

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Biologická fakulta



Iniciální stádia sukcese na odlišných substrátech

Bakalářská práce

Anna Vlachovská
2004

vedoucí práce: Prof. RNDr. Karel Prach, CSc.

Vlachovská, A. (2004): Iničiální stádia sukcese na odlišných substrátech. [Initial stages of succession on different substrates. Bc. Thesis, in Czech] – 41 p., Faculty of Biological Sciences, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Initial stages of succession on different substrates were studied in the Czech Republic. Three different substrates (sand, peat and spoil from coal mining) were transported to abandoned fields. Two other substrates were studied – local arable soil sterilised by heat and local substrate without sterilisation as a control. Experimental plots from these five substrates were established in two localities. Plots were left to spontaneous succession and vegetation was observed during two seasons. Influence of locality and quality of substrate on the rate of succession and species composition was studied.

It was found that the influence of the substrate on the rate of succession and species composition was significant. However, the influence of locality on the rate of succession was not significant.

Tato práce byla financována grantem GAČR 206/02/0617.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pouze s použitím uvedené literatury.

V Groningenu dne 10. května 2004

.....*Anna Vlachovská*.....

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému školiteli, Karlu Prachovi, za neustálé povzbuzování, za pročtení této práce, rady a připomínky k její úpravě. Svému tatínkovi a mamince za pomoc v terénu i u počítače a Martinu Kresáčovi za poskytnutá data o klimatu. Dále bych chtěla poděkovat Ivě Vaničkové, která se zasloužila o odevzdání této práce včas a v pořádku. Závěrem děkuji všem, kteří pro mě měli v průběhu sepisování práce hřejivá slova a pochopení.

Obsah

1. Úvod	1
2. Metodika	4
2.1 Popis lokalit	4
2.2 Uspořádání pokusu.....	5
2.3 Sběr dat	5
2.4 Statistické zpracování dat	6
2.4.1 Rychlost sukcese	6
2.4.2 Míra nepříznivosti substrátu.....	7
2.4.3 Druhové složení experimentálních ploch	7
3. Výsledky	8
3.1 Rychlost sukcesních změn	8
3.2 Nepříznivost substrátu.....	11
3.3 Druhové složení	13
4. Diskuse	19
4.1 Rychlost sukcese a příznivost substrátů	19
4.2 Druhové složení.....	20
5. Závěr	23
6. Seznam použité literatury	24
7. Použitý software	25
8. Přílohy	26

1. Úvod

Jedním z nejvíce studovaných a zároveň nejvíce diskutovaných ekologických témat posledního století je bezesporu sukcese. Už jen samotný termín sukcese je různě definován. Jedna z možných definic říká, že sukcese je časová směna druhů a jejich společenstev (GLENN-LEWIN *et al.* 1992).

Velkému množství pohledů odpovídá i řada modelů sukcese. Například EGLER (1954) říká, že k faktické směně druhů nedochází. Všechny druhy dorazily na dané stanoviště na začátku procesu, ale vyvíjejí se různou rychlostí. Proto dominují jiným stádiím sukcese.

CONNELL a SLATYER (1977) rozlišují tři modely sukcese založené na interakci druhů:

Usnadňovací model zahrnuje představu o tom, že druhy raných sukcesních stádií připravují půdu pro následné druhy úpravou abiotických podmínek.

Toleranční model říká, že směna druhů je dána pouze jejich rozdílnými charakteristikami. Druhy neusnadňují růst dalších druhů ani mu nebrání. Ve společenstvu se pak uplatňují druhy, které využívají různé zdroje nebo jsou uzpůsobeny na rozdílné hladiny stejných zdrojů.

Třetím modelem Connella a Slatyera je *model inhibiční*, který popisuje situaci, kdy druhy časnějších stádií obsadí prostor a zabraňují uchycení dalších druhů (stín, hromadění opadu aj.). Směna druhů je umožněna, pokud dojde k disturbanci a uvolní se tak prostor pro jiné druhy, nebo pokud jedinci dominantního druhu odumřou následkem stáří či nějaké choroby.

PEET (1992) rozlišuje dva modely sukcese. Prvním je *gradient-in-time model*, podle kterého lze distribuci druhů v čase vysvětlit pomocí jejich fyziologických znaků a životní historie (*life history*).

Druhým modelem je *competitive-sorting model*. Podle něj společenstvo začíná náhodným a těžko předpověditelným nahromaděním druhů, během vývoje společenstva narůstá kompetice a distribuce jednotlivých druhů je poté omezena prostředím, pro které jsou tyto druhy nejlépe adaptovány. Předpověditelnost druhového složení roste s časem.

GRIME (2001) popisuje změny ve společenstvu během sukcese podle životních strategií, které dominují v jednotlivých stádiích vývoje. V produktivním prostředí

očekává nástup ruderálních druhů, adaptovaných na disturbance, které jsou nahrazeny druhy se silnými konkurenčními vlastnostmi, a v konečných stádiích předpokládá převahu C-S strategií, tedy druhů, které kromě schopnosti konkurovat snášejí působení stresu.

V neproduktivním prostředí opět nastupují jako první ruderální druhy, ty jsou nahrazeny R-S strategií a nakonec S - strategií, tedy druhy adaptovanými na stresové podmínky.

Dříve obecně uznávané dělení sukcese na primární a sekundární sukcesí podle vegetační historie substrátu je dnes stále více považováno za nepřesné. Například VAN ANDEL *et al.* (1993) říkají, že toto rozdělení nám nepomůže porozumět mechanismům sukcese. Rozdíl mezi primární a sekundární sukcesí závisí na interpretaci toho, co se mohlo stát v minulosti. Mechanismy sukcese jsou více závislé na iniciálních podmínkách stanoviště.

Toto potvrzuje např. studie GLEESONA a TILMANA (1990). Průběh sekundární sukcese na živinami chudém substrátu může připomínat primární sukcesí, která začíná na substrátu živinami bohatém, více než sekundární sukcesí na úživném substrátu. Během sekundární sukcese na živinami bohatém substrátu hraje hlavní roli kompetice o světlo, zatímco v sukcesních stádiích sekundární sukcese na chudém substrátu převažuje kompetice o živiny.

Také PRACH *et al.* (2001) ve své studii stanovišť narušených lidskou činností spíše než primární a sekundární sukcesí rozlišují sukcesí jdoucí „ruderálním“ směrem od sukcese, která se vyvíjí odlišně s malým nebo žádným zastoupením ruderálních druhů v počátečních stádiích.

Na samotný průběh sukcese daného stanoviště má vliv mnoho faktorů, mezi něž patří abiotické podmínky prostředí, konkurence mezi druhy či zásoba životaschopných diaspor v půdě. (GLENN-LEWIN *et al.* 1992).

Z abiotických faktorů ovlivňuje sukcesí klima, dané hlavně teplotou a dostupností vody, a substrát, charakterizovaný dostupností živin, hladinou pH a také svojí strukturou. Přítomnost diaspor v půdě je dána především předcházejícím vývojem stanoviště, přítomností zdrojů diaspor v okolí a intenzitou faktorů, které umožňují jejich transport (WALKER & DEL MORAL 2003).

Moje bakalářská práce je součástí projektu, během kterého se snažíme odlišit od sebe a vzájemně porovnat vliv stanoviště a vliv kvality substrátu na průběh sukcese. K tomuto účelu byly tři rozdílné substráty (písek, rašelina, výsypková zemina) převezeny ze svého původního stanoviště na dvě klimaticky odlišné lokality. Na těchto lokalitách byly na jaře 2002 založeny experimentální plochy a ponechány spontánní sukcesí. Spolu s převezenými substráty byla porovnávána ornice dané lokality sterilizovaná parou a místní ornice bez sterilizace jako kontrola.

elena kovářová
do 10.10.2002

Na původních stanovištích pískovny a rašeliniště byly založeny referenční plochy, na mosteckých výsypkách nebylo založení referenčních ploch povoleno.

Podobný experiment nebyl zatím nikdy založen, pouze SALONEN & SETÄLÄ (1992) převáželi rašelinu mezi dvěma rašeliništi a porovnávali sukcesí na této přivezené rašelině s původním substrátem. V jejich studii byl vliv stanoviště větší než vliv kvality substrátu.

Při své bakalářské práci jsem sledovala vývoj iniciálních stádií sukcese pěti různých substrátů na dvou klimaticky odlišných lokalitách. Stanovila jsem si tento cíl:

- Pokusit se kvantifikovat míru vlivu kvality substrátu a lokality na rychlost sukcese a druhové složení iniciálních stádií.

2. Metodika

2.1 Popis lokalit

Sukcesní změny vegetace pěti rozdílných substrátů byly sledovány na dvou klimaticky odlišných lokalitách (viz mapy v **příloze 1-3**). Jedna série experimentálních ploch byla založena v blízkosti obce Vroutek u Podbořan, v sušší a teplejší oblasti severozápadních Čech (dlouhodobý průměr ročních srážek 437 mm, klimatická stanice Kryry; dlouhodobá průměrná teplota 8,4°C, klimatická stanice Blšany – údaje z let 1988 – 2000). Druhá série byla založena na Českomoravské vysočině u obce Benešov nad Lipou (dlouhodobý průměr ročních srážek 759 mm, dlouhodobá průměrná teplota 6,7°C – údaje z let 1961 – 1990, klimatická stanice Černovice). Údaje o průměrných teplotách a o ročních srážkách z let 2001- 2003 jsou shrnuty v **tabulce 1**.

Plochy byly založeny na okraji pole, těsné okolí ploch bylo opuštěno na jaře 2002, kdy byl založen experiment. Zbylá část pole byla během pokusu stále zemědělsky využívána.

	Benešov nad Lipou		Vroutek u Podbořan	
	roční srážky**	průměrná teplota*	roční srážky*	průměrná teplota*
2001	911,6 mm	7,6°C	494,5 mm	8,6°C
2002	1095,7 mm	8,7°C	681,2 mm	9,2°C
2003	528,2 mm	7,5°C	268,5 mm	8,7°C
průměr 2001-2003	845,2 mm	7,9°C	481,4 mm	8,8°C

Tab. 1 Srážky a průměrné teploty na sledovaných lokalitách v letech 2001 – 2003. Rok 2002 byl extrémně vlhký, zatímco rok 2003 byl velmi suchý.

*Sít' stanic Českého hydrometeorologického ústavu (Blšany, Kryry, Černovice, průměrná teplota v roce 2003 pro lokalitu Vroutek je ze stanice Počátky)

**Soukromá klimatologická stanice RNDr. Miroslava Šrůtka

2.2 Uspořádání pokusu

Při své práci jsem se zaměřila na tyto substráty:

1. Rašelina z těženého rašeliniště Hrdlořezy v jižní části Třeboňské pánve
2. Písek z pískovny Halámky v jižní části Třeboňské pánve
3. Výsypková zemina po těžbě hnědého uhlí v oblasti Mostecka
4. Ornice, která byla vzata z každé lokality a byla sterilizována parou tak, aby neobsahovala žádné živé rozmnožovací částice
5. Kontrolní plocha, tedy místní nepropařená ornice, která byla do roku 2001 zemědělsky využívána.

Všechny substráty mimo kontroly by měly být před založením ploch bez diaspor.

Na obou lokalitách bylo v dubnu 2002 založeno 25 experimentálních ploch, vždy pět opakování pro každý substrát. Plochy byly uspořádány do latinského čtverce. Každá plocha měla rozměry 1,5 x 1,5 m. Velikost ploch byla zvolena tak, aby celý pokus byl finančně únosný a technicky proveditelný.

V oblasti každé plochy byla vykopána místní ornice do hloubky 30 cm a byla nahrazena přivezeným substrátem. Substrát (mimo kontrolních ploch) byl od okolí izolován fólií, a to jak po stranách, tak i na dně. Jak se však během pozorování ukázalo, tato izolace nebyla úplná a některé druhy ji byly schopny překonat svými vegetativními orgány (*Elytrigia repens*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*). Tyto druhy byly spolu s dalšími, které přecházely hranice ploch po povrchu, plety na všech substrátech kromě kontrolních ploch. Ponechány byly pouze semenáčky těchto druhů.

Vzdálenost mezi plochami v každém sloupci byla 1 m a mezi jednotlivými sloupci 3 m. Prostor mezi plochami byl jedenkrát ročně sekán.

2.3 Sběr dat

Pro zaznamenání změn vegetačního krytu jsem na každé ploše počítala jedince jednotlivých druhů v centrálním čtverci o velikosti 1 x 1 metr. Centrální čtverec jsem rozdělila rámem z kovových prutů na sto čtverečků o velikosti 100 cm². Pro každý

čtvereček jsem zvlášť zaznamenávala počet živých kořenujících jedinců nebo výhonů každého přítomného druhu. Suché rostliny nebyly počítány.

Počítání jsem prováděla v letech 2002 a 2003, a to vždy čtyřikrát během vegetační sezóny (květen, resp. červen, červenec, srpen, září) a jedenkrát v listopadu pro zachycení podzimních semenáčků.

Nomenklatura druhů byla sjednocena podle Klíče ke květeně České republiky (KUBÁT *et al.* 2002).

2.4 Statistické zpracování dat

Počty jednotlivých druhů byly zaneseny do počítačového programu Herba, který umožňuje zaznamenání dat v tom designu, v jakém byla sebrána, jejich částečné zpracování a tisk ve formátu, který lze použít v dalších počítačových programech. Program Herba byl podle potřeb experimentu sestaven mým otcem, Mgr. Karlem Vlachovským.

