

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta

Magisterská práce

2017

Bc. Barbora Jonášová

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta



**Srovnání semenné banky s recentní vegetací různých
stanovišť v nivě řeky Lužnice**

Magisterská práce

Bc. Barbora Jonášová

Školitel: Mgr. Alexandra Bernardová
Konzultant: RNDr. Jana Martínková, PhD.

České Budějovice 2017

Jonášová B., 2017: Srovnání semenné banky s recentní vegetací různých stanovišť v nivě řeky Lužnice. [Comparison of soil seed bank with actual vegetation in alluvial floodplain of Lužnice river. Mgr. thesis, in Czech] – 70 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace: The thesis reports comparison of soil seed bank with actual vegetation in alluvial sites of the upper stream of Lužnice river in respect to three biotopes. The study focuses on two different methods of soil seed bank investigation and aims to reveal the applicability of macrofossil analysis for palaeoecological records and its interpretation.

Klíčová slova: půdní semenná banka, říční niva, recentní vegetace, Lužnice

Keywords: soil seed bank, floodplain, actual vegetation, Lužnice river

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své magisterské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 12. 12. 2017

Bc. Barbora Jonášová

Poděkování:

Mé poděkování patří všem, kteří se přímo či nepřímo podíleli na vzniku této diplomové práce. Děkuji školitelce Saše Bernardové za cenné rady a uvedení do problematiky, garantu Jaromíru Benešovi za poslední revizi a poskytnutí skvělého místa pro práci, Šuspovi, Pětovi Blažkovi, Lukymu Veselému a Mácovi za rady ohledně statistiky, Jitce Klimešové a Janě Martínkové za poskytnutá data a konzultace, panu profesorovi Klausovi Oegglovi a jeho PhD studentce Marlies Ausserlechner za pomoc s určováním semen, Jirkovi Bumerlovi za rady ohledně GIS, Jindrovi Prachovi za rady týkající se historie, osazenstvu skvělé laborky LAPE a v neposlední řadě všem drahým přátelům a milované rodině za podporu.

1 Úvod.....	1
1.1 Niva a její význam.....	1
1.1.1 Definice říční nivy	1
1.1.2 Vymezení říční nivy z pohledu hydrologie a hydrobiologie	1
1.1.3 Vymezení říční nivy z pohledu geologie a geomorfologie	4
1.1.4 Vymezení říční nivy z pohledu pedologie	5
1.1.5 Vymezení říční nivy z pohledu botaniky	6
1.1.6 Význam říční nivy pro rekonstrukce vegetace.....	7
1.1.7 Antropogenní a přirozené faktory ovlivňující fungování nivy a jejich důsledky.....	8
1.2 Říční nivy a Lužnice v minulosti	9
1.2.1 Historie výzkumu.....	10
1.2.2 Dějiny oblastí okolo řeky Lužnice	11
1.2.3 Změny v nivě Lužnice ve středověku a novověku podmíněné člověkem.....	13
1.2.4 Vývoj vegetace řeky Lužnice v postglaciálu a holocénu	14
1.2 Půdní semenná banka	16
1.2.1 Přímé vybírání semen	17
1.2.2 Klíčící experimenty	17
1.3 Cíle práce	18
2 Materiál a metody	19
2.1 Vymezení a charakteristika zájmového území.....	19
2.1.1 Poloha zkoumané lokality.....	19
2.1.2 Geologie a geomorfologie studované oblasti	21
2.1.3 Klimatické poměry	22
2.1.4 Vegetace studované oblasti.....	23
2.1.5 Studované biotopy a jejich vztah k okolí.....	25
2.2 Metodika	26
2.2.1 Vegetační snímkování a odběry vzorků.....	26
2.2.2 Kultivace semen.....	29
2.2.3 Přímé zjišťování semenné banky	29
2.2.3.1 Proplavení vzorků.....	29
2.2.3.2 Určování a kvantifikace vybraných semen.....	30
2.2.4 Zpracování dat	31
3 Výsledky	32

3.1 Složení půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen	32
3.2 Složení půdní semenné banky zjištěné klíčovými experimenty	34
3.3 Aktuální druhové složení dané lokality	35
3.4 Porovnání variability půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen s recentní vegetací.....	36
3.5 Porovnání variability půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen s půdní semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty	42
3.6 Porovnání průměrných Ellenbergových indikačních hodnot pro druhy vzorků a snímků všech tří užitých metod zjišťování vegetace	48
3.6.1 Průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty pro světlo v rámci vybraných stanovišť a metod.....	48
3.6.2 Průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty pro vlhkost v rámci vybraných stanovišť a metod.....	49
3.6.3 Průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty pro půdní reakci (pH) v rámci vybraných stanovišť a metod	50
3.6.4 Průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty pro obsah živin v půdě v rámci vybraných stanovišť a metod	50
4 Diskuze.....	52
4.1 Porovnání variability půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen s recentní vegetací	52
4.2 Porovnání variability půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen s půdní semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty	57
4.3 Porovnání průměrných Ellenbergových indikačních hodnot pro druhy vzorků a snímků všech tří užitých metod zjišťování vegetace	62
5 Závěr	63
6 Bibliografie	64
7 Přílohy.....	I
8 Seznam příloh.....	XXX

1 Úvod

1.1 Niva a její význam

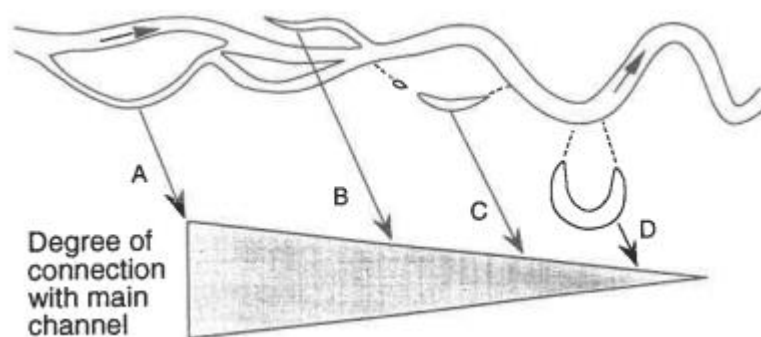
1.1.1 Definice říční nivy

Výsek krajiny, situovaný v náplavech holocenního stáří, nacházející se v bezprostřední blízkosti řeky, je označován jako niva. Je součástí říčního ekosystému, která se skládá ze samotného toku, zmíněné říční nivy a mnoha dalších dílčích objektů (Štěrba 2008). Niva je charakteristická svým plochým reliéfem a periodickými záplavami. Fluviální ekosystém je jeden z nejotevřenějších a nejčastějších přirozených ekosystémů vůbec (Prach et al. 1996). Vyznačuje se častými změnami také neperiodického charakteru především ve smyslu pohybu organické hmoty a toků energie, které vedou k erozně – akumulacním procesům. Procesy utváření nivního prostředí jsou předmětem studia hlavně geologických a geomorfologických věd, ale také environmentální archeologie (Brown 1997) Pochopení alespoň základů takového utváření je nicméně důležité pro každého, kdo se jakýmkoli způsobem zajímá o dění v prostoru kolem řek, především pak v případech, kdy je součástí studia vztah člověka k okolní krajině.

1.1.2 Vymezení říční nivy z pohledu hydrologie a hydrobiologie

Řeku můžeme chápat jako komplex biotopů a biocenóz proudících, stojatých, dočasných a podzemních vod a také přidružených terestrických ekosystémů s různými stupni závislosti na hlavním toku (Blandin and Lamotte 1985). Fluviální hydrosystém dosahuje různých velikostí, začíná pramenem a končí ústím. Se vzdáleností od úplného počátku se tak mění mnoho jejich vlastností. Těmi mohou být například nové a nové adaptační schopnosti organismů na měnící se podmínky nebo dostupnost zdrojů v trofických řetězcích. Podle těchto charakteristik určujících změny a složení biocenózy resp. řas, ryb a bentosu dělíme vodní toky na jednotlivé

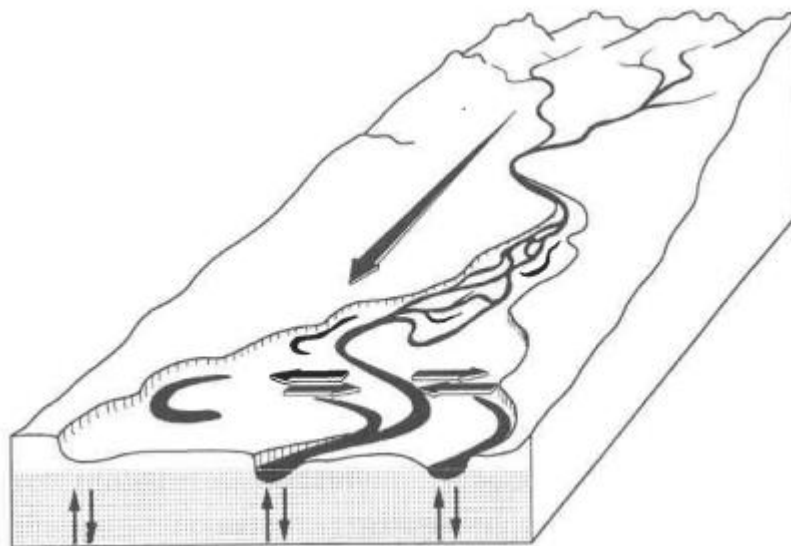
zóny: i) krenon jakožto přechodný biotop mezi podzemními a povrchovými vodami (např. pramen), ii) rhitron neboli spádová část s minimální sedimentací a prudkým kamenitým dnem (např. horský potok či bystřina) a iii) potamon nebo také dolní říční tok v nížině s dostatkem živin a štěrkopískovým dnem (Illies and Botosaneanu 1963). Potamon je právě ten úsek řeky, který zahrnuje říční nivu. Říční niva může mít různou šířku, na což odpovídají i organismy. Těmi jsou hlavně fytoplankton a zooplankton, skupiny Mollusca, Oligochaeta žijících na submerzní vegetaci a také makrofyty. Pro všechny skupiny organismů je společné, že stupeň jejich závislosti na hlavním toku klesá úměrně se zvětšující se vzdáleností (Obr. 1).



Obr. 1: *Stupeň závislosti všech organismů vodních těles v nivě úměrně klesá se zvětšující se vzdáleností od hlavního toku. Převzato z knihy Fluvial Hydrosystems (Petts and Amoros 1996).*

Skladbu vegetace ovlivňuje rovněž rychlost proudění. S ubývající rychlostí proudu přibývá množství makrofyt, přičemž svého maxima dosahují v heterogenním prostředí meandrů dolních toků a odlehlých pomalu tekoucích vodních tělesech. Takové biotopy jsou upřednostňovány rostlinami, které mají hojně členěné listy a dobře vyvinutý kořenový systém k upevnění k substrátu (např. *Batrachium*) a rozmnožují se svými fragmenty za účelem rychlé kolonizace nových území. Nejhlubší zóny toků jsou potom prostředím s výskytem rostlin se vzplývavými listy (např. *Potamogeton*, *Nuphar*, *Nymphaea*) nebo bez kořenů (např. *Lemna minor*,

Petts and Amoros 1996). Jiné schéma vytvořené k popisu vztahu mezi řekou, přilehlou nivou a organismy se nazývá „Koncept říčního kontinua“ (Vannote et al. 1980). Ideální model řeky je tak rozdělen do tří základních úseků (horní, střední a dolní tok) podle poměrné délky toku, typů břehové vegetace a klimatických podmínek. Fluviální hydrosystém a jeho environmentální prostředí včetně biocenózy pod říčním korytem lze popsat také jako území s podélným, obousměrným svislým a bočním rozměrem, které udávají směr vývoje všech složek nivy (Obr. 2).



Obr. 2: Říční systém jako trojrozměrný prostor. Převzato z knihy *Fluvial Hydrosystems* (*Petts and Amoros 1996*).

Vodní společenstva se nemění jen podél hydrodynamického gradientu toku odshora dolů, ale také v rozmezí šířky toku. I terestrická vegetace v okolí toku je ovlivňována hydrologickým režimem řeky a to hlavně sezónním zaplavením. Půdní horizont se se zvětšující se vzdáleností od hlavního toku stává více izolovaný od zásob podzemní i přívalové vody a půda tak mění svou texturu a podíl živin. Obecně platí, že písky, které jsou snadno promyvatelné, jsou spíše chudé s méně než

5% organického materiálu a naopak sedimenty glejových meandrů či mokřadů jsou živinově velmi bohaté s až 80% podílem organické hmoty (Pautou 1984). Tyto faktory způsobují rozrůznění vegetace podél výškového gradientu spolu se stářím a typem jednotlivých sukcesních stádií.

1.1.3 Vymezení říční nivy z pohledu geologie a geomorfologie

Oba tyto přístupy chápou nivu jako prostor depozice fluviálních sedimentů (Jakubínský 2015) v prostoru od pramene řeky až k samotnému ústí nacházející se zároveň mezi pravou a levou říční terasou (Štěrbá 2008). Jiní autoři nivu popisují jako geomorfologickou jednotku zahrnující holocénní akumulární říční rovinu (Rulf 1994). Niva je tvořena jak laterální akrecí tj. sedimentací uvnitř koryta, tak i vněkorytovým usazováním sedimentů neboli vertikální akrecí, kdy říční uloženiny přirůstají na aluviální nivě a tím dochází k vybřežení vodního toku z koryta do nivy. Geomorfologicky lze nivu rozdělit do tří oblastí podle funkcí, které plní – i) erozní, ii) transportní a iii) akumulární (Naiman et al. 2010). Jindy je niva členěna podle morfologických znaků na i) pořiční, vyskytující se na dolních tocích velkých řek, a ii) údolní, vyvinutou na dnech úzkých údolí horních a středních toků (Demek 1999). Dnešní nivy vznikly v nejmladší geologické minulosti během holocénu. Vývoj nivy započal klimatickou změnou na přechodu od pozdního viselského glaciálu (13 000 BC), která způsobila relativní ustálení koryt řek a změny jejich hydrologického režimu s narůstajícími srážkami. Samotné dotvoření říčních niv pak souvisí až s obdobím vrcholného středověku (cca od 1300 do 1500 AD) a narůstajícím vlivem člověka (Ložek 2003). Z geologického hlediska lze na říční nivu pohlížet jako na rovinné údolní dno aktivované při povodních, které je tvořeno horizontálně uloženými štěrkovitými, písčitými, hlinitými či jílovitými naplaveninami. Tyto sedimentární struktury se rozlišují na takzvané facie – termín používaný v geologii pro soubor znaků charakterizující horninové jednotky nebo celky (Petránek 1993). Jedná se hlavně o facii korytovou jakožto hrubší sedimenty uvnitř meandrů, facii povodňovou pro jemné povodňové hlíny a facii břehových valů a mrtvých ramen pro velmi jemné sedimenty obsahující vysoké procento humusu (Demek 1987). Distribuce jednotlivých naplavenin potom určuje tvar spolupůsobením větvení toku, vzniku

ostrovů či meandrů, svahových sesuvů, náplavových kuželů a jiných říčních těles formujících aluviální prostor (Jakubínský 2015). K detailnímu vyobrazení geologického podkladu studovaného území je vhodné využít geologických map v měřítku 1 : 25 000, které jsou vydávány Českou geologickou službou.

1.1.4 Vymezení říční nivy z pohledu pedologie

Z pohledu pedologie je niva územím výskytu hydromorfních půd na fluviálních sedimentech (Ložek 2003). Mezi nejčastější půdní typy, které lze v nivách řek spatřit, řadíme i) fluvizemě, ii) černice a iii) gleje (Obr. 3). Fluvizemě nebo také nivní půdy vznikly erozní činností v horních částech povodí a následně byly deponovány v nížinách. Často obsahují velké množství humusu a to až do hloubky 1 m (Němeček 2001). Jinde se uvádí, že fluvizemě jsou nejmladším půdním typem, který se objevil až po odlesnění krajiny v důsledku zemědělského hospodaření poblíž toků (Štěrbá 2008). Paradoxně však byly tyto půdy opět přínosem pro zemědělské účely a to pro svou úživnost. Černice, jako druhý nejrozšířenější typ nivních půd, jsou nazývány také jako lužní půdy. Jejich výskyt je typický pro aluviální sedimenty s hladinou podzemní vody kolem 1 – 2 m hluboké a terénní deprese černozemních oblastí. Černice jsou také velmi úrodnou půdou jílovitohlinitého charakteru s větším podílem humusu a živin. Třetím nejčastějším typem jsou potom glejové půdy. Vyskytují se hlavně podél menších toků v podhorských a horských oblastech. Jsou typicky šedomodré až nazelenalé barvy a vznikají v mělčinách, které jsou často nebo nepřetržitě zaplavovány. Jejich zbarvení souvisí s nedostatkem kyslíku, který pramení z redukčních podmínek při reakcích železa a manganu. Tyto podmínky velmi ztěžují výskyt organismů, včetně rostlin. Jejich význam tkví především ve schopnosti zadržovat vodu v krajině (Štěrbá 2008). Na Třeboňsku převládají primární pseudogleje a typické gleje, podél Lužnice pak glejové fluvizemě chudé na vápník (Culek 2005).



Obr. 3: Typy nivních půd a jejich profily. Zleva i) fluvizemě, ii) černice a iii) gleje. Jednotlivé fotografie převzaty z *Taxonomického klasifikačního systému ČR* (online, 2004).

1.1.5 Vymezení říční nivy z pohledu botaniky

Nivy vodních toků lze řadit mezi jedny z nejproduktivnějších a nejdiverzifikovanějších ekosystémů a zároveň nejohroženějších vůbec (Tockner and Stanford 2002). Zřejmě za to mohou četné disturbance, které jsou klíčovým faktorem zvyšování celkové biodiverzity. Ty mohou být přímé (záplavy a přínos bahnitých sedimentů, sucho, eroze, tvorba mělčin) nebo nepřímé (například změny v hydrochemickém gradientu) a mohou částečně nebo zcela pozměnit podmínky dosavadních stanovišť (Petts and Amoros 1996). Jedním z hlavních ekologických faktorů sukcese je právě inundační charakter nivy. Původně tak sice pomáhají zvyšovat a udržovat biodiverzitu daného místa, ale rovněž snižují počty druhů (Šaňková 2009). Disturbance v podobě záplav mohou vegetaci narušovat přímou degradací částí rostlin nebo destrukcí a obnovováním substrátu (Bendix and Hupp 2000). Erozně – akumuláční procesy jsou tedy jedním z důvodů, proč se vegetační

kryt nivy tolik odlišuje od okolní krajiny (Štěrba 2008). Obecně platí, že pionýrské druhy vyskytující se přímo v korytě řeky jsou nejlépe přizpůsobeny opakovanému zaplavování a jejich tolerance klesá s rostoucí vzdáleností od samotného toku. Rostliny v říčních nivách jsou také kromě povodní ovlivněny vysokou hladinou podzemní vody (Demek 1987), která způsobuje, že je nadzemní vegetace neustále zásobována vodou. Podle Huppa a Rinaldiho (2007) je možné k jednotlivým strukturám (břehy, agradační valy, říční terasy, záplavové pláne nivy či štěrkové lavice uvnitř říčního koryta) přiřadit určitá rostlinná společenstva. Obecně lze říci, že v minulosti dominovaly kolem řek lesy a v záplavových úsecích bylinné mokřady, které byly částečně nahrazeny kulturními rostlinami odlesněné krajiny (Štěrba 2008). Fluviální ekosystémy hrají důležitou roli v několika různých aspektech. Kromě plnění protipovodňové funkce se podílí například na tvorbě zásob podzemních vod nebo primární produkci (Demek et al. 2011). Zajímavým a hojně studovaným fenoménem jsou takzvané ripariální zóny (Forman and Godron 1986). Jedná se o přechodový vegetační ekoton, který se nachází na rozhraní mezi terestrickou a akvatickou částí daného území. Jeho význam spočívá především ve výměně materiálu a energie. Je důležitým zdrojem živých i neživých částí pro vodní ekosystémy. Není většinou snadné jej přesně vymezit, ale skýtá pestrá mozaiku prostředí a společenstev (Gregory et al. 2012). Ke zjištění detailního vymezení nivy z vegetačního hlediska lze využít například typologických map pro lesní společenstva nebo dat týkajících se rozšíření biotopů z mapování NATURA 2000 v měřítku 1 : 10 000. Biotopy, které se vyskytují v oblasti říční krajiny, lze rozpracované nalézt v Katalogu biotopů České republiky (Chytrý et al. 2001).

1.1.6 Význam říční nivy pro rekonstrukce vegetace

Říční niva je jedním z nejvhodnějších prostředí pro uchování rostlinných fosilních makrozbytků i živých semen v půdním profilu. Tato vlastnost dělá nivu důležitou pro archeobotanické a paleoekologické výzkumy. Někteří autoři (Ford 1979; Renfrew 1973) se přiklání spíše k termínu „paleoetnobotanika“ jakožto vědní disciplíně zkoumající vztahy mezi dávnými kulturami, vegetací a v tomto případě podmínkami

v rámci osidlované nivy. Částečně jsou za dobré zachování vlastností semen a jiných rostlinných částí zodpovědny časté anaerobní podmínky nivních sedimentů. Nedostatek půdního kyslíku je společný pro další typ prostředí, kde se semena zachovávají – rašeliniště. Většinou se v takových biotopech vyskytuje také nízké pH, což zachování rostlinných makrozbytků také vyhovuje. Vlhkost je ale zřejmě určující faktor. Svědčí o tom mimo jiné fakt, že nejlepší podmínky pro zachování jsou tvořeny v trvale vlhkých až vodních biotopech. Na všech ostatních stupních pomyslné vlhkostní škály se vyskytují činitelé, kteří přispívají k dekompozici veškerého organického materiálu. V takových případech se uchovávají jen fosilní makrozbytky. Kromě vlhkosti a kyselosti prostředí je důležitým faktorem i teplota resp. chlad. Makrozbytková analýza nebo také přímé určení semen je pro rekonstrukce vegetace velmi užitečná, protože semena se dají do jisté míry dobře určovat i do druhu (Birks and Birks 1980; Mannion 1986; Watts 1978) a na rozdíl od pylových analýz poměrně dobře reflektují lokální podmínky (Field et al. 2000). K určování stáří archeobotanických či paleoekologických nálezů samotné nivy a jejich jednotlivých sedimentů pak slouží například radiokarbonové datování ^{14}C , datování za pomoci thoria ^{230}Th či dendrochronologie k dataci dřev pohřbených v nivě (Rulf 1994) a případně jako datovací prostředek slouží archeologické artefakty (Beneš 1995).

1.1.7 Antropogenní a přirozené faktory ovlivňující fungování nivy a jejich důsledky

Kromě přirozených vlivů působících v říčních ekosystémech jsou jejich součástí také změny vyvolané činností lidskou. Přirozené změny mohou být způsobeny endogenními silami (tektonické pohyby) nebo exogenními silami (sedimentací materiálu, přehrazení toku sesuvem (Naiman et al. 2005). Antropogenní změny zahrnují především přeměnu rovinných a úrodných říčních niv za účelem odlesnění a následného vytvoření orné půdy. Malé horské potoky byly zpravidla ušetřeny důsledků intenzifikace zemědělství kvůli členitému reliéfu a tím nevhodných ploch k obhospodařování. Antropogenní vliv může být přímý či nepřímý. V prvním případě se často jedná o zásahy přímo v korytech řek. Ty zahrnovaly napřimování koryta za účelem odvodu „přebytečné“ vody, čímž zanikaly četné tůně a ramena, ale

také zpevňování břehů a dna nebo jejich zahloubení. Nepřímé ovlivnění pozorujeme jako celkové změny v charakteru využívání území celého povodí. Tyto změny vedou k narušení přirozeného hydrologického režimu, ovlivňují dostupnost vodních zdrojů úzce spojenou s retencí půdy, přirozené habitaty pro faunu a flóru, ale i mikroklimatické poměry. Změny se tak odrážejí na hydrologickém cyklu celé krajiny (Demek et al. 2011; Pithart and Křováková 2012) a přispívají k agradaci nivy jejím pohřbením pod vrstvami dalších aluviálních sedimentů. Změny mohou být ale někdy také prospěšné. Některé antropogenně podmíněné změny pozitivně ovlivnily zachování biodiverzity a dalších environmentálních hodnot nivy. Například vzniklé vlhké louky představovaly vhodný biotop pro vlhkomilné druhy rostlin i živočichů otevřené krajiny a některé mlýnské náhony či budované rybníky zase poskytly náhradní stanoviště pro množství významných, někdy i ohrožených druhů živočichů.

Většina provedených změn menšího charakteru zanechala stopy, jejichž důsledky pro biotu lze zmírnit nebo zcela zvrátit k původnímu stavu. Nejvýznamnější změnu představuje výstavba velkých údolních přehrad, které u nás začaly vznikat po roce 1945. Jejich budování zejména v hlubokých a kaňonovitých údolích znamenalo naprostý zánik nivy v poměrně dlouhých úsecích a následné znehodnocení přírodních hodnot i ve zbývajících úsecích údolního dna postiženého toku (Jakubínský 2015).

1.2 Říční nivy a Lužnice v minulosti

Řeka byla vždy dominantním činitelem krajiny. Kromě krajinoformujících procesů však hrála důležitou roli v životech našich předků. Právě vztah mezi vodními toky a člověkem definuje historii řeky. Člověk pravděpodobně začal ovlivňovat dnešní nivní území již na počátku holocénu (kolem 10 000 BC) ale spíše nepřímo, například odlesňováním, vypalováním a podobně. Vliv lidí na proces tvorby niv - ukládání nivních hlín - nastal patrně později, po odlesnění daného povodí. V případě nížinných řek v teplých oblastech mohlo toto probíhat od neolitu,

v případě Lužnice patrně mnohem později. Mnoho autorů dnes tedy zastává názor, že holocenní niva je právě výsledkem zvýšené intenzity antropogenní činnosti v krajině (Beneš 1995; Opravil 1983; Rulf 1994). První lidské aktivity probíhaly zřejmě v oblastech říčních teras se štěrkopískovými půdami, na nichž se patrně místy vyskytovala řídká vegetace bylin a dřevin. Dá se tedy předpokládat, že člověk začal obývat říční břehy kvůli dostupnosti pitné a užitkové vody spíše než kvůli úrodné půdě či zakládání prvních sídel, protože niva, jak ji známe, se vyvíjela v holocénu jen velmi pozvolně, na menších tocích, jako je Lužnice až v průběhu středověku (Pokorný – Vrbová 2001, Nováková et al. 2008) Tyto funkce začala údolní dna, alespoň u větších řek, částečně plnit až s nárůstem sedimentace, která podmínila vznik samotné nivy v pozdním holocénu (1250 – 700 BC). Opravil (1983) předpokládá významnější vývoj niv českých a moravských řek až v období raného až vrcholného středověku (500 – 1300 AD), ale záleží na konkrétním povodí, jeho reliéfu a s tím souvisejících erozně – akumulacích procesů. Obecně je složité určit dataci prvotního osídlení říční nivy, Opravil (1983) jej zařadil až do období mezi 9. - 13. stoletím, ale existují i doklady o dřívějším osídlení prostoru nivy v době, kdy ještě nebyla vytvořena (Beneš 1995). V případě řeky Lužnice lze očekávat sedimentaci hlín v dnešní nivě také přibližně od raného středověku, v souvislosti s osídlením v okolí dnešního města Weitra.

1.2.1 Historie výzkumu

Lužnice byla podrobována výzkumům nejprve ložiskovými geology, hydrogeology či vodohospodářskými pracovníky. Zájem se ubíral spíše směrem k přípravě ložisek štěrkopísku k těžbě, zdroji pitné vody a návrhům vodohospodářských úprav koryta za účelem snižování rizika záplav. Zemědělci se zase snažili přístupné části nivy využít k lukaření a to často za použití sklizňové techniky, čímž se výrazně pozměnil reliéf krajiny mezi Halámkami a Suchdolem nad Lužnicí. Ochranařsky laděné výzkumy započaly na Lužnici až v roce 1985 (Černý 1994).

1.2.2 Dějiny oblasti okolo řeky Lužnice

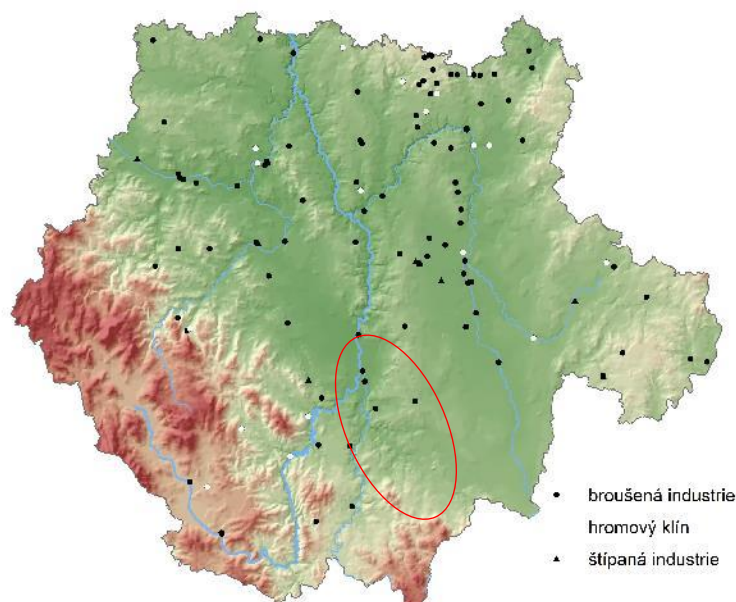
Lužnice nese svůj nynější název nepochybně kvůli své poloze náležející lužní krajině asi od druhé poloviny 12. století. Z historických pramenů je ale zřejmé, že se ještě dříve jmenovala Lunzenzie či Lvsnitz (Fridl 1969). Dnes se německy nazývá Lainsitz či Luschnitz.

Historický vývoj dolního toku Lužnice od Tábora k ústí do Vltavy u Týna nad Vltavou je poměrně dobře zmapován. Archeologické výzkumy zjistily osídlení mladší době kamenné (8 000 – 5000 BC) v okolí soutoku Lužnice a Vltavy (Beneš – Chvojka 2007). Od starší doby bronzové (2200 – 1300 BC) po raný středověk (530 – 1000 AD) je osídlení v okolí nivy Lužnice registrováno jako pravidelné a víceméně nepřetržité (Chvojka et al. 2012).

Největší osidlovací vlnu zažívala Lužnice během 13. století (Pokorný and Vrbová 2001) a postupně se tak vytvořila poměrně stabilní síť osad v její blízkosti. Prakticky všechny současné obce na dolním toku byly založeny před 15. stoletím, kdy byl osidlovací proces ukončen. Neatraktivnější lokality byly již obsazeny a přírodní podmínky nedovolovaly hustší osídlení. Později přibývaly spíše samoty, myslivny a vrchnostenské dvory a nové osady zanikaly a vznikaly bez dalšího rozšiřování území.

Pravěký kontext horní části Lužnice není zatím zcela znám. To může být zapříčiněno nedostatkem archeologických výzkumů (Justová 1990; Vondrovský et al. 2017) nebo nepříznivými podmínkami k osídlení vzhledem k povaze okolní mokřadní krajiny znemožňující vodní dopravu i stavbu obydlí. Existují domněnky, že území mohlo být osídleno během mezolitu (střední doba kamenná, 10 000 – 5500 BC) (Nováková et al. 2008). Dlouho nebyly známé prakticky žádné údaje potvrzující výskyt pravěkých osad období neolitu (mladší doba kamenná, u nás cca 5500 - 4000 BC), tedy prvního známého výskytu zemědělské kultury při dolním toku na soutoku Lužnice a Vltavy (viz výše). Z jižních Čech je v současnosti známo asi 162 neolitických lokalit a pro horní část Lužnice lze uvažovat pouze 2. Zaprvé

lengyelské nálezy z Vlkovské pískovny z období pozdního neolitu, které postrádají jasnější nálezový kontext (Vondrovský et al. 2017) a zadruhé podobné nálezy zjištěné v jeskyni na Kaiblsteinu u rakouského Brand-Nagelbergu (Penz 2004), což podle Vondrovského et al. (2017) pouze „ilustruje problém s užíváním správně – politických hranic při sledování pravěkého osídlení“. Nedávné výzkumy neolitického osídlení v okolí Veselí nad Lužnicí zatím nebyly podrobně prezentovány (Obr. 4).



Obr. 4: *Prostorové rozmístění archeologických lokalit s nálezy neolitické kamenné industrie v jižních Čechách. Převzato z Vondrovský et al. (2017) a podrobno jednoduché grafické úpravě k vyzdvižení oblasti při horním toku řeky Lužnice a znázornění dvou nálezových lokalit – Vlkovská pískovna a Kaiblstein.*

Oblast Vitorazska, kde se horní tok nachází, nese jméno podle tehdejšího správního centra regionu rakouského hradiště Stará Vitoraz – Altweitra. V raném středověku zřejmě nebyla součástí Čech doby knížecí a stejně je tomu od roku 1276. Zjevná je

vazba na Podunají spíše než na Čechy, což naznačuje odlišný vývoj oblastí od ostatních částí jižních Čech. Může to být snad zapříčiněno svou izolací mokřady Třeboňska a masivem Novohradských hor.

1.2.3 Změny v nivě Lužnice ve středověku a novověku podmíněné člověkem

Sídelní síť podél řeky Lužnice se postupně rozšiřovala. Osídlení bylo doprovázeno stavbou vodních děl, jakými jsou například mlýny, jezy či mosty a také polním a lesním hospodářstvím. Seno na nově vzniklých loukách sloužilo potřebám chovaného zvířectva. Mnoho autorů se dnes shoduje, že se díky těmto typům hospodaření začal měnit vegetační kryt v říční nivě a hydrologický režim řeky, který znamenal dvě přirozená rozvodnění ročně. Zvýšila se tak povodňová aktivita, která zapříčinila stěhování osad dále od vody (Kotyza et al. 1995) a budování systému rybníků. Ty měly totiž kromě rybochovné funkce také funkci přerozdělování vody v krajině. Rybníkářství na Třeboňsku zažilo největší rozmach mezi 14. a 15. stoletím budované především rody Vítkovců, Rožmberků a Schwarzenbergů a zaznamenalo úpadek v 18. a počátku 19. století.

