

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta



Magisterská práce

**POTRAVNÍ A TERITORIÁLNÍ  
ETO-EKOLOGIE BOBRA EVROPSKÉHO**

Vypracoval: Bc. Radomír Dohnal

Vedoucí práce: doc. RNDr. František Sedláček, CSc.

České Budějovice  
leden 2010

Magisterská diplomová práce

2010

Dohnal R. (2010) Potravní a teritoriální eto-ekologie bobra evropského.

[Foraging and teritorial eto-ecology of European beaver, Mgr. Thesis, in Czech] - 56 p.,  
Faculty of Biological Sciences, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech  
Republic

Annotation:

Two separate studies from Dolní Morava tributaries area. First one is focused on felling tree mechanism, with added parameters of felled trees. Second one is about seasonal distribution dynamics scent marks within eight territories. Evaluation of gathered data from 2007 to 2009.

Anotace:

Dvě separátní studie z oblasti toku Dolní Moravy, první zaměřená na mechanismus kácení a parametry shozených dřevin, druhá na sezónní dynamiku distribuce pachových značek v rámci osmi teritorií. Vyhodnocení sběru dat za léta 2007-2009.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně, pouze za vedení doc. RNDr. Františka Sedláčka, CSc. a s použitím citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 4.1 2010 .....

#### Poděkování:

Rád bych vyjádřil své poděkování všem, kteří mi pomohli dokončit tuto práci. Za odborné vedení a spoustu trpělivosti svému školiteli doc. RNDr. Františku Sedláčkovi, CSc. Dr. Dietrichu Heideckemu z Martin-Luther University Halle za poskytnuté materiály. Jsem vděčný své kolegyni Tereze Doanové za vytrvalou pomoc s textovou úpravou, Bc. Václavu Machovi za poskytnutí doporučení při práci s programem ArcGis a Mgr. Simoně Polákové za odborné konzultace při statistickém zpracování dat. Největší dík však patří mým rodičům, kteří mě po dlouhá léta všestranně podporovali po celou dobu studia.

## OBSAH:

|            |   |    |
|------------|---|----|
| <b>1</b>   | <b>ÚVOD A CÍLE PRÁCE</b> .....                            | 5  |
| <b>2</b>   | <b>LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....                            | 8  |
| 2.1        | Potrava a preference.....                                 | 8  |
| 2.2        | Pachové značení.....                                      | 12 |
| <b>3</b>   | <b>METODIKA</b> .....                                     | 16 |
| <b>3.1</b> | <b>Mechanismy kácení dřevin</b> .....                     | 16 |
| 3.1.1      | Výběr lokality.....                                       | 16 |
| 3.1.2      | Popis metodiky.....                                       | 16 |
| 3.1.3      | Upřesnění terminologie metodiky.....                      | 17 |
| 3.1.4      | Statistické zpracování získaných dat .....                | 19 |
| <b>3.2</b> | <b>Sezónní dynamika pachových značek</b> .....            | 20 |
| 3.2.1      | Výběr lokality .....                                      | 20 |
| 3.2.2      | Popis metodiky .....                                      | 21 |
| 3.2.3      | Statistické zpracování získaných dat .....                | 22 |
| <b>4</b>   | <b>VÝSLEDKY</b> .....                                     | 23 |
| <b>4.1</b> | <b>Mechanismy kácení dřevin</b> .....                     | 23 |
| 4.1.1      | Obecné parametry dřevin a okusů .....                     | 23 |
| 4.1.2      | Generalizované lineární modely.....                       | 24 |
| <b>4.2</b> | <b>Sezónní dynamika distribuce pachových značek</b> ..... | 28 |
| 4.2.1      | Změna počtu lokalit a teritorií.....                      | 28 |
| 4.2.2      | Průměrné parametry pachové značky .....                   | 28 |
| 4.2.3      | Materiálové složení pachové značky .....                  | 30 |
| 4.2.4      | Změna intenzity zápachu pachových značek .....            | 30 |
| 4.2.5      | Změna výšky v průběhu roku .....                          | 30 |
| 4.2.6      | Lokalizace pachových značek v rámci teritoria.....        | 30 |
| 4.2.7      | Interakce .....   | 31 |
| <b>5</b>   | <b>DISKUZE</b> .....                                      | 32 |
| <b>5.1</b> | <b>Mechanismy kácení dřevin</b> .....                     | 32 |
| <b>5.2</b> | <b>Sezónní dynamika pachových značek</b> .....            | 40 |
| <b>6</b>   | <b>ZÁVĚR</b> .....  | 46 |
| <b>7</b>   | <b>LITERATURA</b> .....                                   | 47 |

# 1 ÚVOD A CÍLE PRÁCE

Bobr evropský je dnes nedílnou součástí středoevropské fauny. Nebylo tomu tak však vždy. Tento druh, kdysi tolik hojný výskytem, již podvkrát z naší krajiny vymizel. Poprvé v první polovině 18. století (Anděra, 2001), kdy byl příčinou nadměrný lov. Loveni byli jednak pro maso, které se řadilo k masu postnímu, rybímu (Kokeš, 1968), a velmi kvalitní kožešinu, která si hustotou chlupů, a tedy i kvalitou, nezádá s vydří kožešinou. Dále pro gelovitý výměšek podocasních žláz, využívaný v lékařství jako antispasmodicum proti svalovým křečím (Tomíček, 1928), a ve voňavkářství, coby živočišné ztužovadlo podobné vorvaňovině (Kothera, 1928). Poslední skutečně volně žijící bobr byl uloven u Jemčiny roku 1853 (Záleský, 1928) a od této doby byl považován bobr evropský za druh u nás z volné krajiny vymizelý.

Bobři představovali nemalý hospodářský přínos jako lovná zvěř. Byli tedy chováni v uměle vybudovaných zařízeních, tzv. „bobrovnách“ (Kokeš, 1962), v jihočeském kraji například v Červeném Dvoře u Českého Krumlova a také mezi Rožmberkem a Starou řekou (Zíbrt, 1929). Došlo i k realizaci odvážného projektu, kdy bylo v roce 1865 z iniciativy Adama Schwarzenberga několik bobrů reintrodukováno na Třeboňsko (Heske, 1909). Odtud se dále šířili na Jindřichohradecko, Novohradsko a Vitorazsko. Řízený chov však nepřinášel očekávané výsledky. Při povodních docházelo k nepředvídatelnému šíření jedinců, kteří pak v rámci jihočeské pánve páchali škody na hrázích rybníků (Randík, 1971). Poslední chovaný jedinec byl sloven 1882 na hlubockém panství (Pleštilová, in print).

Podobná historie se týká bobřích populací prakticky po celé Evropě. Zhruba od 12. století docházelo díky nadměrnému lovu a úbytku vhodných biotopů, například vysoušením bažin a jejich přeměnou na zemědělskou půdu, k poklesu početních stavů až na hranici vyhubení druhu. Bobři vymírají v průběhu 13. století ve Španělsku a Velké Británii (Kitchener a Conroy, 2002). 18 a 19. století znamená rozpad evropského areálu rozšíření na několik izolovaných refugií. Pro srovnání - poslední slovenský bobr byl uloven na Žitném ostrově v roce 1858 (Chernel, 1886). Na území Polska došlo k výraznému poklesu početnosti už v 15. století (Krysiak, 1955). V Rakousku byl poslední bobr uloven v roce 1869 (Nolet a Rosell, 1994). Na začátku 20. století zbývalo v západní Evropě už asi jen 1200 bobrů - na dolní Rhôně ve Francii, na středním toku Labe v německém Sasku-Anhaltsku, v jižním Norsku, v Polsku a Bělorusku (Halley, 2003).