Pro práci s programy CANOCO for Windows ver. 4.52, Microsoft ^{EXCEL} Exel 2002 a SPSS for Windows ver. 11.0 jsem sečetla počty všech jedinců (výhonů) každého druhu z celé experimentální plochy.

2.4.1 Rychlost sukcese

Rychlost sukcese jsem se pokusila vyjádřit pomocí změny počtu jedinců rostoucích na jednotlivých plochách v prvním a druhém roce sčítání. Protože každý druh má vegetační maximum v jinou dobu, pro každý druh jsem v rámci jedné plochy použila nejvyšší zaznamenanou hodnotu daného roku. Tyto maximální počty jedinců všech druhů jsem pro každou plochu sečetla. Pro oba dva roky jsem tedy získala pět hodnot k jednotlivým substrátům, z každé plochy daného substrátu jednu. Pro všechny provedené testy byly použity tyto hodnoty.

Pouze pro test vlivu lokality jsem mohla použít analýzu variance (ANOVA), při ostatních testech nebyla pomocí Levenova testu prokázána homogenita variancí, proto jsem vliv druhu substrátu a vliv času testovala Kruskal – Wallisovým testem, který je neparametrickou obdobou analýzy variance (SOKAL & ROHLF 1981).

Dále jsem graficky znázornila vývoj počtu druhů na jednotlivých substrátech obou lokalit mezi prvním a druhým rokem experimentu. Pro tyto grafy jsem použila počty všech druhů, které byly zaznamenány na každé sledované ploše v prvním a v druhém roce experimentu.

Testy jsem provedla pomocí programu SPSS for Windows ver. 11.0.

2.4.2 Míra nepříznivosti substrátu

Pro porovnání příznivosti jednotlivých substrátů jsem sečetla všechny jedince všech druhů rostoucí na pěti plochách daného substrátu jedné lokality během každého sčítání. Počet jedinců rostoucích v daném čase na dané lokalitě na kontrolních plochách jsem považovala za roven jedné a počet rostlin na ostatních plochách jsem přepočítala k tomuto údaji. Pro grafické znázornění jsem použila program Microsoft Excel 2002.

Pro představu o počtu a rozmístění rostlin na jednotlivých substrátech jsem vybrala záznamy ze sčítání během července 2002 a 2003. Vybrala jsem plochy všech substrátů v prvním sloupci experimentálního designu, sečetla jsem přítomné jedince pro každý čtvereček 10 x 10 cm zvlášť a graficky jsem vynesla rozmístění jedinců v rámci plochy pomocí programu Compaq Array Viewer (DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION 1999). Grafy jsem upravila pomocí programů CorelDRAW ver.12.0 a Microsoft Photo Editor 3.0.2.3.

2.4.3 Druhové složení experimentálních ploch

Pro analýzy dat o druhovém složení sledovaných ploch jsem použila program CANOCO for Windows ver. 4.52, grafy jsem vykreslila pomocí programu CanoDraw for Windows ver. 4.12 (TER BRAAK & ŠMILAUER 2002). Pro analýzy jsem použila údaje o počtu jedinců na jednotlivých plochách z každého sčítání.

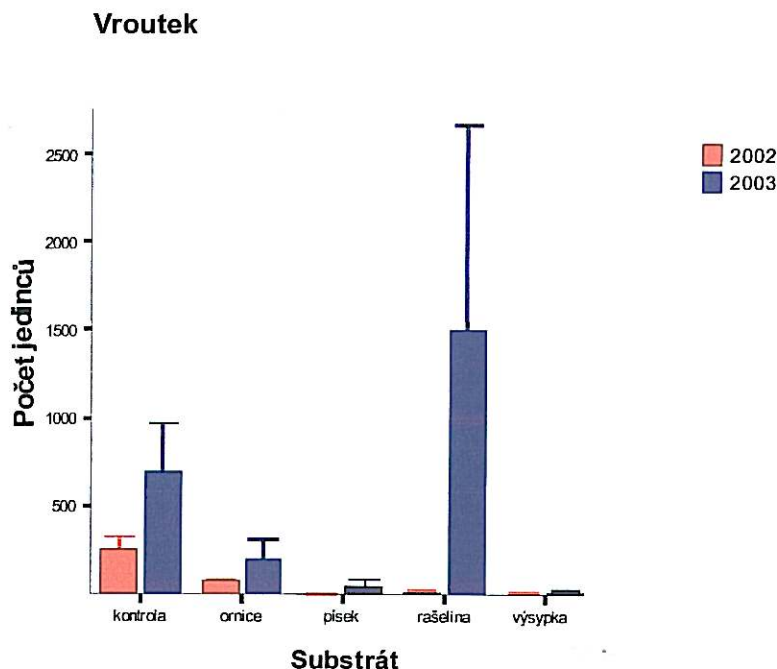
Pro vyhodnocení dat jsem použila přímou lineární mnohorozměrnou metodu RDA (Redundancy Analysis) a nepřímou gradientovou analýzu (DCA – Detrended Correspondence Analysis).

3. Výsledky

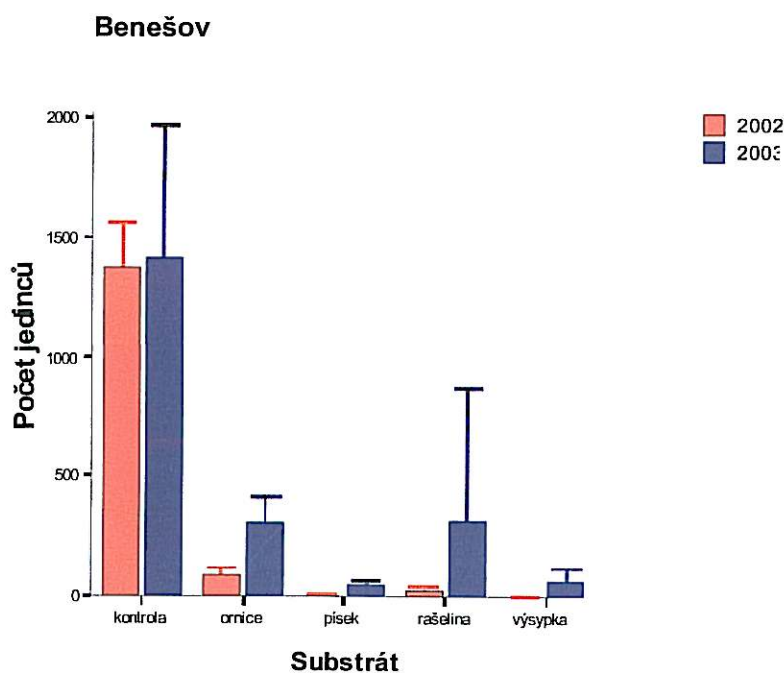
3.1 Rychlost sukcesních změn

Mezi lety 2002 a 2003 došlo k výraznému nárůstu počtu jedinců zastoupených na studovaných plochách. Počet jedinců vzrostl na obou lokalitách na všech pěti studovaných substrátech. Vliv času a vliv druhu substrátu se mi podařilo statisticky prokázat (Kruskal-Wallisův test pro vliv času: $\chi^2 = 7,84$; $p = 0,005$; pro vliv substrátu: $\chi^2 = 59,2$; $p < 0,001$), vliv lokality na počet jedinců statisticky průkazný není ($F = 0,578$; $p = 0,449$). mikroba?

Nárůst počtu jedinců na jednotlivých substrátech během let 2002 - 2003 ukazuje **Obr. 1** (Vroutek) a **Obr. 2** (Benešov). Z grafů je patrný prudký vzestup počtu rostlin na rašelině, zatímco plochy s pískem a výsypkovou zeminou zůstávají i po druhém roce od založení pokusu téměř bez vegetace.



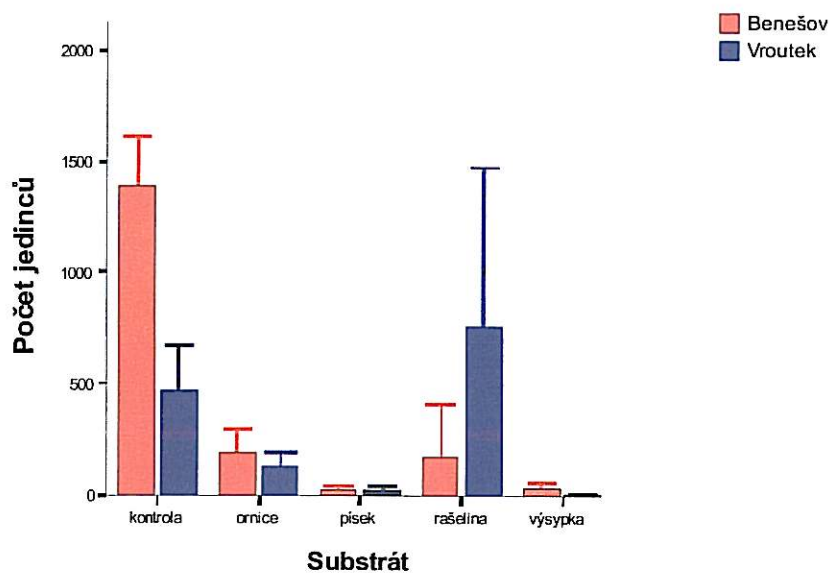
Obr. 1 Nárůst počtu jedinců všech druhů na jednotlivých substrátech mezi lety 2002 a 2003 ve Vroutku. Znáznorněny jsou průměr a 95 % konfidenční interval (stejně i u všech následujících grafů).



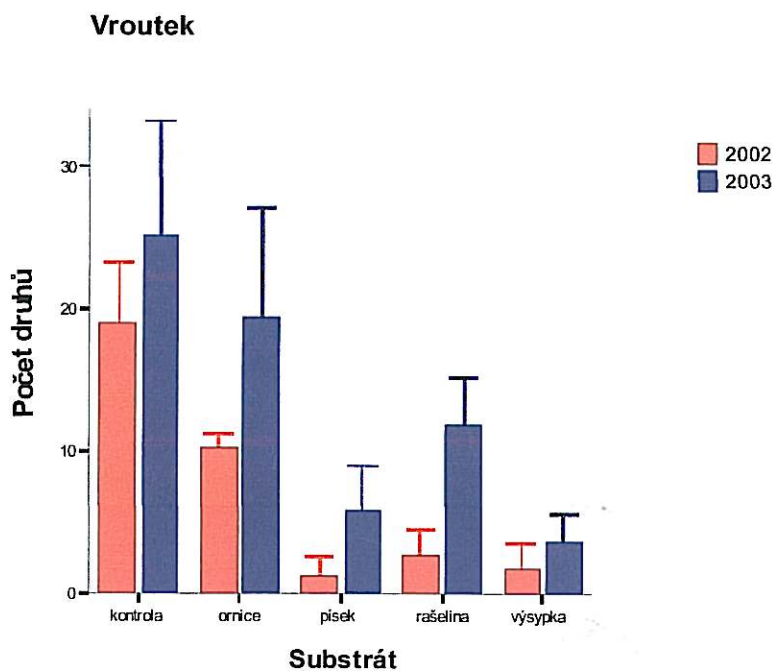
Obr. 2 Nárůst počtu jedinců všech druhů na jednotlivých substrátech mezi lety 2002 a 2003 v Benešově.

Obr. 3 ukazuje rozdíly v počtu rostlin jednotlivých substrátů mezi lokalitami. Mimo kontrolních ploch není statisticky průkazný rozdíl mezi oběma lokalitami. Přesto je vegetace mírně bohatší v Benešově. Pouze rašelina se tomuto trendu vymyká, avšak mezi daty z těchto ploch je velká variabilita.

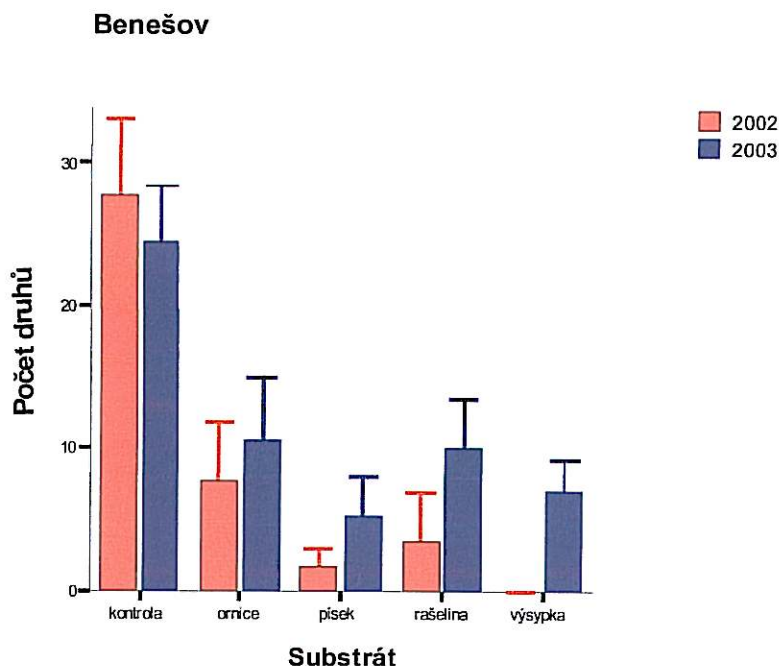
Grafy na **Obr. 4** (Vroutek) a **Obr. 5** (Benešov) ilustrují nárůst počtu druhů jednotlivých substrátů mezi roky 2002 a 2003. Patrný je hlavně rozdíl druhové bohatosti mezi propařenou ornici ve Vroutku a v Benešově. Na výsypkové zemině v Benešově nebyla během roku 2002 zaznamenána žádná rostlina, v roce 2003 jsem na těchto plochách zaznamenala větší počet jedinců i druhů než na stejném substrátu ve Vroutku. Ostatní substráty se svojí druhovou bohatostí mezi lokalitami příliš neliší.



