY et PRENTICE 1993; RALSKA-JASIEWICZOWA 2003; HUNTLEY et BAXTER 2005). Rovněž tak fáze zazemňujícího se jezera a další následná sukcesní stádia nám poskytují tyto informace. Je známo, že formování rašelinišť a proces akumulace rašelinného sedimentu se měnil v průběhu času (FROLKING et al. 2001) jako odpověď na změny klimatu, hydrogeomorfologie a hydrogeochemii.

Přírodovědci si těchto možností začali všimnout teprve počátkem dvacátého století. Průkopníky v tomto oboru byl Karl Rudolph a následně i jeho žák Franz Firbas. V poválečných dobách prozkoumala řadu lokalit nejen na Třeboňsku Marie Puchmajerová (PUCHMAJEROVÁ et JANOVSKÁ 1978). Ta na základě rozsáhlých výzkumů vyslovila teorii o původu třeboňských rašelinišť v místě třetihorního jezera. Tato teorie se později ve světle dalších poznatků zdá být mylnou. Na některé z jejich prací od konce šedesátých let navazuje Vlasta Janovská (1980, 1995) a manželé Rybníčkoví (1968, 1972, 1992).

Vlasta Jankovská v roce 1963 objevila pod vrstvou rašeliny v lokalitě Velanská cesta vrstvu jezerního sedimentu. A byla to rovněž ona, kdo v roce 1969 narazil na jezerní sedimenty překryté vrstvou rašeliny ve výtopě rybníka Švarcenberk (JANKOVSKÁ 1980). Za posledních 40 let prodělala paleobotanika a paleoekologie výrazného vědního rozvoje. Proto také došlo k opětovným výzkumům unikátních jezerních lokalit Švarcenberk a Velanská cesta.

Výzkumem lokality Švarcenberk se zabýval v rámci svého doktorandského studia Petr Pokorný (POKORNÝ 2000). Během výzkumu zde byla provedena pylová a makrozbytková analýza i analýza řas. V rámci tohoto výzkumu proběhlo také srovnání písčitých sedimentů z lokality Švarcenberk a Vlkovský přesyp (POKORNÝ et RŮŽIČKOVÁ 2000). Tento výzkum byl podpořen grantem GAČR206/98/0727. Další paleoekologické analýzy zde stále ještě probíhají a navíc se zde v brzké době uskuteční výzkum mezolitického sídliště na břehu jezera.

Na lokalitě Velanská cesta stále ještě probíhá multidisciplinární výzkum pod vedením Kateřiny Novákové (Mikolášové). V současné době je zde zpracovávána pylová, cladocerová, diatomová, antrakologická, pediastrová analýza a také analýza chemizmu přítomných sedimentů. Důležitou součástí výzkumu je tato diplomová práce zaměřená na makrozbytkovou analýzu a na srovnání vývoje obou jezer. Multidisciplinární výzkum zaniklého jezera Velanská cesta a jeho srovnání s jezerem Švarcenberk je podpořen grantem GAAV B32-614 14 05.

Cíle práce:

- 1) Provést makrozbytkovou analýzu sedimentu odebraného z lokality Velanská cesta.
- 2) Na základě získaných výsledků se pokusit o nástin vegetace dané lokality a nastínit průběh jejího vývoje.
- 3) Tato data a poznatky porovnat s dosud ne zcela publikovanými daty Petra Pokorného z lokality Švarcenberk.
- 4) Analyzovat vztah zaznamenaných dlouhodobých změn vegetace vůči klimatickým změnám přelomu pozdního glaciálu a holocénu.

2. Studované lokality

Mé studium bylo zaměřeno na dvě níže popsané lokality. Jedná se o dvě zaniklá jezera, jejichž odhadované stáří dle dřívějších výzkumů by se mělo na časové ose překrývat. Výběr lokalit byl dán jejich geografickou blízkostí, již uskutečněnými paleoekologickými výzkumy a probíhajícím výzkumem v rámci grantu GAÁV B32-614 14 05.

Protože obě lokality mají část historie společnou, obě se nacházejí v oblasti Třeboňska a obdobím jejich vzniku je pozdní pleistocén, je tu prvních pár informací o lokalitách pojednáváno společně.

Výplň Třeboňské pánve tvoří svrchnokřídové sedimenty a sedimenty terciérní. Oblast v období třetihor měla charakter pánve s průtočnými jezery, toky a bažinami odvodňované jihovýchodním směrem do moře Paratethydy, a byla pod vlivem moře alpského předpolí. Vyzdvižení Českého masivu se v oblasti Novohradských hor projevilo velmi výrazně. Spojení jihočeských pánví s předalpím bylo přerušeno, došlo k oddělení třeboňské pánve a především k zásadním změnám ve vodním režimu. Celá oblast se začala odvodňovat severním směrem říční sítí téměř v té podobě, v jaké ji známe nyní (CHLUPÁČ et al. 2002). Následkem těchto procesů se zvýšila erozní činnost, která se na mnohých místech projevila usazováním štěrkových a písčítých, převážně aluviálních, uloženin.

Při geologických pohybech došlo k přeložení toku řeky Lužnice (BROŽEK et al. 1966) východním směrem, což mělo za výsledek vytvoření sníženiny na místě původního řečiště. Právě tato sníženina, dobře zásobená vodou z artézských pramenů, umožnila v období pozdního glaciálu a holocénu vznik a existenci mokřadních biotopů a tím tvorbu mocné vrstvy usazenin v klimaticky příznivějších obdobích kvartéru - interstadiálech. To se nám v současnosti jeví jako téměř souvislý pás rašelinných ložisek v oblasti od Českých Velenic po Soběslav i přesto, že tento fenomén je skryt pod tvář krajin, která je pozměněna činností člověka.

2.1. Švarcenberk

První paleoekologický výzkum na této lokalitě provedla Vlasta Jankovská v roce 1969 (JANKOVSKÁ 1980). Tento výzkum odhalil pod několika metry rašeliny přítomnost jezerního sedimentu a ukázal, že sedimenty jsou postglaciálního stáří, krom slabé vrstvy při bázi, která pocházela z pozdního glaciálu. Z tohoto důvodu byl v roce 1995 výzkum obnoven Petrem Pokorným, který provedl podrobný stratigrafický výzkum, pylovou a makrozbytkovou analýzu

(POKORNÝ 2000; POKORNÝ 2002). Byla provedena i analýza řas rodu *Pediastrum* (KOMÁREK et JANKOVSKÁ 2001) a odebrány vzorky pro radiokarbonové datování.

Tato lokalita je situována v rovinaté krajině Třeboňské pánve jižně od Veselí nad Lužnicí v nadmořské výšce 412 m n. m. Z převážné části je zaniklé jezero překryto současným rybníkem, který zde byl vybudován v letech 1689 - 1701. Při jeho stavbě byly zničeny vrchní vrstvy rašeliny, takže poslední záznamy, které nám sediment může poskytnout, jsou z přelomu letopočtu.

Geologický substrát zde tvoří šterkové a jílovité křídové sedimenty, které jsou místy překryty třetihorními sedimenty. Snížená místa jsou často vyplněna čtvrtohorními aluviálními sedimenty, šterkem a bahnitými náplavy, a částečně i rašelinnými sedimenty. V blízkosti dřívějšího jezera se nalézají i písčité duny navátá sem v průběhu Mladšího Dryasu, jejíž vznik je radiokarbonově datován před 11 200 BP. Půda je zde živinami chudá, mnohé půdy mají 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-jížním směrem se vytvořily četné artéské prameny, které ovlivňují současnou hydrologii, a které byly hlavním zdrojem vody v době existence jezera.

Současné klima je suboceanického rázu, podmíněné převládajícími západními větry. Oblast je poněkud ve srážkovém stínu, průměrný roční úhrn srážek zde činí 622 mm a průměrná roční teplota je 7,4 °C.

Oblast Třeboňské pánve byla soustavně kolonizována až v průběhu 13. století a v období pozdního středověku byla přeměňována v kulturní krajinu s vysokým zastoupením rybníků a lesů.

Jezerní sedimenty jsou překryty rašelinnou vrstvou. Počátek tvorby této vrstvy je radiokarbonově datován do období 5 500 BP. Kontinuita vývoje vegetace na místě zaniklého jezera byla ukončena v letech 1698 - 1701, kdy zde byl vybudován rybník. V současné době intenzivně obhospodařovaný, s pouhými drobnými zbytky vegetace blížící se původní vegetaci v západní části litorálu rybníka.

První zmínky o existenci jezera pocházejí od V. Jankovské (JANKOVSKÁ 1980) ze sedmdesátých let 20. století, která cca 1,5 m hluboký profil interpretuje jako litorální fázi většího jezera bez dalších stratigrafických výzkumů.

Pro účely mé práce byly použity původní, zatím jen částečně publikovaná data Petra Pokorného.

2.1. Velanská cesta

Tato lokalita je situována v mírně zvlněné krajině v těsné blízkosti rozhraní Třeboňské pánve a podhůří Novohradských hor mimo rozsah historické nivy řeky Lužnice, v nadmořské výšce 506 m. Nejbližší štěrková terasa řeky je vzdálená cca 2,5 km.

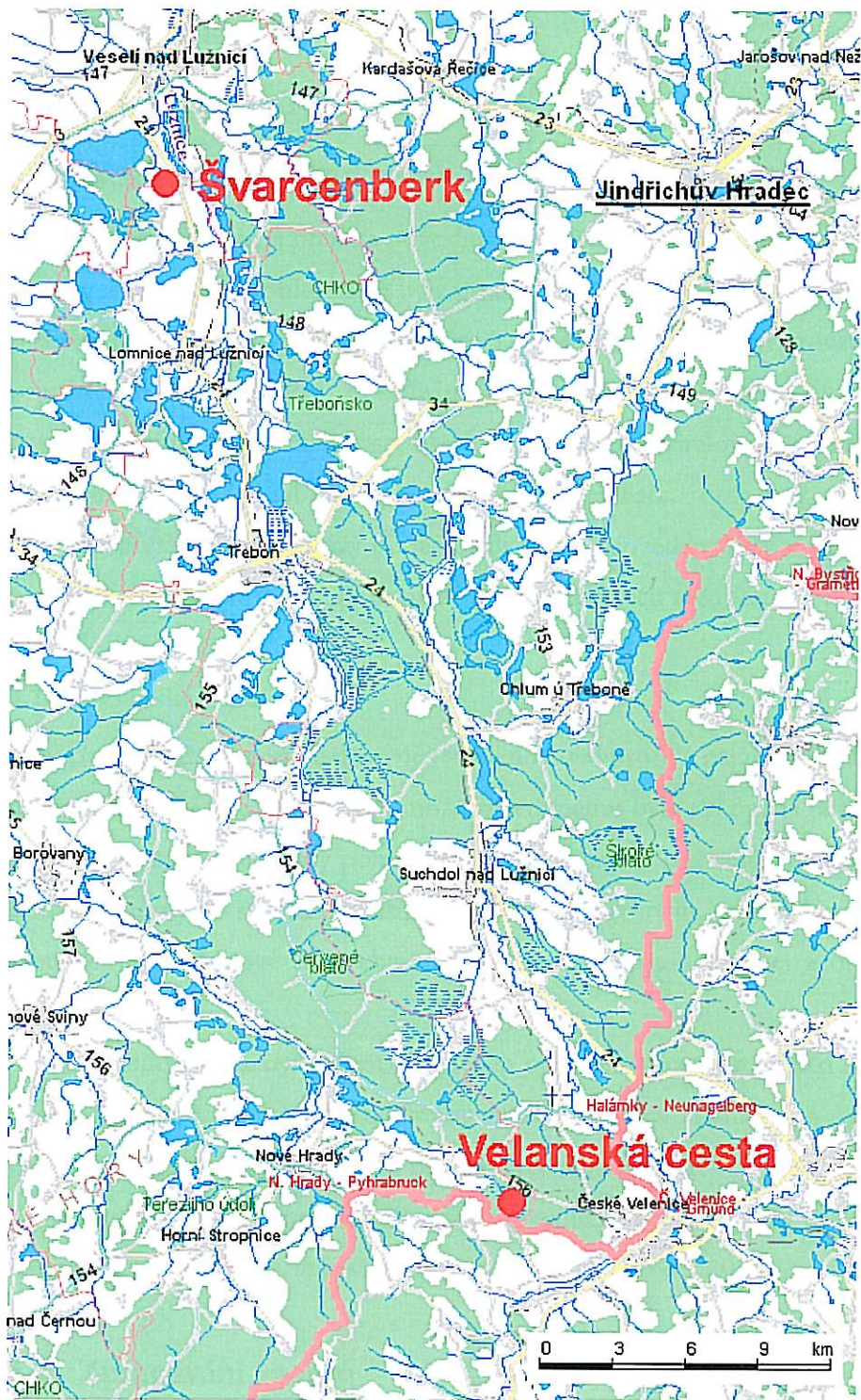
Geologický podklad je zde tvořen terciénními uloženinami mydlovarského souvrství, na bázi s pískovci a slepenci. V těsné blízkosti je předpokládáno několik geologických zlomů zakrytých mladšími vrstvami. Podél nich se vyskytují artézské prameny.

Současné klima je suboceanického rázu podmíněné převládajícími západními větry.

Stejně jako okolí Švarcenberka byla tato oblast kolonizována v průběhu 13.století.

Současná vegetace je tvořena kulturní výsadbou *Pinus sylvestris* pod níž lze nalézt prvky svazu *Dicranio-Pinion*. Lokalita je intenzivně odvodňována hlubokými kanály.

První paleoekologický výzkum na této lokalitě provedla Vlasta Jankovská v roce 1963 (JANKOVSKÁ 1980). Tento výzkum odhalil pod rašelinným sedimentem přítomnost jezerního sedimentu a ukázal, že sedimenty jsou postglaciálního stáří. Stejně jako v případě Švarcenberka se tedy ukázalo, že se jedná o zaniklé jezero.



Obr. 3.1: Mapa lokalit Velanská cesta a Švarcenberk.

3. Metodika

3.1. Odběr vzorků

3.1.1. Švarcenberk

Pro účel této práce byla použita původní data Petra Pokorného, dosud publikovaná pouze z části. Vzorky z hlavního profilu, které byly použity pro účely této práce, byly odebrány pomocí vrtáku ruského typu (JOWSEY 1966) o průměru 5 cm. Odběr vzorků byl prováděn v zimním období při vypuštěném rybníce. Pro dostatečný objem získaného sedimentu bylo provedeno sedm paralelních vrtů v těsné blízkosti, které byly následně korelovány na základě stratigrafie. Hlavní profil představuje nejhlubší a nejvíce kontinuální záznam.

Pro stratigrafický celkový popis lokality byly provedeny vrty v uspořádání na sebe kolmých přímkách v rozestupu 100 m; při pobřeží ve vzdálenostech menších, dle potřeby.

3.1.2. Velanská cesta

V případě Velanské cesty byl rovněž zvolen hlavní profil s největší hloubkou zachycující počátek jezera. Pro odběr dostatečného množství sedimentu byla vykopána jáma, z jejíž kolmé začistěné stěny byly vzorky odebrány pomocí plechových beden o rozměrech 10 x 8 x 50 cm. Ty byly do stěny natlučeny ve svislici tak, aby došlo k jejich překryvu, poté byly ze stěny vyjmuty, popsány a zabaleny do plastové fólie chránící sediment před kontaminací z okolního prostředí a před vysušováním.

V laboratoři pak byl sediment z beden opatrně vyjmut a rozdělen na jednotlivé vrstvy o síle dvou centimetrů. Z nich byly odebrány vzorky na pylovou analýzu a další analýzy o potřebných velikostech, zbytek byl využit pro makrozbytkovou analýzu.

Pro stratigrafický popis lokality byly provedeny orientační vrty; vzhledem ke členitosti terénu se ukázala potřeba provést je v menších rozestupech po cca 20 m.

3.2. Zpracování vzorků

Množství čerstvého sedimentu pro makrozbytkovou analýzu z jedné vrstvy se pohybovalo obvykle kolem 120 cm³.

Odměřené množství jednotlivých vzorků bylo proplaveno pod tekoucí vodou na pedologických sítích o rozměrech ok 200 a 300 μm. V případě vysokého množství organické složky ve vzorku, která neumožňovala šetrné rozplavení sedimentu, byl použit roztok 5% - 10% KOH (WASYLIKOWA 1986; LATAŁOWA 1999), ve kterém byl vzorek ponechán několik hodin bez zahřívání. Po proplavení byl ještě mokrý materiál na Petriho misce prohlédnut pod

stereomikroskopem OLYMPUS SZ51 se zvětšením 8 až 48 krát, v případě potřeby s přidáním předsádkové čočky OLYMPUS 110AL-2X. Makrozbytky byly vybrány na Petriho misku s destilovanou vodou, poté byly určeny a uloženy do ependorfeek s Hantschovým médiem, tj. směsí glycerinu, destilované vody a 96% alkoholu v poměru 1:1:1 (WATTS 1978). Makrozbytky určené pro radiokarbonové datování nebyly tímto roztokem ošetřeny, aby nedošlo ke kontaminaci uhlíkem, který je obsažen v roztoku, ale byly pouze promyty destilovanou vodou a vysušeny.

Pro snazší manipulaci a z důvodu vysokého množství oospor třídy *Charophyceae* v jezerním sedimentu bylo z odměřeného množství v zónách existence jezera zvlášť proplaveno 25 ml sedimentu a oospory třídy *Characeae* pak byly počítány z tohoto objemu. Jejich určení do druhů je nutno brát s rezervou, vyjma druhů *Chara strigosa* a *Nitella flexilis*, které jsou snadněji identifikovatelné než ostatní zástupci. Přesto jsem se o jejich určení pokusila. Částečně i z tohoto důvodu nebyl zaznamenáván počet jednotlivých taxonů, a jejich množství bylo pouze slovně ohodnoceno převládá- hojně zastoupen- výskyt ojedinělý. Z důvodu porovnání četnosti při sporadickém výskytu těchto taxonů jsem ve vyšších zónách postupovala stejným způsobem. Shodně z tohoto odměřeného množství byla vybrána i efípie řádu *Cladocera* a uschována stejným způsobem jako makrozbytky, viz. výše.

Určování jsem prováděla s pomocí následujících klíčů: MAŁAŁSKI 1949; SOJÁK 1958; DAMBSKA 1964; KAC et al. 1965; BERGREN 1969; MARJATTA 1970; ANDERBERG 1981; BERGREN 1981; KÖRBER-GROHNE 1991; CAPPERS 1994; HAAS 1994 a za použití srovnávací sbírky recentních diaspor rostlin.

3.3. Radiokarbonové datování vzorků

Pro radiokarbonové datování byly vybrány makrozbytky (v jednom případě úlomek zuhelnatělého dřeva omytý destilovanou vodou), byly vysušeny a odeslány na AMS (Atomic Mass Spektrometry) ^{14}C analýzu prováděnou v Poznań Radiocarbon Laboratory, Polsko. Obsah radioaktivního uhlíku ^{14}C ve vzduchu a následně pak zabudovaného do pletiv a tkání organismů je ovlivněn solární aktivitou spojenou s výskytem slunečních skvrn a výchyly magnetického pole a řadou dalších faktorů. Pro získání kalendářního stáří z takového data získaného měřením je nutné provést kalibraci. Kalibrace byla provedena pomocí programu OxCal verze 3.1 © Ramsey 2005 z internetové adresy <http://www.rlaha.ox.ac.uk/O/oxcal.php?group=O>.

3.4. Analýza dat

Pro zadávání a analýzu získaných dat byl použit program POLPAL (NALEPKA et WALANUSZ 2003). Získaná data z jednotlivých vzorků byla ze změřeného obsahu sedimentu přepočítána na množství sedimentu 500 cm³. Výjimkou byly oospory třídy *Charophyceae* získané ze sedimentu Velanské cesty, jejichž množství použité pro tvorbu výsledného grafu bylo ponecháno pro objem 25 cm³ z důvodu jejich vysokého početního zastoupení. Výsledky statistické analýzy CONSLINK v programu POLPAL (NALEPKA et WALANUSZ 2003) byly z části použity pro rozdělení profilu do zón dle makrozbytků. V této analýze totiž nelze jednotlivým druhům přiřadit větší váhu, kterou mají pro interpretaci vegetace. Proto nakonec bylo stanovení zón makrozbytků provedeno na základě kombinace této analýzy a subjektivního úsudku s přihlédnutím k důležitým indikačním druhům, případně s ohledem na kontinuálnost jejich výskytu.

