

Výběr prostředí zimních zásobáren u *Mus Spicilegus*

Autoři:

Tereza Dračková

Jana Maternová

Anna Najbrtová

Dagmar Siebenbürgerová

Vedoucí práce:

RNDr. Danka Haruštiaková, Ph.D.

Jaro 2016

Obsah

1	Zadání a cíle práce	4
1.1	Zadání projektu	4
1.2	Cíle projektu.....	4
1.2.1	Podrobné cíle:	4
2	Teoretické pozadí.....	5
2.1	Myš panonská.....	5
2.1.1	Zařazení.....	5
2.1.2	Místa výskytu	5
2.1.3	Myš panonská	6
2.1.4	Životní strategie	6
2.1.5	Kurgančiky	6
2.1.7	<i>Mus spicilegus</i> v ohrožení	8
2.1.8	Monogamie a chování	8
2.1.9	Porovnání s dalšími <i>Mus</i>	9
2.2	Typy polí.....	9
2.3	SPSS	9
3	Datový soubor	10
3.1	Definice datového souboru	10
3.2	Čištění, příprava a problémy datového souboru	10
3.2.1	Objem	10
3.2.2	Vzdálenost.....	11
3.2.3	Nejhojnější rostliny.....	11
4	Řešení cílů	12
4.1	Rozdíly ve vlastnostech kupek ve vztahu k typu pole	12
4.1.1	Objem	12
4.1.2	Závislost vzdálenosti kupky od referenčního bodu na typu pole	13
4.1.3	Závislost pokryvnosti vegetace na typu pole.....	14
4.1.4	Závislost počtu dřer okolo kupky na typu pole	15

4.2 Rozdíly v charakteristikách kupek mezi skupinou blíže okraji pole a skupinou vzdálenější od okraje pole	16
4.2.1 Závislost objemu kupky na vzdálenosti od okraje pole.....	16
4.2.2 Závislost pokryvnosti vegetace na vzdálenosti od okraje pole	17
4.2.3 Závislost počtu děr okolo kupky na vzdálenosti od okraje pole	19
4.3 Rozdíly v prostředí kupek a náhodně zvolených kontrolních bodů	20
4.3.1 Rozdíly ve vzdálenostech od referenčních bodů mezi kupkou a kontrolním bodem	20
4.3.2 Rozdíl v pokryvnostech vegetace mezi kupkou a kontrolním bodem.....	21
4.4 Závislost počtu děr na objemu kupky	23
5 Závěr.....	24
Zdroje:	25

1 Zadání a cíle práce

1.1 Zadání projektu

Mus spicilegus (myš panonská) je hlodavec z čeledi *Muridae*. Je to typický stepní druh rozšířený v Evropě na jihovýchodě kontinentu a nejbliže k nám zasahuje do okolí Bratislavy a Vídně. Vyznačuje se mimo jiné tím, že žije celoročně mimo budovy a na podzim si dělá typické kupkovité zásobárny semen překrytých hlínou. V minulosti byla uváděna i z jižní Moravy (dokonce jako hojný druh), ale ve skutečnosti se její výskyt dosud prokázat nepodařilo.

Data k týmovému projektu pocházejí z lokality Mierovo na Slovensku ze dvou různých typů polí (úhor, strniště) a týkají se kupek, které si myš panonská staví. Zaznamenány byly parametry kup (stav - hotová kupa/ve výstavbě, délka, šířka, výška kupy), dále pokryvnost vegetačního porostu, pokryvnost nejčastějších rostlin a další vlastnosti bezprostředního okolí kup. Dále byla určena vzdálenost kupy od okraje a vzdálenost kupy od nejbližší kupy. Stejně proměnné byly odměřeny také na náhodně vybraných bodech.

1.2 Cíle projektu

Cílem této práce je zhodnotit výběr prostředí ve vztahu k typu pole a vzdálenosti od okraje pole. Zároveň chceme vyhodnotit prostředí kupek ve srovnání s náhodně zvolenými kontrolními body.

1.2.1 Podrobné cíle:

- Zkontrolovat a vyčistit data před analýzou
- Popsat jednotlivé proměnné v datovém souboru
- Zjistit rozdíl ve vlastnostech kup ve vztahu k typu pole
- Navrhnout hranici vzdálenosti od kraje pole, podle které rozdělíme kupy na dvě skupiny
- Zjistit rozdíly v prostředí kup mezi skupinou blíže okraje pole a skupinou kup vzdálenější od okraje pole
- Zjistit rozdíly v prostředí kup a náhodně zvolenými kontrolními body
- Interpretovat zjištěné vztahy

2 Teoretické pozadí

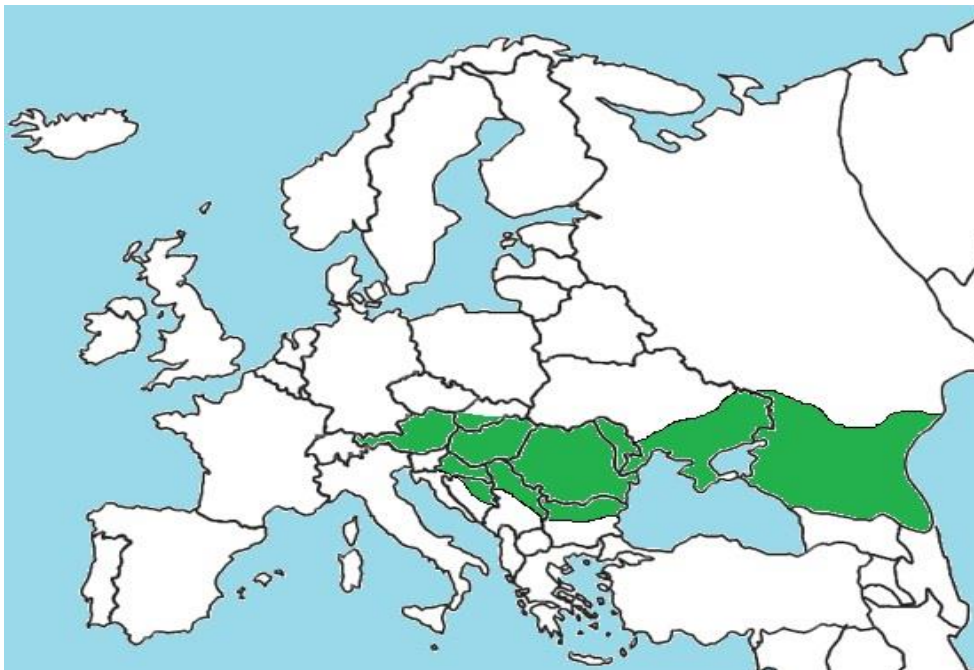
2.1 Myš panonská

2.1.1 Zařazení

Říše: Živočichové (*Animalia*)
Kmen: Strunatci (*Chordata*)
Třída: Savci (*Mammalia*)
Řád: Hlodavci (*Rodentia*)
Rod: Muridae (*Muridae*)
Druh: Myš (*Mus*)
Myš panonská (*Mus spicilegus*)

2.1.2 Místa výskytu

Myš panonská (Mound-building Mouse, Steppe Mouse, Souris Des Steppes, Ratón De Las Estepas) osidluje přírodní travnaté stepi a agrocenózy v nížinách střední a jihovýchodní Evropy. Tento druh se objevuje v oblastech Rakouska a Maďarska, Rumunska, severního Bulharska, jihovýchodní Ukrajiny, severovýchodního Srbska, Moldavska, některých regionech Ruska, severovýchodní Bosny a Hercegoviny a východního Chorvatska. Severní hranici jejího výskytu určují jižní části Slovenska (obrázek 1).



Obrázek 1 - Mapa výskytu Myši panonské v Evropě (zelená část)

2.1.3 Myš panonská

Myš panonská je vzhledově poměrně nevýrazným zástupcem rodu *Mus*. Svým šedohnědým zbarvením velmi připomíná svou blízkou příbuznou myš domácí (*Mus musculus*), což od začátku mařilo pokusy o její identifikaci. Prvně byla popsána roku 1840 finským přírodovědcem Alexanderem von Nordmannem z Oděské botanické zahrady, který ji pojmenoval *Mus hortulans*. Nezmínil její typické stavby, ale poznamenal si, že je šedohnědá. Dva dochované exempláře (jedna poničená lebka a objekt s načervenalou srstí bez lebky) naznačují, že ve skutečnosti popsal divokou formu *M. musculus* a jeho prvenství mu nebylo uznáno. Až roku 1882 popsal Petenyi myš s tímto typickým chováním a nazval ji *Mus spicilegus*.

Název vznikl spojením latinských slov *spica* – klas zrní a *legere* – sbírat, což nám hodně napovídá o chování této myši.