Od roku 1945 začala většina zemí s reintrodukčními a záchrannými programy. Do roku 2003 přistoupilo k populační obnově už 22 zemí (Běťák, 2008). Jeho opětovný výskyt a narůstající lokální populace u nás jsou dávány jako příklad úspěšně fungující ochrany přírody. Hovoří se o obnově přírodních poměrů v krajině (Moravec, 2005). Populace narůstá, a to díky reintrodukcím jedinců z let 1991 a 1992 (Lehký, 1998) v oblasti Litovelského Pomoraví a posilováním stávajících populací migrujícími jedinci ze zahraničí. Pochopitelně také i díky poměrně účinné ochraně představované 52 § odst. 1 zákona "O ochraně přírody a krajiny" (114/1992 Sb.) a tím, že bobr i jím obývaný biotop jsou implicitně pod legislativní ochranou Směrnice rady 92/43 EHS.

Důvodem růstu jsou také autekologické charakteristiky druhu - nízké topické a trofické nároky, které jsou v kulturní krajině dobře uspokojovány (Schwab, 2003). Dále také tím, že v obývaném biotopu de facto absentují konkurenti a predátoři (Kostkan, 2000). Vysoký reprodukční potenciál a silná teritorialita bez tendence ke zmenšování teritoria (Müller-Schwarze a Schulte, 1999) vedou k takovému nárůstu početnosti, že druh už rozhodně není v přímém ohrožení vymizením. Evropská populace činí přes 700 000 jedinců, současná česká populace pak 1800 jedinců (Halley, 2003).

Dlouhodobá nepřítomnost bobrů na území Evropy de facto znamenala i přerušení moderního vědeckého bádání na tomto druhu. Proto je dnes většina dostupných informací a zdrojů vztahena k bobru kanadskému (*Castor canadensis*, Kuhl 1870), který se na území Česka nevyskytuje. Každá relevantní informace o biologii a ekologii bobra evropského je tak velmi přínosná. V České republice je v současné době stanoven seznam priorit pro udržení populace, jejichž cílem je zabezpečit trvale přežívající populaci bobrů, tak aby byla nezávislá na imigraci z přilehlých oblastí Evropy. Další je diferenciací územní ochrany druhu pomocí zonace České republiky a zajištění nerušeného vývoje populace ve vymezených oblastech. Výsledkem se rozumí biologicky dostatečná, samostatná a přitom ekonomicky a společensky udržitelná míra osídlení druhu na území ČR (Vorel, 2006).

Kvalitní a funkční ochrana přírody, z pohledu managementu populace ohroženého druhu, vyžaduje široké spektrum informací z různých oborů. K ochraně druhu by měla přispět svými výsledky i tato práce, zabývající se potravní a teritoriální eto-ekologií bobrů. Soustředil jsem se zejména na vybrané aspekty behaviorálních a ekologických parametrů u populace bobra evropského v oblasti dolního toku řeky Moravy, konkrétněji v oblasti mikroregionu Podluží. Tyto lokality jsou z nejdéle bobry osídlených v celé České republice, a to téměř 25 let. Právě tady dochází opakovaně k největším konfliktům mezi zájmy ochrany přírody a

zájmy lidskými (reprezentované zde vodohospodáři, lesním závodem, mysliveckými a rybářskými sdruženími). I proto jsem se rozhodl vést svůj výzkum právě zde.

Má diplomová práce je rozdělena na dvě separátní studie. Rozhodl jsem se vybrat v rámci širokého pojmu „eto-ekologie bobra evropského“ (*Castor fiber*) rozdílné prvky celé problematiky.

První samostatná část se věnuje kácení dřevin, nikoli z hlediska potravních preferencí, ale hlediska mechanismu a vlastností okusů dřevin. Mé nynější zaměření představuje důsledek hlubšího zájmu o tuto problematiku. Literatura mě vedla k myšlence, že proces kácení není náhodný a vykazuje jisté shodné rysy. Rozhodl jsem se pro měření parametrů okusu, typu a míry poškození dřeviny, ve vztahu k rodu dřeviny a souvislosti s ročním obdobím. Sezónní dynamika mechanismu kácení byla zaznamenávána na čtrnácti náhodně vybraných segmentech říčního profilu.

Druhá studie se zabývá vlivem sezonality na celkovou dynamiku kladení pachových značek a změnu jejich měřitelných parametrů. Prostorová dynamika pachových značek je dnes hojně diskutované téma, literatura však nezmiňuje přístup, při kterém by byly zjišťovány širší aspekty tvorby těchto značek. Protože pachové značky souvisejí do značné míry s teritorialitou, bylo nutné pro pozorování determinovat jednotlivá teritoria v prostoru. Problematiku jsem dále rozšířil záznam intenzity zápachu a materiálové složení pachových značek, protože jsem se domníval, že by zde rovněž mohlo docházet k výraznému sezónnímu posunu.

## 2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 2.1 Potrava a preference

V České republice existuje řada živočichů schopných významně ovlivnit krajinu. A to jak v jejím vzhledu, tak v ekologické rovnováze (Moravec, 2005). Jedná se například o přežvýkavce nebo dřevokazný hmyz. Savci dokáží výrazně ovlivnit svou aktivitou skladbu, distribuci, početnost, hustotu, zastoupení jednotlivých životních forem a reprodukci rostlin v ekosystému (Rosell et al., 2005). Tato ovlivnění vyplývají často ze selekce (respektive preference) určitých druhů rostlin, ať už pro potravní, nebo jiné účely.

Selektivní spásání rostlin herbivory může zvyšovat nebo redukovat diversitu rostlin, v závislosti na tom, zda potravně preferují více či méně ke kompetici odolné druhy (Pacala a Crawley, 1992). Odolnost dané rostliny vůči přímým (spásání, okus) a nepřímým důsledkům aktivity (sešlap) herbivorů, je zásadní pro setrvání na dané lokalitě. Jen nemnoho živočichů můžeme však kvůli primárním a sekundárním důsledkům jejich aktivity nazývat „ekosystémovými inženýry“. Ekosystémové inženýrství, tedy fyzická modifikace habitatů organismy, je chápáno jako důležitý mechanismus pro udržování vysoké druhové bohatosti na úrovni měřítko krajiny, vytvářením habitatové heterogenity (Wright et al., 2002).

Bobr evropský (*Castor fiber*) spolu s bobrem kanadským (*Castor canadensis*) ovlivňují svou aktivitou, ve srovnání s ostatními velkými herbivory, neporovnatelně více ekosystémovou strukturu (Johnston a Naiman, 1990a), především v sub-klimaxové vegetaci (Hall, 1960). Například kácením dřevin mohou přímo nebo nepřímo ovlivnit vytváření a udržování nedostatkových habitatů pro nejrůznější druhy (McGinley a Whitman, 1985) vytvářením světlin a zvyšováním dostupnosti živin ve vlhké půdě bobří reverzibilně vracejí sukcesí pásma blízko vodních břehů, a tím obnovují životní prostředí vhodné pro raná sukcesní stádia vrb a olšin (Naiman, 1988).

Přímo zásadní roli hrají ve sladkovodních ekosystémech modifikací proudění v korytě budováním hrází, a regenerací lužních porostů (Melillo et al., 1986). Fyzické projevy jejich činnosti jsou obvykle vztaženy k prostoru limitovanému vzdáleností od vody. Průměrný dosah bobřích aktivit kolísá v závislosti na lokálních podmínkách od 20 m až do 120 m (Haarberg a Rosell, 2006). Protože se bobří málokdy vydávají za potravou dále než 60 m od vody, jsou efekty jejich činnosti obvykle koncentrovány podél přímých linií pobřeží (Barness a Dibble, 1986; Donkor a Fryxel, 1999).



Aktivita vztažená k úzké linii prostředí je vysvětlována teorií strategie centrálních plošek (Svendsen, 1980a). Tato optimalizovaná teorie předpokládá, že se zvířata budou živit tak, aby maximalizovala čistý příjem energie a současně minimalizovala náklady na její získání, za jednotku času (Pyke et al., 1977). Protože výpravy za potravou na břeh jsou energeticky náročné, je nezbytné, aby čas strávený na suché zemi byl využit s maximální efektivitou (Fryxell a Doucet, 1991). Proto se bobři snaží koncentrovat shozy dřevin na jednu plošku, kde mohou vyšším stupněm selekce na specifické druhy (nebo specifické velikosti se zvětšující se vzdáleností od úkrytu) maximalizovat čistý zisk energie (Orians a Pearson, 1979). Podle této teorie jsou bobři považováni za vyložené energetické maximalizátory (Belovsky, 1984).