Přesné záznamy povodňové aktivity jsou obtížně dohledatelné před rokem 1850. Pokud voda nezpůsobovala výraznější škody, nebyl důvod rozliv zaznamenávat. Kronikáři zapisovali povodně jen pokud byly nečekané a případně devastující. Například rožmberský kronikář Václav Břežan píše, že v červnu roku 1582 velká voda „na panství bechyňským velikú sumu dříví k plavbě zhotoveného pobrala...” (Břežan 1985). Mimo kronikáře si zvýšenou hladinu vody zaznamenávali i mlynáři, protože povodeň byla vážnou hrozbou pro zbudované mlýny (Prokop 2006).

Kromě rybníků byly budovány i odvodňovací kanály. Sloužily rovněž k odvodu přebytečné vody z terasy do řeky a propojovaly tůně mezi sebou. Jednou z těchto struh je i Zlatá stoka zbudovaná na počátku 16. století a také Nová řeka v letech 1585 – 1587. Oba kanály měly rozšířit oblast zaplavované nivy a tím mírnit povodňové vlny. Na horní Lužnici bylo postaveno jen pár mlýnů a pil. Náhony dokonce jen u jezu Na Primárně a v Suchdole nad Lužnicí. Mlýn bez náhonu přímo

u hráze jezu pak byl vystavěn v Nové Vsi nad Lužnicí. Jezy Pilař a Rozvodí jsou bez mlýnů. Větší vodohospodářské zásahy postihly tento úsek až ve 20. století za účelem zvýšení kapacity průtoku. Zmíněné jezy byly přestavěny a úseky pod nimi i nad nimi částečně zregulovány. Nad jezy úpravy vyžadovaly napřímení a rozšíření koryta, aby byl zvýšen spád řeky. Takové změny mají vliv na celou okolní nivu, včetně jejich tůní, které mohou podlehnout zazemnění a úplnému zaniknutí. Regulovaný úsek ovlivňuje erozně – akumulační procesy i v neregulovaných částech, a to především v době povodní, kdy je niva nejvíce náchylná vůči boční i hloubkové erozi (Černý 1994).

1.2.4 Vývoj vegetace řeky Lužnice v postglaciálu a holocénu

Třeboňská pánev je díky svým zamokřeným půdám vhodná pro paleoekologické studie. Vlhkost substrátu napomáhá uchování semen i pylových zrn. Jedním z provedených výzkumů je půdní profil a získaný pylový diagram rekonstruuující posledních 2500 let přímo z nivy Lužnice u Halámek, což odpovídá námi studovanému území v rámci rezervace Horní Lužnice (Jankovská 1996). Z nálezů lze usoudit, že mezi lety 800 - 500 BC až do 13. století se vyskytovaly rody *Alnus* a *Picea* se zástupci čeledi Polyodiaceae v podrostu a méně často *Frangula*, *Salix* a *Betula* s druhy čeledí Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Apiaceae a Ranunculaceae. Nejméně byly zastoupeny rody *Pinus* a *Fagus*, ve vyšších polohách nivy pak druhy *Quercus robur*, *Tilia cordata* a *Fraxinus excelsior*. Zhruba v polovině dvoumetrového profilu byly zjištěny antropogenní indikátory signalizující vliv člověka na krajinu. Ubývá *Abies alba* a přibývá *Plantago lanceolata*, obilí (Cerealia) a ruderalní druhy. Pyl rostlin *Echium*, *Artemisia*, *Anthroceros punctatus* signalizuje zakládání polí. Že se zde ve středověku lužní lesy přeměňovaly na ornou půdu svědčí i úbytek olší (*Alnus*) a přibývání vrb (*Salix*).

Další z profilů V. Jankovské byl proveden na lokalitě Červené Blato, které se také nachází na území Třeboňské pánve jihovýchodně od Šalmanovic, ale již mimo nivu řeky Lužnice (Jankovská 1980). Pozdní glaciál představoval pro okolí horní toku subarktické a chladné podmínky s otevřenou krajinou, slatiništi a mnohými vodními útvary s vegetací typu *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, *B. pendula*, *B. nana*,

Juniperus communis, *Populus tremula* a vrby (*Salix*). V bylinném patře převahovaly čeledi Ericaceae a Vacciniaceae. Na úživnějších půdách trávničky preferující vlhké prostředí s rody *Filipendula*, *Ranunculus*, *Carduus*, *Lychnis* či *Cardamine*.

Během raného holocénu (8300-6800 BC) se stále ještě objevuje raně post-glaciální vegetace (Walker et al. 2012). Dále se objevují druhy *Polygonum bistorta*, *Knautia*, *Valeriana officinalis*, *Polemonium coeruleum*, *Geranium*, *Geum*, *Pleurospermum austriacum*, *Sanguisorba officinalis* či *Succisa pratensis*. Postupně expandovaly *Phragmites australis* a *Filipendula ulmaria*. V okolí nedaleké nivy se předpokládá *Pinus sylvestris* a břízy (*Betula*).

Přelom raného a středního holocénu (6800-5000 BC) znamenal prudší oteplení i rozvoj vegetace včetně lužních lesů (Jankovská and Holásek 1988). Krajinně dominovaly vrby (*Salix*), *Phragmites australis* a ostřicovité (Cyperaceae). Do nivy pronikly smíšené doubravy (*Quercetum mixtum*).

Střední holocén a počátek pozdního holocénu (5000-2500 BC) byl ve znamení teplých a vlhkých podmínek, což přispívalo mimo jiné k tvorbě meandrů, říčních ramen a tůní. Nováková et al. (2008) na základě průzkumu bývalého jezera „Velanská cesta“, nacházejícího se 3 km západně od Českých Velenic, předpokládá v době raného i středního holocénu vyšší zastoupení *Corylus avellana* a ostřicovitých (Cyperaceae) než Jankovská (1980), což by znamenalo otevřenější charakter krajiny. Podobné podmínky se očekávají i pro konec středního a začátek pozdního holocénu (2500-500 BC) byť zde proběhlo mírné ochlazení. Počátek středního holocénu zřejmě doprovází první výskyty *Abies alba* (Nováková et al. 2008, Jankovská 1980). Podle V. Jankovské se v této době objevovala poměrně rozsáhlá rašeliniště, která do jisté míry bránila prostoupit okolí. Hlavní migrační cesty tedy zřejmě vedly po řece. První osídlení se předpokládá při březích Lužnice právě v této době (Beneš 1978), ale dnes již existují důkazy o mezolitickém osídlení mezi 8000 – 5000 BC (Nováková et al. 2008; Pokorný 1999).

V pozdním holocénu (500 BC až 1300 AD) se zřejmě již neudály výraznější změny ve složení vegetace kromě antropogenních zásahů (viz předchozí kapitola), které

kulminovaly během 16. století masivnějším využíváním a kácením jedle bělokoré (*Abies alba*) a expanzí borovice lesní (*Pinus sylvestris*) na narušená stanoviště. Ta se nacházela v nížinné pánvi, zatímco *Fagus sylvatica* ve vyšších polohách. Kromě toho byla patrně po celou dobu rašeliniště s *Pinus rotundata*. Novodobým hospodařením byly patrně původní lesy postupně nahrazovány vysazenými borovicemi (*Pinus sylvestris*) a smrkem (*Picea abies*).

1.2 Půdní semenná banka

Půdní semennou banku lze charakterizovat jako soubor životaschopných semen v půdě (Roberts 1981). Poprvé byla pozorována Charlesem Darwinem již okolo roku 1859, když pozoroval semenáčky klíčící ze sedimentu odebraného z rybníka. Kromě semen rostlin vyskytujících se na dané ploše mohou semenné banky obsahovat i semena vzdálenějších druhů nebo rostlin, které na daném místě rostly v minulosti (Brown 1992). Významu půdních semenných bank si povšimli především ekologové a evoluční biologové kvůli svému významu zachování genetické diverzity druhů v rostlinných společenstvech (Templeton and Levin 1979; Thompson and Grime 1979). Její význam tedy mimo jiné tkví v možnosti obnovy narušených či zničených stanovišť (Bakker et al. 1996; McDonald et al. 1996). Obnovení semenné banky může ale trvat velmi dlouho (Willems and Bik 1998). Semena mají různou dobu životnosti a často podléhají dormanci, tedy oddálení klíčení. Semena začnou klíčit až po porušení dormance, což bývá vyvolané vlivem vnějších podmínek souvisejících většinou se změnou teploty či vlhkosti. Od roku 1969 bylo publikováno 10 různých systémů klasifikace půdních semenných bank s 3 – 12 kategoriemi (Csontos and Tamás 2003). Hlavním rozlišovacím faktorem byla životnost semen, ale i typy dormance či klíčení. Nejčastějším uznávaným systémem klasifikace půdní semenné banky je v dnešní době rozdělení na základě její vytrvalosti na i) přechodnou semennou bankou se semeny klíčícími do jednoho roku, ii) krátkodobou semennou bankou, která odráží aktuální spad semen, čímž

přispívá k udržení recentní populace, přičemž semena v krátkodobé přetrvávají v půdě po dobu 1-5 let, iii) dlouhodobou semennou banku zahrnující semena, která jsou v půdě déle jak pět let často z předchozích vegetačních stádií a možností obnovit stanoviště (Thompson et al. 1993).

1.2.1 Přímé vybírání semen

K přímému určení semen ve vzorku jsme použili takzvanou „makrozbytkovou analýzu“ a metodu vlhkého prosívání (Jacomet and Kreuz 1999). Označení „makrozbytková analýza“ může být zavádějící, protože „makrozbytek“, z anglického „macrofossil“ (ale také „macroremain“) je rostlinná fosílie, kterou lze vidět pouhým okem a lze s ní manipulovat rukou či pinzetou (Birks 2002). Nemusí se vždy jednat pouze o semena. Makrozbytek může být i plod či vegetativní části rostliny jako například listy (včetně jehlic) a jejich pupeny, květy, kořeny, kůra, fragmenty dřeva a jiné. Pro naše účely v rámci studia recentního materiálu je tedy vhodnější používat jiný termín charakterizující vybíraná semena ze vzorků půdy, protože se nejedná o fosílie. V následujících odstavcích je pro tuto metodu použito označení „semenná banka zjištěná přímým vybíráním semen“.

Před zavedením pylové analýzy ve dvacátých letech 20. století byla analýza makrozbytků jedinou metodou ke studiu historie vegetace, kde má stále nezastupitelnou roli. Živá a fosilní semena i jiné rostlinné makrozbytky mají totiž mnohdy větší potenciál vystihnout původní podmínky na lokalitách menšího měřítka, protože většinou nedosáhnou takových migračních vzdáleností od mateřské rostliny, jako tomu může být u pylových zrn (Field et al. 2000).

1.2.2 Klíčící experimenty

Další způsob, kterým lze zjistit druhové složení půdní semenné banky je kultivační metoda. Kultivační metoda je při porovnávání s recentní vegetací obecně častěji používaná, protože je obvykle snazší určovat semenáčky než semena. Oproti

přímému vybírání má tato metoda výhodu v tom, že je možné zjistit procento klíčivosti semen dané půdní semenné banky. Výhoda klíčících experimentů spočívá také v možnosti vyklíčení semen, která jsou velmi malá a špatně odhalitelná přímým vybíráním. Na druhou stranu ale nejsme schopni takto najít všechna semena tak, jako v případě předchozího postupu. Nevýhodou mohou být také omezené podmínky pro růst všech semen ve vzorku, protože nelze vyhovět všem semenům v jejich nárocích (Brown 1992).

1.3 Cíle práce

Předložená diplomová práce je v širším kontextu věnována problematice mapování změn vegetačního krytu v aluviálním prostoru horního úseku řeky Lužnice. Nivy malých toků jsou velmi častým fluviálním ekosystémem v naší krajině a je proto nutné jim věnovat zvýšenou pozornost a umožnit tak, aby se samotnými vodními toky i přilehlým okolím bylo vhodně hospodařeno. Vlastní metodologický rámec této práce je pouze součástí širšího pojetí výzkumu této oblasti a měl by reálně přispět k rozšíření znalosti v archeobotanice a paleoekologii. Hlavním předmětem našeho zájmu je přitom zjišťování, do jaké míry mohou být výsledky makrozbytkových analýz aplikovány na popis reálné vegetace týkající se paleoekologických a archeobotanických nálezových míst. Pro tyto účely byly zvoleny recentní vrstvy půdy, aby bylo možné porovnat výsledky půdní semenné banky s recentní vegetací. Jedná se o metodologickou studii, která může přispět k přesnějším rekonstrukcím vegetačního krytu v historii. Ačkoliv by v jiných ohledech bylo užitečné zhotovit půdní profil odrážející vegetační historii dané lokality, v našem případě by výpovědní hodnota nebyla příliš vysoká, protože bychom dané vrstvy profilu nemohly porovnávat s relevantním aktuálním druhovým složením.

Cílem předkládané práce je:

- i. Zjistit složení půdní semenné banky recentních vrstev půdy pomocí přímé determinace semen
- ii. Popsat druhové složení dané oblasti a jednotlivých semenných bank
- iii. Porovnat složení půdní semenné banky zjištěné přímou metodou určování semen a pomocí klíčení
- iv. Porovnat variabilitu zjištěných druhů napříč jednotlivými typy stanovišť
- v. Zjistit výpověď makrozbytkové analýzy na recentním materiálu

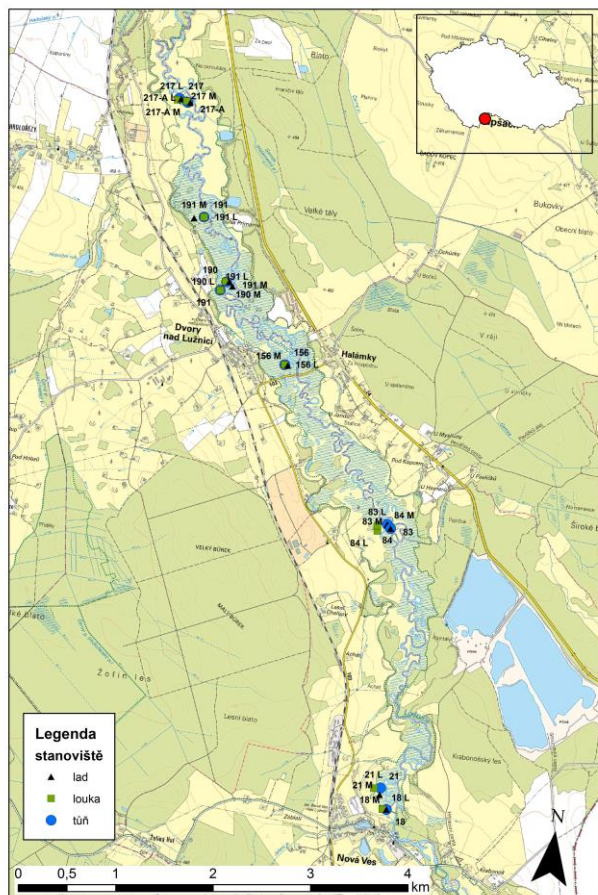
2 Materiál a metody

2.1 Vymezení a charakteristika zájmového území

2.1.1 Poloha zkoumané lokality

Studované plochy se nachází v nivě řeky Lužnice na území chráněného celku Přírodní rezervace Horní Lužnice (N48°50'18.84'', E14°55'28.50'') v CHKO Třeboňsko a v oblasti Třeboňského bioregionu (Obr. 5). Chráněné území bylo založeno dne 1. 9. 1994. Bioregion je tvořen pánví s kyselými sedimenty, rozsáhlými rybníčními soustavami a podmáčenými půdami s rašeliništi, které jsou v rámci nížin a středních poloh České republiky jedny z nejrozsáhlejších. Potenciální vegetaci tvoří acidofilní doubravy, bory, olšiny a rašeliniště s borovicí blatkou a rojovníkem, ojediněle i bučiny. Zastoupeny jsou také kulturní bory, louky a orné půdy (Culek et al. 2013). Řeka Lužnice pramení v Novohradských horách na západním svahu rakouského Eichelbergu ve výšce 990 m.n.m. a ústí do Vltavy u Týna nad Vltavou v nadmořské výšce 347 m. Zkoumané území se nachází v délce zhruba 27 km od česko-rakouských hranic (149. – 98. km toku) v nadmořské výšce 450 – 473 m. n. m. Chráněná část řeky je asi 15 km dlouhá a 1-2 km široká. Jedná se o jednu z mála českých řek, u které nebyla provedena regulace toku ani jiná úprava hydrologického režimu. Představuje tak přirozeně meandrující vodní tok

střední velikosti, kterému se během celého postglaciálu vyhnul větší zásah způsoben člověkem (Černý 1994). Přírozené záplavy přichází zpravidla několikrát za rok, a to zejména v březnu a dubnu. Příležitostně se mohou objevit i během zimy či v létě. Niva se skládá z hlavního toku a z více než pětiset tůní (z toho asi 140 v PR Horní Lužnice) a slepých ramen, dále pak z obhospodařovaných luk, pastvin a ladů a v neposlední řadě z lužních lesů (Pithart et al. 2010). Lesnatost povodí je asi 30%. Topografie je proměnlivá v závislosti na konkrétním území, přičemž sledovaný úsek má po celou dobu nížinný charakter. Průměrný spád je velmi nízký (0,8‰), což vede k velkému počtu vodních těles a tendenci řeky meandrovat. Rozlišujeme tak celkem 4 hlavní navzájem odlišné úseky podél toku řeky v závislosti na spádové křivce (Prach et al. 1996). Studované plochy se nachází na území třetího úseku, který se vyznačuje velmi malým průměrným spádem i menšími průtoky a lesnatost dosahuje 40 % (Černý 1994). Celková délka toku je přibližně 208 km a plocha povodí 4226 km². Z dalších hydrologických charakteristik lze uvést například odtokový součinitel s hodnotou 0,27, průměrný spád činí 2,8 ‰, průměrný průtok je 24,3 m³.s⁻¹ a specifický odtok 5,75 l.s⁻¹.km⁻². Křivolakost se udává o hodnotě 2,8 a povodí je charakterizováno jako protáhlé s hodnotou 0,12 (Chábera 1985).



Obr. 5: Poloha řeky Lužnice v rámci České republiky, přírodní rezervace „Horní Lužnice“ a jednotlivá stanoviště v základní topografické mapě.

2.1.2 Geologie a geomorfologie studované oblasti

Třeboňský bioregion tvoří rozsáhlá pánev, kterou vyplňují svrchněkřídové a terciérní jíly, písky a štěrky s občasným výskytem kvartérních štěrkopísků a písků. Významnou součástí jsou nivní sedimenty, rašeliny a zrašelinělé nivní uloženiny. Reliéf pánve je převážně plochý s průměrnou nadmořskou výškou kolem 410 – 500 m, ale na okrajích se zvedá do pahorkatiny. Všechny řeky v regionu tečou v ploché

krajině, pouze Dračice a Nežárka tvoří zařízlé říční údolí a Lužnice tvoří dlouhé úseky se zachovalými meandry (Culek et al. 2013). Studovaná oblast se dále nachází v takzvaném podcelku Lomnické pánve náležící moldanubické oblasti Českého masivu (Albrecht 2003). Moldanubikum je tvořeno především přeměněnými horninami skládajících se z pararul, migmatitů, granulitů a světlých ortorul. Horniny v moldanubiku byly několikrát zvrásněny, naposledy však v prvohorách. Třetihorní a svrchněkřídové sedimenty na pláštích moldanubika způsobují vývěry artéských pramenů do prostoru nivy. Čtvrtohorní horniny mají však na vývoj nivy výrazně větší vliv. Jedná se převážně o pleistocenní fluviální sedimenty písčitého až štěrkopísčitého charakteru tvořící říční terasy. Tyto štěrkopískysy se vyznačují vysokou propustností. Terasové stupně dobře oddělují nivu od okolní krajiny a tím tvoří její šířku. Ta je udávaná od 150 metrů v Nové Vsi nad Lužnicí až po několik kilometrů na území Staré a Nové řeky. Vlastní plocha nivy je vyplněna holocenními jílovitohlinitými písky a písčítými jíly, které se svou strukturou liší v jednotlivých částech (Chábera 1985). To dělá jednotlivé půdní typy velmi heterogenní.

2.1.3 Klimatické poměry

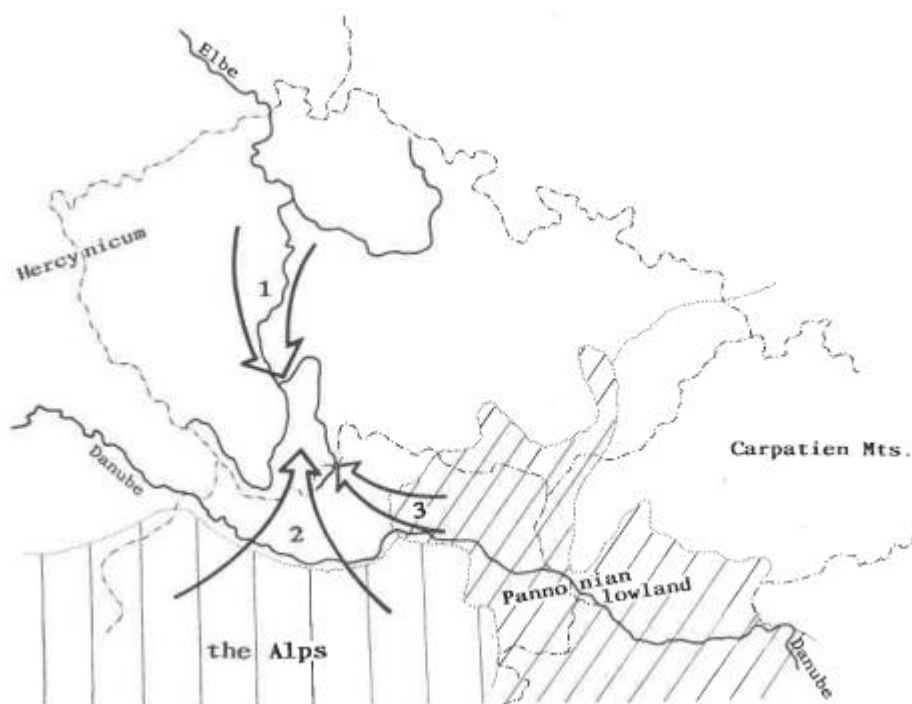
Klimaticky spadá oblast do mírného pásu střední Evropy. Sledované území patří do mírně vlhké a mírně teplé oblasti MT 11 dle Quittovy klasifikace klimatu, s průměrnými ročními srážkami kolem 600 mm a průměrnou roční teplotou kolem 7°, přičemž řeka vykazuje výrazně proměnlivé průtoky během roku (Culek et al. 2013). Rozsáhlé vodní plochy způsobují vysokou vlhkost vzduchu a časté přízemní mlhy (Culek et al. 2013). Místa s nadmořskou výškou nad 700 m. n. m. vykazují prokazatelně chladnější podnebí v závislosti na edafických podmínkách, vegetaci, expozici svahů či vzdušných proudech. Nejchladnější místo v Jižních Čechách, kde je studovaná oblast situována, je Kvilda s ročním teplotním průměrem 2°C. Nejvyšší denní teplota byla potom zaznamenána v Husinci a ve Vráži u Písku, a to 39,7°C (Albrecht 2003). Avšak teplotní a vlhkostní podmínky nivy Horní Lužnice odpovídají středu mezoklimatické Třeboňské pánve (Prach et al. 1996), jejíž teploty

jsou o něco vyšší než by odpovídalo její nadmořské výšce. To je dáno vzdušnými teplými proudy föhny, které se tvoří nad Novohradskými horami, Alpami a Šumavou.

2.1.4 Vegetace studované oblasti

Z hlediska fytogeografického členění České republiky můžeme studovanou oblast zařadit do okresu č. 39 (Třeboňská pánev) v obvodu Českomoravského mezofytika (Hejný and Slavík 1988) s vegetačními stupni od suprakolinního až po supramontánní. Potenciální vegetace Třeboňska je velmi ovlivněna edafickými poměry. Rozšířené byly jedlové doubravy a méně často i acidofilní bučiny (*Luzulo-luzuloidis* – *Fagetum sylvaticae*). Typická jsou i rašeliniště s borovicí blatkou a rojovníkem (*Ledo palustris* – *Pinetum uncinatae*) v doprovodu rašelinných borů (*Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris*) a březin (*Sphagno* – *Betulion pubescentis*). Na podmáčených půdách v okolí rybníků a toků se vyskytují společenstva bažinných olšin (*Alnion glutinosae*), vrbových křovin (*Salici cinerreae* – *Franguletum alni*) a luhů (*Alnion incanae*). Acidofilní bory (*Cladonio rangiferinae* – *Pinetum sylvestris*) jsou stále ještě částečně zachovalé na chudých půdách písků a štěrkopísků (Culek et al. 2013). Celá niva je jedním z nejpůvodnějších ekosystémů Třeboňska, protože hospodářské aktivity nebyly v minulosti extrémně zasahující a luční společenstva v přilehlém okolí se vyznačují schopností eliminovat stálé přísuny živin (Černý 1994). Řeka sama o sobě představuje prostor pro mnoho biotopů a také důležitý biokoridor pro šíření druhů. Je charakterizována poměrně složitými vztahy a dynamikou v prostoru i čase. Obecně lze říci, že říční niva představuje výjimečné prostředí a udržuje existenci některých rostlin, které se v okolní homogenizované krajině už nevyskytují. Poskytuje rostlinám s různými ekologickými nároky velké množství různých typů prostředí. Zajímavým fenoménem je zmíněná migrace rostlin i živočichů říčním korytem z hor do údolí a naopak, kterou lze označit jako liniovou (Kopecký and Hejný 1971). Složení flóry tak poukazuje na vazbu k oreofytiku Novohradských hor. Horské druhy jako například *Soldanella montana*, *Doronicum austriacum* nebo *Thesium alpinum*

sestupují za pomoci říčního koryta do údolí, kde se většinou drží na zastíněných nebo mikroklimaticky chladných místech (Černý 1994). Transfer se týká samozřejmě i neofytických či apofytických druhů jako *Impatiens glandulifera* nebo *Rudbeckia laciniata* (Kopecký and Hejný 1971). Obecně lze říci, že květena Třeboňska se svým složením podobá spíše rakouskému Podunají než termofytiku našeho Polabí (Obr. 6).



Obr. 6: Vliv hercynské podprovincie Českého masivu (1), pohoří Alp (2) a Panonské pánve (3) na flóru Třeboňska. Přejato z knihy *Floodplain Ecology and Management* (Prach et al. 1996).

Území je spíše oceánického charakteru, ale hostí i kontinentální migranty – *Spiraea salicifolia* či *Carex buekii*. Rostliny *Iris sibirica*, *Salix repens*, *Dactylorhiza majlis*, *Hydrocotyle vulgaris*, či *Carex lasiocarpa* představují na Třeboňsku vzácné druhy. Biotopy písčitých jižních svahů teras zachovávají světlomilné druhy jako *Anthericum ramosum*, *Dianthus superbus*, *Melampyrum bohemicum* a vzácně i *Pulsatilla vernalis*. Většina z těchto rostlin má reliktní charakter a představuje tak spíše pozůstatky poslední doby ledové. Zamokřené habitaty pramenišť a zbahnělých

okrajů struh pak obývají druhy *Cardamine amara*, *Caltha palustris* nebo *Chrysosplenium alternifolium* (spíše vzácně). Vegetace v říční nivě je ovlivňována řadou faktorů, z nichž nejdůležitější je voda, ale také geologický podklad, chemické složení, klima či antropogenní vlivy (Černý 1994). Na vývoji rostlinného krytu při březích toku se významně podílí výkyvy vodního stavu. Podle kolísání hladiny během roku můžeme břehy členit na stenosauletické s ročním kolísáním až do 70 centimetrů ročně a eurysauletické s více než 80 a méně než 200 centimetry. Pro břehy řeky Lužnice s nižším kolísáním vody jsou typické druhy stojatých vod jako například *Glyceria maxima* nebo *Phragmites australis*. Biotopy s vyšší hladinou kolísání vody hostí naopak druhy běžné pro tekoucí vody – *Phalaroides arundinacea*, *Carex buekii* či některé vrby. Tůň nivy Lužnice nejsou druhově výrazně pestré, a to zřejmě kvůli dynamice jejich vývoje. Dokonce i podrost přilehlých lužních lesů vykazuje menší druhovou diverzitu. Dominují tu druhy jako například *Ficaria verna*, *Anemone nemorosa* nebo *Stellaria holostea*. To je zřejmě dáno tím, že na Lužnici není plně vyvinut říční fenomén zaříznutých údolí (jako například na Vltavě nebo na Otavě, Culek et al. 2013), který přispívá k diverzifikaci druhů.

2.1.5 Studované biotopy a jejich vztah k okolí

Biotopy, jež byly studovány jsou následující: i) tůň, ii) neobhospodařované území nebo také mez a iii) obhospodařovaná území neboli pastvina či louka. Zkoumání hydrochemie řeky a vybraných tůní a další hydrobiologické výzkumy prováděné na řece Lužnice potvrdily předpoklad, že některé tůně jsou více vázané na hlavní tok než jiné. To znamená, že mohou být více či méně závislé na okolním prostředí. Vodní plochy v nivách řek, kam můžeme bez pochyby zařadit tůně, lze souhrnně označit jako mělká fluviální jezera (Janský and Šobr 2003). Jsou neustále zásobovány vodou z podzemních pramenů říční terasy. Vznikají erozní nebo akumulární činností toku, čímž dochází k separaci meandrů. Vědci zabývající se těmito výzkumy vytvořili jakousi typifikaci tůní podle různých kritérií. Černý (1994) klasifikuje tůně řeky Lužnice na základě morfologických vlastností a také

podle jejich způsobu vzniku: i) podlouhlá obloukovitá slepá ramena, ii) kruhové tůň, iii) oválné tůň a iv) rozsáhlé mělké tůň v nivě Nové řeky. Jiná morfologická klasifikace (Pechar et al. 1996) zahrnuje i) protáhlá mrtvá ramena, ii) tůň, jež jsou stejně široké a dlouhé (oválné a kruhové). Kromě tvaru je pro rozčlenění útvarů důležitá i jejich hloubka. Tůň, které jsou maximálně 1 m hluboké, jsou náchylné k vysychání během suchých období. Jiná členění se soustředí na koncentraci rozpuštěného kyslíku či fyzikální parametry ovlivňující biodiverzitu sinic a řas (Skácelová 2004). Vzájemný vztah mezi tůň a řekou charakterizují rejuvenace při povodni, kdy může docházet k výmolné činnosti vody nebo k urychlení zazemňovacího procesu tůň. Takové působení je ale spíše krátkodobé a nárazové, takže tůň zůstávají víceméně autonomními jednotkami v ekosystému.

2.2 Metodika

2.2.1 Vegetační snímkování a odběry vzorků

Z mapových podkladů dizertační práce R. Černého (1994) o měřítku 1 : 5000 bylo vybráno 10 lokalit tůň. Současně bylo u každé tůň vybráno nejbližší obhospodařované stanoviště, tj. louka či pastvina a nejbližší mez. Číslování vzorků bylo zachováno dle původní práce. Každý vzorek, z celkového počtu 90 pro každou metodu, byl označen vždy číslem tůň a poté písmenem A, B nebo C. Pokud se to týkalo louky nebo pastviny, bylo do názvu zařazeno písmeno L a stejným způsobem pak písmeno M pro lad (viz Tab. I), přičemž tůň zůstala bez dalšího značení. Na každé z 10 lokalit bylo v červnu roku 2015 provedeno fytoecologické snímkování na všech třech biotopech. Velikost každého z 30 snímků byla 5×5 m, což je adekvátní velikost plochy pro snímkování tůň v závislosti na jejich tvaru v místě odběru vzorků. Škála určená k odhadu pokryvnosti jednotlivých druhů byla zaznamenána pětistupňovou Braun-Blanquetovou stupnicí (Braun-Blanquet 1932).

Pokryvnost jednotlivých druhů byla odhadována v procentech. Pokryvnost menší než 1 % plochy zastupoval symbol „+“, ojedinělý výskyt pak „r“. Vegetační snímky byly zhotoveny paní Mgr. Andreou Kučerovou. Nomenklatura jednotlivých taxonů byla sjednocena podle Klíče ke květeně ČR (Kubát 2002).

Odběry vzorků probíhaly v dubnu a květnu 2015. Na každém stanovišti se odebíralo svrchních 15 cm pomocí půdní sondy, což odpovídá hloubce, kde je uloženo nejvíce živých semen (Iverson and Wali 1982; Tacey and Glossop 1980). Vzorky byly odebírány vždy ve třech opakováních, homogenizovány a následně opět rozděleny pro různé metody studia, které jsou i) klíčení semen pod vodou čili „typ vodní rostlina“ ii) klíčení semen terestricky čili „typ obnažené dno“ iii) přímé určení semen ve vzorku iv) laboratorní stanovení poměru organické a anorganické složky. Klíčoví experimenty jsou považovány za nepřímou metodu zjišťování obsahu půdní semenné banky. Přímou metodou potom nazýváme vybírání semen ze vzorku.

Poloha jednotlivých ploch byla zaznamenána za pomoci GPS.