2.1.4 Životní strategie

Pro zástupce druhu *Mus spicilegus* je typická stavba kupek neboli kurgančiků (anglicky mounds) – objemných hromádek tvořených rostlinným materiálem a překrytých půdou. Jde o jedinou evropskou myš, která vykazuje takovéto chování, ačkoli je známo, že např. její balkánská a maloasijská příbuzná *M. macedonicus* může navršovat kopečky hlíny, které pravděpodobně představuje materiál vytlačený na povrch ze systému podzemních chodeb (podobné, i když mnohem menší výhrabky se mohou někdy vyskytnout i u volně žijících populací jinak synantropní *M. musculus*).

Myš panonská je úžasný architekt živočišné říše. Dokáže postavit kupku až 40 000x větší, než je ona sama. Mlád'ata narozená na začátku podzimu (tzv. podzimní kohorta) se obvykle mezi dalším rozmnožováním shromažďují, aby společně prezimovala v sofistikovaném systému chodeb a hnízdních komor pod kupkami. Poklesne-li minimální přízemní teplota pod -5 °C během dne a -10 °C v noci, všechny životní funkce se zpomalí a myši upadají do stavu strnulosti, podobného zimnímu spánku. Dospělci narození na jaře a v létě během zimy umírají uprostřed polí, z čehož vyplývá, že jediní zástupci schopní rozmnožování v dalším roce jsou právě myši z podzimní kohorty. Tato posloupnost dvou kohort ročně je originálním způsobem řešení v rámci všech savců a stavba kupky je klíčovým faktorem pro přežití jedinců z podzimního vrhu.

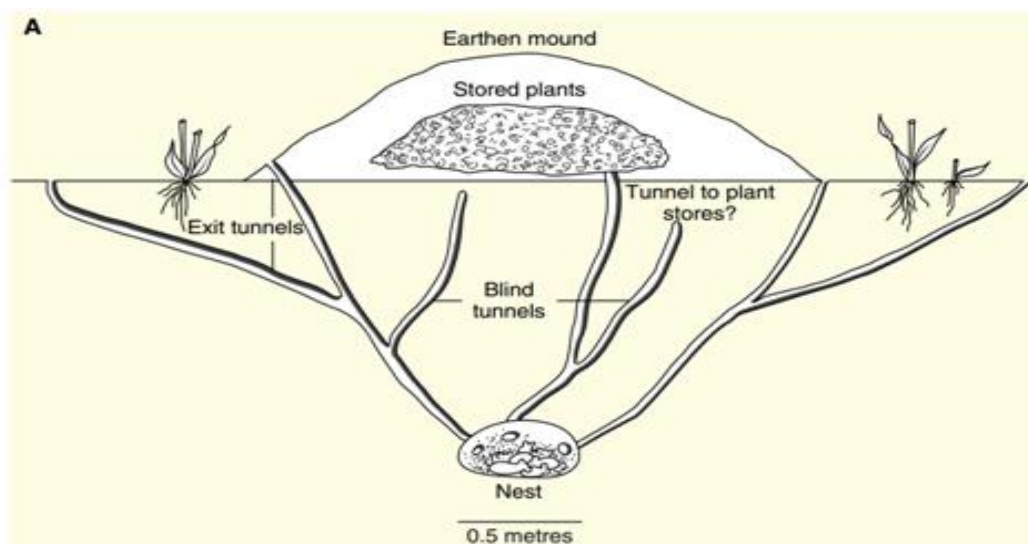
2.1.5 Kurgančiky

Kupky myši panonské se liší velikostí podle typu habitatu a zeměpisné polohy. Sbíráni rostlinného materiálu z každoročních trav vyžaduje šplhání po rostlinách a odkusování listů a jehličí, zatímco po sklizni mohou myši snadno najít stavební materiál ležet na zemi. Rádus sběru se pohybuje okolo 3 metrů od rozestavěného kurgančiku. Jeho základna je oválná, průměrem může dosahovat až 400 cm a až 70 cm do výšky. Oblast, ze které myši sbírají rostlinný materiál, má obsah 45–140 m². Hmotnost těchto zásob se pohybuje kolem 3–6 kg, v některých případech však může nabývat až 12 kg.

Hluboko pod zemí si hrabou síť tunelů, které ústí na povrch nebo spojují podzemní hnízda (obrázek 2). Kupky jsou typicky k nalezení na polích, častěji blíže k okraji, a můžeme nalézt až 100 kupek na hektar.

Na jaře opouštějí kurgančiky, žijí v letních doupatech s jednodušším designem a začínají se na polích rozmnožovat.

Stavba kurgančiku začíná brzy na podzim a může být dokončena během pár dnů nebo týdnů. Dojde-li tedy k poškození kupky zemědělskou aktivitou, což se často stává na polích s obilím, je normální, že ji myši ještě před začátkem zimy opraví. Zůstane-li kupka nepoškozená, vracejí se do ní s příchodem další zimy a může být takto využívána až několik let.



Obrázek 2 - Schéma kurgančiku zachycující zásobárnu rostlinného materiálu, krycí vrstvu hlíny, hnízdo a podzemní síť tunelů

Přesný význam a funkce těchto kurgančiků ještě nebyly jednoznačně potvrzeny. Jedním z prvních názorů bylo, že slouží jako zimní zásobárny potravy pro jedince žijící v tunelech pod nimi. Nicméně poslední výzkumy z Maďarska ukazují, že rostliny uskladněné v kupce nejsou vůbec konzumovány. Také není jasné, jestli tunely vůbec spojují vnitřek kupky s podzemními hnízdy.

Druhou variantou je funkce kupky jako termoregulačního média. Zaprvé mohou poskytovat izolaci před ztrátou tepla a za druhé mohou sloužit jako zdroj aktivního tepla pomocí fermentace uskladněných rostlinných materiálů. Uvnitř kupky dochází jednoznačně k pomalejšímu poklesu teploty než v okolní půdě. Navíc dochází i ke zmírnění kolísání teploty; v kupce je teplota stabilnější než pod zemí mimo kupku. Obsah kupky není příliš důležitý pro izolační kapacitu ve smyslu snížení teploty. Větší kupky poskytují lepší izolaci než malé. Nemáme žádný přímý důkaz o probíhající fermentaci. Nenašly se žádné známky aktivního ohřevu, které by vedly k teplotní nezávislosti na fluktuacích okolní teploty.

Kdyby skutečně docházelo v kupce k fermentaci, počáteční hodnota pH by měla být kolem 5.0, v prvních dnech by pak měla klesnout a následně povyrůst na hodnoty kolem 8.0–9.0 na konci komponovacího procesu. Ideální vlhkost by se měla pohybovat mezi 40–60 %.

Obecně je typickou funkcí zvířecí architektury poskytnutí ochrany proti nepříznivým podmínkám prostředí, jako je nízká nebo vysoká teplota. Myš panonská žije na zemědělských půdách ve stepních zónách střední a východní Evropy, kde se projevují chladné a suché zimy, takže kurgančiky mohou mít důležitou roli v přezimování tohoto druhu. Navíc zimní srst myši panonské je méně izolační než srsti jiných druhů, takže je možné, že kupky doopravdy zmírňují potřebu tlusté zimní srsti.

Mezi další potenciální role kurgančiku patří úloha vodního izolantu nebo ochrany před predátory.

Je překvapením, že velikost kupky není přímo úměrná počtu myší přezimujících pod ní, ale počtu myší, které se podílejí na její stavbě (2–11).

2.1.7 *Mus spicilegus* v ohrožení

Nárůst výkonnosti v zemědělství, rozšiřování polí, efektivnější sklízecí stroje a více používaných hnojiv a herbicidů – to vše snižuje množství habitatů vhodných pro přezimování myši panonské, což vede k obecnému poklesu tohoto druhu v celé Evropě. Už nyní je vysoce ohrožen v několika státech (např. v Rakousku). Proto je důležité porozumět jejich nárokům na prostředí, konkrétně funkci a významu kupek.

2.1.8 Monogamie a chování

Další výjimečnou vlastností myši panonské je monogamie. Monogamie se vyskytuje pouze u 3–5 % všech savčích druhů, což je ve srovnání například s ptáky velmi málo. Většina hlodavců je polygamních, nicméně u *Mus spicilegus* nacházíme několik znaků, které jsou v rozporu s tímto všeobecně přijímaným názorem. Genetické výzkumy prozrazují, že jedinci žijící v chodbách pod jednou kupkou jsou potomky minimálně dvou samic a dvou samců, což nevyhovuje typickému modelu polyandrie nebo polygynie. Samice si vytváří pevné pouto ke známým samcům s následnou kopulací. Vykazují také známky mateřské péče, což se většinou dává do spojitosti s monogamií. Tato myšlenka je podpořena i neochotou samic pářit se s neznámými samci.

