

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Biologická fakulta



Bakalářská diplomová práce

Regenerace luk v nivě Moravy po katastrofální povodni v roce 1997



Petr Koutecký

školitel: doc. RNDr. Karel Prach CSc.

V Českých Budějovicích, 2000.

Bakalářská diplomová práce

Koutecký, P., 2000: Regenerace luk v nivě Moravy po katastrofální povodni v roce 1997. [Regeneration of meadows in the Morava river's floodplain after the catastrophic flooding in 1997, Bc. Thesis, in Czech] – 34 p. Faculty of Biological Sciences, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

Regeneration of alluvial meadows after the heavy flooding was studied in South Moravia, Czech Republic, using permanent quadrats. Species which survived the flooding, are listed; differences in the process of regeneration between several meadow communities were estimated.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně jen s použitím citované literatury.

Poděkování

Za vedení práce, pomoc se sháněním literatury i pomoc v terénu zaslouží poděkování školitel Karel Prach. Za určení některých obtížně určitelných rostlin děkuji Milanu Štechovi, za pomoc se statistickým zpracováním výsledků Janu Lepšovi. Dále děkuji za rady a konzultace paní Emilii Balátové-Tuláčkové a Denise Blažkové. Kateřině Šumberové děkuji za poskytnutí fytoocenologických snímků ze Soutoku. Za výraznou pomoc s konečnou úpravou textu děkuji Ester Hofhanzlové a Liborovi Ekrtovi. Evě Chaloupecké děkuji za kresbu na titulní stranu. V neposlední řadě zaslouží poděkování i všichni ostatní, kteří mi pomohli svojí drobnou radou, s vytyčováním ploch v terénu nebo péčí o pokus s klíčením semen ve skleníku – Michal Hejcman, Stanislav Březina, Martina Petřů, Radek Litvín.

Obsah

| | |
|---|----|
| 1 Úvod..... | 1 |
| 2 Povodně a nivní vegetace..... | 2 |
| 2.1 Historie nivy a povodní..... | 2 |
| 2.2 Zonace nivní vegetace a tolerance rostlin k povodním..... | 4 |
| 3 Metodika..... | 9 |
| 3.1 Popis lokalit | 9 |
| 3.2 Metodika práce | 11 |
| 3.3 Kategorie druhů | 12 |
| 3.4 Zásoba semen v půdě..... | 13 |
| 4 Výsledky..... | 14 |
| 4.1 Rozlišení typů ploch | 14 |
| 4.2 Stav v roce 1997..... | 15 |
| 4.3 Výskyt jednotlivých druhů a jeho změny | 17 |
| 4.4 Regenerace lučních společenstev..... | 19 |
| 4.5 Zásoba semen v půdě..... | 23 |
| 4.6 Louky svazu <i>Cnidion venosi</i> | 23 |
| 5 Diskuse..... | 25 |
| 6 Závěr..... | 30 |
| 7 Literatura | 32 |

1 Úvod

Povodeň v povodí Moravy a dalších řek v roce 1997 byla v České republice největší v tomto století. Vzhledem ke škodám, které způsobila (nakonec vyčísleny na 62,6 miliardy korun [HLADNÝ et al. 1998]), si zcela zaslouží v souvislosti s ní používaný přívlastek katastrofální. V dlouhodobém pohledu však nebyla až tak výjimečná, jak by se mohlo zdát, v posledním tisíciletí bylo takových povodní několik. Vedle intenzity vlastní povodně zřejmě ovlivnily výši škod i další faktory, především nevhodné využívání nivy lidmi. Od 70-tých let, kdy byla započata regulace posledních úseků dolní Moravy, to byla v řadě míst dolního Pomoraví první povodeň po mnoha letech. Mezitím došlo k přenesení stále více lidských aktivit a osídlení do nivy, kde to dříve právě kvůli povodním nebylo možné. Příkladem je rozorání luk a jejich přeměna na pole, která se tak ocitla v nevhodných místech a byla záplavou poškozena mnohem víc než dřívější louky. Vzniklé škody pak byly mnohem vyšší než kdyby byla niva zaplavována pravidelně a nebyla lidmi využívána, resp. byla využívána jiným způsobem. Efekt nečekané a mohutné záplavy byl mimo již zmíněného využívání nivy posílen ještě několika dalšími skutečnostmi. Dobrým příkladem jsou nefungující (protože dlouho nepotřebné) propusti v hrázích, které uměle rozdělily nivu a uvnitř kterých se voda držela výrazně déle než v oblastech, odkud mohla volně odtékat.

Na druhou stranu takto rozsáhlá povodeň představuje obrovskou příležitost pro studium různých jevů. Jde vlastně o velký přírodní pokus, v této velikosti uměle neproveditelný a neopakovatelný, ale bohužel rovněž neplánovaný a neočekávaný. Ve své práci jsem se zaměřil na část problematiky, kterou povodeň odhalila – ovlivnění a případně regenerace ekosystémů, které se v říční nivě vyskytují. Z řady různých ekosystémů byly vybrány aluviální louky. Je to ekosystém pro nivu typický a v současnosti poměrně silně ohrožený (rozoráváním luk, změnou hospodaření, atd.) a proto v poslední době často studovaný.

Tato práce by měla odpovědět na dvě hlavní otázky: (1) jak byly louky v nivě Moravy ovlivněny katastrofální povodní a (2) jak probíhá jejich regenerace a jaký bude jejich další vývoj. Tyto shrnující otázky lze pak dále rozvést na dvou hlavních úrovních – druhové (které druhy přežily povodeň, které se objevily v důsledku povodně nově, jaké je chování jednotlivých druhů v čase během regenerace luk po povodni) a na úrovni celého rostlinného společenstva (jak se měnilo v čase zastoupení různých skupin druhů, celková pokryvnost, atd.).

2 Povodně a nivní vegetace

2.1 Historie nivy a povodní

Pro nivy velkých řek, jako jsou dolní Morava a dolní Dyje, byly před jejich regulací typické záplavy, které přicházely většinou na začátku vegetační sezóny a v některých letech i znovu v průběhu roku po silných deštích. Tento režim dobře dokumentuje práce Balátové-Tuláčkové pro roky 1963-1966 v loukách asociací *Lathyro palustris-Gratioletum* a *Gratiolo-Caricetum suzae* ze svazu *Cnidion venosi* u Lanžhota (BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ 1979). Záplavy patří v nivách řek mezi jeden z rozhodujících ekologických činitelů. Jednak eliminují výskyt druhů, které na ně nejsou přizpůsobeny (zde je kromě délky záplav během roku mimořádně důležité, zda se vyskytují i během vegetační sezóny nebo ne, protože záplavy mimo vegetační sezónu mají mnohem menší vliv na vegetaci než záplavy během ní) a jednak přinášejí značné množství živin v kalu, který se po povodni usazuje, a provlhčují půdu (MITSCH et GOSSELINK 1986). Zároveň mohou přinášet značné množství diaspor a tím ovlivňovat rozšiřování druhů (JOHANSSON et al. 1996). Tento režim záplav vypadá na první pohled naprosto přirozeně, zdá se, že je jen málo ovlivněn činností lidí. Přesto je tomu právě naopak, celá stavba nivy v současné podobě, resp. v té podobě, která dnešnímu stavu se zničenými lesními i lučními porosty bezprostředně předcházela, je silně ovlivněná činností člověka a velké povodně jsou poměrně mladým jevem (OPRAVIL 1983, 1992, GRULICH et DANIHELKA 1996). Zdá se, že v nivě Moravy nedocházelo k výraznější sedimentaci povodňových hlín (a tedy k velkým povodním) během celého holocénu až do ranného středověku. Vznik povodní a přestavba celé nivy zřejmě souvisí s výrazným odlesňováním krajiny během středověku. Při předchozí velké etapě odlesňování během neolitu sice k sedimentaci povodňových hlín docházelo, ale v mnohem menší míře, situace na Moravě se v tomto ohledu zřejmě liší od povodí další velké středoevropské řeky – Labe, kde byla přeměna nivy v neolitu díky usazování povodňových hlín velmi výrazná (DRESLEROVÁ 1995).

Reliéf říční nivy je v současnosti poměrně jednotvárný – niva je plochá, vyplněná povodňovými hlínami, bez výraznějších terénních tvarů vystupujících nad úroveň nivy. Do plochého reliéfu zasahují pouze vodní toky a útvary s nimi spojené (odstavená ramena v různém stadiu zazemění, agradační valy, atd.). Před vznikem povodní a sedimentací povodňových hlín byl povrch nivy naopak členitý, se zbytky starých náplavů, písčnými dunami, atd. (OPRAVIL 1983).

S tím souvisí i otázka přirozené vegetace v nivě. Pro nivu dolní Moravy je jako potenciální přirozená vegetace uváděn tvrdý luh (asociace *Fraxino pannonicae-Ulmetum* a *Fraxino-Populetum* z podsvazu *Ulmenion*), který zabírá celou šířku nivy (NEUHÄUSLOVÁ 1998). Naproti tomu je na základě nálezů z velkomoravského hradiště v Mikulčicích a od Strážnice rozlišeno podstatně více lesních typů, které se v nivě vyskytovaly v „předzáplavovém období“ – dubohabrové háje, tvrdý luh, olšiny a vrbové porosty, u Mikulčic se možná v nejvyšších částech nivy v dubohabrových porostech vyskytoval i buk (OPRAVIL 1983).

Dubohabrové háje, podobné dnešním porostům svazu *Carpinion*, se nacházely na nejvyšších místech nivy. Tehdejší porosty ale nebyly pravděpodobně úplně stejné jako současné, lišilo se mírně druhové složení a zřejmě i zastoupení jednotlivých dřevin.

Na nižších místech se nacházely porosty tvrdého luhu, ovšem zřejmě hodně odlišné od současného tvrdého luhu podsvazu *Ulmenion*. Dominantními dřevinami byly *Quercus robur*, *Ulmus carpiniifolia* a *Fraxinus excelsior* nebo *Fraxinus angustifolia* ssp. *danubialis*. S nimi se vyskytovalo několik dalších druhů, které jsou ze současných luhů známy, ale také několik, které součástí dnešních tvrdých luhů nejsou – např. *Acer campestre* a *Carpinus betulus*. Navíc se tehdejší porosty nepodobaly dnešním ani prostorovou strukturou, zdá se, že byly mnohem otevřenější.

Vedle těchto dvou dominantních společenstev se vyskytovala v nivě i další, ale zřejmě jen maloplošně – olšiny, měkký luh a porosty keřových vrb kolem říčních ramen, ať aktivních nebo odstavených a zanikajících, rákosiny a porosty vysokých ostřic a porosty vodních makrofyt na podobných místech. Navíc se v nivě maloplošně vyskytovala i člověkem vytvořená a udržovaná luční a ruderální společenstva (OPRAVIL 1983).

Oba hlavní lesní typy – dubohabřiny a tvrdý luh (v podobě z „předzáplavového období“) zřejmě nesnášely pravidelné povodně, takže se do dnešní doby nezachovaly. Byly nahrazeny společenstvy vrbo-topolového měkkého luhu (*Salicion albae*), který snáší velmi časté a dlouhé záplavy a tvořil většinu lesní vegetace v těsném okolí řeky, zejména před její regulací, a tvrdého luhu (*Ulmenion*) v podobě, jakou známe dnes, s druhy, které občasné záplavy snáší.

Povodeň z roku 1997 byla jednou z velkých povodní, jaké povodí Moravy postihovaly v posledním tisíciletí s velmi malou frekvencí pravidelně. Byla to jedna z největších povodní v historii, ale ne jediná a výjimečná, jak by se mohlo zdát z krátkodobějšího pohledu (např. v měřítku posledního století). Poukazuje na to i přibližná shoda zaplaveného území s výskytem nivních půd, které se vytvořily na sedimentech minulých velkých povodní (HLADNÝ et al. 1998)

Ke vzniku povodně v červenci 1997 vedly mimořádně vysoké srážky, především v oblasti Jeseníků a Beskyd na severní Moravě, posílené ještě o nasycení půdy vodou při předchozích deštích na přelomu června a července. Na Lysé hoře v Beskydech byl měsíční úhrn srážek za červenec 812 mm, což je 412% normálu (pro Praděd v Jeseníkách to je 661 mm, resp. 421%). Pětidenní úhrny srážek (4.-8.7.1997) dosahovaly v extrémních případech až 60% průměrného ročního úhrnu, doba opakování takových srážek přesahuje na Pradědu 1000 let. Pro průtoky Moravy pak v oblasti horního toku vychází doba opakování 800 let, směrem po toku klesá, ve Strážnici dosahuje asi 100 let (HLADNÝ et al. 1998).

2.2 Zonace nivní vegetace a tolerance rostlin k povodním

Nivy řek jsou typem krajiny, ve kterém můžeme u většiny důležitých faktorů prostředí – hloubka a délka zaplavení při povodních, vlhkost půdy aj. – najít jeden významný směr, podle kterého se tyto faktory víceméně spojitě mění, a to na poměrně malé prostorové škále. Je to směr od středu nivy k jejím okrajům, daný především změnou výšky vzhledem k hladině vodního toku. Souhrou jednotlivých faktorů vzniká jeden výrazný gradient, podle kterého jsou jednotlivé druhy rostlin (a rostlinná společenstva, složená z druhů podobných ekologických vlastností) rozmístěny. Díky tomu vzniká v nivě charakteristická zonace druhů a společenstev vytvářejících víceméně rovnoběžné pásy s hlavní osou nivy – vodním tokem¹.

Zmínku o zonaci vegetace v nivách najdeme ve většině prací, které se nivní vegetací zabývají. Typická zonace na jihomoravských loukách je od mokřadních společenstev na březích řek (převážně třídy *Phragmito-Magnocaricetea*) přes mokré ostřicové louky svazu *Caricion gracilis*, louky svazu *Cnidion venosi* nebo *Alopecurion pratensis* až po sušší louky svazu *Arrhenatherion* v nejvyšších částech nivy (CÍLKOVÁ 1957, VICHEREK 1962, BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ 1966, 1985, 1996, BLAŽKOVÁ 1996).

Hlavní faktory, které zonaci nivní vegetace způsobují, jsou dva – vlhkost půdy a povodně. Vlhkost půdy často závisí na hloubce hladiny podzemní vody související s vodním tokem, díky tomu ji lze v jednoduše stavěných nivách vyjádřit vzdáleností od vodního toku, popř. nadmořskou výškou (PRACH 1992). Zejména v oblastech s velmi dobře propustnými půdami pak může mít malá změna výšky povrchu velmi velký vliv na vegetaci².

Druhým faktorem výrazně ovlivňujícím nivní vegetaci jsou povodně. Jednak mohou působit jako prostá mechanická disturbance a jednak, pokud trvá zaplavení nivy dostatečně dlouho, přímo určují spektrum druhů, které se v nivě vůbec mohou vyskytovat, protože ne všechny druhy rostlin mají schopnost dlouhodobější zaplavení přežít. Zaplavení znamená v tomto případě stres, jde zde zejména o nedostatek kyslíku v půdě a v rostlinách. Kyslík je poměrně málo rozpustný ve vodě, nespolehlivě skrz ni difunduje a suchozemské rostliny jej často mohou z vody přijímat jen velmi omezeně a navíc se kyslík v půdě rychle spotřebovává při mikrobiálních procesech³. Na nedostatek kyslíku jsou citlivé zejména kořeny. Hlavní problémy, které vznikají, jsou zastavení

¹ Tato pásovitost nivy, v jiných typech krajiny vzácná, je samozřejmě teoretická konstrukce, která ale v jednoduše stavěných nivách může fungovat. Ve většině případů je pásovité uspořádání narušeno a vzniká mozaika, např. díky různému obhospodařování nivy člověkem (lesy, různě využívané louky, atd.) nebo díky přirozeným prvkům, které zonaci narušují (např. slepá ramena).

² V některých případech je vlhkost půdy ovlivňována i jinými faktory než hladinou podzemní vody související s tokem. I v územích s propustnými půdami mohou mít vliv prameny vyvěrající do nivy z okraje říční terasy. V oblastech s nepropustnými jílovitými půdami může být situace velice komplikovaná. Příkladem je oblast Soutoku na jižní Moravě, kde je na dobře propustném šterkovitém podloží až sedmimetrová vrstva jílovitých povodňových hlín nepropustných pro vodu, takže vlastní podzemní voda související s vodními toky je pro většinu rostlin zcela nedostupná a využitelnou vodu přinášející do půdy téměř výhradně povodně (BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ 1996).

³ Jisté množství kyslíku vyrábí zelené části rostliny během fotosyntézy. Tento tzv. fotosyntetický kyslík může hrát v podmínkách nedostatku vzdušného kyslíku během zaplavení významnou roli.

růstu, rychlá spotřeba zásobních látek, změny ve struktuře buněk a změny vnitrobuněčného pH vedoucí ke smrti buněk, dále např. změna dostupnosti živin v půdě a uvolňování některých toxických látek z půdy. Většina semen není při nedostatku kyslíku schopna vyklíčit (ARMSTRONG et al. 1994).

Mechanismy umožňující rostlinám přežít zaplavení jsou proto jedny z nejdůležitějších adaptací, s jakými se u rostlin říčních niv setkáváme. Jejich přehled podávají Blom et al. (1990), Armstrong et al. (1994), Blom et Voeselek (1996), Blom (1999), Jackson et Armstrong (1999). Základní jsou tyto:

- *vhodné načasování životního cyklu.* Zde jsou důležité už vlastnosti semen a semenné banky (délka dormance, podmínky klíčení) a délka životního cyklu. Velice důležité je pak načasování klíčení semen a vlastnosti semenáčků, které představují nejzranitelnější stadium v celém životním cyklu rostlin. Ilustrativní jsou např. rozdíly mezi druhy měkkého a tvrdého luhu, které se v toleranci dlouhých záplav výrazně liší. Druhy měkkého luhu mají semena spíše malá, snadno rozšiřovaná vodou, semenáčky potřebují holou půdu a dostatek vlhkosti, ale klíčí až po opadnutí záplav a rychle rostou do výšky, aby při příští záplavě již nebyly zatopeny celé. Tyto druhy jsou schopny růst na často zaplavovaných stanovištích. Druhy tvrdého luhu mají většinou semena velká, klíčící časně, semenáčky rostou pomalu, ale snášejí zastínění. Jsou to druhy většinou dobře snášející zaplavení stanoviště během zimy a jara, ne ale dlouhé záplavy během vegetační sezóny, semenáčky nejsou schopny uniknout úplnému zaplavení díky rychlému růstu do výšky.