Tab. I: *Souhrn a značení jednotlivých tůň, stanovišť, vzorků a jejich GPS souřadnice.*

Tůň číslo	Stanoviště	GPS	Označení stanoviště	Označení vzorku
217	tůň	48°52, 506'	217	217 A
		14°53,340'		217 B
				217 C
217	louka	48°52, 497'	217 L	217 LA
		14°53,325'		217 LB
				217 LC
217	lad	48°52, 503'	217 M	217 MA
		14°53,355'		217 MB
				217 MC
217-A	tůň	48°52, 489'	217-A	217-A A
		14°53,414'		217-A B
				217-A C
217-A	louka	48°52, 495'	217-A L	217-A LA
		14°53,404'		217-A LB
				217-A LC
217-A	lad	48°52, 489'	217-A M	217-A MA
		14°53,435'		217-A MB
				217-A MC
18	tůň	48°48, 749'	18	18 A
		14°55,836'		18 B
				18 C
18	louka	48°48, 749'	18 L	18 LA
		14°55,801'		18 LB

				18 LC
18	lad	48°48, 749'	18 M	18 MA
		14°55,836'		18 MB
				18 MC
21	tůň	48°48, 863'	21	21 A
		14°55,764'		21 B
				21 C
21	louka	48°48, 857'	21 L	21 LA
		14°55,708'		21 LB
				21 LC
21	lad	48°48, 825'	21 M	21 MA
		14°55,762'		21 MB
				21 MC
84	tůň	48°50, 315'	84	84 A
		14°55,534'		84 B
				84 C
84	louka	48°50, 273'	84 L	84 LA
		14°55,457'		84 LB
				84 LC
84	lad	48°50, 315'	84 M	84 MA
				84 MB
		14°55,534'		84 MC
83	tůň	48°50, 295'	83	83 A
		14°55,566'		83 B
				83 C
83	louka	48°50, 302'	83 L	83 LA
		14°55,451'		83 LB
				83 LC
83	lad	48°50, 295'	83 M	83 MA
		14°55,566'		83 MB
				83 MC
156	tůň	48°51, 119'	156	156 A
		14°54,507'		156 B
				156 C
156	louka	48°51, 119'	156 L	156 LA
		14°54,507'		156 LB
				156 LC
156	lad	48°51, 116'	156 M	156 MA
		14°54,533'		156 MB
				156 MC
191	tůň	48°51, 482'	191	191 A
		14°53,888'		191 B
				191 C
191	louka	48°51, 482'	191 L	191 LA
		14°53,888'		191 LB
				191 LC
191	lad	48°51, 511'	191 M	191 MA
		14°53,986'		191 MB
				191 MC
190	tůň	48°51, 532'	190	190 A
		14°53,933'		190 B
				190 C
190	louka	48°51, 533'	190 L	190 LA
		14°53,923'		190 LB
				190 LC
190	lad	48°51, 534'	190 M	190 MA
		14°53,955'		190 MB

				190 MC
207-A	tůň	48°51, 872'	191	207-A A
		14°53,674'		207-A B
				207-A C
207-A	louka	48°51, 872'	191 L	207-A LA
		14°53,674'		207-A LB
				207-A LC
207-A	lad	48°51, 858'	191 M	207-A MA
		14°53,593'		207-A MB
				207-A MC

2.2.2 Kultivace semen

Semena obsažená v získaném sedimentu byla ponechána k vyklíčení v Botanickém ústavu Akademie věd ČR v Třeboni na sterilním písku v laboratorních podmínkách a později určena již ve stadiu vyklíčených semenáčků. Semena byla ponechána ke klíčení v mísách 30 × 30 cm zakrytých bílou netkanou textilií proti kontaminaci po dobu 10 měsíců. Sediment byl udržován přiměřeně vlhký po celou dobu klíčení a během zimních měsíců byly přesunuty do nevytápěného skleníku. Vyklíčené semenáčky byly odebírány k určení ihned, aby nebránily v klíčení dalším semenům. Určování semenáčku probíhalo jen v prvním roce, později byly vzrostlé semenáčky jen dourčovány a nové semenáčky byly považovány za kontaminaci.

2.2.3 Přímé zjišťování semenné banky

2.2.3.1 Proplavení vzorků

Plavení obsahu jednotlivých vzorků o objemu 450 ml (resp. 3 × 150 ml) probíhalo v rozmezí měsíců červen až září 2015. Byla použita metoda vlhkého prosívání za použití soustavy geologických sít o velikost oka 0,25 mm, 0,4 mm tvořících dvě frakce podle velikosti částic sedimentu a 1 mm k odfiltrování největších částic. Před začátkem plavení jsem odebírala vždy část vzorku do epruvety pro případné pozdější pylové analýzy. Vzorky, které obsahovaly vyšší podíl jílovitých částic, byly mnohem náročnější na zpracování než ty s písčítým či organickým sedimentem. Proplavením materiálu jsem získala vždy dvě frakce od jednoho

vzorku. Jemnější i hrubší frakce byly zvláště přemístěny ze síta do popsaných lahviček a uchovány v chladicí místnosti při teplotě 6°C pro pozdější zpracování.

2.2.3.2 Určování a kvantifikace vybraných semen

Samotná determinace semen probíhala kontinuálně v letech 2015 – 2017 za pomoci binokulárního mikroskopu Nikon SMZ 1500 a Olympus SZ30 se zvětšením 8 až 48 krát, světelného mikroskopu Nikon Eclipse 80i se zvětšením 100 nebo 200 krát, digitálního mikroskopu Keyence VHX-200 se zvětšením 50 až 200 krát pro pořizování fotografií (Obr. P1 – P35) a určovacích klíčů (Aalto 1970; Anderberg 1981; Berggren and Anderberg 1969; Katz et al. 1965; Mađalski 1949). Zdroje je většinou nutné kombinovat vzhledem k povaze pojetí jednotlivých atlasů. V některých situacích jsou nápomocné fotografie, které mohou pomoci s diagnostikou ohledně barvy či reálné podobnosti s recentním materiálem. Jindy je nutné vyhledávat informace v atlasech s detailními nákresey jednotlivých tvarů či struktur na povrchu testy semene. Další důležitou určovací metodou je porovnávání materiálu s exempláři referenčních sbírek. Za tímto účelem byla použita sbírka semen vytvořena kolegy z Laboratoře archeobotaniky a paleoekologie na Jihočeské univerzitě a také srovnávací sbírka patřící paleoekologické pracovní skupině na univerzitě v rakouském Innsbrucku. Nedílnou součástí tohoto procesu byly i konzultace s odborníky na karpologii, a to konkrétně s Mgr. Alexandrou Bernardovou, Mgr. Veronikou Komárkovou, Mag. Marlies Außerlechner a Mag. Dr. Klausem Oegglem., Univ.– Prof.

Kromě samotných semen se v sedimentech objevovaly i jiné organické nálezy jako například úlomky jehlic některých stromů či jiné vegetativní části rostlin. Dále pak ze zástupců říše hub kulovitá sklerocia *Coenococum geophillum*, části bezobratlých živočichů nebo pupária jejich larev a další blíže neidentifikovatelné objekty živočišného (statoblasty mechovek) i rostlinného původu, které nebyly předmětem zájmu této práce a byly tudíž z identifikace i uskladnění vynechány.

2.2.4 Zpracování dat

Výsledkem získaných dat je soupis druhů, které byly získány terénním mapováním, určováním semen a semenáčků. Druhy rostlin všech užitých metod byly sloučeny do jedné tabulky za použití Microsoft Office Excel 2007 a sjednocena nomenklatura. Pokud nebylo druh možné jednoznačně identifikovat, výskyt byl ze souboru odstraněn, aby se docílilo co nejvěrohodnějších výstupů. U některých rodů, např. *Juncus* sp., kde je ne vždy možné taxon určit do druhu, jsme zvolili postup, kdy jsme druhy zjištěné ostatními metodami sloučily společně do jednoho rodu. Tím jsme zajistili určitou porovnatelnost mezi jednotlivými metodami, což byl jeden z hlavních cílů celé studie.

Data byla následně statisticky vyhodnocena a zobrazena pomocí programu CANOCO 5.10 (Braak and Šmilauer 2012) pro vizualizaci jednotlivých výsledků. Druhové složení v rámci všech tří užitých metod v rámci všech dominantních biotopů bylo zobrazeno pomocí ordinačního diagramu detrendované korespondenční analýzy (DCA). Porovnávání variability druhů mezi semennými bankami a recentní vegetací a vzájemné vztahy druhů v rámci jednotlivých biotopů byly analyzovány pomocí kanonické korespondenční analýzy (CCA). Ke znázornění překryvu konkrétních druhů v rámci všech metod byly zhotoveny ordinační diagram CCA (Obr. 13, 14, 19, 20), kde byly jednotlivé vzorky, resp. snímky klasifikovány podle typu metody a biotopu. Tyto dvě metody zjišťování druhové diverzity byly v případě kanonické korespondenční analýzy použity jako vysvětlující proměnné (obr. 13, 19) a biotopy jako kovariáty k odstínění jejich vlivu. Posléze byly proměnné přehozeny a znovu analyzovány, abychom zjistili překryv druhů mezi jednotlivými biotopy (Obr. 14, 20). Program CANOCO byl rovněž použit k výpočtu průměrných Ellenbergových indikačních hodnot pro všechny biotopy všech metod (světlo, teplota, kontinentalita, vlhkost, půdní reakce, živiny) druhového složení pro každý vzorek a snímek (Community - weighted means). Z celkem 6 indikačních hodnot byly vybrány 4, které byly vyhodnoceny jako nejrelevantnější ukazatele vlastností jednotlivých společenstev daných stanovišť v rámci užitých metod. Těmi jsou světlo, vlhkost, půdní reakce a živiny.

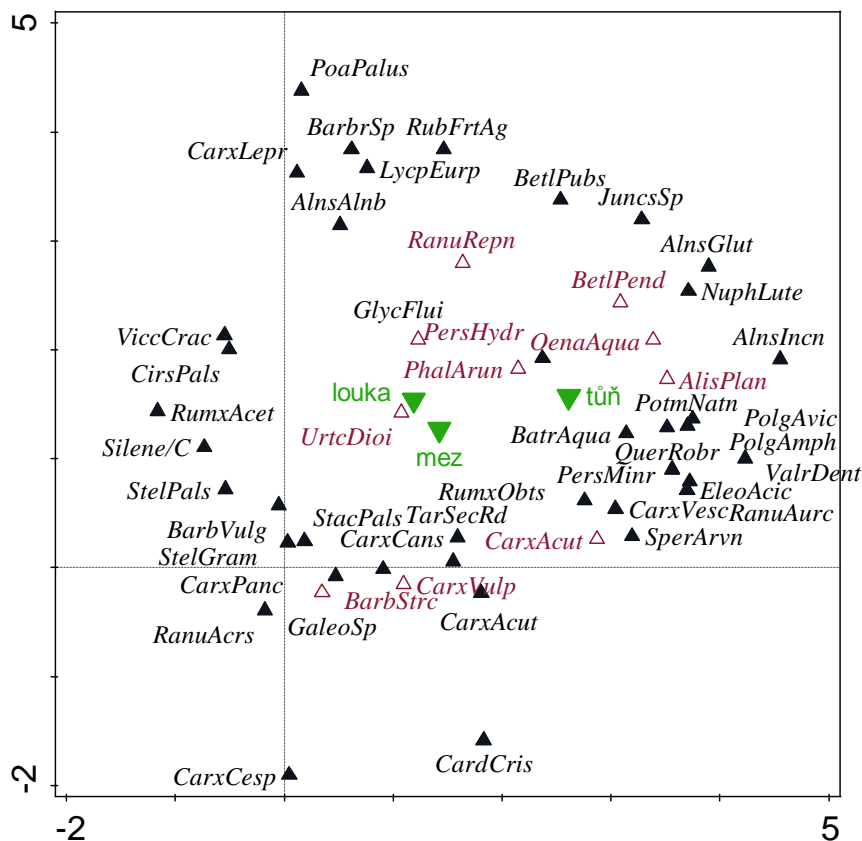
Ellenbergovy indikační hodnoty pro jednotlivá společenstva byly zjišťovány také kvůli relevanci a aplikaci paleoekologických a archeobotanických výsledků vzhledem k rekonstrukci vegetace. Jednotlivé hodnoty pro všechny biotopy a metody byly později analyzovány dvoucestnou analýzou variance (ANOVA), doprovázeny Tukeyho mnohonásobným porovnáním v případě signifikance ($p < 0,05$) v programu Statistica 12 (2013) a znázorněny krabicovými grafy. Nejprve byly spočteny průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty Z celkem 6 indikačních hodnot byly vybrány 4, které byly vyhodnoceny jako nejrelevantnější ukazatele vlastností jednotlivých společenstev daných stanovišť v rámci užitých metod. Těmi jsou světlo, vlhkost, půdní reakce a živiny. Zjištěné vztahy jsou vizualizovány pomocí sloupcového grafu (Obr. 11, 17) za použití programu R 3.2.5 (2016).

3 Výsledky

3.1 Složení půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen

Přímým vybíráním semen ze vzorků bylo v 30 vzorcích zjištěno 77 druhů a 1895 semen. V tůních bylo nalezeno 43 druhů a 730 semen, na obhospodařovaných loukách 46 druhů a 485 semen a na neobhospodařované mezi se vyskytovalo 43 druhů v 680 semenech. Nejvyšší frekvenci výskytu vykazuje následujících 10 druhů: *Urtica dioica*, *Phalaris arundinacea*, *Carex acuta*, *Ranunculus repens*, *Persicaria hydropiper*, *Betula pendula*, *Oenanthe aquatica*, *Carex vulpina*, *Barbarea stricta* a *Alisma plantago-aquatica*. Nejvíce semen nalezených ve vzorcích vykazuje *Urtica dioica*, *Phalaris arundinacea*, *Barbarea stricta*, *Carex acuta*, *Ranunculus repens*, *Rubus fruticosus* agg., *Carex vulpina*, *Oenanthe aquatica*, *Alisma plantago-aquatica*, *Carex vesicaria*.

Tůně se významně odlišují od zbývajících biotopů přítomností vlhkomilných a vodních druhů, louky a meze se navzájem znatelně překrývají (Obr. 7).



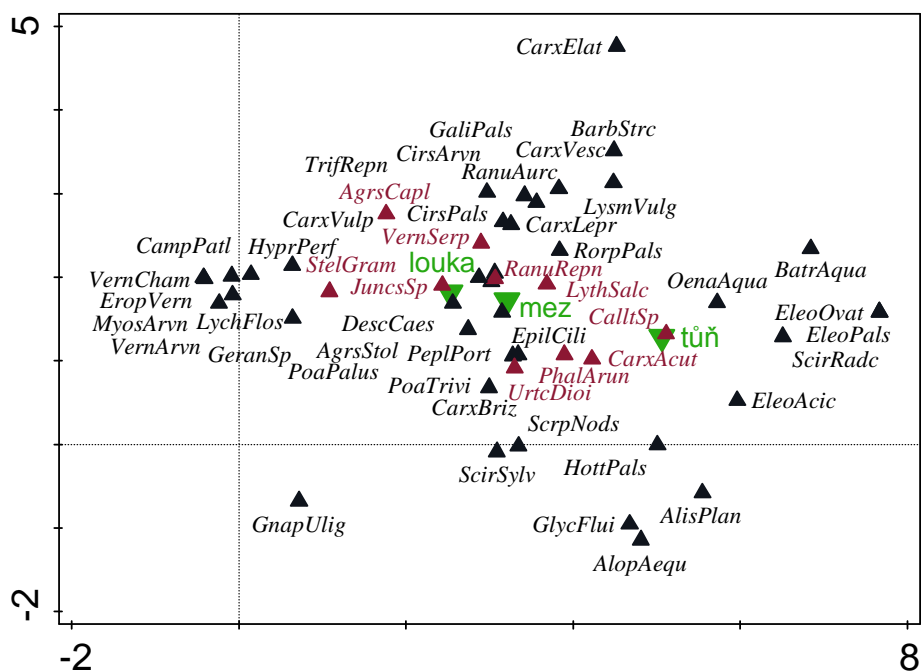
Obr. 7: Ordinační diagram DCA zobrazující 50 druhů třech dominantních biotopů půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen. První dvě osy vysvětlují 16,37 % variability (první osa 9,29 %).

“Zhotovený ordinační diagram DCA (Obr. 7) shrnuje 50 nejčastěji vyskytujících se druhů v půdní semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen ve třech dominantních biotopech. Deset nejpočetnějších druhů (viz výše) je barevně odlišeno. Stejně jako předchozí diagram reflektuje vlhkomilné a vodní druhy v tůních, avšak druhy luk a mezí se znatelně překrývají.

3.2 Složení půdní semenné banky zjištěné klíčovými experimenty

Ve 30 vzorcích vyklíčilo 3191 semenáčků 83 druhů. V tůních bylo nalezeno 29 druhů a 768 jedinců, na obhospodařovaných loukách 65 druhů a 1246 jedinců a na neobhospodařované mezi se vyskytovalo 45 druhů a 1177 jedinců. Nejvyšší frekvenci výskytu vykazuje následujících 20 vybraných druhů: *Juncus* sp., *Urtica dioica*, *Phalaris arundinacea*, *Callitriche* sp., *Lythrum salicari*, *Ranunculus repens*, *Agrostis capillaris*, *Stellaria graminea*, *Veronica serpyllifolia* a *Carex acuta*. Nejvíce semen vyklíčených ve vzorcích vykazuje *Juncus* sp. (980), *Urtica dioica*, *Barbarea stricta*, *Scirpus radicans*, *Lythrum salicaria*, *Phalaris arundinacea*, *Callitriche* sp., *Carex vulpina*, *Ranunculus repens* a *Agrostis capillaris*.

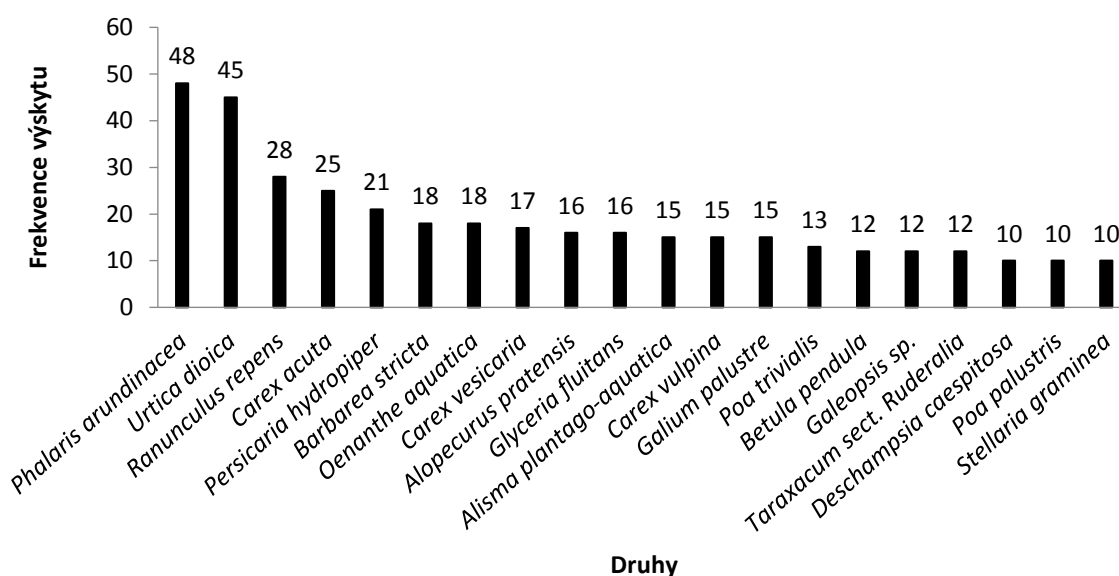
Tůně se významně odlišují od zbývajících biotopů přítomností vlhkomilných a vodních druhů, louky a meze se navzájem ztelně překrývají (Obr. 7).



Obr. 8: Ordinační diagram DCA zobrazující 50 druhů třech dominantních biotopů půdní semenné banky zjištěné klíčovými experimenty. První dvě osy vysvětlují 20,62 % variability (první osa 13,07 %).

3.4 Porovnání variability půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen s recentní vegetací

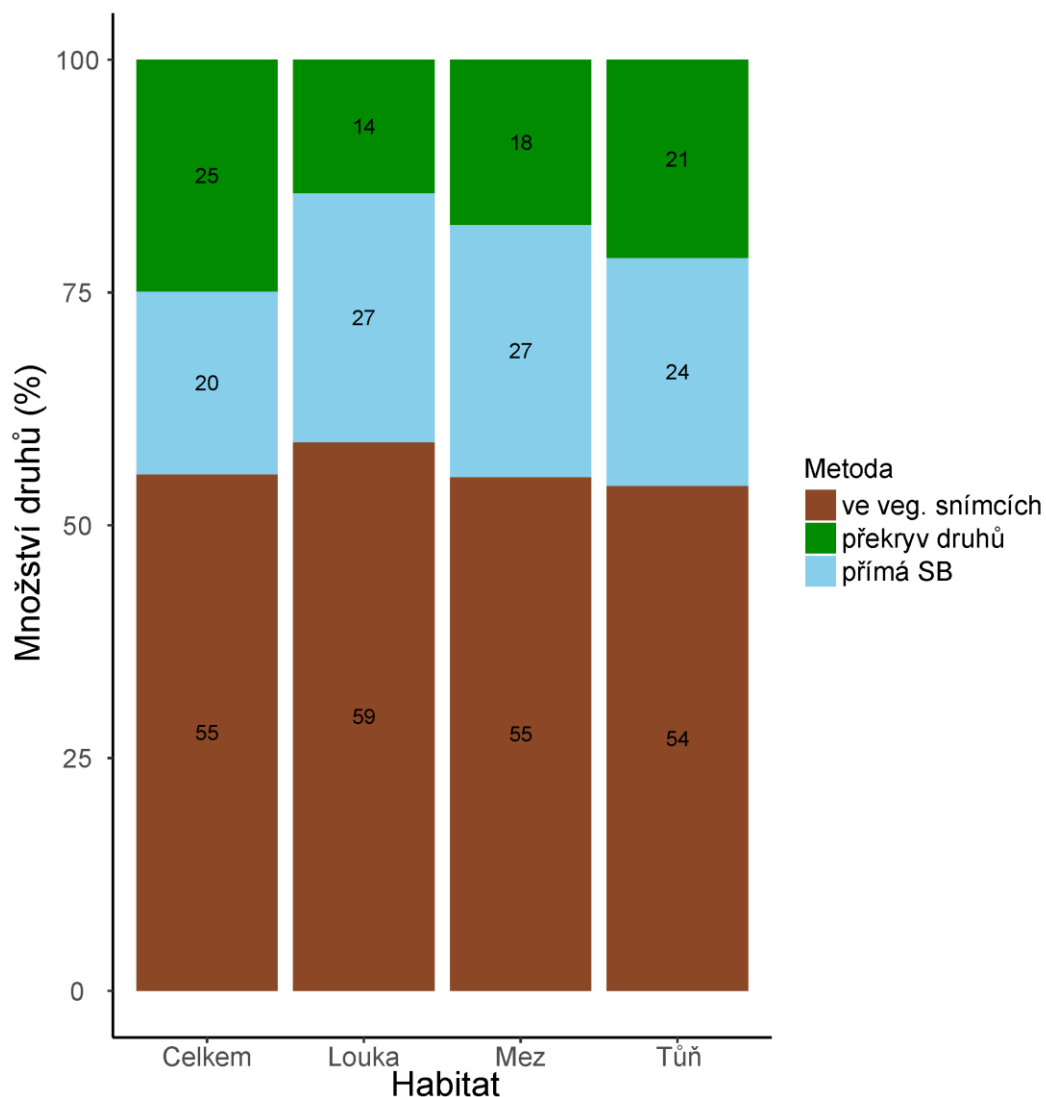
Použitím obou metod bylo zjištěno celkem 173 druhů, z toho 77 přímým určováním semen a 139 ve vegetačních snímcích. Z celkového počtu se 43 druhů vyskytovalo společně ve vzorcích, resp. snímcích obou užitých metod. Překrývající se druhy obou metod jsou vyneseny podle frekvence výskytu v celkem 60 vzorcích do sloupcového grafu (Obr. 10).



Obr. 10: Frekvence výskytu 20 nejčastějších společných druhů pro půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen a fytoecnologické snímky. Frekvence výskytu je uvedena jednotlivě pro každý druh nad sloupcem.

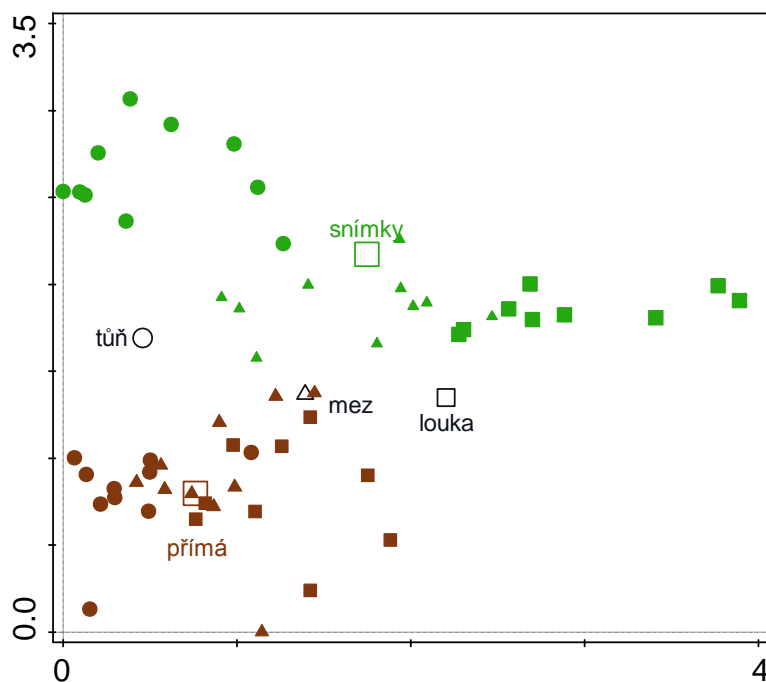
V tůních bylo celkem nalezeno 94 druhů, z toho 43 v půdní semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen (dále jen přímá metoda) a 71 ve vegetačních snímcích (dále jen snímky) s 20 překrývajícími se druhy. V loukách bylo celkem nalezeno 112 druhů, z toho 46 přímou metodou a 71 ve snímcích s 16 překrývajícími se druhy. V loukách bylo celkem nalezeno 96 druhů, z toho 43 přímou metodou a 70

ve snímcích s 17 překrývajícími se druhy. Frekvence výskytů druhů převedené na procenta pro půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen („přímá SB“) a fytocenologické snímky („ve veg. snímcích“) jsou vyobrazeny na Obr. 11. Fytocenologickými snímky bylo zjištěno téměř o polovinu více druhů než přímou semennou bankou. Biotopy louka a mez mají nejvyšší procenta (27 %) překryvu druhů mezi oběma metodami. Celkový překryv druhů mezi oběma metodami je 20 %.



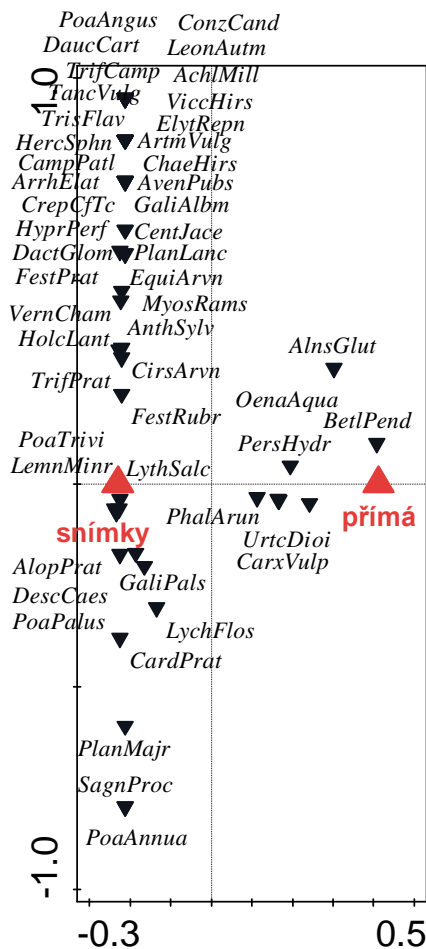
Obr. 11: Frekvence výskytů druhů pro půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen („přímá SB“) a fytocenologické snímky („ve veg. snímcích“). Frekvence výskytu jsou převedeny na procenta.

Druhové složení vegetačních snímků odpovídá svými ekologickými nároky na všechna stanoviště. Oproti tomu, druhy přímé semenné banky jsou zřetelně odděleny v tůních, kdežto v loukách a mezích se překrývají (Obr. 12).



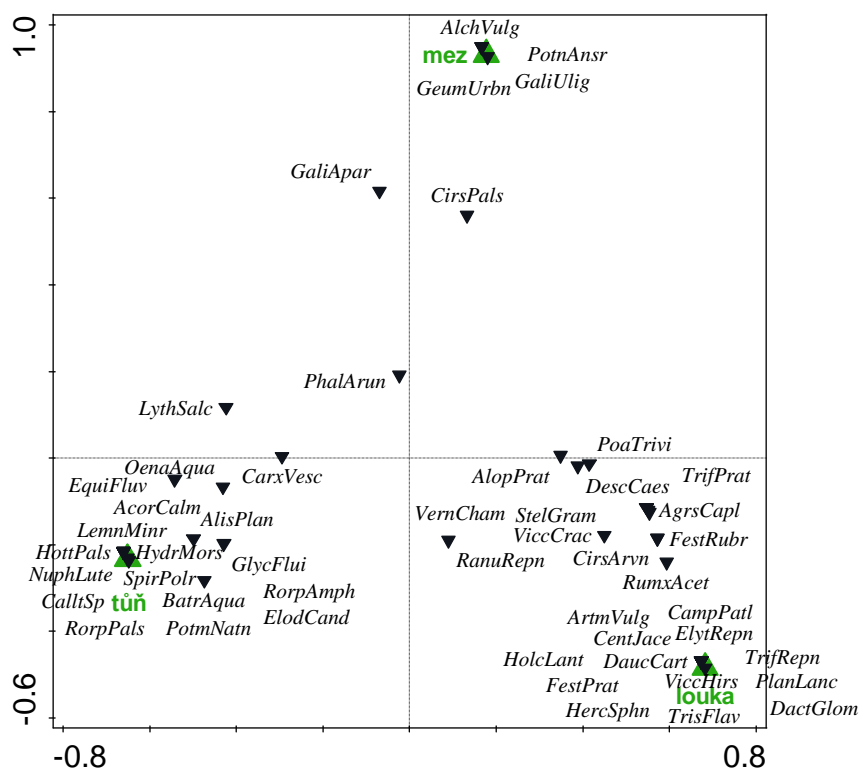
Obr. 12: Ordinační diagram DCA zobrazující všechny vzorky půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen („přímá“) a snímky fytoocenologických snímků („snímky“) klasifikovány podle třech dominantních biotopů – tůně (kruh), meze (trojúhelník) a louky (čtverec). První dvě osy vysvětlují 13,74 % variability (první osa 8,15 %).

V rámci vegetačních snímků a přímé semenné banky se nejvíce překrývají druhy *Phalaris arundinacea*, *Persicaria hydropiper*, *Urtica dioica* a *Carex vulpina* (Obr. 13).



Obr. 13: Ordinační diagramy metody CCA shrnující rozložení druhů mezi zhotovenými vegetačními snímky („snímky“) a půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen („přímá“). Diagram ($pseudo-F = 3,1$, $p = 0,002$) odráží překryvy druhů metod - vysvětlujících proměnných „snímky“ (fytoecenologické snímky) a „přímá“ (semenná banka zjištěná přímým vybíráním semen). Obě dvě osy vysvětlují 10,89 %, 1. osa 5,37%.

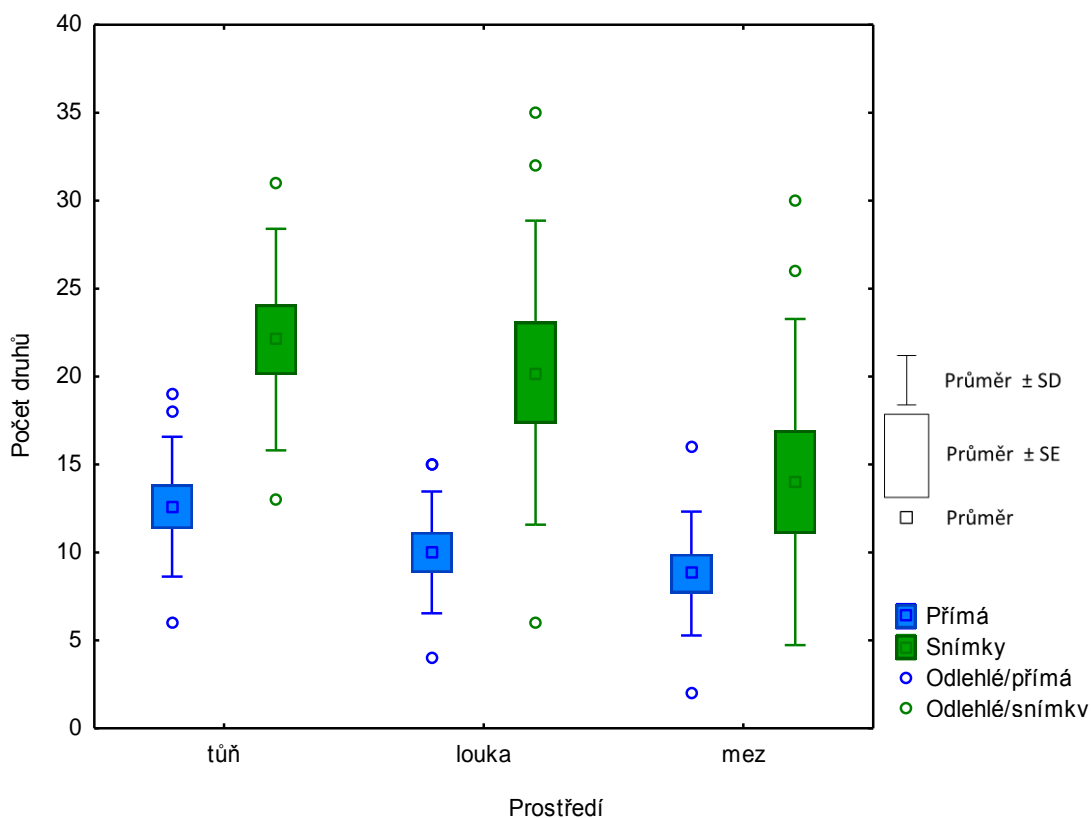
V rámci biotopů vegetačních snímků a přímé semenné banky se nejvíce překrývají druh *Phalaris arundinacea* (Obr. 13).