Názvosloví rostlinných druhů je uváděno dle Klíče ke květeně České republiky (KUBÁT et al. 2002)

4. Výsledky

4.1. Velanská cesta

4.1.1. Stratigrafie

Pomocí vrtáku ruského typu (JOWSEY 1966) byla oblast jezera prosondována a byly zjištěny hloubky organických sedimentů. Ukázalo se, že reliéf dřívějšího dna jezera a jeho břehy jsou velice členité. Maximální zaznamenané hloubky se pohybovaly kolem 220 cm.

V místě kopané sondy byla zaznamenána takováto stratigrafie sedimentu: Ve spodní části v hloubce 224 - 216 cm byl přítomen písčítý sediment s malým množstvím organického materiálu, nad ním pak až do hloubky 180 cm jezerní sediment – gyttja. Nad touto vrstvou byl pak světle hnědý sediment s patrnými zbytky rodu *Equisetum* do hloubky 162 cm. Dále následovala ostřícovo-rákosová rašelina v hloubkách 160 - 122 cm a ostřicová rašelina se znatelnými semeny *Potentilla palustris* v hloubce 122 - 54 cm, hnědá rašelina v 52 - 42 cm, vrstva tvořená zuhelnatělými zbytky dřev v hloubce 40 - 36 cm, hnědá, částečně degradovaná rašelina v 34 - 16 cm, vrstva uhlíků v 14 - 10 cm a degradovaná rašelina v 8 - 0 cm.

4.1.2. Radiokarbonové datování

Radiokarbonové datování bylo provedeno v laboratoři Poznań Radiocarbon Laboratory v Polsku. Pro tyto účely byly vybrány v destilované vodě proplavené makrozbytky ze sedimentu.

Za použití programu ke kalibraci naměřených radiokarbonových hodnot OxCal verze 3.1 (ANONYMUS 2005) byla získána data na časové ose BC.

Kalibrační křivky pro data získaná z profilu Velanské cesty jsou uvedeny v příloze Obr. 8.4.

Tabulka 4.1: Radiokarbonová datace (^{14}C) materiálu z lokality Velanská cesta.

hloubka [cm]	datovaný materiál	radiokarbonové datování ^{14}C	odchylka	kalibrované datování do škály BC (95.4% probability)
36	zuhelnatělý fragment dřeva	1 125	± 25 BP	860-990 AD
80	<i>Carex</i> sp.	8 360	± 50 BP	7 550 BC-7 300 BC
132	<i>Carex</i> sp.	9 080	± 60BP	8 480 BC-8 200 BC
182	fragment dřeva <i>Betula</i> sp.	11 670	± 60BP	11 750 BC-11 420 BC
214	<i>Potamogeton gramineus</i>	11 970	± 60BP	12 030 BC-11 760 BC
222	<i>Potamogeton gramineus</i>	12 410	± 250BP	13 300 BC-11 800 BC

4.1.3. Makrozbytková analýza

Na základě klastrové analýzy CONSLINK v programu POLPAL (NALEPKA et WALANUSZ 2003) a vizuálního porovnání je možno rozlišit v profilu dle makrozbytků následující zóny: **Vm1** a její podzóny **Vm1a, Vm1b, Vm1c, Vm1d**; dále pak zóny **Vm2, Vm3, Vm4, Vm5, Vm6, Vm7, Vm8**.

Diagram výskytu a zastoupení rostlinných makrozbytků je uveden v Příloze Obr. 8.1.

Diagram výskytu řádu *Characeae* je uveden v Příloze Obr. 8.2.

Výsledky antrakologické analýzy, provedené J. Novákem, a do této práce zahrnuté s jeho laskavým svolením, jsou uvedeny v Příloze Obr. 8.5.

V nejspodnější vrstvě v hloubce 230 - 224 cm nebyly zaznamenány žádné organické zbytky a byla tvořena pouze čistým, poměrně hrubozrnným a ostrohranným štěrkem (převaha frakce nad 2 mm) s příměsí písku.

Zóna **Vm1**

V hloubce 224 - 134 cm je charakteristická přítomností makrozbytků především vodních druhů vyšších rostlin, oosporami třídy *Charophyta* a rovněž přítomností efípií řádu *Cladocera*. V rámci této zóny lze vizuálně a na základě zastoupení makrozbytků jednotlivých druhů rozlišit další zóny V1a- V1d. Pro přehlednost uvádím rozlišení na zóny dle makrozbytků cévnatých rostlin. Na základě zastoupení rodů řádu *Charales* by bylo možné ve vodní fázi rozlišit dvě zóny.

V hloubce 216 - 198 cm výrazně dominuje rod *Chara*, který zde po pozvolnějším nástupu v zóně V1a dosahuje svého maxima a to řádově ve stovkách kusů oospor ve 25 mililitrech čerstvého sedimentu. Druhově je zde přítomna *Chara* cf. *contraria*, *Chara* cf. *tomentosa*, v malé míře *Chara strigosa*.

V hloubkách 196 - 134 cm je naopak rod *Chara* vystřídán dominujícím druhem *Nitella flexilis*, která se ve svých maximech výskytu rovněž pohybuje ve stovkách kusů

Zóna **Vm1a** (224 - 218 cm)

Je charakterizována dominancí oospor rodu *Chara*. Nenacházejí se zde makrozbytky žádných vyšších vodních rostlin (krom jednoho nálezu *Potamogeton gramineus*, který byl použit k datování) ani efípií řádu *Cladocera*. Sediment je především písčité s pouze drobnou příměsí organické hmoty.

Zóna Vm1b (216 - 208 cm)

Je zónou počátku výskytu druhů makrofyt, které ve většině případů přetrvávají až do zániku jezera. Ačkoli od hloubky 216 cm se již pravidelně a soustavně vyskytují makrozbytky vyšších cévnatých rostlin, nadále zde mají velký podíl zástupci rodu *Chara*. Ve stejné hloubce 216 cm se objevují první oospory druhu *Nitella flexilis*, jejichž množství velice strmě stoupá a od hloubky 196 cm až několikanásobně převyšuje počet oospor rodu *Chara*, který v těchto místech zaznamenává poměrně prudký pokles. V 25 ml sedimentu se oospory zástupců těchto rodů nacházejí ve vysokém množství i několika stovek kusů.

Z vůdčích druhů se jedná o druhy *Potamogeton gramineus*, *Myriophyllum alteriflorum* a rod *Batrachium*. Výjimečně se zde vyskytuje *Sparganium angustifolium*. Z hygrofytních druhů je zde zastoupen prakticky pouze rod *Carex*, blíže nedeterminovaný do druhů. A zcela výjimečně se tu vyskytuje i zástupce čeledi *Caryophyllaceae*, avšak nedeterminovatelný do druhu ani rodu.

Zóna Vm1c (206 - 184 cm)

Začátek této zóny je charakterizován počátkem výskytu makrozbytků *Equisetum fluviatile* – zachovalých částí lodyh, bočních větví i lístků. Rovněž je zde zaznamenán počátek výskytu rodu *Betula*. Poprvé je zde zaznamenán druh *Pinus sylvestris* v podobě fragmentu jehlice. Ve vodním prostředí dochází k nástupu *Potamogeton perfoliatus/natans* za stálé přítomnosti *Potamogeton gramineus*.

V sedimentu je zde výrazný pokles přítomnosti pískových částic a nárůst organického detritu.

Zóna Vm1d (182 - 134 cm)

Na začátku této zóny jsou zastoupeny druhy považované za chladnomilné – *Nuphar pumila*, *Betula nana*. Rod *Batrachium* zde dosahuje svých maximálních hodnot krom stavu z období počátku jezera. Zatímco *Potamogeton gramineus* postupně klesá v početnosti, vyjma ojedinělého prudkého nárůstu v hloubce 144 cm, těsně před koncem existence jezera. Poprvé se zde objevuje *Potamogeton natans*, který přetrvává téměř až do zániku jezera. V hloubce 156 cm se zde poprvé objevuje *Potamogeton obtusifolius*.

V pozdějších fázích této zóny se častěji vyskytují i druhy jako *Phragmites australis*, *Typha* sp., rovněž je zde zastoupen *Schoenoplectus lacustris*, rod *Carex* a jeho druhy *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. paniculata*. Ojediněle se vyskytují makrozbytky druhu *Eriophorum* cf. *scheuchzerii*, rodu *Hypericum* a čeledi *Poaceae* a *Vacciniaceae* (zde nebylo možné bližší určení z důvodu poškození semen a v případě *Vacciniaceae* není možné vzhledem k jejich veliké variabilitě stavět

určení do druhu na základě jednoho semínka). Je zde patrný pokles v množství makrozbytků *Equisetum fluviatile*.

Zóna Vm2 (132 - 102 cm)

Ve spodní části této zóny byl nalezen padlý kmen rodu *Betula*. Sediment zde doznává prudké změny a především ve spodní části je tvořen z velké míry lístky rodu *Sphagnum* bez zachovalých lodyžek a zbytky ostřicové vegetace. Z vyšších rostlin jsou pro tuto zónu charakteristické druhy rodu *Carex*. Postupně především *Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. rostrata*, *C. vesicaria* a *C. paniculata*. Ve vysokých počtech se zde vyskytují *Potentilla palustris* a *Pedicularis palustris*. Poměrně hojně v hloubkách 122 a 120 i rod *Typha*. V horní části této zóny, v hloubce 118 cm se opět vyskytují a prakticky až do konce této zóny přetrvávají makrozbytky *Equisetum fluviatile* a objevují se rovněž lístky mechů a jejich špatně zachovalé lodyžky.

Zóna Vm3 (100 - 96 cm)

Nápadné je zde vysoké množství semínek *Potentilla palustris*. Zastoupeny jsou *Carex rostrata*, jejíž počty se zde zvyšují a jsou pravidelně se vyskytující, zatímco *Carex vesicaria* je zaznamenána pouze v hloubce 100 cm a ve vyšších hloubkách této vrstvy se nevyskytuje; rovněž tak semínka rodu *Carex*, které se nepodařilo blíže determinovat. Rovněž ojedinělý je zde výskyt *Menyanthes trifoliata* v hloubce 100 cm. V tomto období je přerušen výskyt semen a podpůrných šupin rodu *Betula*. Oproti tomu se zde nacházejí drobné kousky dřeva.

Zóna Vm4 (94 - 82 cm)

V této zóně se pravidelně ve velkém množství vyskytuje druh *Potentilla palustris*, dále pak *Menyanthes trifoliata*, *Carex rostrata*, *Carex* sp. a *Betula* sp. Sporadicky též *Typha* sp. (88 cm), *Phragmites australis* (86 cm) a *Pencedanum palustre* (82 cm). V hloubce 88 cm je zaznamenána přítomnost oospor druhu *Nitella opaca*.

V sedimentu byly zaznamenány i mikroskopické uhlíky a kousky nezuhebnatělého dřeva v hloubce 88 cm.

Zóna Vm5 (80 - 72 cm)

Oproti předchozí vrstvě se zde objevují *Carex lasiocarpa* a *C. limosa*. Přítomny jsou stále *Potentilla palustris*, *Menyanthes trifoliata* a *Betula* sp. V hloubce 74 cm je zastoupeno velké množství semen *Phragmites australis*. Zcela výjimečně bylo v hloubce 76 cm zaznamenáno *Eriophorum vaginatum*.

Zóna Vm6 (70 - 46 cm)

Klíčovou pro tuto zónu je přítomnost efípií řádu *Cladocera*. Pravidelně se stále vyskytuje *Potentilla palustris* s maximem kolem hloubky 58 cm, která od této hloubky klesá a její poslední záznam je z hloubky 46 cm. Nepravidelně se zde vyskytuje *Menyanthes trifoliata*.

Z rodu *Carex* se zde pravidelně vyskytuje *Carex lasiocarpa*, pouze ve dvou případech pak i *Carex limosa*. Poměrně pravidelně a hojně je zde zastoupen *Phragmites australis*, výjimečně *Typha* sp. Přítomnost rodu *Betula* je zaznamenána až od hloubky 56 cm a od hloubky 48 cm se v podobě makrozbytků (semen a podpůrných šupin) v záznamu již nevyskytuje. Z hloubky 48 cm je první záznam o přítomnosti *Picea abies* v podobě jehlice, v hloubce 46 cm je tento druh doložen i v podobě semen a šišky. Jsou zde zaznamenány uhlíky, které v posledních dvou centimetrech nabývají na množství i velikosti. Zcela výjimečně je zaznamenáno i nezuhebnaté dřevo.

Zóna Vm7 (44 - 36 cm)

Pro tuto vrstvu je charakteristické vysoké zastoupení zuhebnatělého dřeva, přítomnost velkého počtu semen druhu *Rubus idaeus* a narůstající množstvím semen *Carex chordorrhiza*. V hloubkách 48 a 42 cm se vyskytují efípia řádu *Cladocera*. Jsou zde zaznamenány *Picea abies* i *Pinus sylvestris* v podobě semen, šišek a jehlic a to i zuhebnatělých. Ve vrchních čtyřech centimetrech prudce narůstá množství semen *Scirpus sylvaticus*.

Zóna Vm8 (34 - 14 cm)

Pro tuto zónu je charakteristický vysoký počet semen druhu *Scirpus sylvaticus* až do hloubky 26 cm. Výskyt *Carex chordorrhiza* navazuje na zónu Vm7 a počet semen zde stoupá. V okamžiku, kdy tento druh ze záznamu mizí, objevuje se *Carex vulpina*. Na bázi zóny jsou zaznamenána jednotlivá semena čeledi *Vacciniaceae* a druhu *Molinia* sp. Do hloubky 28 cm se ve vysokém počtu vyskytují semena *Rubus idaeus*. Množství uhlíků postupně klesá až k nule, aby pak v hloubce 14 cm opět začalo stoupat. Téměř ve všech hloubkách této zóny krom hloubek 28, 22 a 20 cm je v sedimentu přítomen písek.

Zbylou část profilu rozčlenila analýza CONSLINK v programu POLPAL (NALEPKA et WALANUSZ 2003) na dvě zóny v rozpětí 12 - 8 cm a 6 - 0 cm. Vzhledem k charakteru sedimentu, současného prostředí a zachovalých makrozbytků v této povrchové části, už tuto část za samotné zóny nepovažují. Nadále zde s výkyvy dominuje *Scirpus sylvaticus*, *Carex vulpina* a *Carex chordorrhiza*. Zastoupení písku i uhlíků v sedimentu klesá. Zaznamenán je opět *Rubus idaeus* a *Picea abies*. Nově pak čelid' *Poaceae*.

4.2. Švarcenberk

4.2.1. Radiokarbonové datování

Pro přehlednost zde uvádím radiokarbonová data získaná v rámci výzkumu Petra Pokorného. Data pocházejí z Radiocarbon Dating Laboratory, Department of Quaternary Geology, Lund, Švédsko.

Tabulka 4.1: Radiokarbonová datace (^{14}C) materiálu z lokality Švarcenberk.

hloubka [cm]	radiokarbonové datování ^{14}C	odchylka	datovaný materiál
150-153	4 650	± 110 BP	<i>Menyanthes trifoliata</i>
324-327	6 350	± 100 BP	oříšek <i>Trapa natans</i>
390-393	9 640	± 115 BP	fragment dřeva
520-523	10 780	± 115 BP	sediment-gyttja
680-683	11 750	± 120 BP	sediment-gyttja

4.2.2. Makrozbytková analýza

V profilu jezera Švarcenberk je možno na základě makrozbytků vyčlenit tyto následující zóny:

Sm1, Sm2, Sm3, Sm4, Sm5, Sm6, Sm7, Sm8.

Diagram výskytu a zastoupení rostlinných makrozbytků je uveden v příloze Obr. 8.3.

Sm1 (990 - 960 cm)

Období nově vzniklého jezera v jehož sedimentu jsou ve velké míře přítomny oospory rodů *Chara* a *Nitella*. Makrozbytky cévnatých rostlin – *Batrachium* sp., *Potamogeton gramineus* – jsou přítomny, ale nejedná se o souvislý výskyt. Z počátku jsou ve velkých množstvích zachycena efipia řádu *Cladocera*, jejichž počet později prudce klesá.

Sm2 (950 - 740 cm)

Vrstva zachycující období formování vegetace jezera a jejího trvání v chudém druhovém složení. Vodní prostředí je osídleno vegetací třídy *Charophyceae*, rodem *Chara* i *Nitella*, početnost jejich oospor tu vůči zóně Sm1 prudce klesá. Jsou přítomny druhy vyšších rostlin, které figurují ve vegetaci po velkou část období zachyceného profilem. Jedná se o druh *Potamogeton gramineus* a rod *Batrachium*. Z mokřadních rostlin jsou zaznamenány *Carex* sect. *nigrae*, *Carex* sp. a zcela výjimečně v hloubce 780 cm *Potentilla palustris*. V makrozbytcích je zde zachycena přítomnost rodu *Betula*, ve vrchní části zóny již i *Betula pubescens* v podobě podpůrných šupin, v blízkém okolí jezera. Výjimečně je zaznamenána přítomnost *Urtica* sp.

Sm3 (730 - 590 cm)

Zóna v níž dochází k nárůstu počtu druhů. V makrofytní vegetaci nadále přetrvávají a její většinu tvoří *Batrachium* sp. a *Potamogeton gramineus*. K nim se sporadicky přidávají druhy *Potamogeton natans*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum* a *Myriophyllum verticilatum*. V malých množstvích jsou zaznamenány i oospory skupiny *Charophyta*, rod *Chara* i *Nitella*. Z mokřadní vegetace jsou zaznamenány *Carex* sect. *nigrae* a *Carex* sp. Ze stromové vegetace pak je ve střední části zóny patrný dlouhodobý výskyt *Betula pubescens*.

Při samé bázi zóny v hloubce 720 cm je výrazný početnější výskyt *Nuphar pumila* a *Betula nana*.

Sm4 (580 - 500 cm)

Zóna, ve které prudce vzrůstá početnost druhů *Batrachium* sp. a *Potamogeton gramineus*. Naopak mizí i sporadický výskyt *Potamogeton natans*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum* a *M. verticilatum* patrný v předchozí zóně. Pouze ojediněle je zaznamenána *Betula pubescens*.

Sm5 (490 - 380 cm)

Zóna, ve které prudce vzrůstá početnost druhů zón 1 a 2 – *Batrachium* sp. a *Potamogeton gramineus*. Oba tyto druhy se při bázi zóny vyskytují téměř v nezměněné početnosti, pak však prudce klesají a v hloubce 460 cm, respektive 400 cm, se již nevyskytují. Do popředí se dostávají druhy náročnější na trofii substrátu a teplotu vody – *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton natans*, *Trapa natans*, *Najas marina* a *N. minor*, *Ceratophyllum demersum* a *Myriophyllum spicatum*. Nadále jsou přítomny rody *Chara* a *Nitella*. Je zde zaznamenán sporadický výskyt *Sparganium natans*, *Menyanthes trifolia*, *Potentilla palustris*, *Carex rostrata* a *Andromeda polifolia*. Ve stromové vegetaci okolí jezera se objevuje *Betula pubescens*. V hloubce 450 cm je zaznamenán výskyt uhlíků dřeva.

Sm6 (370 - 230 cm)

Je zónou nejvyššího zaznamenaného počtu druhů. Svrchu je tato zóna ohraničena koncem období výskytu vodních makrofyt.