U lučních druhů byly tyto rozdíly studovány např. u rodu *Rumex*⁴ (VOESELEK et BLOM 1992, VOESELEK et al. 1992). Semena suchomilnějšího *Rumex acetosa* dozrávají poměrně brzo a klíčí na podzim, semenáčky mohou být postiženy jarními záplavami, ale zato mají díky brzkému klíčení konkurenční výhodu ve srovnání s druhy klíčícími až na jaře. Naopak vlhkomilnější *Rumex crispus* a *R. palustris* vytvářejí trvalou zásobu semen v půdě a semena klíčí až na jaře, po záplavách (dokonce se zdá, že zaplavení půdy může indukovat klíčení těchto druhů). Semena těchto dvou druhů jsou také schopna, na rozdíl od semen *Rumex acetosa*, přežít delší dobu nedostatek kyslíku v půdě, který při zaplavení nastává.

- *tvorba aerenchymu.* Jak již bylo řečeno, příjem kyslíku rozpuštěného ve vodě není příliš efektivní, vzhledem k malé rozpustnosti kyslíku a jeho mnohem pomalejší difúzi než v plynné fázi. Proto je tvorba provzdušňovacích pletiv (aerenchymu), umožňujících právě transport plynů v plynné fázi vnitřními prostory v rostlině, asi nejdůležitějším mechanismem umožňujícím přežít zaplavení.

⁴ Rod *Rumex* je při studiu mechanismů odolnosti k zaplavení používán jako modelová skupina, protože v něm lze nalézt víceméně blízké příbuzné druhy, které se ale velmi liší v ekologických nárocích.

Tvorba aerenchymu je řízena hormonálně, nejvýznamější roli zde hraje ethylen. Při zaplavení dochází ke zvýšení jeho koncentrace v kořenech⁵, což má dva výrazné důsledky – zastavení růstu kořene do délky (už zmíněná typická reakce na zaplavení) a tvorbu aerenchymu.

Samotná výměna plynů mezi zaplavenou a nezaplavenou částí rostliny se zřejmě neodehrává pouze prostou difúzí, vznikají zde skutečné toky plynu z vynořené části do kořenů. Jedním z mechanismů, který tok pohání, je zřejmě vyrovnávání koncentrace kyslíku, který se v ponořených částech spotřebovává, a dále zřejmě i celkové snížení tlaku plynu v kořenech, protože CO₂ vyprodukovaný při dýchání se poměrně snadno rozpouští v okolní vodě.

Jednotlivé druhy se ve schopnosti vytvořit v kořenech aerenchym výrazně liší, což určuje míru jejich tolerance k zaplavení. Druhy z často nebo stále zaplavených půd mají aerenchym vytvořený po celý život, pro ostatní druhy je důležitá schopnost vytvořit jej dodatečně, po zaplavení. Rozdíly mezi příbuznými suchomilnými a vlhkomilnými druhy opět ukazuje situace u rodu *Rumex* – v kořenech vlhkomilného *Rumex hydrolapathum* tvoří volné prostory aerenchymu asi 50% objemu kořene, u suchomilného *Rumex thyrsoflorus* v adventivních kořenech vznikajících po zaplavení jen 7,5%.

- *rychlý prodlužovací růst*. Tento mechanismus bezprostředně souvisí s předešlým. Aby bylo prokysličení ponořených částí rostliny pomocí aerenchymu vůbec možné, je nutné, aby alespoň některé části rostliny měly kontakt se vzduchem. Proto některé druhy na zaplavení reagují rychlým růstem stonku do délky, což jim umožňuje tento kontakt udržet nebo obnovit. Příklady z jihomoravských luk i s fotografiemi uvádí Balátová-Tuláčková (1979). I zde je možno uvést příklad u modelového rodu *Rumex* – suchomilné druhy v podstatě nejsou schopny rychlým růstem na zaplavení reagovat, u vlhkomilných se tato reakce objevuje již několik hodin po zaplavení.

Proces je opět řízen hormonálně, roli signálu zřejmě hraje opět zvýšení koncentrace ethylenu⁶. Vlastní prodlužovací růst způsobují jiné fytohormony (auxiny nebo gibereliny), ethylen pouze zvyšuje citlivost buněk na ně. Podobně jsou asi řízeny i morfologické změny u rostlin s plazivými lodyhami (po zaplavení dochází ke změně směru růstu z vodorovného na svislý a k jeho urychlení).

⁵ Mechanismy zvyšující koncentraci ethylenu jsou dva. Prvním je zvýšení jeho produkce při snížení koncentrace kyslíku, enzymy syntetické dráhy ethylenu jsou zřejmě aktivovány zvýšenou koncentrací CO₂. Na druhou stranu je k syntéze ethylenu potřeba kyslík, takže reakce probíhá právě jen za snížené koncentrace kyslíku, za úplné anoxie již ne. Druhým mechanismem je samovolné zvyšování koncentrace ethylenu díky tomu, že je málo rozpustný ve vodě a nesnadno v ní difunduje, proto je jeho únik do vnějšího prostředí nižší než v nezaplavené půdě a dochází k hromadění v kořeni.

⁶ Zde, mimo výše popsaného zadržování ethylenu ve stonku díky nižším ztrátám do okolní vody, působí i transport z kořenů. Zejména jde o transport ACC (kyselina 1-aminocyklopropan-1-karboxylová), přímého prekursoru ethylenu, k jehož přeměně na ethylen je třeba kyslík, který ovšem při delším zaplavení a nefungujícím provzdušnění aerenchymem v kořenech chybí, takže k přeměně na ethylen v kořenech nedochází (ve stonku nastává nedostatek kyslíku později, zřejmě i díky produkci tzv. fotosyntetického kyslíku při fotosyntéze).

- *tvorba adventivních kořenů*. Tento mechanismus je funkčně analogický vzniku aerenchymu v kořenech. Pokud není rostlina schopna vytvořit aerenchym dodatečně v již existujících kořenech, může začít vytvářet adventivní kořeny, které budou mít aerenchym již od počátku. Oproti dodatečné tvorbě aerenchymu je zde poněkud jiný mechanismus řízení. Signálem je zřejmě opět zvýšená koncentrace ethyleny, ale důležité jsou i další hormony. Pokud odumře hlavní kořen, dochází ve spodní části stonku k hromadění auxinu, který je produkován ve stonku a za normálních okolností transportován floémem do kořene. Stejně tak dochází ve stonku ke snížení koncentrací gibberelinů a cytokininů, které jsou normálně produkovány kořenem a transportovány do stonku. Oba tyto jevy indukují růst adventivních kořenů.
- *tvorba kořenů ve svrchních vrstvách půdy (surface rooting)*. Tuto strategii najdeme u většiny mokřadních i suchozemských rostlin, u mnoha druhů je to strategie jediná. Rostliny vytvářejí adventivní kořeny víceméně v horizontálním směru v horních vrstvách půdy, které jsou provzdušněny. Do anaerobní zóny ležící níže v podstatě nezasahují, a pokud ano, tak pouze kořeny, které jsou provzdušňovány přes aerenchym vzduchem vedeným ze stonku a listů. Tato strategie je účinná zejména na podmáčených půdách, kde souvislá vodní hladina nevystupuje příliš nad povrch, při hluboké záplavě, kdy panují anaerobní podmínky i v nejvyšších vrstvách půdy, je samozřejmě neúčinná.
- *vyučování kyslíku z kořene do rhizosféry (radial oxygen loss)*. Jev bezprostředně souvisí s provzdušňováním kořenů aerenchymem. Jde o samovolné (ne aktivní) vyučování vzduchu z kořene do rhizosféry, dané různou propustností různých vrstev kořene pro vzduch a spotřebou kyslíku v rhizosféře. Prokysličení rhizosféry má pro rostliny pozitivní efekt. Umožňuje aktivitu nitrifikačních bakterií a rostlina má tedy více živin než v neprovzdušněné zatopené půdě. Snižuje také příjem toxických látek do rostlin, zejména rozpustných železnatých sloučenin, které se oxidují na železité a srážejí se v nerozpustných komplexech, a dále sloučenin manganu, sirovodíku (oxiduje se na síru) a zřejmě i arzenu a dalších kovů, které jsou v prokysličené půdě vázány do komplexů v železitých sloučeninách. Nevýhodou pro rostliny je, že ztráty vzduchu do rhizosféry mohou být tak velké, že vnitřní části kořene (které mohou být pro vzduch hůře prostupné než vnější) se mohou dostat až do stavu anoxie, se všemi dalšími důsledky.
- *anaerobní metabolismus*. Anaerobní podmínky v historii Země předcházely dnešním aerobním, proto není divu, že se u mnoha organismů s čistě anaerobními procesy setkáváme. Ani rostliny nejsou výjimkou, dokonce se v určité fázi životního cyklu – během klíčení – nacházejí v anaerobiose pravidelně, všechny důležité chemické reakce jsou schopny provádět. Rostliny jsou proto schopny anaerobní stav přežít, obvykle ale jen velmi krátkou dobu, neadaptované druhy později z nejrůznějších příčin (např. nedostatek energie na udržení základních životních pochodů nebo toxicita produktů anaerobního metabolismu) odumírají. Některé rostliny nebo rostlinné tkáně jsou však schopny přežít i delší anaerobiosu. Mezi hlavní adaptace patří regulace energetického metabolismu, doplňkové zdroje energie při anoxii, regulace genové exprese, ochrana proti poranění buněk při anoxii.

Základním pochodem dodávajícím rostlině energii (a také reoxidujícím NADH redukované během glykolýzy) nemohou být během anoxie na glykolýzu navazující Krebsův cyklus a oxidativní fosforylace. Glykolýza sama o sobě je anaerobním procesem, takže probíhat může, ale musí na ni navazovat jiné metabolické dráhy – nejčastěji ethanolové nebo mléčné kvašení. U mokřadních (adapovaných) druhů je mléčné kvašení silně inhibováno, protože při něm dochází ke snížení pH, což může vést v extrémním případě až ke smrti. I hromadění ethanolu by mohlo být pro rostlinu smrtelné, protože ethanol je zřejmě pro rostliny od určité koncentrace toxický a zejména je toxický acetaldehyd vznikající oxidací ethanolu po opětovném vystavení kyslíku. U mnoha rostlin se proto setkáváme s vylučováním ethanolu z kořenů ven do půdy. Vedle mléčného a ethanolového kvašení se při odbourávání pyruvátu, konečného produktu glykolýzy, může při dostatku iontů NH_4^+ uplatňovat transaminace na aminokyselinu alanin, která pak slouží jako zásoba dusíku (tato reakce však může probíhat jen omezeně – nedochází při ní k reoxidaci NADH).

Celkově je glykolýza jako zdroj energie v porovnání s aerobním metabolismem neefektivní (z daného množství glukosy se při popsáných anaerobních procesech získá 16x méně energie než při aerobních). U neadaptovaných druhů proto dochází k poměrně rychlému vyčerpání zásobních látek (sacharidů). Adaptované druhy dokáží zpomalit svůj metabolismus na nezbytné minimum a tak rychlost glykolýzy a tedy spotřebu zásobních látek snížit. Další úspory umožňuje především omezení exprese genů, které nejsou nezbytně nutné. Jinou možností je podpora z okolních částí rostliny (přísun sacharidů), ale zdá se, že je poměrně účinně blokována. Jisté úspory umožňuje i méně obvyklý rozklad škrobu fosforylasou oproti běžnému rozkladu aldolasou (fosforylasa využívá energii hydrolýzy vazeb mezi molekulami glukosy ve škrobu k fosforarylaci glukosy anorganickým fosfátem, při štěpení aldolasou k tomu nedochází a glukosa pak musí být fosforylována fosfátem z ATP). Přesto většina rostlinných orgánů nevydrží dlouhodobou anoxii ani při kombinaci všech úsporných mechanismů. Jedinou výjimkou je zřejmě oddenek, proto většina vytrvalých obojživelných rostlin jsou oddenkové geofyty.

- *ochrana proti kyslíku po skončení anoxie.* Po opětovném vystavení kyslíku by mohly být buňky tkáně, která předtím byla v anoxii, poškozeny aktivními formami kyslíku, jako jsou superoxid, peroxid vodíku nebo hydroxil. Hlavní nebezpečí představuje poškození membránových lipidů (GLOSER et PRÁŠIL 1998). U adaptovaných rostlin se proto vyskytují speciální enzymy, jejichž syntéza je indukována během anoxie, které tyto aktivní formy kyslíku inaktivují. Dále se mohou vyskytovat látky sloužící jako antioxidanty, např. kyselina askorbová a glutathion. Možné poškození by pro rostlinu mohla znamenat i oxidace ethanolu, který je během anoxie hlavním produktem energetického metabolismu, na acetaldehyd. Tomu je u adaptovaných rostlin zabráněno tím, že ethanol průběžně aktivně vylučují.
- *stresové proteiny.* Jak již bylo naznačeno, dochází během zaplavení ke změnám v expresi jednotlivých genů. U většiny genů, které nejsou pro základní životní pochody zcela nezbytné, je zastavena nebo výrazně zpomalena, čímž dochází k výrazným úsporám energie. Existuje i skupina asi dvaceti stresových proteinů, jejichž syntéza je naopak indukována nedostatkem kyslíku. Patří mezi ně především proteiny výše zmíněných anaerobních metabolických drah.

3 Metodika

3.1 Popis lokalit

Sledovány byly louky v nivě Moravy u Veselí nad Moravou, Mikulčic a Lanžhota. Všechny lokality leží v Dolnomoravském úvalu, v nadmořských výškách 170 m (Veselí nad Moravou), 160 m (Mikulčice) a 155 m (Lanžhot). Celá oblast patří do teplé klimatické oblasti T4 podle Quitta, průměrné teploty v Hodoníně dosahují 9,5°C a průměrný roční úhrn srážek 585 mm (QUITT 1971). Geologický podklad tvoří pliocénní štěrky a písky (ANONYMUS 1993), na jejich povrchu leží až několik metrů mocné nivní hlíny. Hlavním půdním typem jsou glejové půdy (PELÍŠEK 1961). Podle fyto geografického členění ČR (SKALICKÝ 1988) patří sledované lokality do fyto geografické oblasti Termofytikum, obvodu Panonské termofytikum, okresu 18. Jihomoravský úval, podokresů 18a. Dyjsko-svratecký úval (Lanžhot) a 18b. Dolnomoravský úval (Veselí nad Moravou, Mikulčice). Potenciální přirozenou vegetací území tvoří tvrdý luh asociací *Fraxino pannonicae-Ulmetum* a *Fraxino-Populetum* z podsvazu *Ulmenion* (NEUHÄUSLOVÁ 1998).

U Veselí nad Moravou byly studovány louky svazů *Alopecurion pratensis* a *Arrhenatherion* (podrobněji viz kapitola 4.1) okolo silnice č. 54 do Brna, viz mapa 1.



Mapa 1. Lokalizace studovaných luk u Veselí nad Moravou

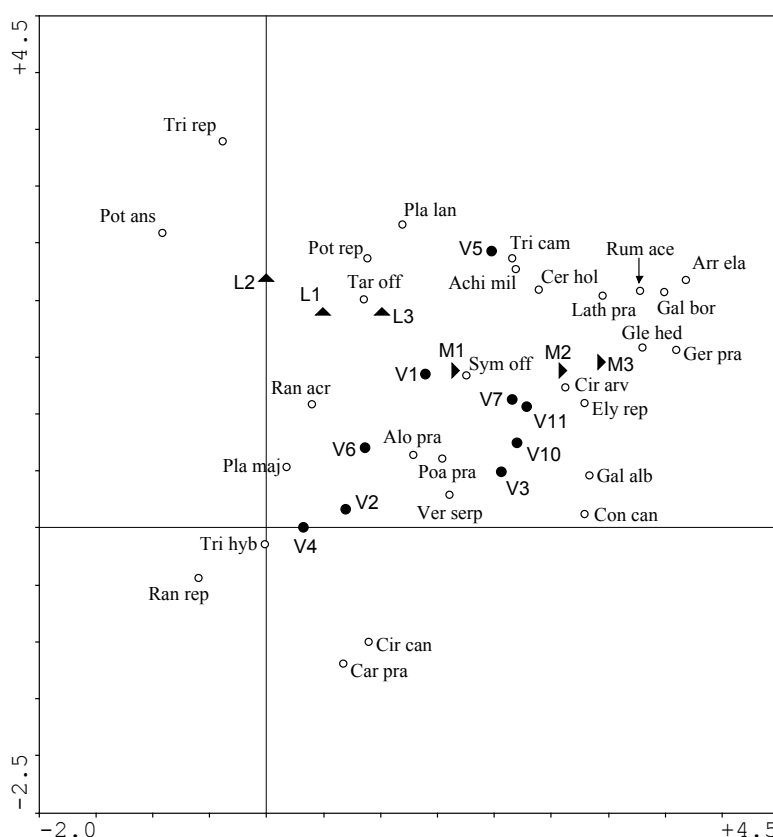
U Mikulčic byly založeny tři plochy na loukách svazu *Cnidion venosi* u velkomoravského hradiště (Mikulčice-Valy). Jedna z těchto ploch leží v hluboké terenní depresi, která se zřejmě svojí vegetací i před povodní v roce 1997 odlišovala od okolí.

Poslední ze sledovaných lokalit jsou louky v okolí areálu Na Šlajsi na JV okraji Lanžhota. Dvě trvalé plochy byly založeny na vlhké louce svazu *Cnidion venosi* mezi zdí hokejkárny Na Šlajsi a silnicí č. 425 do Kút. Třetí plocha byla založena na sousední louce mezi Kyjovkou a slepým ramenem u silnice. Fytocenologické zařazení této louky je nejasné, jde o sušší louku, na které téměř chybí druhy typické pro svaz *Cnidion*, ale stejně tak zde chybí druhy suchomilnějšího svazu *Arrhenatherion*. Stav před povodní v

roce 1997 lze v tomto případě odhadovat jen velmi přibližně, dominantou byl zřejmě druh *Alopecurus pratensis*.