Obr. 3 Porovnání počtu rostlin mezi lokalitami Vroutek u Podbořan a Benešov nad Lipou. Vliv lokality není statisticky průkazný ($F = 0,578$; $p = 0,449$).



Obr. 4 Počet druhů zaznamenaný na jednotlivých substrátech ve Vroutku v roce 2002 a v roce 2003.



Obr. 5 Počet druhů zaznamenaný na jednotlivých substrátech v Benešově v roce 2002 a v roce 2003.

3.2 Nepříznivost substrátu

Příznivost, resp. nepříznivost substrátů jsem se pokusila vyjádřit porovnáním s kontrolními plochami. Pro každý časový bod, ve kterém proběhlo sčítání rostlin, jsem sečetla data pěti ploch stejného substrátu na lokalitě a počty jedinců jsem porovnála s počtem jedinců na kontrolních plochách (ten jsem považovala za roven jedné).

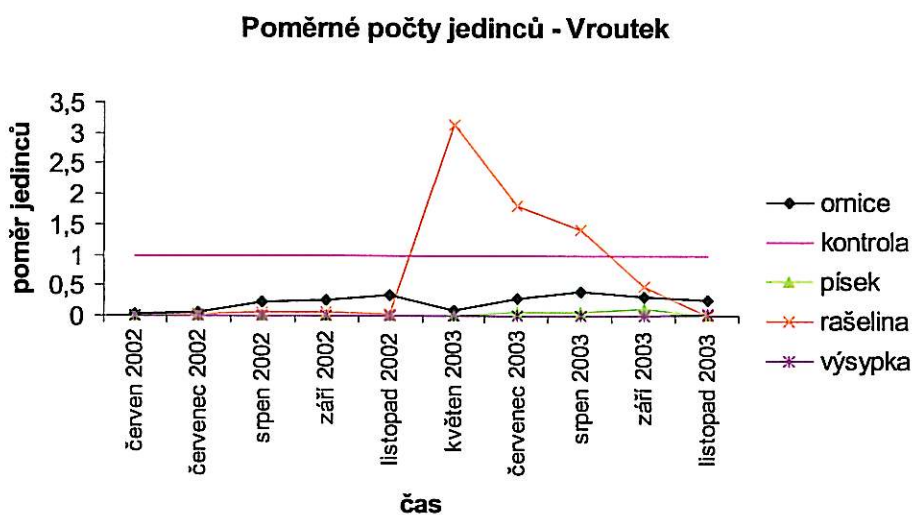
Graf na **Obr. 6** ukazuje situaci ve Vroutku, **Obr. 7** v Benešově. Pro obě lokality je porovnání substrátů podobné. Jako nejméně příznivý se jeví písek s výsypkovou zeminou, kde počty rostlin ztěžili dosahovali několika málo procent počtu rostlin na kontrolních plochách. Většina dat se pohybuje mezi 0 – 2 %.

Počty jedinců na propařené ornici začaly růst již od července a srpna 2002, kdy vyklíčila první semena, která přimigrovala na tyto plochy. S výjimkou značného útlumu na

jaře 2003 se počty rostlin pohybovaly kolem poloviny počtu rostlin na kontrolních plochách.

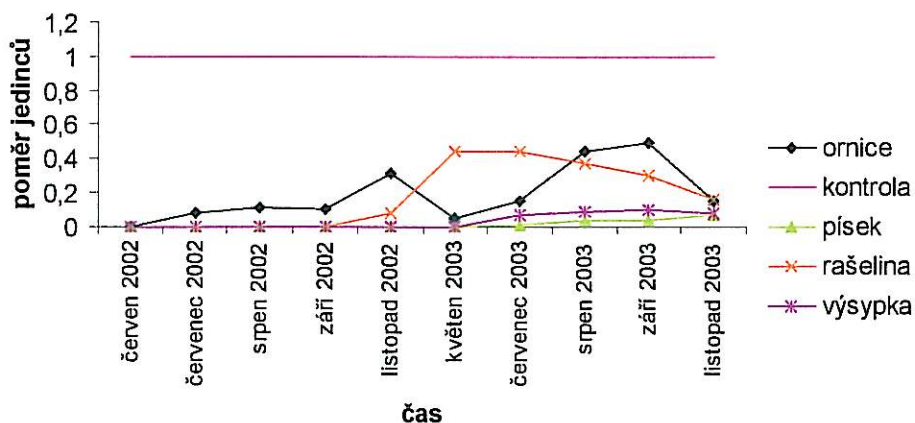
Plochy s rašelinou naopak zaznamenaly během jara 2003 prudký vzestup, když vyklíčilo velké množství semen rodu *Persicaria*. Tyto semenáčky hustě pokrývaly většinu plochy, postupně odumíraly a jejich počet klesal. Pokles byl velmi prudký ve Vroutku, kde jsem v květnu 2003 zaznamenala více než 7 000 semenáčků, v červenci rostlo na těchto plochách méně než 4 000 jedinců a do září jejich počet klesl na 580. V listopadu jsem zaznamenala pouhých 7 živých rostlin. Květnová hodnota více než třikrát převýšila počet rostlin na kontrolních plochách.

V tabulkách 4.1 - 4.5 (viz příloha) jsou vyneseny jednotlivé druhy a jejich úhrnný počet na jednotlivých substrátech obou lokalit během každého sčítání. Z těchto tabulek je patrná dynamika jednotlivých druhů a jejich podíl na počtu zaznamenaných rostlin jednotlivých substrátů.



Obr. 6 Porovnání počtu rostlin na jednotlivých substrátech ve Vroutku u Podbořan. Počty rostlin jsou relativizovány vzhledem k počtu jedinců na kontrolních plochách.

Poměrné počty jedinců - Benešov



Obr. 7 Porovnání počtu rostlin na jednotlivých substrátech v Benešově nad Lipou. Počty jedinců jsou vztaženy k počtu rostlin na kontrolních plochách.

Pro lepší představu o hustotě a rozmístění rostlin na jednotlivých plochách jsem vybrala data ze sčítání v červenci roku 2002 a 2003 a vynesla jsem rozmístění jedinců na plochách jednotlivých substrátů v prvním sloupci latinského čtverce. Červenec jsem vybrala proto, že odpovídá době, kdy je vegetace experimentálních ploch v maximu. Grafy jsou součástí přílohy (**Obr. 6.1** a **Obr. 6.2**). Z grafů není patrný žádný jasný trend rozmístění rostlin, což odpovídá skutečnosti, že semena z okolí mohou na plochy vzhledem k jejich velikosti (1 m²) dopadat rovnoměrně.

3.3 Druhové složení

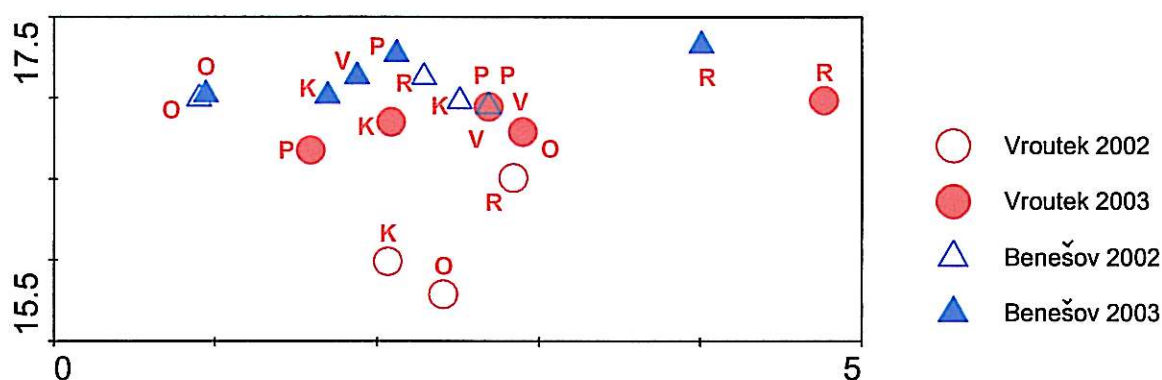
Pro znázornění podobnosti vegetačního pokryvu ploch jsem použila nepřímou gradientovou analýzu (DCA), vynesla jsem v ní jednotlivé substráty v prvním a druhém roce sčítání (**Obr. 8**).

Z grafu je patrná velká podobnost ploch s pískem na obou lokalitách a výsypkovou zemínou ve Vroutku v roce 2002. Na všech těchto plochách bylo zachyceno jen velmi malé množství většinou ruderalních rostlin. Zatímco plochy s pískem se během sledované

doby vyvíjely na každé lokalitě jiným směrem, výsypková zemina ve Vrutku výraznou změnou neprošla. Výsypková zemina v Benešově se v roce 2003 od stejných ploch ve Vrutku velmi lišila. Bylo na ní zaznamenáno mnohem více rostlin, převážně rodu *Taraxacum* a druhu *Tripleurospermum inodorum*. Pro rok 2002 není v grafu (Obr. 8) plocha s výsypkovou zeminou v Benešově zanesená, protože jsem ani na jedné z těchto ploch v roce 2002 nezachytila žádnou rostlinu.

Plochy s propařenou ornici v Benešově zůstaly po oba roky téměř beze změny. Po náletu a klíčení jedinců rodu *Taraxacum* na jaře 2002 tyto rostliny obsadily všechny plochy, vytvořily na nich souvislý porost a v něm rostlo jen velmi málo jedinců jiných druhů. I mezi semenáčky v podrostu převazovaly malé rostlinky rodu *Taraxacum*.

V pravé části grafu se nacházejí plochy s rašelinou v roce 2003. Ty jsou vzdáleny ostatním plochám díky svému odlišnému vývoji, který vedl k hustému porostu jedinců druhů *Persicaria hydropiper* a *Persicaria lapathifolia*. V Benešově jsem zachytila na těchto plochách méně jedinců. Převažoval zde druh *P. hydropiper*, dále mnoho rostlin rodu *Viola arvensis* a na podzim také *Rumex acetosella*. Ve Vrutku byly ve velkém množství přítomné oba druhy rodu *Persicaria*, kromě nich jsem zaznamenala na plochách s rašelinou větší množství rostlin druhů *Apera spica-venti* a *Bromus hordeaceus*.



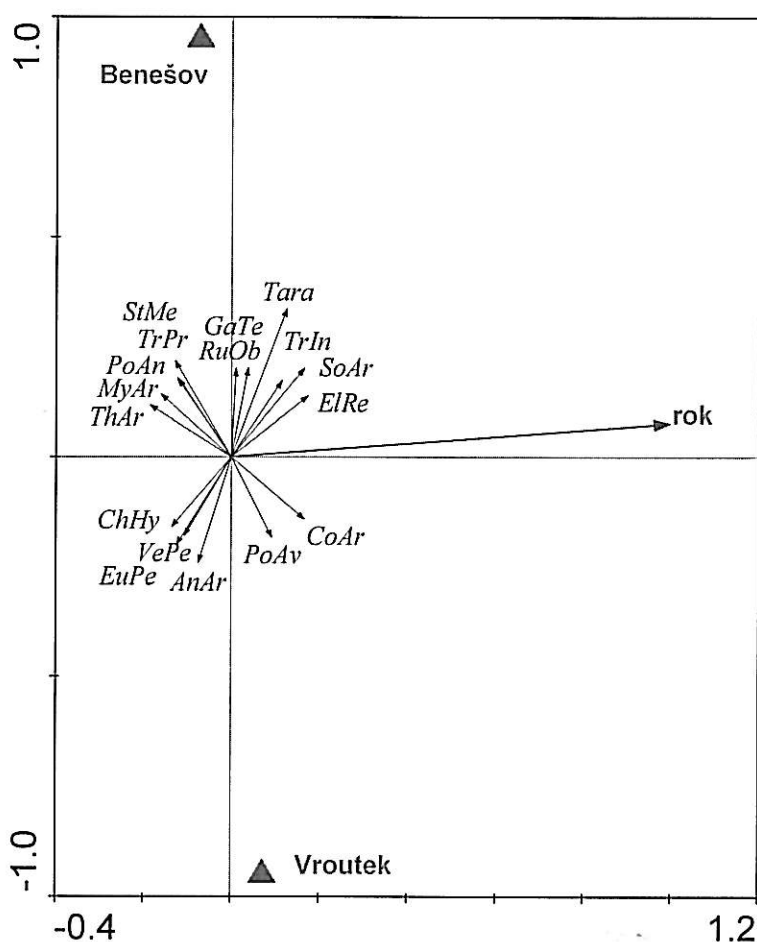
Obr. 8 DCA vegetace jednotlivých substrátů obou lokalit v roce 2002 a 2003

Použité zkratky: K – kontrola; O – propařená ornice; P – písek; R – rašelina;

V – výsypková zemina

Srovnání druhového složení obou lokalit je znázorněno na **Obr. 9**. Použila jsem přímou gradientovou analýzu (RDA), příslušnost k substrátu byla použita jako kovariáty. První dvě osy vysvětlily pouze 3,4 % druhové variability. Test byl statisticky průkazný ($p = 0,001$ - Monte-Carlo permutační test pro 999 opakování – stejně jako u všech následujících testů) na všech kanonických osách.