Obr. 14: Ordinační diagramy metody CCA shrnující rozložení druhů mezi zhotovenými vegetačními snímky a půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen. Diagram ($pseudo - F = 2,3$, $p = 0,002$) odráží překryvy druhů vysvětlujících proměnných - biotopů „tůň“ a „louka“ a „mez“. Obě dvě osy vysvětlují 7,37 %, 1. osa 5,34%.

Na závěr byla testována statistická průkaznost mezi frekvencemi výskytu druhů mezi třemi zvolenými biotopy a metodami (obr. 15). Průkazně vyšly rozdíly v použitých metodách tj. v semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen a fytoocenologických snímcích (ANOVA, $p < 0,001$, $F_{1,52} = 29,97$) a také v biotopech (ANOVA, $p = 0,02$, $F_{2,52} = 4,5$). Interakce mezi prostředími a metodami vyšla neprůkazně (ANOVA, $p = 0,41$, $F_{2,52} = 0,89$).

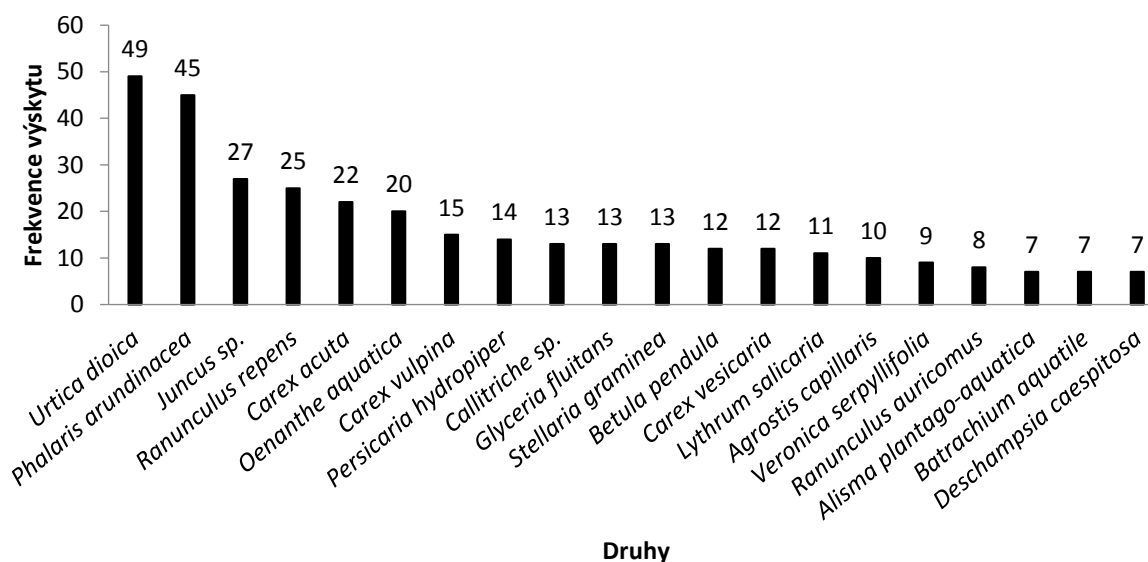
Použitím Tukeyho testu jsme zjistili, že rozdíly ve frekvenci výskytu druhů mezi semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen a fytoocenologickými snímky se průkazně liší v tůni a louce ($p_{tůň} = 0,01$, $p_{louka} = 0,01$, $p_{mez} = 0,45$).



Obr. 15: Frekvence výskytu druhů pro dané biotopy semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen a fytoocenologickými snímky.

3.5 Porovnání variability půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen s půdní semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty

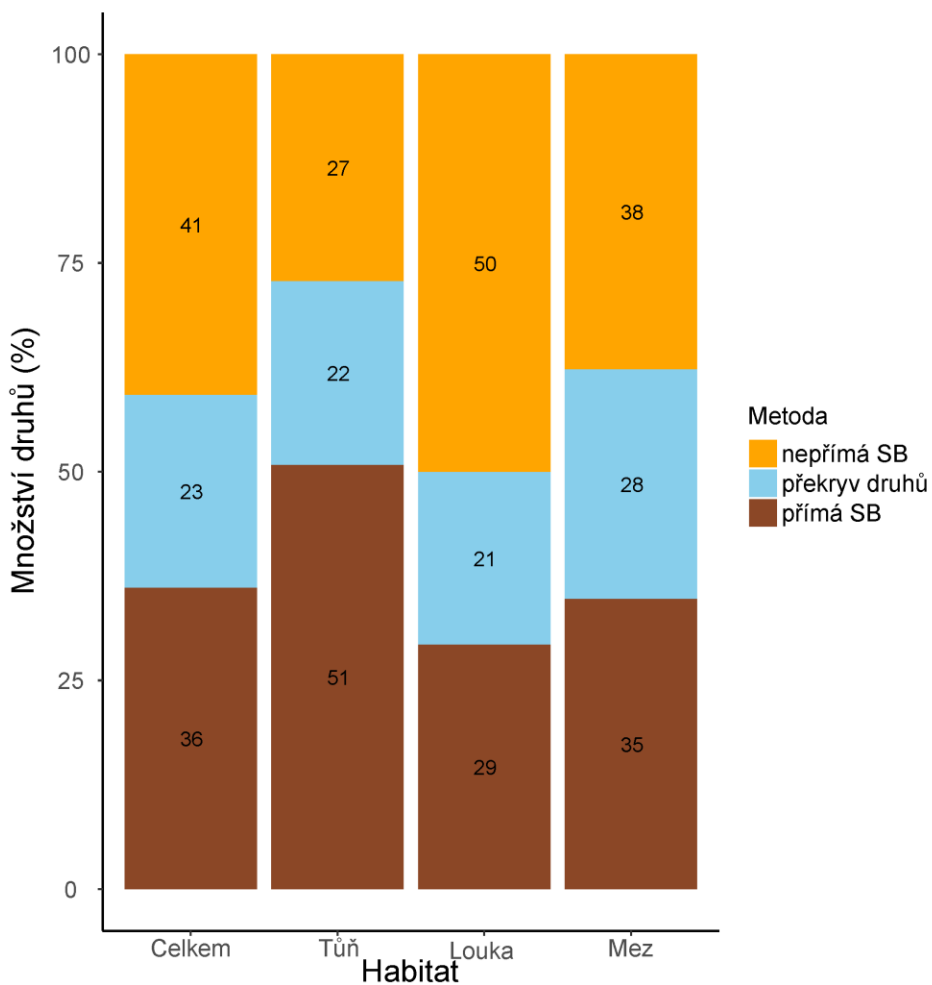
Použitím obou metod bylo zjištěno celkem 130 druhů, z toho 77 přímým určováním semen a 83 klíčovými experimenty. Z celkového počtu se 30 druhů vyskytovalo společně ve vzorcích obou užitých metod. Překrývající se druhy obou metod jsou vyneseny podle frekvencí výskytu do sloupcového grafu (Obr. 16).



Obr. 16: Frekvence výskytů 20 nejčastějších společných druhů pro půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen a pro půdní semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty. Frekvence výskytu je uvedena jednotlivě pro každý druh nad sloupcem.

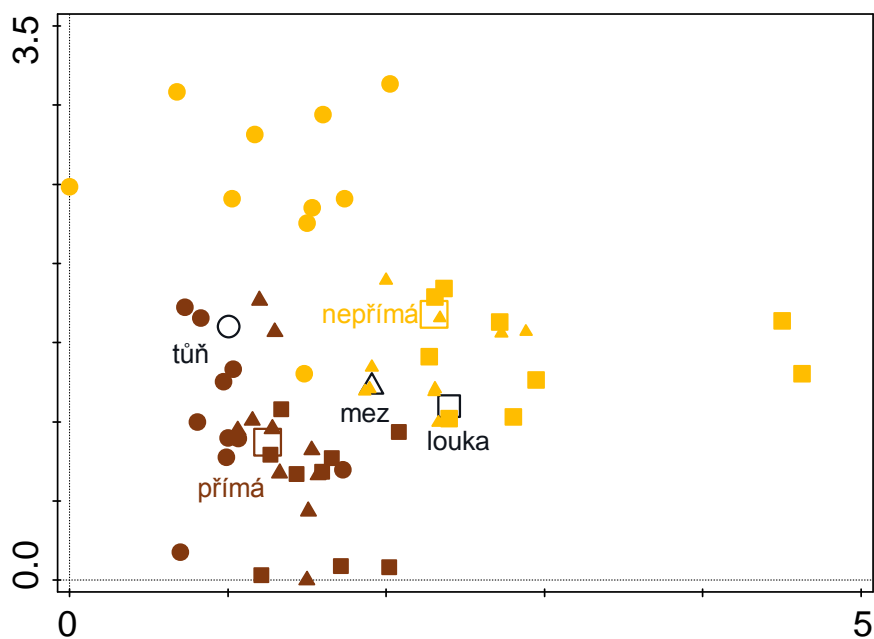
Ke kvantifikaci a vizualizaci zjištěných vztahů byl zvolen sloupcový graf (Obr. 17). V tůních bylo celkem nalezeno 59 druhů, z toho 43 v půdní semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen (dále jen přímá metoda) a 29 v půdní semenné bance zjištěné klíčovými pokusy (dále jen nepřímá metoda) s 13 překrývajícími se druhy.

V loukách bylo celkem nalezeno 92 druhů, z toho 46 přímou metodou a 65 nepřímou metodou s 19 překrývajícími se druhy. V loukách bylo celkem nalezeno 69 druhů, z toho 43 přímou metodou a 45 nepřímou metodou s 19 překrývajícími se druhy. Obě metody odhalily podobný počet druhů. Druhy se nejvíce překrývají v mezích, celkem z 28 %. Celkový překryv druhů mezi oběma metodami je 23 %.



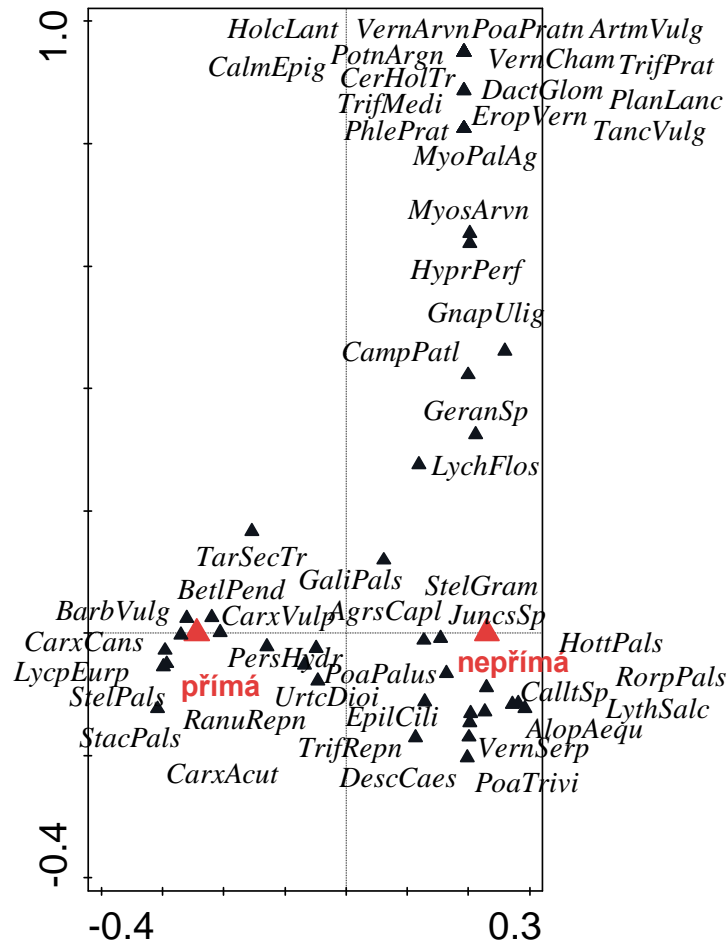
Obr. 17: Frekvence výskytů druhů pro půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen („přímá SB“) a pro půdní semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty („nepřímá SB“). Frekvence výskytu jsou převedeny na procenta.

Druhové složení semenné banky klíčících experimentů odpovídá svými ekologickými nároky na všechna stanoviště. Oproti tomu, druhy přímé semenné banky jsou zřetelně odděleny v tůních, kdežto v loukách a mezích se překrývají (Obr. 12).

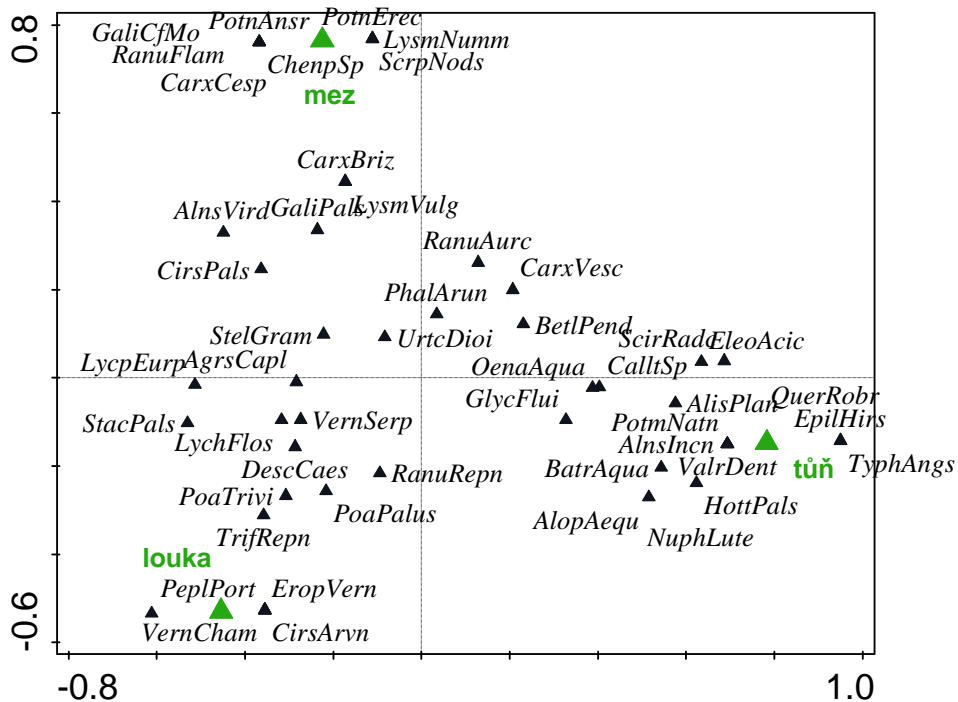


Obr. 18: Ordinační diagram DCA zobrazující všechny vzorky půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen („přímá“) a půdní semennou bankou zjištěnou klíčícími experimenty („nepřímá“) klasifikovány podle třech dominantních biotopů – tůně (kruh), meze (trojúhelník) a louky (čtverec). První dvě osy vysvětlují 12.52% variability (první osa 7.90%).

V rámci vegetačních snímků a přímé semenné banky se nejvíce překrývají druhy *Persicaria hydropiper*, *Urtica dioica* a *Carex vulpina* (Obr. 13).

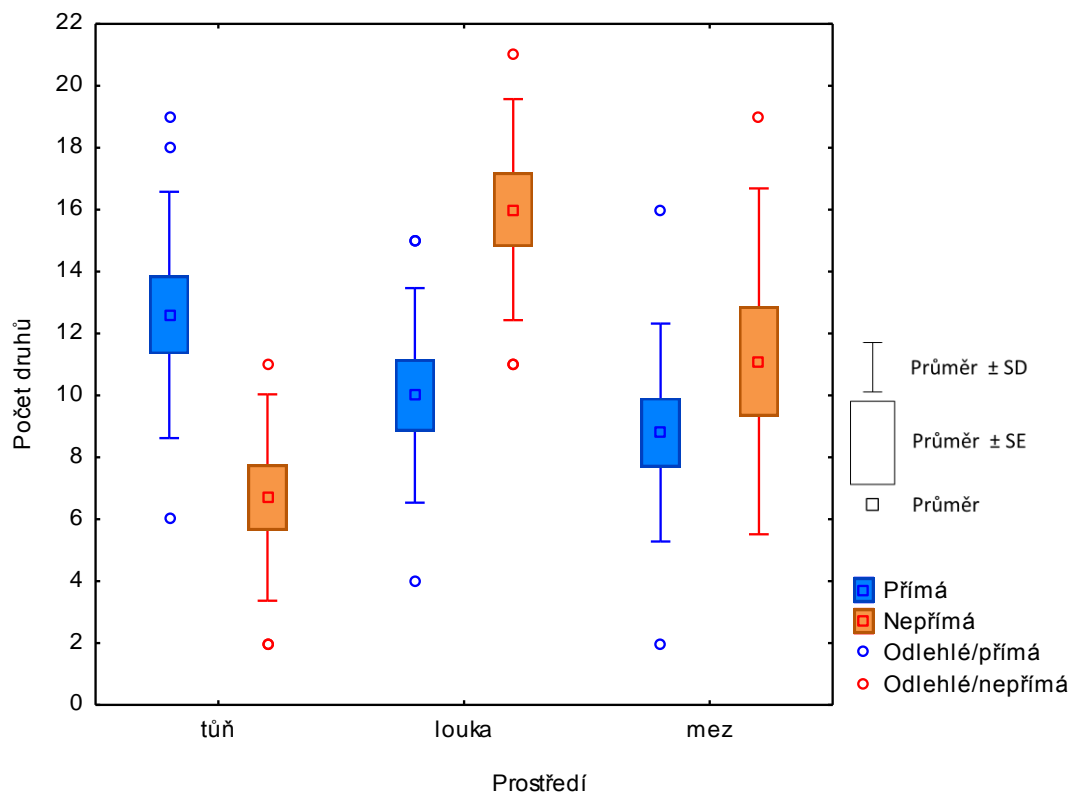


Obr. 19: Ordinační diagramy metody CCA shrnující rozložení druhů mezi zhotovenými vegetačními snímky („snímky“) a půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen („přímá“). Diagram (pseudo - $F = 2,8$, $p = 0,002$) odráží překryvy druhů metod - vysvětlujících proměnných „snímky“ (fytoecologické snímky) a „přímá“ (semenná banka zjištěná přímým vybíráním semen). Obě dvě osy vysvětlují 11,44 %, 1. osa 4,92 %.



Obr. 20: Ordinační diagramy metody CCA shrnující rozložení druhů mezi půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen a půdní semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty. Diagram (pseudo - $F = 2,3$, $p = 0,002$) odráží překryvy druhů vysvětlujících proměnných - biotopů - „tůň“ a „louka“ a „mez“. Obě dvě osy vysvětlují 7,37 %, 1. osa 5,34%.

Na závěr byla testována statistická průkaznost mezi frekvencemi výskytu druhů mezi třemi zvolenými biotopy a semennými bankami (obr. 21). Rozdíly v použitých metodách tj. v semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen a semenné bance zjištěné klíčovými experimenty vyšly neprůkazně (ANOVA, $p = 0,45$, $F_{1,52} = 0,58$). Rozdíly mezi biotopy se liší (ANOVA, $p = 0,02$, $F_{2,52} = 4$), stejně jako interakce biotopů s metodami (ANOVA, $p < 0,001$, $F_{2,52} = 11,14$). Nejvíce se mezi sebou liší frekvence druhů mezi semennými bankami v tůních (Tukeyho test, $p = 0,02$), jinak je množství druhů srovnatelné.

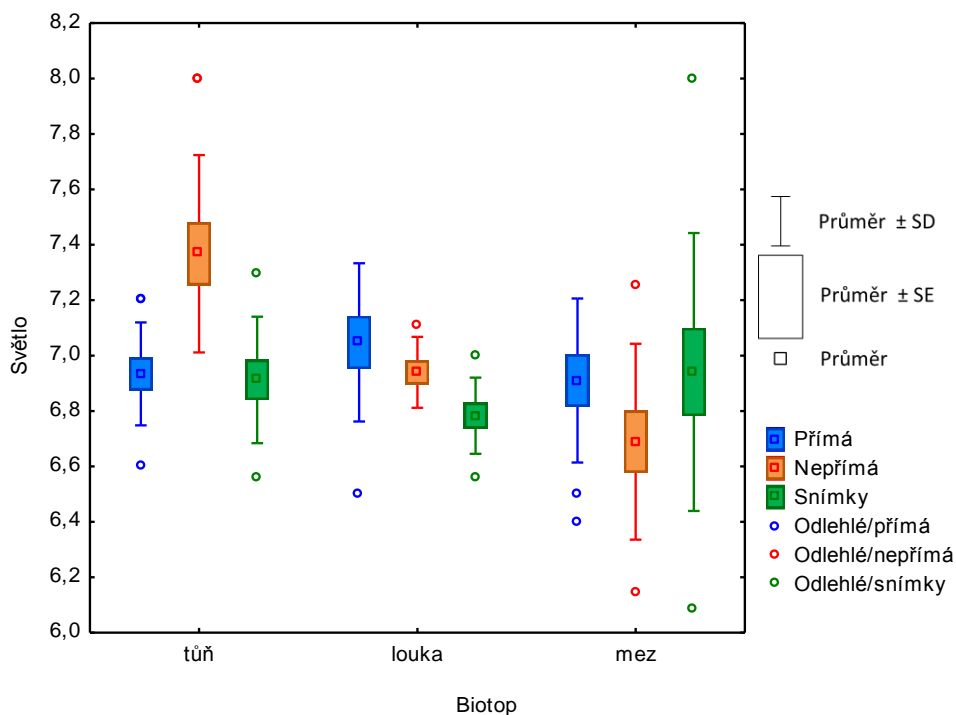


Obr. 21: Frekvence výskytu druhů pro dané biotopy semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen a semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty.

3.6 Porovnání průměrných Ellenbergových indikačních hodnot pro druhy vzorků a snímků všech tří užitých metod zjišťování vegetace

3.6.1 Průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty pro světlo v rámci vybraných stanovišť a metod

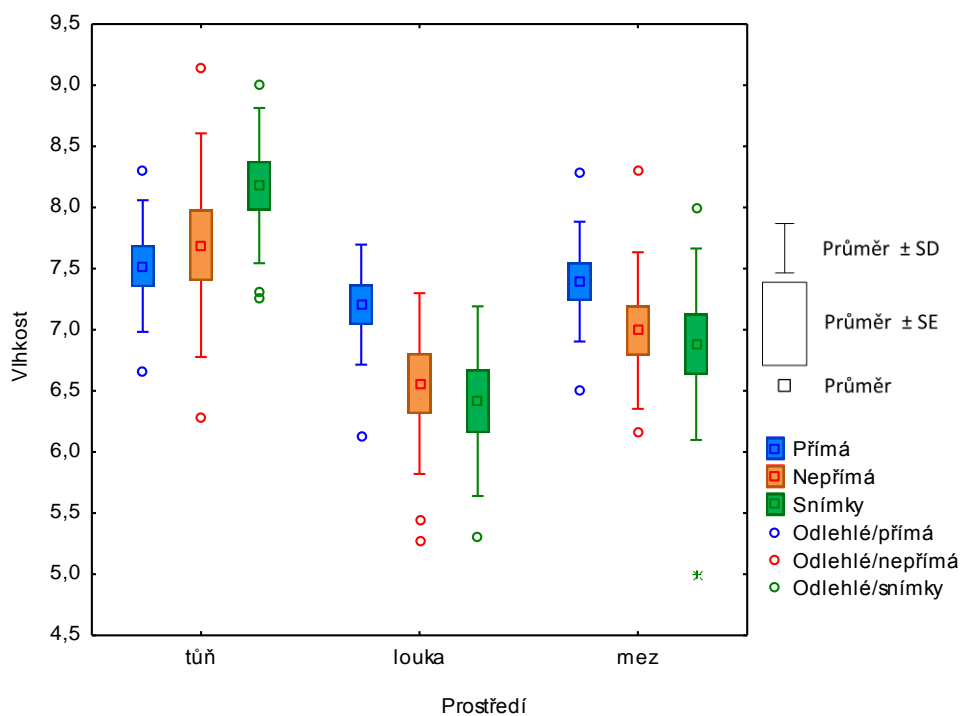
Interakce mezi typem biotopu a metody pro Ellenbergovu indikační hodnotu pro světlo vyšla signifikantně (ANOVA, $p = 0,001$, $F_{4,78} = 5$, biotopy se navzájem statisticky liší (ANOVA, $p = 0,02$, $F_{2,78} = 4,32$), přičemž metody mezi sebou se statisticky neliší (ANOVA, $p = 0,3$, $F_{2,78} = 1,23$). Z grafu je patrné (Obr. 22), že společenstva zjištěná klíčovými experimenty a přímým vybíráním semen mají nejnižší Ellenbergovy indikační hodnoty pro světlo v tůních, poté v louce a nejméně v mezích.



Obr. 22: Průměrná Ellenbergova indikační hodnota pro světlo pro dané biotopy všech použitých metod.

3.6.2 Průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty pro vlhkost v rámci vybraných stanovišť a metod

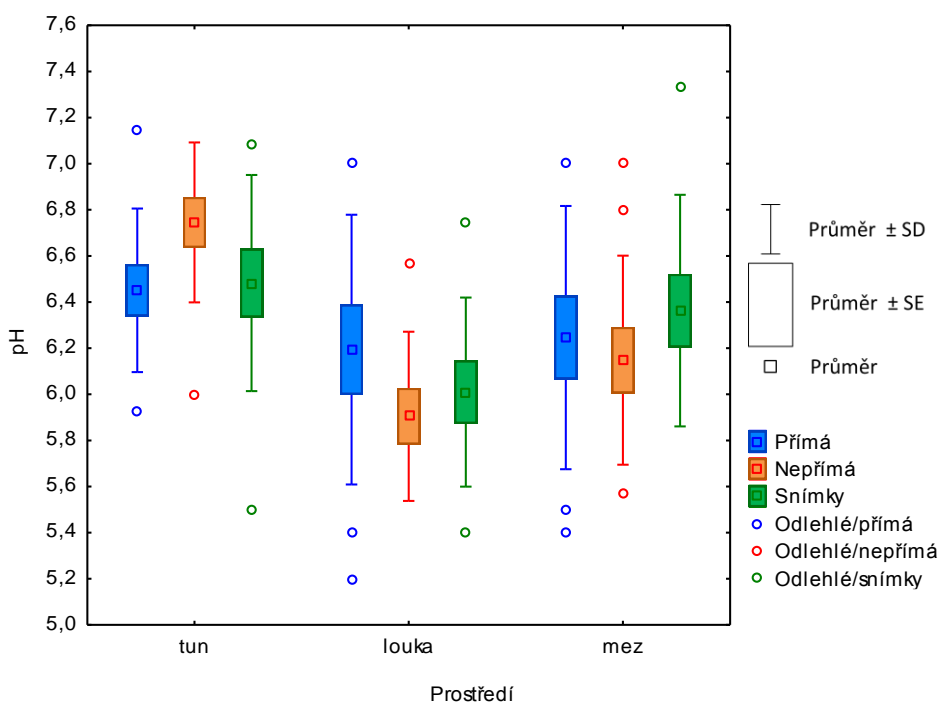
Interakce mezi vybranými biotopy a metodami pro průměrnou Ellenbergovu hodnotu pro vlhkost vyšla signifikantně (ANOVA, $p = 0.02$, $F_{4,78} = 3,1$, biotopy se navzájem statisticky liší (ANOVA, $p < 0,001$, $F_{2,78} = 18.36$), přičemž metody mezi sebou se statisticky neliší (ANOVA, $p = 0,25$, $F_{2,78} = 1,43$). Krabicový graf znázorňuje (Obr. 23), že společenstva všech užitých metod mají nejvyšší požadavky na vlhkost v tůních, a v louce a mezích srovnatelně a také, že společenstva zjištěná v půdní semenné bance klíčovými experimenty a přímým vybíráním semen mají menší požadavky vlhkosti v tůních než společenstva aktuální nadzemní vegetace.



Obr. 23: Průměrná Ellenbergova indikační hodnota pro vlhkost pro dané biotopy všech použitých metod.

3.6.3 Průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty pro půdní reakci (pH) v rámci vybraných stanovišť a metod

Biotopy se navzájem statisticky liší pro průměrnou Ellenbergovu indikační hodnotu pro půdní reakci (ANOVA, $p < 0,001$, $F_{2,78} = 9.43$), interakce mezi vybranými biotopy a metodami vyšla neprůkazně (ANOVA, $p = 0.26$, $F_{4,78} = 1.35$) a metody mezi sebou se statisticky také neliší (ANOVA, $p = 0.97$, $F_{2,78} = 0.03$). Vztahy mezi všemi proměnnými jsou vizualizovány na obr. 24.

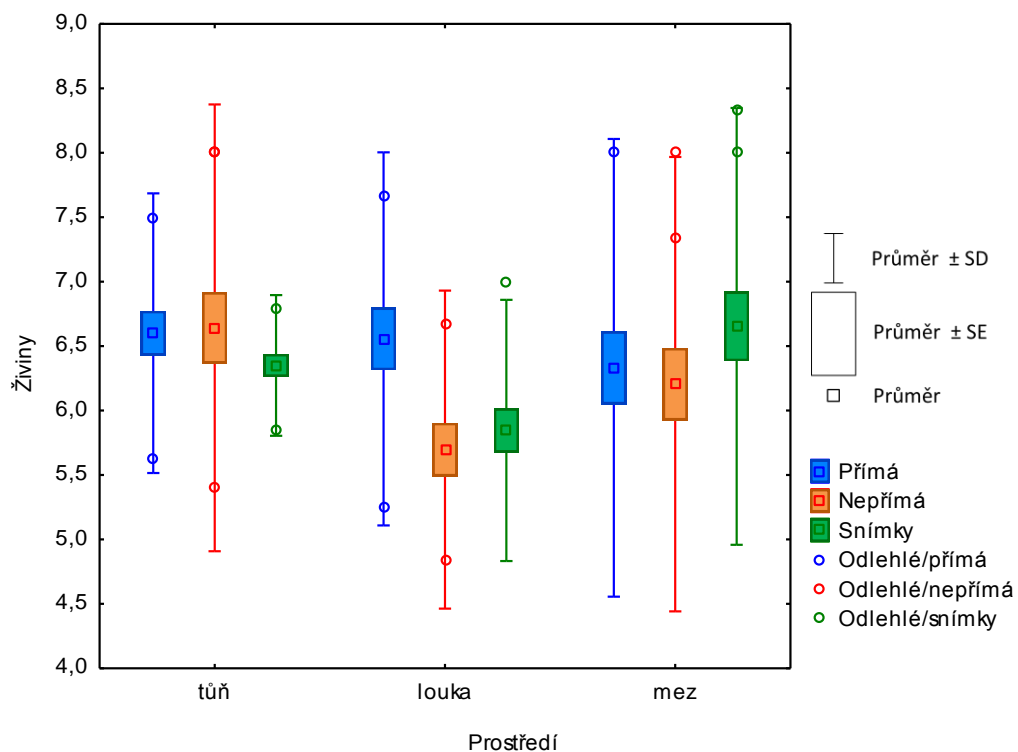


Obr. 24: Průměrná Ellenbergova indikační hodnota pro půdní reakci (pH) pro dané biotopy všech použitých metod.

3.6.4 Průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty pro obsah živin v půdě v rámci vybraných stanovišť a metod

V případě průměrných Ellenbergových indikačních hodnot pro obsah živin v půdě vyšel průkazný rozdíl pouze mezi biotopy (ANOVA, $p = 0.03$, $F_{2,78} = 3.6$), metody (ANOVA, $p = 0.24$, $F_{2,78} = 1.47$) ani vzájemná interakce se statisticky neliší

(ANOVA, $p = 0.1$, $F_{4,78} = 1.98$). Vztahy mezi všemi proměnnými jsou vizualizovány na obr. 25.



Obr. 25: Průměrná Ellenbergova indikační hodnota pro obsah živin v půdě pro dané biotopy všech použitých metod.

4 Diskuze

V současné době existuje mnoho studií, kde se autoři snaží porovnávat nadzemní vegetaci s půdní semennou bankou. Většina publikací se však zaměřuje na klíčící experimenty a ekologická témata (Capon and Brock 2006; Carter 2002; Hölzel and Otte 2004; Kautsky 1990; Robertson and James 2007; Wilson et al. 1993). Jen málo studií však zahrnuje semennou banku získanou přímým vybíráním semen (Beheshtian et al. 2007; Brown 1992; Gross 1990), která byla hlavním předmětem studia této práce. Nebyla však dohledána žádná literatura, kde by přímá semenná banka byla porovnáována s oběma dalšími metodami současně. Vzhledem k tomu, že v paleoekologických studiích se vegetace a ekologické podmínky interpretují právě na základě semen, které jsou vybírány z proplaveného sedimentu – tedy vlastně semenné banky zjišťované přímou metodou, chtěli jsme její výpověď ověřit. Následující kapitola se věnuje diskuzi výsledků porovnávání přímé semenné banky se zbylými metodami a dostupnou literaturou. Výsledky jsou v této části porovnány na základě zjištěných poměrů a náležitě rozvedeny na úroveň konkrétních druhů nejdůležitějších pro danou kombinaci stanoviště s jednotlivou metodou.