Právě tvorba těchto silných sociálních vazeb s následnou kopulací je charakteristikou monogamie u hrabošů. Samci reagují jednoznačně méně agresivně na blízké sousedy než na ty vzdálenější. Naopak samice mají tendenci být více agresivní k blízkým susedům než k těm vzdálenějším a jejich domácí teritoria jsou oddělená. Samice dále bývají spíše filopatrické, zatímco samci se na jaře rozprchnou, což zabraňuje případnému inbreedingu.

2.1.9 Porovnání s dalšími *Mus*

Myš panonská je jednoznačně identifikovatelná díky jejímu geneticky podmíněnému chování, které zahrnuje stavění kupek, nicméně její rozlišení v přírodě od dalších zástupců rodu *Mus* je velmi obtížné.

Srst myši panonské je zbarvena šedohnědě bez patrných červených odlesků a její ocas je kratší než tělo a užší než u ostatních druhů rodu *Mus*. Dalšími identifikačními kritérii mohou být lebeční a zubní charakteristiky a genetické a molekulární testy.

V laboratořích se můžou křížit *M. musculus* s *M. spicilegus* se zachováním slabé reprodukční schopnosti, ale v přírodě jsou navzájem geneticky izolované. ($2n = 40$)

Mus spicilegus a *Mus musculus musculus* jsou blízce spřízněnými druhy, které každý patří do jiné skupiny: venkovní a synantropní myš.

Populace obou druhů jsou v období jaro-podzim sympatrické. Na konci podzimu se *M. m. musculus* vrací do lidských obydlí, kde přezimuje, zatímco *M. spicilegus* si staví již zmíněné kurgančiky. *M. spicilegus* není ekologicky tak flexibilní jako jiné synantropní druhy.

2.2 Typy polí

Data byla sbírána na strnisku a úhoru. Strniskem je míněno pole, na kterém bylo v aktuálním roce zaseto, ovšem nyní je již po sklizni. Úhor je pole, které leželo minimálně poslední rok ladem – tedy na něm nebyla záměrně pěstována žádná plodina.

2.3 SPSS

K naší analýze a tvorbě grafů jsme použili statistický software SPSS Statistics 23. Ten nám byl představen na hodinách Biostatistiky pro matematické biology jako vhodný statistický a analytický software, dostupný pro studenty Masarykovy univerzity pod univerzitní licenci.

3 Datový soubor

3.1 Definice datového souboru

Data jsme dostali v souboru Excel (04_Projekt_Harustiakova_Data.xls) na jednom listu. Popisky dat byli v němčině nebo slovenštině. Celkem obsahovala 57 kupek a 44 kontrolních bodů rozdělených do dvou skupin podle toho, zda byly naměřeny na strnisku či úhoru jak ilustruje Tabulka 1.

Data obsahovala informace o velikosti kupek, vzdálenosti od okraje pole nebo solitérního stromu, pokryvnosti tří nejčastějších rostlin v okolí dané kupky, celkové pokryvnosti, objemu, viditelnosti papíru v různých výškách, počtu děr okolo kupky, zároveň také informaci zda se jedná o kupku nebo kontrolní bod, u něj jsme tedy neměli informace o objemu, velikosti a počtu děr.

Tabulka 1 - Absolutní četnosti kupek a kontrolních bodů na strnisku a úhoru

	kontrola	kupka	Celkem
úhor	20	33	53
strnisko	24	24	48
Celkem	44	57	101

3.2 Čištění, příprava a problémy datového souboru

Z našeho datového souboru jsme nepoužili pro další analýzu dvě kupky, protože u nich chyběl údaj o velikosti.

Aby se nám lépe pracovalo, přeložili jsme si popisy dat z němčiny do češtiny.

V následujících kapitolách jsou detailněji rozebrány kategorie, které dle našeho názoru potřebovaly upravit.

3.2.1 Objem

Při kontrole hodnot objemů jsme zjistili, že nevíme, jak byly určeny. Vzorec udaný v průvodních materiálech předpokládal, že kurgančík má tvar dokonalé pyramidy, tento předpoklad se nám jevil jako chybný. Nakonec jsme se rozhodli objemy (V) aproximovat pomocí průměru z poloviny elipsoidu (V_1) a kuželu s podstavou elipsy (V_2). Použili jsme tyto vzorce, kde

v výška

d délka

s šířka

$$\text{Elipsoid: } V_1 = \frac{4}{3} * \pi * v * \frac{d}{2} * \frac{s}{2}$$

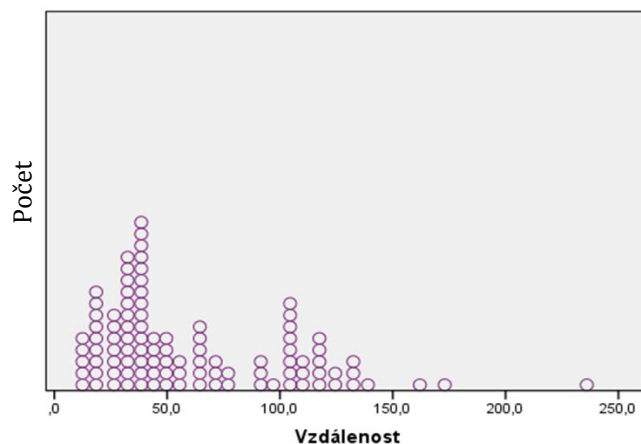
$$\text{Průměr: } V = \frac{V_1 + V_2}{2}$$

$$\text{Kužel s podstavou elipsy: } V_2 = \frac{1}{3} * \pi * v * \frac{d}{2} * \frac{s}{2}$$

3.2.2 Vzdálenost

Údaje o vzdálenosti byly zadané v jednom sloupci. Ke každé kupce či kontrolnímu bodu byla uvedena číselná vzdálenost a místo, ke kterému byla měřena (okraj pole či soliterní strom). Těchto vzdáleností bylo zpravidla udáno více pro jednu kupku. K dalšímu zpracování jsme se rozhodli použít pouze nejmenší hodnoty.

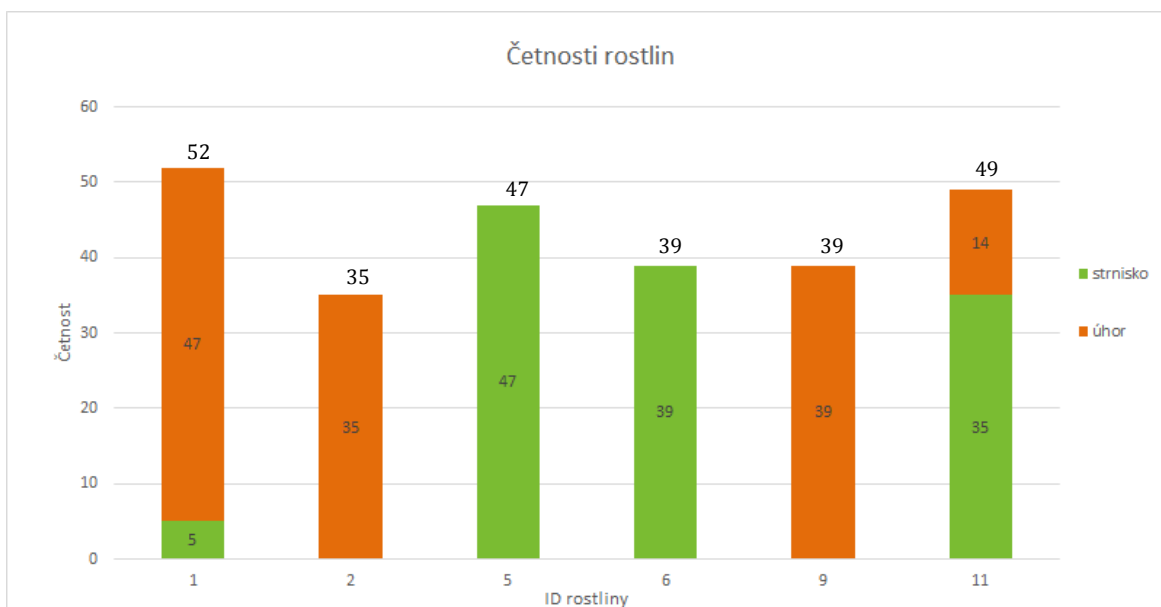
Při vizuálním hodnocení vzdáleností jsme si všimli náznaku bimodálního rozdělení s hranicí 60 metrů. Pod hranicí 60 metrů se nacházelo 32 kupek a 29 kontrolních bodů a nad hranicí 60 metrů se nacházelo 25 kupek a 13 kontrolních bodů (graf 1).