Přes malé procento vysvětlené variability je patrná korelace druhů *Myosotis arvensis*, *Poa annua*, *Rumex obtusifolius*, *Stellaria media* nebo *Taraxacum sp.* k lokalitě Benešov nad Lipou, zatímco ve Vroutku u Podbořan je větší zastoupení druhů *Anagallis arvensis*, *Polygonum aviculare* či *Veronica persica*.



Obr. 9 RDA druhů na obou studovaných lokalitách. Příslušnost k substrátu byla použita jako kovariáty. Vyneseny jsou druhy, pro které analýza vysvětlila alespoň 4 % variability. Zkratky druhových jmen jsou vysvětleny v příloze 5.

Ke zhodnocení vlivu substrátu spolu s časem na druhové složení jsem použila analýzu RDA. Pro lokalitu Vroutek první dvě kanonické osy vysvětlily 12,9 % druhové variability. Výsledek Monte-Carlo permutačního testu ukázal vysokou statistickou průkaznost testu ($p = 0,001$).

Většina druhů je pozitivně korelována s kontrolními plochami, pouze druh *Persicaria hydropiper* je silně pozitivně korelován s rašelinnými plochami a jeho zastoupení zároveň prudce roste s časem. Plochy s pískem, propařenou ornici a výsypkovou zeminou jsou si velmi podobné.

Pro lokalitu Benešov první dvě kanonické osy vysvětlily 32 % druhové variability, jejich vliv je signifikantní ($p = 0,001$). Většina druhů, stejně jako ve Vroutku, je korelována s kontrolními plochami, pouze rod *Taraxacum* je korelován s ornici a s časem. To odpovídá skutečnosti, že na plochách s propařenou ornici v Benešově rod *Taraxacum* během uplynulých dvou let vytvořil souvislý porost.

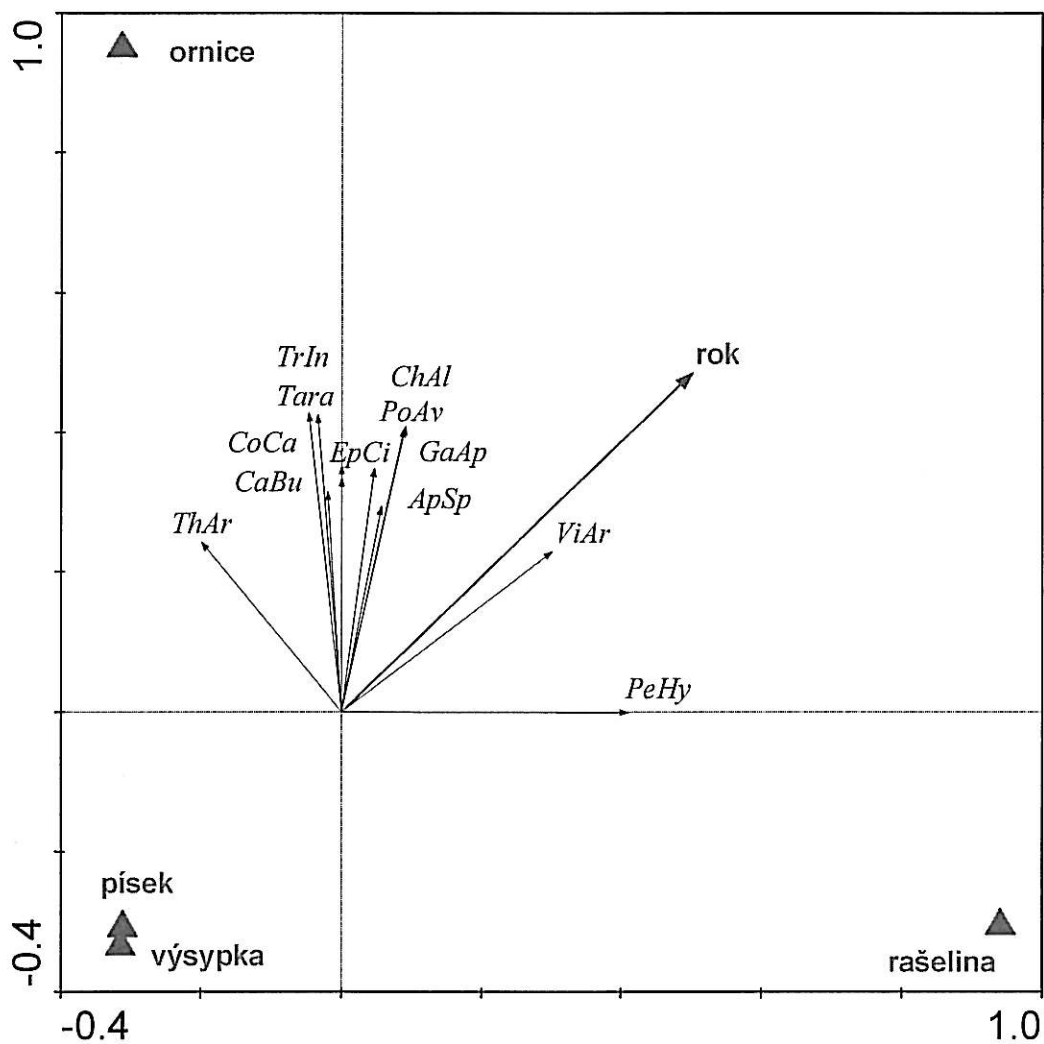
Výsypková zemina, písek a rašelina tvoří společnou skupinu, která se odlišuje od kontrolních ploch a propařené ornice.

Protože oba grafy nebyly příliš ilustrativní, nejsou v této práci prezentovány. Ukázaly pouze druhy, které jsou typické pro kontrolní plochy. Tyto druhy odpovídají druhům znázorněným v grafu na **Obr. 9**.

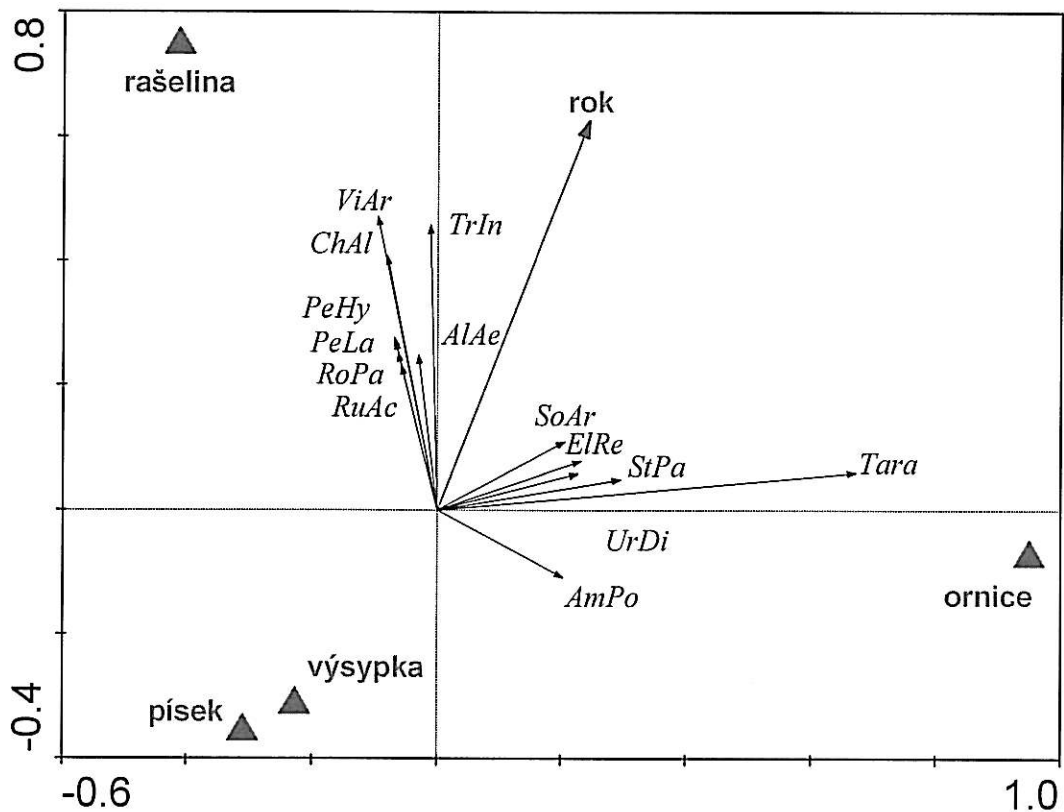
Pro odlišení druhového složení ploch s menším vegetačním pokryvem jsem analýzy pro obě lokality zopakovala, vyřadila jsem z nich ale kontrolní plochy. Druhové složení ve Vroutku zachycuje **Obr.10**; první dvě osy vysvětlily 11,5 % druhové variability ($p = 0,001$); situaci v Benešově **Obr. 11** (první dvě osy vysvětlily 18 % variability, $p = 0,001$).

Zatímco ve Vroutku odstranění kontrol dalo vyniknout druhovému bohatství ploch s propařenou ornici, kde rostou druhy jako je *Capsella bursa-pastoris*, *Conyza canadensis*, *Epilobium ciliatum*, *Taraxacum sp.* nebo *Tripleurospermum inodorum*, v Benešově kromě propařené ornice vynikla i větší druhová pestrost ploch s rašelinou. Tam, kromě druhů přítomných i ve Vroutku (*Persicaria hydropiper* a *P. lapathifolia*), hojně rostou i druhy *Chenopodium album*, *Rorippa palustris*, *Rumex acetosella*, *Tripleurospermum inodorum* či *Viola arvensis*.

Na obou lokalitách je relativně největší vzájemná podobnost ploch s pískem a výsypkovou zeminou, což je dáno hlavně chudou vegetací těchto substrátů. *Clau. d. RDA?*



Obr. 10 RDA druhového složení ploch mimo kontroly ve Vroutku. Vyneseny jsou druhy, jejichž variabilita byla vysvětlena aspoň z 8 %.



Obr. 11 RDA druhového složení ploch v Benešově. Kontrolní plochy nebyly do analýzy zahrnuty. Pro zobrazené druhy ordinační osy vysvětlily aspoň 5 % variability.

Výsledky přímé lineární metody RDA pro všechny provedené testy jsou shrnuty v **tabulce 2**.

	proměnné prostředí	% vysvětlené variability	
		1. kanonická osa	1.+2. kanonická osa
Vroutek	substráty + čas	10,5	12,9
	substráty bez kontroly + čas	11,4	11,5
Benešov	substráty + čas	28,8	32
	substráty bez kontroly + čas	12,9	18
Obě lokality	lokalita + čas	-2	3,4

Tab. 2 Výsledky přímé lineární analýzy (RDA). Pro test vlivu času a lokality na druhové složení byla příslušnost k substrátu použita jako kovariáty.

4. Diskuse

4.1 Rychlost sukcese a příznivost substrátů

Studium sukcese vyžaduje dlouhodobé pozorování vývoje trvalých ploch nebo porovnávání různě starých ploch, o kterých předpokládáme, že na sebe sukcesně navazují (GLENN-LEWIN *et al.* 1992). Přesto již první léta jsou velmi důležitá pro vývoj vegetace. Podle některých autorů (EGLER 1954, PEET & CHRISTENSEN 1980) většina druhů pozdějších sukcesních stádií může být přítomna již v iniciálních stádiích a následná sukcese je dána odlišnými životními strategiemi již přítomných rostlin, tedy hlavně rychlostí reprodukce, klíčení a růstu. Druhovému složení iniciálních sukcesních stádií může zásadně ovlivnit i ecesi dalších druhů (WALKER & DEL MORAL 2003). V raných stádiích sukcese dochází k rychlejší změně dominantních druhů než v pozdějších stádiích, protože dominanty tvoří hlavně R-stratégové s rychlým životním cyklem (GRIME 2001).

Dvě sezóny, během kterých jsem pozorovala experimentální plochy, znamenaly úplný začátek sukcese na čtyřech rozdílných substrátech. Bylo důležité časté opakování sběru dat, aby se zachytily všechny rostliny přítomné na jednotlivých plochách, protože ke směně dominant může dojít i během jedné sezóny, jak bylo pro ruderalní stanoviště dokumentováno např. v práci BORNKAMMA (1981).

Pro vývoj vegetace na disturbovaných nebo nově vytvořených stanovištích je důležitý substrát, klima, zdroje diaspor v okolí a také přítomnost faktorů, které umožňují jejich přenos (GLENN-LEWIN *et al.* 1992). Různí autoři upřednostňují různé faktory. Otázkou stále zůstává, které faktory rychlost a směr sukcese určují více.

Během sukcese dochází k vzrůstu počtu jedinců (MCNAUGHTON & WOLF 1973). Podle některých autorů je se sukcesním věkem pozitivně korelovaný i počet druhů (MCNAUGHTON & WOLF 1973), to však není pravidlem (OSBORNOVÁ *et al.* 1990). Proto jsem pro statistické porovnání rychlosti sukcese na experimentálních plochách použila pouze data o počtu rostlin. Rychlostí sukcese je zde míněna rychlost zarůstání substrátů.