4.1 Porovnání variability půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen s recentní vegetací

Frekvence výskytů druhů semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen významně nereflektovala aktuální vegetaci na stanovišti (Obr. 12, 15). Obě metody se v druhovém složení překrývaly pouze z 20% (Obr. 11) a vegetační snímky odhalily téměř 2 krát více druhů než přímá semenná banka (Obr. 11). Vysvětlením může pravděpodobně být to, že na lokalitě vyklíčí pouze některé z druhů. Pro mateřskou rostlinu nemusí být vždy výhodné, aby její semena hned vyklíčila, a proto u nich může nastat takzvané dormantní stádium. Pokud je pravděpodobnost uchycení semenáčku malá, zafunguje právě mechanismus dormance a omezení

fyziologických procesů semene k oddálení vyklíčení i přes jinak příznivé podmínky (Fenner and Thompson 2005).

Z diagramu DCA (Obr. 12) je patrné, že vegetační snímky vykazují větší variabilitu v druhovém složení na stanovištích než přímá semenná banka. Druhové složení semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen se značně překrývá mezi studovanými biotopy, zatímco druhy vegetačních snímků odpovídají stanovišti. Příčina může být v transportu semen po jejich uložení v půdě. Říční niva je značně dynamickým ekosystémem, kde se semena šíří větrem (anemochorie), pomocí fauny (zoochorie) a především vodou (hydrochorie, Fenner and Thompson 2005).

V semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen se nachází druhy, které se v aktuální vegetaci nevyskytují, např. *Carex acutiformis*, *C. canescens*, *C. panicea*, *C. paniculata*, *Myosoton aquaticum*, *Peucedanum* sp. a jiné (Tab. PI - PIII). To může být zapříčiněno zejména tím, že půdní semenná banka často odráží kromě semen aktuálně rostoucích nadzemních rostlin i předešlá vegetační stádia (Roberts 1981). Tato vlastnost je dána dlouhověkostí semen. V současné době je známo, že semena některých rostlin mohou přetrvávat v půdě po desítky i stovky i tisíce let a i po tak dlouhé být schopny vyklíčit. Například pro semena *Lupinus arcticus* byla dokázána životnost více než 10 000 (Porsild et al. 1967), *Nelumbo nucifera* více než 3000 let (Libby 1955) a *Chenopodium album* či *Spergula arvensis* více než 1700 let (Ødum 1965). Tyto údaje ale byly navrženy pouze na základě asociací s archeologickými artefakty a proto je na místě opatrnost v otázce důvěryhodnosti informací. S rozvojem radiokarbonového datování však byl v případě semene rostliny *Nelumbo nucifera* zjištěn věk $1,288 \pm 271$ let (Shen-Miller et al. 1995) či téměř 2000 let stará semena *Phoenix dactylifera* (Sallon et al. 2008).

Kromě dormance semen by dalším důvodem pro menší počet zjištěných druhů v semenné bance mohla být také destrukce semen při plavení vzorků či propadnutí velmi malých semen sítím (např. *Juncus*, *Luzula*, *Scirpus*, *Salix*), ačkoliv velikost síta (0.25 milimetrů) je zvolena tak, aby zachytila i drobná semena. Mechanickou

destrukci semen by šlo zmírnit/předejít N použitím roztoku KOH k jejímu rozpuštění, obzvláště vzorky, které byly tvořeny jílem. Tato metoda se běžně používá pro rozvolnění sedimentu pro paleoekologické analýzy (Mauquoy & Van Geel 2007, Mauquoy et al. 2010, Wasylikowa 1986), nicméně ani ta nezaručí, že semena nebudou poškozena.

V tůních se vyskytují druhy, které jsou více či méně vázány na vodní prostředí. Nejvyšší frekvencí výskytu vykazuje okřehek menší (*Lemna minor*). Tato rostlina z čeledi Araceae je poměrně nenáročná a roste v širokém spektru stojatých a pomalu tekoucích vod. R. Černý (1994) ve své práci uvádí, že se okřehek vyskytuje na lokalitě ve společenstvech s hojným opadem z okolí. Znamená to tedy, že preferuje více dusíku. Její pokryvnost se také mění podle míry proplachu za povodní. Čím slabší je povodňová aktivita řeky, tím větší zastoupení v tůních Lužnice tato rostlina má. Celoročně se objevuje v tůních, které jsou více izolované od hlavního toku. Určitý vliv na zadržení rostlin mají také některá makrofyta (například *Elodea canadensis*, *Nuphar lutea* či *Batrachium aquatile*) tím, že při letních povodních umožňují zachycení jednotlivých rostlin nebo celých skupin mezi listovými úkrojkami a tím udržují kontinuitu jejich výskytu v daných tůních. V semenné bance zjištěné vybíráním semen se nachází zřídka, což by mohlo souviset s jejím rozmnožovacím cyklem. V našich podmínkách se totiž zřídka rozmnožuje semeny (citace).

Chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*) je zastoupena ve všech vegetačních snímcích a všech vzorcích z tůní, luk i mezí. Chrastice je velmi hojná vytrvalá bylina mokřých luk a lužních lesů (Kubát et al. 2002). Naše výsledky tedy souhlasí s informací obsaženou ve studii R. Černého (1994), kde je uvedeno, že chrastice se vyskytuje kontinuálně v celé nivě, spolu s kopřivou dvoudomou (*Urtica dioica*) pak tvoří výraznou dominantu nesečených částí nivy, které lze považovat za náhradní společenstva lužních lesů (Kopecký and Hejný 1965). Květenství chrastice jsou tvořena až druhý rok po vyklíčení a tvoří se v nich stovky semen za sezónu. Mají dormantní semena tvořící významnou semennou banku, což odpovídá vysokému zastoupení druhu v námi zjištěných vzorcích semenné banky. Šíří se ale také vegetativně pomocí plazivých oddenků. Ve všech třech metodách se vyskytuje

nejméně v lučních obhospodařovaných společenstvech, což by mohl vysvětlovat fakt, že semenáčky jsou citlivé na mezidruhovou konkurenci a na jakýkoliv hospodářský zásah. Většinou potřebují jednu sezónu na to, aby se řádně uchytily (Lindig-Cisneros and Zedler 2002). V lučních společenstvech se chrastice nachází z 60% v semenné bance a z 50% ve snímcích. Ačkoliv se jedná o rostlinu nejvíce zastoupenou ve všech metodách a značí dobrou porovnatelnost v rámci obou metod, pro paleoekologické záznamy nemá významnou výpovědní hodnotu.

Druhý nejčastěji se objevující druh ve všech metodách a biotopech, kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), je z hlediska paleoekologie zajímavějším druhem, který je hojně nacházen v půdních profilech. Kopřiva dvoudomá je vázaná na živinově bohatá stanoviště a může být indikátorem lidského osídlení. Je třeba ale uvažovat o místě nálezu v širším kontextu, protože kopřivy se mohou vyskytovat jako součást přirozených společenstev například při březích řek (Behre 1981). Ve vzorcích ze semenné banky se v tůních vyskytuje z 60% a ve vegetačních snímcích z 80%, což můžeme považovat rovněž za porovnatelné s dobrou výpovědní hodnotou semenné banky. V lučních společenstvech jsme kopřivu zaznamenali v semenné bance v 90% vzorků, kdežto ve vegetačních snímcích pouze z 20%, což může upozornit na nadhodnocení archeobotanických a paleoekologických nálezů.

Co se týká pokryvnosti stromového patra, v tůních se vyskytuje pouze dub letní (*Quercus robur*) v nízkém procentuálním zastoupení pro obě metody zkoumání. Protože se ale nálezy překrývají, domníváme se, že je možné tento druh v případných nálezech staršího data považovat za relevantní. Ostatní stromy a keře (*Betula pendula*, *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Lycopus europaeus* louka), které jsou zastoupeny v semenné bance z tůní se ve vegetačních snímcích nevyskytují. Domníváme se tedy, že se jedná o spad z okolí. Z toho usuzujeme, že je třeba určité opatrnosti při interpretaci výsledků nálezů se semeny zmíněných druhů.

V semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen byly v případě terestrických biotopů (louka a mez) nalezeny také semena vodních nebo mokřadních rostlin vázaných na tůně (*Oenanthe aquatica*, *Alisma plantago-aquatica* či *Glyceria fluitans*), které se v nadzemní vegetaci luk a mezí nevyskytují. Takový výskyt může

být výsledkem postdepozičních procesů semen (viz výše). Je možné, že se semena dostaly z tůní, kde byly pravděpodobně nejprve uloženy po opadu z mateřské rostliny, během rozlivů do okolní krajiny. Hydrochorie hraje v říčních ekosystémech nejdůležitější roli v přenosu nově vyprodukovaných semen (Boedeltje et al. 2003). Protože se jedná o více semen z více vzorků, i tady je důležité být v paleoekologických interpretacích opatrný. Na druhou stranu, z případného paleoekologického záznamu by vyplynulo, že se nejedná o vodní společenstvo a že frekvence výskytu vodních druhů je velmi malá, takže by pravděpodobně jejich přítomnost nezkreslila finální výsledek.

V lučních společenstvech byly nalezeny ve všech vegetačních snímcích druhy z čeledi Poaceae, které nebyly zaznamenány v semenné bance (*Poa trivialis*, *Deschampsia cespitosa* či *Dactylis glomerata*) nebo pouze v jednom vzorku (*Agrostis capillaris*). Jelikož zmíněné druhy byly zjištěny klíčovými experimenty, můžeme předpokládat, že se jejich semena v semenné bance nacházela. Důvodem, proč nebyly objeveny přímou metodou, může být jejich obtížná identifikace mnohdy způsobena špatným uchováním semene. Velká část semen z čeledi Poaceae, které jsme zjistili ve vzorcích, byla přiřazena pouze k názvu čeledi.

Semena lipnicovitých rostlin jsou obtížně určitelné a pokud se semena zmíněných druhů v semenné byla sl. To je zřejmě důvod jejich nepřítomnosti ve vzorcích semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen. Klíčovými experimenty totiž přítomnost těchto druhů zjištěna byla, což značí přítomnost semen v půdě. Výpověď makrozbytkové analýzy pro rostliny čeledi Poaceae je tedy značně zkreslená.

4.2 Porovnání variability půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen s půdní semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty

Výsledky ukázaly, že obě semenné banky se překrývaly v rámci druhové variability pouze z 23 % (Obr. 17). Celkem o 5 druhů více bylo zjištěno klíčovými experimenty. To je opačný výsledek, než jsme očekávali. Předpokládali jsme, že přímá metoda odhalí vyšší frekvenci zastoupení druhů než klíčovými experimenty, protože je obtížné vyhovět všem semenům v půdě v jejich nárocích na podmínky vhodných k vyklíčení (Johnson and Anderson 1986). Druhy, které byly zastoupeny pouze v přímé semenné bance mají zřejmě perzistentní trvalou banku. Nicméně rozdíl v počtu druhů v rámci obou metod není výrazný a ani se statisticky neliší (Obr. 21). Podobné počty druhů nalezených v obou metodách uvádí několik dalších autorů (Ball and Miller 1989; Gross 1990).

Počty druhů se v rámci obou metod a všech biotopů výrazněji liší pouze v tůních (Obr. 21). Mohlo by to být zapříčiněno tím, že vodní rostliny potřebují velmi specifické podmínky ke klíčení, kterých nebylo ve skleníku dosaženo. Je možné, že by k získání vyšší frekvence zastoupení druhů vodních a vlhkomilných rostlin bylo zapotřebí aplikovat různé metody závislé na různých objemech vody (Boedeltje et al. 2002). Dalším důvodem vyšší variability v rámci obou metod v tůních by mohla být silně vyvinutá dormance semen u vodních rostlin (Teltscherová and Hejný 1973) nebo špatné zachování diaspor v půdě a struktura půdy. Čím více je sediment písčitéjší, tím více materiálu zůstane ve vzorku po prosetí a zvyšuje se riziko přehlédnutí semen (Beheshtian et al. 2007).

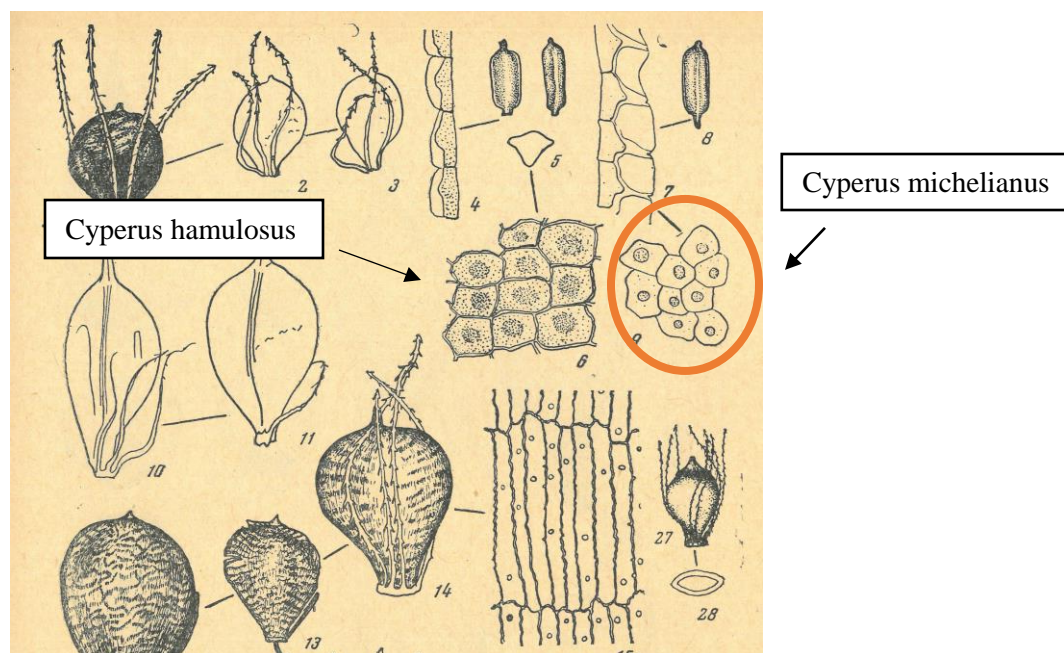
Z diagramu DCA (Obr. 18) lze vyčíst překryv druhů v rámci luk a mezí, zatímco společenstva tůní jsou poměrně dobře oddělené. Překryv druhů v mezích a loukách v semenné bance by mohly indikovat, že se v nedávné době jednotlivá stanoviště mohla měnit. Znamená to, že by se zde mohlo odrážet opuštění zemědělské půdy v období kolektivizace v 50. letech. Louky, které ještě po druhé světové válce

patřily soukromníkům, se najednou staly opuštěnými. O seno nebyl zájem, nastoupila sukcese k lužnímu lesu, odvodňovací nebyly nadále udržovány a louky se zabahnily. To přispělo k druhovému složení směrem k monocenózám kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica*), chrastice rákosovité (*Phalaris arundinacea*), ostřice štíhlé (*Carex acuta*) a zblochanu vodního (*Glyceria maxima*, Černý 1994). Všechny zmíněné druhy jsou hojně zastoupeny v námi získaných snímcích i vzorcích semenné banky. Otázkou zůstává, jestli je v odebraných 15 cm půdního profilu možné hledat informace staré až 60 let. Straškrabová a Prach (1996) odhadují expanzi těchto dvou druhů v lučních společenstvech na 20 let (to by odpovídalo počátku zarůstání v 70. letech).

Jak je uvedeno výše, semenná banka je zdrojem také semen s dlouhou životností. Druhy, které byly zastoupeny pouze v přímé semenné bance a mohly by reprezentovat perzistentní semennou banku jsou *Carex acutiformis*, *C. canescens*, *C. cespitosa*, *C. panicea*, *C. paniculata*, *Cirsium oleraceum*, *Euphorbia palustris*, *Polygonum amphibium*, *Alnus incana*, *Nymphaea* sp. či *Peucedanum* sp (Klimešová et al. 2017). Mezi druhy, které se vyskytovaly pouze v přímé semenné bance patří také šáchor Micheliův (*Cyperus Michelianus*). Tato rostlina je dnes kriticky ohrožená (C1) a vyskytuje se pouze na jižní Moravě (Kubát et al. 2002). Ještě v 70. letech minulého století byl ale její výskyt doložen na Třeboňsku (Grulich 2011). Typ semenné banky pro tento druh nebyl v literatuře dohledán, pouze informace o výskytu semen druhu ve zkoumané semenné bance lesního společenstva v severní Itálii. Autoři se domnívají, že vyšší zastoupení druhu v semenné bance je způsobeno tendencí semen přežívat v půdě nepříznivé podmínky (Skowronek 2013). Zůstává tedy otázkou, zda rostlina tvoří dlouhověčná semena a mohly by na lokalitě přetrvat. Záměnu s jinými šáchory nepřipouštíme, protože semena byla porovnána v rámci referenční sbírky. Rozhodujícím znakem pro identifikaci byla struktura osemení viditelná při stonásobném zvětšení pod mikroskopem (Obr. 25) a dohledána v identifikačním klíči (Katz et al. 1965, Obr. 26). Možná záměna by mohl a být na základě podobné struktury osemení s druhem *Cyperus hamulosus*, ale ten se v České republice nevyskytuje (Kubát 2002).



Obr. 26: Semeno šáchoru Micheliova (*Cyperus michelianus*). Foceno na konfokálním mikroskopu Keyence VHX – 2000.



Obr. 27: Struktura osemení šáchoru Micheliova (*Cyperus michelianus*, č. 9). Vlevo struktura osemení druhu *Cyperus hamulosus* (č. 6). Přejato z identifikačního klíče *Atlas and Keys of Fruits and Seeds Occuring in the Quaternary Deposits of the USSR* (Katz 1965).

Podobně jako v předchozích analýzách, ani v rámci semenných bank nejsou semena stromů a keřů reflektována v obou metodách. Opět byly nalezeny pouze přímým určením semen. Bříza bělokorá (*Betula pendula*) se vyskytovala v 70% vzorků přímé semenné banky, olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) z 30%, olše šedá (*Alnus incana*) z 20% a dub letní (*Quercus robur*) také z 20%. To jen potvrzuje teorii, že přímé určování (a makrozbytková analýza) je úspěšnější v detekci stromů a keřů ve vzorcích než klíčící pokusy (Kramer and Johnson 1987).

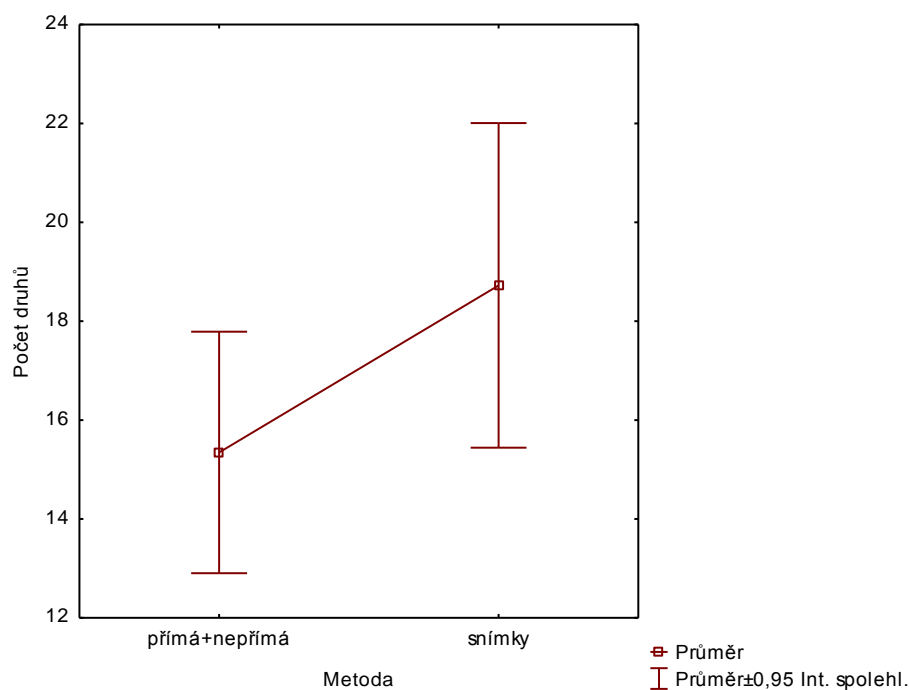
Chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*) byla v tůních více zastoupena v přímé semenné bance. To by mohlo vést k polemice, že semenům chrastice chyběly v laboratorním prostředí disturbance, které zvyšují jejich šanci vyklíčit (Lindig-Cisneros and Zedler 2002). Avšak v loukách i mezích byly frekvence výskytu v obou metodách srovnatelné, což značně zpochybňuje uvedené tvrzení.

Druhý dominantní druh nivy Lužnice, kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), je zastoupena prakticky ve stejném poměru jako chrastice rákosovitá. Není divu, že je hojně zastoupena z hlediska frekvence druhů i pokryvnosti. Určit ale souvislost mezi nízkou klíčivostí semen ze vzorků z tůní zřejmě nejsme schopni. Předpokládali jsme podobný poměr pro obě metody vzhledem k faktu, že kopřiva patří se svým procentem klíčivosti kolem 50 – 70 % ke snadno klíčivým rostlinám (Nikolaeva et al. 1985). Je ale možné, že v tůních je příliš vysoká vlhkost, která by mohla negativně ovlivnit její klíčení.

Klíčící metoda je vhodná pro determinaci rostlin s malými semeny (Brown 1992). To potvrzuje i naše studie. Semena rodu *Juncus* byly ve společenstvech luk a mezí zastoupeny velmi nerovnoměrně. V přímé semenné bance pouze v 10 % tj. v 1 vzorku, zatímco klíčení odhalilo výskyt v 90 % vzorků. V tůních se sice situace liší a dokonce se druh vyskytuje v 1 vzorku navíc v přímé semenné bance, ale frekvence výskytu je obecně slabší (40%:30%). Také abundance semen silně převažuje v klíčících experimentech. Zatímco přímou metodou bylo zjištěno celkem ve všech biotopech 9 semen, klíčícími experimenty 980, což je téměř 109 krát více. Důvodem pro malé počty semen vybraných přímo ze vzorku může být struktura půdy (Beheshtian et al. 2007) či jejich velikost. Šířka semen se pohybuje okolo $0.26 \pm$

0.05 mm (Cappers et al. 2006), což by mohlo znamenat jejich snadné propadnutí sítím. Jejich přehlédnutí při přebírání nepřikládáme velký význam vzhledem k tomu, že byl nalezen alespoň nějaký počet semen.

Na základě nálezů rodu *Juncus* a k tomu pojících se témat jsme došli k závěru, že by bylo vhodné při porovnávání semenné banky s recentní vegetací využít obou metod – přímé i nepřímé. Tuto úvahu jsme statisticky testovali (ANOVA, $F_{56,2} = 2,86$, $p = 0,09$) a zjistili, že by kombinací obou metod se bychom se lépe přiblížili skutečnému složení recentní vegetace (Obr. 27). Tento postup by se ale dal použít spíše ekologické studie. Pro paleoekologii a archeobotaniku význam nemá, protože bychom vzhledem ke stáří materiálu neměli jistotu, že semena vyklíčí.



Obr. 28: Jednocestná analýza variance pro zjištění rozdílu mezi přímou a nepřímou metodou zjišťování druhového složení semenné banky a recentní vegetací.

4.3 Porovnání průměrných Ellenbergových indikačních hodnot pro druhy vzorků a snímků všech tří užitých metod zjišťování vegetace

Ellenbergovy indikační hodnoty (dále jen EIH) byly zjišťovány také kvůli možné aplikaci v paleoekologii či archeobotanice. Druhovú společenstva, která se nachází v jednotlivých vrstvách půdních profilů popisujících vegetační historii, mají na základě svého druhového složení určité průměrné Ellenbergovy hodnoty. Naším cílem bylo vypočítat tyto průměrné hodnoty pro společenstva semenných bank i vegetačních snímků a porovnat je mezi sebou.

Průměrné EIH pro světlo (Obr. 22) jsou stejné pro všechny metody. V případě přímé semenné banky a recentní vegetace se dokonce neliší ani v žádném z biotopů. Průměrné EIH přímé semenné banky tedy odpovídá průměrným EIH aktuální vegetace. V porovnání semenných bank lze spatřit rozdíl pouze v tůni. Tento výsledek si vysvětlujeme opět spadem spor druhů z okolí, které mohou značně ovlivnit průměr. Na základě těchto výsledků můžeme tedy EIH pro světlo považovat za vhodný identifikační nástroj v paleoekologii.

Průměrné EIH pro vlhkost (Obr. 23) také nevykazují v rámci metod rozdíly. Obě semenné banky vykazují nižší hodnoty v tůních než recentní vegetace, což by mohl být rovněž případ přísunu semen z okolí. Naopak louky a meze charakterizují v případě semenných bank vyšší hodnoty než v recentní vegetaci. To značí výměnu semen mezi tůněmi a terestrickými biotopy během rozlivu. V loukách se totiž poměrně často nachází semena druhů s vyšší hodnotou EIH, které mohou navyšovat průměr (např. *Urtica dioica*, *Carex acuta*, *Carex acutiformis*, *Glyceria fluitans*, *Alisma plantago – aquatica* či *Batrachium aquatile*) Možné přesuny jsou většinou brány v potaz také v paleoekologických výzkumech (Lowe et al. 1997)).

Pro průměrné EIH pro půdní reakci nebyl statisticky zjištěn rozdíl mezi metodami (Obr. 24). Ani Tukeyho test, který porovnává konkrétní proměnné mezi sebou, neodhalil rozdílné interakce. Můžeme tedy předpokládat, že pH by mohlo být

dobrým ukazatelem při posouzení rostlinných společenstev při rekonstrukcích v paleoekologických záznamech.

V případě průměrných EIH pro živiny je situace prakticky totožná jako v případě EIH pro půdní reakci a lze tedy vyvodit podobný závěr (Obr. 25). Stejně jako v předchozím případě tedy můžeme tedy předpokládat, že i průměrné EIH pro živiny v půdě by mohly být dobrým ukazatelem při rekonstrukcích v paleoekologických záznamech.

5 Závěr

Předložená práce si kladla za cíl srovnat semenné banky zjištěné dvěma rozdílnými metodami s recentní vegetací za účelem zjištění výpovědí makrozbytkové analýzy na recentním materiálu pro použití v paleoekologii a archeobotanice. Její výsledky lze shrnout do následujících bodů.

- i. Semenná banka zjištěná přímým vybíráním semen se svým druhovým složením překrývala s recentní vegetací pouze z 20 % a odhalila téměř o polovinu méně druhů než vegetační snímkování.
- ii. Semenná banka zjištěná přímým vybíráním semen se shodovala se semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty pouze v 23 %. Počty nalezených druhů v rámci obou uvedených metod se statisticky neliší.
- iii. Přímá metoda zjišťování semenné banky velmi omezeně zachytila druhy s velmi malými semeny (např. *Juncus* sp., *Salix* sp., *Luzula* sp., *Scirpus* sp.), které byly zachyceny v semenné bance zjišťované klíčením. Výsledky semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen na rozdíl od ostatních metod odhalily přítomnost stromů a keřů.
- iv. Makrozbytková analýza může odhalit druhy, které se v recentní vegetaci nevyskytují, rovněž díky schopnosti některých rostlin vytvářet perzistentní semennou banku.

- v. Výpověď makrozbytkové analýzy může být nicméně ovlivněna postdepozičními procesy semen a tím pádem druhy nalezené v záznamech nemusí reflektovat svá původní stanoviště. Je tedy nutné si uvedenou skutečnost připustit při zpracování paleoekologických a archeobotanických dat a náležitě se tak vyvarovat špatné interpretaci výsledků.
- vi. Zvolené průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty (světlo, vlhkost, půdní rekace, živiny) se ukázaly být vhodným nástrojem pro použití při rekonstrukcích vegetace v rámci paleoekologie a archeobotaniky.
- vii. Přes veškeré zjištěné rozdíly, semena nalezená v půdě dobře charakterizují celkové společenstvo a lze je použít k popisu typu vegetace na lokalitě a nejbližšího okolí.

6 Bibliografie

- Aalto M (1970) Potamogetonaceae fruits. I. Recent and subfossil endocarps of the Fennoscandian species
- Albrecht J (2003) Českobudějovicko. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
- Anderberg A (1981) Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwestern-European Plant Species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with Morphological Descriptions, Part 4: Resedaceae – Umbelliferae Swedish Museum of Natural History, Stockholm:1-281
- Bakker JP, Poschlod P, Strykstra R, Bekker R, Thompson K (1996) Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. *Acta botanica neerlandica* 45:461-490
- Ball D, Miller S (1989) A comparison of techniques for estimation of arable soil seedbanks and their relationship to weed flora. *Weed Research* 29:365-373
- Beheshtian M, Mesgaran M, Rahimian H, Zand E, Alizadeh H (2007) Comparison of three methodologies for efficient seed extraction in studies of soil weed seed bank. *Weed Research* 47:472-478
- Behre K-E (1981) The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et spores* 23:225-245
- Bendix J, Hupp CR (2000) Hydrological and geomorphological impacts on riparian plant communities. *Hydrological processes* 14:2977-2990
- Beneš A (1978) Kolonizace jižních Čech In: Pleiner, R, Rybová, A (eds) *Pravěké dějiny Čech*. Academia, Praha

- Beneš J (1995) Erosion and accumulation processes in the late holocene of Bohemia, in relation to prehistoric and mediaeval landscape occupation. In: Kuna M, Venclová N (eds) *Wither archaeology ? Papers in honour Evžen Neustupný*, Praha, pp133-144
- Beneš J, Chvojka O (2007) Archeologie doby kamenné v jižních Čechách: současný stav bádání, In: O. Chvojka (ed), *Archeologie na pomezí. Sborník příspěvků ze semináře 8. 11. 2007*, České Budějovice, 21-40
- Berggren G, Anderberg AL (1969) *Cyperaceae*. Swedish Natural Science Resource Council, Stockholm
- Birks HH (2002) Plant macrofossils. In: *Tracking environmental change using lake sediments*. Springer, pp 49-74
- Birks HJB, Birks HH (1980) *Quaternary palaeoecology*. Edward Arnold, London
- Blandin P, Lamotte M (1985) *Ecologie des systèmes et aménagement: fondements théoriques et principes méthodologiques Fondements rationnels de l'aménagement d'un territoire*. Masson, Paris:139-162
- Boedeltje G, Bakker JP, Bekker RM, Van Groenendael JM, Soesbergen M (2003) Plant dispersal in a lowland stream in relation to occurrence and three specific life-history traits of the species in the species pool. *Journal of Ecology* 91:855-866
- Braak CJF, Šmilauer P (2012) *CANOCO reference manual and user's guide: software for ordination (version 5.0)*. Biometris
- Braun-Blanquet J (1932) *Plant Socoilogy*. Mcgraw-Hill Book Company, Inc; New York; London
- Brown D (1992) Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. *Canadian Journal of Botany* 70:1603-1612
- Brown, A. G. (1997) *Alluvial geoarcheology*. Cambridge University Press
- Berggren G, Anderberg AL (1969) *Cyperaceae*. Swedish Natural Science Resource Council, Stockholm
- Birks HH (2002) Plant macrofossils. In: *Tracking environmental change using lake sediments*. Springer, pp 49-74
- Birks HJB, Birks HH (1980) *Quaternary palaeoecology*. Edward Arnold, London
- Blandin P, Lamotte M (1985) *Ecologie des systèmes et aménagement: fondements théoriques et principes méthodologiques Fondements rationnels de l'aménagement d'un territoire*. Masson, Paris:139-162
- Boedeltje G, Bakker JP, Bekker RM, Van Groenendael JM, Soesbergen M (2003) Plant dispersal in a lowland stream in relation to occurrence and three specific life-history traits of the species in the species pool. *Journal of Ecology* 91:855-866
- Braak CJF, Šmilauer P (2012) *CANOCO reference manual and user's guide: software for ordination (version 5.0)*. Biometris
- Braun-Blanquet J (1932) *Plant Socoilogy*. Mcgraw-Hill Book Company, Inc; New York; London,
- Brown D (1992) Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. *Canadian Journal of Botany* 70:1603-1612
- Břežan V (1985) *Životy posledních Rožmberků. I. díl*, Svoboda, Praha