Graf 1 - Zobrazení počtu kupek v závislosti na vzdálenosti od okraje pole nebo soliterního stromu

3.2.3 Nejhojnější rostliny

Ze všech údajů o pokryvnosti rostlin jsme vybrali šest nejhojnějších zastoupených čísly 1, 2, 5, 6, 9, 11. Bohužel nemáme informace o tom, o jaké rostliny jde. Vzestupné pořadí rostlin dle četnosti: 2, 6/9, 5, 11, 1, přičemž rostliny 6 a 9 se vyskytují ve stejném počtu. Četnosti rostlin znázorňuje graf číslo 2.



Graf 2 - Zobrazení četnosti nejhojnějších šesti rostlin

4 Řešení cílů

V této kapitole se budeme zabývat analýzou data jejich předběžným vyhodnocením. Pro testování našich hypotéz jsme použili Mann-Whitneyho U test a Kruskal-Wallisův test, tedy neparametrické testy, protože nebyl splněn předpoklad normality. Normalitu jsme ověřovali graficky.

Všechny naše testy byly prováděny na 5% hladině významnosti.

4.1 Rozdíly ve vlastnostech kupek ve vztahu k typu pole

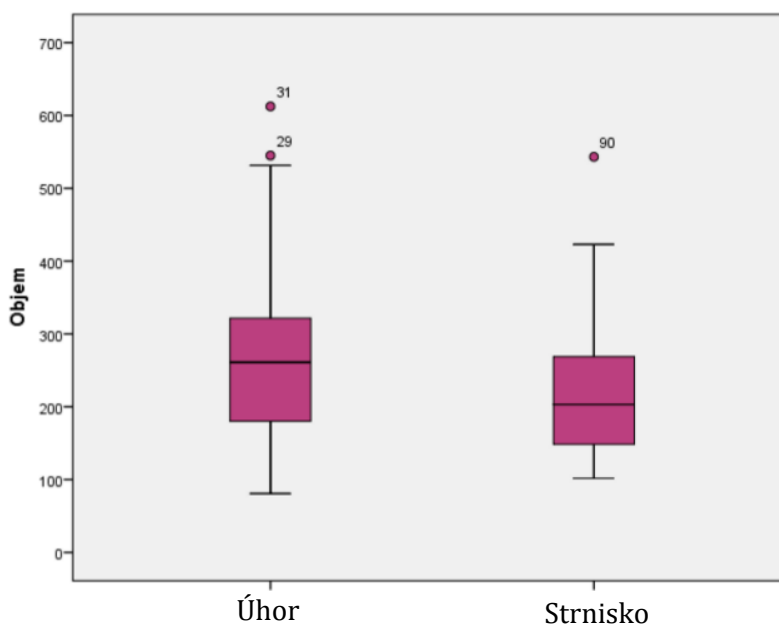
Jak už bylo výše uvedeno, zabývali jsme dvěma typy polí – strniskem a úhorem.

4.1.1 Objem

Tabulka 2 níže nám ukazuje základní popisné statistiky. Vytvořili jsme krabicový graf (graf 3) pro objemy kurgančků na strnisku (N = 24) a úhoru (N = 33). Mezi průměrným objemem i mediánem objemu je nápadný rozdíl. Ovšem náš dojem nemůže nahradit dobrý statistický test. Nulová hypotéza nepředpokládala rozdíl mezi úhorem a strniskem, alternativní hypotéza tvrdí opak. Po aplikaci Mann-Whitneyho U testu jsme získali hodnotu $p = 0,131$, tedy nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu. Rozdíly v objemu na úhoru a strnisku nejsou statisticky významné.

Tabulka 2 - Základní popisné statistiky pro objemy (I) kurgančků na strnisku a úhor

	Průměr	Medián	Min	Max	Sm. odchylka
Úhor	278,10	260,90	80,90	612,50	143,20
Strnisko	224,20	203,10	101,70	543,10	104,90



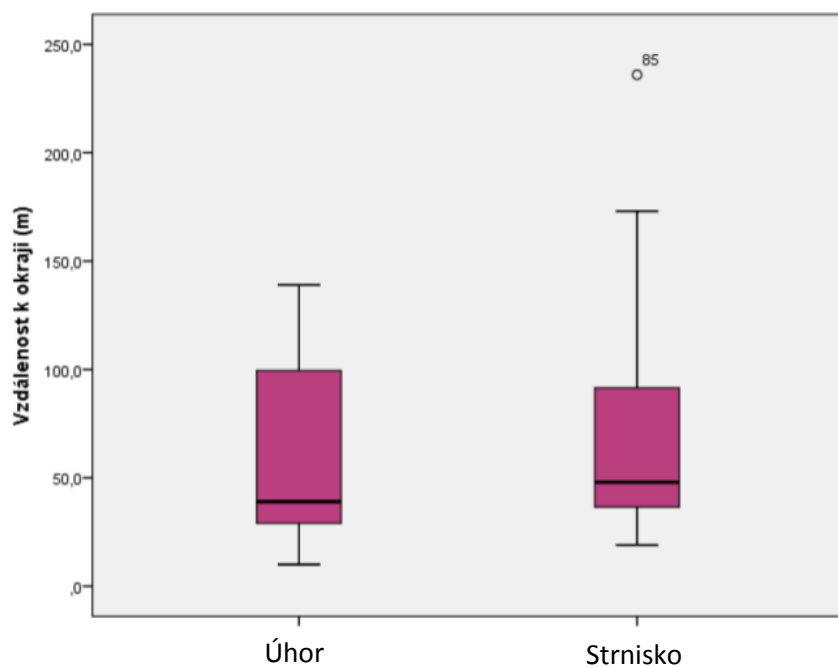
Graf 3 - Boxplot zobrazující objem (I) na úhoru a strnisku

4.1.2 Závislost vzdálenosti kupky od referenčního bodu na typu pole

Naším dalším krokem bylo zhodnotit vzdálenosti kupek od referenčního bodu (dále jen vzdálenosti) ve vztahu k typu pole. V tabulce 3 jsou vypsané popisné statistiky a boxplot (graf 5) nám ukazuje variabilitu vzdálenosti na jednotlivých polích. Nulová hypotéza neočekávala rozdíl ve vzdálenostech mezi úhorem a strniskem, alternativní hypotéza opět tvrdila opak. Kvůli nesplněné podmínce normality byl znovu použit Mann-Whitneyho U test, který určil hodnotu $p = 0,175$, což opět hraje ve prospěch nulové hypotézy – nemůžeme ji zamítnout. Rozdíl mezi strniskem a úhorem ve vzdálenostech od referenčního bodu není statisticky významný.

Tabulka 3 - Základní popisné statistiky pro vzdálenosti (m) kurgančiků od referenčních bodů na strnisku a úhoru

	Průměr	Medián	Min	Max	Sm. odchylka
Úhor	56,80	39,00	10,00	139,00	39,00
Strnisko	66,00	48,00	19,00	236,00	46,40



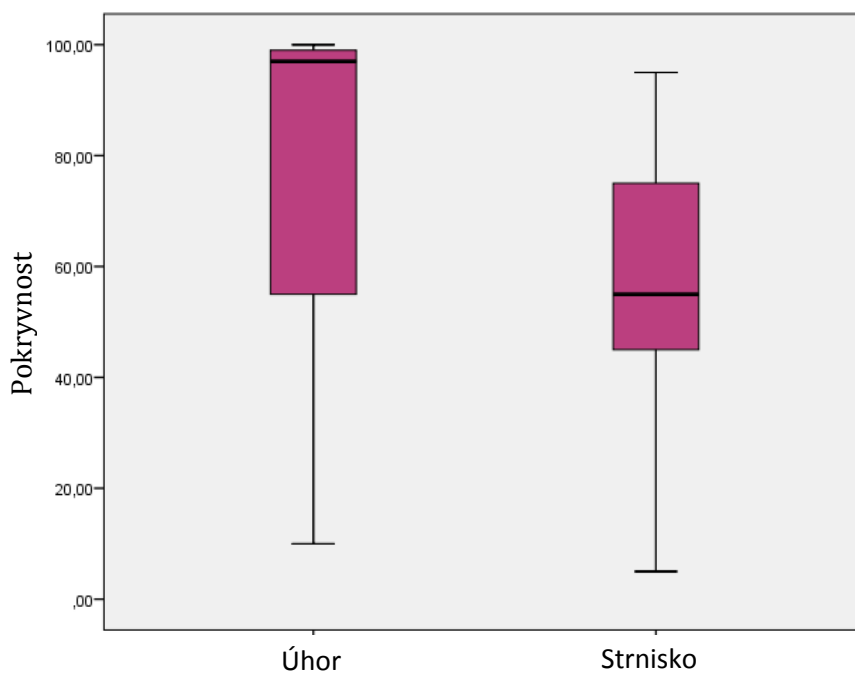
Graf 4 - Boxplot pro vzdálenosti (m) kurgančiků od referenčních bodů na strnisku a úhoru