Zatímco rozdíl v celkovém počtu jedinců i změně počtu jedinců během dvou pozorovaných sezón byl signifikantní mezi jednotlivými substráty, rozdíl mezi lokalitami se mi nepodařilo prokázat. Tento jev může být důsledkem dvou extrémních let, během

kterých experiment probíhal. Rok 2002 byl velmi vlhký, takže pro rostliny mohly být příznivější podmínky ve Vroutku. Naopak rok 2003 byl extrémně suchý, ve Vroutku bylo naměřeno pouze 268,5 mm srážek. V Benešově byla naměřená hodnota také hluboko pod dlouhodobým průměrem, ale přesto byla téměř dvojnásobně vyšší než ve Vroutku. Proto byly v roce 2003 pro rostliny zřejmě příznivější podmínky v Benešově. Protože tyto trendy šly proti sobě, mohly zapříčinit neprůkaznost lokality jako faktoru ovlivňujícího sukcese.

Největší nárůst počtu jedinců jsem zaznamenala na rašelině, kde v roce 2002 byl průměr maximálního počtu zaznamenaných jedinců roven čtrnácti, zatímco v roce 2003 dosáhl tento průměr hodnoty 910 jedinců na m². Nejvíce jedinců bylo druhu *Persicaria hydropiper* a druhu *Persicaria lapathifolia*. Je tedy jasné, že výsledky byly zásadně ovlivněny populační dynamikou jednoho, příp. dvou druhů, pro které je výskyt na rašelině typický.

Také na propařené ornici došlo k znatelnému nárůstu počtu rostlin. Oproti tomu písek s výsypkovou zeminou se jeví jako nejméně příznivé substráty, v roce 2002 na řadě těchto ploch nevyrostly žádné rostliny a v roce 2003 průměrný počet rostlin nepřekročil 40 jedinců na ploše. K nárůstu počtu rostlin došlo i na kontrolních plochách.

Zatímco ve Vroutku došlo k většímu nárůstu počtu rostlin na rašelině než v Benešově, výsypková zemina, ornice i kontrolní plochy zaznamenaly progresivnější vývoj v Benešově. Velký nárůst jedinců na rašelině ve Vroutku je dán tím, že jsem pro analýzu použila maximální počet jedinců každého druhu během roku, počítá tedy s velkým množstvím semenáčků, které vyrostly na plochách v květnu 2003 a nezahrnuje rychlý úbytek jedinců těchto druhů, ať už v důsledku velké hustoty nebo v důsledku sucha. Tento trend je naproti tomu dobře patrný z **Obr. 6**.

4.2 Druhové složení

Vzhledem k velikosti experimentálních ploch bylo jejich druhové složení do značné míry ovlivněno bezprostředním okolím, které tvořily polní plevely. Na kontrolních plochách se mezi léty 2002 a 2003 zvýšil podíl travin, především druhů *Elytrigia repens*, *Agrostis stolonifera*, *Apera spica-venti*, *Bromus sterilis* a *Phleum pratense*. Výskyt

ruderalní jednoleté trávy *Poa annua* klesal. V roce 2002 se ještě na kontrolních plochách v Benešově objevovaly obilniny, které byly v předchozím roce na poli pěstovány (*Avena sativa*, *Hordeum vulgare*), v roce 2003 téměř vymizely. Ve Vroutku, kde obdělávaná půda přímo hraničila s experimentálními plochami, se pěstovaný druh *Secale cereale* objevoval po oba roky.

Nástup travin byl zvlášť patrný v Benešově na úkor běžných druhů plevelů. V roce 2002 na kontrolních plochách hojně rostly *Fallopia convolvulus*, *Myosotis arvensis*, *Stellaria media*, *Thlaspi arvense*, *Veronica agrestis* nebo *Viola arvensis*, v roce 2003 bylo jejich zastoupení značně nižší. Tento trend odpovídá vývoji opuštěných polí, kde po první fázi se silným zastoupením ruderalních druhů začnou dominovat trávy (OSBORNOVÁ *et al.* 1990). Zároveň se zvyšoval podíl víceletých druhů (*Artemisia vulgaris*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Sonchus arvensis*, *Plantago major*, *Taraxacum sp.*, *Urtica dioica*). Tyto druhy spolu s travinami tvoří základ dalších sukcesních fází.

Největší rozdíl mezi oběma lokalitami byl zaznamenán na plochách s propařenou ornici. Ve Vroutku byly tyto plochy svým druhovým složením podobné kontrole, ale stále tu převládaly jednoleté druhy (*Atriplex patula*, *Fallopia convolvulus*, *Tripleurospermum inodorum*, *Veronica agrestis*, *Viola arvensis*). Z trvalek se objevily druhy jako *Plantago major*, *Taraxacum sp.* nebo *Geum urbanum*. Uchytila se tu i jedna dřevina, *Salix fragilis*.

V Benešově se vytvořil porost rodu *Taraxacum*. Mezi jedinci tohoto druhu rostlo jen několik málo zástupců jiných druhů, například ruderaly *Stellaria media* a *Tripleurospermum inodorum* nebo kompetičně silná *Urtica dioica* (GRIME 2001).

Na písku i po druhém roce od založení ploch mnoho jedinců nerostlo. Zatímco ve Vroutku bylo větší zastoupení jednoletých druhů *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-gallii*, *Persicaria lapathifolia* a také semenáček *Pinus sylvestris*, v Benešově zde rostla *Carex muricata*, *Rumex maritimus*, *R. obtusifolius*, *Tripleurospermum inodorum*, nebo *Tussilago farfara*, byly tu tedy více zastoupené vytrvalé druhy.

Výsypková zemina byla během prvního roku téměř bez vegetace, hlavním problémem bylo přežití rostlin. Tento substrát nebyl na začátku pokusu homogenní, tvořily ho bloky šedého jílu. Během deště se zemina rozmočila a vytvořila bláto a za sucha zase velmi rychle vyschla a rozpukala se. Většina zaznamenaných semenáček nepřežila do dalšího sčítání. Teprve během druhého roku se výsypková zemina začala svojí strukturou

podobat ostatním substrátům. Ve Vroutku byla její vegetace stále chudá, patrně kvůli velkému suchu, v Benešově ji začaly kolonizovat hlavně ruderální jednoleté druhy (*Euphorbia helioscopia*, *Tripleurospermum inodorum*) a trvalky jako *Plantago major*, *Sonchus arvensis* nebo *Taraxacum sp.*

Vývoj rašeliny byl velmi podobný na obou lokalitách. Kromě druhů *Persicaria hydropiper* a *P. lapathifolia* se objevily jednoleté druhy *Apera spica-venti*, *Bromus hordeaceus*, *Rorippa palustris* nebo *Viola arvensis* a vytrvalé druhy *Alopecurus aequalis* a *Cerastium holosteoides*.

Během prvních dvou let se na experimentálních plochách uchytily pouze dva druhy dřevin. Během roku 2003 vyklíčila na propařené ornici ve Vroutku *Salix fragilis*, na písku ve Vroutku se objevila *Pinus sylvestris*. Jeden semenáček vyrostl v roce 2002, nepřežil ale rozrytí plochy zvěří. Druhý semenáček se uchytil v roce 2003 a byl zaznamenán i v posledním sčítání v listopadu 2003. Oba dva druhy mají semena uzpůsobena k přenosu větrem. Semenáčky špatně přežívají v opadu a proto upřednostňují místa s odkrytým substrátem. Rod *Salix* se hojně uplatňuje v raných stádiích sukcese (GRIME 2001).

Pro porozumění směru a rychlosti sukcese na jednotlivých substrátech je nutné sledování experimentálních ploch i v dalších letech. Na kontrolních plochách bude zřejmě pokračovat nástup travin a jejich podíl se zvýší i na ostatních substrátech. Změna ve vegetačním pokryvu ploch s pískem a s výsypkovou zeminou během prvních dvou let experimentu mohla znamenat start progresivnějšího vývoje těchto substrátů. Mnohé může říci již následující rok. Pokud bude klimaticky normální, mohl by se výrazněji projevit vliv lokality na rychlost i směr sukcese.

5. Závěr

Během prvních dvou studovaných let se vegetace na jednotlivých substrátech od sebe značně odlišila. Vliv lokality na rychlost sukcese se mi nepodařilo prokázat, pro rychlost sukcese i pro druhové složení je zřejmě podstatnější kvalita substrátu. Výsledek studie mohl být ovlivněn velkým klimatickým rozdílem mezi léty 2002 a 2003.

Jako nejpříznivější substrát se kromě kontrolní zeminy jeví rašelina a propařená ornice, které měly již v druhém roce sukcese bohatý vegetační pokryv. Naproti tomu písek a výsypková zemina po těžbě hnědého uhlí poskytují méně příznivé podmínky pro vývoj a přežití rostlin a jejich kolonizace bude zřejmě trvat delší dobu.

Na kontrolních plochách a na propařené ornici byl patrný nástup travin a vytrvalých druhů, také písek začaly kolonizovat některé trvalky. Vegetace rašeliny a výsypkové zeminy je složena především z jednoletých druhů.

Rozdíl mezi lokalitami byl patrný hlavně na plochách s propařenou ornici a v druhém roce experimentu také na výsypkové zemině. Srovnání vývoje obou lokalit bude vyžadovat delší studii, během které by se mohl odfiltrvat vliv velkých výkyvů počasí.

6. Seznam použité literatury

- BORNKAMM, R. (1981): Rates of change in vegetation during secondary succession. *Vegetatio* **47**, 213-220
- CONNELL, J.H. & SLATYER R.O. (1977): Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* **111**, 1119-1144.
- EGLER, F.E. (1954): Vegetation science concepts I. Inicial floristic composition – a factor in old-field vegetation development. *Vegetatio* **4**, 412-417.
- GLEESON, S.K. & TILMAN, D. (1990): Allocation and the transient dynamics of succession on poor soils. *Ecology* **71**, 1144-1155.
- GLENN-LEWIN, D.C., PEET, R.K. & VEBLER T.T. (1992): *Plant Succession. Theory and Prediction*. Chapman & Hall, London.
- GRIME, J.P. (2001): *Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.
- KUBÁT *et al.* (2002): *Klíč ke květeně České republiky*. Akademia, Praha.
- MCNAUGHTON, S.J. & WOLF, L.L. (1973): *General Ecology*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- OSBORNOVÁ, J., KOVÁŘOVÁ, M., LEPŠ, J. & PRACH, K. (1990): *Succession in Abandoned Fields: Studies in Central Bohemia, Czechoslovakia*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- PEET, R.K. & CHRISTENSEN, N.L. (1980): Succession: a population process. *Vegetatio* **43**, 131-140.
- PEET, R.K. (1992): Community structure and ecosystem function. In: D.C.Glenn-Lewin, R.K.Peet & T.T.Veblen (eds) *Plant Succession. Theory and Prediction*, pp. 103-152. Chapman & Hall, London.
- PRACH, K., PYŠEK, P. & BASTL, M. (2001): Spontaneous vegetation succession in human-disturbed habitats: A pattern across seres. *Applied Vegetation Science* **4**, 83 – 88.
- SALONEN, V. & SETÄLÄ, H. (1992): Plant colonization of bare peat surface – relative importance of seed availability and soil. *Ecography* **15**, 199-204.
- SOKAL, R.R. & ROHLF F.J. (1981): *Biometry*. Freeman & company, San Francisco.

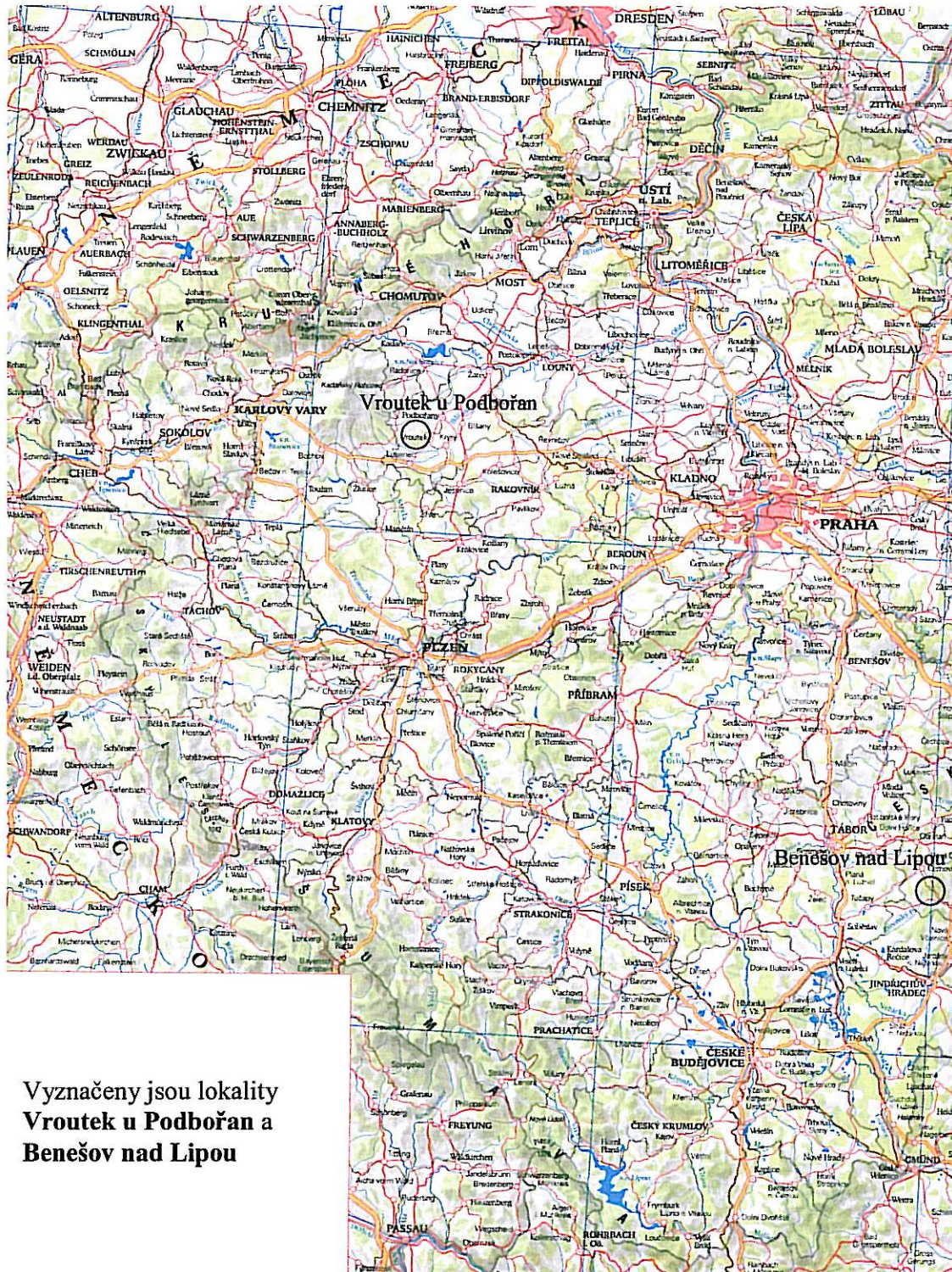
- TER BRAAK, C.J.F. & ŠMILAUER, P. (2002): *CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Microcomputer Power, Ithaca, New York.
- VAN ANDEL, J., BAKKER, J.P. & GROOTJANS, A.P. (1993): Mechanisms of vegetation succession: a review of concepts and perspectives. *Acta Botanica Neerlandica* **42**, 413-433.
- WALKER, L.R. & DEL MORAL, R. (2003): *Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation*. Cambridge University Press, Cambridge.