Vlastní záplavení lokalit, kterých se týká tato práce, vzniklo pokaždé jiným způsobem, což má velký význam např. pro posouzení možnosti zanesení semen rostlin během povodně na sledované lokality. U Veselí nad Moravou způsobila záplavení krajiny přímo voda z Moravy, ovšem v Mikulčicích a Lanžhotě ne. Podle informací průvodců z muzea v Mikulčicích (Národní kulturní památník Mikulčice-Valy) způsobila záplavy v jejich oblasti pouze spodní voda, která vystoupala nad povrch půdy, řeka Morava se v této oblasti jižně od Hodonína nikde nepřelila přes protipovodňové hráze. Nejkurioznější mechanismus záplav funguje v Lanžhotě (v oblasti Soutoku jižně od Lanžhota pravidelně, v rozsahu z roku 1997 samozřejmě ojediněle). V Lanžhotě způsobila záplavu Kyjovka, poměrně malý tok, který by se sám o sobě zřejmě ani v červenci 1997 z břehů nevytlil. Rozlítí Kyjovky totiž způsobuje zvýšená hladina vody v Dyji, do které se Kyjovka vlévá – voda z Dyje se tlačí proti toku Kyjovky a v ploché krajině stačí i poměrně malé zvýšení hladiny zatopit rozsáhlé plochy. V červenci 1997 byl tento mechanismus výrazně posílen velmi vysokou hladinou vody v Moravě, jejíž voda se může tlačit do Dyje stejně jako Dyje do Kyjovky. Hladina Moravy byla během červencové povodně uvnitř hrází více než jeden metr nad úrovní okolního terénu.

Rozdílnost jednotlivých lokalit dokumentuje rozložení fytoecologických snímků v ordinačním prostoru na obr. 1.



Obr. 1. Výsledek DCA dat z července 1999. Jednotlivé lokality jsou odlišeny různým označením ploch (V – Veselí nad Moravou, M – Mikulčice, L – Lanžhotě) a použitými symboly.

3.2 Metodika práce

Poprvé bylo zájmové území navštíveno 26.-28.8.1997, byly vybrány lokality pro pozdější sledování a zapsán první seznam druhů, které přežily zaplavení. 30.-31.10.1997 byly založeny trvalé plochy 5 x 5 metrů (V1-V10 u Veselí nad Moravou, M1 u Mikulčic a L1-L3 v Lanžhotě), další (V11, V12, V14, M2, M3) byly doplněny v dubnu 1998. Plochy byly navštíveny 20.-21.4.1998, 28.5.1999, 24.7.1999, 6. a 10.9.1998, 16.11.1998, 29.5.1999, 13.-14.7.1999, 6.-7.11.1999, vždy byl zapsán seznam druhů, pokud to bylo možné i fytoocenologické snímky. Používána byla procentická stupnice, data byla zapsána do databázového programu TURBOVEG (HENNEKENS 1995)

Pro statistické analýzy byly použity snímky z května 1998 a 1999, tedy z doby vegetačního vrcholu luk těsně před první sečí. Data z Mikulčic a Lanžhota byla z analýz vyloučena pro malý počet opakování (snímky z Mikulčic by bylo nutné rozdělit na dvě skupiny, obsahující dva, resp. jeden snímek, v Lanžhotě podobně). Plochy od Veselí nad Moravou byly podle druhového složení rozděleny na několik kategorií (viz kap. 4.1), vyloučeny byly plochy V6 a V7, které byly bohužel v roce 1999 pokoseny neočekávaně brzo, takže z nich z května 1999 chybí data (totéž platí i pro plochy v Lanžhotě a Mikulčicích). V druhových datech byl vytvořen „druh“ *Poa* sp., který vznikl sloučením všech přítomných druhů rodu *Poa*. Ty byly následně z analýz vyloučeny, protože zřejmě nebyly v roce 1998 správně rozlišovány a přítomnost některých z nich pouze v roce 1999 by velmi zkreslila výsledky.

Pro porovnávání celkového počtu druhů na plochách i počtu druhů jednotlivých kategorií (rozdělení viz kapitola 3.3) byla použita analýza variance pro opakovaná měření v programu STATISTICA 5.5 (ANONYMUS 1999). Pokryvnosti v procentech byly transformovány arcsinovou transformací.

Dále byl testován vliv typu plochy a času na druhové složení porostu i zastoupení jednotlivých druhů. Byla použita CCA v programu CANOCO for Windows (TER BRAAK et ŠMILAUER 1998), k testování vlivu proměnných prostředí byl použit Monte Carlo permutační test. Způsob permutací byl volen podle proměnných prostředí a *covariables*, druhová data (pokryvnosti v procentech) byla logaritmována.

Jména rostlin jsou sjednocena podle seznamu Neuhäuslová et Kolbek (1982), jména rostlinných společenstev podle Moravce (MORAVEC 1995). Výjimkou je třída *Agrostitetea stoloniferae*, kterou Moravec (1995) neuvádí, ale je používána v seznamu, podle kterého byly rozdělovány druhy (ELLENBERG et al. 1991), takže bylo nutno tam toto jméno ponechat, podobně i svaz *Alno-Ulmion* (tj. *Alnion incanae*).

3.3 Kategorie druhů

O průběhu regenerace luk vypovídá zastoupení druhů, které se v nich vyskytovaly i před povodní, a druhů, které se objevily až po ní, jako její důsledek. Protože však není druhové složení luk před povodní známo, bylo nutné vytvořit alespoň přibližný odhad ze známých ekologických nároků jednotlivých druhů.

Pro střední Evropu je k odhadu základních ekologických vlastností použitelná práce Ellenberga (ELLENBERG et al. 1991). Mimo jiné uvádí u každého druhu společenstvo (nebo skupinu společenstev), které je pro daný druh typické. Podle toho byly druhy nalezené na sledovaných plochách zařazeny do jedné ze tří kategorií: 1. luční druhy, 2. ruderální druhy a polní plevely (dále budou označovány jen jako ruderální druhy) a 3. ostatní druhy. Tyto kategorie jsou uvedeny v seznamech druhů v přílohách 1 a 2.

Do kategorie lučních druhů byly zařazeny všechny druhy, které Ellenberg řadí do třídy *Molinio-Arrhenatheretea* a nižších jednotek patřících do této třídy a do třídy *Agrostitetea stoloniferae* a jejích nižších jednotek (zde zejména svaz *Agropyro-Rumicion crispi*). Dále sem byly zařazeny některé druhy s širokou ekologickou amplitudou, u kterých není typické společenstvo udáno – „indifferentes Verhalten“ – ale které bývají součástí lučních společenstev: *Cardamine pratensis*, *Carex distans*, *Dactylis glomerata*, *Deschampsia caespitosa*, *Ranunculus auricomus*, *R. repens*, *Stellaria graminea*, *Taraxacum officinalis* agg. Do kategorie lučních druhů byly zahrnuty navíc ještě další druhy, které Ellenberg řadí do jiných společenstev⁷: *Allium scorodoprasum*, *Carex gracilis*, *C. vulpina*, *Centaurea jacea*, *Daucus carota*, *Galium verum*, *Glechoma hederacea*, *Hypericum perforatum*, *Lotus corniculatus*, *Pastinaca sativa*, *Phalaris arundinacea*, *Poa palustris*, *Trifolium campestre*. Naopak některé druhy, podle výše uvedených kritérií luční, byly zařazeny do jiných kategorií (viz níže).

Do kategorie ruderálních druhů byly zařazeny druhy Ellenbergem řazené do tříd *Chenopodietea*, *Secalietea*, *Artemisietea vulgaris*, *Agropyretea repentis* a *Plantaginetea majoris* a jejich nižších jednotek. Z druhů bez uvedeného typického společenstva sem byly zařazeny *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus*, *Equisetum arvense*, *Euphorbia esula*, *Poa annua*, *Symphytum officinale*, *Vicia angustifolia* a *V. sepium*. Z dalších druhů byly do této kategorie přiřazeny *Arabidopsis thaliana*, *Cirsium arvense*, *Crepis biennis*, *Echinochloa crus-galli*, *Epilobium* sp., *Erophila verna*, *Galium album* (víceméně luční druh, Ellenbergem řazený ke svazu *Arrhenatherion*, který se ale ve sledovaných loukách chová jako ostatní ruderální druhy – je vázaný na rozvolněná místa, v uzavřenějších porostech chybí), *Lactuca serriola*, *Lolium perenne*, *Medicago lupulina*, *Rumex obtusifolius*, *Trifolium hybridum*, *Veronica arvensis*.

⁷ Nevýhodou Ellenbergova seznamu je, že ke každému druhu uvádí jedno typické společenstvo, takže pokud se druh vyskytuje ve více různých nepříbuzných společenstvech, podává seznam zkrácené informace. Dobrým příkladem jsou *Daucus carota* a *Pastinaca sativa*, u kterých je uveden jako typické společenstvo svaz *Dauco-Melilotion*, tedy víceméně ruderální porosty, a přitom se tyto druhy běžně vyskytují i v sušších loukách svazu *Arrhenatherion*, Moravec (1995) je uvádí přímo mezi jeho diagnostickými druhy.

Do skupiny ostatních druhů byly zařazeny druhy, které nebylo možno přiřadit k některé z obou výše uvedených kategorií – druhy obnažených den, semenáčky dřevin, druhy neobhospodařovaných vlhkomilných porostů (např. *Lythrum salicaria*) atd.

Při výpočtech a interpretaci výsledků byly „luční“ druhy považovány za ty, které se v loukách vyskytovaly i před povodní, druhy zbylých dvou kategorií jsou pak ty, u kterých se předpokládá, že se objevily až po povodni („nepůvodní druhy“).

3.4 Zásoba semen v půdě

Vzorky půdy pro zjištění složení zásoby semen byly odebrány 28.2.1998. Z každé již tehdy existující plochy bylo odebráno deset vzorků svrchních vrstev půdy (byly odebírány vzorky tvaru válce o průměru 10 cm a výšce 5 cm). Vzorky z každé plochy byly smíšeny a hlína byla rozprostřena na misky s čistým pískem, které byly umístěny ve skleníku. Vyklíčené semenáčky byly průběžně určovány a po bezpečném určení odstraňovány. Pokus byl ukončen v červnu 1998, kdy se na miskách přestaly objevovat nové semenáčky a všechny již vyklíčené bylo možné určit.

Ve vzorcích se kromě semenáčků objevovaly i mladé rostliny rostoucí z kořenů nebo oddenků, které v půdě byly přítomny. Tyto rostliny klíčící z vegetativních orgánů nebyly do výsledného seznamu druhů (příloha 3) zahrnuty.

4 Výsledky

4.1 Rozlišení typů ploch

Pro další analýzy bylo nutné rozdělit sledované plochy u Veselí nad Moravou na několik typů, které by dobře vyjadřovaly rozdílnost ploch v druhovém složení porostů. Nakonec se ukázalo jako výhodné použít rozdělení na 4 typy:

1. typ „*Alopecurion*“ (Alo). Pro tento typ luk je typická především dominance *Alopecurus pratensis*, která je v podstatě dominantou jedinou. Dnešní složení těchto porostů, resp. jejich složení před povodní r. 1997, je zřejmě poněkud ovlivněno zemědělským využíváním (zejména hnojením).

Zařazení dnešních porostů ke svazu *Alopecurion pratensis* není zcela jednoznačné, protože kromě druhů pro tento svaz typických se v porostech pravidelně objevují i druhy suchomilnější. V současnosti chybí pro svaz *Alopecurion* charakteristické občasně zaplavování porostů vodou, hladina podzemní vody však vystupuje na jaře i na podzim velmi blízko k půdnímu povrchu, výrazně výše než u porostů typu „*Arrhenatherion*“ (viz níže).⁸

K tomuto typu byly zařazeny plochy V3, V10, V11.

2. psárkové porosty ve sníženinách (Ald). Od předchozího typu se liší nižším zastoupením *Alopecurus pratensis* a výskytem některých druhů, které v předešlém typu chybí – hojně *Plantago lanceolata*⁹ a dále např. *Cardamine pratensis*, *Polygonum amphibium* a *Carex vulpina*. Typ se vyskytuje ve vlhkých dolících v loukách následujícího typu („*Arrhenatherion*“) nebo ve velmi mělkých sníženinách v typu „*Alopecurion*“. Právě tento výskyt ve sníženinách (což znamená delší zaplavení během povodně r. 1997 a zejména vyšší vlhkost půdy během celého roku a snad i krátké zaplavování na podzim¹⁰) zřejmě způsobuje rozdíly proti předešlému typu.

K tomuto typu byly zařazeny plochy V1, V8 a V14.

3. porosty v hlubokých dolících (Dol). Tento typ se vyskytuje v hlubokých sníženinách v loukách typu „*Alopecurion*“ a byl nejvíce poškozen povodní, voda zde zůstala stát nejdéle. Pro podzimní zaplavování platí totéž, co u typu Ald. Vedle *Alopecurus pratensis* jsou dominantami porostů *Poa pratensis*¹¹, *Ranunculus repens* a *Trifolium hybridum*, vyskytují se i vlhkomilné druhy jako *Rorippa sylvestris* a *Lythrum*

⁸ Sondy pro měření výšky hladiny podzemní vody nebyly založeny, ale pohyb této hladiny lze usuzovat z poměrů v okolních terénních depresích. Na jaře i na podzim totiž bývají i mělké sníženiny (hluboké cca 10 cm) zaplavovány, což znamená, že v okolním terénu se nachází hladina spodní vody těsně pod povrchem půdy.

⁹ Výskyt *Plantago lanceolata* je zřejmě přechodnou záležitostí, způsobenou regenerací po povodni, viz kap. 4.3.

¹⁰ V listopadu r. 1998 byly všechny plochy ve sníženinách po podzimních deštích zatopeny 10-30 cm vody. Při návštěvě v listopadu 1999 sice plochy zatopeny nebyly, ale to zřejmě způsobilo neobvykle suché počasí, druhá polovina listopadu 1999 ale byla velice deštivá a lze předpokládat, že k zatopení ploch došlo. Bohužel nebylo možné z časových důvodů uskutečnit další kontrolu.

¹¹ Úzkolisté typy, označované jako *Poa angustifolia* (nebo *Poa pratensis* ssp. *angustifolia*), toto jméno je však běžně používáno i pro zcela odlišné úzkolisté typy ze suchých stanovišť, proto ho v práci nepoužívám.

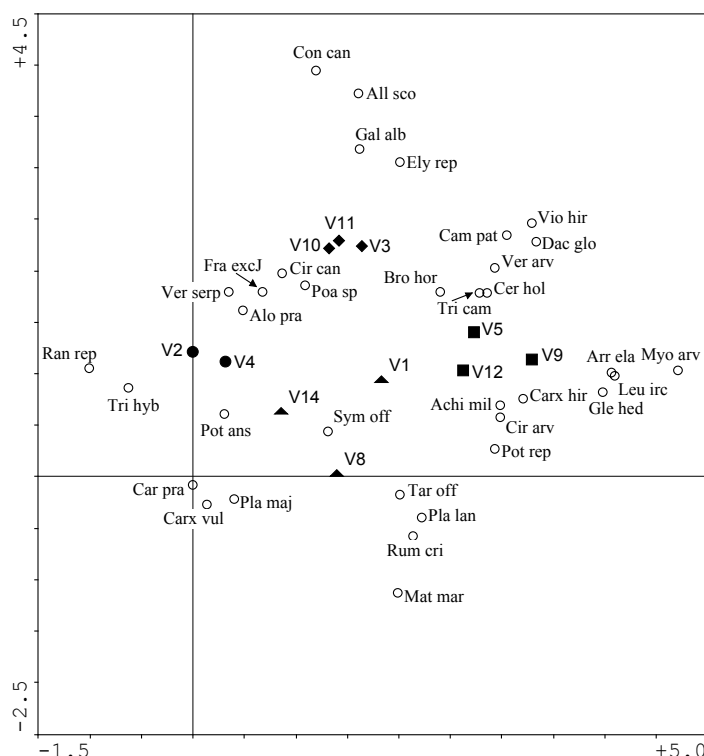
salicaria. Půdy jsou zřejmě mírně zasolené, na což ukazuje výskyt *Centaureum pulchellum*.

K tomuto typu byly zařazeny plochy V2 a V4.

3. typ „Arrhenatherion“ (Arr) – porosty, u kterých lze předpokládat, že před povodní r. 1997 patřily ke svazu *Arrhenatherion*. Díky velmi pomalé regeneraci zde v současné době dominanty tvoří jiné druhy než *Arrhenatherum elatius* (druh je zastoupen ve všech plochách, ale s malou pokryvností). Vyskytuje se zde však poměrně hodně dalších druhů pro svaz *Arrhenatherion* typických – např. *Leucanthemum ircutianum*, *Campanula patula*, *Crepis biennis*, *Daucus carota*, *Pastinaca sativa*. Významným rozdílem proti všem ostatním typům je absence *Alopecurus pratensis*.

K tomuto typu byly zařazeny plochy V5, V9, V12.

Uvedené rozdělení ploch na čtyři typy ilustruje dobře i výsledek DCA fytoecologických snímků z 28.5.1999 (obr. 2).



Obr. 2. Výsledky DCA fytoecologických snímků z května 1999. Seznam plných jmen druhů i zkratk je uveden v příloze 1. Označení jednotlivých typů: Alo – kosočtverec, Arr – čtverec, Dol – kroužek.

4.2 Stav v roce 1997

Během dlouhodobého, někde i více než měsíčního zaplavení, odumřely u většiny druhů rostlin nadzemní části a mnohé rostliny pak úplně. Výjimkou byl na loukách pouze druh *Polygonum amphibium*, který vytvořil během záplav kvetoucí natantní formu.