Vodní druhy charakteristické pro počátek jezera se zde již nevyskytují a jsou plně nahrazeny druhy, které se začaly objevovat v předchozí zóně. Vůdčími druhy jsou *Potamogeton natans*, *Trapa natans*, v nižší části rovněž *Najas marina* a *Ceratophyllum demersum*. K nim přistupují *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, ojediněle *Najas minor*. Nadále jsou přítomny rody *Chara* a *Nitella*. Zaznamenán je i druh *Sagittaria sagittifolia*.

Druhově bohatší je i mokřadní vegetace především ve vrchní části zóny, kde se vyjma *Carex* sect. *nigrae* a *Carex* sp. vyskytují *C. rostrata*, *C. pseudocyperus*, *C. limosa* a *C. lasiocarpa*.

Rovněž se zde vyskytují i druhy *Cicuta virosa*, *Eleocharis* sp., *Lycopus europaeus*, *Lysimachia thyrsiflora*, *Myosotis* sp., *Ranunculus* sp. a *Potentilla palustris*. Ve stromové vegetaci přilehlého okolí jezera je zachycena *Betula pubescens*, *Alnus glutinosa* a *Picea abies*. Zaznamenány byly i zuhelnatělé zbytky dřeva.

Sm7 (220 - 200 cm)

Vrstva sedimentu, která v makrozbytkovém záznamu vykazuje nestálost v druhovém zastoupení mokřadních druhů: *Carex rostrata*, *Carex limosa*, *Carex lasiocarpa*, *Cicuta virosa*, *Lycopus europaeus*, *Potentilla palustris*. S pravidelným výskytem *Scheuchzeria palustris*, *Alnus glutinosa* a *Picea abies*.

Sm8 (190 - 140 cm)

Zóna s dominujícími druhy *Potentilla palustris* a *Menyanthes trifoliata*. Z ostatních mokřadních druhů jsou zastoupeny *Cicuta virosa*, *Carex lasiocarpa*, *C. chordorrhiza*, *Carex* sect. *nigrae* a *Andromeda polifolia*. Ze stromové vegetace jsou záznamy pro *Betula pubescens* a *Picea abies*, není zaznamenán druh *Alnus glutinosa*.

Vrstva v hloubce 125 cm obsahuje makrozbytky vodních rostlin *Nymphaea alba* a *Potamogeton* sp. stejně jako rody *Chara* a *Nitella* a efipia řádu *Cladocera* - je tedy patrně již sedimentem vybudovaného rybníku Švarcenberk.

5. Diskuse

V této kapitole se pokusím interpretovat poznatky zjištěné na základě makrozbytkové analýzy vzhledem k vývoji vegetace na obou lokalitách, v případě Velanské cesty provést porovnání s dříve zjištěnými poznatky Jankovské (1980) a porovnat vývoj vegetace na lokalitách navzájem.

Oproti pylovým analýzám poskytuje analýza makrozbytků záznamy o vegetaci lokální, která může být do jisté míry odrazem poměrů okolní vegetace a krajiny měnící se na základě změn klimatu. Zachycuje vznik jezera, průběh vývoje jeho vegetace i jeho zánik. Za příhodných podmínek zaznamenává rovněž vegetaci, která zaujala jeho místo.

Sediment Velanské cesty zachycuje pravděpodobně část více jak 12 500 let vývoje vegetace této lokality. Profil jezera Švarcenberk zachycuje ve svém sedimentu ještě starší období a poskytuje nám informace o velké části vývoje od vzniku jezera před téměř 16 000 lety. Obě tato dřívější jezera měla své specifické podmínky, vývoj i vegetaci.

5.1. Vývoj vegetace – Velanská cesta

V nejspodnější vrstvě v hloubce 230- 224 cm profilu se podařilo odebrat podloží pod organickými uloženinami. Nebyly v něm přítomny žádné organické zbytky a byl tvořen výhradně čistým a poměrně hrubozrnným a ostrohranným šterkopískem (velikost zrn nejčastěji kolem 2 - 8 mm). Vysoký obsah slídy a ostrost hran, které nebyly obroušeny dlouhým transportem úlomků napovídají, že primární zdroj tohoto sedimentu je nutné hledat v relativní blízkosti Velanské cesty. Je nasnadě za něj považovat v období glaciálů obnažené a erozi vystavené svahy masivu Novohradských hor. Na transportu tohoto materiálu se pravděpodobně podílela především eroze vodní.

Vm1a (224 - 218 cm)

Datování $12\,410 \pm 250\text{BP}$ tedy do období staršího Dryasu (JANKOVSKÁ 1997; FIRBAS 1952) bylo provedeno z plodu *Potamogeton gramineus* odebraného v hloubce 222 cm přímo z profilu kopané sondy. Vzhledem k tomu, že tento plod byl ve vrstvě sedimentu Vm1a ojedinělý a sediment byl tvořen především pískem a oosporami třídy *Charophyceae* s minimálním zastoupením organického materiálu, je možné, že k sedimentaci této několik centimetrů mocné vrstvy mohlo docházet poměrně dlouhou dobu, která tak není časově zachycena. Tento plod nemusí být nutně důkazem, že v danou dobu tam již *Potamogeton gramineus* rostl, nelze zcela vyloučit kontaminaci vzorku z mladších vrstev sedimentu (např. vzniklou při

odběru profilu). Jako pravděpodobnější se jeví, že v tomto období zde rostla vegetace tvořená pouze rodem *Chara*.

Jednou z možných hypotéz o vzniku jezera je nejprve nízké přehrazení drobného toku odvádějícího vodu z prameniště. K tomu mohlo dojít kryogenními pochody, například soliflukcí. To umožnilo vznik mělké tůně, která byla následně kolonizována vegetací rodu *Chara*. Vzhledem k vysoké hustotě jakou mívá za vhodných podmínek tato vegetace (KUFEL et KUFEL 2002), je pochopitelné, že v nejhlubší části této tůně nedošlo k sedimentaci diaspor rostlinných druhů rostoucích v bezprostředním okolí tůně a v sedimentu jsou nalézány pouze jejich oospory. Zdá se být i možné, že tyto tůně mohly rovněž vysychat a následně v zimním období vymrzat, což by mohlo vysvětlovat absenci makrozbytků vodních makrofyt, které v takovém prostředí nemohly dlouhodobě přežívat na rozdíl od parožnatek (VÄLIRANTA et al. 2005).

K procesu vzniku muselo dojít v době, kdy bylo klima nepříznivé a mohlo dojít k erozi obnaženého substrátu okolních kopců. Teprve později, opět za méně příhodných podmínek prostředí, došlo k navýšení materiálu v místech přehrazení. Teprve po této události se ustálila hladina jezera, které bylo následně kolonizováno vodními makrofyty. Je možné, že k navýšení onoho přehrazeného místa došlo někdy v průběhu staršího Dryasu vlivem intenzivnějších erozních procesů, které jsou charakteristické pro chladná, klimaticky nepříznivá období (LOŽEK 1973).

Druhy třídy *Charophyceae*, vyskytující se po posledním zalednění, je možné přirovnávat k existující vegetaci (JOHN et al. 1990). Na základě výskytu těchto druhů je pak možné blíže se pokusit o rekonstrukci podmínek prostředí

V sedimentu Velanské cesty v zóně **Vm1a** jsou přítomny tyto druhy *Chara* cf. *contraria*, *Chara* cf. *tomentosa* a v malé míře *Chara* cf. *strigosa*. Uvedené tři druhy v současné vegetaci indikují vodní prostředí o pH mezi 7,2 a 7,8. Tyto druhy mají širokou teplotní valenci i nároky na světlo vyjma druhu *Chara strigosa*. Ten v současné době osidluje pouze vyšší nadmořské výšky (nad 1 000 m) a subarktické oblasti, vyskytuje se v chladných vodách a je charakteristický svými vysokými nároky na dostatek světla (HAAS 1994). Svědčí tedy o chladné, živinami chudé vodě v období, které zaznamenává tato vrstva. Přítomnost tohoto druhu napovídá o panujícím chladném klimatu v době existence tůně.

Vm1b (216 - 208 cm)

Do zóny Vm1b, radiokarbonově datované do období $11\,970 \pm 60\text{BP}$, tedy stále do období Staršího Dryasu, přetrvávají *Chara cf. contraria* a *Chara cf. tomentosa*. K těmto dominantním druhům přistupuje ještě druh *Nitella flexilis*. Početnost oospor rodu *Chara* uložených v sedimentu zde prudce narůstá.

Je zde zaznamenán první výskyt makrofyt, které (ve většině případů) přetrvávají až do zániku jezera. Z vysokého množství oospor rodu *Chara* a *Nitella* a zároveň z přítomnosti makrozbytků vyšších rostlin je možno usuzovat na podobu vegetace jezera. Lze si ji představit jako porost parožnatek, do něhož začínají pronikat jednotlivé rostliny rodu *Batrachium*, *Potamogeton gramineus* a *Myriophyllum alteriflorum*, v menších hloubkách při břehu *Sparganium angustifolium*.

Třída *Charophyceae* zde patrně sehrála důležitou roli při tvorbě sedimentu dna. Její zástupci svým hustým porostem umožňují sedimentaci drobných částic organického původu, bez jejich dalšího přemístování a turbulence ve vodním prostředí (NÖGES et al. 2003; KUFEL et KUFEL 2002). Tím se mnohem rychleji utváří substrát umožňující růst vyšších rostlin, které jsou náročnější na obsah živin dostupných ze substrátu než třída *Charophyceae* (KUFEL et KUFEL 2002). Zároveň nedochází k víření drobných částic ve vodním sloupci a jeho zakalování, takže voda zůstává čistá a umožňuje dobrý průnik slunečního záření a nadále tak i současný růst parožnatek. Takovýto vývoj vegetace od porostů *Charophyceae* k cévnatým rostlinám popisuje například Ozimek et Kowalczewski (1984).

Živiny v podobě sapropelu na dně jsou opět rychle spotřebovávány makrofyty. Prostředí jezera se udržuje spíše oligotrofní.

Při okrajích jezera byla vegetace pravděpodobně tvořena především různými druhy rodu *Carex*.

Vm1c (206 - 184 cm)

Přítomnost porostů *Equisetum fluviatile* indikuje existenci zazemňující se a při tom dobře vodou zásobené litorální až limosní fáze v některé boční části jezera nebo při jeho okrajích. Obdobně tak nástup náročnějšího druhu *Potamogeton perfoliatus* naznačuje změnu sedimentu usazujícího se na dně jezera a změnu dostupnosti živin.

První záznamy stromové vegetace, především rod *Betula* a výjimečně *Pinus*, indikují přítomnost stromové vegetace v těsné blízkosti jezera. To bylo umožněno příhodným mikroklimatem okolí jezera a navazujících bažin i mezoklimatem Třeboňské pánve jako takové. Ta v tu dobu díky rozlehlým plochám bažinatých oblastí a vodních ploch zmírňovala

nedostatek vlhkosti, což byl hlavní limitující faktor pro růst stromové vegetace v tomto období (HUNTLEY et PRENTICE 1993; POKORNÝ 2000; HUNTLEY et BAXTER 2005).

Téměř v polovině zóny Vm1c v hloubce 198 cm dochází ke změně ve složení společenstva parožnatek. Rod *Chara* (především *Chara tomentosa*) zde ve své početnosti prudce ustupuje a je střídán druhem *Nitella flexilis*. Z toho je možné usuzovat na změnu v ekologických podmínkách jezera. Tím by mohla být jednak změna pH, protože tento druh preferuje nižší hodnoty v rozmezí 6,0- 7,0, nebo změna obsahu některých anorganických látek v substrátu dna jezera. Je možno uvažovat o poklesu obsahu vápenatých kationtů, protože všeobecně lze říci, že rod *Chara* preferuje vody s vyšším obsahem Ca²⁺ než rod *Nitella* (KUFEL et KUFEL 2002). Tento druh je jinak na podmínky nenáročný a je schopen se vyrovnávat s nízkou intenzitou světla a s rozličnými typy substrátu.

Ze švýcarského horského jezera Zeneggen je znám trend zcela opačný, kdy je rod *Nitella* nahrazen rodem *Chara*, což je dáváno do spojitosti se změnou od oligotrofních k mezotrofním až eutrofním podmínkám v jezeře (TOBOLSKI et AMMANN 2000). Jedná se však současně o období začínajícího preboreálu. Takováto reakce může být úzce závislá na konkrétních druzích a podmínkách konkrétního jezera. Příčinu lze hledat v autoekologii jednotlivých druhů a ve fyzikálních vlastnostech prostředí jezera např. i v kolísání vodní hladiny. K záměně *Nitella* → *Chara* v jezeře Zeneggen dochází při změně klimatu z chladného nepříznivého období Mladšího Dryasu do příznivějšího Preboreálu. K záměně opačné dochází ve Velanské cestě někdy v průběhu končícího Staršího Dryasu. Nezdá se tedy, že tato záměna rodů by byla podmíněna přímo změnou klimatických faktorů. Pravděpodobně rozhodující vliv sehrála změna některé z chemických či fyzikálních podmínek prostředí jezera. Rovněž z jezera Råtåsjoen v jižní části centrálního Norska je zaznamenán trend přechodu od smíšené vegetace *Chara* a *Nitella* k porostům *Nitella flexilis*, který je v korelaci s poklesem teplot, ale zároveň i se změnou charakteru sedimentu za stálého pH (VELLE et al. 2005).

Vm1d (182 - 134 cm)

Tato zóna je na jedné straně ohraničena končícím obdobím Staršího Dryasu, na druhé pak obdobím Mladšího Dryasu, její vrstvy tak sedimentovaly v období končícího Staršího Dryasu a v průběhu celého interstadiálu Alleröd. V makrofytní vegetaci jezera se v druhé polovině zóny objevují druhy mezo až eutrofních vod jako je *Potamogeton obtusifolius* a *P. natans*. Přetrvávají zde druhy, které se ve vodním prostředí vyskytovaly již od vzniku jezera.

V mělkých okrajích jezera roste *Schoenoplectus lacustris*, *Sparganium* sp., v místech trvale mokrého bahnitého substrátu rovněž *Menyanthes trifoliata*. Na vlhkých místech pak doprovodná vegetace ostřic (*Carex* ssp., *Carex lasiocarpa*, *Carex limosa*, *Carex paniculata*) s *Eriophorum* cf.

scheuchzerii. *Carex lasiocarpa*, *Carex limosa* spolu s *Menyanthes trifoliata* jsou druhy indikující zazemňování (POKORNÝ 2000).

Na bázi zóny je zaznamenán výskyt druhů, které mají v současné době subarktické rozšíření – *Nuphar pumila* a *Betula nana*. Jejich výskyt koresponduje s koncem období Staršího Dryasu. V současné době se *Betula nana* vyskytuje v pásmu tundry Severní Ameriky a Euroasie a mimo tuto oblast je její výskyt považován za glaciální relikv (KOLIBÁČOVÁ et al. 2001).

Přítomná semena i podpůrné šupiny *Betula* sp. v sedimentu Velanské cesty dokládají trvalou přítomnost dřevin (s určitostí se nejedná o druh *Betula nana*, která je odlišitelná) v blízkosti jezera od období závěru staršího Dryasu. Tyto pionýrské porosty se zde vyskytují prakticky celé období interstadiálu, kdy nabývají na rozloze a přetrvávají, pravděpodobně však v podobě ostrůvkovité vegetace, i v méně příhodném prostředí Mladšího Dryasu v závěru této zóny. Jejich přežití zde je dáno mezoklimatem v okolí jezera a podmáčených ploch, které tlumí jinak výrazný úbytek srážek a vlhkosti, které jsou považovány za hlavní limitující faktor pro výskyt dřevin v tomto období (POKORNÝ et JANKOVSKÁ 2000).

Zároveň s tím mohlo pod vlivem úbytku srážek docházet v některé z okrajových částí jezera k urychlení průběhu zazemňování, přestože jezero bylo syceno vodou z pramenů. Jejich aktivita mohla v tu dobu být oslabena. Podíl na tomto procesu mohlo mít i přibývání půdního materiálu, který sem byl přinášán erozními procesy z okolí. Zazemňování však nemuselo být podmíněno pouze vlivem klimatu, nýbrž se pravděpodobně jednalo z větší míry o přirozený proces, který nebyl klimatem přímo podmíněn.

Těsně před zánikem jezera se v sedimentu nacházejí i oospory druhu *Nitella* cf. *opaca*. Tento druh má relativně širokou valenci teplot, ale preferuje spíše teploty vyšší (HAAS 1994). Ještě před samotným zánikem jezera mizí vegetace *Chara* sp., oproti tomu *Nitella flexilis* přetrvává až do úplného zazemnění.

V tuto dobu byl okraj zanikající vodní plochy lemován porosty *Typha* sp., *Phragmites australis*. Bohužel se nepodařilo určit o který druh rodu *Typha* se jednalo. Nelze tedy stanovit minimální letní teplotu, například výskyt *Typha latifolia* bývá korelován s minimální průměrnou červnovou teplotou 14 °C (ISARIN et BOHNECKE 1999).

Vm2 (132 - 102 cm)

Ze složení sedimentu v této vrstvě těsně po zániku otevřené vodní hladiny lze usuzovat na převažující rozvolněnou a prostorově členěnou ostřicovo-rašeliníkovou vegetaci s drobnými sníženinami vyplněnými vodou na jejichž zazemňování se v mladších částech této zóny podílí hojná *Potentilla palustris*. V ostřicové vegetaci patrně dominovaly druhy *Carex lasiocarpa*, *Carex*

limosa, *Carex rostrata*, *Carex vesicaria* a *Carex paniculata*. Porost musel být do značné míry rozvolněný, protože umožňoval dlouhodobou přítomnost druhu *Pedicularis palustris* jehož semena zde jsou nacházena ve vysokém počtu. Přítomnost *Typha* sp. a *Equisetum fluviatile* předpokládá silné přetrvávající zamokření alespoň ve sníženinách s hladinou podzemní vody těsně při povrchu nebo nad ním, které tak umožňuje výskyt těchto druhů, především v období zachyceném v hloubce sedimentu 122 až 104 cm.

Pro část vegetace by tedy bylo možno nalézt analogii v současné vegetaci minerotrofních rašeliníšť svazu *Caricion lasiocarpae*. nebo *Eriophorion gracilis* (CHYTRÝ et TICHÝ 2003). Dle Rybníčka (1999) patří tato společenstva do řady stádií zazemňovacích pochodů vodních nádrží, která se bez narušení dále vyvíjejí ve společenstva svazu *Sphagno-Tomenthypnion*. Při narušení vodního režimu či odvodnění zanikají tato společenstva pod porosty vlhkomilných dřevin.

Časově tato fáze odpovídá začátku Holocénu – období Preboreálu, kdy postupně docházelo k oteplení a částečnému zvlhčení klimatu. Jezero bylo již z většiny zazemněno natolik, že neumožňovalo existenci vodních makrofyt v místě sondy. Nadále se udržuje vysoká hladina podzemní vody, která podmiňuje výskyt a přežívání rostlinných druhů na ní závislých. Padlý kmen *Betula* sp. a nalezené jehlice *Pinus sylvestris* naznačují vysokou mozaikovitost tohoto prostředí v závislosti na terénních nerovnostech, které umožnily na vyvýšených a sušších místech růst stromů, jejichž výskyt je limitován hladinou podzemní vody (KOLIBÁČOVÁ et col. 2001).

Vm3 (100 - 96 cm)

Nejedná se o zónu, která by vykazovala v jednotlivých analyzovaných vzorcích společné znaky. Spíše se jedná o krátké, pravděpodobně klimaticky rozkolísané období, s velice malým množstvím makrozbytků ze kterých by se dalo odvodit něco bližšího o vegetaci či o probíhajících pochodech na lokalitě. Pouze zvyšující se výskyt *Potentilla palustris* společně s *Menyanthes trifoliata* může napovídat o dostatku vody a současném zazemňovacím procesu. Vymizení druhu *Pedicularis palustris* pak vypovídá o celkovém vyšším zapojení mokřadní vegetace, pokud ovšem ústup tohoto druhu nebyl dán jinými faktory. Obdobou této zóny je mladší zóna Vm5.