7. Použitý software

- COREL CORPORATION (2003): CorelDRAW ver. 12.0
- DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION (1999): Compaq Array Viewer
- MICROSOFT CORPORATION (1985-2001): Microsoft Excel 2002
- MICROSOFT CORPORATION (1989-2000): Microsoft Photo Editor 3.0.2.3
- SPSS INC. (1989-2001): SPSS for Windows ver. 11.0
- ŠMILAUER, P. (1999-2003): CanoDraw for Windows ver. 4.12
- TER BRAAK, C.J.F. & ŠMILAUER, P. (1997-2003): CANOCO for Windows ver. 4.52.
Biometris-Plant Research International, Wageningen.

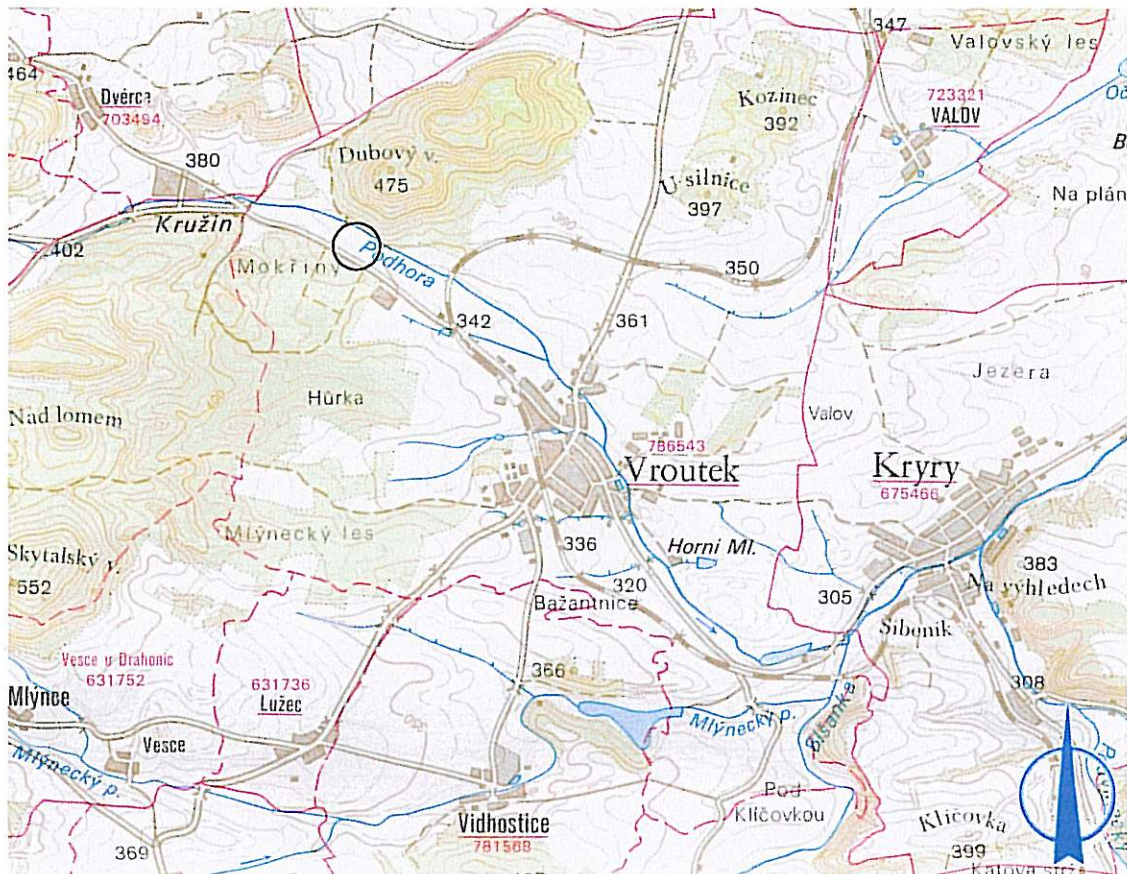
8. Přílohy

Příloha 1 Mapa České republiky

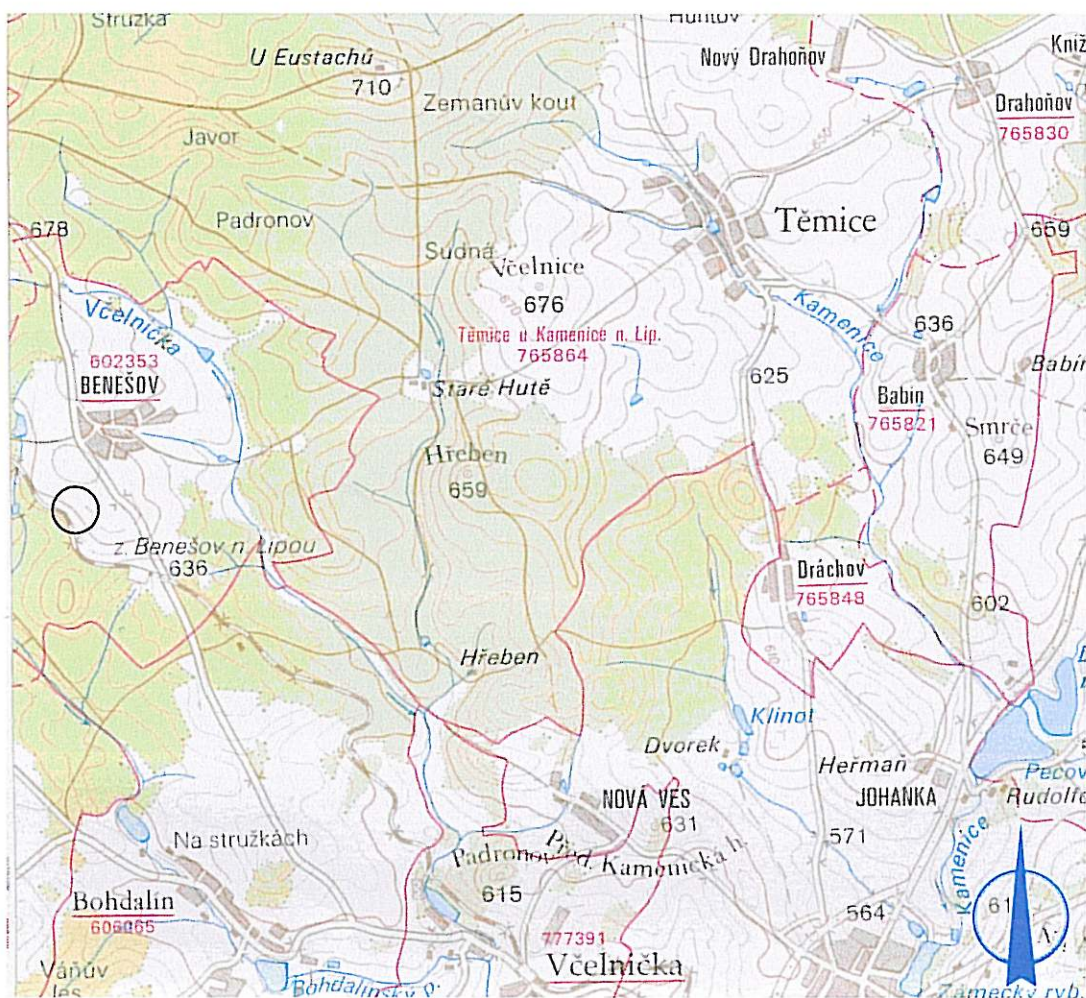


Vyznačeny jsou lokality
Vrutek u Podbořan a
Benešov nad Lipou

Příloha 2 Mapa lokality Vroutek u Podbořan. Vyznačeno je místo založení experimentálních ploch.



Příloha 3 Mapa lokality Benešov nad Lipou. Vyznačeno je místo založení experimentálních ploch.



Příloha 4 Tabulky zastoupení jednotlivých druhů na substrátech. Sečteny jsou hodnoty z pěti ploch stejného substrátu dohromady.
 Označení lokalit: 1 – Vroutek, 2 – Benešov

Tab. 4.1 Zastoupení jednotlivých druhů během všech sčítání na kontrolních plochách

DRUH / CAS	1K	1K	1K	1K	1K	1K	1K	1K	1K	1K	2K	2K	2K	2K	2K	2K	2K	2K	2K	2K
	6.02	7.02	8.02	9.02	11.02	5.03	7.03	8.03	9.03	11.03	6.02	7.02	8.02	9.02	11.02	5.03	7.03	8.03	9.03	11.03
Aethusa cynapium	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agrostis stolonifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	473	213	321	356
Alopecurus aequalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amaranthus powellii	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amaranthus retroflexus	0	1	1	1	0	0	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anagallis arvensis	6	11	13	6	17	1	7	6	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anthemis arvensis	24	22	19	14	125	183	22	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apera spica-venti	0	0	0	0	0	41	208	41	39	0	2	14	2	2	0	3	3	0	0	0
Artemisia vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	1	2	0
Atriplex patula	0	0	7	3	0	0	188	63	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avena sativa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	8	13	0	21	0	0	0	0	0
Brassica napus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bromus hordeaceus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bromus sterilis	0	0	0	0	0	65	153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capsella bursa-pastoris	0	1	0	0	0	12	0	0	0	0	42	34	2	0	0	32	1	0	0	0
Carex muricata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cerastium holosteoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cirsium arvense	1	0	0	0	0	14	29	85	86	5	97	86	124	128	7	120	88	54	48	2
Convolvulus arvensis	0	0	0	0	0	91	30	17	28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conyza canadensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Digitalis sanguinalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinochloa crus-galli	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elytrigia repens	21	28	48	261	88	1093	850	771	678	530	307	434	738	1227	257	1666	1443	1648	1959	1652
Epilobium angustifolium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epilobium ciliatum	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Epilobium tetragonum	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphorbia helioscopia	9	7	1	1	2	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphorbia peplus	24	29	0	5	5	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fallopia convolvulus	40	47	49	31	1	56	120	37	15	0	868	642	267	24	0	31	32	6	5	0
Festuca pratensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	12	2	3	0
Fumaria officinalis	2	2	2	2	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galeopsis tetrahifida	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	81	79	54	48	0	174	148	23	0	0
Gainsoga parviflora	0	0	0	0	0	0	0	15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium aparine	6	4	0	0	7	32	31	0	0	2	193	87	4	0	2	87	89	0	0	152
Geranium pusillum	0	0	0	2	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geum urbanum	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gnaphalium uliginosum	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Hordeum vulgare	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	5	0	3	0	0	0	0	0
Chenopodium album	20	17	14	18	0	389	285	108	52	0	600	585	597	408	0	571	132	23	8	0
Chenopodium ficifolium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chenopodium glaucum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chenopodium hybridum	0	4	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chenopodium polyspermum	0	5	6	3	0	0	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chenopodium rubrum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lactuca serriola	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lamium purpureum	7	19	2	2	2	0	3	0	0	0	8	2	0	0	0	1	0	0	3	0
Lapsana communis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12	0	0	0	0
Lolium perenne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Matricaria recutita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha arvensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	7	4	4	2	0	0
Myosotis arvensis	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	1123	594	193	36	12	1	19	0	0	0
Neslia paniculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Papaver rhoeas	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Persicaria hydropiper	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	167	156	145	73	1	1	97	0	0	0
Persicaria lapathifolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phleum pratense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	18	10	12	56	0
Pinus sylvestris	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantago lanceolata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Plantago major	0	2	2	3	2	2	4	1	0	0	4	23	33	30	7	11	16	3	2	4
Poa annua	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	10	13	3	1	2	0	0	0	0
Polygonum aviculare	16	19	17	11	0	15	49	30	27	0	3	15	11	5	0	4	2	5	2	0
Ranunculus repens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rorippa palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rumex acetocella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rumex crispus	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rumex maritimus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rumex obtusifolius	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	8	7	6	5	5	0	0
Salix fragilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Secale cereale	0	0	0	0	0	24	7	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silene noctiflora	0	0	2	2	1	1	2	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisymbrium loeselii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonchus arvensis	1	1	1	1	0	2	1	4	1	0	2	2	0	0	7	7	4	0	0	0
Sonchus asper	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	1	0	6	5	0	0	0	0
Sonchus oleraceus	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Spergula arvensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stachys palustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stellaria media	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173	152	236	217	296	0	253	0	0	44
Taraxacum sp.	0	1	1	3	6	3	4	6	8	11	3	10	129	269	205	372	201	162	267	278
Thlaspi arvense	80	64	21	5	10	0	2	2	0	0	654	350	232	111	0	1	12	0	2	0
Trifolium hybridum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0
Trifolium pratense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	55	97	82	19	30	15	11	11	10
Trifolium repens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	36	58	8	23	22	20	12	6
Triplurospermum inodorum	11	13	15	17	9	114	94	10	6	49	203	199	181	139	69	2061	77	8	5	18
Tussilago farfara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Urtica dioica	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0		