4.1.3 Závislost pokryvnosti vegetace na typu pole

Pro naši další analýzu je dobré vědět, zda se strnisko a úhor liší v pokryvnosti vegetace. V tabulkách 4 a 5 jsou informace z popisných statistik pro pokryvnost ve výšce 10 cm a 50 cm. Boxploty (grafy 6 a 7) nám tyto statistiky skvěle dokreslují. Abychom zjistili, zda je rozdíl mezi strniskem a úhorem statisticky významný, použili jsme Mann-Whitneyho U test. Nulová hypotéza byla v obou případech postavena tak, že nepřipouštěla rozdíl mezi strniskem a úhorem. V případě pokryvnosti ve výšce 10 cm vyšla hodnota $p < 0,001$, takže můžeme zamítnout nulovou hypotézu a to i pro pokryvnost ve výšce 50 cm, kde byla opět stanovena hodnota $p < 0,001$. Mezi pokryvnostmi na strnisku a úhoru je tedy statisticky významný rozdíl a to pro pokryvnost ve výšce 10 cm i 50 cm.

Tabulka 4 - Pokryvnost vegetace (%) v 10 cm na strnisku a úhoru

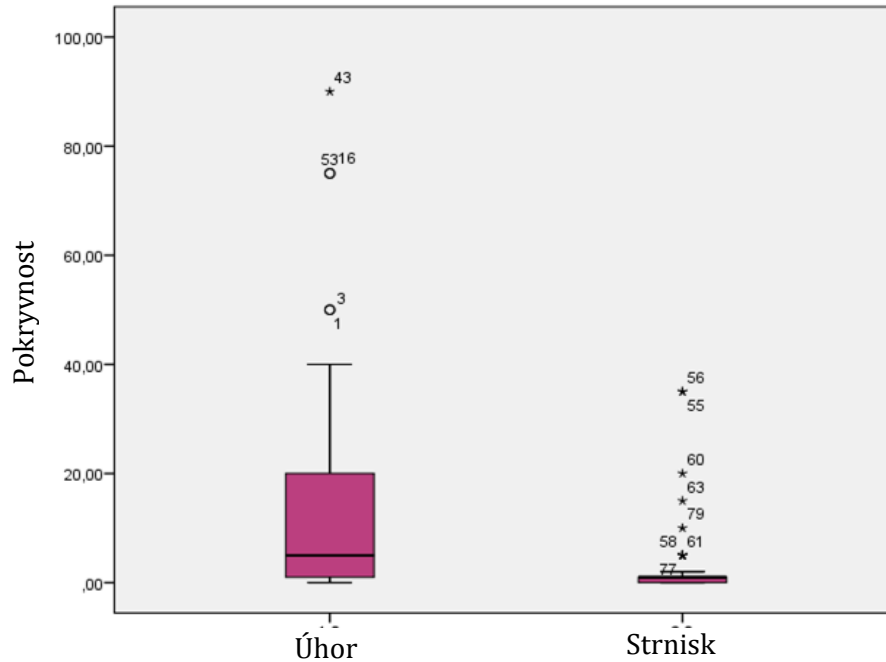
	Průměr	Medián	Min	Max	Sm. odchylka
Úhor	79,31	97,00	10,00	100,00	29,34
Strnisko	57,92	55,00	5,00	95,00	20,96



Graf 5 - Boxplot pro pokryvnost vegetace (%) ve výšce 10 cm na strnisku a úhoru

Tabulka 5 - Pokryvnost vegetace (%) v 50 cm na strnisku a úhoru

	Průměr	Medián	Min	Max	Sm. odchylka
Úhor	15,23	5,00	0,00	90,00	21,05
Strnisko	3,25	1,00	0,00	35,00	7,73



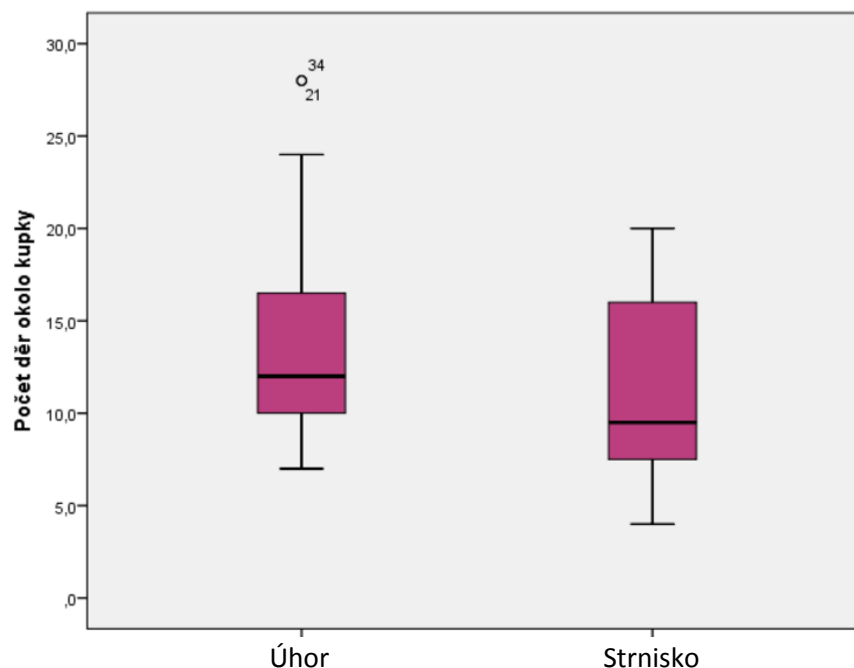
Graf 6 - Boxplot pro pokryvnost vegetace (%) ve výšce 50 cm na strnisku a úhoru

4.1.4 Závislost počtu děr okolo kupky na typu pole

Poslední veličinou testovanou v závislosti na typu pole byl počet děr okolo kupky. Nejdříve jsme zpracovali tabulku 6, která nám ukazuje základní popisné statistiky počty děr okolo kupek na strnisku a úhoru. Vytvořili jsme krabicový graf (graf 8) pro počty děr okolo kupek na strnisku a úhoru. Po provedení Mann-Whitneyho U testu byla hodnota $p = 0,043$. Můžeme zamítnout nulovou hypotézu, která tvrdila, že není rozdíl mezi strniskem a úhorem, tedy rozdíl mezi testovanými typy polí je statisticky významný

Tabulka 6 - Základní popisné statistiky pro počty děr okolo kupek na strnisku a úhoru

	Průměr	Medián	Min	Max	Sm. odchylka
Úhor	13,97	12,00	7,00	28,00	5,44
Strnisko	11,13	9,50	4,00	20,00	4,77



Graf 7 - Boxplot pro počty děr okolo kupek na strnisku a úhoru

4.2 Rozdíly v charakteristikách kupek mezi skupinou blíže okraji pole a skupinou vzdálenější od okraje pole

Odstavec 3.2.1 popisuje proces rozdělení kupek do dvou skupin – na bližší (N = 32) a vzdálenější (N = 25). V této kapitole se podíváme na rozdíly v charakteristikách kupek mezi skupinou blíže k okraji pole a skupinou vzdálenější od okraje pole. Ani v jednom ze zkoumaných případů nebyly splněny podmínky normality.

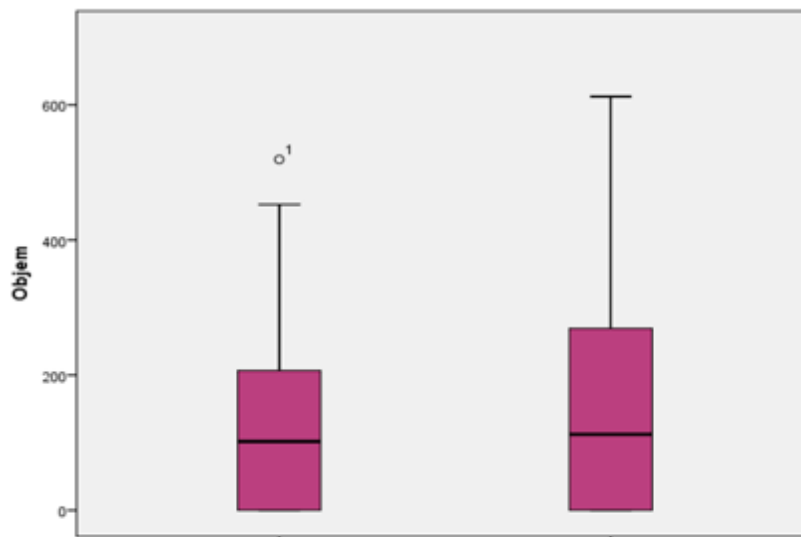
V následujících třech kapitolách bude vždy použit Mann-Whitneyho U test a 5% hladina významnosti.