Celková pokryvnost sledovaných lučních porostů dosahovala koncem srpna 1997 nejvýše 3% v místech, kde již vegetace začínala regenerovat. Pouze dolíky, kde se voda udržela déle než v okolním terénu a které proto byly více poškozeny povodní, byly zcela bez vegetace. Již v této době, asi měsíc po opadnutí vody, se na sledovaných plochách objevilo 28 druhů, které začínaly regenerovat z podzemních orgánů (některé z nich se

vyskytují pouze mimo později založené trvalé plochy a nejsou proto zahrnuty do seznamu v příloze 1, druhy označené * byly nalezeny pouze na plochách v Lanžhotě nebo Mikulčicích):

| | | |
|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| <i>Alopecurus pratensis</i> | <i>Eleocharis palustris</i> * | <i>Lythrum virgatum</i> * |
| <i>Allium angulosum</i> * | <i>Elytrigia repens</i> | <i>Phalaris arundinacea</i> |
| <i>Allium scorodoprasum</i> | <i>Equisetum arvense</i> | <i>Polygonum amphibium</i> |
| <i>Carex gracilis</i> | <i>Filipendula ulmaria</i> * | <i>Potentilla anserina</i> |
| <i>Carex praecox</i> * | <i>Galium boreale</i> | <i>Potentilla reptans</i> |
| <i>Carex riparia</i> | <i>Iris pseudacorus</i> | <i>Rorippa sylvestris</i> |
| <i>Carex vulpina</i> | <i>Juncus effusus</i> | <i>Rumex crispus</i> |
| <i>Colchicum autumnale</i> | <i>Lysimachia nummularia</i> | <i>Sanguisorba officinalis</i> |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | <i>Lysimachia vulgaris</i> | |
| <i>Dactylis glomerata</i> | <i>Lythrum salicaria</i> | |

Zároveň se již v srpnu 1997 objevily semenáčky 18 druhů:

| | | |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| <i>Amaranthus</i> sp. | <i>Fraxinus excelsior</i> | <i>Ranunculus</i> sp. |
| <i>Atriplex nitens</i> | <i>Matricaria perforata</i> | <i>Rorippa amphibia</i> |
| <i>Bidens</i> sp. | <i>Plantago lanceolata</i> | <i>Symphytum officinale</i> |
| <i>Chenopodium album</i> | <i>Persicaria lapathifolia</i> | <i>Taraxacum officinale</i> agg. |
| <i>Chenopodium polyspermum</i> | <i>Polygonum aviculare</i> | <i>Vicia tetrasperma</i> |
| <i>Cirsium arvense</i> | <i>Potentilla anserina</i> | |
| | <i>Potentilla reptans</i> | |

Semenáčky *Plantago lanceolata* se vyskytovaly doslova masově. Zajímavé je, že s výjimkou *Fraxinus excelsior* zcela chybí semenáčky dřevin. Tento stav se opakoval i v dalších letech, ačkoliv byl luční porost po povodni rozvolněný a proto měly i neluční druhy poměrně dobrou šanci se uchytit. Na druhou stranu díky zmíněnému rozvolnění porostu se na plochách objevily vyloženě ruderalní druhy (např. *Atriplex nitens* a *Bidens* sp.) a polní plevely (např. *Vicia tetrasperma*), které běžně v loukách nerostou.

Tento stav je ještě lépe patrný na seznamu dalších druhů, které se objevily do konce října 1997, kde z 35 druhů mezi „nepůvodní“ druhy (viz kapitola 3.3) patří 21 druhů (opět některé chybí v příloze 1, byly zapisovány i druhy mimo trvalé plochy):

| | | |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| <i>Achillea millefolium</i> | <i>Geranium</i> sp. | <i>Rumex obtusifolius</i> |
| <i>Arctium</i> sp. | <i>Humulus lupulus</i> | <i>Setaria viridis</i> |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | <i>Lamium purpureum</i> | <i>Sonchus</i> sp. |
| <i>Cardamine pratensis</i> | <i>Lathyrus pratensis</i> | <i>Stellaria media</i> |
| <i>Cerastium holosteoides</i> | <i>Leucanthemum ircutianum</i> | <i>Thlaspi arvense</i> |
| <i>Cirsium vulgare</i> | <i>Malva neglecta</i> | <i>Trifolium campestre</i> |
| <i>Conyza canadensis</i> | <i>Myosotis arvensis</i> | <i>Trifolium pratense</i> |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | <i>Picris hieracioides</i> | <i>Trifolium repens</i> |
| <i>Epilobium</i> sp. | <i>Pastinaca sativa</i> | <i>Urtica dioica</i> |
| <i>Erysimum cheirantoides</i> | <i>Plantago major</i> | <i>Veronica serpyllifolia</i> |
| <i>Euphorbia esula</i> | <i>Poa annua</i> | <i>Vicia cracca</i> |
| <i>Galium album</i> | <i>Ranunculus repens</i> | |

Některé druhy během zaplavení prokazatelně vymizely. Z bylinných druhů to byla zejména *Urtica dioica* (v loukách chyběla na podzim 1997 úplně, ve větších porostech na okrajích křovin a lesů lemujících sledované louky byla pouze velmi vzácně pozorována vegetativní regenerace). Z dřevin v okolí luk uschly *Euonymus europaea* a *Sambucus nigra*, mírně poškozeny byly i mladé stromy *Fraxinus excelsior*.

4.3 Výskyt jednotlivých druhů a jeho změny

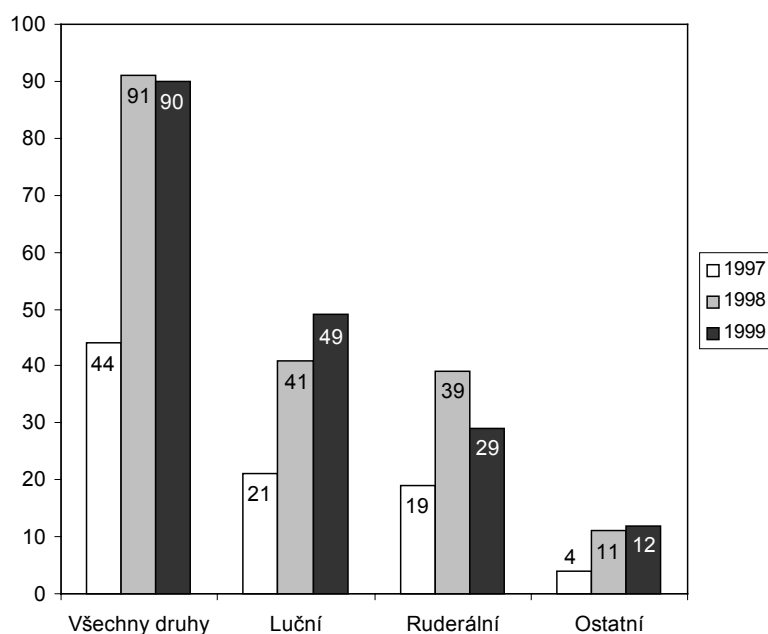
Celkem bylo na sledovaných loukách u Veselí nad Moravou v průběhu let 1997, 1998 a 1999 nalezeno 108 druhů cévnatých rostlin, z toho 50 lučních, 43 ruderálních a 15 ostatních (seznam viz příloha 1), celkové počty druhů v jednotlivých rocích a zastoupení jednotlivých skupin druhů uvádí obr. 3.

Pro strukturu celého společenstva je důležitá rychlost regenerace původních druhů, zejména předpokládaných dominant. U sledovaných luk to zřejmě byla *Alopecurus pratensis* u vlhčích typů (Alo, Ald, snad i Dol) a zřejmě *Arrhenatherum elatius* u suššího typu (Arr).

Regenerace *Alopecurus pratensis* byla velmi rychlá, již na podzim 1997 dosahovala její pokryvnost v některých

plochách 60%. Výjimkou byly hluboké sníženiny, kde byla regenerace pomalejší (pokryvnost do 1%, výjimečně 5%). V roce 1998 v době vegetačního vrcholu na konci května dosahovala *Alopecurus pratensis* pokryvnosti 60%, výjimečně 70%, porost na první pohled působil zcela kompaktně a přirozeně (jakoby nebyl povodní ovlivněn). Výrazné ale bylo snížení vitality – průměrná výška jedinců *Alopecurus pratensis* byla okolo 70 cm, což je v podmínkách jižní Moravy neobvykle málo. V květnu 1999 byla pokryvnost *Alopecurus pratensis* okolo 70%, porost dosahoval výšky okolo 120-140 cm, což jsou hodnoty pro tento typ luk odpovídající. Lze zřejmě říci, že regenerace *Alopecurus pratensis* skončila, bylo dosaženo normálního, neovlivněného stavu.

Regenerace *Arrhenatherum elatius* je mnohem pomalejší. V roce 1997 nebyl druh zaznamenán vůbec, v roce 1998 pouze v několika jedincích (pokryvnost nižší než 1%), v roce 1999 dosahoval pokryvnosti maximálně 3%.



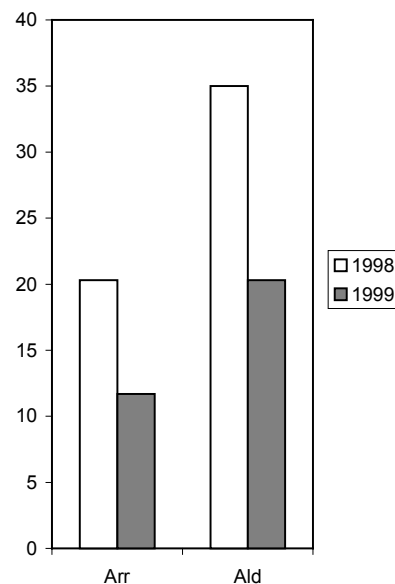
Obr. 3. Celkové počty druhů na plochách u Veselí nad Moravou. Data z roku 1997 jsou získána pouze ze dvou sledování na podzim a na menším počtu ploch než data z ostatních let.

Podobně jako chování (předpokládaných) dominant lze sledovat chování ostatních druhů, jak lučních, tak v loukách nepůvodních. Podle chování ve dvou vegetačních sezónách po povodni lze rozlišit čtyři hlavní skupiny: (1) v loukách nepůvodní druhy, které se objevily až po povodni, nebo původní druhy, které po povodni expandovaly, a v současné době ustupují, (2) nepůvodní druhy, které se rozšířily po povodni a nebyl zatím pozorován jejich úbytek, (3) luční druhy, které dobře přežily povodeň a (4) luční druhy, které povodeň nepřežily nebo přežily jen vzácně a v současné době se do porostů opět vrací:

1. Mezi druhy, které se objevily po rozvolnění porostu na sledovaných plochách a již v roce 1999 byl pozorovatelný jejich výrazný ústup, popř. úplné vymizení, patří *Alopecurus aequalis*, *Artemisia vulgaris*, *Bidens tripartita*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Ch. polyspermum*, *Euphorbia esula*, *Lamium purpureum*, *Matricaria maritima*, *Plantago lanceolata*, *Setaria viridis* a *Sonchus oleraceus*.

Výrazný byl ústup druhu *Capsella bursa-pastoris* – v roce 1998 se vyskytoval celkem ve čtyřech plochách, obvykle s malou pokryvností (do 1%), s výjimkou plochy V10, kde dosahoval ve velmi rozvolněném porostu pokryvnosti až 40%. V roce 1999 již nebyl pozorován na žádné ploše. U druhu *Matricaria maritima* byl pozorován ústup, a to jak v počtu ploch, ve kterých se vyskytuje (4 v květnu 1998, 3 v květnu 1999), tak v pokryvnosti (v roce 1998 bylo maximum 10%, minimum 2%, v roce 1999 bylo maximum 5%, ve zbylých dvou plochách byla pokryvnost nižší než 1%). Ostatní druhy s výjimkou *Plantago lanceolata* se vyskytovaly na sledovaných plochách jen v roce 1998, většinou však jen na málo plochách a v několika exemplářích¹². Všechno to jsou druhy, které nejsou pro louky typické – buď ruderalní druhy nebo druhy obnažených dn (*Alopecurus aequalis*, *Bidens tripartita*), které se objevily ve vlhkých sníženinách na holé půdě. Vymizení těchto druhů zřejmě souvisí s postupnou regenerací luk, všechny potřebují ke svému růstu holá místa, která se v loukách objevila po povodni a postupně mizí, a s nimi pak mizí i druhy na ně vázané.

Plantago lanceolata je druh, který se zřejmě v loukách vyskytoval i před povodní, ale po ní došlo na některých plochách k jeho výrazné expanzi. Důvodem je opět rozvolnění porostu. Jak již bylo zmíněno, na podzim 1997 se na některých plochách vyskytovaly semenáčky *Plantago lanceolata* přímo masově. Šlo o plochy typu Ald a Arr, kde byla regenerace porostu přece jen pomalejší proti typu Alo a porost zde byl řídký. Plochy v dolících (Dol) byly na podzim 1997 ještě příliš vlhké, takže v nich *Plantago lanceolata* ani jiné druhy nevyklíčily. Tento



Obr. 4. Průměrná pokryvnost (%) *Plantago lanceolata*

¹² Podobně se pouze na podzim 1997 objevil *Amaranthus retroflexus*. Podobný případ *Polygonum amphibium* je zmíněn v diskuzi na str. 26.

hojný výskyt semenáčků v roce 1997 se odráží ve vegetaci sledovaných ploch dosud, druh *Plantago lanceolata* se udržel na všech plochách, kde byly r. 1997 hojné semenáčky. Postupně však, s postupující regenerací porostů, dochází k jeho ústupu, což dokumentuje obr. 4.

2. Druhou skupinou jsou v loukách nepůvodní druhy, které se zřejmě objevily díky rozvolnění porostů po povodni, stejně jako druhy minulé skupiny, ale prozatím není pozorovatelný jejich ústup. Sem patří především *Cirsium arvense*, v současnosti jedna z dominant ploch typu Arr, a dále např. *Veronica arvensis*, *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus* a *Conyza canadensis*. Lze předpokládat, že i tyto druhy začnou časem ustupovat, ale zatím je v lučních porostech dostatek volných míst, na kterých se tyto druhy udržují. O tom svědčí i to, že se až v roce 1999 objevil na plochách další druh ze skupiny ruderálních druhů – *Arabidopsis thaliana*.
3. Další skupinou jsou luční druhy, které jsou již od podzimu 1997 nebo jara 1998 trvalou součástí porostů na sledovaných plochách a jejich pokryvnost se výrazněji nemění. Jsou to především ty druhy, které přežily zaplavení během povodně v roce 1997 (viz kap. 4.2), a navíc ještě některé druhy, které regenerovaly ze semen – např. *Leucanthemum ircutianum*, *Campanula patula*, *Trifolium campestre*.
4. Poslední skupinu tvoří luční druhy, které nebyly roku 1998 nalezeny a objevily se až roku 1999 nebo druhy, jejichž pokryvnost se v roce 1999 proti roku 1998 zvýšila. Zřejmě to jsou druhy, které byly povodní postiženy nejvíce a postupně se vracejí (díky regeneraci ze zásoby semen v půdě nebo díky migraci z okolí). Do této skupiny patří především *Arrhenatherum elatius*, dále např. *Lathyrus pratensis*, *Festuca rubra* a trochu překvapivě i *Viola pumila*¹³.

4.4 Regenerace lučních společenstev

Předešlá kapitola byla zaměřena na chování jednotlivých druhů, ať původních lučních nebo v loukách nepůvodních. Neméně důležitý je pro celkový obraz regenerace luk pohled na celá luční společenstva a na změny zastoupení různých skupin druhů v nich.

Zejména úbytek ruderálních druhů a naopak dosycování porostu lučními druhy vypovídají o průběhu a rychlosti regenerace luk. Analýzou variance pro opakovaná měření byly testovány průměrné počty druhů na plochu v letech 1998 a 1999¹⁴ v jednotlivých typech ploch. Byl nalezen průkazný rozdíl v počtu druhů na plochu mezi

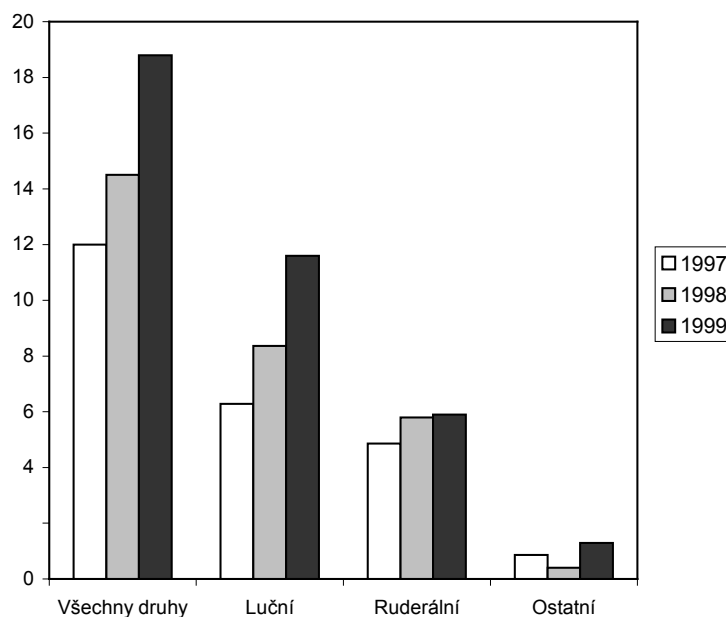
¹³ *Viola pumila* je druh typický pro svaz *Cnidion venosi*, pro který je zaplavování charakteristické, takže by tento druh k záplavám měl být přizpůsobený. Už sám jeho výskyt u Veselí nad Moravou je mírně překvapivý, je to zřejmě jedna z nejsevernějších lokalit. Přímo louky svazu *Cnidion* se v povodí Moravy vyskytovaly nejdále na sever zřejmě mnohem jižněji u Rohatce, severně od Hodonína – uvádí je odtud Cílková (1957), tehdy ještě pod jiným jménem, protože svaz *Cnidion* byl popsán až později. Výskyt *Viola pumila* u Veselí nad Moravou však není z druhů svazu *Cnidion* ojedinělý – podobně se velmi vzácně vyskytuje *Allium angulosum*. Oba druhy uvádí od Veselí nad Moravou i Horníčková (1983).

¹⁴ Data z roku 1997 nebylo možno pro statistické analýzy použít, protože jednak pocházejí z menšího počtu ploch a jednak nelze porovnávat zcela odlišný stav vegetace na podzim (rok 1997) a na jaře (1998 a 1999).

lety 1998 a 1999 ($F = 6,97$; $p = 0,03$), rozdíly mezi plochami ani interakce obou faktorů (typ plochy a čas) průkazné nebyly.

Analogicky byly testovány počty druhů jednotlivých kategorií na plochu. U ruderálních a ostatních druhů nebyl nalezen průkazný rozdíl u žádného ze sledovaných faktorů ani jejich interakce. U lučních druhů byl nalezen průkazný rozdíl v počtu druhů mezi jednotlivými lety ($F = 26,35$; $p = 0,001$). Počty druhů na plochu ukazuje obr. 5.