Vm4 (94 - 82 cm)

Pokračující zvlhčování klimatu v Boreálu mohlo být určujícím (přímo či nepřímo díky podpoře aktivity pramenů) pro stále se udržující vegetaci závislou na vysoké hladině podzemní vody. Současně mohla vysoká hladina vody napomáhat blokování rozrůstání lesního porostu

(KOLIBÁČOVÁ et al. 2001), který naopak na většině území v tomto období expanduje (POKORNÝ 2000). Mikrorelief lokality je i nadále velice členitý, umožňující růst stromů i existenci dočasných vodních ploch v terénních sníženinách, jak dokazují současně přítomné makrozbytky *Betula* sp. a *Nitella* cf. *opaca*.

Drobné uhlíky a v téže vrstvě zachovalé nezuhebnaté dřevo svědčí o požáru v blízkosti této podmáčené plochy. Drobné uhlíky srovnatelných velikostí jako ty, které se našly v sedimentu, mohou být přemístěny větrem. S úplností však nelze ani vyloučit požár přímo v místě profilu. Ten by však nebyl natolik intenzivní, aby dokázal změnit směr sukcesních pochodů. S přihlédnutím k následující vrstvě totiž nedochází k žádnému výraznému posunu ve složení společenstev minerotrofních rašelinišť. Zdá se pravděpodobné, že pokud by se jednalo o požár v místě, byly by zde přítomny uhlíky větších rozměrů a ve větším množství. Pokud tedy nehořela pouze vegetace ostřic a případných keřků, jejichž existence však není makrozbytkově doložena. K požáru mohlo dojít v sušším místě někde poblíž. Je možné uvažovat o vzniku požáru v souvislosti s působením člověka. Přímé doklady o jeho přítomnosti z těsné blízkosti sice nejsou známy, ale to může být způsobeno nedostatečnou prozkoumaností území. Navíc přítomnost mezolitického člověka je z Třeboňska spolehlivě doložena z těsné blízkosti jezera Švarcenberk (POKORNÝ 1999, POKORNÝ pers. com.). Vzhledem ke způsobu života a zajišťování obživy vyhledávali tehdejší lovci a sběrači blízkost vodních nádrží a otevřených ploch (BOUZEK et al. 1982). Přestože v tuto dobu bylo jezero samo již zazemněné, nadále zde byl otevřený prostor s dostatkem vody, ke kterému se mohla stahovat lovná zvěř.

Vm5 (80 - 72 cm)

Pokračují zazemňování a tvorba minerotrofní rašeliny. Vegetace může mít pravděpodobně charakter minerotrofního rašeliniště jak ji známe nyní. Jistou analogii v současných porostech by bylo možno nalézt ve svazu *Eriophorion gracilis*. Na sušších místech se vyskytují březové porosty.

Vm6 (70 - 46 cm)

Až do vrchní části zóny Vm6 se vyskytují druhy náročné na vysokou hladinu podzemní vody a druhy fází zazemňování, ke kterému docházelo v zamokřených sníženinách, kde se delší dobu zdržovala voda. Zóna v hloubkách 80 - 72 cm se jeví v makrozbytkovém záznamu jako rozkolísaná. S výjimkou absence záznamu dokazujícího přítomnost vodních tůňek se nijak výrazněji neliší od sousedních zón. Takovéto tůňky jsou patrné na základě přítomnosti efipíí Cladocera v hloubce 70 až 38 cm.

Celkově lze vrstvy Vm3 až Vm6 popsat jako zóny s mokřadní vegetací náročnou na zásobování vodou, která mění své druhové složení, ale nikoli tak výrazně, aby se tyto změny významněji projevíly v makrozbytkovém záznamu. Charakterem odpovídá minerotrofním rašeliništím jak je známe v současné době. Dochází ke kolísání početnosti, ale přítomné druhy zůstávají neměnné. Vegetace postupně přechází od méně zapojené ostřicovo-rašeliníkové k vegetaci tvořené ostřicemi, *Potentilla palustris*, *Menyanthes trifoliata* a *Phragmites australis*. Patrná je existence drobných tůňek.

Výrazné je vymizení makrozbytků rodu *Betula* v hloubce 56 cm, přestože v mladších zónách je i nadále zaznamenávána mezi nalezenými uhlíky (NOVÁK pers.com.).

Vm7 (44 - 36 cm)

Je zónou výrazně odlišnou. Převážnou část sedimentu tvoří zuhelnatělé části dřeva, zaznamenána jsou drobná zrnka písku. Velké množství uhlíků i jejich velké rozměry ukazují na požářiště přímo v místě kopaného profilu. Radiokarbonové datování uhlíku z vrstvy 36 cm určilo stáří na 1 125 BP, což po kalibraci ukazuje na počátek či na první polovinu 10 století.

Ostřicová vegetace charakteristická pro podmáčené, zamokřené a zazemňující se plochy v předchozích vrstvách zde chybí. V hojném počtu zde jsou nalézána semena *Carex chordorrhiza* – druhu, který osidluje společenstva mezotrofních rašelinišť (CHYTRÝ et TICHÝ 2003). Vyjma tohoto druhu se zde vyskytují především makrozbytky druhu *Rubus idaeus*. Vegetace s přítomností *Rubus idaeus* není přímým sukcesním stádiem přechodových rašelinišť a rákosových porostů, spíše se jedná o druh charakteristický pro společenstva lesních okrajů a pasek na úživnějších substrátech. Z tohoto důvodu se také často vyskytuje na požářištích (HOLUB 1995).

V souvislosti s nálezem zuhelnatělých i nezuhelnatělých nažek lze soudit na požáry opakované, v jejichž mezidobí se na požářišti díky uvolnění minerálů z rašeliny mohla rozvinout paseková vegetace s *Rubus idaeus*. V souvislosti s požáry je možné chápat i přítomnost drobných zrněk písku. Po silném požáru, nebo požárech, které zachvátily i přilehlé mírně svažité a vůči poloze profilu vyvýšené okolí rašeliniště došlo ke zničení vegetace a obnažení půdy. Mohlo tak snadno dojít k následnému splachu pískových zrn do profilu.

V totožné vrstvě jako je zaznamenán první výskyt druhu *Rubus idaeus* je zaznamenán také vysoký počet semen *Picea abies*. Vůbec první doklad *Picea abies* je z hloubky těsně předcházející této vrstvě.

Takové množství uhlíků naznačuje lesní porost, ale v makrozbytkovém záznamu chybí ve vrstvách pozičně těsně předcházejících požárům doklady o přítomnosti dřevin. Nejsou zde ani semena rodu *Betula*, která jsou produkována v hojném množství, obdobně jako v pylovém záznamu borovice (FAEGRI et IVERSEN 1964, 1975), tak i ony mohou pro svoji vysokou produkci a snadné šíření vzduchem rozsah březových porostů nadhodnocovat.

Tuto "nesrovnalost" lze vysvětlit několika způsoby. Jednak může být způsobena hiátem v období středního holocénu, kdy nedocházelo k ukládání sedimentu. Nebo k sedimentaci docházet mohlo, ale vzhledem ke klimatickým podmínkám došlo k provzdušnění sedimentu a jeho degradaci. Rovněž může být způsobena prohoříváním rašelinného sedimentu při velkém požáru a odhořením vrstev zachycujících stádium lesa, případně i stádia jemu předcházející. Nastat mohla i kombinace těchto možností.

Konkrétní příčina absence těchto vrstev se stanovit nedá a o možném důvodu se můžeme pouze dohadovat. Takovýto jev je zaznamenán z více lokalit (RYBNÍČKOVÁ et RYBNÍČEK 1972; SVOBODOVÁ 1997) i z profilu Velanské cesty (JANKOVSKÁ 1980).

Je možné usuzovat na vznik požáru vlivem působení člověka. I přes provedené radiokarbonové datování nelze přesně stanovit, kdy k požáru došlo. Nelze určit zda se jednalo o výjimečný zásah člověka v průběhu např. desátého století, či zda stanovené datum může být zkresleno díky časovému období, v jehož průběhu strom, z něhož uhlík pocházel, rostl. Mohlo by se tak stát, že ačkoli datování určuje stáří do první poloviny 10. století, ve skutečnosti k požáru samotnému mohlo dojít až v době kolonizace oblasti ve 13. století.

Pokud došlo k silnému požáru s prohoříváním rašelinného sedimentu, zůstaly zachovány pouze ty vrstvy, které byly v přímém styku s podzemní hladinou vody.

V práci Jankovské (1980) jsou ve vrchních vrstvách zaznamenány v makrozbytcích *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustris* a *Sphagnum* cf. *magellanicum*, které naznačují, že v průběhu středního holocénu mohly nastat změny společenstev směřující k oligotrofizaci lokality nebo její části, a následnému vývoji směrem k ombrotrofním rašelinistům, jak uvádí v obecné rovině Rybníček (1999).

Obdobná situace pak nastává i v zóně Vm8 v hloubce 14 cm. Zde však jsou navíc zaznamenány ještě *Molinia* sp., *Carex vulpina* a *Vacciniaceae*.

Jak je z profilu patrné, v jeho nejvrchnějších centimetrech není prakticky vůbec zachycen vývoj směrem k současné vegetaci. V průběhu vývoje vegetace není v tomto profilu zaznamenán rašelinný bor se svými charakteristickými druhy. Všeobecně se dá říci, že na lokalitě je velmi malé množství záznamů dokumentující přítomnost *Pinus sylvestris*. A to nejen v makrozbytcích, nýbrž i v druhovém složení nalezených uhlíků ve vrchních vrstvách

sedimentu, ve kterých početně dominuje *Picea abies* (NOVÁK pers.com.). Antrakologická analýza uhlíků z vrstev od hloubky 46 cm po 14 cm a dále pak ve vrstvách těsně pod povrchem ukazuje vysoké zastoupení *Picea abies* a velké zastoupení *Betula* sp. *Pinus sylvestris* se vyskytuje ojediněle. Stromová vegetace se v tomto místě tedy mohla ubírat od pionýrské, tvořené především rodem *Betula*, směrem k podmáčeným smrčínám s příměsí břízy. Tato vegetace mohla být na některých místech vystřídána porosty *Pinus sylvestris* s podrostem druhu *Frangula alnus*, který je rovněž v antrakologické analýze zachycen. Současný stav, zařaditelný do svazu *Dicranio-Pinion*, se v tomto světle jeví jako následek změněných hydrologických podmínek, vzniklý až v nedávné době, pravděpodobně následkem činnosti člověka (NOVÁK et SÁDLO 2005).

Může to být dáno ztrátou informace nebo "umělým" vznikem současného stavu vegetace? Tato ztráta informace může být dána působením člověka. Jankovská ve své práci (JANKOVSKÁ 1980) zmiňuje absenci sedimentu z období atlantiku (to samé vyplývá i z tohoto profilu) a uvádí jako možnosti erozi sedimentu či jeho odtěžení. Na základě výzkumu tohoto profilu se zdá pravděpodobná kombinace několika činitelů zároveň.

V práci Jankovské (1980) je zachycen od hloubky 52 cm vývoj naznačující oligotrofizaci stanoviště a vegetaci směřující k rašelinnému boru, v tomto kopaném profilu tato fáze není nikterak zaznamenána. Možné vysvětlení tohoto rozdílu bych spatřovala ve vysoké mozaikovitosti vegetace takovýchto stanovišť podmíněné mikroreléfem i v souvislosti s působením člověka.

V závislosti na mikroreliéfu a vodních podmínkách zde mohlo být zcela přirozeně rozdílné směřování vývoje vegetace.

V porovnání s prací Jankovské (JANKOVSKÁ 1980) je patrné, že makrozbytková analýza zachycuje především lokální charakter vegetace. Zároveň je dobře patrné, že ve vodním prostředí, kdy profily zachycují stejná období, se tyto rozdíly nevyskytují. Znatelné jsou až v litorální, limósní a terestrické fázi vegetace a v následujících společenstvech. Z toho lze soudit na pestré mozaiku biotopů a společenstev vzniklých po zazemnění vodní plochy.

Rovněž je patrné, že makrozbytková analýza provedená ve větší hustotě vzorkování, v tomto případě po dvou centimetrech, dokáže poskytnout zpřesňující informace o průběhu vývoje vegetace.

5.2. Vývoj vegetace – Švarcenberk

Sm1 (990 - 960 cm)

V nejspodnější vrstvě Sm1 v hloubce 980 - 960 cm je zachycena vegetace osidlující nově vzniklé jezero. V pionýrské vegetaci byly dominantně zastoupeny rody *Chara* a *Nitella*. Hlavní omezení pro tento typ vegetace je dáno množstvím prostupujícího slunečního záření vodním sloupcem (HAAS 1994, NÖGES et al. 2003). Vzhledem k nízkému obsahu živin ve vodě a chladnému období by toto omezení nemělo být nijak velké. To dokládají i nalezené druhy rodu *Pediastrum*, které jsou charakteristické pro oligotrofní, chladné a čisté vody (KOMÁREK et JANKOVSKÁ 2001). Tato vegetace tedy mohla osídlit i hlubší části jezera, které v tu dobu dosahovalo hloubky téměř 10 metrů. Oospory obou těchto rodů jsou přítomny ve vrstvách 270 a 260 cm, pro tuto lokalitu ve vysokém počtu. Jejich počet však radikálně klesá hned v následujících vrstvách.

Oproti tomu ojediněle zaznamenané druhy hydrofyt *Batrachium* sp. a *Potamogeton gramineus* musely být omezeny jen na okrajové mělké části jezera. Vegetace břehů byla pravděpodobně tvořena především druhy ostřic.

Na základě stratigrafie pylového záznamu lze vznik jezera klást do období přibližně 16 000 BP. Vzniklo pravděpodobně díky souhře okolností - díky mocným artéským pramenům a geologickému podloží tvořenému jílovito- písčitému substrátem. Díky tomu se zde v období vrcholného glaciálu utvořila čocka podzemního ledu, jehož roztáním v postglaciálu došlo ke vzniku otevřené vodní plochy jezera (POKORNÝ 2000). Daný mechanismus si můžeme představit tak, že odspodu proniká do trvale zmrzlého podloží (permafrostu) artéská voda, která zde mrzne v led. Ten nadzvedává nadložní vrstvy, které se vyvíjí v kopulovitý útvar zvaný „pingo“. Po oteplení dojde k rozmrznutí ledové čocky a na místě původního pinga vzniká jezero oválného tvaru (PISSART 1988).

Sm2 (950- 740 cm)

Je zónou zachycující formování makrofytní vegetace a její dlouhodobou stagnaci v podobě druhově chudé skladby, kdy byla tvořena druhy *Potamogeton gramineus* a *Batrachium* sp. Pro jezero byla charakteristická nízká produkce a nízký obsah živin. Tím, že se odumřelá biomasa ukládala v nejhlubších částech jezera, byla vzhledem k velké hloubce po dlouhou dobu pro kořenující druhy makrofyt s listy vzplývajícími na hladině nedostupná. Teprve jejím velkým nahromaděním a erozními pochody přinášejícími živiny z povodí byl posléze umožněn rozmach vegetace. Velký vliv na stagnaci vegetace mělo samozřejmě klima. Teprve období interstadiálu přineslo změnu. Ta však neměla okamžitou odezvu ve složení vodní vegetace zaznamenané v podobě makrozbytků. Došlo k navýšení početnosti makrozbytků, ale nikoli k druhovému obohacení.

Z mokřadní vegetace je v makrozbytcích zachycena pouze *Carex* sp. a *Carex* sect. *nigrae* a zcela výjimečně *Potentilla palustris* v hloubce 780 cm.

Ojedinelý výskyt makrozbytků druhu *Urtica* sp. pochází z rostlin rostoucích na úživnějších místech ve vegetaci v blízkém okolí jezera. Vegetace okolní krajiny měla v této době charakter otevřených stepotundrových travino-bylinných formací (POKORNÝ 2002). Analogii lze v současné době nalézt v jihosibiřských oblastech (CHYTRÝ pers.com.)

Sm3 (730 - 590 cm)

Ve vegetaci osidlující stále spíše mělké vody jezera v blízkosti břehů se krom základních dvou druhů *Potamogeton gramineus* a *Batrachium* sp. již objevují druhy náročnější na obsah živin i na teplotu – *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton natans*, *Myriophyllum spicatum*.

Na bázi zóny v hloubce kolem 720 cm je výrazný výskyt *Betula nana* a *Nuphar pumila*. Tyto druhy se obvykle uvádějí jako indikátory chladnějšího a především živinami chudšího prostředí s kontinentálním rázem klimatu (POKORNÝ 2000). Především *Nuphar pumila* je charakteristický pro vody živinami chudší a chladnější. *Betula nana* může setrvávat na lokalitě i v době příznivějšího klimatu, pokud je zároveň zajištěna dostatečná vlhkost a nezapojený porost vegetace. Tyto druhy zde na přelomu staršího Dryasu a Allerödu nacházely ještě stále vhodné podmínky pro existenci. V případě *Nuphar pumila* lze příčinu hledat v hluboké a chladné vodě.

Pro zónu je charakteristický nespojitý záznam výskytu druhů náročnějších na obsah živin i na teplotu – *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton natans*, *Myriophyllum spicatum*. Teplé období Allerödu umožnilo existenci a přítomnost těchto druhů, jejich množství však bylo pravděpodobně limitováno dostupností živin a stále ještě hlubokou vodou.

Nejvrchnější část zóny zachycuje změnu vegetace, kdy dochází k početnímu nárůstu makrozbytků *Potamogeton gramineus* a *Batrachium* sp. za ojedinelých záznamů výskytu *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton natans*, *Myriophyllum spicatum*. Tato část předznamenává nástup klimaticky nepříznivého období- mladšího Dryasu (např. POKORNÝ et RŮŽIČKOVÁ 2000).

Sm4 (580 - 500 cm)

Zóna, ve které prudce vzrůstá početnost druhů *Batrachium* sp. a *Potamogeton gramineus*. Naopak končí sporadický výskyt *Potamogeton natans*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum* a *Myriophyllum verticillatum* patrný v předchozí zóně.

Vrstva v hloubce 520 cm je radiokarbonově datována $10\,780 \pm 115$ BP tedy do období vrcholícího posledního velkého chladného výkyvu - Mladšího Dryasu (např. PETEET 1995).

Do popředí ve vegetaci se dostávají opět druhy tolerantní a konkurenceschopnější v chladných a oligotrofních podmínkách- *Batrachium* sp. a *Potamogeton gramineus* (POKORNÝ pers. com.).

Přítomnost *Betula pubescens* je makrozbytkově v profilu Švarcenberku doložena nespojitě. V pylových analýzách však zaznamenána je, což svědčí o její přítomnosti v širším okolí jezera, nikoli nutně v jeho těsné blízkosti. Zároveň tento výskyt dokazuje přítomnost *Betula pubescens* v oblasti třeboňské pánve.

Obdobný trend je popsán i z jezera Gosciadz z Polska, kde dochází k prudkému poklesu v množství zaznamenaného pylu rodu *Betula* v období Mladšího Dryasu (RALSKA-JASIEWICZOWA et al. 2003).

Sm5 (490 - 380 cm)

Jezero je v tuto dobu již relativně mělké s největšími hloubkami v rozmezí čtyř až pěti metrů. Zaznamenává přechod od mezotrofní, relativně druhově chudé vegetace, k vegetaci bohaté s druhy náročnými na obsah živin v prostředí a osidlujícími spíše eutrofní teplé vody. Nárůst počtu druhů je znát ve vodních makrofytech, nikoli bažinných druzích. Prudký nárůst vegetace se projevuje i v urychlení sedimentačních procesů a hloubka jezera se rychle zmenšuje.