Tab. 4.3 Zastoupení jednotlivých druhů během všech sčítání na plochách s pískem

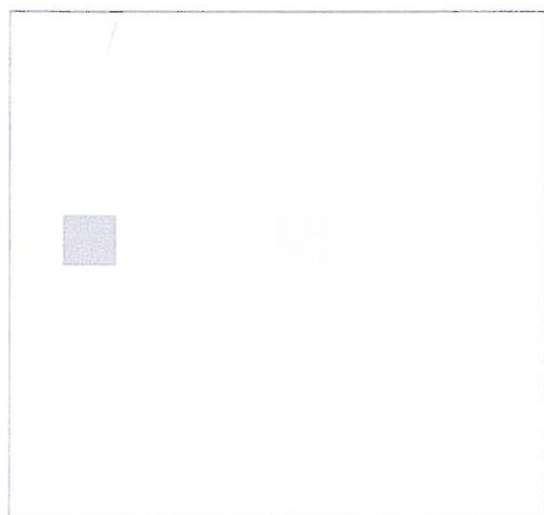
DRUH / ČAS	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	2P
	6.02	7.02	8.02	9.02	11.02	5.03	7.03	8.03	9.03	11.03	6.02	7.02	8.02	9.02	11.02	5.03	7.03	8.03	9.03	11.03
<i>Aethusa cynapium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agrostis stolonifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alopecurus aequalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amaranthus powellii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anagallis arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anthemis arvensis</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Apera spica-venti</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Artemisia vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Atriplex patula</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Avena sativa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brassica napus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bromus hordeaceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bromus stenilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carax muricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastium holostaeoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cirsium arvense</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza canadensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Digitalis sanguinalis</i>	0	0	0	0	0	0	65	36	31	0	0	0	0	0	0	0	0	23	22	0
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elytrigia repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	43	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Epicobium angustifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epicobium ciliatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epicobium tetragonum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia helioscopia</i>	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia pepilus</i>	0	0	0	1	0	0	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fallopia convolvulus</i>	0	0	2	2	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Festuca pratensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fumaria officinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galeopsis tetrahil/bifida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galinsoga parviflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium aparine</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geranium pusillum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geum urbanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hordeum vulgare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium album</i>	0	0	0	0	0	25	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	2	0
<i>Chenopodium ficifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium glaucum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium hybridum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium polyspermum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium rubrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactuca serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lamium purpureum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lapsana communis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lolium perenne</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Matricaria recutita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mentha arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myosotis arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neslia paniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Papaver rhoeas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Persicaria hydropiper</i>	0	0	0	0	0	0	1	5	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0	0	0	0	0	14	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phleum pratense</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinus sylvestris</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago lanceolata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago major</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poa annua</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polygonum aviculare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rorippa palustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rumex acetocella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rumex crispus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rumex maritimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Rumex obtusifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Salix fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Secale cereale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Silene noctiflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sisymbrium iosetii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sonchus arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	0	0
<i>Sonchus asper</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spergula arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	7	0
<i>Stachys palustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stellaria media</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	1	0
<i>Thlaspi arvense</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium hybridum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium pratense</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0
<i>Trifolium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	6	23	49	60	123	0
<i>Tussilago farfara</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5	4	4	4	4	4
<i>Urtica dioica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica agrestis</i>	0	0	0	0	0</															

Příloha 5 Tabulka použitých zkratk

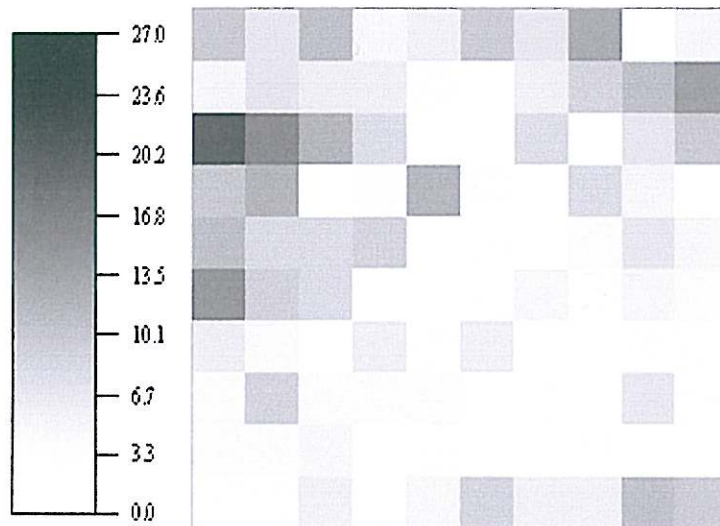
AlAe	<i>Alopecurus aequalis</i>
AmPo	<i>Amaranthus powellii</i>
AnAr	<i>Anagallis arvensis</i>
ApSp	<i>Apera spica-venti</i>
CaBu	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
CoAr	<i>Convolvulus arvensis</i>
CoCa	<i>Conyza canadensis</i>
ElRe	<i>Elytrigia repens</i>
EpCi	<i>Epilobium ciliatum</i>
EuPe	<i>Euphorbia peplus</i>
GaAp	<i>Galium aparine</i>
GaTe	<i>Galeopsis tetrahit/bifida</i>
ChAl	<i>Chenopodium album</i>
ChHy	<i>Chenopodium hybridum</i>
MyAr	<i>Myosotis arvensis</i>
PeHy	<i>Persicaria hydropiper</i>
PeLa	<i>Persicaria lapathifolia</i>
PoAn	<i>Poa annua</i>
PoAv	<i>Polygonum aviculare</i>
RoPa	<i>Rorippa palustris</i>
RuAc	<i>Rumex acetocella</i>
RuOb	<i>Rumex obtusifolius</i>
SoAr	<i>Sonchus arvensis</i>
StMe	<i>Stellaria media</i>
StPa	<i>Stachys palustris</i>
Tara	<i>Taraxacum sp.</i>
ThAr	<i>Thlaspi arvense</i>
TrIn	<i>Tripleurospermum inodorum</i>
TrPr	<i>Trifolium pratense</i>
UrDi	<i>Urtica dioica</i>
VePe	<i>Veronica persica</i>
ViAr	<i>Viola arvensis</i>

Příloha 6 Grafy počtu a uspořádání jedinců na jednotlivých substrátech –znázorněny jsou plochy v prvním sloupci.

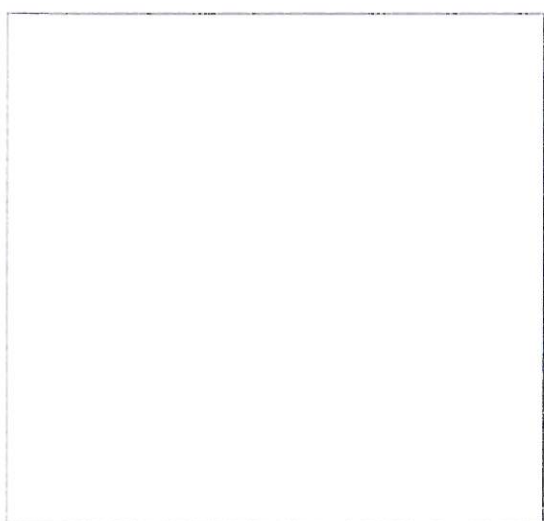
Obr. 6.1 Vroutek u Podbořan



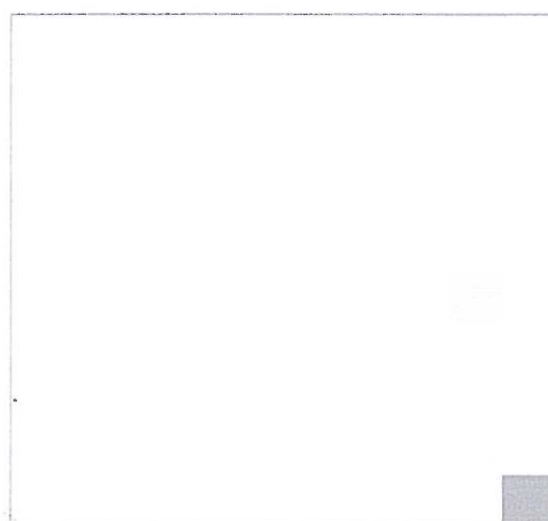
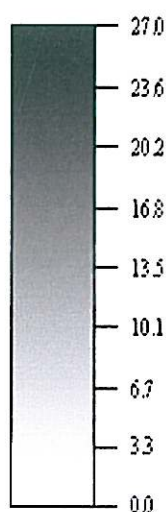
kontrolní plochy - červenec 2002



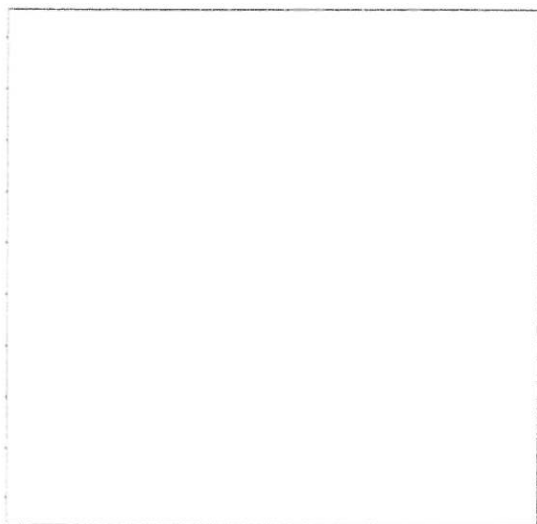
kontrolní plochy - červenec 2003



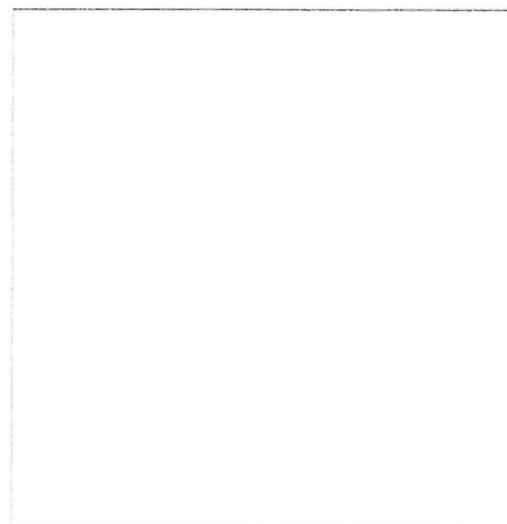
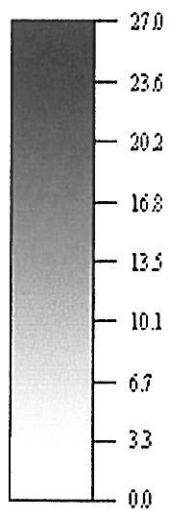
ornice - červenec 2002



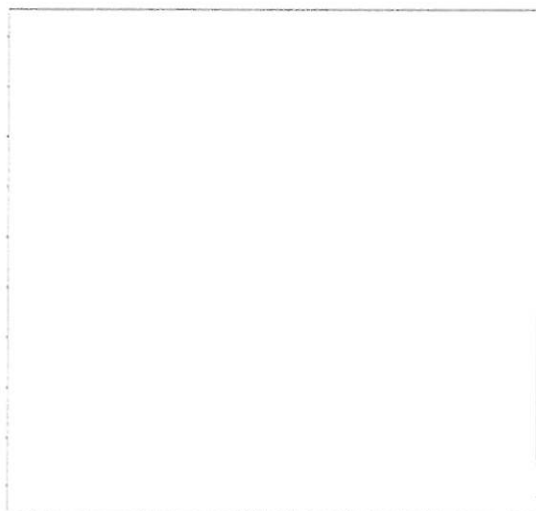
ornice - červenec 2003



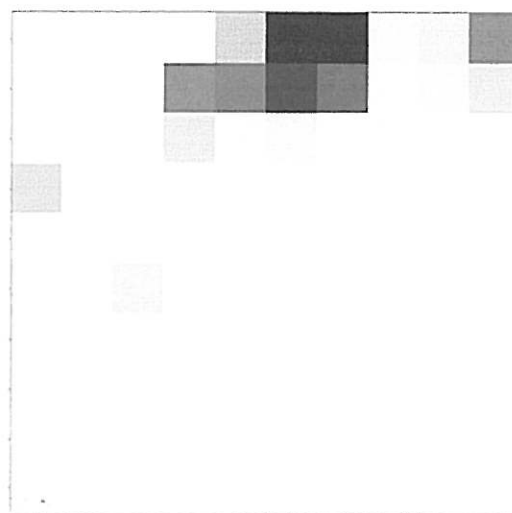
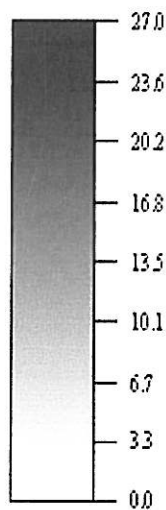
písek - červenec 2002