K vysvětlení, proč se bobři zdržují blízko vody, existuje ještě několik alternativních, nepříliš populárních hypotéz, jako například snaha vyhnout se teplotnímu stresu (Steen a Steen, 1965), asymetrický růst vrbových porostů podél břehů (Barnes a Mallik, 1997) nebo vyšší míra zranitelnosti vůči predátorům při delším pobytu na břehu, nebo ve větší vzdálenosti od vody (Basey a Jenkins, 1995).

Bobři jsou herbivorní generalisté (Wilson, 1971), známí asi nejvíce svou schopností kácet dřeviny prakticky libovolných průměrů (Jenkins, 1980). V jejich potravě se objevuje jak kůra, lýko, větve a listy dřevitých rostlin, tak i suchozemské byliny, křoviny, kapradiny a vodní vegetace (Jenkins, 1975; Svendsen, 1980a). Bobři jsou známi pro svou schopnost živit se širokým spektrem dřevitých cévnatých rostlin, nicméně využívají v hojné míře také bylinnou potravu (Grassé a Dekeyser, 1955). Ve středoevropské krajině je zaznamenáno 149 druhů vyšších rostlin vyskytujících se běžně v potravě (Dziecieiowski, 1996). Dezhkin a Safonov (1966) uvádí dokonce až 300 druhů bylin.

Faktem zůstává, že v zimních měsících tvoří dřeviny až 90% podíl potravy (Piechocki, 1977). Stromy rostoucí kolem vody nejsou v potravě zastoupeny proporčně stejně, bobři preferují určité druhy. Právě jejich vysoká selektivita při kácení stromů jako zdroje potravy je jeden z důvodů významného efektu těchto živočichů na krajinu (Aldous, 1938; Belovsky, 1984; Pinkowski, 1983; McGinley a Whitham, 1985; Basey et al., 1988; Fryxell a Doucet, 1993; Basey a Jenkins, 1993). Oba druhy bobrů primárně konzumují zástupce čeledě *Salicaceae* (Erome a Broyer, 1984), zmíněná čeleď je preferována nejčastěji i jako zimní potrava. Vrba je výskytem častější než topol, a to je důvod, proč někteří autoři považují vrbu za klíčový druh. Bobři nicméně dobře prospívají i tam, kde není přítomen topol a vrba (Northcott, 1971), ale jiné méně hodnotné porosty, například trnkové nebo jasanové mláží.

Denní příjem potravy bobrů byl mnohokrát studován. Výsledky některých studií vykazují rozsah mezi hodnotami 0,7– 1,0 kg (Brenner, 1967), nebo 0,6-0,9 kg (Aldous, 1938) až po 2,2 kg potravy na jednoho průměrného dospělého na den (Bradt 1938). Zvládají trávit okolo 33% pozřené celulosy (Currier, 1960), což představuje u topolu osiky průměrný energetický příjem 520 kcal/ kg (Brenner, 1967).

Množství potravy se mění v průběhu roku i v závislosti na individuálním stavu jedince, u samic například v období laktace (Dziecieiowski, 1996). Což znamená, že každá průměrná šestičlenná kolonie pokácí přibližně 1300 kg dřevin a křovin z hektaru za rok (Johnston a Naiman, 1990b). To může vést ke snížení pozemní biomasy okolo nádrže až o 40% za každých 6 let (Rosell et al., 2005). Dřevinná složka potravy vyžaduje několikaletou regeneraci, což může ovlivnit dlouhodobé přežívání bobrů na lokalitě (Fustec et al., 2001).

Bobři sice disponují schopností kácet celé vzrostlé stromy, ale mají tendenci využívat jen část z takto sklizené biomasy. Méně než jedna třetina bývá konzumována, a malá část bývá využita pro tvorbu a údržbu hrází a sídel, zbytek zůstává nevyužit (Rosell et al., 2005). Shodně i Hoffman (1967) uvádí, že až 70% dřevitých druhů rostlin bývá využito jinak než potravně. Proto se objevuje méně preferované dřevo častěji při stavebních pracích (Barnes a Mallik, 1996).

Bobři jsou do značné míry závislí na možnosti úkrytu ve svých norách a hradecích a na roční dostupnosti množství potravy blízko těchto míst (Margaletić et al., 2006). Obecně lze říct, že bobři preferují stromy menších průměrů se zvětšující se vzdáleností od svého sídla a nádrže (Fryxell, 1992). Existují parametry ovlivňující energetickou náročnost procesu získání potravy. Patří mezi ně čas potřebný ke shození a zpracování dřeviny, čas potřebný k manipulaci (zejména transportu do vody z centrální plošky), čas vynaložený konzumováním dřeviny a rovněž čas potřebný pro stravení (Fryxell, 1991).

Schoener (1979) dokonce předpokládá, že transport potravy do vody (a její doprava do zásobárny) je energeticky nejnáročnější částí z celého procesu zaopatření potravy. Větší stromy sice nabízejí více stravitelné biomasy jako je kůra, větve a listí, ale vyžadují vynaložení mnohem více času na pokácení a zpracování, tedy rozdělení na ovladatelné kousky a jejich dopravu do vody (Doucet a Fryxell, 1993). Obě tyto aktivity jsou co do energetické náročnosti alometricky narůstající s průměrem kmene (Fryxell a Doucett, 1991). Stromy menších průměrů jsou preferovány pro svou snadnou zpracovatelnost. Snáze stravitelné dřeviny jsou káceny masivně (Nolet, 1994).

Bobři kácují stromy rozmanitých rozměrů (Busher et al., 1983; Ganzhorn a Harthun, 2000). Největší doposud zaznamenaný průměr skácené dřeviny činil 117 cm (Rosell a Pedersen, 1999), jiní autoři uvádějí 140 cm (Dziecieolowski, 1996). Bobři selektují signifikantně mnohem více opadavé stromy než jehličnaté (Basey, 1999).

Jednou z otázek je, díky jakému mechanismu se bobrům daří shazovat stromy tak velkých průměrů. Bobři začínají hryzat na kmeni z jedné strany, nejčastěji od vody, a poté postupují ohryzem ve stejné výšce po obvodu kmene. Tím vzniká na dřevině v místě okusu typický tvar „přesýpacích hodin“.

Obecným předpokladem je, že jsou stromy káceny v libovolném směru. Stromy ale padají mnohem častěji k vodě, ve směru nádrže, protože se obvykle tímto směrem naklánějí (Wilson, 1971) nebo mají v tomto směru mnohem lépe vyvinutou korunu. Kvalitativními daty podložený výzkum v této oblasti nicméně chyběl.

Například Cleland (1962) vyvodila, že stromy nepadají v žádném konkrétním směru, ale nepodložila to statisticky vyhodnocenými daty. Stejně tak Samways et al. (2004) hypotetizovali, že kvůli úspoře času a energie s transportováním jednotlivých částí stromů do nádrže bobři kácují stromy směrem k hrázi, protože selektivní kácení v určitém směru pomůže často redukovat množství času stráveného na břehu a snižovat potenciální riziko napadení predátorem.