Zatímco do této doby dominující chladnomilné druhy *Batrachium* sp. a *Potamogeton gramineus* postupně ustupují, začínají se objevovat druhy jako *Potamogeton natans*, *Ceratophyllum demersum*, *Nuphar lutea* a další. Ty ve vrchních vrstvách této zóny původní dva druhy zcela nahradí. Vegetace je pak tvořena především *Potamogeton natans*, *Ceratophyllum demersum*, *Najas marina*, *Nuphar lutea*, *Najas minor*, a *Trapa natans* s výskytem *Nymphaea alba* a *Myriophyllum spicatum*. Výskyt těchto druhů nejen naznačuje vyšší trofickou úroveň jezera, ale zároveň je projevem prudkého oteplováním klimatu v Preboreálu a Boreálu (LOWE et al. 1994). Přítomnost *Najas marina* předpokládá průměrnou červnovou teplotu vody minimálně 15 °C (LOTTER 1988). Skutečná teplota však musela být však ještě vyšší, protože pro kvetení *Trapa natans* je zapotřebí minimální průměrná červnová teplota 20 °C (JORGA et al. 1982).

Sporadicky se objevují druhy podílející se na zazemňování, *Menyanthes trifoliata* a *Potentilla palustris* a indikující zbahnělé substráty. Lokálně tak již docházelo k zazemňování mělkých litorálních zón. Místy, vzhledem k výskytu *Andromeda polifolia*, pravděpodobně již existovaly porosty rašeliníkovo-ostřicové vegetace, které nebyly tolik závislé na vodě jezera, ale zejména na přísunu vody v podobě srážek.

Z těsné blízkosti jezera pocházejí archeologické nálezy dokazující přítomnost mezolitických sídlišť (dnes je z okolí jezera známo celkem 9 sídlišť). Rovněž i vysoký podíl

trav, pylu druhu *Chenopodium* a mikroskopických uhlíků zjištěných pylovou analýzou svědčí o přítomnosti člověka. Tento poznatek může změnit nahlížení na přítomnost druhů *Trapa natans* a *Nuphar lutea* jako přirozených indikátorů sukcese vodních společenstev. Oba tyto druhy jsou známy jako jedny z rostlin poskytující potravu lovecko- sběračským mezolitickým komunitám (ZVELEBIL 1994; KUBIAK-MARTENS 1996). Mohly tak být záměrně šířeny všude tam, kde to umožňovaly podmínky přírodního prostředí. Současně však vypovídají o dostatečné trofické úrovni jezera a o teplotně příznivých podmínkách. Přítomnost člověka mohou naznačovat i v sedimentu nalézané drobné uhlíky.

Sm6 (370 - 230 cm)

Druhy vodních makrofyt charakteristické pro mezotrofní vody, přítomné po dlouhé období existence jezera, se v této nejvrchnější zóně již nevyskytují. Jsou plně nahrazeny druhy eutrofních teplých vod. Z nich *Potamogeton natans*, *Trapa natans* a v malé míře i *Nymphaea alba* přežívaly v mělké vodě na samém konci existence jezera. V tu dobu došlo k rozrůstání porostů *Chara* a *Nitella* což se v sedimentu projevilo prudkým zvýšením množství jejich oospor. Zanikající jezero mohlo vypadat jako soustava hlubších a mělkých tůní, obklopená porosty mokřadních rostlin, v jejichž mělkých částech rostly bohaté porosty rodů *Chara* a *Nitella* a v hlubších přežívaly vodní makrofyty.

Mezi mokřadními druhy rostlin se vyskytují druhy indikující intenzivní zazemňování – *Carex limosa*, *Carex lasiocarpa* a zbahnělé substráty jako *Eleocharis* sp., *Potentilla palustris* a *Cicuta virosa*. Tyto porosty mokřadních rostlin, které již mohly mít místy charakter přechodového rašeliniště, pak plynule přecházely a z části tvořily podrost rozvolněné olšiny s vtroušenou břízou a smrkem.

Počátek této zóny je v korelaci s obdobím Boreálu, kdy dochází ve střední Evropě k nárůstu srážek při stále vysokých teplotách a celkově se tak klima mění na oceáničtější (LOWE et al. 1994). Dostatek srážek, které byly dosud limitujícím faktorem pro expanzi lesa, umožňuje rozmach rozvolněných lesních porostů. Na místech již podmáčených s trvale vysokou hladinou spodní vody působí zvýšení množství srážek a vlhkosti rovněž jako faktor omezující šíření stromových porostů do takovýchto míst.

Sm7 (220 - 200 cm)

V této vrstvě se setkávají dva typy vegetace. Jedním je porost rozvolněné olšiny s příměsí břízy a smrku, druhým pak mokřadní vegetace, do určité míry snad podobná vegetaci dnešních přechodových rašelinišť. Ta porůstá především plochu střední části dřívějšího jezera. Povrch je zde pokryt ostřicovo-rašeliníkovou vegetací s *Carex rostrata*, *Carex limosa*, *Carex lasiocarpa* a

Potentilla palustris. Prohlubně, často vyplněné vodou, vyjma rašeliníků porůstá *Scheuchzeria palustris*. Směrem k okrajům přibývá ostříc a zatímco rašeliník ustupuje, přidávají se druhy jako *Peucedanum palustre*, *Cicuta virosa*, *Lycopus europaeus* a *Lysimachia thyrsoiflora* a tato společenstva přecházejí do podrostu okrajů rozvolněné olšiny.

Sm8 (190 - 140 cm)

Postupnou acidifikací a narůstáním koberce rašeliníků dochází k rozšiřování ostřicovo-rašeliníkové vegetace, která se tak šíří na úkor olšiny do okrajových částí dřívějšího jezera. V porostech jsou hojné *Carex lasiocarpa*, *Carex chordorrhiza*, *Carex* sect. *Nigrae*, *Potentilla palustris* a *Menyanthes trifoliata*. Ve sníženinách, často s vodou, kde je porost rozvolněný a tvořený především rašeliníky, roste *Andromeda polifolia*. Místa, která se díky nárůstu ostříc dostanou nad úroveň hladiny vody a vzniknou tak sušší bulvy, následně osidlují *Betula pubescens* a *Picea abies*.

Sediment v hloubce 125 cm je již tvořen recentním sapropelem současného rybníka a zachycuje jeho dřívější vegetaci s *Nymphaea alba*.

5.3. Porovnání vývoje obou lokalit

Zatímco jezero Švarcenberk vzniká v období pozního pleniglaciálu okolo 16 000 BP, je jezero Velanská cesta pravděpodobně mladší. Doba jeho vzniku není přesně datována, první vrstva dokumentující existenci jezera se zachovalými makrozbytky cévnatých rostlin poskytla materiál radiokarbonově datovaný 12 410 BP. Vzhledem k velkému rozsahu možné odchylky ± 250 BP nelze říci, zda pochází z období Staršího Dryasu, či období dřívějšího.

Vznik obou jezer byl patrně podmíněn oteplujícím se glaciálním klimatem. Způsob vzniku je ovšem u každého jezera odlišný – v případě jezera Švarcenberk se jedná o termokrasový útvar, zatímco v případě jezera na Velanské cestě se jedná o soliflukčně hrazenou mělkou nádrž. Obě jezera poskytují na první pohled odlišné životní prostředí pro rostlinné druhy, které je osidlují. Avšak v kombinaci klimatických podmínek s fyzikálními podmínkami a v ekologických podmínkách si jsou v části svého vývoje velice podobné. Zároveň jsou unikátní ve srovnání se severskými jezery vzniklými na místech po ústupu ledovce, která díky živinám dostupným vyluhováním z morén a jejich přinášením do jezer zaznamenávají prudký nárůst biomasy, potažmo sedimentu, krátce po svém vzniku (BJÖRK 1996).

5.3.1. Obecné srovnání vývoje vegetace

Vývoj vegetace obou jezer spěje od vegetace oligotrofních až mezotrofních vod s několika málo dominantními druhy k vegetaci mezotrofních vod. V případě Švarcenberka následuje po tomto mezotrofním stádiu i vegetace eutrofních vod. Po zazemnění porůstají dřívější rozsah vodní plochy společenstva minerotrofních rašelinišť, ostřicová vegetace, případně vegetace zbahnělých substrátů. V tuto fázi vzniká patrný rozdíl mezi lokalitami. Zatímco na tato mokřadní společenstva u Švarcenberka navazují olšiny s příměsí břízy a smrku, na Velanské cestě nejsou olšiny makrozbytkově zaznamenány a navazující porosty jsou tvořeny porosty bříz. Tato iniciální stádia pak sukcesně směřují pravděpodobně k mozaice podmáčených smrčín a rašelinného boru.

Pro obě jezera je charakteristické počáteční stádium vodní vegetace tvořené porosty vyšších zelených řas třídy *Charophyceae*. Takováto iniciální stádia bývají zaznamenána v mnohých jezerech. Je tomu tak např. i v jezeře Njargajavri ve Finsku (VÄLIRANTA et al. 2005) a z počátku období Holocénu je toto stádium známo rovněž z počátečních fází jezera Råtåsjøen v Norsku (VELLE et al. 2005).

Rozdíl mezi Švarcenberkem a Velanskou cestou je v délce trvání vysokého výskytu oospor třídy *Charophyceae*. V jezeře Švarcenberk jejich početnost v sedimentu rychle klesá, v průběhu trvání jezera se udržuje na malé výši, aby pak ve stádiu bohaté makrofytní vegetace v samém

závěru existence jezera opět prudce vzrostla. Na Velanské cestě je jejich výskyt dlouhodobý po celé stádium jezera.

Hlavním limitujícím faktorem pro růst zástupců třídy *Charophyceae* je množství světelného záření prostupujícího vodním sloupcem. Pravděpodobně v tom lze najít důvod odlišnosti těchto dvou jezer. Zatímco ve Švarcenberku jsou limitovány obdobně jako vyšší cévnaté rostliny na zóny menších hloubek, Velanská cesta jim poskytuje i vzhledem k období svého trvání mělké vody s dostatečným množstvím prostupujícího záření. Tím pravděpodobně umožňuje jejich existenci v tak velkém rozsahu. Výskyt řádově desetinásobně i stonásobně většího množství oospor ve Velanské cestě by mohl být přikládán rovněž chladnému klimatu, které omezovalo výskyt cévnatých makrofyt (VÄLIRANTA et al. 2005).

Jako limitující faktor růstu těchto řas se v některých pracích udává množství dostupného fosforu (HAAS 1994). Oproti tomu Blindow (1992) popisuje fosfor jako limitující faktor až při vysokých koncentracích převyšujících 1000 mg P m^{-3} .

Proto se zdá, že možnou příčinu jejich opětovně zvýšeného výskytu v závěrečných fázích jezera Švarcenberk je zapotřebí hledat jinde, v jiných podmínkách prostředí. Příčinou by opět mohl být dostatek slunečního světla za předpokladu, že vegetace parožnatek osidlovala mělké tůně, kde nerostla makrofyta, a právě to jim umožnilo rozmach.

Pravděpodobně mezotrofní podmínky panují v obou jezerech po část doby jejich existence v klimaticky méně příznivém období. Vzhledem k výskytu *Myriophyllum alteriflorum* ve Velanské cestě se zdá, že její prostředí bylo méně úživné. Vegetace tvořená pouze druhy *Batrachium* sp. a *Potamogeton gramineus* je charakteristická pro starší období existence obou jezer jako navazující fáze na porosty tvořené třídou *Charophyceae*. Tyto druhy jsou poměrně tolerantní k široké škále podmínek prostředí, tedy i k chladnému klimatu (HAAS 1994; KUFEL et KUFEL 2002; NÖGES et al. 2003). Tato fáze je pro jezero Švarcenberk situována do Staršího Dryasu. Pro Velanskou cestu je tato vegetace charakteristická ve velice krátkém období těsně po vzniku, pravděpodobně tedy rovněž v období Staršího Dryasu.

Faktorem, který v tuto dobu at' přímo či nepřímo ovlivňoval obě lokality a druhové složení jejich společenstev, byl především vliv klimatu a v návaznosti na něj dostupnost živin (VÄLIRANTA et al. 2005). Tyto podmínky neumožnily rozvoj druhové diverzity se zastoupením náročnějších druhů.

5.3.2. Srovnání vývoje vegetace na časové ose

Starší Dryas

Ve Velanské cestě začínají do porostů třídy *Charophyceae* pronikat druhy cévnatých rostlin charakteristické pro oligo- až mezotrofní vody. Zpočátku se jedná o druhy *Potamogeton gramineus*, *Batrachium* sp. a *Myriophyllum alteriflorum*. Později se k nim, pravděpodobně v závislosti na přibývajícím organickém sedimentu a následně se zvyšující trofii, přidávají druhy *Potamogeton praelongus* a *P. natans*. Je to dáno pravděpodobně malou hloubkou vody, která i v chladném a krátkém období vegetační sezóny poskytuje těmto druhům vhodné podmínky umožňující jejich růst a v zimním období nepromrzá až na dno (RALSKA-JASIEWICZOWA et al. 2003). V jeho končící fázi rostou chladnomilné druhy *Nuphar pumila* a v ostřicových porostech *Betula nana*. Vliv mezoklimatu umožňuje růst stromové či keřové vegetace tvořené břízou.

Oproti tomu v jezeře Švarcenberk je vegetace vodních makrofyt omezoována jeho velkou hloubkou a nedostatkem živin. V mělkých zónách jezera je vegetace velice podobná a zahrnuje druhy *Batrachium* sp. a *Potamogeton gramineus*. I z této lokality je zaznamenán výskyt břízy v podobě makrozbytků svědčících o její přítomnosti v blízkosti jezera.

Alleröd

Shodně u obou jezer nastupuje v tomto období fáze prostředí bohatšího na živiny a poskytující prostor více druhům.

Z tohoto lze usuzovat, že na změně měly určující podíl vlivy klimatu, které umožnily zintenzivnění procesů probíhajících ve vodním prostředí (nárůst biomasy, sedimentace odumřelé hmoty a s ní spojený dostatek dostupných živin). Postupně tak dochází ke vzrůstu trofie.

V prostředí jezera Švarcenberk byl pozdní, v období Allerödu navíc pouze sporadický, nástup náročnější makrofytní vegetace se vzplývavými listy pravděpodobně dán hloubkou jezera dosahující až k devíti metrům. Ta zde znamenala špatnou dostupnost organického sedimentu jako hlavního zdroje živin pro makrofyta, utvářejícího se relativně pomalu a usazujícího se především ve velkých hloubkách. V nich však byl výskyt submerzních makrofyt, podobně jako vegetace parožnatek, limitován prostupujícím slunečním zářením. Tento faktor, zároveň s chladnou vodou, která se nedokáže prohřát, omezoval růst náročnějších druhů. Takže ani oteplení v průběhu tohoto interstadiálu nemělo výrazný vliv na složení vegetace, v které se sice začínají objevovat *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton natans*, jejich výskyt je však sporadického rázu.

V případě Velanské cesty se organický sediment utváří rovněž pomalu, ale díky malé hloubce má jeho tvorba mnohem větší vliv a je pro makrofyta dostupný. V souvislosti s tímto faktorem

a s možným konkurenčním tlakem je možné vidět ústup druhů *Myriophyllum alteriflorum*, *Batrachium* sp. a *Potamogeton gramineus*.

Období Mladšího Dryasu

Období s sebou přináší zhoršení podmínek, které je dáno pravděpodobně spíše vzrůstem kontinentality než poklesem letních teplot (POKORNÝ et JANKOVSKÁ 2000). V jeho počátcích jsou totiž i nadále zaznamenávány v pylové analýze ze Švarcenberka druhy náročné na vysoké letní teploty (*Typha latifolia*). Tento druh ukazující minimální červnovou průměrnou teplotu +14°C je v totožném trendu výskytu, přetrvávání v počátku Mladšího Dryasu, zaznamenáván i z jezera Gościąg z Polska (RALSKA-JASIEWICZOWA et al. 2003). Zároveň s nástupem tohoto méně příznivého období dochází k odumírání dřevinných porostů, v závislosti na poklesu vlhkosti (LOTTER et al. 1992). Odumírání lesních porostů a následné požáry jsou zachyceny v podobě vrstvy uhlíků v mnohých profilech. Tato vrstva je zaznamenána i z podloží vátého přesypu u blízkého Vlkova (POKORNÝ et RŮŽIČKOVÁ 2000). Vlivem zvýšené eroze a následné aeolické činnosti dochází na řadě území ke vzniku vodních ploch. Příkladem může být jezero Vracov na jižní Moravě (RYBNÍČKOVÁ et RYBNÍČEK 1972; RYBNÍČEK 1983), Hrabanovská černava (PACLTOVÁ ET HUBENÁ 1994; PETR 2005) Tento proces se rovněž podílí na vzniku Komořanského jezera (JANKOVSKÁ 2000). Tuto chladnou oscilaci, zpočátku vztahovanou k území Evropy, lze korelovat s paleoekologickými záznamy téměř z celého světa (PETEET 1995). Důvodem jejího vzniku byla pravděpodobně změna v cirkulaci oceánů (BROECKER et al. 1985)

Mladší Dryas znamenal v prostředí Velanské cesty velký vliv na změnu druhového složení vegetace. Do této doby klesající zastoupení *Potamogeton gramineus* je vystřídáno jeho dočasným prudkým nárůstem. Ten je dán pravděpodobně současným zhoršením životních podmínek (jemuž je tento druh schopen odolávat) a ústupem části vegetace druhů, které zde ze záznamu mizí. Toto období mělo rovněž vliv na existenci biotopu jako takového dočasným snížením nárůstu biomasy a následně pomalejšího zazemňování.

Švarcenberk v tomto období setrvává ve fázi s vegetací makrofyt indikujících mezotrofní podmínky, ovšem s druhovým zastoupením dominantních tří druhů – *Potamogeton natans*, *Potamogeton gramineus* a *Batrachium* sp. Jeho prostředí je pravděpodobně stále ovlivňováno velkou hloubkou a následným omezením jak v podobě živin tak i v podobě omezené rozlohy hloubek umožňujících růst makrofyt se vzplývavými listy.

Preboreál

Počátek Preboreálu je výrazný prudkou změnou klimatu a následně změnou biotopů přítomných v krajině. Oteplení a zvlhčení předchází šíření lesních porostů zpočátku tvořených především borovicí a břízou. V oblasti Třeboňska, kde alespoň část lesa přežila nepříznivé období Mladšího Dryasu díky mezoklimatu, které zde bylo dáno velkým množstvím vodních a podmáčených ploch, dochází k prudké expanzi lesa. Nejenom samotné zvlhčení, zatím mírné, ale i změna půdního pokryvu silně ovlivňují hydrologii. Postglaciální klimatické i trofické podmínky vedly k tvorbě bohatých slatiništních vrstev, které jsou následně, v časově mladších obdobích, převrstveny rašelinou. Takovýto je běžný průběh sukcese severských rašeliníšť (FROLKING et al. 2001). V průběhu preboreálu je utváření vrstev sedimentu ovlivněno nižší vlhkostí a menším množstvím srážek v poměru k nárůstu teplot. Tak tomu však nemuselo být v oblasti Třeboňska, kde vzhledem k množství zadržované vody v podobě vodních a podmáčených ploch bylo mezoklima odlišné od některých dalších krajin. Díky tomu se již koncem preboreálu začínají na Třeboňsku objevovat i náročnější druhy stromů (JANKOVSKÁ 1980). V tomto období se díky své geomorfologii obě lokality rozcházejí.

Švarcenberk vzhledem ke své hloubce stále poskytuje životní podmínky pro existenci vodních společenstev. Dochází zde k prudkému nárůstu počtu druhů náročných na teplotu a dostatek živin. Do popředí se dostávají *Ceratophyllum demersum*, *Najas marina*, *Potamogeton natans*, dále pak *Myriophyllum spicatum*, zatímco *Potamogeton gramineus* a *Batrachium* sp. rychle ustupují. Objevují se zde i druhy rostlin, u nichž není možno rozlišit, zda sem přirozeně domigrovaly či zda byly přineseny člověkem. Jedná se o druhy *Trapa natans*, *Nuphar lutea* a *Nymphaea alba*, které mohou svými semeny a oddenky sloužit jako potrava mezolitickým lovcům a sběračům (ZVELEBIL 1994). Z těsné blízkosti jezera je archeologicky doloženo množství mezolitických sídlišť (POKORNÝ, pers. com.). Činnost člověka již tehdy nějakým způsobem mohla ovlivňovat zdejší krajinu.