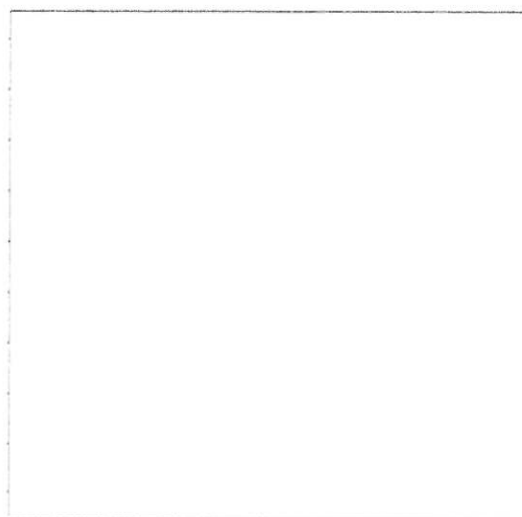
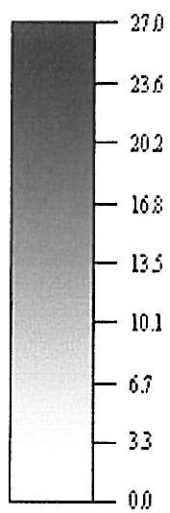
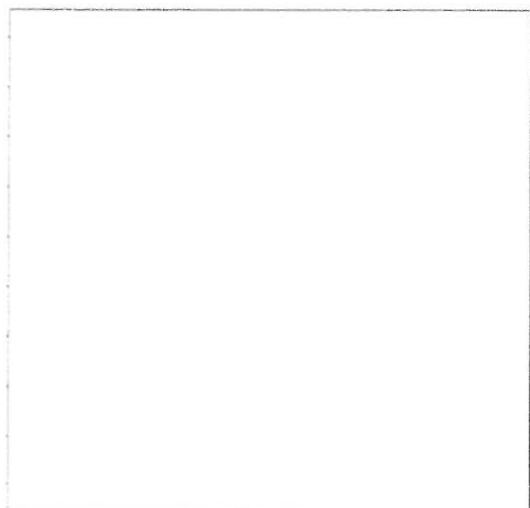
písek - červenec 2003



rašelina - červenec 2002



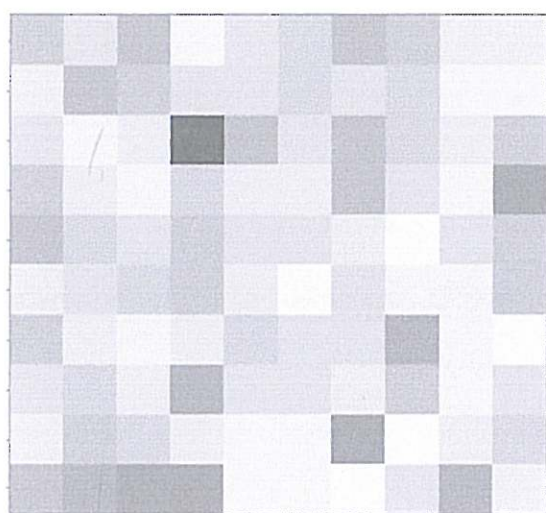
rašelina - červenec 2003



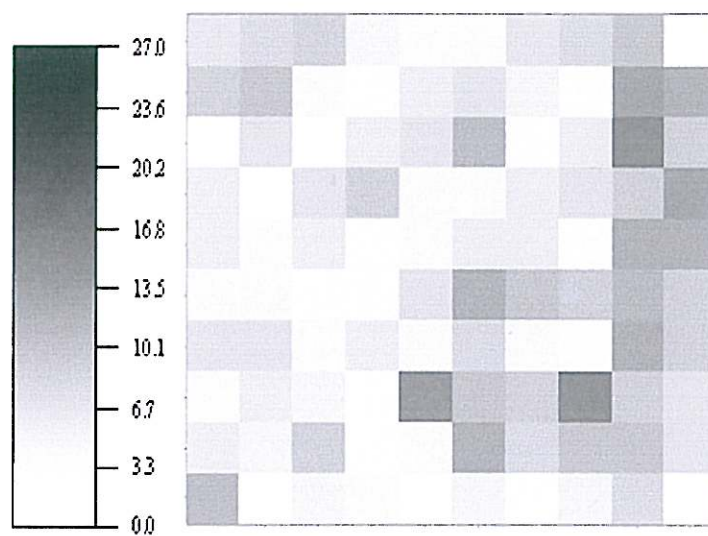
výsypková zemina - červenec 2002

výsypková zemina - červenec 2003

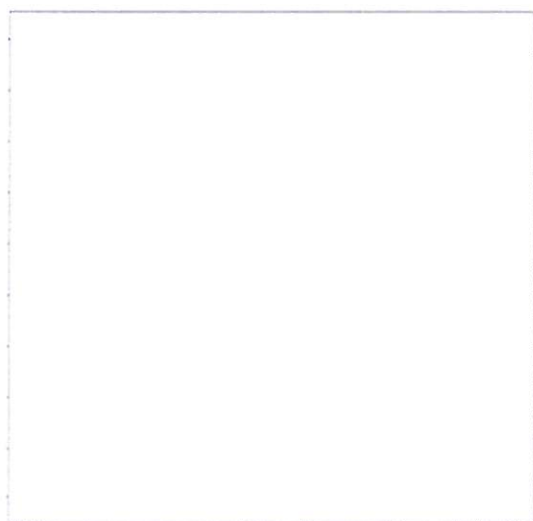
Obr. 6.2 Benešov nad Lipou



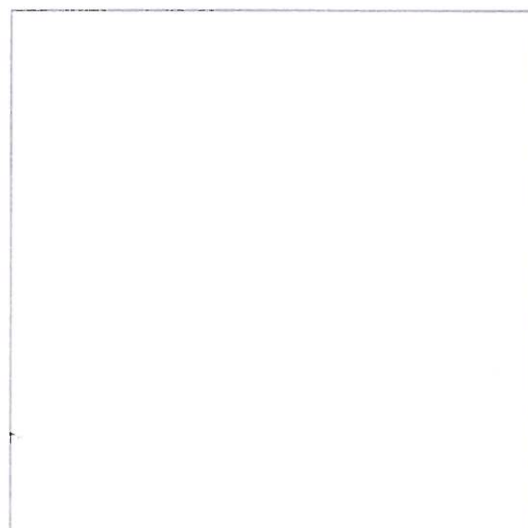
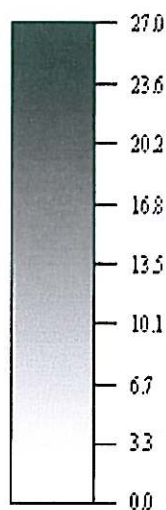
kontrolní plochy - červenec 2002



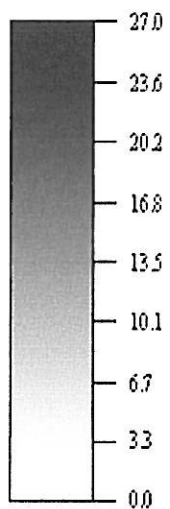
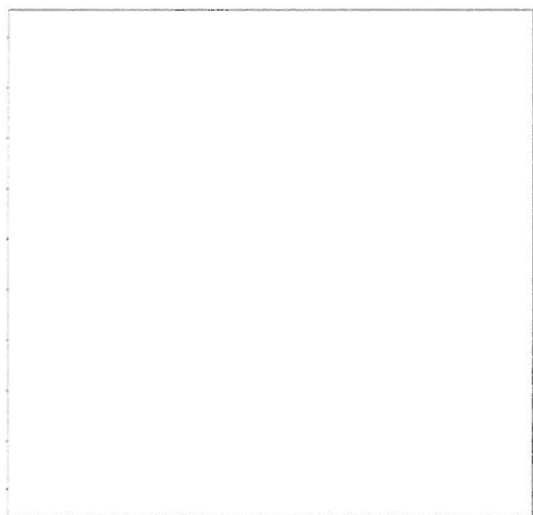
kontrolní plochy - červenec 2003



ornice - červenec 2002

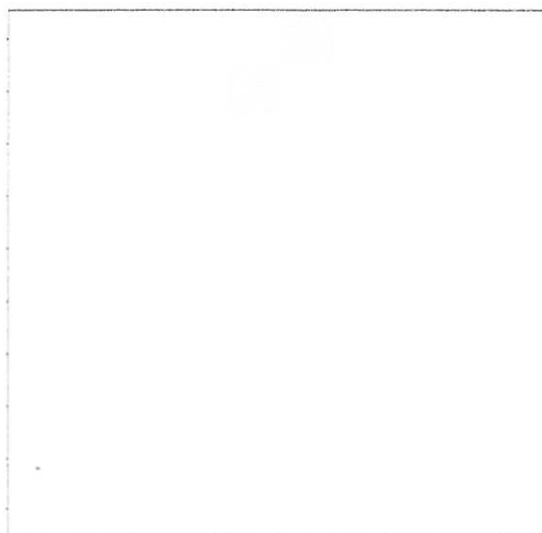
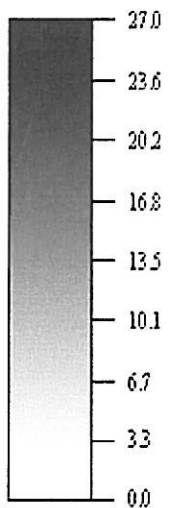
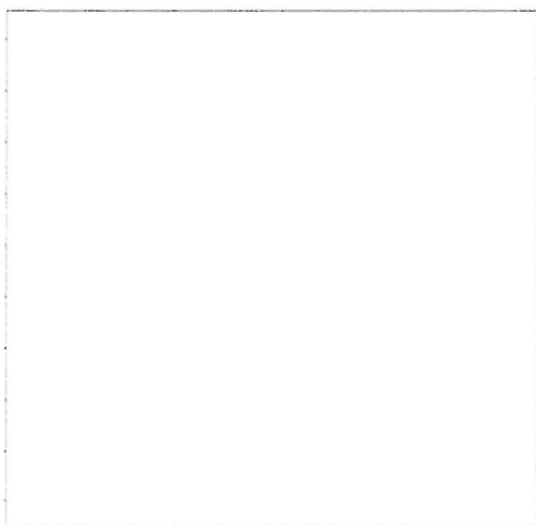


ornice - červenec 2003



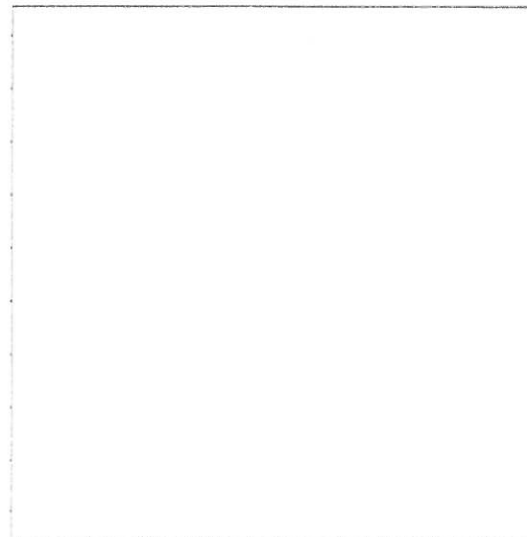
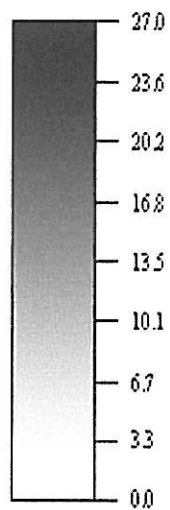
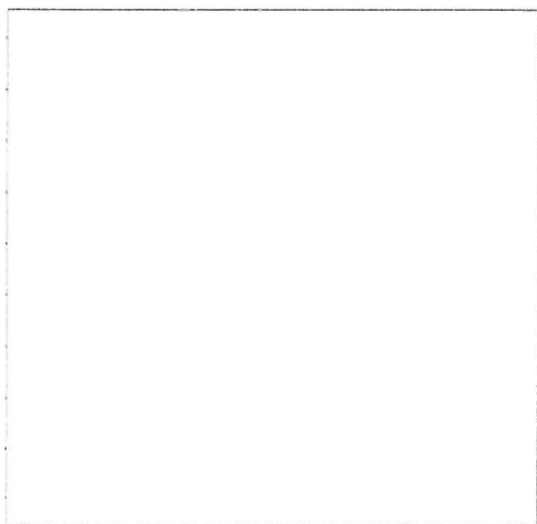
písek - červenec 2002

písek - červenec 2003



rašelina - červenec 2002

rašelina - červenec 2003



výsypková zemina – červenec 2002

výsypková zemina – červenec 2003

Příloha 7 Fotografie z experimentu



Design experimentu – Benešov nad Lipou



Propařená ornice v Benešově – plocha s počítačím rámem