4.2.1 Závislost objemu kupky na vzdálenosti od okraje pole

Nejdříve jsme se zaměřili na objem. Tabulka 7 ukazuje základní popisné statistiky pro objemy bližších a vzdálenějších kupek. Graf 9 je boxplot pro stejný případ. Testem stanovená hodnota $p = 0,339$ je vyšší než stanovená hladina významnosti, takže nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu, která tvrdí, že objem kupek nezávisí na vzdálenosti od kraje.

Tabulka 7 - Základní popisné statistiky pro objemy (l) bližších a vzdálenějších kupek

	Průměr	Medián	Min	Max	Sm. odchylka
≤ 60	234,70	203,00	84,20	519,30	102,40
> 60	282,30	255,60	80,90	612,50	158,40



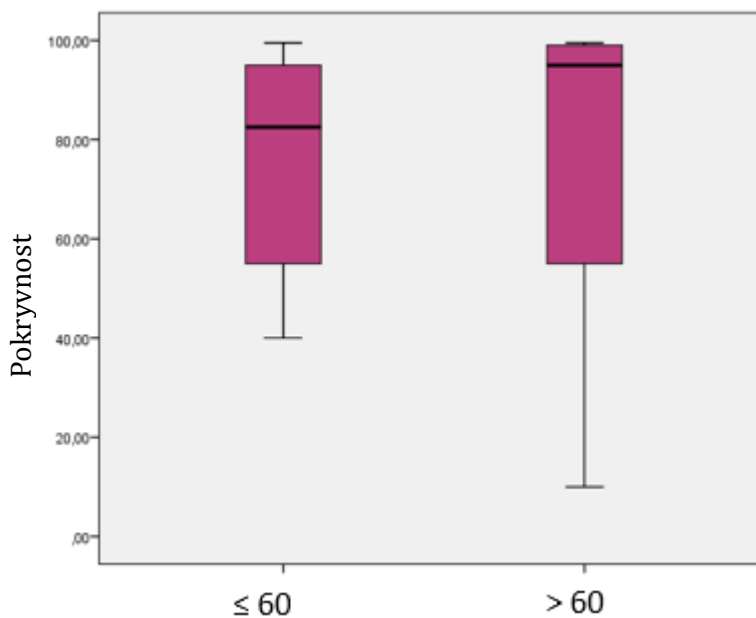
Graf 8 - Boxplot pro objemy (l) bližších a vzdálenějších kupek

4.2.2 Závislost pokryvnosti vegetace na vzdálenosti od okraje pole

Dalším krokem bylo analyzovat pokryvnost vegetace (%) v závislosti na vzdálenosti od kraje. Tabulky 8 a 9 ukazují základní popisné statistiky, přikládáme také boxploty (grafy 10 a 11) pro představu o variabilitě hodnot. V případě pokryvnosti ve výšce 10 cm vyšla hodnota $p = 0,321$, takže nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu ani pro pokryvnost ve výšce 50 cm, kde byla stanovena hodnota $p = 0,270$. Tedy pokryvnost vegetace nezávisí na vzdálenosti od kraje pole.

Tabulka 8 - Základní popisné statistiky pro pokryvnosti vegetace (%) ve výšce 10 cm vzhledem ke vzdálenosti od kraje pole

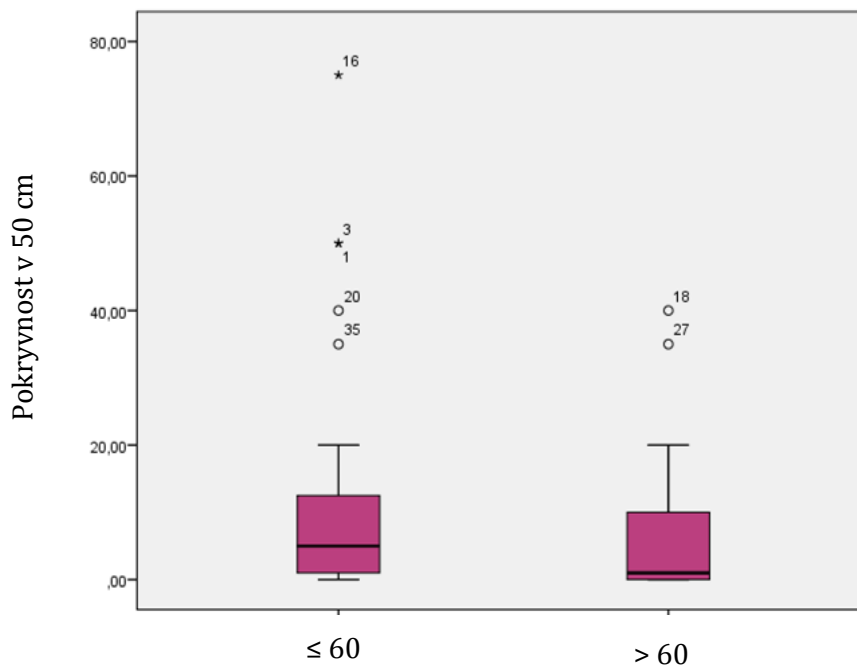
	Průměr	Medián	Min	Max	Sm. odchylka
≤ 60	74,98	82,50	40,00	99,50	21,51
> 60	75,84	95,00	10,00	99,50	30,23



Graf 10 - Boxplot pro pokryvnosti vegetace (%) ve výšce 10 cm vzhledem ke vzdálenosti od kraje pole

Tabulka 9 - Základní popisné statistiky pro pokryvnosti vegetace (%) ve výšce 50 cm vzhledem ke vzdálenosti od kraje pole

	Průměr	Medián	Min	Max	Sm. odchylka
≤ 60	11,31	5,00	0,00	75,00	18,42
> 60	7,48	1,00	0,00	40,00	11,38



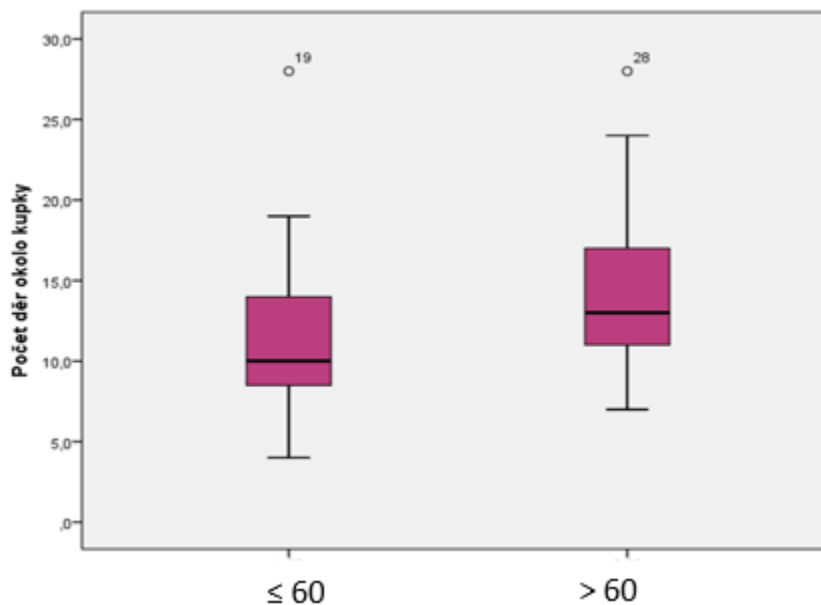
Graf 11 - Boxplot pro pokryvnosti vegetace (%) ve výšce 50 cm vzhledem ke vzdálenosti od kraje pole

4.2.3 Závislost počtu děr okolo kupky na vzdálenosti od okraje pole

Nakonec jsme se podívali na počty děr okolo kupek v závislosti na vzdálenosti od okraje pole. Opět jsme vytvořili tabulku s popisnými statistikami (tabulka 10) a boxplot (graf 12). Testem byla stanovená hodnota $p = 0,010$, takže zamítáme nulovou hypotézu, která popírá rozdíl mezi bližší a vzdálenější skupinou.