Oproti tomu Velanská cesta vzhledem ke své, od počátku malé, houbce podléhá rychlému zazemnění, které je navíc urychleno příznivým klimatem. Dochází k zániku volné vodní hladiny. Na místo dřívějšího jezera tak nastupuje vegetace rostlinných druhů závislých na vysoké hladině podzemní vody v podobě minerotrofních rašeliníšť svazu *Carcion lasiocarpae*, nebo *Eriophorion gracilis* (CHYTRÝ et TICHÝ 2003). Vzhledem k nestejnomyšernému zazemňování v závislosti na dřívější hloubce se prudkým zazemněním vytváří členitý mikrorelief. Ten pak umožňuje mozaikovitost vegetace, která přechází od porostů *Typha*, *Phragmites* k rašeliníkovo-ostřicovým porostům a na sušších vyvýšených místech umožňuje růst stromové vegetace tvořené břízou a borovicí.

Boreál

Pokračuje oteplování klimatu zároveň s nárůstem množství srážek a klima se stává oceaničtější. V souvislosti s velkým množstvím srážek dochází na mnoha místech ke změně hydrologického režimu (DRESLEROVÁ et al. 2004). Vzrůst teploty a především dostatek vody umožňuje existenci a šíření lesních porostů, které se stávají souvislými a objevují se v nich náročnější druhy dřevin. Na Třeboňsku to jsou dub a jilm (JANKOVSKÁ 1997; POKORNÝ 2000). V mnohých oblastech je toto období výrazné šířením lísky (JANKOVSKÁ 1997). Fragmenty dřívější stepotundrové vegetace přetrvávají na extrémních stanovištích s vysokým světelným požitkem vlivem nízké konkurenceschopnosti dřevin. Takovými to stanovišti jsou písčné přesypy, skalní biotopy, podmáčená místa, rašeliniště a další.

Jezero Švarcenberk se zatemňuje, ale stále udržuje volnou vodní hladinu. V mělkých tůních roste bohatá vegetace tvořená druhy náročnými na dostatek živin. V podmáčených okrajích se tvoří olšina, do jejíhož podrostu přecházejí mnohé druhy jak ostřicových porostů, tak zbahnělých substrátů.

Velanská cesta je porostlá mozaikou ostřicových společenstev minerotrofních rašelinišť a vegetací zbahnělých substrátů. Okolní sušší místa jsou nadále porostlá březovými porosty (borovici nelze na základě makrozbytků potvrdit).

Pravděpodobně někdy v tuto dobu končí souvislý záznam o vývoji vegetace Velanské cesty. Zda pak následoval hiát v ukládání sedimentu, či zda došlo k jeho pozdější ztrátě nelze v současné době říci.

6. Závěr

Na základě provedené analýzy rostlinných makrozbytků jsem v této práci nastínila vývoj vegetace pro zaniklá postglaciální jezera Švarcenberk a Velanská cesta. Která na obou lokalitách, i přes odchylky, dané odlišnými podmínkami prostředí lokalit, směřuje od vegetace osidlující oli- či mezotrofní vodní biotopy k minerotrofním rašeliništím. Snažila jsem se tak učinit, pokud možno, bez odkazů na pylovou a další analýzy, aby bylo patrné, že i makrozbytková analýza dokáže zachytit velkou část probíhajících procesů a její reakce na změny klimatu jsou dobře patrné. Ne vždy jsou však tyto reakce vzniklé v závislosti na klimatu tak nápadné jako v některých jiných používaných analýzách. Výrazné klimatické změny, např. hranici Mladší Dryas/Preboreál, však makrozbytková analýza zachycuje způsobem srovnatelným s analýzou pylovou.

V případě Velanské cesty jsem provedla srovnání s makrozbytkovou analýzou, kterou zde při svém palynologickém výzkumu provedla V. Jankovská (JANKOVSKÁ 1980). Vzhledem k podrobnějšímu měřítku vzorkování v rámci odebraného profilu se mi podařilo výsledky makrozbytkové analýzy z této lokality upřesnit. Zároveň je, ve vrstvách zachycujících limósní a terestrické fáze vegetace, dobře patrná důležitá vlastnost makrozbytkové analýzy, na kterou se nesmí při jejím využívání zapomínat. Makrozbytková analýza zachycuje velice úzký okruh místa z něhož pochází odebraný profil. Díky tomuto aspektu by mohla být dobře využívána, společně s antrakologickou analýzou, pro srovnání a upřesnění pylové analýzy. Ve výsledcích pylových analýz často dominuje, nebo má velké zastoupení rod *Pinus* z důvodu své vysoké produkce pylu, i přes to, že v prostoru lokality může mít ve složení vegetace podružnou roli.

7. Literatura

- ANONYMUS (2005): OxCal verze 3.1 © Ramsey 2005. – WEB: <http://www.rlaha.ox.ac.uk/O/oxcal.php?group=O>, 15. 12. 2005.
- ANDERBERG A.-L. (1981): Atlas of seeds and small fruits of Northwestern-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morfological descriptions, Part 4: Resedaceae – Umbelliferae. – Swedich Museum of Natural History, Stockholm, 281p.
- BARNEKOW L. (2000): Holocene regional and local vegetation history and lake-level changes in the Torneträsk area, northern Sweden. – *Journal of Paleolimnology* 23: 399-420.
- BERGREN G. (1969): Atlas of seeds and small fruits of Northwestern-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morfological descriptions, Part 2: Cyperaceae. – Swedich Natural Science Research Council, Stockholm, 68p.
- BERGREN G. (1981): Atlas of seeds and small fruits of Northwestern-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morfological descriptions, Part 3: Salicaceae – Cruciferae. – Swedich Museum of Natural History, Stockholm, 260p.
- BIRKS H.H. (1973): Modern macrofossil assemblages in lake sediments in Minnesota. In: H.J.B. Birks et R.G. Weat [eds]: *Quaternary Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 173-190.
- BIRKS H.H. (2000): Aquatic macrophyte vegetation development in Kråkenes Lake, western Norway, during the late-glacial and early-Holocene. – *Journal of Paleolimnology* 23: 7-19.
- BJÖRK S. (1996): Postgalciální evoluce jezer a mokřadů In: Eiseltová M.[ed.] *Obnova jezerních ekosystémů - holistický přístup*, Wetlands International publ. 32., pp. 6-15
- BLINDOW I. (1992): Decline of charophytes during eutrophication: comparison with angiosperms. – *Freshwater Biology* 28: 9-14.
- BOUZEK J., BUCHVALDEK M., KOŠNAR L., PAVLŮ I., SKLENÁŘ K., SLÁMA J., STROUHAL E. et VENCL S. (1982): *Nástin evropského pravěku*, Univerzita Karlova 1982, 195p.
- BROECKER W., PETEET D. et RIND B. (1985): Does the ocean-atmosphere system have more than one stable mode of operation? – *Nature* 315: 21-26.
- BROŽEK B., BRABEC J., DVOŘÁK J., HADAČ E. et PŘEROVSKÝ K. (1966): *Pelografie ČSSR (Čechy a Morava); I. – Ložiska peloidů v českých zemích*. – Výzkumný ústav pro fyziatrii, balneologii, klimatologii, Mariánské Lázně, 218p.

- CAPPERS R.T.J. (1994): The identification of Potamogetonaceae fruits found in the Netherlands. In: Cappers R.T.J. [ed.]: An ecological characterization of plant macroremains of Heveskesklooster (the Netherlands); A methodical approach. – Rijksuniversiteit Gröningen, pp. 75-161.
- DAMBSKA I. (1964): Flora sładkowodnia Polski, Charophyta–Ramienice. – Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa, 126p.
- DRESLEROVÁ D., BRÍZOVÁ, E. RŮŽIČKOVÁ E. et ZEMAN A. (2004): Holocene environmental processes and alluvial archaeology in the middle Labe (Elbe) valley. In: Gojda M. [ed.]: Ancient lanscape, settlement dynamics and non-destructive Archaeology. – Academia, Praha, pp 121-171.
- FAEGRI K. ET IVERSEN J. (1964, 1975): Textbook of pollen analysis. – Munksgaard, Copenhagen, 328p.
- FIRBAS F. (1952): Spät- und nacheiszeitliche Walgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Zweiter Band: Walgeschichte der einzelnen Landschaften. – Gustav Fischer Verlag, Jena, 256p.
- FROLKING S., ROULET T., MOORE T. R., RICHARD P. J. H., LAVOIE M. et MULLER D. (2001): Modeling Northern Peatland Decomposition and Peat Accumulation. *Ecosystems* 4: 479-498.
- GLEBOV F.Z., KARPENKO L.V. et DASHKOVSKAYA I.S. (2002): Climatic changes, successions of peatlands and zonal vegetation, and peat accumulation dynamics in the Holocene (The west Siberia peat profile „Vodorasde“). – *Climatic Change* 55: 175-181.
- HAAS J.N. (1994): First identification key for charophyte oospores from central Europe. – *European Journal of Phycology* 29: 227-235.
- HOLUB J. (1995): RUBUS L. – ostružiník (maliník, moruška, ostružinec, ostružiníček). In: Slavík B. [ed.]: Květena ČR 4. – Academia, Praha, pp 54-206.
- HUNTLEY B. et PRENTICE I.C. (1993): Holocene Vegetation and Climates of Europe. In: Wright, H.E., Jr., Kutzbach, J.E., Webb III., T., Ruddiman, W.F., Street-Perrott, F.A. et Bartlein, P.J. [eds.]: *Global Climates since the Last Glacial Maximum*. – University of Minnesota, Minneapolis, pp. 136-168.
- HUNTLEY B. et BAXTER R. (2005): Vegetation ecology and global change. In: Maarel E. [ed.]: *Vegetation ecology*. – Blackwell Science Ltd, pp. 356-372.
- CHLUPÁČ I., BRZOBOHATÝ R., KOVANDA J. et STRÁNÍK Z. (2002): Geologická minulost České republiky. – Academia, Praha, 436 p.
- CHYTRÝ M. et TICHÝ L. (2003): Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision. – *Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis* 108: 1-231.
- ISARIN R.F.B. et BOHNCKE S.J.P. (1999): Mean July Temperatures during the Younger Dryas in Northwestern and Central Europe as Inferred from Climate Indicator Plant Species. – *Quaternary Research* 51/2: 158-173.

- JANKOVSKÁ V. (1980). Paläogeobotanische Rekonstruktion der Vegetationsentwicklung im Becken Třeboňská pánev während des Spätglazials und Holozäns. – Vegetace ČSSR A11, Academia, Praha, p. 149.
- JANKOVSKÁ V. (1997): Vývoj vegetace střední Evropy od konce poslední doby ledové do současnosti. – Lesnická práce 76/11: 409-412.
- JANKOVSKÁ V. (2000): Komoňanské jezero Lake (CZ, NW BOhemia) – unique natural archive. – Geolines 11: 115-117.
- JANKOVSKÁ V. (1995): Niva Lužnice na Třeboňsku v pozdním glaciálu a holocénu (pokus o paleoekologickou rekonstrukci). In: Květ R. [ed.]: Niva z multidisciplinárního pohledu. Sborník rozšířených abstrakt k semináři konanému 8.11.1995 v Geotestu v Brně, pp 32-33, Brno
- JOHN D.M., MOORE J.A. et GREEN D.R. (1990): Preliminary observations on the structure and ornamentation of the oosporangial wall in Chara (Charales, Chlorophyta) – Br. Phycol. J. 25: 1-24
- JORGA W., PIETSCH W. ET. WEISE G. (1982): Beiträge zur Ökologie und Bioindikation von *Trapa natans* L.. – Limnologica 14: 385-394
- JOWSEY P.C. (1966): An improved peat sampler. – New Phytologist 65:245-248.
- KAC J.N., KAC C.V. et KIPLANI M.G. (1965): Atlas i opredelitel' plodov i semyan vstrechayushchikhsyza v chetvertichnykh otlozheniyakh SSSR (An atlas and a key to fruits and seeds found in Quarternary deposits of Soviet Union). – Nauka, Moscow.
- KOMÁREK J. et JANKOVSKÁ J. (2001): Review of the Green Algal Genus *Pediastrum* ; Implication for Pollenanalytical Research. – Bibliotheca Phycologica 108, Berlin – Stuttgart, 127p.
- KÖRBER-GROHNE U. (1991): Bestimmungsschlüssel für subfossile Gramineen-Früchte (Identification key for subfossil *Gramineae* fruits). – Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 18:169-234.
- KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J. jun, KAPLAN Z., KIRSCHNER J. et ŠTĚPÁNEK J. [eds.] (2002): Klíč ke květeně České republiky. – Academia, Praha, 928p.
- KUBIAK-MARTENS L. (1996): Evidenence for possible use of plant foods in Palaeolithic and Mesolithic diet from the site of Calowanie in the central part of the Polish Plain. – Vegetation History and Archaeobotany 5:33-38.
- KUFEL L. et KUFEL I. (2002): Chara beds acting as nutrient sinks in shallow lakes – a review. – Aquatic botany 72(3-4) : 249-260.
- KOLIBÁČOVÁ S., MADĚRA P. et ÚRADNÍČEK L. (2001): Dřeviny rašelinišť a reliktních borů ČR. – Živa 2: 57-59.

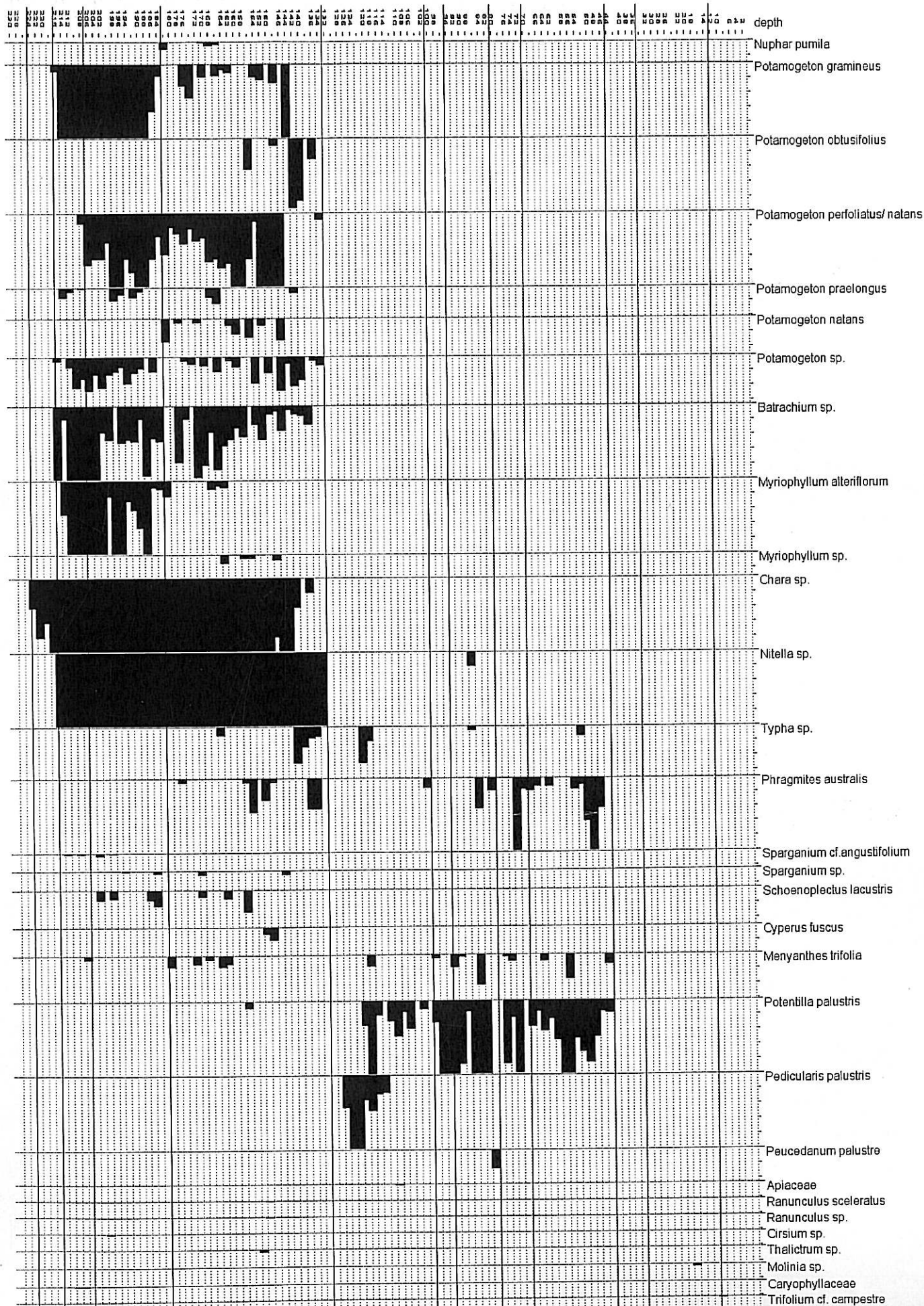
- LATALOWA M. (1999): Palaeoecological reconstruction of the environmental conditions and economy in Early medieval Wolin against a background of the Holocene history of the landscape. – *Acta Palaeobotanica* 39(2): 183-271.
- LOTTER A.F. (1988): Paläoökologische und paläolimnologische Studie des Rotsees bei Luzern. Pollen-, grossrest-, diatomeen- und sedimentanalytische Untersuchungen. – *Diss. Bot.* 124:1-187.
- LOTTER A. F., EICHER U., BIRKS H.J.B. et SIEGENTHALER U. (1992): Late glacial climatic oscillations as recorded in Swiss lake sediments. – *Journal of Quaternary Science* 7: 187-204.
- LOTTER A.F. et BIRKS H.J.B. (2003): The Holocene palaeolimnology of Sägistalsee and its environmental history – a synthesis. – *Journal Paleolimnology* 30: 333-342.
- LOWE J.J., AMMANN B., BIRKS H.H., BJÖRCK S., COOPE G.R., CWYNAR L., DE BEAULIEU J.-L., MOTT J.R., PETEET D.M. et WALKER M.J.C. (1994): Climate changes in areas adjacent to the North Atlantic during the last glacial-interglacial transition (14-9 kaBP): a contribution to IGCP-253. – *Journal of Quaternary Science* 9: 185-198.
- LOŽEK V. (1973): Příroda a člověk ve čtvrtohorách. – Academia, Praha,
- MADALSKI J. (1949): Cechy morfologiczne pestek europejskich gatunków *Potamogeton* (Tourn.) L. i klucz do oznaczenia ich szczątków dyluwialnych. – *Prace wrocławskiego towarzystwa naukowego, Seria B* 24: 11-23.
- MAGNY M., MARGUET A., CHASSEPOT G., RICHARD H. et BILLAUD Y. (2001): Early and late Holocene water-level fluctuations of Lake Annency, France: sediment and pollen evidence and climatic implications. – *Journal of Paleolimnology* 25: 215-227.
- MARJATTA A. (1970): Potamogetonaceae fruits. I. Recent and subfossil endocarps of the fennoscandian species. – *Acta Botanica Fennica* 88: 3-85.
- NALEPKA D. et WALANUSZ A. (2003): POLPAL – Program for counting pollen grains, diagrams plotting and numerical analysis. – *Acta Palaeobotanica Supplementum* 2: 659-661.
- NÖGES P., TUVIKENE L., FELDMANN T., TÖNNO I., KÜNNAP H., LUUP H., SALUJÕE J. et NÖGES T. (2003): The role of charophytes in increasing water transparency: a case study of two shallow lakes in Estonia. – *Hydrobiologia* 506-509: 567- 573.
- NOVÁK J. et SÁDLO J. (2005): Co způsobuje přítomnost nelesních druhů v borech na křídovém podloží? – Severočeskou přírodou, in press
- OZIMEK T. et KOWALCZEWSKI A., (1984): Long-term changes of the submersed macrophytes in eutrophic lake Mikolajskie (North Poland). – *Aquatic Botany* 19: 1-11.
- PACLTOVÁ B. et HUBENÁ E. (1994): To the history of forest formations of the central Labe-River region and to palaeoecological conditions at Hrabanov fen peat (Hrabanovská černava). Palynological study. In: Růžičková E. et Zemen A. [eds.]: Holocene floodplain of the Labe River. Contemporary state of research in the Czech Republic. Praha, pp. 66-67.