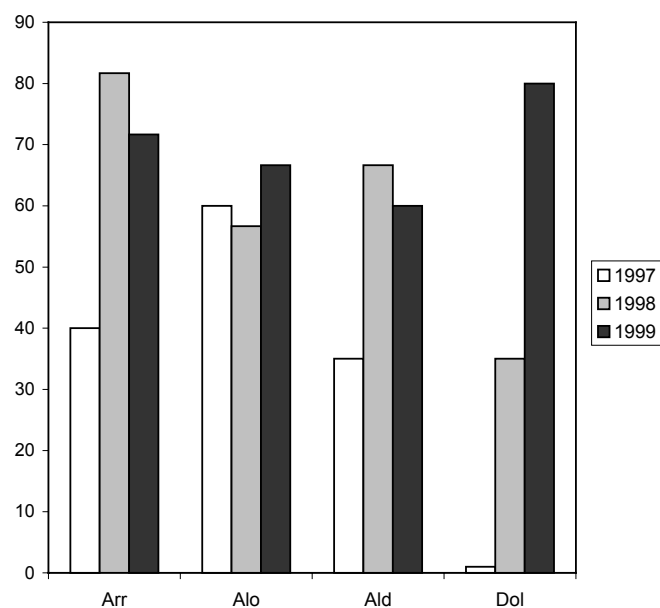
Stejně jako rozdíly v počtu druhů byly testovány rozdíly v celkové pokryvnosti vegetace na plochách a v součtu pokryvností druhů jednotlivých skupin. U celkové pokryvnosti nebyl nalezen rozdíl mezi jednotlivými typy ploch. Rozdíl mezi lety 1998 a 1999 byl sice rovněž neprůkazný, ale na hranici



Obr. 5. Průměrný počet druhů na plochu.

neprůkaznosti ($F = 4,14$; $p = 0,08$). Byla nalezena průkazná interakce obou faktorů (typ plochy a čas – $F = 8,31$, $p = 0,01$), což znamená, že se pokryvnost různých typů ploch vyvíjela různě. U pokryvností druhů jednotlivých kategorií nebyly nalezeny žádné průkazné rozdíly. Vývoj celkové pokryvnosti ploch ukazuje obr. 6.

Vegetační rozdíly mezi jednotlivými typy ploch byly testovány analýzou CCA v programu CANOCO (TER BRAAK et ŠMILAUER 1998). Nejprve byl testován rozdíl

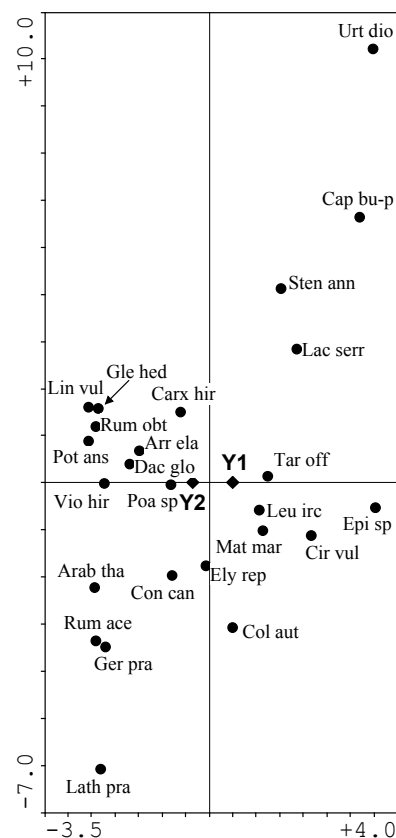


Obr. 6. Vývoj průměrné celkové pokryvnosti (v %).

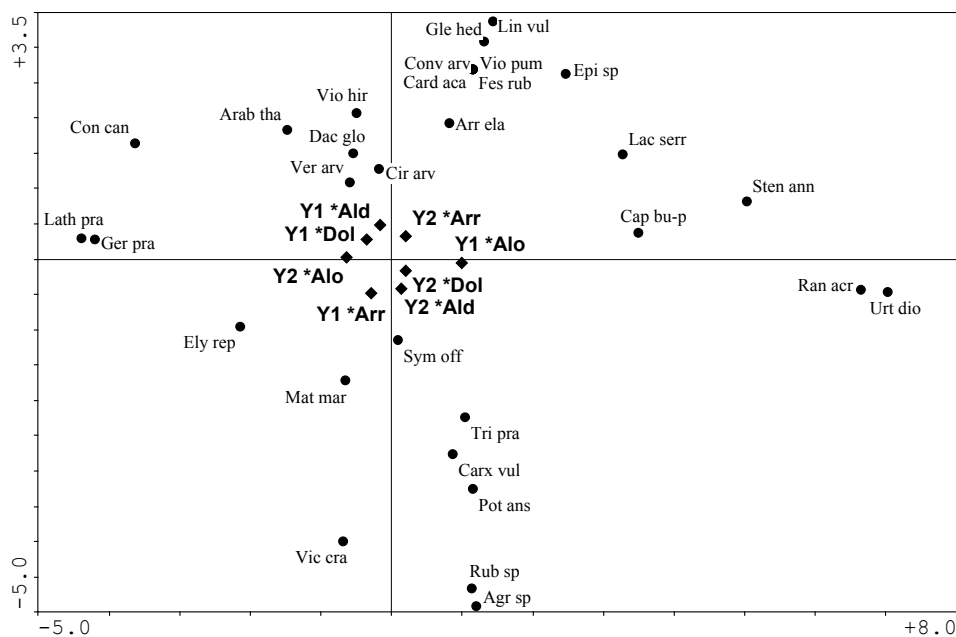
mezi lety 1998 a 1999, jedinou vysvětlovanou proměnnou byl rok, typy ploch (Alo, Arr, Ald, Dol) byly použity jako *covariables*. První kanonická osa vysvětluje 13,4% variability; Monte Carlo permutační test ukázal, že rozdíly mezi daty z jednotlivých let jsou statisticky průkazné ($F = 1,55$; $p = 0,002$). Výsledek analýzy napovídá, že ve vývoji sledovaných ploch v čase existuje trend společný pro všechny typy ploch. Druhy na pravé straně ordinačního diagramu (obr. 7) jsou druhy typické pro první sezónu po povodni (rok 1998), tedy většinou

druhy, které se objevily po povodni a nyní ustupují. Druhy na levé straně jsou typické pro druhou sezónu (1999), tedy ty, které bezprostředně po povodni chyběly nebo se vyskytovaly jen vzácně, s malou pokryvností, a nyní se postupně v porostech objevují.

V další analýze (opět CCA) byly jako vysvětlující proměnné použity interakce jednotlivých roků a typů ploch, jednotlivé roky byly použity jako *covariables*. První kanonická osa vysvětluje 15,6% variability, druhá 11,5% a třetí 7,8%. Průkazný výsledek Monte Carlo permutačního testu ($F = 1,248$; $p = 0,028$) znamená, že existují rozdíly v průběhu regenerace po povodni mezi jednotlivými typy ploch, které jsou nezávislé na celkovém trendu vegetačních změn v čase, který byl testován předchozí analýzou. Znamená to, že se každý typ vyvíjel jinak. Výsledek je na obr. 8, který ukazuje polohu druhů, které byly typické pouze pro určitý typ ploch v určitém roce (tedy druhy, jejichž zastoupení se v určitém typu ploch, ale ne ve všech typech víceméně stejně, mezi lety 1998 a 1999 výrazně změnilo), na příslušnost druhu k určitému typu a roku lze usuzovat z polohy „ve směru“ příslušné proměnné prostředí (interakce typu a roku). Zároveň výsledek analýzy ukazuje, že vývoj ploch typu Ald a Dol byl podobný, vývoj ploch typu Arr již od těchto



Obr. 7. Ordinační diagram CCA; vysvětlující proměnné – rok (Y1 = 1998; Y2 = 1999), *covariables* – typy ploch



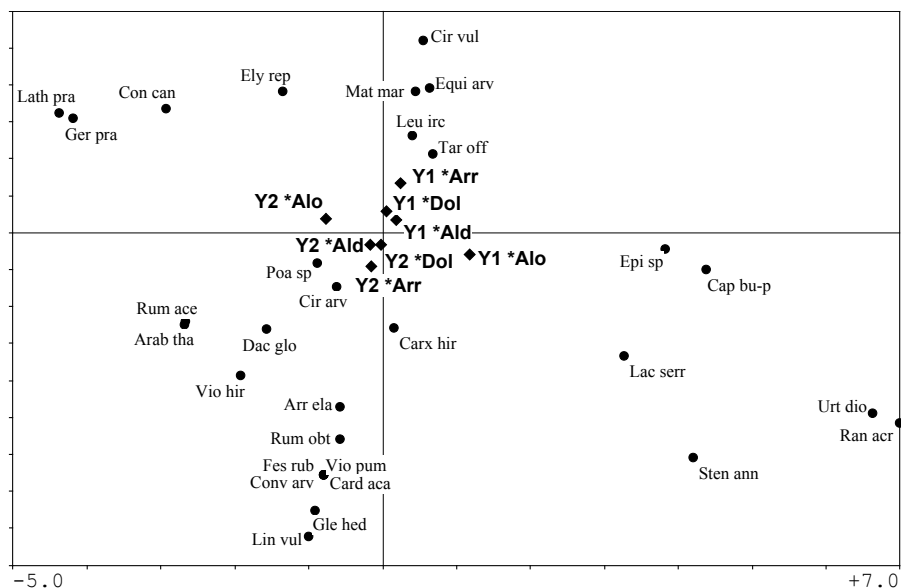
Obr. 8. Ordinační diagram CCA; vysvětlující proměnné – interakce mezi roky (Y1 = 1998; Y2 = 1999) a typy ploch, *covariables* – roky.

16,2% variability, druhá 11,1%, třetí 9,6%. Průkazný výsledek Monte Carlo

dvou dost odlišný, a zcela jiný byl vývoj typu Alo.

Ilustrativní výsledky poskytuje třetí analýza – CCA se stejnými vysvětlujícími proměnnými jako v minulé analýze, roky jako *covariables* použity nebyly. První kanonická osa vysvětluje

permutačního testu ($F = 1,353$, $p = 0,035$) naznačuje, že existuje celkový trend ve vývoji ploch a zároveň ještě další změny vegetace ploch, u každého typu jiné (tato analýza v podstatě spojuje předešlé dvě). Ordinační diagram (obr. 9) obsahuje druhy, které se nejvýrazněji podílely na celkovém trendu a druhy, které se nejvíce podílely na změnách v určitém typu ploch, a ukazuje vztah druhů k jednotlivým typům ploch v jednotlivých letech. Rovněž naznačuje podobný vývoj ploch typu Ald a Dol a odlišný vývoj typů Arr a Alo.



Obr. 9. Ordinační diagram CCA; vysvětlující proměnné – interakce mezi roky (Y1 = 1998; Y2 = 1999) a typy ploch.

Sledovaná regenerace luk po povodni je dobrým příkladem sekundární sukcese, mimo jejího konkrétního průběhu a směru (tj. které druhy se ve sledovaném společenstvu postupně vyskytují a k jakému konečnému stadiu sukcese směřuje) je důležitá rychlost sukcese, která může být u různých společenstev velmi různá¹⁵. Rychlost sukcese lze vyjádřit při srovnávání fytoocenologických snímků z různých let jako nepodobnost těchto snímků. Byly srovnány snímky z května 1998 a 1999, jako míra nepodobnosti byla použita procentická nepodobnost (*percent dissimilarity*). Analýzou variance byly testovány rozdíly mezi jednotlivými typy ploch, průkazný rozdíl nebyl nalezen.

Celkově lze říci, že regenerace luk typů Alo, a také Ald a Dol je poměrně dobrá, současné druhové složení těchto luk již zřejmě zhruba odpovídá druhovému složení před povodní, blízkému snad svazu *Alopecurion pratensis*. Naopak u typu Arr je regenerace velmi pomalá, na loukách jsou v současnosti dominantní ruderalní a plevelné druhy, jako je *Cirsium arvense*, a lze předpokládat, že obnovení původní druhové skladby (předpokládán je výskyt luk svazu *Arrhenatherion*) bude trvat ještě poměrně dlouhou dobu.

¹⁵ Rychlostí sukcese se v tomto případě rozumí rychlost změn v druhovém složení, ne rychlost tvorby konečného společenstva (v tomto případě tedy rychlost obnovy společenstva z doby před povodní). Tento druhý význam je zmíněn v diskuzi na str. 28.

4.5 Zásoba semen v půdě

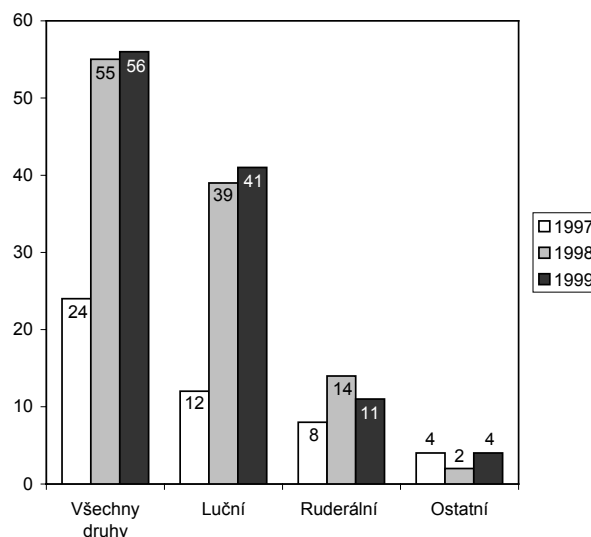
Složení půdní zásoby semen bylo zjišťováno v zimě 1997/98, tedy v zimě, která následovala po vegetační sezóně postižené povodní. V roce 1997 díky povodni mnoho druhů zřejmě semena vůbec nevytvořilo (kromě druhů časných, které to „stihly“ před povodní, a druhů pozdních, které se objevily až po ní), proto byla zásoba semen v půdě z předchozích let zřejmě jediným zdrojem, ze kterého mohly regenerovat druhy neregenerující vegetativně. Celkem bylo zjištěno 40 druhů, z toho ruderalních a plevelů 23, lučních 14 a ostatní 3, seznam je v příloze 3. Druhů, které nikdy nebyly nalezeny na plochách ani v jejich blízkosti ve srovnatelných porostech (tj. druhů, které se objevily pouze v půdní zásobě semen) bylo 5 – *Arenaria serpyllifolia*, *Atriplex patula*, *Juncus bufonius*, *Oxalis fontana*¹⁶, a *Stellaria media*. Druh *Echinochloa crus-galli* se objevil u Veselí nad Moravou pouze v zásobě semen, u Lanžhota nebyl sice v žádné z ploch pozorován, ale vyskytuje se poměrně blízko ve stejném lučním porostu.

4.6 Louky svazu *Cnidion venosi*

Předešlé kapitoly popisují výsledky získané na plochách u Veselí nad Moravou, na loukách, které před povodněmi patřily asi ke svazům *Arrhenatherion* a *Alopecurion pratensis*. Spíše jen pro doplnění, na malém počtu ploch, byly sledovány louky svazu *Cnidion venosi* u Mikulčic a v Lanžhotě.

Plochy v Mikulčicích byly povodněmi zasaženy jen málo, kromě hlubokých terénních depresí, kde voda stála dlouho, nebyly povodní v podstatě ovlivněny (i v srpnu 1997, cca 2 měsíce po povodni, byly tyto louky zelené a rostliny na nich normálně kvetly, nedošlo k uhynutí nadzemních částí jako na ostatních lokalitách). Plochy v Lanžhotě byly povodní postiženy podobně jako plochy u Veselí nad Moravou.

Regenerace luk svazu *Cnidion venosi* byla rychlejší než u všech typů sledovaných u Veselí nad Moravou. V podstatě byla ukončena již v první vegetační sezóně po povodni (1998), rozdíly oproti dalšímu roku jsou minimální. To potvrzuje i obr. 10, který udává počty druhů nalezených na loukách svazu *Cnidion* v letech 1998 a 1999 (zahrnuta byla data z ploch M2 a M3 a L1, z ostatních ploch v Mikulčicích a Lanžhotě ne, protože tyto buď leží v hlubokých dolících, které se vyvíjejí jinak než okolní louky – analogicky typům



Obr. 10. Celkový počet druhů v loukách svazu *Cnidion venosi*.

¹⁶ Tento druh se zřejmě do vzorků dostal až dodatečně ve skleníku, kde je velmi hojný, v půdní zásobě semen sledovaných luk asi zastoupen není.

Alo a Dol u Veselí nad Moravou – nebo jde o plochy, kde není výskyt svazu *Cnidion* před povodněmi zcela jistý; data z roku 1997 pocházejí pouze z jediné plochy – L1). Změny počtu druhů jsou výrazně menší než v loukách svazů *Alopecurion pratensis* a *Arrhenatherion* (viz obr. 3). Seznam druhů z ploch na loukách svazu *Cnidion* je uveden v příloze 2.

Podobně ani na Košárských loukách v oblasti Soutoku jižně od Lanžhota v nivě Dyje (opět o louky svazu *Cnidion*, mimořádně dobře zachovalé) nebyly pozorovány rozdíly oproti předešlým letům, regenerace byla v podstatě ukončena rovněž roku 1998. To odpovídá i poznatkům dalších kolegů, kteří v této oblasti pracují (J. Danihelka, I. Sedláková, ústní sdělení).

5 Diskuse

Seznam druhů, které vegetativně regenerovaly už na konci srpna 1997, tedy druhů, které jsou schopny přežít i dlouhodobé zaplavení, není příliš překvapivý. Většinou to jsou druhy vlhkých stanovišť, které musí být na zaplavení adaptované, výjimkou jsou snad přece jen suchomilnější *Convolvulus arvensis* a *Equisetum arvense*. Druhy *Allium scorodoprasum* a *Colchicum autumnale* sice rovněž nejsou striktně vlhkomilné, ale jsou to geofyty, které v době záplav byly už v podstatě po a nebo ještě před svým vegetačním obdobím. Stejným případem je asi i druh *Ficaria bulbifera* nalezený na jaře 1998.

Seznam druhů, které se na plochách objevily do konce října 1997, obsahuje 21 ruderalních druhů z celkových 35, několik takových je i v seznamu semenáčků ze srpna 1997. Jak již bylo naznačeno, tyto druhy se v loukách mohly uchytit díky rozvolnění porostu, které povodeň způsobila, v neporušeném kompaktním lučním porostu by se asi neudržely (jsou to většinou druhy, které mají dobře šířitelná semena, růst a vývoj jedinců – včetně tvorby semen – jsou rychlé, ale zároveň jsou to druhy konkurenčně slabé, které se v zapojeném porostu díky konkurenci ostatních druhů neudrží).