Tabulka 10 - Základní popisné statistiky pro počty děr okolo kupek ve vztahu ke vzdálenosti od kraje pole

	Průměr	Medián	Min	Max	Sm. odchylka
≤ 60	11	10	4	28	4,8
> 60	15	13	7	28	5,2



Graf 12 - Boxplot pro počty děr okolo kupek ve vztahu ke vzdálenosti od kraje pole

4.3 Rozdíly v prostředí kopek a náhodně zvolených kontrolních bodů

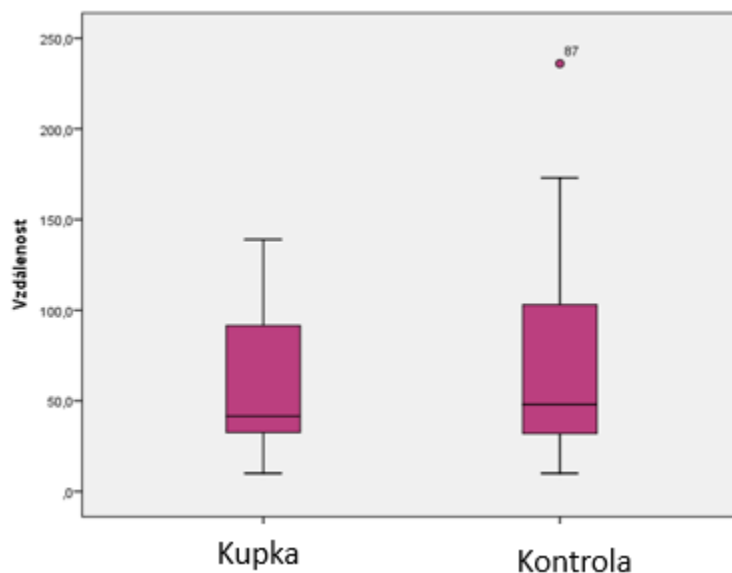
V naší analýze jsme doposud nepoužili informace o kontrolních bodech (dále pouze kontroly, N = 44). Nyní se tedy podíváme na rozdíly ve vzdálenosti kurgančiku, nebo kontrolního místa od referenčního bodu (kterým mohl být okraj pole, solitérní strom,...) a na rozdíly v pokryvnostech ve výšce 10 cm a 50 cm mezi kupkou a kontrolním bodem. V obou podkapitolách byl použit Mann-Whitneyho U test a 5% hladina významnosti.

4.3.1 Rozdíly ve vzdálenostech od referenčních bodů mezi kupkou a kontrolním bodem

Nejdříve jsme spočítali základní popisné statistiky (tabulka 11) a pro představu o variabilitě jsme vytvořili boxplot pro vzdálenosti od referenčních bodů pro kupky i kontroly (graf 13). Mann-Whitneyho U test určil hodnotu $p = 0,681$, tedy nemůžeme prokázat statisticky významný rozdíl mezi kupkami a kontrolami.

Tabulka 11 - Základní popisné statistiky pro vzdálenosti (m) od referenčních bodů pro kupky a kontroly

	Průměr	Medián	Min	Max	Sm. odchylka
Kupka	65,42	48,00	10,00	236,00	47,07
Kontrola	57,93	41,50	10,00	139,00	35,05



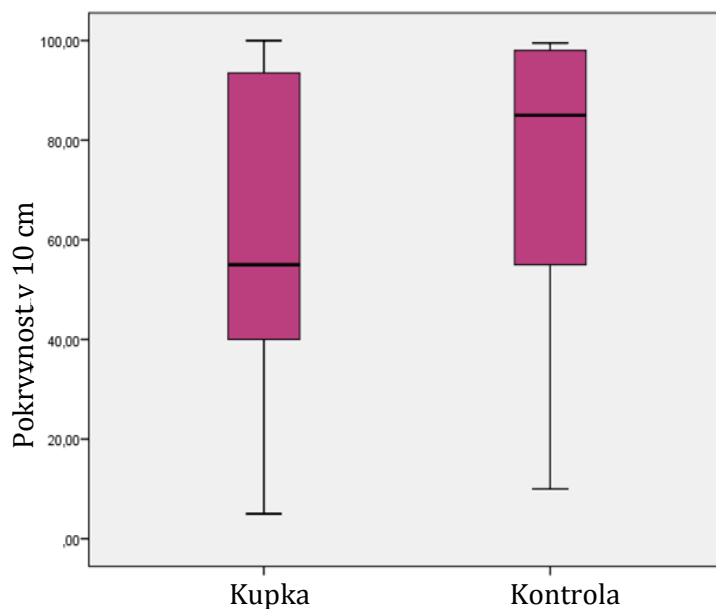
Graf 13 - Boxplot pro vzdálenosti (m) od referenčních bodů pro kupky a kontroly

4.3.2 Rozdíl v pokryvnostech vegetace mezi kupkou a kontrolním bodem

V tabulkách 12 a 13 jsou informace z popisných statistik pro pokryvnost ve výšce 10 cm a 50 cm. Boxploty (grafy 14 a 15) nám tyto statistiky skvěle dokreslují. Abychom zjistili, zda je rozdíl mezi kupkou a kontrolou statisticky významný, použili jsme Mann-Whitneyho U test. Nulová hypotéza byla v obou případech postavena tak, že nepřipouštěla rozdíl mezi kupkou a kontrolou. V případě pokryvnosti ve výšce 10 cm vyšla hodnota $p = 0,012$, takže můžeme zamítnout nulovou hypotézu, ale pro pokryvnost ve výšce 50 cm, kde byla opět stanovena hodnota $p = 0,210$. Mezi pokryvnostmi kupky a kontroly je tedy statisticky významný rozdíl a to pouze pro pokryvnost ve výšce 10 cm, ve výšce 50 cm není statisticky významný.

Tabulka 12 - Základní popisné statistiky pro pokryvnost vegetace (%) v 10 cm pro kupky a kontroly

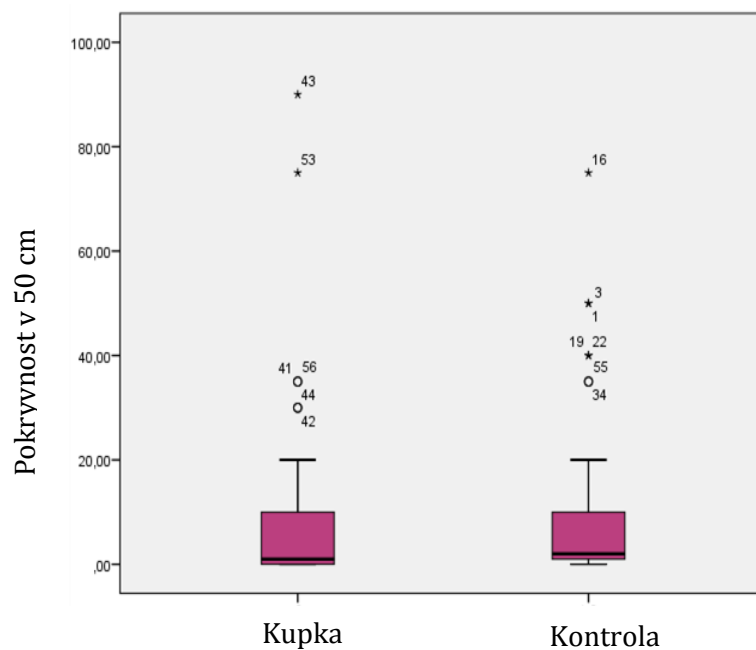
	Průměr	Medián	Min	Max	Sm. odchylka
Kupka	61,09	55,00	5,00	100,00	28,77
Kontrola	75,36	85,00	10,00	95,50	25,46



Graf 14 - Boxplot pro pokryvnost vegetace (%) ve výšce 10 cm pro kupky a kontroly

Tabulka 13 - Základní popisné statistiky pro pokryvnost vegetace (%) v 50 cm pro kupky a kontroly

	Průměr	Medián	Min	Max	Sm. odchylka
Kupka	9,41	1,00	0,00	90,00	19,06
Kontrola	9,63	2,00	0,00	75,00	15,72