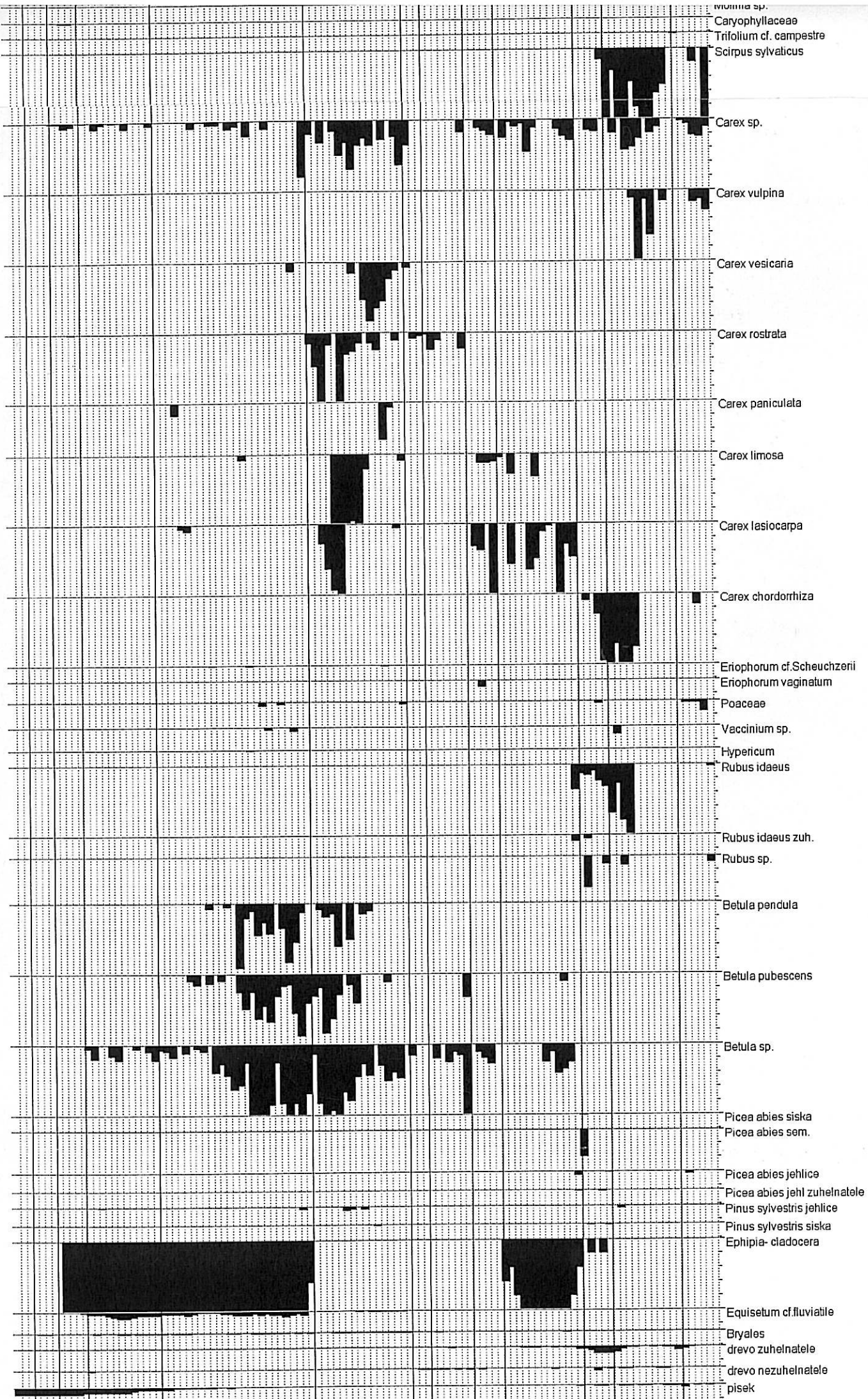
- PETEET D. (1995): Global Younger Dryas? – *Quaternary International* 28: 93-104.
- PETERSON G.M. Vegetational and Climatic History of the Western Former Soviet Union. In: Wright H.E., Kutzbach J.E., Webb T., Riddiman W.F, Street-Perrott F.A. et Bartlein P.J. [eds.]: *Global climates since the Last Glacial Maximum*. – University of Minnesota Press, Minneapolis, London, pp. 169-194.
- PETR L. (2005): Vývoj vegetace pozdního glaciálu a raného holocénu v centrální části České kotliny, diplomová práce. – dep. Univerzita Karlova.
- PISSART A. (1988): Pingos: an overview of the present state of knowledge. In: Clark M.J. [ed.]: *Advances in periglacial geomorphology*, John Wiley and Sons, Chichester, pp. 279-298.
- POKORNÝ P. (1999): Vliv mezolitických populací na krajinu a vegetaci: nové nálezy ze staršího holocénu Třeboňské pánve. – *Zprávy ČAS, Suppl.* 38: 21-22.
- POKORNÝ P. (2000): Paleoeekologie bývalého jezera Švarcenberk a vývoj okolní krajiny v pozdním glaciálu a holocénu [Palaeoecology of former lake +Svarcenberk and the Development of the Surrounding Landscape during the Late-glacial and the Holocen], Doktorská disertační práce [A dissertation]. – dep. Jiho4esk8 univerzita v +Cesk7ch Bud2jovic9ch, Biologick8 fakulta, Katedra botaniky.
- POKORNÝ P. (2002): A high-resolution record of Late-Glacial and Early-Holocene climatic and environmental change in the Czech Republic. – *Quaternary International* 91: 101-122.
- POKORNÝ P. et JANKOVSKÁ V. (2000): Long-term vegetation dynamics and infilling process of a former lake (Švarcenber, Czech Republik). – *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 35:433 -457.
- POKORNÝ P. et RŮŽIČKOVÁ E., (2000): Changing Environments During the Younger Dryas Climatic Deterioration: Correlation of Aeolian Deposits in Southern Czech Republic. – *Geolinea* 11: 89-92.
- PUCHMAJEROVÁ M. et JANKOVSKÁ V. (1978): Pylové diagramy z Třeboňské pánve. *Preslia* 50: 259-276
- RALSKA-JASIEWICZOWA M., GOSLAR T., RÓŻAŃSKI K., WACNIK A., CZERNIK J. et CHRÓST L. (2003): Very fast environmental changes at the Pleistocene/Holocene boundary, recorded in laminated sediments of Lake Gościąg, Poland. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 193: 225-247.
- REIMER P.J., BAILLIE M.G.L., BARD E., BAYLISS A., BECK J.W., BERTRAND C., BLACKWELL P.G., BUCK C.E., BURR G., CUTLER K.B., DAMON P.E., EDWARDS R.L., FAIRBANKS R.G., FRIEDRICH M., GUILDERTON T.P., HUGHEN K.A., KROMER B., MCCORMAC F.G., MANNING S., RAMSEY C.B., REIMER R.W., REMMELE S., SOUTHON J.R., STUIVER M., TALAMO S., TAYLOR F.W., VAN DER PLICHT J. et WEYHENMEYER C.E. (2004): *IntCal04 Terrestrial Radiocarbon Age Calibration, 0–26 Cal Kyr BP*. – *Radiocarbon* 46:1029-1058.

- RYBNÍČEK K. (1983): The environmental evolution and infilling process of a former lake near Vracov (Czechoslovakia). – *Hydrobiologia* 103: 247-250.
- RYBNÍČEK K. (1999): Společenstva pramenišť a rašelinišť. In: Petříček V. [ed.]: Péče o chráněná území I. Díl- Nelesní společenstva. – AOPK, Praha, pp 126-146.
- RYBNÍČEK K et RYBNÍČKOVÁ E. (1968): The history of Flora and Vegetation on the Bláto mire in Southeastern Bohemia, Czechoslovakia (Palaeoecological Study). – *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 3: 117-142.
- RYBNÍČEK K et RYBNÍČKOVÁ E. (1992): Past human activity as florogenetic factor in Czechoslovakia. – *Acta Botanica Fennica* 144: 59-62
- RYBNÍČKOVÁ E. et RYBNÍČEK K. (1972): Erste Ergebnisse Paläogeobotanischer Untersuchungen des Moores bei Vracov, Südmähren. – *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 7: 285-308.
- SOJÁK J. (1958): Klíč k určení plodů našich *Cyperacei* (excl. *Carex*). – *Preslia* 30: 43-58.
- SVOBODOVÁ H. (1997): Die Entwicklung der Vegetation in Südmähren (Tschechien) während des Spätglazials und Holozäns – eine palynologische Studie. – *Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich* 134: 317-356.
- TOBOLSKI K. et AMMANN B. (2000): Macrofossils as records of plant responses to rapid Late Glacial climatic changes at three sites in the Swiss Alps. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 159: 251-259
- VÄLIRANTA M., KULTTI S., NYMAN M. et SARMAJA KORJONEN K. (2005): Holocene development of aquatic vegetation in shallow Lake, Finnish Lapland, with evidence of water-level fluctuations and drying. – *Journal of Paleolimnology* 34: 203-215.
- VELLE G., LARSEN J., EIDE W., PEGLAR S.M. et BIRKS H.J.B. (2005): Holocene environmental history and climate of Råtåsjøen, a low-alpine lake in south-central Norway. – *Journal Paleolimnology* 33: 129-153.
- WASYLIKOWA K. (1986): Analysis of fossil fruits and seeds. In: Berglund B.E. [ed.]: *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. – John Wiley & Sons Ltd. Chichester, pp. 571-590.
- WATTS W.A. (1978): Plant macrofossils and Quarternary paleoecology. In: Walker D. et Guppy J.C. [eds.]: *Biology and Quarternary Environments*. – Astralien Academy of Science, pp. 53-67.
- WERNER K. (1986): Zur Bestimmungsmöglichkeit subfossiler Characeen-Oosporen an Beispielen aus Schweizer Seen. – *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* 131(4): 295-313.
- ZVELEBIL M. (1994): Plant use in the Mesolithic and its role in the transition to farming. – *Proceedings of the Prehistoric Society* 60: 35-74.

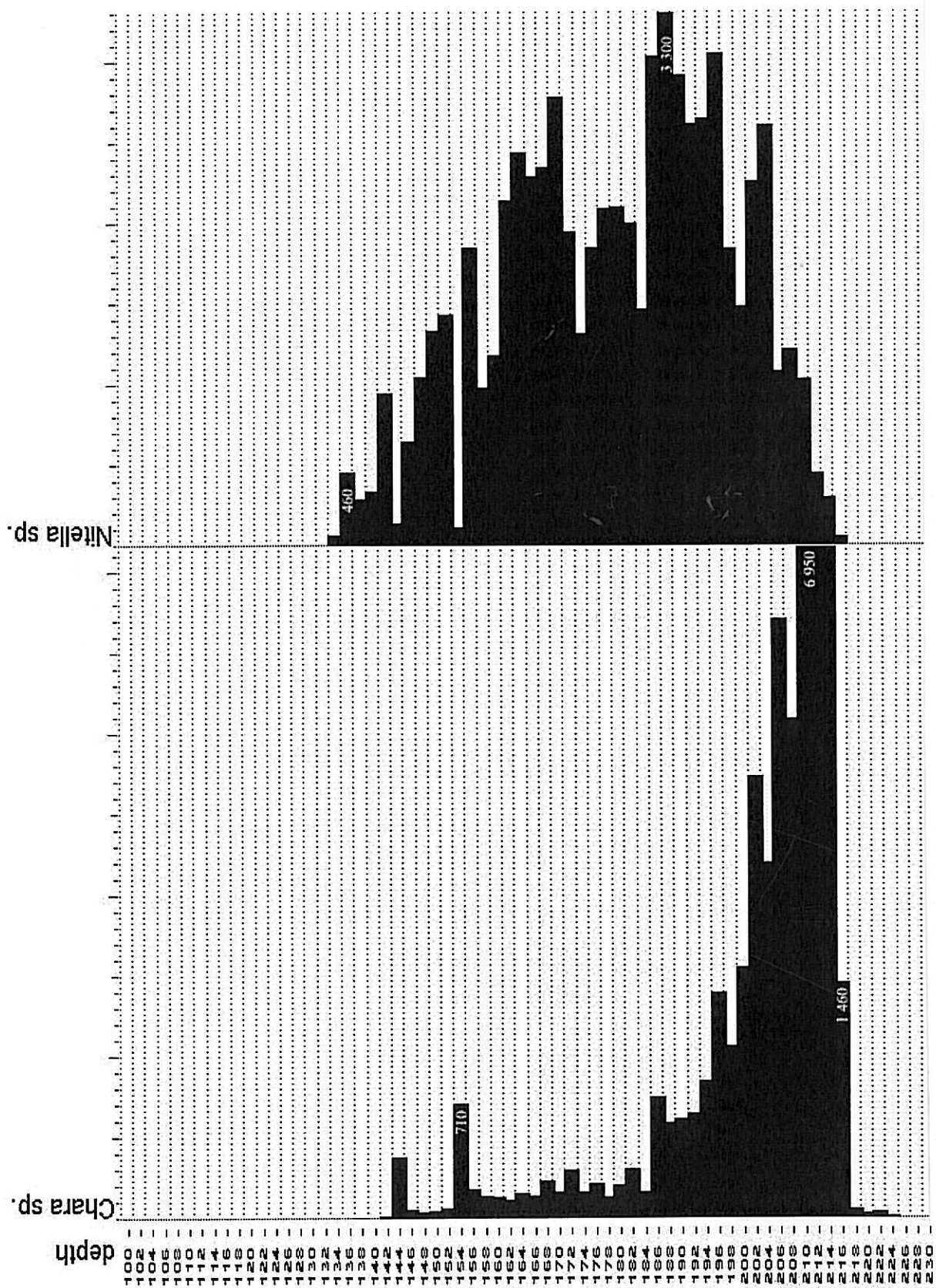
8. Příloha

Obr.8.1. Diagram výskytu a zastoupení rostlinných makrozbytků
– Velanská cesta



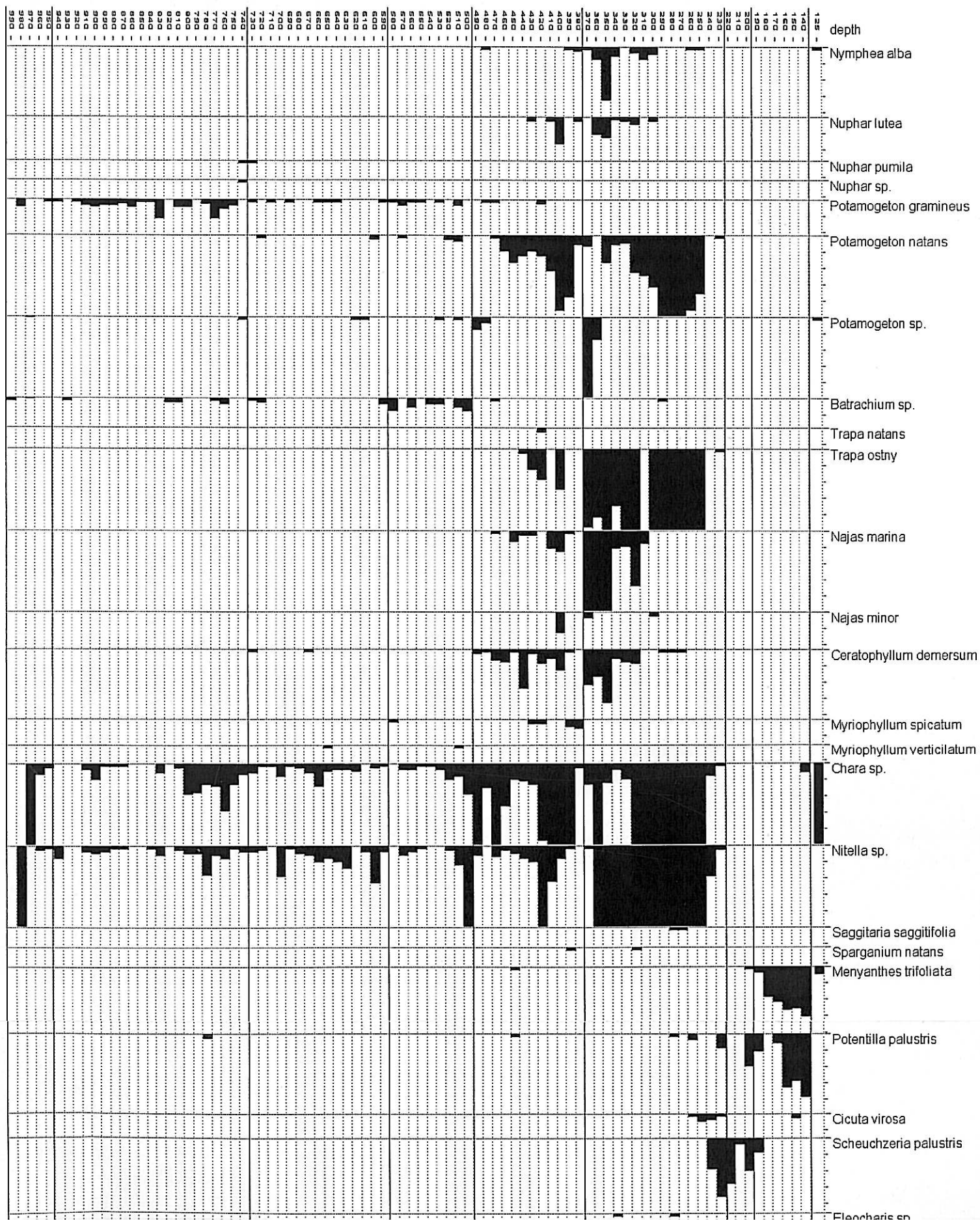


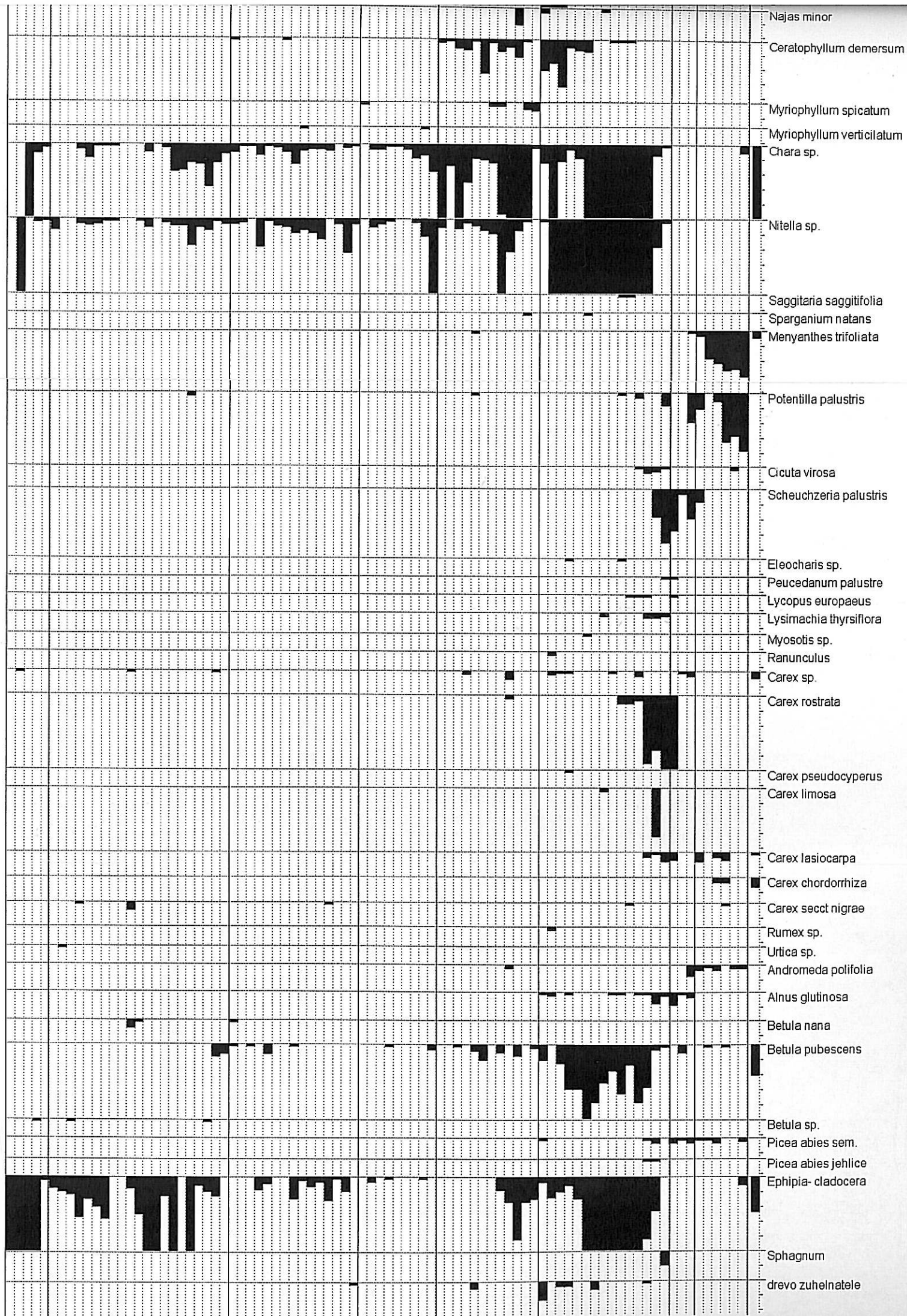
- ivornia sp.
- Caryophyllaceae
- Trifolium cf. campestre
- Scirpus sylvaticus
- Carex sp.
- Carex vulpina
- Carex vesicaria
- Carex rostrata
- Carex paniculata
- Carex limosa
- Carex lasiocarpa
- Carex chordorrhiza
- Eriophorum cf. Scheuchzerii
- Eriophorum vaginatum
- Poaceae
- Vaccinium sp.
- Hypericum
- Rubus idaeus
- Rubus idaeus zuh.
- Rubus sp.
- Betula pendula
- Betula pubescens
- Betula sp.
- Picea abies siska
- Picea abies sem.
- Picea abies jehlica
- Picea abies jehl zuhelnatele
- Pinus sylvestris jehlice
- Pinus sylvestris siska
- Ehipia- cladocera
- Equisetum cf. fluviatile
- Bryales drevo zuhelnatele
- drevo nezuhele
- pisek