Ze studia literatury vyplynula následující hypotéza o kácení stromů:

Bobři, podle obecných předpokladů, na náhodně vybraných plochách podél říčního profilu, kácují výhradně listnaté stromy s měkkým dřevem. Zaměřují se na dřeviny favorizovaných druhů s výraznou selekcí jedinců menšího průměru, v těsné blízkosti vodního toku. Tyto uvedené charakteristiky jsou v průběhu roku stabilní. Protože je pro bobry shoz stromu motivován okamžitou potřebou potravy či stavebního materiálu, nebude zaznamenána dlouhodobá přítomnost nahlodaných a neshozených dřevin. Výška, ve které je okus veden, bude ovlivňovat orientaci pádu dřeviny ke světové straně a konkrétní směr pádu dřeviny. Vzhledem k teorii centrálních plošek budou některé náhodně vybrané plochy silně ovlivněny okusem, zatímco některé zcela bez přítomnosti okusů.

## 2.2 Pachové značení

Mnoho savců používá svou moč, trus nebo sekreci specializovaných kožních žláz ke značení svých teritorií (viz např. Müller-Schwarze, 1983; Gorman, 1984). Hlodavci využívají široké spektrum pachových signálů k různým účelům. Současné studie demonstrují, že různé typy zápachu mohou nést rozdílné informace, a tak mít rozdílné funkce (Johnston et al., 1993). Respektive ten samý zápach může kódovat rozdílné informace a mít tedy různé funkce (Quay a Müller-Schwarze, 1971; Epple et al., 1979; Johnston, 1985), zatímco různé jiné pachy mohou nést tutéž informaci (Baldwin a Meese, 1977; Roeder, 1980; Martin a Beauchamp, 1982). Evoluce vzorců chování spojených s pachovými signály vznikla pravděpodobně při projevech sexuální kompetice. Prvotně nejspíše na principu rozpoznání druhu, poddruhu nebo konkrétního jedince a jeho sociální příslušnosti ke skupině, kolonii, rodině (Wynne-Edwards, 1962), posléze jako součást kompetitivního chování mezi jedinci stejného pohlaví, nejčastěji samci (i když samice také často značkují) a následně se uplatnily při výběru partnera - častěji u samic (Roberts et al., 2001). Existuje řada alternativ využití pachových signálů.

Mohou být využity na rozeznání kompetitivních schopností oponenta (Gosling, 1982), příkladem uplatnění mohou být projevy pohlavní kompetice samců sviště horského (*Marmota marmota*), kteří značkují častěji, když mladí samci uvnitř jejich teritoria pohlavně dospívají (Bel, 1999). Dále se užívají pro určení sociálního postavení (Johnson, 1973). Například u kapybar (*Hydrochaeris hydrochaeris*) mají jedinci se zvýšeným sociálním statutem, zejména dominantní samci, tendenci značit s větší frekvencí než hierarchicky níže postavení (Herrera a MacDonald, 1987). Dalším využitím je podpora synchronizace reprodukčního cyklu udáním současného rozmnožovacího statusu (Henry, 1977), nebo vábení členů opačného pohlaví (Thiessen a Rice, 1976), či označení zdrojů (Brown, 1979). Velmi často jsou však pachové projevy spojeny s obranou teritoria (Gosling, 1990).

Olfaktorická komunikace může být nadefinována jako proces, při kterém jsou chemické signály generovány „pravděpodobným“ odesílatelem a přenášeny (obecně vzduchem) k „pravděpodobnému“ příjemci. Příjemce musí mít adekvátní „receptor“ a být schopen signály rozeznat a fyziologicky či behaviorálně na ně reagovat (Eisenberg a Kleimann, 1972). Pachové značky jsou druhem signálů, vysílaných i v nepřítomnosti odesílatele, bez zacílení na konkrétního příjemce (Gosling, 1982). Tyto pachové značky mají unikátní postavení mezi sociálními signály a komunikací (Roberts et al., 2001).

Aktivní užívání pachového značení je obecně častější u živočichů, kteří dosáhli dospělosti. Dále je typické pro samce, dominantní a teritoriální jedince, a to během rozmnožování. Variabilita frekvence značení souvisí často s individuálními charakteristikami, jako je věk, pohlaví a fyzická kondice, případně roční období (Gosling a Roberts, 2001). Hlodavci vylučují pachové stopy celou řadou orgánů žlázového původu (Halpin 1988). Mezi nejčastější zdroje pachu patří moč a produkty análních žláz, většina druhů ale využívá k produkci zápachu více druhů žláz (Djeridane, 2002).

Nejširší spektrum žláz používají čeledě *Cricetidae* a *Muridae*: ústní, slinné, Harderova oční, tarsální víčkové, ušní, boltcová, hřbetní, břišní, chodidlová, ocasní, řitní, předkožková, hrázová a poševní (Brown a MacDonald, 1985). Větší množství užívaných pachových žláz různého původu může korelovat s vyšší mírou sociality, jako je tomu například u rodu *Microtus* (Ferkin, 1999).

Značení teritoria pomocí pachových značek je vysvětlováno řadou hypotéz. Jedním z prvních vysvětlení je, že takové značky jedinci usnadňují orientaci uvnitř vlastního teritoria (Kleimann, 1977). Mezi další patří myšlenka, že tak dochází k monitorování zdrojů poskytujícím informace o předchozí návštěvě „potravního“ místa (Henry, 1977), která se ale na rozdíl od interpretace, že u monogamních druhů slouží k podpoření párové soudržnosti, příliš neujala (Peters a Mech, 1975). Slibnou alternativou k těmto teoriím je, že pachové značky odstrašují či varují případné teritoriální narušitele (Hediger, 1949). Tato hypotéza však není podpořena přímými pozorováními. Narušitel teritoria nemá obvykle tendenci prchnout poté, co značku objeví (Geist, 1964). I tak by to ale nepřímě znamenalo, že signalizující redukuje počet a intenzitu potenciálních nákladných bojů, kterým by byl jinak vystaven (Rosell, 2005). Ačkoliv pachové značky pravděpodobně nedokážou úplně zabránit čerpání zdrojů uvnitř teritoria narušiteli, mohou v čase a prostoru limitovat stupeň, jakým je teritorium narušováno, a nepřímě pomoci ochraně jeho zdrojů (Rosell et al., 2005).

Bobři používají pro pachové značení dva páry orgánů (Hogdon, 1978; Valeur, 1988). Rosell a Sundsall (2001) považují tyto sekreční žlázy bobrů, za unikátní orgány, původně určené k ukládání a exkreci sekundárních obranných metabolitů rostlin, které mohly být druhotně využívány v rámci specifického projevu teritoriálního chování. Jedná se o anální žlázy a váčky (Svendsen, 1978). Anální žlázy jsou původem žlázy holokrinní sekreční, zatímco váčky jsou pouze „kapsami“ ohraničenými vrstvou nesekrečního epitelu. Obsahem váček je směs močových a potravně-sekundárních metabolitů, společně obecně nazývaných „*castoreum*“ (Walro a Svendsen, 1982). Obě sekreční žlázy jsou dislokovány ve dvou

duťnách mezi pánví a kořenem ocasu (Svendsen, 1978). Oba páry orgánů jsou používány pro pachové značení během obrany teritoria (Rosell a Bergan, 1998).

*Castoreum* (též bobří stroj, bobrová stroj, bobrovina) je gelovitý výměšek (Kostkan, 2000), při značkování často doprovázený močí, řidčeji výměškem análních žláz (Houlihan, 1989). Samotný produkt análních žláz je individuálně specifická substance, přičemž příbuzní jedinci mají podobnější složení než nepřibuzní (Welsh a Müller-Schwarze, 1989). *Castoreum* je složeno ze fenolických, neutrálních, bazických a kyselých komponentů (Tang et al., 1995). Velké množství fenolických látek a terpenů obsažených v *castoreu* je ovlivněno skladbou potravy, a tak představuje signál, nejen o fyzické kondici jedince, ale nepřímo i o potravní nabídce teritoria (Müller-Schwarze, 1999). Chemické složení *castorea* se může měnit v průběhu času (Schmidt a Johnston, 1979). Bobři jsou schopni rozlišit jednotlivé prchavé látky obsažené v pachové značce u členů vlastní rodiny, sousedů, a dospělých samců z teritorií nesousedících s územím vlastní kolonie (Schulte, 1998).