- Capon SJ, Brock MA (2006) Flooding, soil seed bank dynamics and vegetation resilience of a hydrologically variable desert floodplain. *Freshwater Biology* 51:206-223
- Cappers RT, Bekker RM, Jans JE (2006) Digital seed atlas of the Netherlands. vol 4., Barkhuis
- Carter MR (2002) Soil quality for sustainable land management. *Agronomy journal* 94:38-47
- Csontos P, Tamás J (2003) Comparisons of soil seed bank classification systems. *Seed Science Research* 13:101-111
- Culek M (2005) Biogeografické členění České republiky. II. díl, AOPK ČR, Praha
- Černý R (1994) Vegetace makrofyt tůní a slepých ramen nivy řeky Lužnice a její bioindikační význam. Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice
- Demek J (1987) Hory a nížiny. vol 2., Academia, Praha
- Demek J (1999) Úvod do krajinné ekologie. Univerzita Palackého, Olomouc
- Demek J, Havlíček M, Mackovčín P, Slavík P (2011) Změny ekosystémových služeb poříčních a údolních niv v České republice jako výsledek vývoje využívání země v posledních 250 letech. *Acta Pruhoniana* 98:47-54
- Fenner M, Thompson K (2005) The ecology of seeds. Cambridge University Press
- Field M, De Beaulieu JL, Guiot J, Ponel P (2000) Middle Pleistocene deposits at La Côte, Val-de-Lans, Isère department, France: plant macrofossil, palynological and fossil insect investigations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 159:53-83
- Ford RI (1979) Paleoethnobotany in American archaeology. *Advances in archaeological method and theory* 2:285-336
- Forman RT, Godron M (1986) Landscape ecology. John Wiley & Sons, New York
- Frídl J (1969) Zeměpisný a geomorfologický přehled Táborska. *Vlastivěda Táborska* 1:58-86.
- Gregory R, Failing L, Harstone M, Long G, McDaniels T, Ohlson D (2012) Structured decision making: a practical guide to environmental management choices. John Wiley & Sons, New York
- Gross KL (1990) A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. *The Journal of Ecology*:1079-1093
- Grulich, V (*Cyperus michelianus* (L.) Delile - šáchor Micheliův / trojradovka hlávkatá. <http://botany.cz/cs/cyperus-michelianus/>. Accessed 2 October 2011
- Hejný S, Slavík B (1988) Květena ČSR 1. Academia, Praha pp557
- Hölzel N, Otte A (2004) Assessing soil seed bank persistence in flood-meadows: The search for reliable traits. *Journal of Vegetation Science* 15:93-100
- Hraše JK (1885) Zemské stezky, strážnice a brány v Čechách. Nákladem spisovatelovým, Nové město nad Metují
- Chábera S (1985) Neživá příroda. Jihočeské nakladatelství, České Budějovice
- Chytrý M, Kučera T, Kočí M, Grulich V, Lustyk P (2001) Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha
- Illies J, Botosaneanu L (1963) Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique: Avec 18 figures dans le texte et en supplément *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie: Mitteilungen* 12:1-57

- Iverson LR, Wali MK (1982) Buried, viable seeds and their relation to revegetation after surface mining. *Journal of Range Management*: 648-652
- Jacomet S, Kreuz A (1999) *Archäobotanik: Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations-und agrargeschichtlicher Forschung*. Eugen Ulmer, Stuttgart
- Jakubínský J (2015) Potenciál vymezení nivy a říční krajiny na malých vodních tocích. Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno
- Jankovská V (1980) Paläogeobotanische Rekonstruktion der Vegetationsentwicklung im Becken Třeboňská pánev während des Spätglazials und Holozäns. Academia, Praha
- Jankovská V (1996) Past vegetation changes reconstructed on the basis of pollen analysis. In: *Floodplain ecology and management*. SPB Academic publishing pp 53 - 61
- Jankovská V, Holásek O (1988) Zpráva o paleobotanicko-geologickém výzkumu u Vlkova v Třeboňské pánvi. Zprávy o geologických výzkumech v roce 1985:72-74
- Janský B, Šobr M (2003) *Jezera České republiky*. Přírodovědecká fakulta UK Praha, Katedra fyzické geografie a geoekologie
- Johnson RG, Anderson RC (1986) The seed bank of a tallgrass prairie in Illinois. *American Midland Naturalist*:123-130
- Justová J (1990) *Dolnorakouské Podunají v raném středověku*. Academia, Praha
- Katz NJ, Katz S, Kipiani M (1965) *Atlas and Keys of Fruits and Seeds Occuring in the Quaternary Deposits of the USSR*. Nauka, Moscow
- Kautsky L (1990) Seed and tuber banks of aquatic macrophytes in the Askö area, northern Baltic proper. *Ecography* 13:143-148
- Klimešová J, Danihelka J, Chrtek J, de Bello F, Herben T (2017) CLO-PLA: a database of clonal and bud bank traits of Central European flora. *Ecology* 98, 1179
- Kopecký K, Hejný S (1971) Nitrofilní lemová společenstva víceletých rostlin severovýchodních a středních Čech: příspěvek k teoretickým otázkám cenologie antropogenní vegetace. Československá Akademie Věd, Praha
- Kotyza O, Širlo V, Cvrk F, Pažourek V (1995) Historické povodně na dolním Labi a Vltavě. Okresní muzeum v Děčíně, Děčín
- Kramer NB, Johnson FD (1987) Mature forest seed banks of three habitat types in central Idaho. *Canadian Journal of Botany* 65:1961-1966
- Kubát K (2002) *Klíč ke květeně České republiky*. Vol I., Academia, Praha
- Libby W (1955) *Radiocarbon dating*. University of Chicago Press, 2ed., Chicago
- Lindig-Cisneros R, Zedler JB (2002) *Phalaris arundinacea* seedling establishment: effects of canopy complexity in fen, mesocosm, and restoration experiments. *Canadian Journal of Botany* 80:617-624
- Lowe J, Walker M, Harlow A (1997) *Reconstructing Quaternary Environments* (2nd edition), pp446
- Ložek V (2003) Naše nivy v proměnách času I. *Ochrana přírody* 58:101-106
- Mađalski J (1949) Cechy morfologiczne pestek europejskich gatunków Potamogeton (Tourn.) L. i klucz do oznaczania ich szczątków dyluwialnych. Wroclawskie Towarzystwo Naukowe, Wrocław
- Mannion A (1986) Plant macrofossils and their significance in Quaternary palaeoecology: Part I: Introduction *Progress in physical geography* 10:194-214

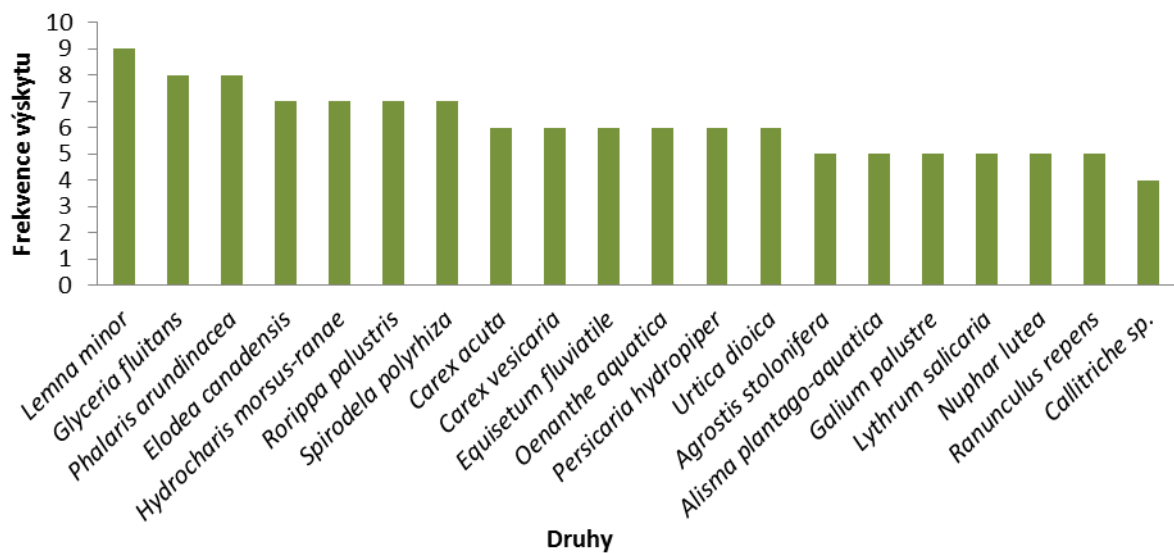
- McDonald A, Bakker J, Vegelin K (1996) Seed bank classification and its importance for the restoration of species-rich flood-meadows. *Journal of Vegetation Science* 7:157-164
- Naiman RJ, Decamps H, McClain ME (2010) *Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities*. Academic Press, pp448
- Němeček J (2001) *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. Česká zemědělská univerzita, Praha
- Nikolaeva M, Gladkova V, Razumova M (1985) *Pravocnik po prorascivanij pokojascichsja semjan* (Reference book on dormant seed germination). Nauka, Petrograd
- Nováková K, Novák J, Šafránková J (2008) *Paleoekologický výzkum Velanské cesty u Českých Velenic: zachycení lidské činnosti* In: *Bioarcheologie v České republice* University of South Bohemia, Institute of Archaeology of the Academy of Sciences of the Czech Republic, České Budějovice –Praha: 99-114
- Ødum S (1965) *Germination of ancient seeds; floristical observations and experiments with archaeologically dated soil samples*, E. Munksgaard
- Opravil E (1983) *Údolní niva v době hradištní*. Academia, Praha
- Pautou G (1984) *L'organisation des forêts alluviales dans l'axe rhodanien entre Genève et Lyon; comparaison avec d'autres systèmes fluviaux* .*Document de cartographie écologique* 27:43-64
- Pechar L, Hrbáček J, Pithart D, Dvořák J (1996) *Ecology of pools in the floodplain*. In: Prach K, Jeník J (eds) *Floodplain ecology and management*. SPB Academic Publishing
- Penz M (2004) *Zur ur- und frühgeschichtlichen Besiedlung des nordwestlichen Waldviertels*. *Das Waldviertel* 53:222-233
- Petránek J (1993) *Malá encyklopedie geologie*. I. vydání, Nakladatelství JIH, České Budějovice
- Petts GE, Amoros C (1996) *The fluvial hydrosystem*. Springer, pp 1-12
- Pithart D, Křováková K (2012) *Ekosystémové funkce a služby říčních niv. Význam retence vody v říčních nivách*: 101-108
- Pithart D, Žaloudík J, Dostál T, Valentová J, Valenta P, Weyskrabová J, Dušek J (2010) *Ecosystem services of natural floodplain segment-Lužnice River, Czech Republic*, WIT. *Transactions on Ecology and the Environment* 133:129-139
- Pokorný P (1999) *Vliv mezolitických populací na krajinu a vegetaci: Nové nálezy ze staršího holocénu Třeboňské pánve* *Zprávy ČAS*, 38:21-22
- Pokorný P, Vrbová J (2001) *Mrtvý les u Třeboně – netradiční doklad krajinných procesů na počátku středověké kolonizace jihočeských pánví*. *Archeologické rozhledy* 53:704-716
- Porsild AE, Harington C, Mulligan G (1967) *Lupinus arcticus* Wats. grown from seeds of Pleistocene age. *Science* 158:113-114
- Prach K, Jeník J, Large AR (1996) *Floodplain ecology and management*. SPB Academic Publishing
- Prach K, Straškrabová J (1996) *Restoration of degraded meadows: an experimental approach*. In: Prach K, Jeník J (eds) *Floodplain ecology and management*. SPB Academic Publishing

- Prokop F (2006) Dějiny dolního toku řeky Lužnice, Pedagogická fakulta UK, Praha
- Renfrew JM (1973) Palaeoethnobotany. The prehistoric food plants of the Near East and Europe. Methuen, London
- Roberts H (1981) Seed banks in soils. *Advances in applied biology* 6:1-55
- Robertson HA, James KR (2007) Plant establishment from the seed bank of a degraded floodplain wetland: a comparison of two alternative management scenarios *Plant Ecology* 188:145-164
- Rulf J (1994) Praveké osídlení střední Evropy a niva. In: Beneš J, Brůna V (eds) *Archeologie a krajinná ekologie*. Nadace Projekt sever, Most
- Sallon S et al. (2008) Germination, genetics, and growth of an ancient date seed. *Science* 320:1464-1464
- Shen-Miller J, Mudgett MB, Schopf JW, Clarke S, Berger R (1995) Exceptional seed longevity and robust growth: ancient sacred lotus from China. *American Journal of Botany*: 1367-1380
- Skácelová O (2004) Flóra sinic a řas tůní v inundačních pásmech řek. Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice
- Skowronek S, Terwei A, Zerbe S, Mölder I, Annighöfer P, Kawaletz H, Ammer C, Heilmeyer H (2014) Regeneration potential of floodplain forests under the influence of nonnative tree species: soil seed bank analysis in Northern Italy. *Restoration ecology*. 22(1): 22-30.
- Soft S (2013) *Statistica 12* Tulsa, OK: Stat Soft Inc
- Šaňková B (2009) Vegetace údolních niv ve vztahu k fluviálním procesům a tvarům vybraných řek Hrubého a Nizkého Jeseníku. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta
- Šmilauer V (1960) Osídlení Čech ve světle místních jmen. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha
- Štěrba O (2008) Říční krajina a její ekosystémy. Univerzita Palackého, Olomouc
- Tacey WH, Glossop BL (1980) Assessment of topsoil handling techniques for rehabilitation of sites mined for bauxite within the jarrah forest of Western Australia. *Journal of Applied Ecology*:195-201
- Team RC (2016) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Teltscherová L, Hejný S (1973) The germination of some Potamogeton species from South-Bohemian fishponds. *Folia Geobotanica* 8:231-239
- Templeton AR, Levin DA (1979) Evolutionary consequences of seed pools. *The American Naturalist* 114:232-249
- Thompson K, Band S, Hodgson J (1993) Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional ecology*:236-241
- Thompson K, Grime JP (1979) Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *The Journal of Ecology*: 893-921
- Tockner K, Stanford JA (2002) Riverine flood plains: present state and future trends. *Environmental conservation* 29:308-330
- Vannote RL, Minshall GW, Cummins KW, Sedell JR, Cushing CE (1980) The river continuum concept. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* 37:130-137
- Vondrovský V, Bumerl J, Šída P, Ptáková M, Pták M, Chvojka O (2017) Nové poznatky o neolitickém osídlení jižních Čech (v přípravě)

- Walker MJC et al. (2012) Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). *Journal of Quaternary Science* 27:649–659
- Wasylikowa K (1986) Analysis of fossil fruits and seeds *Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology*:571-590
- Watts W (1978) Plant macrofossils and Quaternary paleoecology. *Biology and Quaternary environments*: 53-67
- Willems J, Bik L (1998) Restoration of high species density in calcareous grassland: the role of seed rain and soil seed bank. *Applied Vegetation Science* 1:91-100
- Wilson S, Moore D, Keddy P (1993) Relationships of marsh seed banks to vegetation patterns along environmental gradients. *Freshwater Biology* 29:361-370

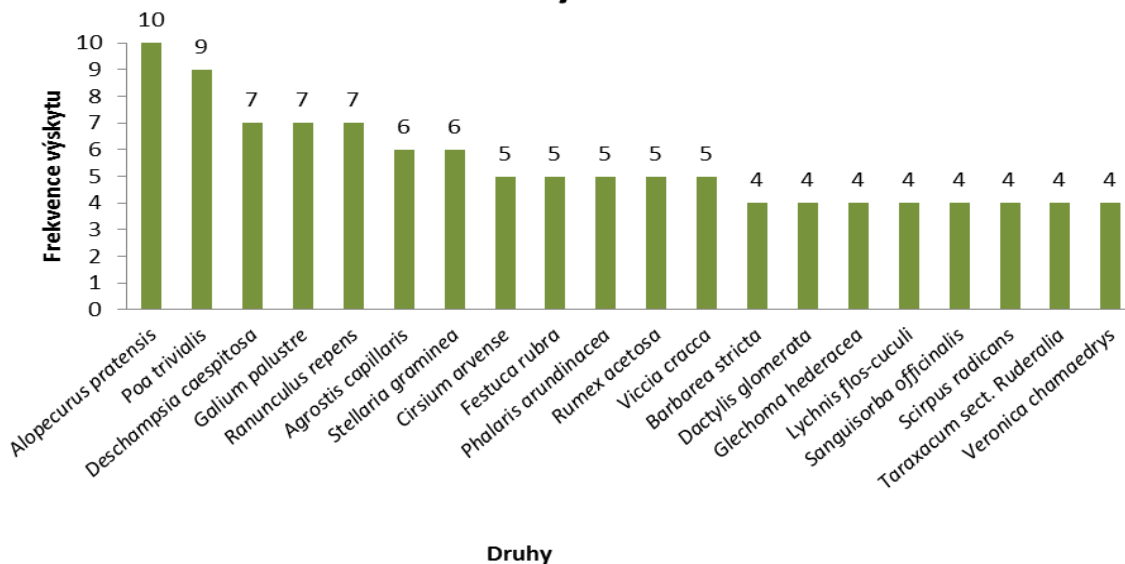
7 Přílohy

Snímky: Tůň

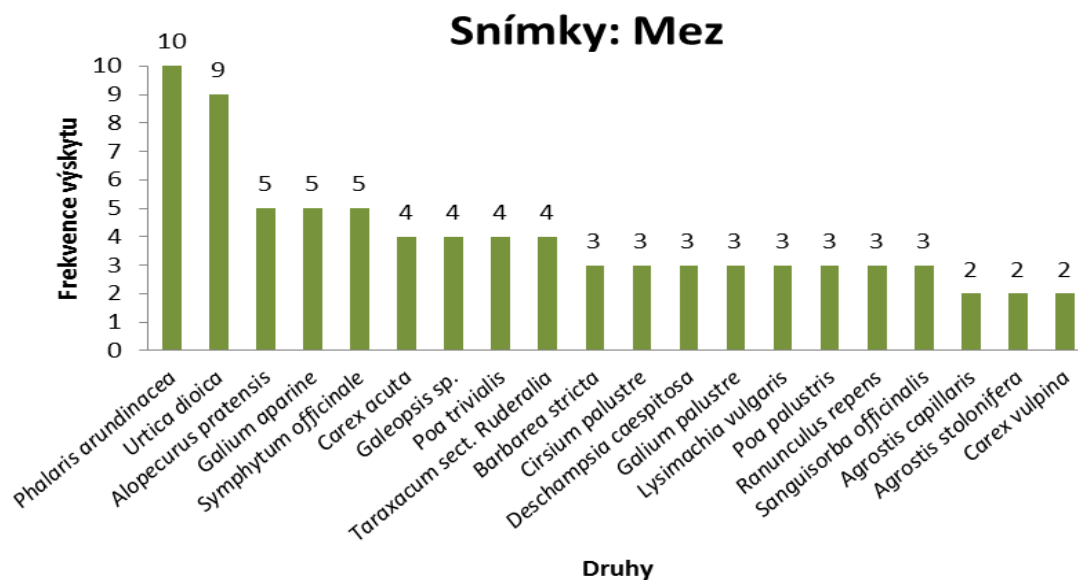


Obr. P1: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů ve vegetačních snímcích tůň.

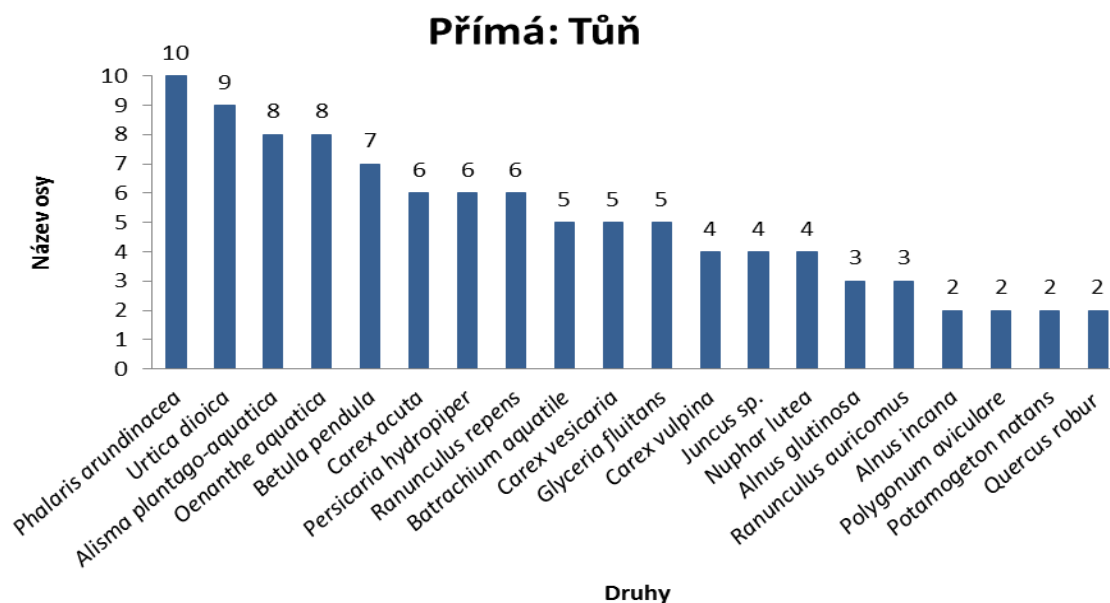
Snímky: Louka



Obr. P2: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů ve vegetačních snímcích luk.

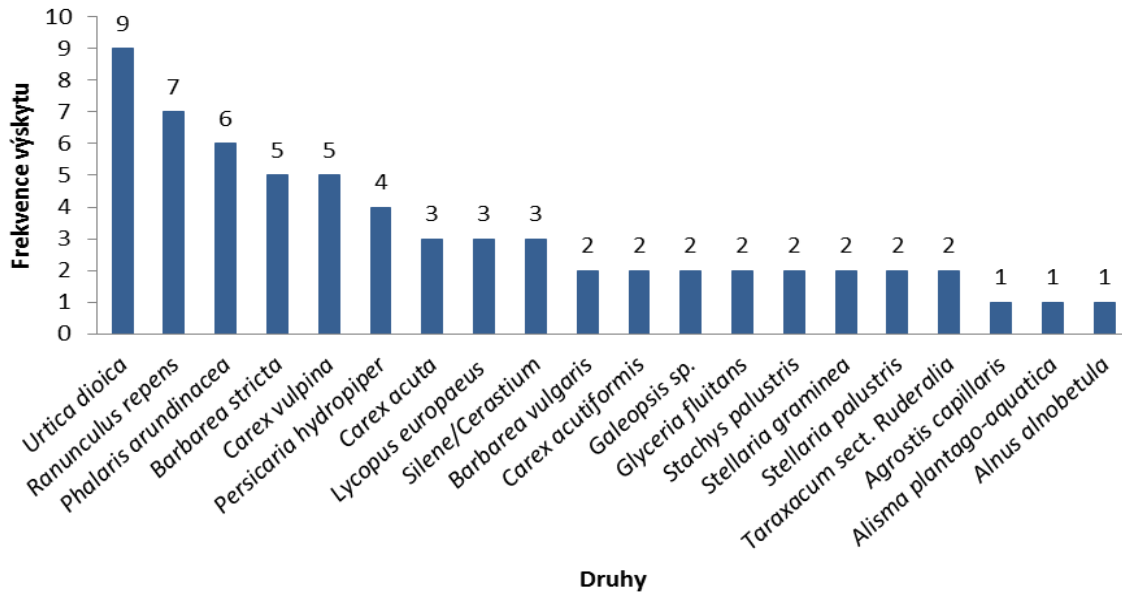


Obr. P3: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů ve vegetačních snímcích mezí.



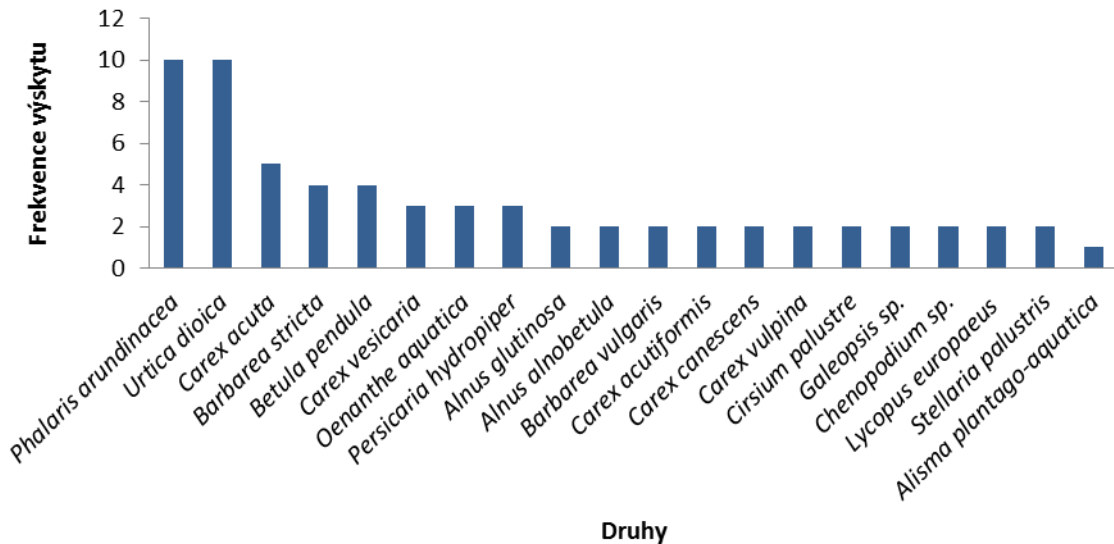
Obr. P4: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů v semenné bance tůň zjištěné přímým vybíráním semen.

Přímá: Louka



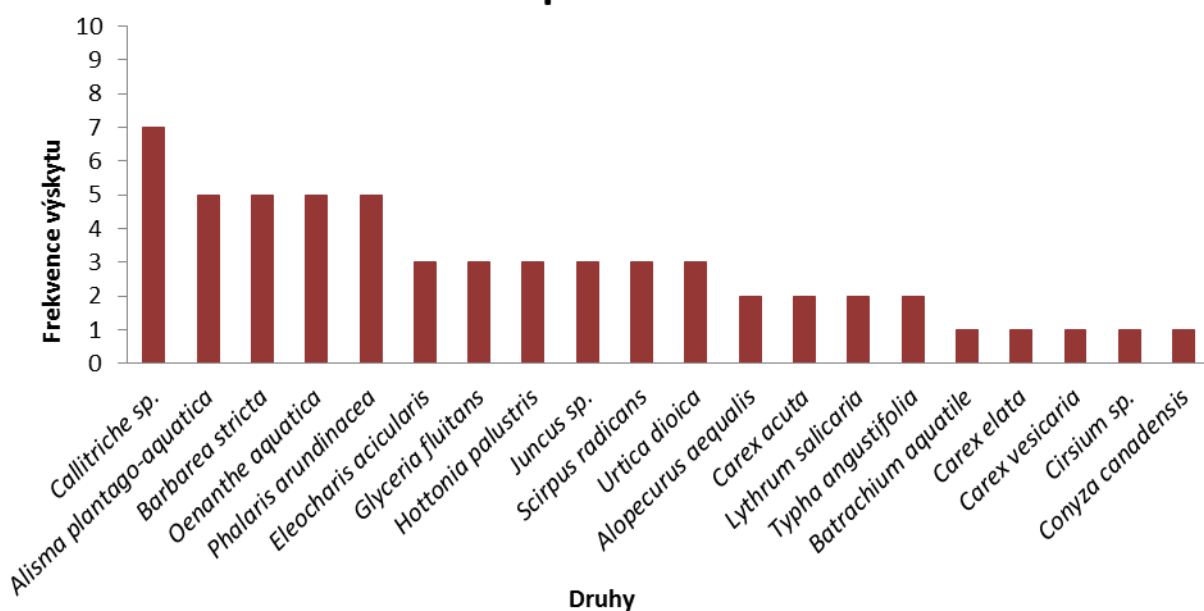
Obr. P5: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů v semenné bance luk zjištěné přímým vybíráním semen.

Přímá: Mez



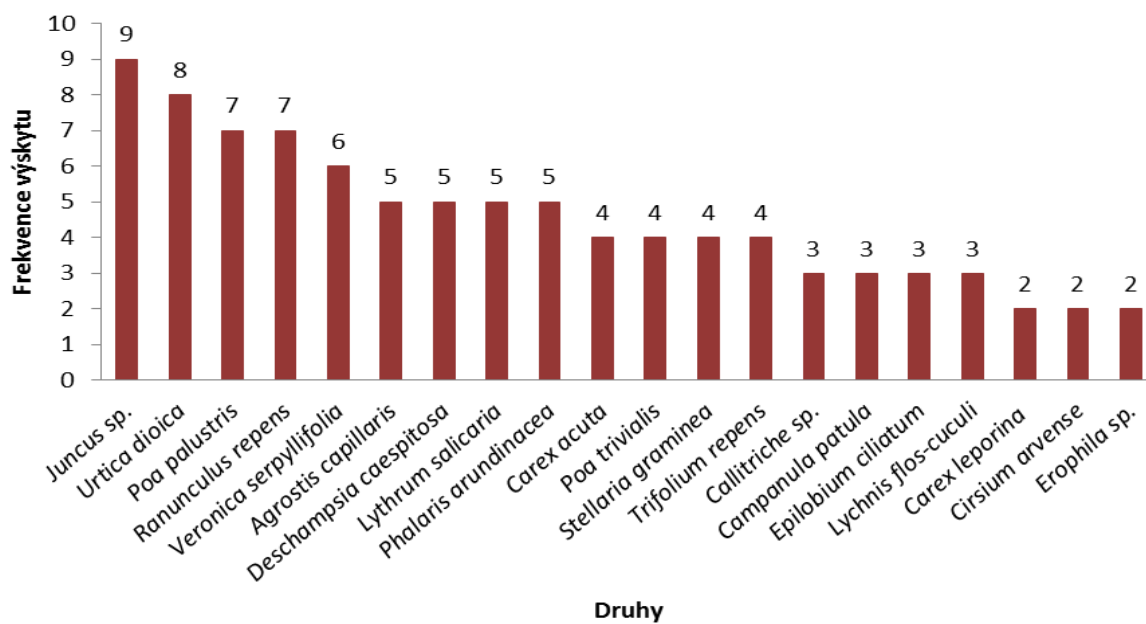
Obr. P6: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů v semenné bance mezí zjištěné přímým vybíráním semen.

Nepřímá: Tůň

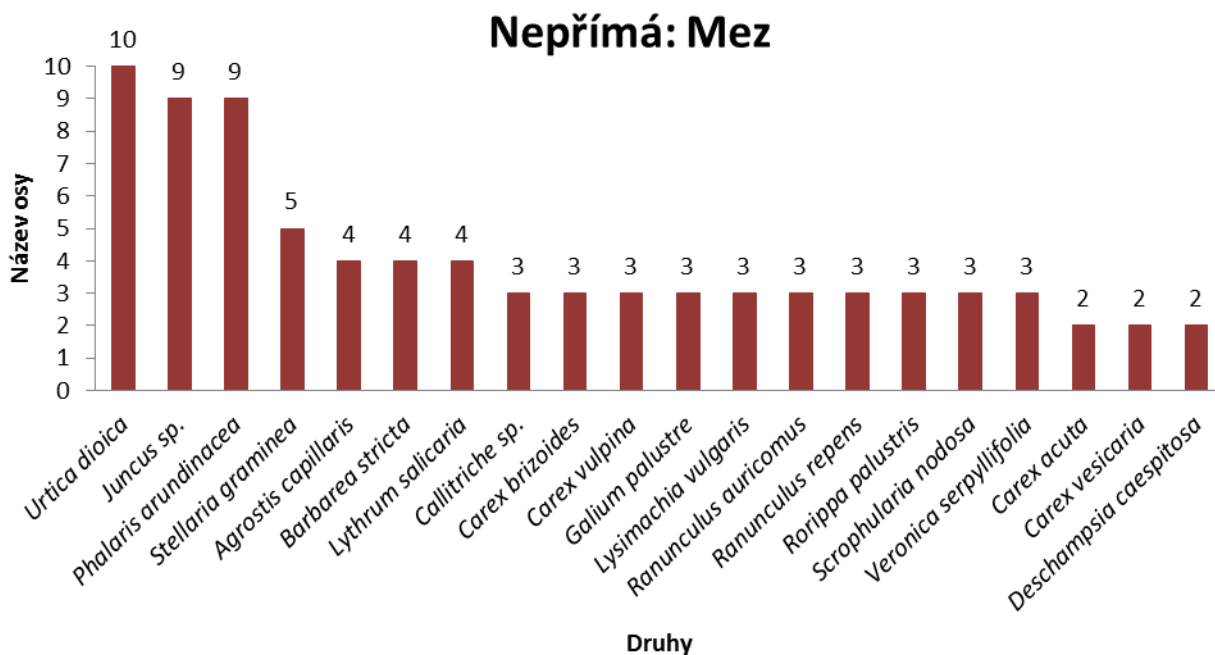


Obr. P7: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů v semenné bance tůň zjištěné klíčovými experimenty.

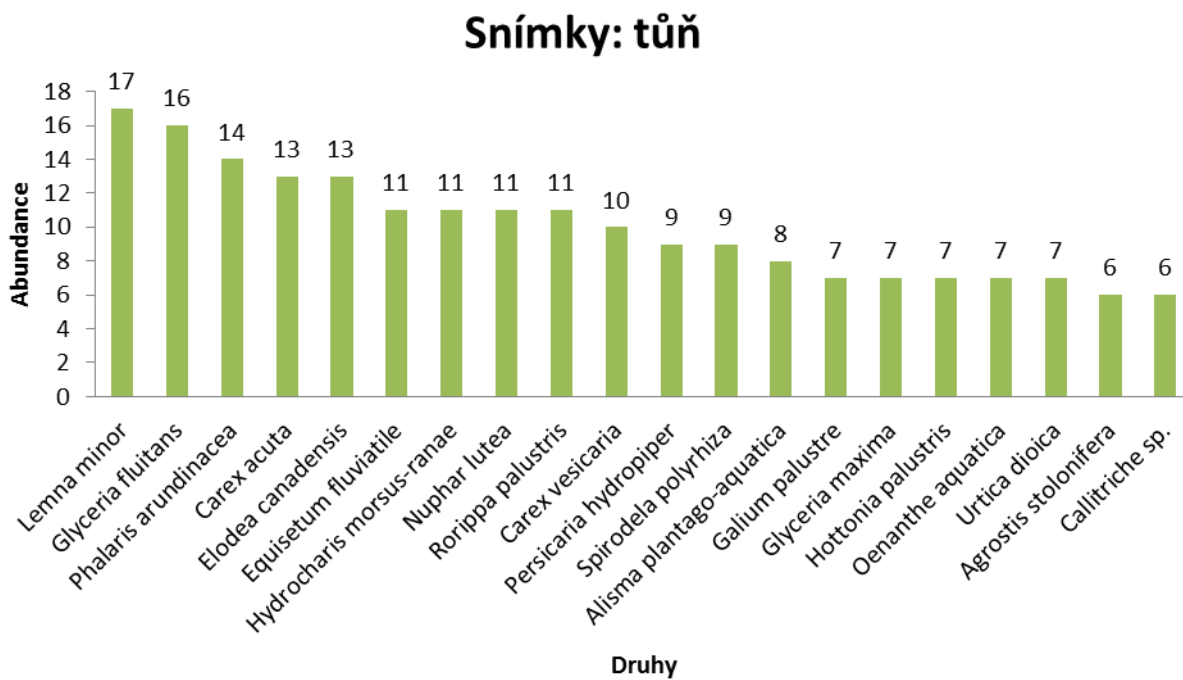
Nepřímá: Louka



Obr. P8: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů v semenné bance luk zjištěné klíčovými experimenty.