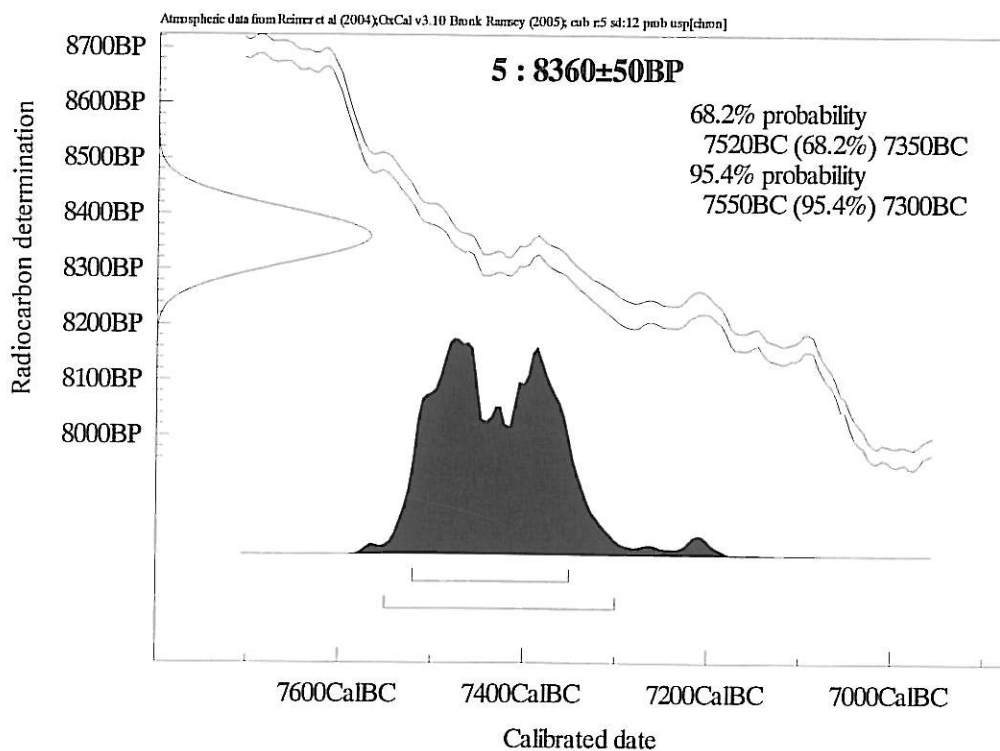
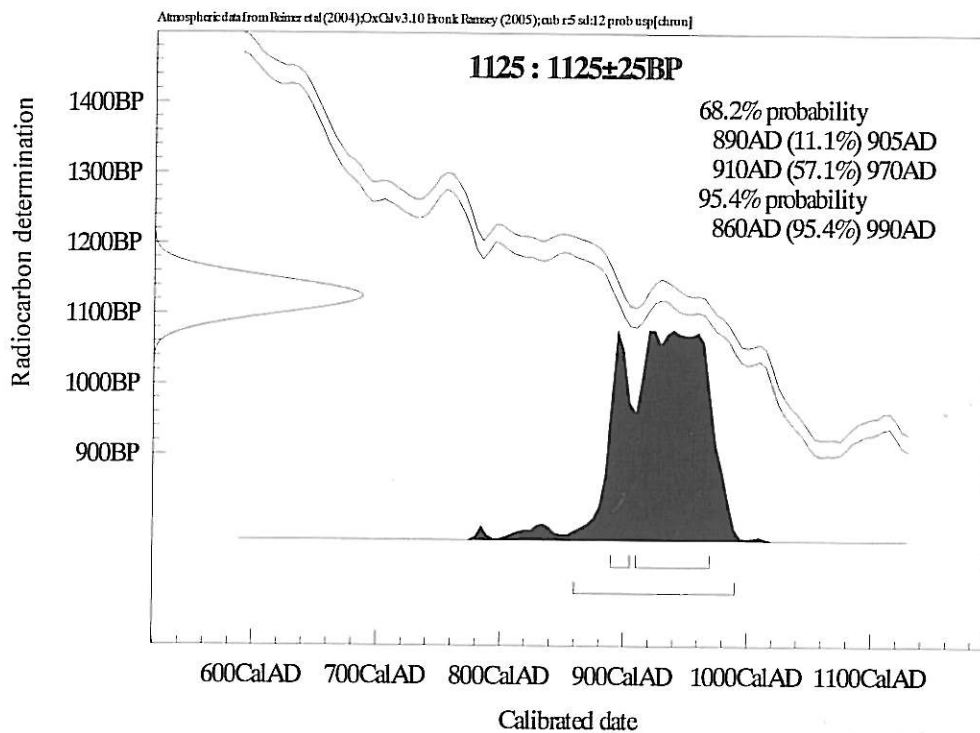
Obr.8.2. Výskyt řádu Characeae v jezerních sedimentech
- Velanská cesta

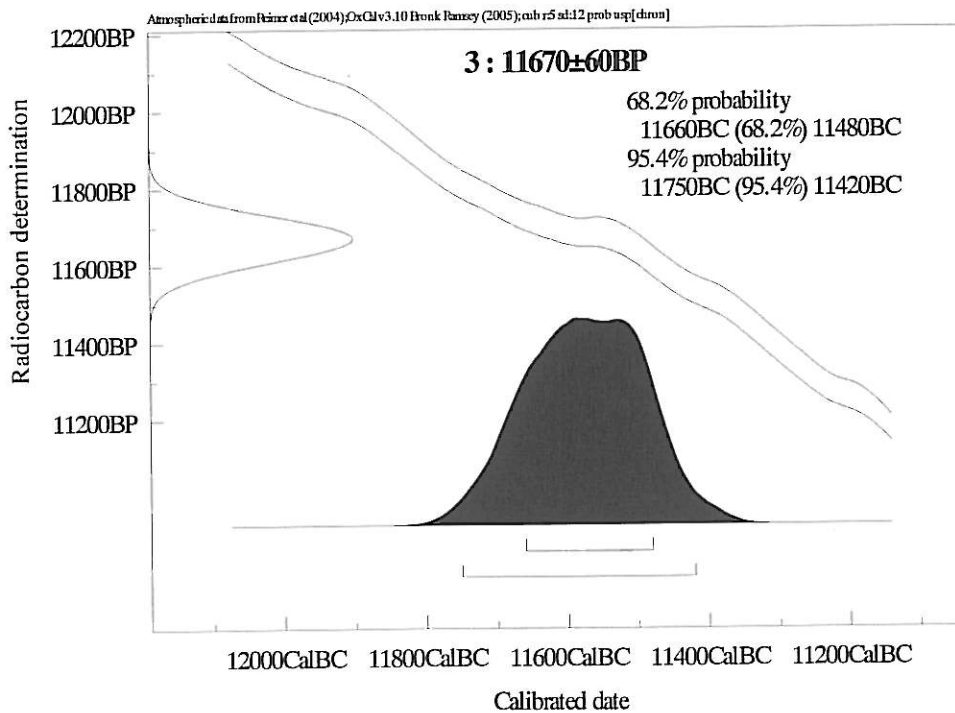
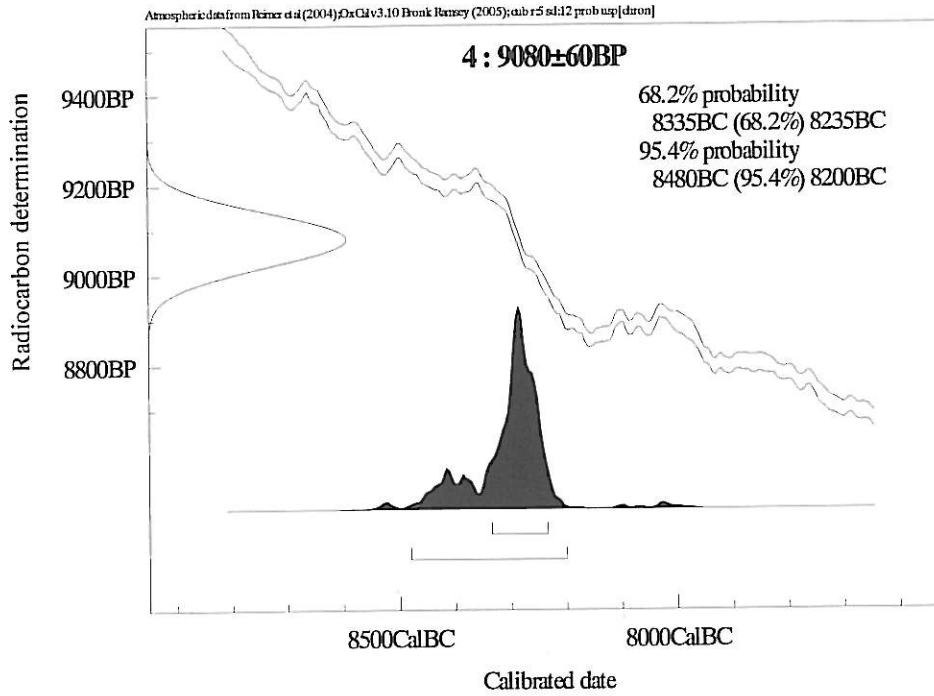
Obr.8.3. Diagram výskytu a zastoupení rostlinných makrozbytků
– Švarcenberk

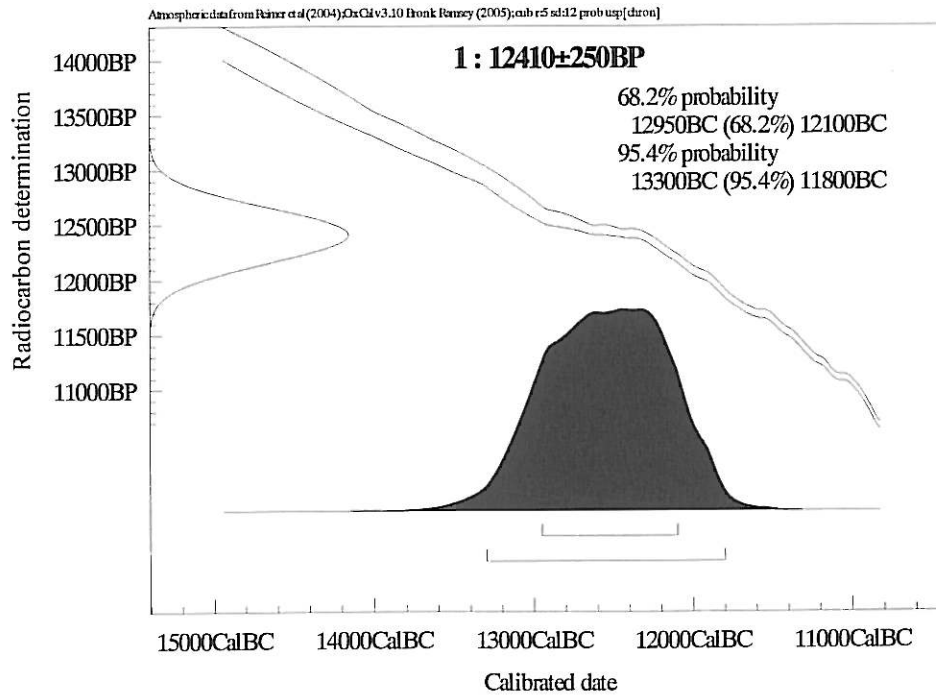
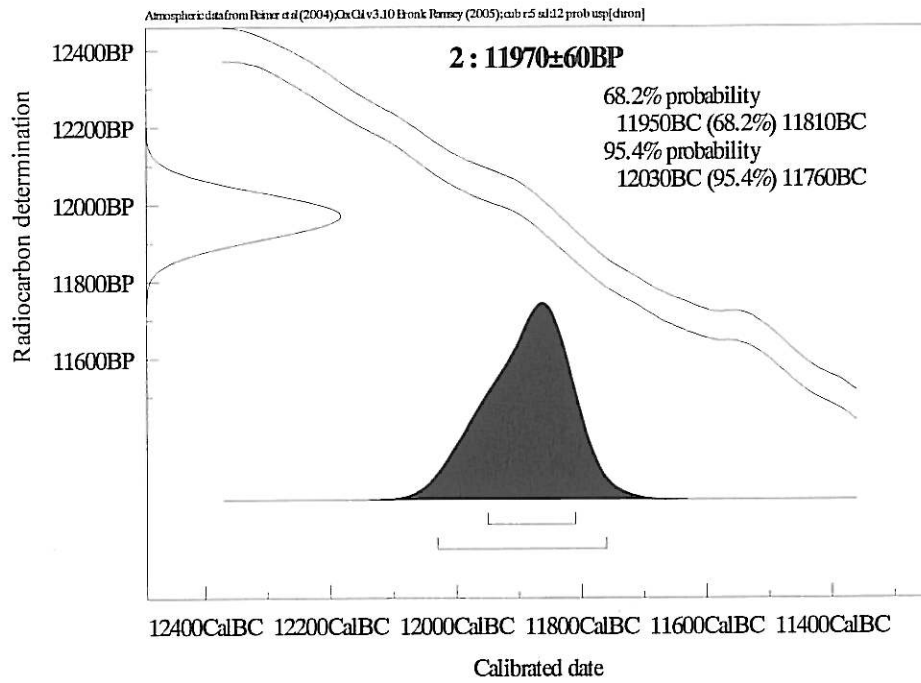




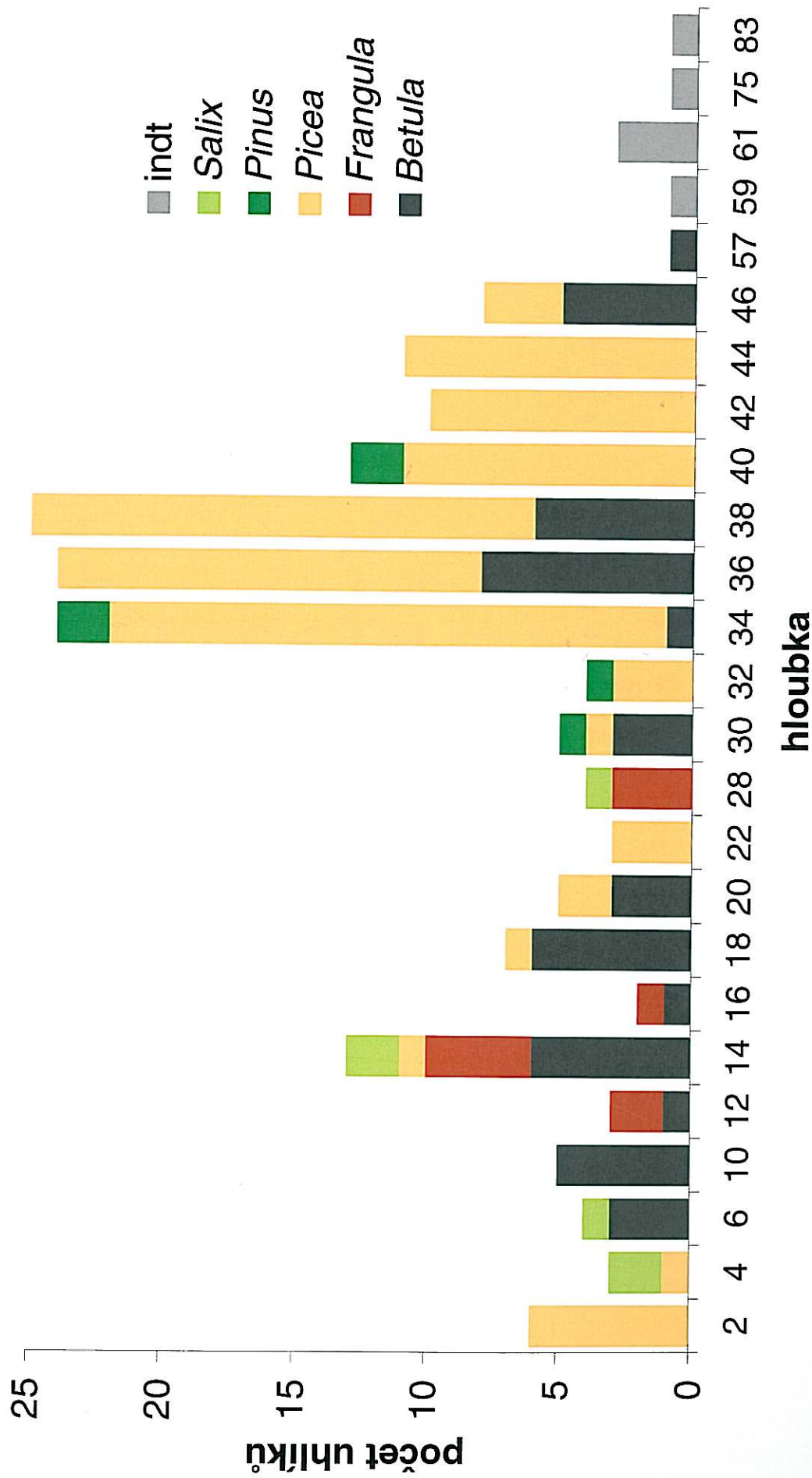
Obr.8.4. Kalibrační křivky pro data získaná C¹⁴ analýzou ze vzorků Velanské cesty







Velanská cesta, antrakologická analýza



Obr.8.5. Antrakologická analýza – Velanská cesta, analyzoval J. Novák