Kladení pachových značek má řadu nejrůznějších forem a souvisí se specializovanými vzorci chování. Močení a kladení trusu je asi nejčastější formou. Značení teritoria pomocí trusu a moči je totiž vysoce efektivní (Geist, 1964). *Castoreum* je ideální substance proto, že představuje minimální energetické náklady pro signalizujícího (Müller-Schwarze, 1986). Problém, kterému značující bobří čelí, je kam, přesněji kde, značku klást. Protože jsou omezeni časem a energií, nemohou klást značky náhodně. Namísto toho značkami vytvářejí organizované rozložení, čímž každá jednotlivá pachová značka maximalizuje šanci být odhalena jedincům, kterým je určena. Tam, kde na menší ploše existuje větší počet rodinných kolonií, a tím pádem lze očekávat větší počet potencionálních narušitelů, je značkování častější (Nolet a Rosell, 1994). Tato místa jsou nejčastěji na teritoriálních hranicích (Gosling, 1982; Gorman, 1990).

Všichni členové kolonie dokážou klást tyto značky. Mezi autory nepanuje shoda, zda se na značkování podílí ve větší míře samec (Schulte, 1998) či značí samec společně se samicí (Aleksiuk, 1968; Butler a Butler, 1979), nicméně následně udržovat a obnovovat značky pomáhá celá rodina. Žlázy nejsou dostatečně vyvinuty jen u čerstvě narozených jedinců. Potřebné struktury se vyvinou postupně a začínají plnit svou funkci u mláďat starších pěti měsíců (Svendsen, 1978).

Aktuální počet pachových značek se mění v závislosti na ročním období a tomu odpovídající činnosti bobrů (Gosling, 1990). Vrchol značkovací aktivity připadá na období mezi dubnem a květnem (Svendsen, 1980a). To je celkem očekávatelné vzhledem k tomu,

že odrostlí mladí touto dobou opouštějí svá rodiště, aby založili svá vlastní teritoria (Beer, 1995; Bergerud a Miller, 1977). Většina putujících bobrů jsou „subadulti“ (dvouletí, respektive ve třetím létě svého života), ale také se může jednat o dospělé samce dočasně opouštějící své teritorium případně samice bez mladých (Townsend, 1953).

Bobři kladou výměšek z pachových žláz na hromádky z listí, trávy a větviček, případně jiných dostupných materiálů, většinou spojených bahnem (Aleksiuk, 1968; Svendsen 1980b), časté je rovněž „kladení“ na hromádky písku nebo jiný dostupný břehový (i ze dna vyzvednutý) substrát. Bobři však nemohou normálně močit, aniž by se moč nesmíchala s *castoreem*, a tak se může často stát, že pokud jedinec stráví na jednom místě relativně delší dobu, může pachovou stopu tohoto typu neúmyslně zanechat i zde (Walro a Svendsen, 1982). To vysvětluje občasný výskyt typického zápachu bez viditelné značky (Bau, 2001). Obrana teritoria je jednou, nikoliv však jedinou, z funkcí výměšků. Další, pro bobry důležitou funkcí, je udržování srsti promašťováním těmito produkty žláz (Walro a Svendsen, 1982).

Ze studia literatury vyplynula následující hypotéza značkování teritoria:

Pachová značka představuje zásadní prvek preventivní obrany teritoria. Pro svou důležitost musí být snadno rozpoznatelná všemi příslušníky druhu, a tudíž musí mít jednoznačný charakter, tj. pachová značka se rozměrovými parametry, vzhledem, složením a zápachem nebude lišit mezi nepříbuznými jedinci a koloniemi. Charakter pachové značky bude stejný v průběhu celého roku. S výjimkou vyšší frekvence značení v jarních měsících bude průměrná intenzita značení v průběhu roku vyrovnaná.

## 3 METODIKA

### 3.1 Mechanismy kácení dřevin

#### 3.1.1 Výběr lokality

Řeka Kyjovka (též Stupava) je levostranným přítokem Dyje. Pramení u obce Staré Hutě v oblasti Chřibů. Délka toku je 86,7 km, plocha povodí měří 665,8 km<sup>2</sup>. V oblasti středního až dolního toku protéká severo-jížním směrem, kulturní, převážně zemědělsky intenzivně obhospodařovanou, krajinou mikroregionu Podluží.

Segmenty sledované v rámci sběru dat pro stanovení mechanismů kácení dřevin se nacházely mezi 73. a 59. kilometrem toku, přibližně mezi obcemi Lužice (48°50'24.615"N, 17°5'27.096"E) a Lanžhot (48°43'54.435"N, 16°58'45.577"E). S využitím ortofotomap poskytnutých Českým zeměměřickým ústavem (měřítko 1:10 000, pořízených ke dni 12.5 2007) a programu ArcInfo Desktop (9.3, ESRI, 2009), jsem zvolený úsek řeky rozdělil na 142 100 m dlouhých segmentů. Do zařazených segmentů spadaly reprezentativní úseky řeky Kyjovky, nezapočítával jsem části toku pod obcemi. Ze 142 segmentů jsem následně náhodně vybral 14, na kterých jsem prováděl sběr dat pro potřeby výzkumu mechanismu kácení dřevin. Sledovanou plochou se rozumí dřevinné porosty v okolí linie vodního toku do vzdálenosti 20 m od břehové čáry.

#### 3.1.2 Popis metodiky

V rámci ověření hypotézy bylo při celosezónním sběru dat za rok 2008 zaznamenáno celkem 2243 dřevin nesoucích různý typ okusu. Do statistických analýz nebylo zahrnuto 81 okusů typu „try-bitting“. Dále byly ze statistických analýz vyřazeny rody nepočetně zastoupených dřevin. Celkem bylo vyřazeno 26 dřevin rodů *Avium*, *Fagus*, *Malus*, *Rosa*, *Swida* s celkovou početností menší než 10 kusů za mapovací sezónu.

Pro potřeby statistické analýzy směrového kácení dřevin bylo využito 2137 kusů dřevin. Ty měly buď stále neoddělený kmen, nebo bylo možné podle stop ponechaných okusem na pařezu stanovit charakteristiky související s určením směru a orientace padlého kmene. Terminologie sbíraných údajů je upřesněna dále.

Sběr dat jsem zahájil 21.1 2008, a pokračoval jednou měsíčně (obvykle třetí víkend v měsíci) v evidování stavu dřevin, po dobu 12 měsíců (do 19.1 2009). Primárně byly rozlišovány dřeviny podle míry okusu na „dokonale“ a „nedokonale“ okousané, dřeviny se „zrcátkem“ a dřeviny bez okusu.



Dřeviny s okusy byly označeny značkovacím sprejem (Fluo TP – zelená) nástřikem na kořenové patě, a dále zaznamenávány jejich další charakteristiky, například: datum pozorování, číselné určení segmentu, typ okusu, rod dřeviny, průměr dřeviny 1,3 m nad zemí, minimální, střední a maximální výška okusu a kolmá vzdálenost na břehovou linii. Další záznam tvořila orientace shozeného kmenu ke světové straně a úhel shozu stromu.

### **3.1.3 Upřesnění terminologie metodiky**

#### **typ okusu**

Dokonalý okus je obvykle pařez typického tvaru spodní části přesýpacích hodin, pozůstatek stromu či křoviny, někdy s neodděleným, ale již shozeným kmenem. Dřevina je, nebo už byla, potravně či stavebně využita (viz obrázek č. 1). Počítal jsem vždy první kmen od země. Další jednotlivé větve nebo na více částí přerušené kmeny jsem nezapočítával.

Nedokonalým okusem se vyznačují dřeviny dosud neshozené, stojící. Kmen stromu či křoviny již však byl v různé míře intenzity ohryzem narušen. Ohryz zasahuje kůru, lýko i vlastní dřevo a je veden minimálně po čtvrtině obvodu kmene (viz obrázek č. 2). Převážná většina nedokonale okousaných dřevin bývá dříve nebo později dále potravně či stavebně využita.