Takových volných míst, a tím pádem druhů na ně vázaných, by během postupující regenerace mělo ubývat (GRIME 1979). Jak je ukázáno v kapitole 4.3, některé v loukách nepůvodní¹⁷ druhy, vyskytující se v těchto volných místech, skutečně ustupují, stejně jako některé původní luční druhy, které po povodni do těchto míst rovněž expandovaly. Na druhou stranu existují i ruderalní druhy, u nichž zatím žádný ústup pozorován nebyl nebo které se dokonce objevily nově, což naznačuje, že volných míst je v loukách stále ještě dostatek.

Podobné závěry lze vyvodit i z porovnávání změn průměrné pokryvnosti a počtu druhů v jednotlivých typech ploch mezi lety 1998 a 1999. Při porovnávání průměrných počtů druhů na plochu se ukázalo, že počet ruderalních druhů se průkazně nezměnil, což ve spojení se zjištěním, že se průkazně nezměnila ani jejich pokryvnost (resp. procento, kterým se tato skupina podílí na celkové pokryvnosti) opět naznačuje,

¹⁷ Jak již bylo řečeno (kap. 3.3, str. 13), byly druhy kategorií „ruderalní“ a „ostatní“ považovány za druhy, které se v loukách objevily až po povodni, kdežto druhy „luční“ za ty, které se vyskytovaly i před ní. Je téměř jisté, že skutečnost byla poněkud jiná, toto rozdělení však dobře vyjadřuje rozdíl v chování těchto skupin druhů. Např. druh *Cirsium arvense* se na loukách běžně vyskytuje, ale pouze na nějak narušených místech nebo na hromadách nesklizené pokosené biomasy, tento výskyt má vysloveně ruderalní povahu a na daném místě je pouze přechodný. Podobně to platí i pro další druhy, jako jsou např. *Poa annua* nebo *Galium album*.

Bohužel neexistuje možnost přímého srovnání s daty (fytocenologickými snímky nebo seznamy druhů) z doby před povodní. Určitou cestou by mohlo být nepřímé srovnání s daty s jiných lokalit ze srovnatelných porostů, což by mohlo napovědět alespoň pravděpodobnost, že se určitý druh ve sledovaných plochách před povodní vyskytoval. Bohužel však ani toto nebylo možné, protože oblast u Veselí nad Moravou leží trochu mimo zájem botaniků a navíc porosty toho typu, jaký se vyskytuje na sledovaných loukách, leží mimo zájem většiny botaniků zcela (což je pochopitelné – jde o porosty zřejmě poněkud ovlivněné intenzivním zemědělstvím).

že je v loukách stále ještě dostatek míst, kde se tyto druhy mohou udržet. Celkový počet ruderních druhů na všech plochách (viz obr. 3) však mezi roky 1998 a 1999 klesl.

Na obr. 5, který ilustruje porovnání komentované v předešlých dvou odstavcích, je patrný mírný nárůst u skupiny „ostatních“ druhů, tedy u druhů, které jsou v loukách považovány za nepůvodní. Je pravděpodobně způsoben především tím, že některé z těchto druhů se vyskytovaly v roce 1998 pouze na jedné ploše a v roce 1999 se rozšířily do více ploch. Tím se zvýšil počet druhů na jednu plochu, ne ale celkový počet druhů, což je v souladu i s celkovými počty druhů na obr. 3.

Dále bylo zjištěno, že dochází k dosycování porostů některými lučními druhy, které zřejmě povodeň nepřežily (a tím ke zvyšování celkového počtu druhů – viz obr. 3 a 5). Je otázka, zda jde o migraci z okolních porostů, kde tyto druhy přežily (např. mimo vlastní nivu), nebo o regeneraci ze zásoby semen v půdě. Vysvětlení pomocí zásoby semen je jednodušší, ale vzhledem k tomu, že se tyto druhy objevují postupně a že většina lučních druhů netvoří trvalou zásobu semen v půdě (MCDONALD et al. 1996, THOMPSON et al. 1997) a v roce 1997 díky povodni uprostřed vegetační sezóny většina druhů semena nevytvořila, lze předpokládat, že alespoň částečně zde hraje roli zmíněná migrace z okolí.

Složení půdní zásoby semen měl zjistit odběr v zimě 1997. Bohužel je počet zjištěných druhů malý a mnohé druhy, které se na plochách nacházejí, se v zásobě semen v půdě neobjevily. Důvodem může být, že se tam skutečně nevyskytovaly a do luk migrovaly později z okolí, ale rovněž i pozdní doba odběru, díky které se neobjevily ozimé druhy, a dále asi i příliš malý objem vzorků. Počty lučních a v loukách nepůvodních druhů (11, resp. 24) dobře odpovídají již zmíněnému faktu, že luční druhy netvoří trvalou půdní zásobu semen, na rozdíl od krátkověkých druhů ranných sukcesních stadií, které mohou v loukách v zásobě semen i převažovat, ačkoliv se na daném místě vyskytovaly před velmi dlouhou dobou (FENNER 1985).

Při úvahách o původnosti druhů na sledovaných loukách a jejich regeneraci ze semen v půdě nebo migraci z okolí je třeba zmínit ještě jeden aspekt – možnost zanesení nepůvodních druhů do luk vodou během povodně. Zřejmě k tomu docházelo velmi vzácně, už proto, že počátkem července mělo zralá semena jen málo druhů, a nebo není možné takové případy rozlišit. Navíc na některých lokalitách (Mikulčice, částečně i Lanžhot) zanesení semen z větší vzdálenosti v podstatě nepřipadá v úvahu díky charakteru záplav samotných (viz kap 3.1). Existují ale dva případy, kdy je takové zanesení nového druhu do sledovaných luk víceméně evidentní. Jedním je výskyt *Polygonum amphibium* na některých plochách v roce 1997. Druh vytvořil během povodně natantní formu, od jara 1998 se na plochách, kde byl tento jev pozorován, nevyskytuje. Je pravděpodobné, že se tam tento druh nevyskytoval ani před povodní a byl právě během povodně vodou donesen odněkud z okolí¹⁸. Druhým případem je pak nález jednoho jedince *Carduus personata*¹⁹ v červenci 1998. Je velmi pravděpodobné, že

¹⁸ Zde samozřejmě nejde o zanesení semen, ale o zanesení dospělých rostlin.

¹⁹ Druh není zahrnut v seznamu v příloze 1, protože byl nalezen mimo trvalé plochy, na louce u Nové Moravy, v blízkosti plochy V12.

se tento víceméně horský druh ve sledovaných nížinných loukách nikdy nevyskytoval a nalezený exemplář vyrostl ze semene přineseného povodní.

V žádném ze srovnání počtů druhů ani pokryvností nebyl nalezen průkazný rozdíl mezi jednotlivými typy ploch a s jedinou výjimkou ani interakce mezi typem ploch a časem (která by znamenala, že se každý typ vyvíjel jinak). To je poněkud zarážející, lze předpokládat, že plochy výrazně odlišné ve svém druhovém složení by se měly vyvíjet různě. Možných vysvětlení tohoto faktu je několik. Může to být způsobeno tím, že bylo sledováno příliš málo ploch, které se i uvnitř jednotlivých typů od sebe poněkud liší, a tato variabilita uvnitř typů překrývá rozdíly mezi typy. Dále to může být způsobeno tím, že rozdíl skutečně neexistuje. Třetí možné vysvětlení je, že rozdíly existují, ale neprojevují se v celkových charakteristikách jako je pokryvnost a počet druhů (to zn. plochy se liší chováním jednotlivých konkrétních druhů, celkové počty jsou však stejné).

Podle výsledků ordinačních analýz fytoocenologických snímků z května 1998 a 1999 se zdá, že platí zejména poslední z uvedených možností. Tyto analýzy ukázaly, že (1) existuje průkazný celkový trend ve vývoji ploch (to zn. dochází ke stejným změnám v čase u stejných druhů), (2) existují rozdíly mezi jednotlivými typy ploch nezávislé na celkovém trendu (to zn. že u každého typu ploch docházelo ke změnám čase u jiných druhů nebo jiným změnám u „společných“ druhů). Celkový trend mezi lety 1998 a 1999 je vysvětlitelný především úbytkem ruderálních druhů a dosycování porostu druhy lučními. Průkazný rozdíl ve vývoji jednotlivých typů ploch také není překvapivý, ukazuje, že předpoklad, že různé plochy se budou vyvíjet odlišně, byl správný. Tento výsledek je na druhou stranu třeba brát velmi opatrně. Rozdíly totiž mohou být (a do jisté míry zřejmě jsou) způsobeny také tím, že typy jsou definovány na základě floristických rozdílů mezi plochami, a je tedy pochopitelné, že v každém typu plochy dochází ke změnám v zastoupení jiných druhů (tedy – určitý druh v určitém typu plochy např. ustupuje a v ostatních se jeho pokryvnost nemění, a to proto, že tento druh v těchto plochách zcela chybí). Průkaznost analýzy spojující oba tyto trendy pak rovněž nepřekvapí.

Jedinou výjimkou, kdy byl vývoj různých typů ploch odlišný i při pohledu na celkové charakteristiky ploch, jsou změny celkové pokryvnosti. Těsná neprůkaznost rozdílů mezi jednotlivými typy je zde způsobena zřejmě malým počtem ploch. Na druhou stranu, toto porovnání asi nemá reálný význam, rozdíly jsou způsobeny především nízkou pokryvností na plochách typu Dol v roce 1998, u ostatních typů v roce 1998 a u všech pak v roce 1999 rozdíly opravdu neexistují. Průkazná však byla interakce typů ploch a času, což naznačuje odlišný vývoj různých typů ploch. Rozdíl je zejména mezi plochami typu Dol, kde se průměrná celková pokryvnost mezi lety 1998 a 1999 zvýšila z 35% na 80% a ostatními typy, kde bylo pozorováno zvýšení max. o 10% nebo dokonce pokles. Tento výsledek je logický – plochy typu Dol byly po povodni zaplaveny ještě dlouho stojící vodou, a byly tedy poškozeny nejvíce. Na rozdíl od ostatních typů v nich už na jaře 1998 neregenerovala *Alopecurus pratensis* způsobující vysokou pokryvnost

porostů typu Alo ani nevyklíčily semenáčky *Plantago lanceolata*, které byly hojné na plochách Arr a Ald, takže celková pokryvnost zůstala v roce 1998 nízká a zvýšila se na úroveň ostatních typů až později, především díky rozvoji druhů *Ranunculus repens* a *Poa pratensis*, méně *Alopecurus pratensis* a *Trifolium hybridum*.

Stejná rychlost sukcese (ve smyslu definovaném v kap. 4.4) v různých typech ploch je rovněž poměrně pochopitelným výsledkem, pokud vezmeme v úvahu, že velkou část změn tvoří úbytek ruderalních druhů. Lze však očekávat, že se rozdílů v budoucnu objeví, protože plochy typu Alo (a také Ald a Dol) se svým druhovým složením zřejmě výrazně blíží stavu před povodní. Jeho dosažení bude sice zřejmě ještě nějakou dobu trvat (např. v těchto plochách zřejmě stále zůstává dostatek vhodných míst pro ruderalní druhy), ale změny už zřejmě budou výrazně menší než u ploch typu Arr, které se v současné době svým druhovým složením předpokládanému konečnému stadiu (*Arrhenatherion*) příliš nepodobají.

Pokud by za rychlost sukcese byla považována rychlost obnovy společenstva z doby před povodní, byly by výsledky přesně opačné. Z tohoto pohledu existují mezi jednotlivými typy ploch velké rozdíly, zejména mezi plochami typu Arr a ostatními typy, jak bylo naznačeno v předešlém odstavci. Ještě rychleji než louky typu Alo (s předpokládaným původním společenstvem svazu *Alopecurion pratensis*) regenerovaly louky svazu *Cnidion venosi* u Lanžhota, kde regenerace proběhla víceméně celá v roce 1998, tedy v první sezóně po povodních, další změny jsou již velmi malé.

Při interpretaci všech výsledků je třeba vzít v úvahu fakt, že dva roky, během kterých byla regenerace luk po povodni zatím studována, jsou pro takové sledování příliš krátká doba. Díky tomu se ještě neprojeví některé očekávané efekty (např. ústup většiny ruderalních druhů z luk nebo zpomalení rychlosti sukcese na dobře regenerujících plochách). Sledování trvalých ploch v dolním Pomoraví proto bude ještě několik let pokračovat.

Získaná data měla být porovnáována i s údaji z doby před povodní, ale bohužel se ukázalo, že pro sledované plochy žádné použitelné neexistují, a to i přesto, že aluviální louky na jižní Moravě byly v minulosti botaniky poměrně často studovány (CÍLKOVÁ 1957, BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ 1966, 1979, 1995, 1996, HORNÍČKOVÁ 1983 a KRÁL 1970). Území se také dotýkaly dva floristické kurzy – 1987 v Uherském Hradišti (GRULICH 1989) a 1995 v Břeclavi (DANIHELKA et GRULICH 1996). Bohužel se naprostá většina lokalit, kterými se zabývají zmíněné starší práce, neshoduje s lokalitami sledovanými v této práci, především proto, že tyto lokality studované před 20-ti a více lety již v současné době neexistují. Navíc jde o práce dost staré, takže i kdyby bylo možné nalézt stejné plochy, byla by možnost srovnání jen velmi omezená. Pouze diplomová práce Horníčkové (HORNÍČKOVÁ 1983) se přímo týká i části území sledovaného v této práci, bohužel je ale k srovnání v podstatě nepoužitelná – jde o floristickou práci bez rozsáhlejších popisů vegetace, zcela v ní chybí jakékoliv fytoocenologické snímky. I k pouhému floristickému porovnání je tato práce použitelná

jen omezeně. Autorkou užití lokality jsou velmi široké (např. „louky u Veselí nad Moravou“) a navíc i vlastní floristické údaje zřejmě zdaleka nejsou úplné (autorka ve sledovaném území našla necelou polovinu druhů, která je udávána v literatuře, již cituje, druhy některých obtížnějších skupin nenašla vůbec, ačkoliv se ve sledovaném území prokazatelně vyskytují a velmi pravděpodobně vyskytovaly i v době zpracovávání práce, např. rod *Epilobium*). Z celého zájmového území uvádí Horníčková (1983) pouze louky svazu *Arrhenatherion*, ačkoliv v komentáři ke druhu *Alopecurus pratensis* uvádí „obecně na vlhkých loukách, v příkopech a podél cest“.

Další práce týkající se jihomoravských luk se zabývají oblastí Soutoku jižně od Lanžhota (GRULICH et DANIHELKA 1996, ŠUMBEROVÁ 1997). Jde však o poněkud odlišné louky než jsou v aluvii Moravy (všechny významné luční komplexy na Soutoku leží v aluvii Dyje), a navíc i zde chybí použitelné fytoocenologické snímky z doby před povodní. K. Šumberová mi sice laskavě poskytla své snímky i snímky dalších autorů (J. Vicherek, V. Řehořek), ale bohužel jde o nelokalizovaný nebo jen přibližně lokalizovaný materiál (což je u snímků pořízených za účelem charakteristiky určitého společenstva a ne za účelem opakovaného sledování pochopitelné), takže opakované snímkování tehdejších ploch nebylo možné. Lučními společenstvy v aluvii Dyje se zabývá ještě práce Vicherka (VICHEREK 1962), opět ale těžko použitelná.

Stejně tak je velmi obtížné srovnání zjištěného průběhu regenerace luk s literaturou studující podobný problém, třeba i v jiných oblastech. Zejména pro evropské nivy takové práce v podstatě chybí, výjimkou jsou snad studie Kopeckého (KOPECKÝ 1969) a Dierschkeho (DIERSCHKE 1996) (netýká se přímo průběhu regenerace lučních společenstev), rychlou regeneraci luk po povodních jen letmo zmiňuje i Balátová-Tuláčková (1996).

Z uvedených prací se srovnatelnými vegetačními typy zabýval částečně pouze Kopecký (1969), i když i zde je třeba vzít v úvahu odlišný charakter porostů *Alopecurus pratensis* v nivě Moravy a zřejmě zcela jinak stavěné nivě Orlice. U společenstva asociace *Alopecuretum pratensis* zjistil po záplavách v roce 1965 a 1966 úbytek *Alopecurus pratensis* a rozvoj druhů *Ranunculus repens* a *Rorippa sylvestris* a několika dalších druhů. V roce 1967 už byl pozorovatelný návrat k původnímu společenstvu. Dále zmiňuje vymizení druhů *Poa pratensis*, *Festuca pratensis* a *Arrhenatherum elatius*, což poměrně dobře souhlasí s výsledky z luk s předpokládaným výskytem svazu *Arrhenatherion*. Jediný výrazný rozdíl, u Veselí nad Moravou pozorovaný výskyt *Poa pratensis* po povodni především na vlhkých místech a Kopeckým zmiňovaný ústup, lze vysvětlit tím, že šlo o různé typy – v případě Kopeckého o klasický luční typ, v případě této práce o vlhkomilný typ *Poa „angustifolia“*.

6 Závěr

V práci byla popsána regenerace luk v nivě Moravy u Veselí nad Moravou, Mikulčic a Lanžhota po povodni v červenci 1997. Sledovány byly louky patřící před povodní do svazů *Alopecurion pratensis*, *Arrhenatherion* a *Cnidion venosi*. Nejdůležitější poznatky jsou tyto:

- ◆ Během záplavy odumřely téměř u všech druhů nadzemní části, bylo nalezeno 28 druhů, které po povodni regenerovaly vegetativně, z podzemních orgánů. Většina z nich jsou druhy vlhkých stanovišť, u kterých lze dobrou odolnost k zaplavení očekávat.
- ◆ Celková pokryvnost lučních porostů dosáhla během podzimu 1997, tj. asi za tři měsíce po povodni, až 60%, regenerace luk byla překvapivě rychlá. Na většině ploch od té doby nedochází k průkazným změnám. Výjimkou byly pouze hluboké terénní deprese, kde po povodni zůstala stát voda déle než v okolní krajině, na takových místech původní porost v roce 1997 prakticky neregeneroval. V roce 1998 byla pokryvnost ploch v těchto místech přibližně poloviční ve srovnání s okolím, v roce 1999, po dvou letech, již dosáhla stejné úrovně.
- ◆ Jako důsledek rozvolnění porostu se po povodni v loukách objevily druhy, které se obvykle v lučních společenstvech nevyskytují, šlo zejména u druhy ruderní. U některých z nich (např. *Capsella bursa-pastoris*) byl již pozorován ústup, v souvislosti s tím, jak původní luční porost regeneruje. Podobně se chová i druh *Plantago lanceolata*, který je ve sledovaných loukách pravděpodobně původní, ale po povodni výrazně expandoval. Některé z ruderních druhů zůstávají součástí luk i nadále, což naznačuje, že v porostu je stále ještě dostatek pro ně příhodných volných míst a že regenerace ještě není ukončena.
- ◆ Počet druhů, u kterých lze předpokládat, že se v loukách před povodní vyskytovaly, se na sledovaných plochách s časem zvyšuje. Některé z těchto druhů pravděpodobně nepřežily povodeň přímo na sledovaných lokalitách a postupně se na ně navracejí.
- ◆ Byly zjištěny průkazné rozdíly v průběhu regenerace jednotlivých typů luk, které dobře odpovídají předpokladu, že vlhkomilné (a tedy častěji zaplavované) typy luk budou regenerovat rychleji než typy suchomilné.