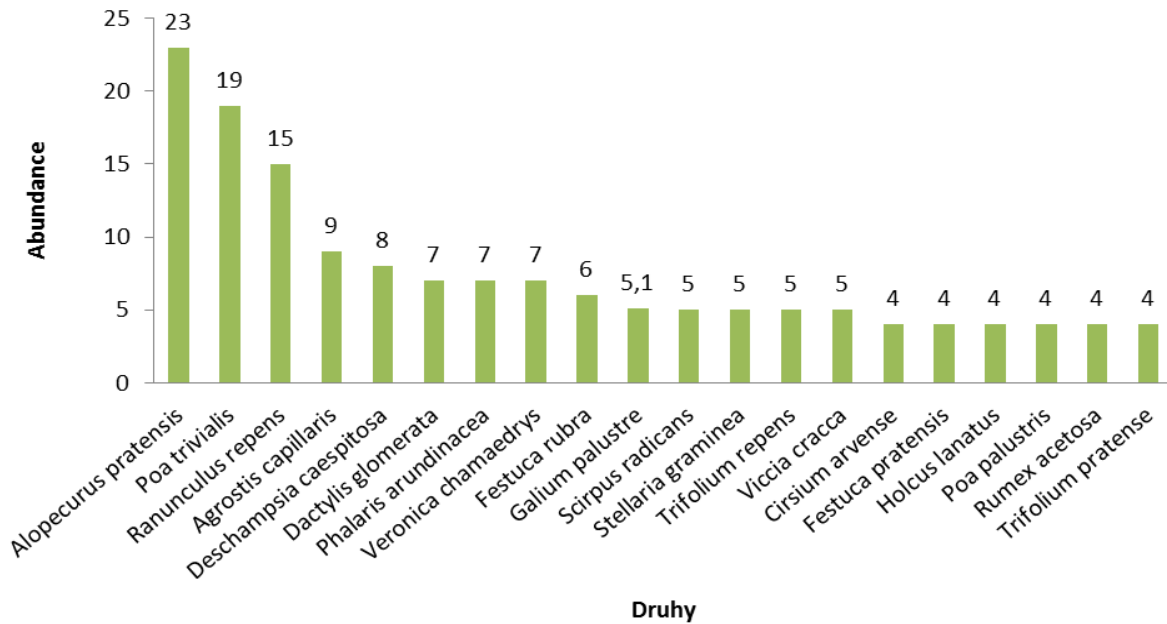


Obr. P9: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů v semenné bance mezí zjištěné klíčovými experimenty.



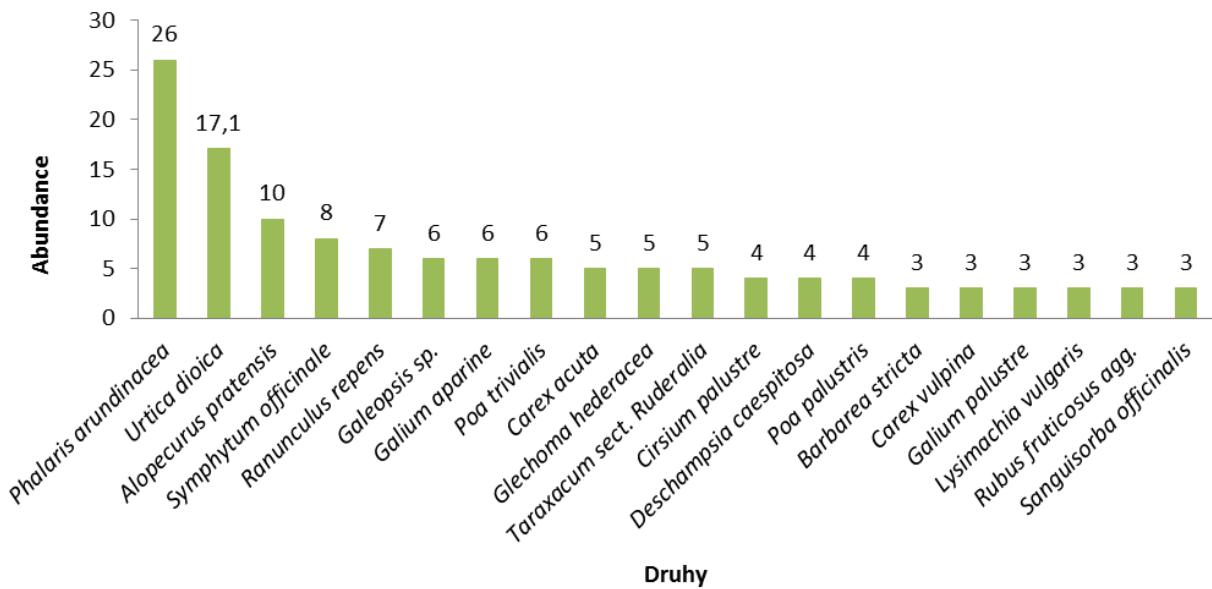
Obr. P10: Dvacet druhů s nejvyšší abundancí ve vegetačních snímcích tůň.

Snímky: Louka



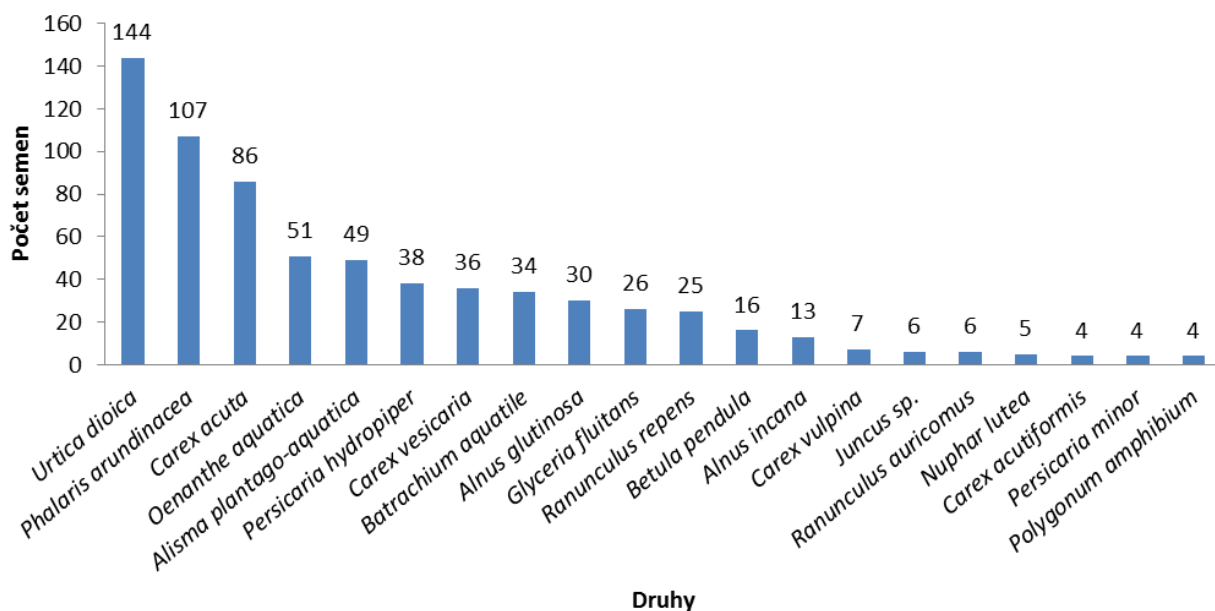
Obr. P11: Dvacet druhů s nejvyšší abundancí ve vegetačních snímcích mezí.

Snímky: Mez



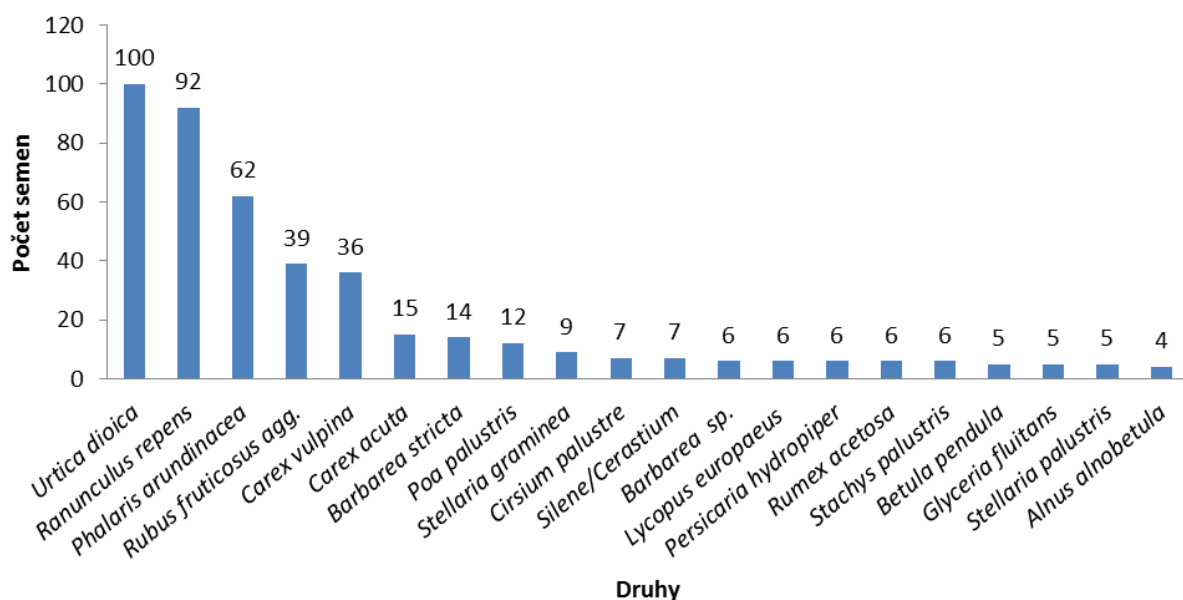
Obr. P12: Dvacet druhů s nejvyšší abundancí ve vegetačních snímcích mezí.

Přímá: Tůň



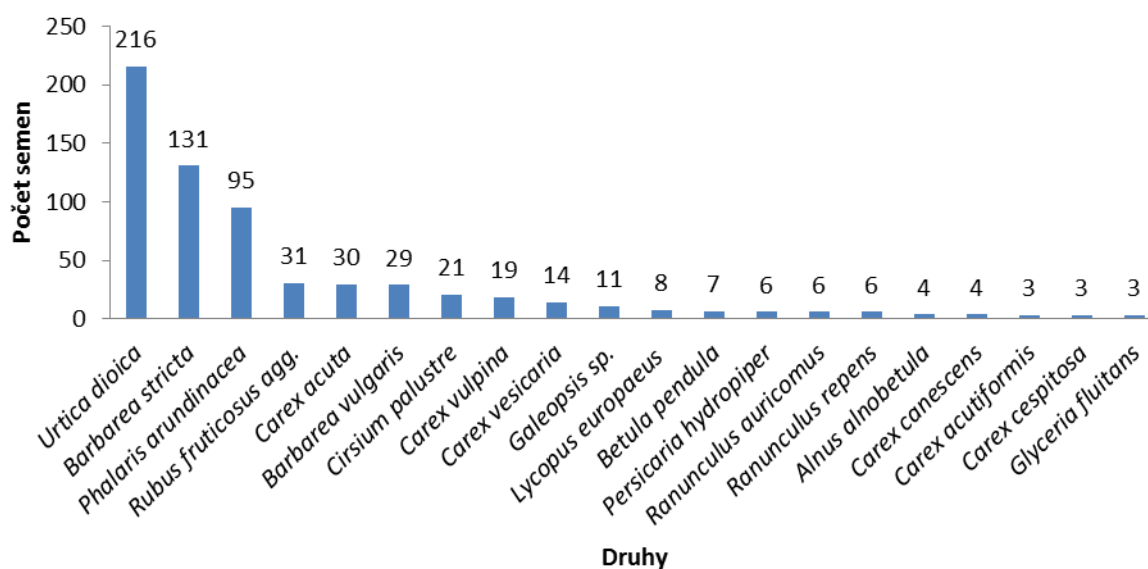
Obr. P13: Dvacet druhů s nejvyšším počtem semen v semenné bance tůň zjištěné přímým vybíráním semen.

Přímá: Louka



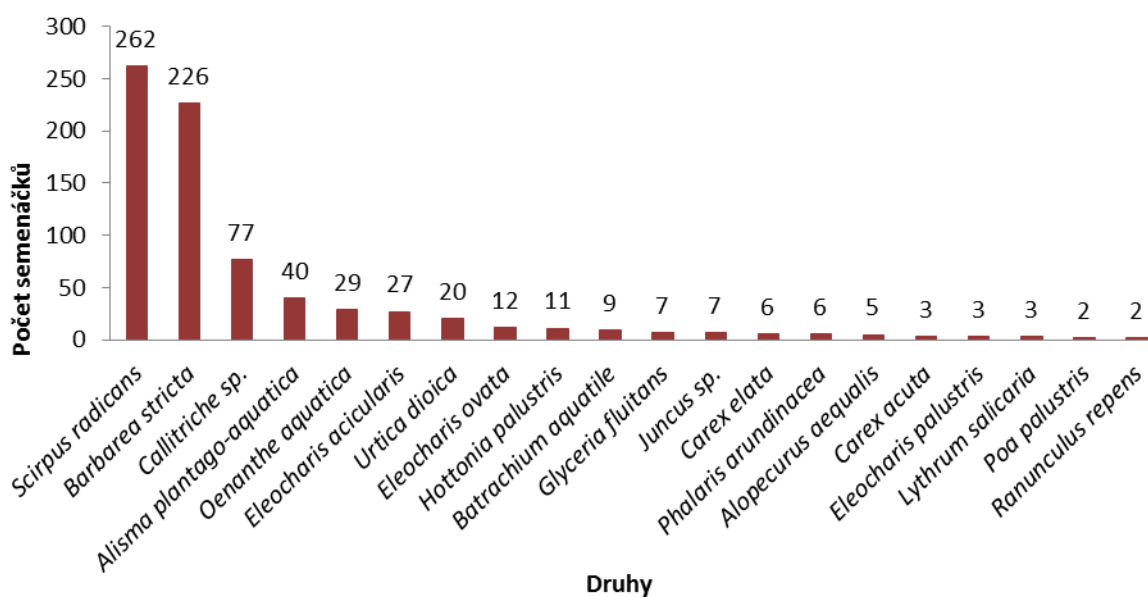
Obr. P14: Dvacet druhů s nejvyšším počtem semen v semenné bance luk zjištěné přímým vybíráním semen.

Přímá: Mez



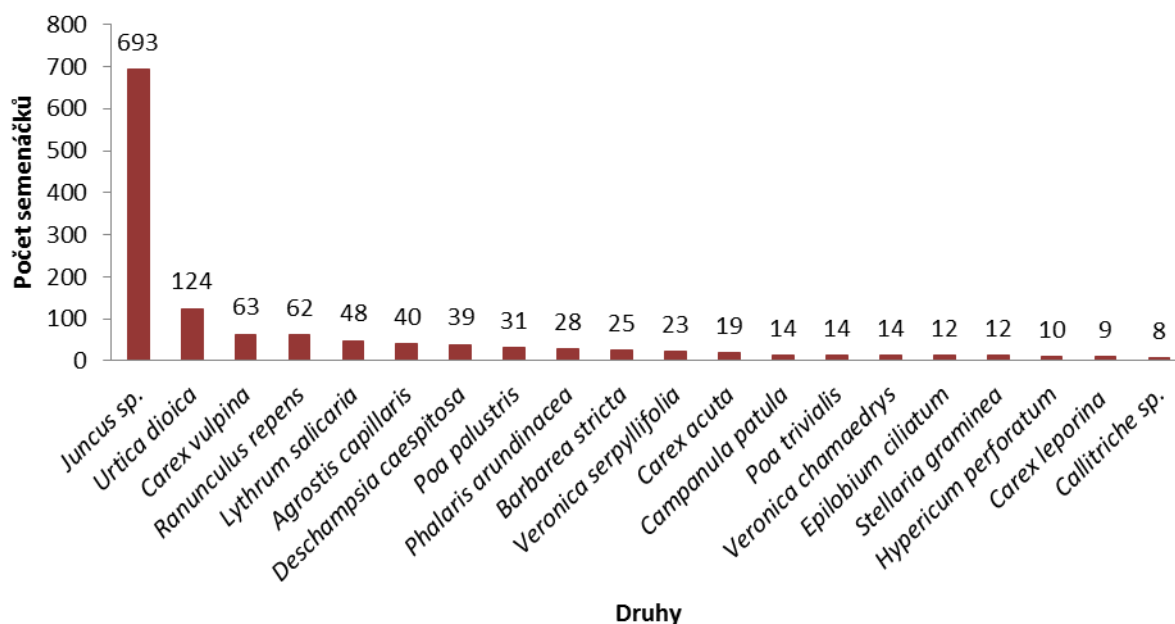
Obr. P15: Dvacet druhů s nejvyšším počtem semen v semenné bance mezí zjištěné přímým vybíráním semen.

Nepřímá: Tůň



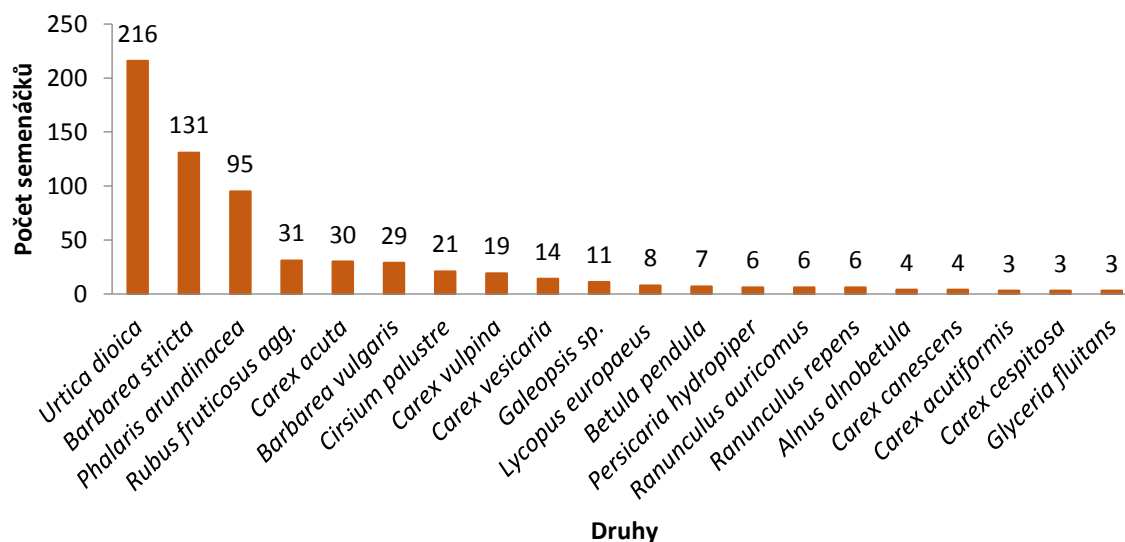
Obr. P16: Dvacet druhů s nejvyšším počtem semenáčků v semenné bance tůní zjištěné přímými klíčovými experimenty.

Nepřímá: Louka



Obr. P17: Dvacet druhů s nejvyšším počtem semenáčků v semenné bance luk zjištěné přímým klíčovými experimenty.

Nepřímá: Mez



Obr. P18: Dvacet druhů s nejvyšším počtem semenáčků v semenné bance mezi zjištěné přímým klíčovými experimenty.

Tab. PI: Druhy vyskytující se pouze v tůňích v semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen („Přímá“) nebo pouze ve vegetačních snímcích („Snímky“) a druhy vyskytující se v rámci obou metod („Společné“).

Tůň		
Přímá	Snímky	Společné
<i>Betula pendula</i>	<i>Acorus calamus</i>	<i>Alisma plantago-aquatica</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Barbarea stricta</i>
<i>Ranunculus auricomus</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Batrachium aquatile</i>
<i>Alnus incana</i>	<i>Angelica sylvestris</i>	<i>Carex acuta</i>
<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>	<i>Carex vesicaria</i>
<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>	<i>Bidens cernua</i>	<i>Carex vulpina</i>
<i>Valerianella dentata</i>	<i>Bidens frondosa</i>	<i>Cicuta virosa</i>
<i>Barbarea vulgaris</i>	<i>Callitriche hamulata</i>	<i>Glyceria fluitans</i>
<i>Betula pubescens</i>	<i>Callitriche sp.</i>	<i>Juncus sp.</i>
<i>Carex acutiformis</i>	<i>Carex elongata</i>	<i>Nuphar lutea</i>
<i>Carex canescens</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Oenanthe aquatica</i>
<i>Cirsium oleraceum</i>	<i>Cirsium palustre</i>	<i>Persicaria hydropiper</i>
<i>Eleocharis acicularis</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>
<i>Euphorbia palustris</i>	<i>Eleocharis palustris</i>	<i>Potamogeton natans</i>
<i>Glyceria notata</i>	<i>Elodea canadensis</i>	<i>Quercus robur</i>
<i>Nymphaea sp.</i>	<i>Euonymus europaea</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>Persicaria minor</i>	<i>Equisetum arvense</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>
<i>Peucedanum sp.</i>	<i>Equisetum fluviatile</i>	<i>Sparganium emersum</i>
<i>Polygonum amphibium</i>	<i>Filipendula ulmaria</i>	<i>Urtica dioica</i>
<i>Polygonum sp.</i>	<i>Galeopsis sp.</i>	
<i>Scirpus radicans</i>	<i>Galium aparine</i>	
<i>Scleranthus sp.</i>	<i>Galium palustre</i>	
<i>Spergula arvensis</i>	<i>Glechoma hederacea</i>	
<i>Stellaria graminea</i>	<i>Glyceria maxima</i>	
	<i>Hottonia palustris</i>	
	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	
	<i>Iris pseudacorus</i>	
	<i>Lemna minor</i>	
	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	
	<i>Lysimachia nummularia</i>	
	<i>Lysimachia vulgaris</i>	
	<i>Lythrum salicaria</i>	
	<i>Mentha arvensis</i>	
	<i>Myosotis palustris agg.</i>	
	<i>Myriophyllum spicatum</i>	
	<i>Nuphar spenneriana</i>	

	<i>Poa palustris</i>	
	<i>Poa trivialis</i>	
	<i>Populus sp.</i>	
	<i>Prunus padus</i>	
	<i>Ranunculus flammula</i>	
	<i>Rorippa amphibia</i>	
	<i>Rorippa palustris</i>	
	<i>Salix cinerea</i>	
	<i>Salix fragilis</i>	
	<i>Salix triandra</i>	
	<i>Scirpus sylvestris</i>	
	<i>Solanum dulcamara</i>	
	<i>Spirodela polyrhiza</i>	
	<i>Stachys palustris</i>	
	<i>Symphytum officinale</i>	
	<i>Viburnum opulus</i>	

Tab. PII: *Druhy vyskytující se pouze v loukách v semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen („Přímá“) nebo pouze ve vegetačních snímcích („Snímky“) a druhy vyskytující se v rámci obou metod („Společné“).*

Louka		
Přímá	Snímky	Společné
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Agrostis capillaris</i>
<i>Alnus alnobetula</i>	<i>Poa trivialis</i>	<i>Barbarea stricta</i>
<i>Barbarea sp.</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	<i>Carex acuta</i>
<i>Barbarea vulgaris</i>	<i>Galium palustre</i>	<i>Carex leporina</i>
<i>Batrachium aquatile</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Carex vesicaria</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Festuca rubra</i>	<i>Carex vulpina</i>
<i>Betula pubescens</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Juncus sp.</i>
<i>Brassica sp.</i>	<i>Glechoma hederacea</i>	<i>Lychnis flos-cuculi</i>
<i>Carduus crispus</i>	<i>Sanguisorba officinalis</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>
<i>Carex acutiformis</i>	<i>Scirpus radicans</i>	<i>Poa palustris</i>
<i>Carex canescens</i>	<i>Veronica chamaedrys</i>	<i>Ranunculus acris</i>
<i>Carex panicea</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>Cirsium palustre</i>	<i>Campanula patula</i>	<i>Rumex acetosa</i>
<i>Cyperus michelianus</i>	<i>Filipendula ulmaria</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>

<i>Galeopsis sp.</i>	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Stellaria graminea</i>
<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Stellaria palustris</i>
<i>Glyceria maxima</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>
<i>Lycopus europaeus</i>	<i>Angelica sylvestris</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Myosoton aquaticum</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	<i>Urtica dioica</i>
<i>Oenanthe aquatica</i>	<i>Calamagrostis epigejos</i>	<i>Viccia cracca</i>
<i>Persicaria hydropiper</i>	<i>Cardamine pratensis</i>	
<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Centaurea jacea</i>	
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	<i>Daucus carota</i>	
<i>Silene/Cerastium</i>	<i>Elytrigia repens</i>	
<i>Sphagnum sp.</i>	<i>Festuca pratensis</i>	
<i>Stachys palustris</i>	<i>Heracleum sphondylium</i>	
	<i>Hypericum perforatum</i>	
	<i>Myosotis palustris agg.</i>	
	<i>Phleum pratense</i>	
	<i>Plantago major</i>	
	<i>Symphytum officinale</i>	
	<i>Trisetum flavescens</i>	
	<i>Veronica serpyllifolia</i>	
	<i>Viccia hirsuta</i>	
	<i>Achillea millefolium</i>	
	<i>Alnus glutinosa</i>	
	<i>Arrhenatherum elatior</i>	
	<i>Avenula pubescens</i>	
	<i>Betonica officinalis</i>	
	<i>Cerastium arvense</i>	
	<i>Conyza canadensis</i>	
	<i>Crepis cf. tectorum</i>	
	<i>Equisetum arvense</i>	
	<i>Galium album</i>	
	<i>Hypochoeris radicata</i>	
	<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	
	<i>Leontodon autumnalis</i>	
	<i>Leucanthemum vulgare</i>	
	<i>Luzula multiflora</i>	
	<i>Lysimachia nummularia</i>	
	<i>Medicago lupulina</i>	
	<i>Myosotis ramosissima</i>	
	<i>Poa angustifolia</i>	
	<i>Poa annua</i>	
	<i>Poa pratensis</i>	
	<i>Prunus padus</i>	
	<i>Quercus robur</i>	

	<i>Ranunculus auricomus</i>	
	<i>Rumex crispus</i>	
	<i>Sagina procumbens</i>	
	<i>Tanacetum vulgare</i>	
	<i>Trifolium campestre</i>	
	<i>Veronica arvensis</i>	
	<i>Veronica serpyllifolia</i>	
	<i>Viccia cracca</i>	
	<i>Viola palustris</i>	

Tab. PIII: Druhy vyskytující se pouze v mezích v semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen („Přímá“) nebo pouze ve vegetačních snímcích („Snímky“) a druhy vyskytující se v rámci obou metod („Společné“).

Mez		
Přímá	Snímky	Společné
<i>Betula pendula</i>	<i>Agrostis capillaris</i>	<i>Barbarea stricta</i>
<i>Oenanthe aquatica</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Carex acuta</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Achillea ptarmica</i>	<i>Carex leporina</i>
<i>Alnus alnobetula</i>	<i>Alchemilla vulgaris</i>	<i>Carex vesicaria</i>
<i>Barbarea vulgaris</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Carex vulpina</i>
<i>Carex acutiformis</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>	<i>Cirsium palustre</i>
<i>Carex canescens</i>	<i>Betonica officinalis</i>	<i>Galeopsis sp.</i>
<i>Chenopodium sp.</i>	<i>Bistorta major</i>	<i>Galium palustre</i>
<i>Stellaria palustris</i>	<i>Calamagrostis epigejos</i>	<i>Juncus sp.</i>
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Cardamine pratensis</i>	<i>Lycopus europaeus</i>
<i>Barbarea sp.</i>	<i>Cerastium arvense</i>	<i>Persicaria hydropiper</i>
<i>Carex cespitosa</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>
<i>Carex panicea</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	<i>Potentilla anserina</i>
<i>Carex paniculata</i>	<i>Dryopteris filix-mas</i>	<i>Ranunculus flammula</i>
<i>Eleocharis acicularis</i>	<i>Epilobium ciliatum</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>Galium cf. mollugo/sylvaticum</i>	<i>Equisetum fluviatile</i>	<i>Rubus fruticosus agg.</i>
<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Festuca rubra</i>	<i>Stachys palustris</i>
<i>Myosoton aquaticum</i>	<i>Filipendula ulmaria</i>	<i>Stellaria graminea</i>
<i>Pinus/Picea</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Urtica dioica</i>
<i>Prunus padus</i>	<i>Galium uliginosum</i>	<i>Viccia cracca</i>
<i>Ranunculus acris</i>	<i>Geum urbanum</i>	
<i>Ranunculus auricomus</i>	<i>Glechoma hederacea</i>	
<i>Viola palustris</i>	<i>Glyceria maxima</i>	

	<i>Hypericum perforatum</i>	
	<i>Hypochoeris radicata</i>	
	<i>Iris pseudacorus</i>	
	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	
	<i>Lysimachia nummularia</i>	
	<i>Lysimachia vulgaris</i>	
	<i>Lythrum salicaria</i>	
	<i>Myosotis palustris agg.</i>	
	<i>Poa palustris</i>	
	<i>Poa pratensis</i>	
	<i>Poa trivialis</i>	
	<i>Populus sp.</i>	
	<i>Quercus robur</i>	
	<i>Ranunculus acris</i>	
	<i>Rubus idaeus</i>	
	<i>Rumex acetosa</i>	
	<i>Rumex crispus</i>	
	<i>Rumex obtusifolius</i>	
	<i>Salix cinerea</i>	
	<i>Salix fragilis</i>	
	<i>Sanguisorba officinalis</i>	
	<i>Scirpus sylvestris</i>	
	<i>Stellaria media</i>	
	<i>Symphytum officinale</i>	
	<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>	
	<i>Trifolium pratense</i>	
	<i>Veronica chamaedrys</i>	

V následující pasáži se nachází fotografie semen vybraných druhů rostlin pořízených za použití digitálního mikroskopu Keyence VHX-200 se zvětšením 50 až 200 krát.



Obr. P19: Semeno druhu *Alisma plantago – aquatica*. Zvětšeno 100×.



Obr. P20: Semeno druhu *Alnus glutinosa*. Zvětšeno 100×.



Obr. P21: Semeno druhu *Alnus incana*. Zvětšeno 100×.



Obr. P22: Semeno druhu *Alnus alnobetula*. Zvětšeno 100×.



Obr. P23: Semeno druhu *Barbarea vulgaris*. Zvětšeno 200×.



Obr. P24: Semeno druhu *Carex acuta*. Zvětšeno 150×.



Obr. P25: Semeno druhu *Carex canescens*. Zvětšeno 150×.



Obr. P26: Semeno druhu *Carex cespitosa*. Zvětšeno 200×.



Obr. P27: Semeno druhu *Carex leporina*. Zvětšeno 50×.



P28: Semeno druhu *Carex rostrata*. Zvětšeno 100×.

Obr.



Obr. P29: Semeno druhu *Carex vesicaria*. Zvětšeno 100×.



Obr. P30: Semeno druhu *Carex vulpina*. Zvětšeno 150×.



Obr. P31: Semeno druhu *Eleocharis acicularis*. Zvětšeno 200×.



Obr. P32: Semeno druhu *Galium album*. Zvětšeno 200×.



Obr. P33: Semeno druhu *Glyceria fluitans*. Zvětšeno 50×.

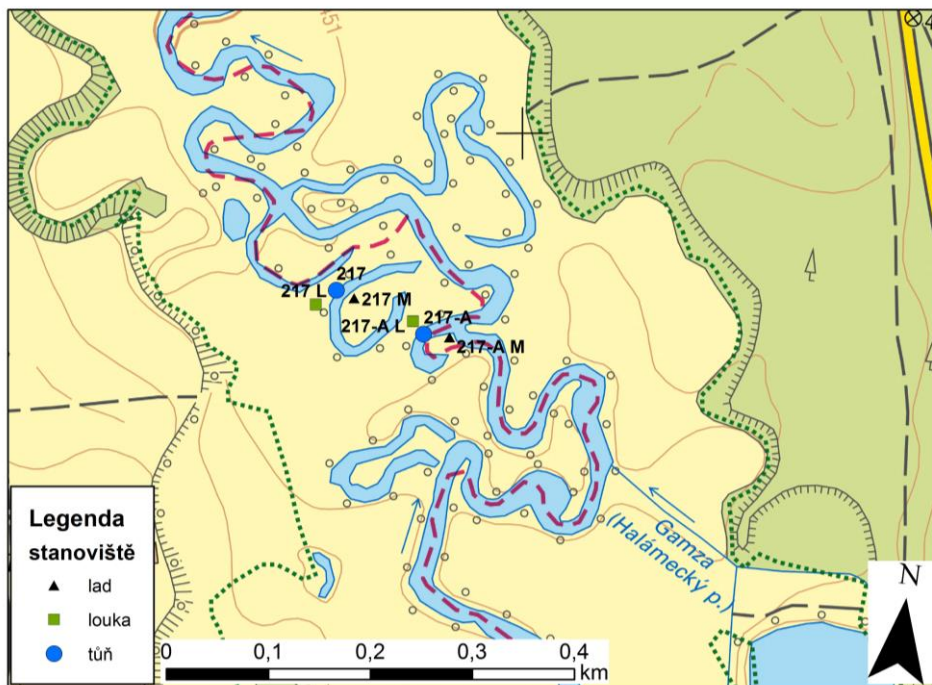


Obr. P34: Semeno druhu *Glyceria notata*. Zvětšeno 50×.