Zrcátko a „try-bitting“ jsou dva různé typy okusu, jejichž zařazení je otázkou subjektivního pohledu mapovatele. Zrcátko je dobře patrné místo odhlodané v kůře stromu, na kmenech nezabírající více než 400 cm<sup>2</sup>. Stopa zubů je charakteristicky hladká, bez visícího přetrhaného pletiva, nezasahuje do lýka dřeviny (viz obrázek č. 3). „Try – biting“ je rozměry menší struktura, zasahující kůru, lýko i samotné dřevo.

#### **rod dřeviny**

Přibližně u 20 % dřevin nebylo vždy možné přesně determinovat druh, proto byl zaznamenán jen rod. Důvodem bylo za prvé obtížné určení některých druhů *Salix*, za druhé pak prostá nepřítomnost determinačních znaků na pařezu dokonale zpracované dřeviny. Tam, kde bylo možné druh určit, byl zaznamenán, ale nebyl zahrnut do sekundárních dat.

TAB I.

|    |     |                    |
|----|-----|--------------------|
| 1  | ACP | javor jasanolistý  |
| 2  | ACR | javor (klen, mléč) |
| 3  | ALN | olše               |
| 6  | BET | bříza              |
| 7  | CAM | javor (babyka)     |
| 8  | COR | Líska              |
| 9  | CRT | Hloh               |
| 10 | EUO | brslen             |
| 11 | FAG | Buk                |
| 12 | FRX | Jasan              |
| 15 | MIR | mirabelka          |
| 16 | PAD | střemcha           |
| 17 | POP | Topol              |
| 18 | PRN | Trnka              |
| 19 | QRC | Dub                |
| 21 | SAL | Vrba               |
| 23 | SOR | Jeřáb              |
| 24 | SWD | Svída              |
| 25 | TIL | Lípa               |
| 26 | TRM | topol (osika)      |
| 27 | ULM | Jilm               |

### **výška okusu**

Minimální výška okusu byla dána první patrnou stopou otisku zubů na kmeni dřeviny, měřeno od země. V případě naklonění kmene nebo elevace svahu byla měřena výška vždy na straně kmene kolmé k břehové linii vody. Střední výška okusu udávala nejužší bod okusu, pomyslný střed „přesýpacích hodin“. Maximální výška okusu udávala poslední patrnou stopu otisku zubů na kmeni dřeviny.

### **průměr dřeviny**

Měřený 1,3 m nad zemí. Základní měření dřeviny v této výšce bylo provedeno, jen pokud se jednalo o nedokonalý okus. Průměr byl tabelován podle aktualizované užívané metodiky (Vorel, 2009). Dřeviny jsou kategorizovány průměrem v rozmezích: do 2,5 cm, 2,5-6,5 cm, 6,5-12,5 cm, 12,5-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm, 40-50 cm, nad 50 cm.

## úhel shozu stromu

Byl měřen úhloměrem s přesností na 5°. Nejkratší přímá vzdálenost kolmá k břehové linii byla vedena jako úhel 0° (respektive 360°), poloha ležícího kmenu byla proložena pomyslnou přímkou. Protazením tohoto směru byl zaměřen úhel shozu stromu. Úhlová výseč 0-90° a 0-270° značila příklon dřeviny k břehové linii, zatímco rozmezí výseče mezi 225° až 135° značilo odklon, tedy pád dřeviny na stranu od vody vzdálenější. Pro potřeby statistické analýzy byla provedena u všech úhlových hodnot sinová transformace. Měřena byla i orientace ke světové straně. Orientace ke světové straně se určovala protazením přímky ve směru ležícího kmene a následným zaměřením směru kompasem (Suunto A-30).

### 3.1.4 Statistické zpracování získaných dat

Pro potřeby statistické analýzy kácení dřevin bylo využito 2137 kusů dřevin. Tabelovaná primární data byla zpracována softwarovým systémem pro analýzu dat STATISTICA (StatSoft, Inc. (2007), verze 8.0). Vztahy mezi stanovenými veličinami byly řešeny pomocí zobecněných lineárních modelů. Jako závislá proměnná byly vybrány výšky okusu (MINI, MEDI, MAXI). U závislých proměnných byla provedena odmocninná transformace. Jako kategoriální proměnné byly do modelu dosazeny údaje charakterizující rod, orientaci, datum, segment a typ okusu. Jako kontinuální proměnné byly dosazeny hodnoty průměru, úhel shozu kmene a vzdálenosti.

## 3.2 SEZÓNÍ DYNAMIKA PACHOVÝCH ZNAČEK

### 3.2.1 Výběr lokality

Ke sledování dynamiky pachových značek je zapotřebí nejdříve vybrat stabilnější lokality, tedy taková území, která jsou alespoň 4-6 sezón úspěšně kolonizována. Úspěšně kolonizovaná lokalita se jeví vitální tehdy, když bobři normálně aktivují, tj. konzumují potravu přítomnou na lokalitě, budují sídla a stavby a produkují mladé.

Vlastnímu mapování pachových značek probíhajícímu (2008/09) předcházelo v sezóně (2007/08) mapování pobytových stop. Základní charakteristiky sledovaných lokalit uvádí tabulka II. (určení biotopů bylo provedeno pomocí Katalogu biotopů ČR, Chytrý et al., 2001), podrobnější charakteristiky tabulky IV. a V. v Příloze. Soustředil jsem se na průběh teritoriálních hranic, sledování výskytu pobytových stop a pozorování konkrétních jedinců. Předpoklad o přibližné rozloze teritoria a počtu jedinců území obývajících byl ověřen metodou přímých pozorování (Rosell, 2006).

TAB II.

| LOKALITA               | zkratka | GPS                            | Vegetace   |
|------------------------|---------|--------------------------------|--|
| Kyjovka MNV-TNC        | A       | 48°47'28.185"N, 17°1'51.381"E  | K 2.2 - vrbové křoviny hlinitých a písčitých náplavů |
| Tůně                   | B       | 48°47'46.179"N, 17°2'21.522"E  | V1 – makrofytní vegetace přirozeně eutrofních vod    |
| Kyjovka TNC-TVD        | C       | 48°46'17.718"N, 17°0'36.999"E  | M6 - bahnitě říční náplavy                           |
| Kyjovka TVD – KST      | D       | 48°45'9.442"N, 16°59'37.456"E  | K 2.2 - vrbové křoviny hlinitých a písčitých náplavů |
| Kyjovka MIK – MNV      | E       | 48°48'16.832"N, 17°3'4.54"E    | K 2.2 - vrbové křoviny štěrkových náplavů            |
| Žižkovský rybník       | F       | 48°50'27.499"N, 16°55'37.088"E | M 1.1 - rákosiny eutrofních stojatých vod            |
| Kopčanské rameno       | G       | 48°47'4.384"N, 17°4'47.256"E   | L 2.4 - měkké luhy nížinných řek                     |
| PR Stibůrkovská jezera | H       | 48°44'39.327"N, 17°0'3.248"E   | L 2.3 - tvrdé luhy nížinných řek                     |

Informace o rozložení teritorií byla dodatečně ověřena pomocí programu ArcGIS (Desktop (9.3, ESRI, 2009), rozšířením o analýzu prostorových dat „kernel density (sa)“. Z dat jednotlivých lokalit byl vytvořen pro každý měsíc nezávislý „.shp“ soubor (s projekčním koordinačním systémem S-JTSK), v rámci kterého bylo prováděno měření charakteristik vývoje a změny teritoria. Výpočet velikosti teritoria probíhal na bázi prostorové distribuce a změny polohy jednotlivých pachových značek za každý měsíc. Kvůli zlepšení kvality rozlišení byla hodnota „outputcell size“ zmenšena (resp. rozšířena o jedno desetinné místo), a hodnota „search radius“ byla snížena o 1. Snímky byly reklasifikovány z rastrového do vektorového typu a vytvořeny z nich polygony. Měření probíhalo na jednotlivých polygonech.