Srovnání různých typů luk od Veselí nad Moravou svazy *Alopecurion pratensis* a *Arrhenatherion*) ukazuje, že (1) existuje průkazný celkový trend ve vývoji vegetace společný všem plochám, a (2) existují rozdíly průkazné mezi jednotlivými typy luk na celkovém trendu nezávislé. Celkový trend je způsoben především úbytkem ruderních druhů a dosycováním porostu lučními druhy. Ze srovnání jednotlivých typů vyplývá, že podobně regenerovaly porosty v terénních depresích, kde voda stála po povodni déle než v okolí. Odlišně od nich regenerovaly oba typy vyskytující se mimo tyto deprese, tyto typy – louky svazu *Alopecurion* a *Arrhenatherion* se liší výrazně i mezi sebou.

Celkově nejrychleji ze sledovaných lučních typů regenerovaly louky svazu *Cnidion venosi*, jejich regenerace byla v podstatě ukončena již v roce 1998, tj. v první vegetační sezóně po povodni. Tyto louky bývají ze sledovaných typů nejčastěji zaplavovány a druhy, které se v nich vyskytují, musí být na povodně adaptované.

Louky svazu *Alopecurion pratensis* regenerovaly poměrně rychle, zejména díky dobré regeneraci dominantního druhu *Alopecurus pratensis*. Jejich druhové složení po dvou vegetačních sezónách se již zřejmě velmi blíží stavu před povodní, je očekáván již jen pomalý vývoj (především postupný úbytek ruderálních druhů).

Regenerace luk svazu *Arrhenatherion* je velmi pomalá. Dominanty porostů na těchto loukách tvoří po dvou vegetačních sezónách po povodni ruderální druhy, zejména *Cirsium arvense*, původní dominanta, *Arrhenatherum elatius*, regeneruje velmi pomalu. Nicméně i na těchto loukách se projevuje jistý ústup ruderálních druhů a návrat druhů lučních. Louky svazu *Arrhenatherion* se vyskytují v nejvyšších, jen výjimečně zaplavovaných částech nivy, druhy těchto luk nejsou na dlouhotrvající záplavu adaptované.

7 Literatura

- ANONYMUS (1993): Geologická mapa České republiky. Geologická mapa Slovenské republiky. – Český geologický ústav, Praha.
- ANONYMUS (1999). *STATISTICA for Windows [Computer program manual]*. – StatSoft, Inc., Tulsa.
- ARMSTRONG W., BRÄNDLE R., JACKSON M. B. (1994): Mechanisms of flood tolerance in plants. – *Acta Botanica Neerlandica* 43: 307-358
- BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ E. (1966): Synökologische Charakteristik der südmährischen Überschattungswiesen. – *Rozpravy Československé akademie věd, Praha, serie math.-natur.*, 76/1: 1-41
- BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ E. (1979): Zur Dynamik der Artmächtigkeit innerhalb südmährischen *Cnidion venosi*-Auenwiesen. – In: TÜXEN R. [ed.]: *Gesellschaftsentwicklung (Syndynamik)* pp. 361-378. – Ber. Internat. Sympos. IVV, Vaduz.
- BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ E. (1985): Travinná společenstva v Československu. – In: RYCHNOVSKÁ M. [ed.]: *Ekologie lučních porostů*, pp. 14-95. – Academia, Praha.
- BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ E. (1995): Fytocenologická a synekologická charakteristika lanžhotských luk. – *Zprávy České botanické společnosti* 30, suppl. 1995/1: 23-27
- BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ E. (1996): K ekologii zaplavovaných luk kontinentálně laděných oblastí. – *Příroda, Praha* 4: 69 - 76
- BLAŽKOVÁ D. (1996): Erozně akumulární procesy ve vztahu k nivním loukám. – *Příroda, Praha* 4: 47-51
- BLOM C. W. P. M. (1999): Adaptations to flooding stress: from plant community to molecule. – *Plant Biology* 1: 261-273
- BLOM C. W. P. M., BÖGEMANN G. M., LAAN P., VAN DER SMAN A. J. M., VAN DE STEEG H. M., VOESENEK L. A. C. J. (1990): Adaptations to flooding in plants from river areas. – *Aquatic Botany* 38: 29-47
- BLOM C. W. P. M., VOESENEK L. A. C. J. (1996): Flooding: the survival strategies of plants. – *Trends in Ecology & Evolution* 11: 290-295
- TER BRAAK, ŠMILAUER P. (1998): *CANOCO Release 4. Reference Manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination*. – Microcomputer Power, Ithaca, New York.
- CÍLKOVÁ M. (1957): Cenologicko-ekologické rozbory lučních porostů v dolním Pomoraví. – *Práce brněnské základny Československé akademie věd, Brno*, 29: 41-82

- DANIHELKA J., GRULICH V. [eds.] (1996): Výsledky floristického kursu v Břeclavi (1995). – Zprávy České botanické společnosti, suppl. 1996/1: 1-86.
- DIERSCHKE H. (1996): Sukzession, Fluktuation und Stabilität von Flußufer-Gesellschaften. Ergebnisse 15-jähriger Dauerflächen-Untersuchungen an der Oder (Harz-Vorland). – Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, Braunschweig 4: 93-116.
- DRESLEROVÁ D. (1995): The prehistory of the middle Labe (Elbe) floodplain in the light of archaeological finds. – Památky archeologické 86: 105-145.
- ELLENBERG H., WEBER H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W., PAULIBEN D. (1991): *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. – Erich Goltze KG, Göttingen, 248 p.
- FENNER M. (1985): *Seed Ecology*. – Chapman and Hall, London, 151 p.
- GLOSER J., PRÁŠIL I. (1998): Fyziologie stresu. – In: PROCHÁZKA S., MACHÁČKOVÁ I., KREKULE J., ŠEBÁNEK J. [eds.]: *Fyziologie rostlin*, pp. 412-431. – Academia, Praha.
- GRIME J. P. (1979): *Plant Strategies and Vegetation Processes*. – John Wiley & Sons, 222 p.
- GRULICH V. [ed.] (1989): *Výsledky floristického kurzu ČSBS v Uherském Hradišti 1987*. – Odbor kuktury ONV, Uherské hradiště, 125 p.
- GRULICH V., DANIHELKA J. (1996): Aluviální louky dolního Podýjí a Pomoraví. – Příroda, Praha 4: 77 - 87
- HENNEKENS S.M. (1995): TURBO(VEG). *Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. User's guide. Version July 1996*. – IBN-DLO Wageningen et University of Lancaster.
- HLADNÝ J., BLAŽEK V., DVOŘÁK V., KUBÁT J., ŠVIHLA V. [eds.] (1998): *Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997. Souhrnná zpráva projektu*. – Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha.
- HORNÍČKOVÁ I. (1983): Floristická studie části území mezi Moravským Pískem, Bzencem, Strážnicí-Přívosem a Veselín nad Moravou. – 171 p., ms. [Dipl. pr.; depon. in: Katedra systematické botaniky a geobotaniky PřF MU Brno]
- JACKSON M. B., ARMSTRONG W. (1999): Formation of aerenchyma and the processes of plant ventilation in relation to soil flooding and submergence. – *Plant Biology* 1: 274-287
- JOHANSSON M. E., NILSSON C., NILSSON E. (1996): Do rivers function as corridors for plant dispersal? – *Journal of Vegetation Science* 7: 593-598.
- KOPECKÝ K. (1969): Změny druhového složení některých fytoocenoz v inundaci dolního toku Orlice po záplavách v roce 1965. – *Preslia* 41: 284-296
- KRÁL J. (1970): Charakteristika vegetace v úseku aluviální nivy řeky Moravy mezi Mikulčicemi a Tvrdomicemi se zvláštním zřetelem na společenstva lužní a luční. –

- 78 p., ms. [Dipl. pr.; depon. in: Katedra systematické botaniky a geobotaniky PřF MU Brno]
- MCDONALD A. W., BAKKER J. P., VEGELIN K. (1996): Seed bank classification and its importance for the restoration of species-rich flood-meadows. – *Journal of Vegetation Science* 7: 157-164
- MITSCH W. J., GOSSELINK J. G. (1986): *Wetlands*. – Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York, 539 p.
- MORAVEC J. (1995): Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. – Severočeskou přírodou, Litoměřice, suppl. 1995: 1-206
- NEUHÄUSLOVÁ Z. [ed.] (1998): *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky*. – Academia, Praha, 342 p. + 1 map.
- NEUHÄUSLOVÁ Z., KOLBEK J. [eds.] (1982): *Seznam vyšších rostlin, mechorostů a lišejníků střední Evropy užitých v bance geobotanických dat BÚ ČSAV*. – Botanický ústav ČSAV, Průhonice, 224 p.
- OPRAVIL E. (1983): Údolní niva v době hradištní. – Studie Archeologického ústavu ČSAV v Brně 9/2: 1-80
- OPRAVIL E. (1992): Rekonstrukce životního prostředí. – In.: KORDIOVSKÝ E. [ed.]: *Vývoj životního prostředí v podmínkách jižní Moravy*, pp. 249-261. – Brno.
- QUITT E. (1971): *Klimatické oblasti Československa*. – Geografický ústav ČSAV, Brno, 73p. + 5 map.
- PELÍŠEK J. (1961): Atlas hlavích půdních typů ČSSR. – Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 441 p.
- PRACH K. (1992): Vegetation, microtopography and water table in the Lužnice River floodplain, South Bohemia, Czechoslovakia. – *Preslia* 64: 357-367
- SKALICKÝ V. (1988): Regionálně fyto geografické členění. – In: HEJNÝ S. et SLAVÍK B. [eds.]: *Květena České socialistické republiky*, Vol.1, pp. 103-121. – Academia, Praha.
- ŠUMBEROVÁ K. (1997): Botanická studie území při soutoku Moravy a Dyje. – 104 p., ms. [Dipl. pr.; depon. in: Katedra systematické botaniky a geobotaniky PřF MU Brno].
- THOMPSON K., BAKKER J. P., BEKKER R. M. (1997): *The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity*. – Cambridge University Press, Cambridge, 276 p.
- VICHEREK J. (1962): Typy fytocenoz aluviální nivy dolního Podyjí se zvláštním zaměřením na společenstva luční. – *Folia Facultatis scientiarum naturalium Universitatis Purkynianae Brunensis* 3/5:1-109
- VOESENEK L. A. C. J., BLOM C. W. P. M. (1992): Germination and emergence of *Rumex* in river flood-plains. I. Timing of germination and seedbank characteristics. – *Acta Botanica Neerlandica* 41: 319-329

VOESENEK L. A. C. J., DE GRAAF M. C. C., BLOM C. W. P. M. (1992): Germination and emergence of *Rumex* in river flood-plains. II. The role of perianth, temperature, light and hypoxia. – Acta Botanica Neerlandica 41: 331-343.

Příloha 1: Seznam druhů nalezených v trvalých plochách u Veselí nad Moravou

Výskyt – výskyt v kterékoliv ploše v příslušném roce

Kategorie – kategorie druhů (R – ruderalní druhy a polní plevely; L – luční druhy; O – ostatní)

| Druh | Zkratka | Výskyt | | | Kategorie |
|--|----------|--------|------|------|-----------|
| | | 1997 | 1998 | 1999 | |
| <i>Agrostis stolonifera</i> | Agr sto | | + | + | L |
| <i>Achillea millefolium</i> | Achi mil | + | + | + | L |
| <i>Allium scorodoprasum</i> | All sco | + | + | + | L |
| <i>Alopecurus aequalis</i> | Alo aeq | | + | | O |
| <i>Alopecurus pratensis</i> | Alo pra | + | + | + | L |
| <i>Anagallis arvensis</i> | Ana arv | | | + | R |
| <i>Arabidopsis thaliana</i> | Arab tha | | + | + | R |
| <i>Arctium sp.</i> | Arc sp | + | | + | R |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> | Arr ela | | + | + | L |
| <i>Artemisia vulgaris</i> | Art vul | | + | | R |
| <i>Bidens tripartita</i> | Bid tri | | + | | O |
| <i>Bromus hordeaceus ssp. hordeaceus</i> | Bro hor | | + | + | R |
| <i>Campanula patula</i> | Cam pat | | + | + | L |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | Cap bu-p | + | + | | R |
| <i>Cardamine pratensis</i> | Car pra | + | + | + | L |
| <i>Carduus acanthoides</i> | Card aca | | + | + | R |
| <i>Carex gracilis</i> | Carx gra | + | | + | L |
| <i>Carex hirta</i> | Carx hir | + | + | + | L |
| <i>Carex vulpina</i> | Carx vul | + | | + | L |
| <i>Centaurea jacea</i> | Cen jac | | + | + | L |
| <i>Centaurium pulchellum</i> | Cent pul | | + | + | O |
| <i>Cerastium holosteoides</i> | Cer hol | + | + | + | L |
| <i>Chenopodium album</i> | Chen alb | + | + | | R |
| <i>Chenopodium polyspermum</i> | Chen pol | | + | | R |
| <i>Cirsium arvense</i> | Cir arv | + | + | + | R |
| <i>Cirsium canum</i> | Cir can | | + | + | L |
| <i>Cirsium vulgare</i> | Cir vul | + | + | + | R |
| <i>Colchicum autumnale</i> | Col aut | + | + | + | L |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | Conv arv | | | + | R |
| <i>Conyza canadensis</i> | Con can | + | + | + | R |
| <i>Crepis biennis</i> | Cre bie | | + | + | R |
| <i>Dactylis glomerata</i> | Dac glo | + | + | + | L |
| <i>Daucus carota</i> | Dau car | | + | + | L |
| <i>Deschampsia cespitosa</i> | Des cae | | | + | L |
| <i>Elytrigia repens</i> | Ely rep | | + | + | R |
| <i>Epilobium sp.</i> | Epi sp. | + | + | | R |
| <i>Equisetum arvense</i> | Equi arv | + | + | + | R |
| <i>Erophila verna</i> | Ero ver | | + | | R |

| Druh | Zkratka | Výskyt | | | Kategorie |
|------------------------------------|----------|--------|------|------|-----------|
| | | 1997 | 1998 | 1999 | |
| <i>Erysimum cheiranthoides</i> | Ery chei | + | + | + | R |
| <i>Euphorbia esula</i> | Euph esu | + | + | | R |
| <i>Festuca rubra</i> | Fes rub | | | + | L |
| <i>Ficaria bulbifera</i> | Fic bulb | | + | + | L |
| <i>Fraxinus excelsior (juv.)</i> | Fra excJ | + | + | + | O |
| <i>Galium album s.lat.</i> | Gal alb | + | + | + | R |
| <i>Galium boreale</i> | Gal bor | | + | + | L |
| <i>Geranium pratense</i> | Ger pra | + | + | + | L |
| <i>Geum urbanum</i> | Geu urb | | + | + | O |
| <i>Glechoma hederacea</i> | Gle hed | | + | + | L |
| <i>Hypericum perforatum</i> | Hyp per | | | + | L |
| <i>Juncus articulatus</i> | Jun art | | | + | O |
| <i>Lactuca serriola</i> | Lac serr | | + | + | R |
| <i>Lamium purpureum</i> | Lam pur | | + | | R |
| <i>Lathyrus pratensis</i> | Lath pra | | | + | L |
| <i>Lathyrus tuberosus</i> | Lath tub | | | + | R |
| <i>Leontodon autumnalis</i> | Leo aut | | + | | L |
| <i>Leucanthemum ircutianum</i> | Leu irc | + | + | + | L |
| <i>Linaria vulgaris</i> | Lin vul | | + | + | R |
| <i>Lolium perenne</i> | Lol per | | + | | R |
| <i>Lotus corniculatus</i> | Lot cor | | + | + | L |
| <i>Lysimachia vulgaris</i> | Lys vul | | + | | O |
| <i>Lythrum salicaria</i> | Lyt sal | + | + | + | O |
| <i>Matricaria maritima</i> | Mat mar | + | + | + | R |
| <i>Myosotis arvensis</i> | Myo arv | | + | + | R |
| <i>Pastinaca sativa</i> | Pas sat | + | + | + | L |
| <i>Phalaris arundinacea</i> | Pha aru | + | + | + | L |
| <i>Plantago lanceolata</i> | Pla lan | + | + | + | L |
| <i>Plantago major</i> | Pla maj | + | + | + | R |
| <i>Poa palustris</i> | Poa pal | | + | + | L |
| <i>Poa pratensis</i> | Poa pra | | + | + | L |
| <i>Poa trivialis</i> | Poa tri | | + | + | L |
| <i>Polygonum amphibium</i> | Pol amph | + | + | + | O |
| <i>Polygonum aviculare agg.</i> | Pol avi | | + | + | R |
| <i>Polygonum sp.</i> | Pol sp | | + | | R |
| <i>Potentilla anserina</i> | Pot ans | + | + | + | L |
| <i>Potentilla reptans</i> | Pot rep | + | + | + | L |
| <i>Prunella vulgaris</i> | Pru vul | | + | + | L |
| <i>Ranunculus acris</i> | Ran acr | | + | + | L |
| <i>Ranunculus auricomus s.lat.</i> | Ran aur | | + | + | L |
| <i>Ranunculus repens</i> | Ran rep | + | + | + | L |
| <i>Rorippa sylvestris</i> | Ror syl | + | + | + | O |
| <i>Rosa sp.</i> | Ros sp | | | + | O |
| <i>Rubus sp.</i> | Rub sp | | | + | O |

| Druh | Zkratka | Výskyt | | | Kategorie |
|----------------------------------|----------|--------|------|------|-----------|
| | | 1997 | 1998 | 1999 | |
| <i>Rumex acetosa</i> | Rum ace | | + | + | L |
| <i>Rumex crispus</i> | Rum cri | | + | + | L |
| <i>Rumex obtusifolius</i> | Rum obt | + | + | + | R |
| <i>Sanguisorba officinalis</i> | San off | | + | + | L |
| <i>Selinum carvifolia</i> | Sel car | | | + | L |
| <i>Setaria viridis</i> | Set vir | + | + | | R |
| <i>Sonchus oleraceus</i> | Son ole | + | + | | R |
| <i>Stellaria media</i> | Stel med | + | + | | R |
| <i>Stenactis annua</i> | Ste ann | | + | + | R |
| <i>Symphytum officinale</i> | Sym off | + | + | + | R |
| <i>Tanacetum vulgare</i> | Tan vul | | + | + | R |
| <i>Taraxacum officinale agg.</i> | Tar off | + | + | + | L |
| <i>Trifolium campestre</i> | Tri cam | + | + | + | L |
| <i>Trifolium dubium</i> | Tri dub | | + | + | L |
| <i>Trifolium hybridum</i> | Tri hyb | | + | + | R |
| <i>Trifolium pratense</i> | Tri pra | | | + | L |
| <i>Trifolium repens</i> | Tri rep | | + | + | L |
| <i>Urtica dioica</i> | Urt dio | + | + | | R |
| <i>Verbascum blattaria</i> | Verb bla | | | + | O |
| <i>Veronica arvensis</i> | Ver arv | | + | + | R |
| <i>Veronica serpyllifolia</i> | Ver serp | + | + | + | L |
| <i>Vicia angustifolia</i> | Vic ang | | + | + | R |
| <i>Vicia cracca</i> | Vic cra | | + | + | L |
| <i>Vicia hirsuta</i> | Vic hir | | + | + | R |
| <i>Viola hirta</i> | Vio hir | | + | + | O |
| <i>Viola pumila</i> | Vio pum | | | + | L |