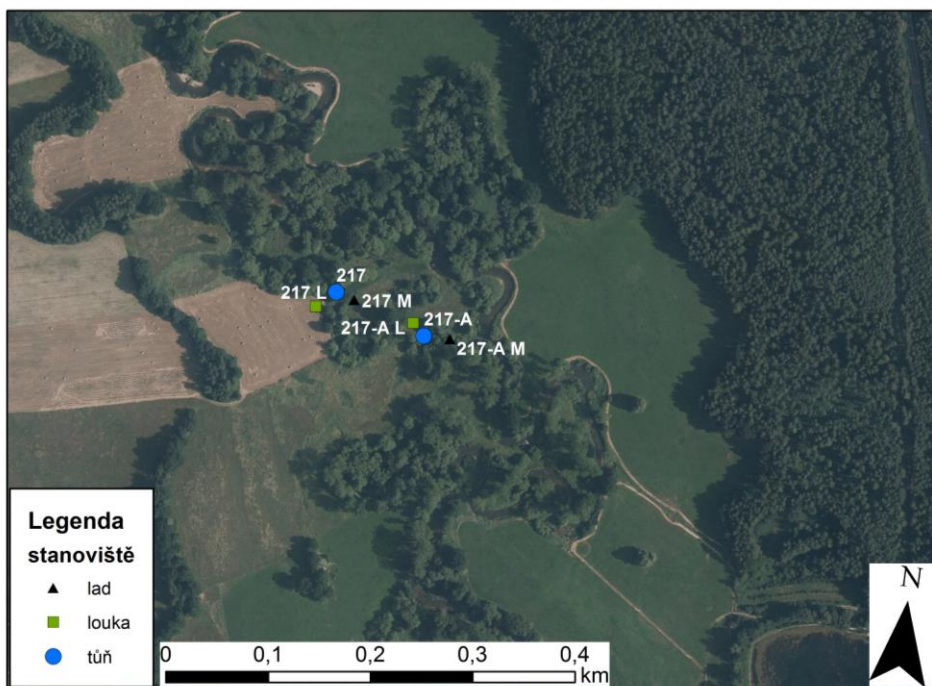


Obr. P35: Semeno druhu *Oenanthe aquatica*. Zvětšeno 50×.

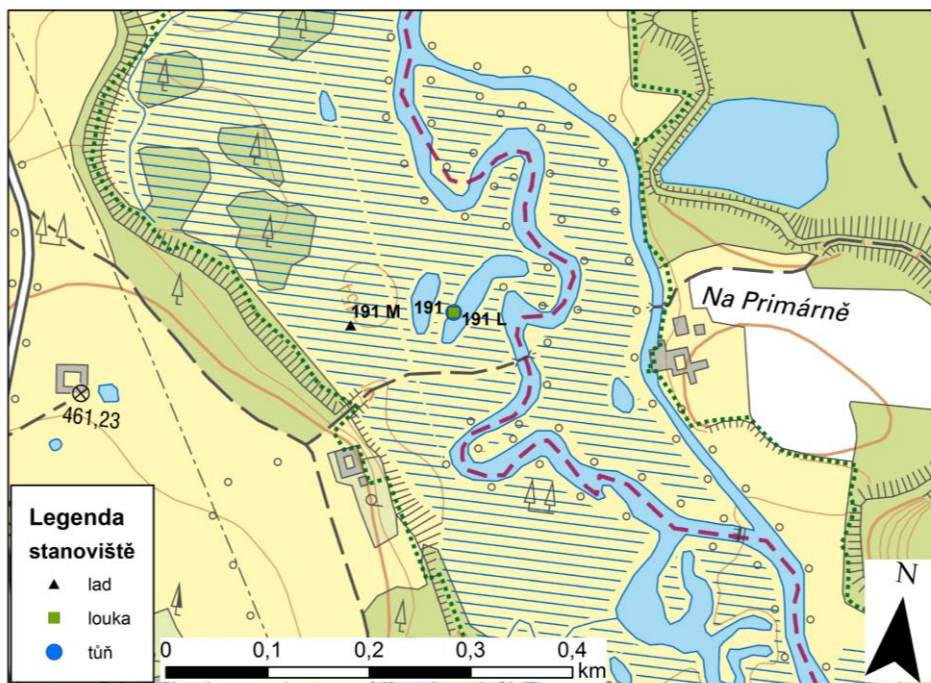
Na obrázcích P36 – PXX se nachází mapy s detailním vyobrazením studovaných ploch.



Obr. P36: Detailní zobrazení lokalit 217 a 217 A.



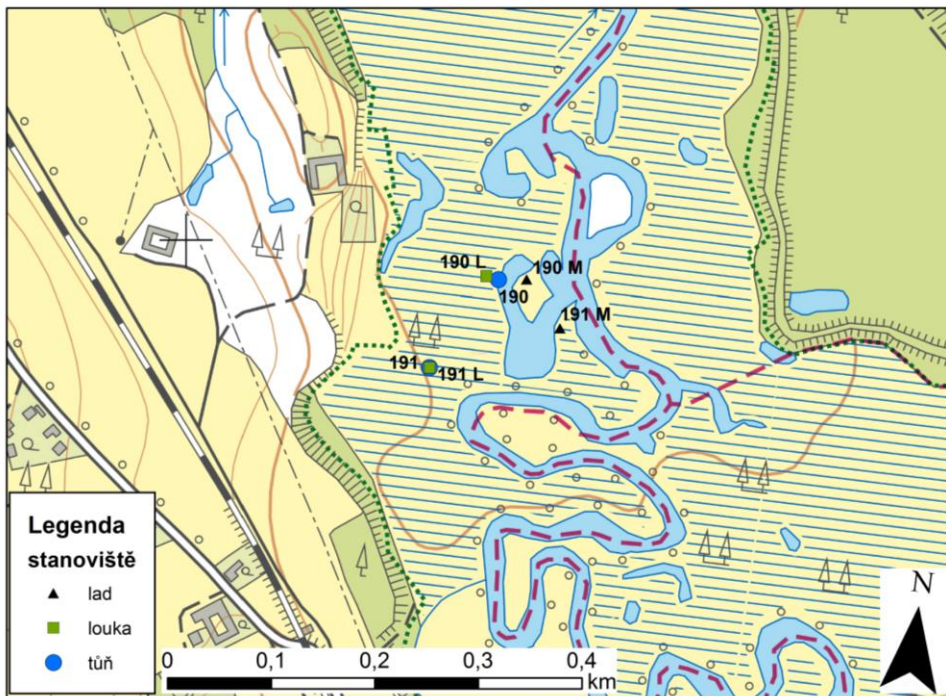
Obr. P37: Letecký snímek lokalit 2017 a 201A.



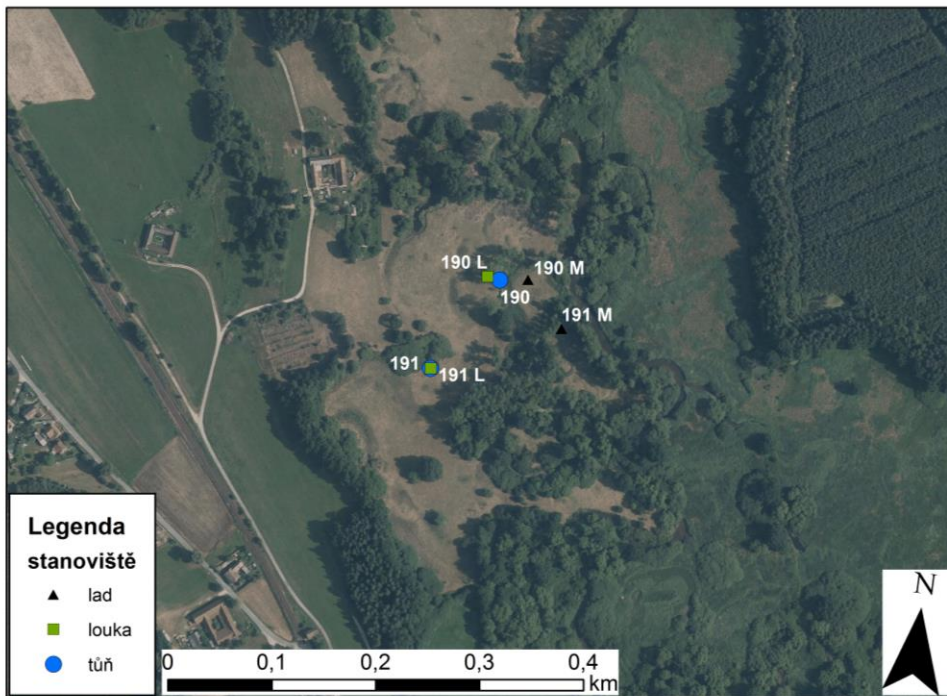
Obr. P37: Detailní zobrazení lokalit 191.



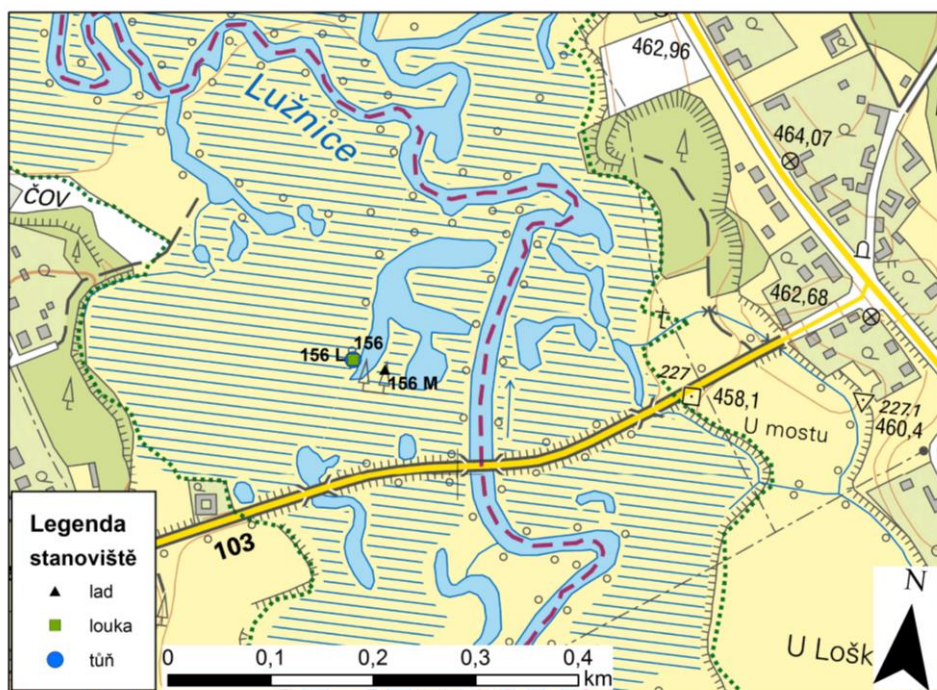
Obr. P38: Letecký snímek lokalit 191.



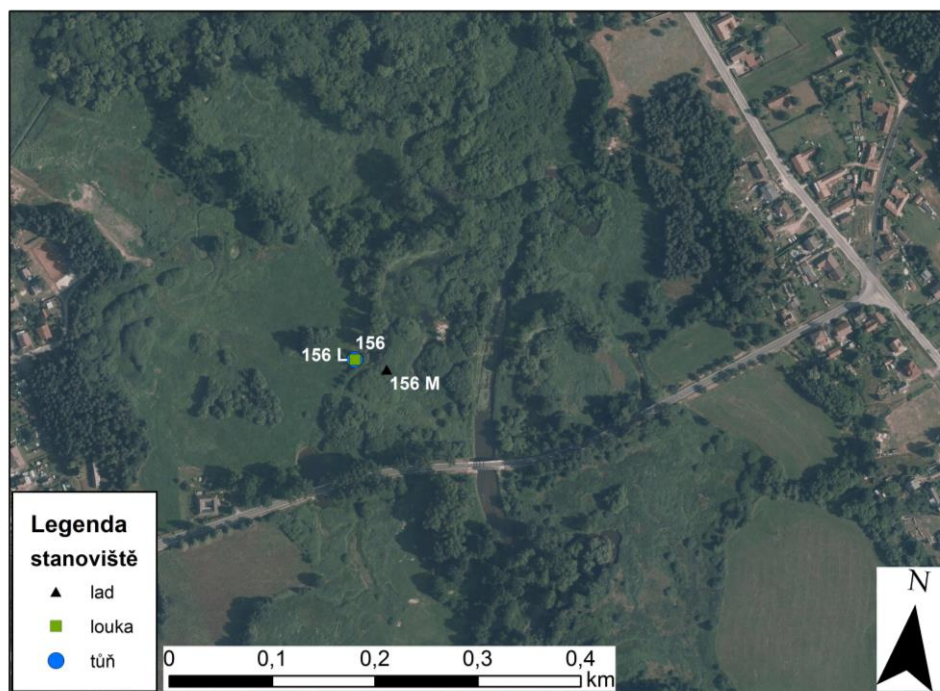
Obr. P39: Detailní zobrazení lokalit 190 a 191.



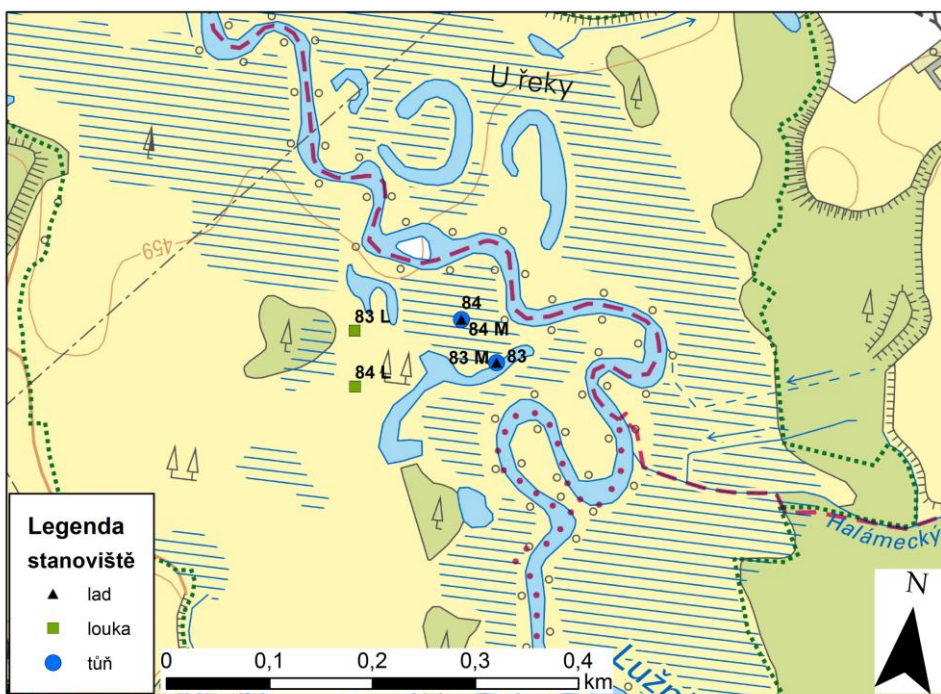
Obr. P40: Letecký snímek lokalit 190 a 191.



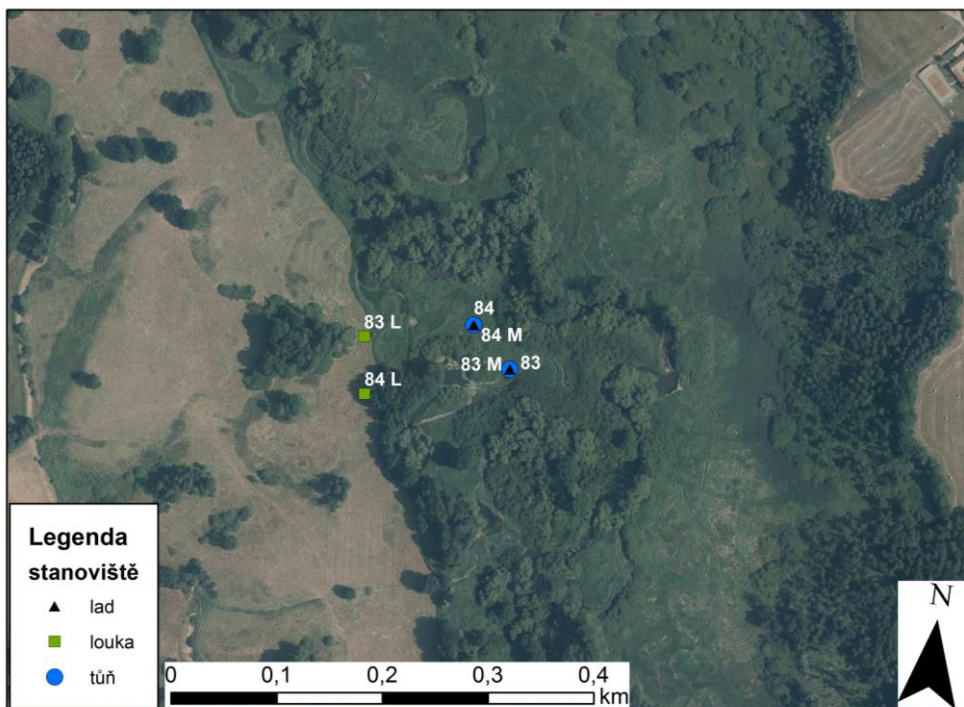
Obr. P41: Detailní zobrazení lokalit 156.



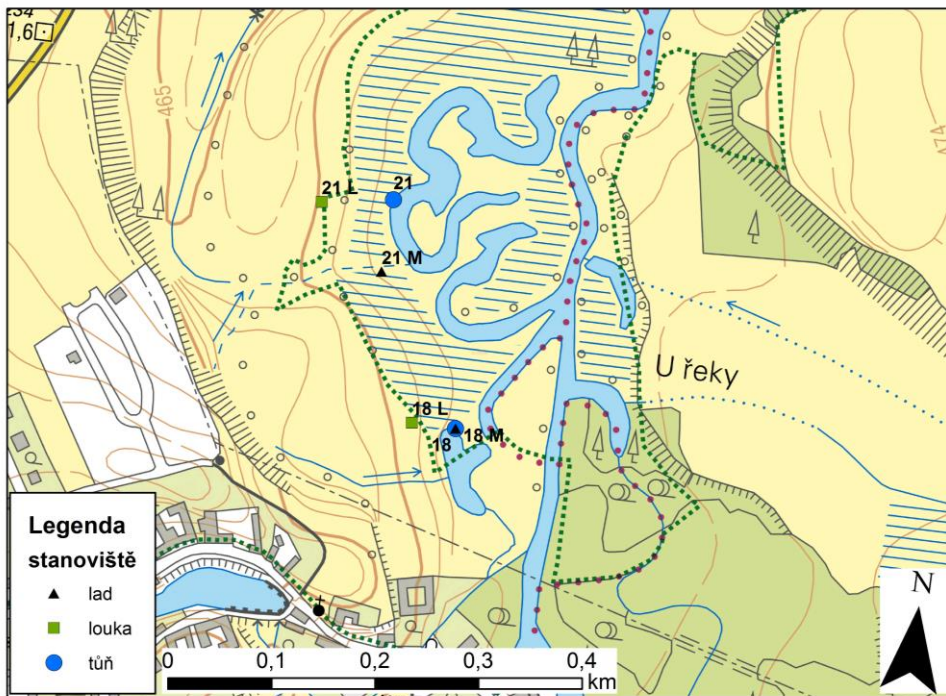
Obr. P42: Letecký snímek lokalit 156.



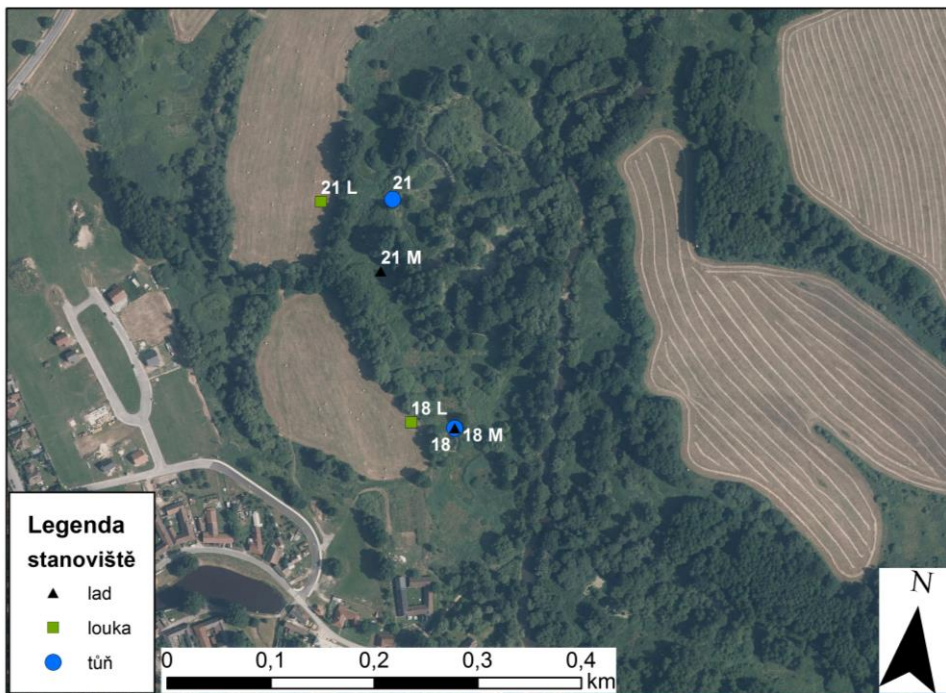
Obr. P43: Detailní zobrazení lokalit 83 a 84.



Obr. P44: Letecký snímek lokalit 83 a 84.



Obr. P45: Detailní zobrazení lokalit 21 a 18.



Obr. P46: Letecký snímek lokalit 21 a 18.

8 Seznam příloh

- Obr. 1: Stupeň závislosti všech organismů vodních těles v nivě úměrně klesá se zvětšující se vzdáleností od hlavního toku. Převzato z knihy Fluvial Hydrosystems (Petts and Amoros 1996).
- Obr. 2: Říční systém jako trojrozměrný prostor. Převzato z knihy Fluvial Hydrosystems (Petts and Amoros 1996).
- Obr. 3: Typy nivních půd a jejich profily. Zleva i) fluvizemě, ii) černice a iii) gleje. Jednotlivé fotografie převzaty z Taxonomického klasifikačního systému ČR (online, 2004).
- Obr. 4: Prostorové rozmístění archeologických lokalit s nálezy neolitické kamenné industrie v jižních Čechách. Převzato z Vondrovský et al. (2017) a podrobeno jednoduché grafické úpravě k vyzdvížení oblasti při horním toku řeky Lužnice a znázornění dvou nálezových lokalit – Vlkovská pískovna a Kaiblstein.
- Obr. 5: Poloha řeky Lužnice v rámci České republiky, přírodní rezervace „Horní Lužnice“ a jednotlivá stanoviště v základní topografické mapě.
- Obr. 6: Vliv hercynské podprovincie Českého masivu (1), pohoří Alp (2) a Panonské pánve (3) na flóru Třeboňska. Přejato z knihy Floodplain Ecology and Management (Prach et al. 1996).
- Obr. 7: Ordinační diagram DCA zobrazující 50 druhů s nejvyšší frekvencí výskytu v půdní semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen třech dominantních biotopů. První dvě osy vysvětlují 20,62 % variability (první osa 9.29 %).
- Obr. 8: Ordinační diagram DCA zobrazující 50 druhů s nejvyšší frekvencí výskytu v půdní semenné bance zjištěné klíčovými experimenty třech dominantních biotopů. První dvě osy vysvětlují 14.19 % variability (první osa 13.07 %).
- Obr. 9: Ordinační diagram DCA zobrazující 50 druhů s nejvyšší frekvencí výskytu ve fytoecologických snímcích třech dominantních biotopů. První dvě osy vysvětlují 18.56 % variability (první osa 12.94 %).
- Obr. 10: Frekvence výskytů 20 nejčastějších společných druhů pro půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen a fytoecologické snímky. Frekvence výskytu je uvedena jednotlivě pro každý druh nad sloupcem.
- Obr. 11: Frekvence výskytů druhů pro půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen („přímá SB“) a fytoecologické snímky („ve veg. snímcích“). Frekvence výskytu jsou převedeny na procenta.
- Obr. 12: Ordinační diagram DCA zobrazující všechny vzorky půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen („přímá“) a snímky fytoecologických snímků („snímky“) klasifikovány podle třech dominantních biotopů – tůň (kruh), meze (trojúhelník) a louky (čtverec). První dvě osy vysvětlují 13.74 % variability (první osa 8.15 %).
- Obr. 13: Ordinační diagramy metody CCA shrnující rozložení druhů mezi zhotovenými vegetačními snímky („snímky“) a půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen („přímá“). Diagram (pseudo-F = 3.1, p = 0.002) odráží překryvy druhů metod - vysvětlujících proměnných

- „snímky“ (fytocenologické snímky) a „přímá“ (semenná banka zjištěná přímým vybíráním semen). Obě dvě osy vysvětlují 10.89 %, 1. osa 5.37%.
- Obr. 14: Ordinační diagramy metody CCA shrnující rozložení druhů mezi zhotovenými vegetačními snímky a půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen. Diagram (pseudo - $F = 2.3$, $p = 0,002$) odráží překryvy druhů vysvětlujících proměnných - biotopů „tůň“ a „louka“ a „mez“. Obě dvě osy vysvětlují 7.37 %, 1. osa 5.34%.
- Obr. 15: Frekvence výskytu druhů pro dané biotopy semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen a fytoocenologickými snímky.
- Obr. 16: Frekvence výskytů 20 nejčastějších společných druhů pro půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen a pro půdní semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty. Frekvence výskytu je uvedena jednotlivě pro každý druh nad sloupcem.
- Obr. 17: Frekvence výskytů druhů pro půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen („přímá SB“) a pro půdní semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty („nepřímá SB“). Frekvence výskytu jsou převedeny na procenta.
- Obr. 18: Ordinační diagram DCA zobrazující všechny vzorky půdní semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen („přímá“) a půdní semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty („nepřímá“) klasifikovány podle třech dominantních biotopů – tůň (kruh), meze (trojúhelník) a louka (čtverec). První dvě osy vysvětlují 12.52% variability (první osa 7.90%).
- Obr. 19: Ordinační diagramy metody CCA shrnující rozložení druhů mezi zhotovenými vegetačními snímky („snímky“) a půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen („přímá“). Diagram (pseudo - $F = 2.8$, $p = 0,002$) odráží překryvy druhů metod - vysvětlujících proměnných „snímky“ (fytoocenologické snímky) a „přímá“ (semenná banka zjištěná přímým vybíráním semen). Obě dvě osy vysvětlují 11.44 %, 1. osa 4.92 %.
- Obr. 20: Ordinační diagramy metody CCA shrnující rozložení druhů mezi půdní semennou bankou zjištěnou přímým vybíráním semen a půdní semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty. Diagram (pseudo - $F = 2.3$, $p = 0,002$) odráží překryvy druhů vysvětlujících proměnných - biotopů - „tůň“ a „louka“ a „mez“. Obě dvě osy vysvětlují 7.37 %, 1. osa 5.34%.
- Obr. 21: Frekvence výskytu druhů pro dané biotopy semenné banky zjištěné přímým vybíráním semen a semennou bankou zjištěnou klíčovými experimenty.
- Obr. 22: Průměrná Ellenbergova indikační hodnota pro světlo pro dané biotopy všech použitých metod.
- Obr. 23: Průměrná Ellenbergova indikační hodnota pro vlhkost pro dané biotopy všech použitých metod.
- Obr. 24: Průměrná Ellenbergova indikační hodnota pro půdní reakci (pH) pro dané biotopy všech použitých metod.
- Obr. 25: Průměrná Ellenbergova indikační hodnota pro obsah živin v půdě pro dané biotopy všech použitých metod.
- Obr. 26: Semeno šáchoru Micheliova (*Cyperus michelianus*). Foceno na konfokálním mikroskopu Keyence VHX – 2000.
- Obr. 27: Struktura osemení šáchoru Micheliova (*Cyperus michelianus*, č. 9). Vlevo struktura osemení druhu *Cyperus hamulosus* (č.6). Přejato z identifikačního

klíče Atlas and Keys of Fruits and Seeds Occuring in the Quaternary Deposits of the USSR (Katz 1965).

- Obr. 28: Jednocestná analýza variance pro zjištění rozdílu mezi přímou a nepřímou metodou zjišťování druhového složení semenné banky a recentní vegetaci.
- Obr. P1: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů ve vegetačních snímcích tůní.
- Obr. P2: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů ve vegetačních snímcích luk.
- Obr. P3: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů ve vegetačních snímcích mezí.
- Obr. P4: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů v semenné bance tůní zjištěné přímým vybíráním semen.
- Obr. P5: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů v semenné bance luk zjištěné přímým vybíráním semen.
- Obr. P6: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů v semenné bance mezí zjištěné přímým vybíráním semen.
- Obr. P7: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů v semenné bance tůní zjištěné klíčovými experimenty.
- Obr. P8: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů v semenné bance luk zjištěné klíčovými experimenty.
- Obr. P9: Dvacet nejčastěji se vyskytujících se druhů v semenné bance mezí zjištěné klíčovými experimenty.
- Obr. P10: Dvacet druhů s nejvyšší abundancí ve vegetačních snímcích tůní.
- Obr. P11: Dvacet druhů s nejvyšší abundancí ve vegetačních snímcích mezí.
- Obr. P12: Dvacet druhů s nejvyšší abundancí ve vegetačních snímcích mezí.
- Obr. P13: Dvacet druhů s nejvyšším počtem semen v semenné bance tůní zjištěné přímým vybíráním semen.
- Obr. P14: Dvacet druhů s nejvyšším počtem semen v semenné bance luk zjištěné přímým vybíráním semen.
- Obr. P15: Dvacet druhů s nejvyšším počtem semen v semenné bance mezí zjištěné přímým vybíráním semen.
- Obr. P16: Dvacet druhů s nejvyšším počtem semenáčků v semenné bance tůní zjištěné přímým klíčovými experimenty.
- Obr. P17: Dvacet druhů s nejvyšším počtem semenáčků v semenné bance luk zjištěné přímým klíčovými experimenty.
- Obr. P18: Dvacet druhů s nejvyšším počtem semenáčků v semenné bance mezí zjištěné přímým klíčovými experimenty.
- Obr. P19: Semeno druhu *Alisma plantago – aquatica*. Zvětšeno 100×.
- Obr. P20: Semeno druhu *Alnus glutinosa*. Zvětšeno 100×.
- Obr. P21: Semeno druhu *Alnus incana*. Zvětšeno 100×.
- Obr. P22: Semeno druhu *Alnus alnobetula*. Zvětšeno 100×.
- Obr. P23: Semeno druhu *Barbarea vulgaris*. Zvětšeno 200×.
- Obr. P24: Semeno druhu *Carex acuta*. Zvětšeno 150×.
- Obr. P25: Semeno druhu *Carex canescens*. Zvětšeno 150×.
- Obr. P26: Semeno druhu *Carex cespitosa*. Zvětšeno 200×.
- Obr. P27: Semeno druhu *Carex leporina*. Zvětšeno 50×.
- Obr. P28: Semeno druhu *Carex rostrata*. Zvětšeno 100×.
- Obr. P29: Semeno druhu *Carex vesicaria*. Zvětšeno 100×.
- Obr. P30: Semeno druhu *Carex vulpina*. Zvětšeno 150×.
- Obr. P31: Semeno druhu *Eleocharis acicularis*. Zvětšeno 200×.
- Obr. P32: Semeno druhu *Galium album*. Zvětšeno 200×.

- Obr. P33: Semeno druhu *Glyceria fluitans*. Zvětšeno 50×.
Obr. P34: Semeno druhu *Glyceria notata*. Zvětšeno 50×.
Obr. P35: Semeno druhu *Oenanthe aquatica*. Zvětšeno 50×.
Obr. P36: Detailní zobrazení lokalit 217 a 217 A.
Obr. P37: Letecký snímek lokalit 2017 a 201A
Obr. P37: Detailní zobrazení lokalit 191.
Obr. P38: Letecký snímek lokalit 191.
Obr. P39: Detailní zobrazení lokalit 190 a 191.
Obr. P40: Letecký snímek lokalit 190 a 191.
Obr. P41: Detailní zobrazení lokalit 156.
Obr. P42: Letecký snímek lokalit 156.
Obr. P43: Detailní zobrazení lokalit 83 a 84.
Obr. P44: Letecký snímek lokalit 83 a 84.
Obr. P45: Detailní zobrazení lokalit 21 a 18.
Obr. P46: Letecký snímek lokalit 21 a 18.
Tab. I: Souhrn a značení jednotlivých tůní, stanovišť, vzorků a jejich GPS souřadnice.
Tab. PI: Druhy vyskytující se pouze v tůních v semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen („Přímá“) nebo pouze ve vegetačních snímcích („Snímky“) a druhy vyskytující se v rámci obou metod („Společné“).
Tab. PII: Druhy vyskytující se pouze v loukách v semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen („Přímá“) nebo pouze ve vegetačních snímcích („Snímky“) a druhy vyskytující se v rámci obou metod („Společné“).
Tab. PIII: Druhy vyskytující se pouze v mezích v semenné bance zjištěné přímým vybíráním semen („Přímá“) nebo pouze ve vegetačních snímcích („Snímky“) a druhy vyskytující se v rámci obou metod („Společné“).