Koncentrace pachových značek, přímé pozorování pohybu jedinců a data z vlastního monitoringu mi poskytla dostatek informací o rozloze teritorií.

### **3.2.2 Popis metodiky**

Údaje o výskytu pachových značek jsem sbíral na základě nálezů v terénu od 6. 8. 2008 do 15. 8. 2009. Původně bylo sledováno 8 lokalit, ale z těch se v průběhu jarních měsíců roku 2008 vydělily dvě další, nezávislé, s potomky původní kolonie (viz tab. I., II. a III.), o celkovém obvodu 29,08 km. V závislosti na ročním období jsem sběr dat prováděl buď pochůzkou (celoročně) v terénu, nebo ze člunu (18. 5. – 15. 8. 2009). Sběr dat probíhal jednou měsíčně, obvykle třetí víkend v měsíci, v rozmezí dvou dnů. Pochůzka v terénu zahrnovala v případě liniových toků projítí obou břehů, nebo obvodu u rybníků, nádrží či tůní, a důsledné pozorování výskytu případných pobytových stop.

Na osmi sledovaných lokalitách jsem za 12 mapování zaznamenal celkem 2288 pachových značek. Zapracováním analýzy “kernel desnity (sa)” programu ArcGis do hodnocení velikosti teritoria, bylo 125 značek vyřazeno, protože statisticky vykazovaly příslušnost k jiným teritoriím. Dalších 85 pachových značek bylo z analýz vyřazeno, protože nevykazovaly charakteristické prvky teritoriálních značek. Především se jednalo o velmi odlehlé pachové značky, a také ty s náhodným a neopakovaným výskytem. Vyřazeny byly rovněž „značky“, jež se vyznačovaly atypickým vzhledem souvisejícím spíše s vyměšováním trusu a moči.

Celkem tedy bylo zahrnuto 2077 pachových značek.

Sledován byl pobřežní pás do vzdálenosti 5 m od vody. Pachové značky byly v terénu identifikovány obvykle čichem ze vzdálenosti cca 15 m, z menší vzdálenosti pak byly lokalizovány vizuálně. Vzhledem, tvarem a zápachem jsou nezaměnitelné s jinými strukturami na břehu (viz obrázky 5 a 6). V případě pozitivního nálezu bylo provedeno zaměření pozice pomocí GPS přístroje (Gekko 201, Garmin) a následně tabelována řada charakteristik, souvisejících se specifikou konkrétní pachové značky vůči ostatním (intenzita zápachu, použitý materiál, rozměry značky).

## **rozměrové parametry**

Měřena byla délka a šířka každé pachové značky (v cm). Značky mají spíše obdélníkový či lichoběžníkový tvar, rozměry jsou velmi variabilní. Měřena byla i výška, tj. nejvyšší bod značky od úrovně terénu. V analýzách byly jednotlivé rozměry nahrazeny roznásobením parametrů na plochu (délka \* šířka), nebo idealizovaným jehlanem ((výška \* šířka \* délka)/3).

## **materiál a jeho původnost**

Zaznamenával jsem většinou skladbu materiálu užitého na výrobu pachové značky. Převažující materiál byl označen číslem: 1 - hlína, 2 - bláto, 3 - štěrk, 4 - písek, 5 - tráva, 6 - listí a větvičky (do 2,5 průměru), 7 - větší větve (od 2,5 průměru), 8 - vodní makrofyta, 9 - řasy. Po určení materiálové skladby jsem zjišťoval, zda je použitý materiál na místě výskytu značky původní, tj. jestli se užitý nebo jemu podobný materiál nachází v okruhu 10 m.

## **zápach**

Hodnocena byla subjektivní míra intenzity zápachu, nabývající hodnot od 1-5. Přitom platilo, že „1“ se vyznačuje nejsilnějším zápachem, ekvivalentu surového výtažku ze žláz, při stupni „5“ zápach nebyl zjištěn. Zjišťování intenzity zápachu bylo prováděno čichem. V průběhu celé sezóny se na hodnocení zápachu podílela pouze jedna osoba.

### **3.2.3 Statistické zpracování získaných dat**

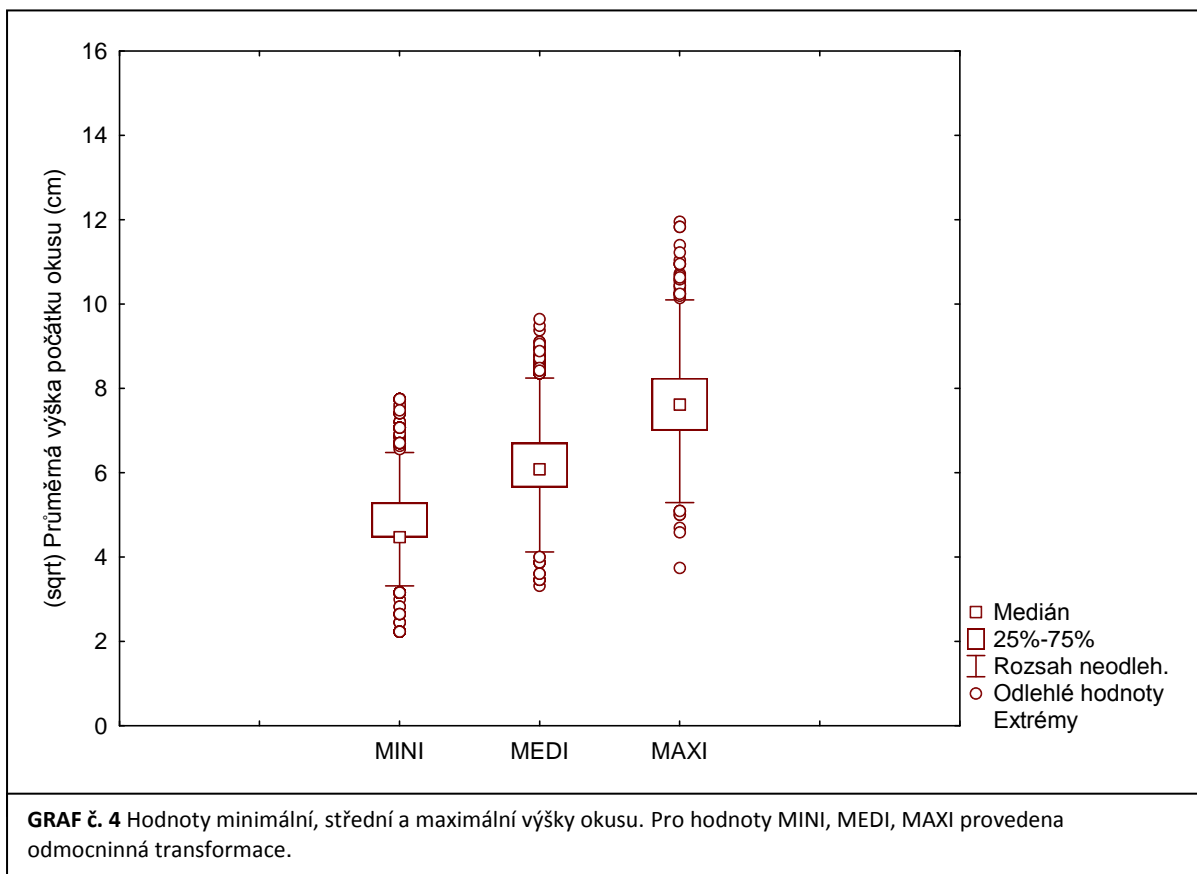
Tabelovaná primární data byla zpracována softwarovým systémem pro analýzu dat STATISTICA (StatSoft, Inc. (2007), verze 8.0). Vztahy mezi stanovenými veličinami byly řešeny pomocí zobecněných lineárních modelů. Jako závislá proměnná byl zvolen tvar značky – výška, plocha, objem. Každá závislá proměnná byla transformována odmocninou. Nejlepších vazeb na podchycené parametry bylo dosaženo u proměnné – objem.