Příloha 2: Seznam druhů nalezených v trvalých plochách v loukách svazu *Cnidion venosi* u Mikulčic a Lanžhota

Výskyt – výskyt v kterékoliv ploše v příslušném roce

Kategorie – kategorie druhů (R – ruderalní druhy a polní plevely; L – luční druhy; O – ostatní)

| Druh | Výskyt | | Kategorie |
|----------------------------------|--------|------|-----------|
| | 1998 | 1999 | |
| Achillea millefolium | + | + | L |
| <i>Allium angulosum</i> | + | + | L |
| <i>Alopecurus pratensis</i> | + | + | L |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> | + | + | L |
| <i>Betonica officinalis</i> | | + | L |
| <i>Cardamine pratensis</i> agg. | + | + | L |
| <i>Carex distans</i> | + | + | L |
| <i>Carex praecox</i> | + | + | L |
| <i>Carex vulpina</i> | + | + | L |
| <i>Centaurea jacea</i> | | + | L |
| <i>Cerastium holosteoides</i> | | + | L |
| <i>Cirsium arvense</i> | + | + | R |
| <i>Cirsium vulgare</i> | + | | R |
| <i>Colchicum autumnale</i> | + | | L |
| <i>Conyza canadensis</i> | + | + | R |
| <i>Crepis biennis</i> | + | + | R |
| <i>Dactylis glomerata</i> | + | + | L |
| <i>Elytrigia repens</i> | + | + | R |
| <i>Erophila verna</i> | + | + | R |
| <i>Filipendula ulmaria</i> | + | + | L |
| <i>Fraxinus excelsior</i> (juv.) | | + | O |
| <i>Galium album</i> s.lat. | + | + | R |
| <i>Galium boreale</i> | + | + | L |
| <i>Galium verum</i> | + | + | L |
| <i>Geranium pratense</i> | + | + | L |
| <i>Glechoma hederacea</i> | + | + | L |
| <i>Inula salicina</i> | + | + | L |
| <i>Lathyrus pratensis</i> | + | + | L |
| <i>Lathyrus tuberosus</i> | + | + | R |
| <i>Leontodon autumnalis</i> | + | + | L |
| <i>Lolium perenne</i> | + | + | R |
| <i>Lythrum salicaria</i> | + | + | O |
| <i>Medicago lupulina</i> | + | | R |
| <i>Pastinaca sativa</i> | + | + | L |
| <i>Polygonum amphibium</i> | + | + | O |
| <i>Phalaris arundinacea</i> | + | + | L |
| <i>Plantago lanceolata</i> | + | + | L |

| Druh | Výskyt | | Kategorie |
|----------------------------------|--------|------|-----------|
| | 1998 | 1999 | |
| <i>Plantago major</i> | + | + | R |
| <i>Poa pratensis</i> | + | + | L |
| <i>Potentilla anserina</i> | + | + | L |
| <i>Potentilla reptans</i> | + | + | L |
| <i>Ficaria bulbifera</i> | + | + | L |
| <i>Ranunculus auricomus</i> | + | + | L |
| <i>Ranunculus repens</i> | + | + | L |
| <i>Rorippa sylvestris</i> | | + | O |
| <i>Rumex acetosa</i> | + | + | L |
| <i>Rumex crispus</i> | + | + | L |
| <i>Sanguisorba officinalis</i> | + | + | L |
| <i>Scutellaria hastifolia</i> | + | + | L |
| <i>Cnidium dubium</i> | + | + | L |
| <i>Serratula tinctoria</i> | + | + | L |
| <i>Stellaria graminea</i> | + | + | L |
| <i>Symphytum officinale</i> | + | + | R |
| <i>Taraxacum officinale</i> agg. | + | + | L |
| <i>Trifolium hybridum</i> | + | + | R |
| <i>Trifolium pratense</i> | + | + | L |
| <i>Trifolium repens</i> | + | + | L |
| <i>Veronica serpyllifolia</i> | + | + | L |
| <i>Vicia cracca</i> | + | + | L |
| <i>Vicia sepium</i> | + | | R |

Příloha 3: seznam druhů ze zásoby semen v půdě

| Druh | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 | V9 | V10 | M | L1 | L2 | L3 |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|---|----|----|----|
| <i>Allium angulosum</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Arabidopsis thaliana</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . |
| <i>Arenaria serpyllifolia</i> | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| <i>Atriplex patula</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . |
| <i>Bromus hordeaceus ssp. hordeaceus</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | . | . | . | + | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . |
| <i>Cardamine pratensis agg.</i> | . | . | . | + | . | . | . | + | + | . | . | . | . | + |
| <i>Carex sp.</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| <i>Centaureum pulchellum</i> | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Cerastium holosteoides</i> | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Chenopodium album</i> | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . |
| <i>Chenopodium polyspermum</i> | . | + | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| <i>Cirsium arvense</i> | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | + | . |
| <i>Conyza canadensis</i> | . | . | . | . | . | + | + | + | . | . | . | . | . | . |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | + | . | . |
| <i>Elytrigia repens</i> | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Galium album s.lat.</i> | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Juncus bufonius</i> | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Lamium purpureum</i> | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Leucanthemum ircutianum</i> | . | . | + | . | + | . | . | + | . | + | . | . | . | . |
| <i>Matricaria maritima</i> | . | . | . | . | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| <i>Oxalis fontana</i> ²⁰ | . | . | . | . | . | + | . | . | . | + | . | . | + | . |
| <i>Plantago lanceolata</i> | + | . | . | + | + | + | + | + | + | + | . | + | + | + |
| <i>Poa annua</i> | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Poa trivialis</i> | . | + | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Potentilla reptans</i> | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + | + | + | + | . |
| <i>Ranunculus repens</i> | + | + | . | + | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . |
| <i>Rorippa sylvestris</i> | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . |
| <i>Rumex obtusifolius</i> | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Stellaria media</i> | + | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . |
| <i>Taraxacum officinale agg.</i> | . | + | . | + | + | + | + | . | . | . | . | + | + | + |
| <i>Trifolium campestre</i> | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Trifolium hybridum</i> | . | + | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | + | . |
| <i>Trifolium pratense</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Trifolium repens</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . |
| <i>Urtica dioica</i> | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Veronica arvensis</i> | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Veronica serpyllifolia</i> | + | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . |
| <i>Vicia hirsuta</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + |

²⁰ Tento druh pravděpodobně nebyl součástí půdní zásoby semen a do vzorků se dostal až ve skleníku, jak je zmíněno v kap. 4.5, str. 23.

Příloha 4: fytoocenologické snímky použité pro statistické analýzy

| | 28.5.1998 | | | | | | | | | | | 29.5.1999 | | | | | | | | | | |
|---|-----------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V8 | V9 | V10 | V11 | V12 | V14 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V8 | V9 | V10 | V11 | V12 | V14 |
| <i>Agrostis stolonifera</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 |
| <i>Achillea millefolium</i> | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 | . |
| <i>Allium scorodoprasum</i> | . | . | 1 | . | 1 | . | . | 1 | 40 | . | . | . | . | 2 | . | 1 | . | . | 1 | 5 | . | . |
| <i>Alopecurus aequalis</i> | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Alopecurus pratensis</i> | 3 | 3 | 60 | 20 | . | 5 | . | 5 | 20 | . | 70 | 20 | 30 | 70 | 30 | . | 20 | . | 50 | 70 | . | 60 |
| <i>Arabidopsis thaliana</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | 1 | . |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | 1 | . | 5 | . | . | 3 | . |
| <i>Bromus hordeaceus</i> ssp. <i>hordeaceus</i> | . | . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | . | . | . | . | 1 | . | 1 | 1 | 1 | . | 3 | . | . | . | . |
| <i>Campanula patula</i> | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | 1 | . | 1 | 1 | . |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | . | . | . | . | 1 | 2 | . | 40 | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Cardamine pratensis</i> | . | . | . | 1 | . | 1 | . | 1 | . | . | 1 | . | 1 | . | 1 | . | 1 | . | 1 | . | . | 1 |
| <i>Carduus acanthoides</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . |
| <i>Carex hirta</i> | 1 | . | . | . | 3 | . | . | 1 | . | . | . | 3 | . | . | . | 1 | . | 10 | . | . | 3 | 1 |
| <i>Carex vulpina</i> | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | 1 | . | . | . | . | 5 |
| <i>Centaurea jacea</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Cerastium holosteoides</i> | 1 | . | . | 1 | 1 | 1 | 2 | . | 1 | 10 | 1 | 5 | . | 1 | . | 1 | . | 5 | 1 | 1 | 20 | . |
| <i>Chenopodium polyspermum</i> | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Cirsium arvense</i> | 1 | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | 1 | 1 | . | . | 1 | 1 | . | 1 | 40 | 1 | . | 5 | . |
| <i>Cirsium canum</i> | . | 1 | 1 | . | . | 1 | 1 | 1 | . | 1 | . | 3 | 1 | 1 | 1 | . | . | . | 2 | . | 1 | . |
| <i>Cirsium vulgare</i> | . | 1 | . | . | . | . | 1 | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . |
| <i>Colchicum autumnale</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . |
| <i>Conyza canadensis</i> | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . |
| <i>Dactylis glomerata</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | 2 | . | 1 | . | 10 | . | 1 | 2 | . |
| <i>Daucus carota</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . |
| <i>Deschampsia caespitosa</i> | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . |

| | 28.5.1998 | | | | | | | | | | | 29.5.1999 | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V8 | V9 | V10 | V11 | V12 | V14 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V8 | V9 | V10 | V11 | V12 | V14 |
| <i>Elytrigia repens</i> | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 | . | . | . | 1 | . | 1 | . | . | 1 | . | . | . |
| <i>Epilobium sp.</i> | 1 | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Equisetum arvense</i> | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . |
| <i>Erysimum cheiranthoides</i> | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . |
| <i>Festuca rubra</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . |
| <i>Fraxinus excelsior</i> (juv.) | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | 1 | . |
| <i>Galium album s.lat.</i> | 1 | . | 1 | 1 | . | . | . | 1 | 1 | . | . | 1 | . | 3 | . | . | . | 1 | 10 | 2 | . | . |
| <i>Galium boreale</i> | . | . | 2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Geranium pratense</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 | . | . | . |
| <i>Geum urbanum</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Glechoma hederaceae</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 5 | . | . | 10 | . |
| <i>Lactuca serriola</i> | . | . | . | . | . | 1 | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . |
| <i>Lathyrus pratensis</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . |
| <i>Leucanthemum ircutianum</i> | 1 | . | . | . | 1 | . | 20 | . | . | 5 | 1 | . | . | . | . | 1 | . | 10 | . | . | 5 | . |
| <i>Linaria vulgaris</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . |
| <i>Lythrum salicaria</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Matricaria maritima</i> | . | . | . | . | . | 2 | 10 | . | . | 2 | 3 | 1 | . | . | . | . | 5 | 1 | . | . | . | . |
| <i>Myosotis arvensis</i> | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 10 | . | . | . | . |
| <i>Pastinaca sativa</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . |
| <i>Phalaris arundinaceae</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Plantago lanceolata</i> | 50 | . | . | . | 50 | 50 | 1 | . | . | 10 | 5 | 30 | . | . | . | 20 | 30 | . | . | . | 15 | 1 |
| <i>Plantago major</i> | 1 | 1 | . | . | . | 1 | . | . | . | 1 | . | 1 | 2 | . | 1 | . | 1 | . | . | . | 1 | . |
| <i>Poa sp.</i> | 3 | 5 | 1 | 20 | . | . | . | 1 | . | 1 | . | 15 | 30 | 5 | 30 | 1 | 1 | 10 | 10 | 20 | 30 | 1 |
| <i>(Poa palustris)</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 |
| <i>(Poa pratensis)</i> | 3 | 5 | 1 | 20 | . | . | . | . | . | 1 | . | 10 | 20 | 5 | 30 | . | 1 | 10 | 10 | 20 | 10 | 1 |
| <i>(Poa trivialis)</i> | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | 5 | 10 | 1 | . | 1 | . | . | 1 | 1 | 20 | . |
| <i>Polygonum amphibium</i> | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 |
| <i>Potentilla anserina</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | 1 |

| | 28.5.1998 | | | | | | | | | | | 29.5.1999 | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|---|
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V8 | V9 | V10 | V11 | V12 | V14 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V8 | V9 | V10 | V11 | V12 | V14 | |
| <i>Potentilla reptans</i> | 1 | . | . | . | . | . | 70 | . | . | . | . | 5 | . | 1 | . | 1 | 1 | 30 | . | . | . | 1 | |
| <i>Ranunculus acris</i> | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Ranunculus auricomus</i> | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . |
| <i>Ranunculus repens</i> | . | 10 | . | 10 | . | . | . | . | . | . | . | . | 50 | . | 30 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Rorippa sylvestris</i> | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 5 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Rubus sp.</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . |
| <i>Rumex acetosa</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | 1 | . | . | . | . |
| <i>Rumex crispus</i> | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | |
| <i>Rumex obtusifolius</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | 1 | . | . |
| <i>Sanguisorba officinalis</i> | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Stenactis annua</i> | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . |
| <i>Symphytum officinale</i> | . | . | 1 | . | 1 | . | 1 | . | . | . | . | . | 1 | 1 | 1 | . | 1 | 3 | 1 | . | . | . | . |
| <i>Tanacetum vulgare</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . |
| <i>Taraxacum sect. Ruderalia</i> | 1 | 1 | . | 1 | 1 | 1 | . | 1 | . | 30 | 1 | 1 | . | . | 1 | . | 1 | . | . | 10 | . | . | |
| <i>Trifolium campestre</i> | 1 | . | . | . | 10 | 1 | 1 | . | . | 70 | 1 | 5 | . | 1 | . | 60 | . | . | 1 | . | 1 | . | . |
| <i>Trifolium dubium</i> | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Trifolium hybridum</i> | . | 1 | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 5 | . | 30 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Trifolium pratense</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Urtica dioica</i> | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Veronica arvensis</i> | 1 | . | . | . | 1 | 1 | 1 | . | . | 1 | 1 | 2 | . | 1 | . | 15 | . | 3 | 1 | 1 | 2 | . | . |
| <i>Veronica chamaedrys</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Veronica serpyllifolia</i> | 1 | . | . | 1 | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 | . | 1 | . | . | . | 1 | . | 1 | . | . |
| <i>Vicia angusifolia</i> | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . |
| <i>Vicia cracca</i> | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Vicia hirsuta</i> | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | 1 | . | . |
| <i>Viola hirta</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | 1 | . | 1 | . | . | . | . | . |
| <i>Viola pumila</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . |

Příloha 5: fotografie

1. Stav krajiny u Veselí nad Moravou 28.8.1997, cca 1 měsíc po opadnutí záplavy.
- 2, 3, 4. Pohled na stejný porost (typ „*Alopecurion*“) u Veselí nad Moravou 31.10.1997 (2), 28.5.1998 (3) a 29.5.1999 (4). Porost na fotografii z roku 1999 je zdánlivě hustější než byl v roce 1998, ale skutečná pokryvnost byla skoro stejná, rozdíl je způsoben především různou výškou porostu (asi 70 cm v roce 1998 a asi 120 cm v roce 1999), která při šikmém pohledu vytváří zdání vyšší hustoty (pokryvnosti).
5. Druh *Polygonum amphibium* je jedním z bylinných druhů, které zaplavení přežily. Byl také zřejmě jediným druhem, u kterého neodumřely nadzemní části, během záplavy vytvořil kvetoucí natantní formu. Ze snímku je dobře patrný také stav ostatní vegetace na konci srpna 1997.
6. Porost semenáčků *Plantago lanceolata*, které se masově objevily na některých plochách v Lanžhotě a u Veselí nad Moravou na podzim 1997, i v současné době zde tvoří jednu z dominant porostů.
7. Detail porostu na loukách typu „*Alopecurion*“ v říjnu 1997. Ze snímku je dobře patrná poměrně dobrá regenerace *Alopecurus pratensis*.
8. Detail porostu typu „*Arrhenatherion*“ ve stejné době. Dominantu tvoří *Cirsium arvense*, výrazné jsou trsy *Setaria viridis*.
9. Louka typu „*Alopecurion*“ v dubnu 1998, s kvetoucí *Cardamine pratensis*.
10. Louka typu „*Arrhenatherion*“ ve stejné době. Dominantní druhy jsou *Matricaria maritima*, *Cirsium arvense* a *Cirsium vulgare*.
11. Přibližně totéž místo jako na fotografii č. 9 v květnu 1999. Dominantami porostu jsou *Symphytum officinale* a stále *Cirsium arvense*, regenerace původního lučního porostu (ve srovnání s typem „*Alopecurion*“, viz fotografie č. 4) je velmi pomalá



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11