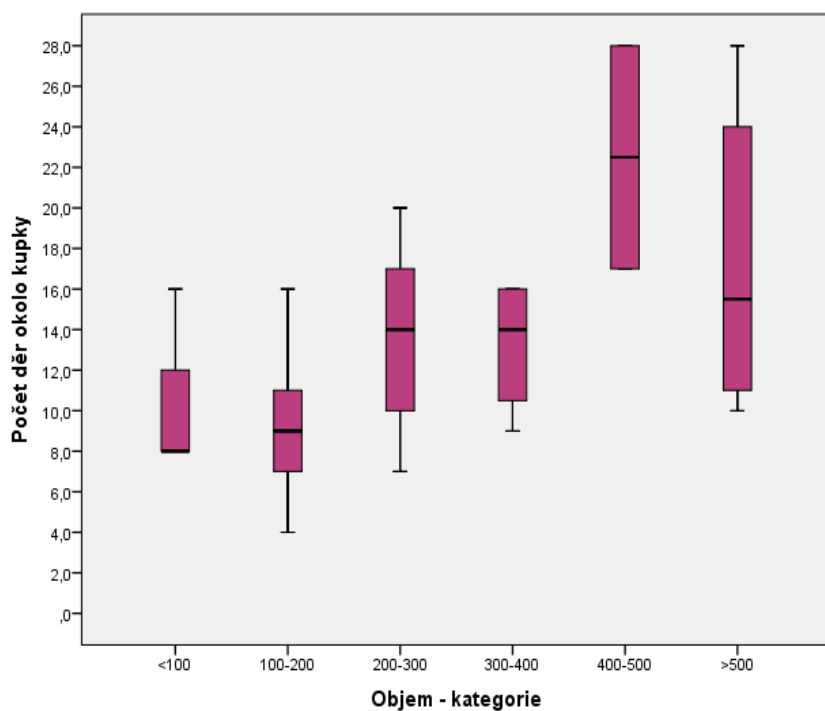
Graf 15 - Boxplot pro pokryvnost vegetace (%) ve výšce 50 cm pro kupky a kontroly

4.4 Závislost počtu děr na objemu kupky

Vzhledem k výše uvedeným testům jsme se rozhodli otestovat i závislost počtu děr a objemu kupky. Kvůli velké variabilitě v hodnotách objemu jsme vytvořili šest kategorií po 100 litrech ($N_{100} = 5$, $N_{100-200} = 21$, $N_{200-300} = 19$, $N_{300-400} = 4$, $N_{400-500} = 2$, $N_{500} = 6$). Tabulka 14 níže nám ukazuje základní popisné statistiky. Vytvořili jsme krabicové grafy (graf 16) pro kategorie objemů a počty děr. Pro testování jsme zvolili neparametrický Kruskal-Wallisův test, z něhož nám vyšla hodnota $p = 0,001$. Naši nulovou hypotézu, že počet děr nezávisí na objemu kupky, jsme tímto zamítli. Počet děr tedy závisí na objemu kupky.

Tabulka 14 - Základní popisné statistiky pro kategorie objemu

	Průměr	Medián	Min	Max	Sm. odchylka
<100	10,67	8,00	8,00	16,00	4,62
100-200	9,38	9,00	4,00	16,00	3,09
200-300	14,16	14,00	7,00	20,00	4,10
300-400	13,26	14,00	9,00	16,00	3,40
400-500	22,50	22,50	17,00	28,00	7,78
>500	17,33	15,50	10,00	28,00	7,53



Graf 16 - Boxplot zobrazující závislost počtu děr na objemu kupky

5 Závěr

Úkolem tohoto projektu bylo posoudit faktory prostředí, ve kterém si zástupci myši panonské staví své kurgančiky. Data, která jsme dostali, nebyla nijak extrémně poškozená nebo chaotická. Překlad názvů z cizího jazyka, rozdělení sloupců a dopočítání nových proměnných nám poskytlo soubor, který jsme mohli použít pro další analýzy. Stávajícím problémem se ovšem jeví chybějící údaje o zástupcích rostlin a malé počty případů, kvůli kterým nelze činit obecnější závěry. Právě malá velikost souboru mohla velmi ovlivnit výsledky našich testů.

Nejprve jsme se zabývali vlastnostmi kupek na strnisku a úhoru. Oba typy pole jsou charakteristické jinou rostlinou skladbou (rostliny číslo 5,6,11 na strnisku a 1,2,9 na úhoru), jejich pokryvností i typem půdy a zemědělské činnosti. Domnívali jsme se, že sběr rostlinného materiálu je pro myši na strnisku jednodušší, a tudíž, že objem příslušných kupek bude větší. Nedokázali jsme ale rozdíl mezi objemy kupek na strnisku a úhoru prokázat. Podobně jsme došli k závěru, že vzdálenost kupek od okraje nebo solitérního stromu je v případě obou typů polí srovnatelná. Z dalších výsledků, které nám říkají, že myši vytvářejí více děr v okolí kupky na úhoru a že průměrná pokryvnost vegetace v 10 i 50 cm nad zemí je prokazatelně vyšší na úhoru, jsme odvodily, že v hustěji zarostlém prostředí se myši cítí bezpečněji a tvoří více vstupních/výstupních chodeb.

Dále jsme srovnávali kupky, které se vyskytují blíže k okraji (vzdálenost do 60 metrů) a dále od okraje (vzdálenost nad 60 metrů). Testové statistiky nám napovídají, že objem kupek není nijak závislý na vzdálenosti od okraje. Také pokryvnost vegetace v 10 i 50 cm nad zemí se se změnou vzdálenosti nemění. Jediné, na co se zdá mít vzdálenost vliv, je počet děr okolo kupky. Statisticky více se jich objevuje okolo kupek ve větší vzdálenosti než je 60 metrů od okraje nebo solitérního stromu.

V návaznosti na předchozí uvedené informace o počtu děr jsme zjistili, že množství těchto „vchodů/východů“ závisí na objemu kupky, přičemž můžeme odhadnout, že se vzrůstajícím objemem narůstá i počet děr.

V poslední řadě jsme porovnávaly faktory okolí kupek a kontrolních bodů. Vzdálenost od okraje se v tomto případě statisticky neliší, což je ovšem pochopitelné. Původci měření se zřejmě snažili co nejvěrněji zachytit prostředí volené myši panonskou. U pokryvnosti vegetace to ovšem takto jednoznačně říci nelze. Zatímco ve výšce 50 cm byly kontrolní body voleny ve shodě s volbou myších stavitelek, ve výšce 10 cm nad zemí se jednotlivé názory rozcházely. Lidé volili prostředí s vyšší pokryvností v této výšce, kdežto skutečné kurgančiky se nacházely na méně zarostlých místech.

Závěrem tedy můžeme shrnout informace vyplývající z našich dat:

- myši preferují prostředí vzdálenější od okraje s hustější vegetací, kde si také dovolí vytvářet okolo kupek více děr, jejichž počet závisí na objemu kurgančiku;
- objem kupky nezávisí na typu pole ani vzdálenosti od okraje;
- pro stavbu kupky jsou důležité konkrétní rostliny, jejichž složení se liší v závislosti na typu pole.

Zdroje:

PATRIS, B., BAUDOIN C. (1998) – Female sexual preferences differ in *Mus spicilegus* and *Mus musculus domesticus*: the role of familiarization and sexual experience. *Animal Behaviour*

GOUAT P., KATONA K., POTEAUX C. (2003) - Is the socio-spatial distribution of mound-building mice, *Mus spicilegus*, compatible with a monogamous mating system? *Mammalia*

CSERKÉSZ, T., GUBÁNYI, A. and FARKAS, J. (2008) – Distinguishing *Mus spicilegus* from *Mus musculus* (Rodentia, Muridae) by using cranial measurement. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*

HÖLZL M., HOI H., DAROLOVA A. and KRIŠTOFIK J. (2011) - Insulation capacity of litter mounds built by *Mus spicilegus*: physical and thermal characteristics of building material and the role of mound size. *Ethology Ecology & Evolution*

SOKOLOV V.E., KOTENKOVA E.V., MICHAILENKO A.G. (1998) - *Mus spicilegus*. *Mammalian species*

WENFEI TONG, HOPI HOEKSTRA – *Mus spicilegus*. *Current Biology*

SIMEONOVSKA-NIKOLOVA D.M. (2012) – Neighbour Relationships and Spacing Behaviour of Mound-building Mouse, *Mus spicilegus* (Mammalia: Rodentia) in Summer. *Acta Zoologica Bulgarica*

VOHRALÍK V., SOFIANIDOU T.S. (2007) – Records of mounds built by the Steppe Mouse (*Mus spicilegus*) (Mammalia: Rodentia) in Greece. *Lynx (Praha)*

SIMEONOVSKA-NIKOLOVA D.M. (2000) – Strategies in open field behaviour of *Mus spicilegus* and *Mus musculus musculus*. *Belg.J.Zool*

ČANÁDY A., MOŠANSKÝ L. & ULIČNÁ L. (2004) – Variability of skull and dental characteristics in *Mus spicilegus* from the northern border of its distributional range. *Biologia*

HÖLZL M., HOI H., DARLOVA A., KRIŠTOFIK J., PENN D.J. (2008) – Why do the mounds of *Mus spicilegus* vary so much in size and composition? *Mammalian biology*

FRYNTA D., MACHOLÁN M. (1997) – Myš domácí. *Vesmír*

PETR J. (2011) – Myš stavitelka. *Český rozhlas*