## 4 VÝSLEDKY

### 4.1 Mechanismy kácení dřevin

#### 4.1.1 Obecné parametry dřevin a okusů

Na čtrnácti sledovaných segmentech byl nález okusů v dostatečném množství zaznamenán u 21 rodů dřevin. V Příloze uvádím zastoupení jednotlivých rodů dřevin v grafu č.1, distribuci okusů na dřevinách s rostoucí vzdáleností od břehové linie graf č.2 a rozdělení průměrových kategorií okusu v grafu č. 3. Průměrná výška počátku okusu (MINI) byla 24,8 cm (SD 11,2 cm). Nejnižše položené okusy začínaly 1 cm nad zemí, vedeny přímo na úrovni výchozu kořenů, nejvýše položený počátek okusu byl 145 cm nad zemí. Průměrná hodnota pro střed okusu (MEDI) byla 37,8 cm. Průměrná horní hranice výšky okusu (MAXI) byla 59,8 cm (SD 16,4 cm), nejnižší pozorovaná horní hranice byla 14 cm, nejvyšší naměřená hodnota 203 cm (graf č. 4).



Úhel shozu dřeviny dosahoval hodnot v rozpětí 0° až 355°. Nejvíce frekventované hodnoty byly v rozmezí 5-20°. Úhel shozu dřeviny 5° (celkem 822 pozorování) tvořil 39% z veškerého množství pozorování. Hodnoty značící pád dřeviny směrem od vody nepřesahovaly hranici 2%. Kmeny shozených stromů vykazovaly v 64% případů jižní orientaci. Tato orientace se s 1369 pozorováními stala nejvíce frekventovanou, druhá následovala orientace na severní stranu s 321 pozorováními. Nejméně kmenů, tedy 1% (při 15 pozorováních) vykazovalo po svém shozu orientaci východním směrem.

#### 4.1.2 Generalizované lineární modely

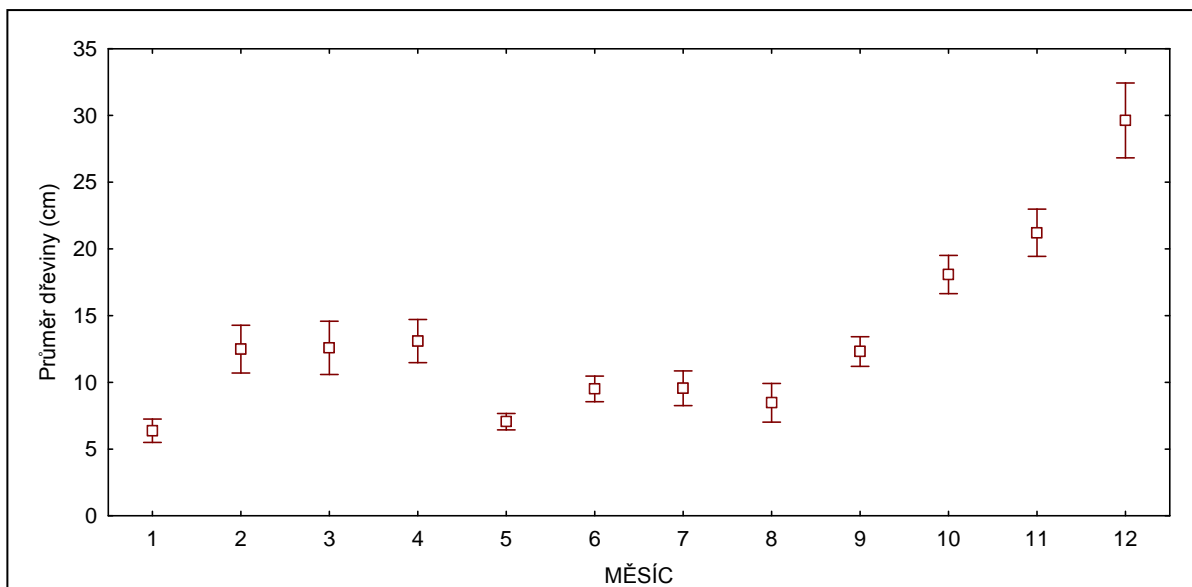
Závislá proměnná „výška okusu“ je ve všech svých třech kategoriích (MINI, MEDI, MAXI) vysvětlována kategoriální proměnnou „rod“. Výška okusu koreluje i s dalšími kategoriálními proměnnými - datum, okus, orientace a kontinuální proměnnou průměr (tab. II).

TAB III.

| Faktor    | DF | MINI |       | MEDI  |       | MAXI  |       |
|-----------|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           |    | Chí  | p     | Chí   | p     | Chí   | p     |
| DRUH      | 15 | 66,5 | <0,01 | 135,1 | <0,01 | 257,3 | <0,01 |
| ORIENTACE | 7  | 55,8 | <0,01 | 39,1  | <0,01 | 16,1  | 0,024 |
| DATUM     | 11 | 70,1 | <0,01 | 28,9  | 0,002 | 181,9 | <0,01 |
| OKUS      | 2  | 18,2 | <0,01 | 48,7  | <0,01 | 38,1  | <0,01 |
| PRUMER    | 1  | 6,3  | <0,01 | 8,0   | 0,004 | 32,4  | <0,01 |

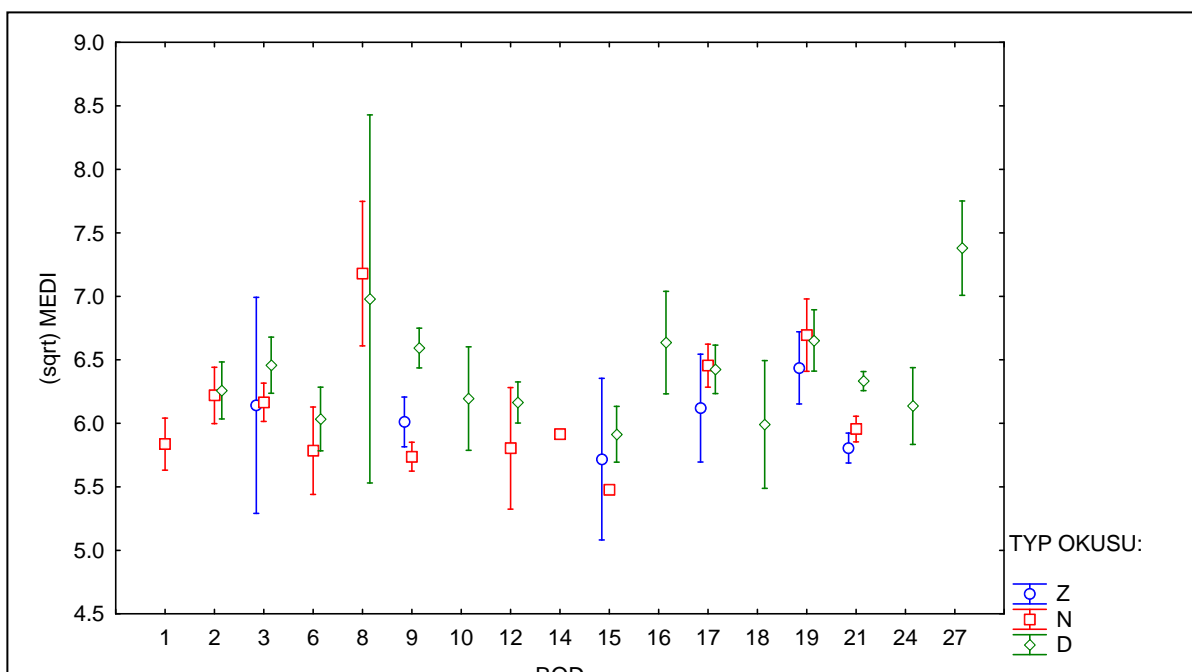
Distribuce průměrů okusu v průběhu roku zachycuje graf č. 5.





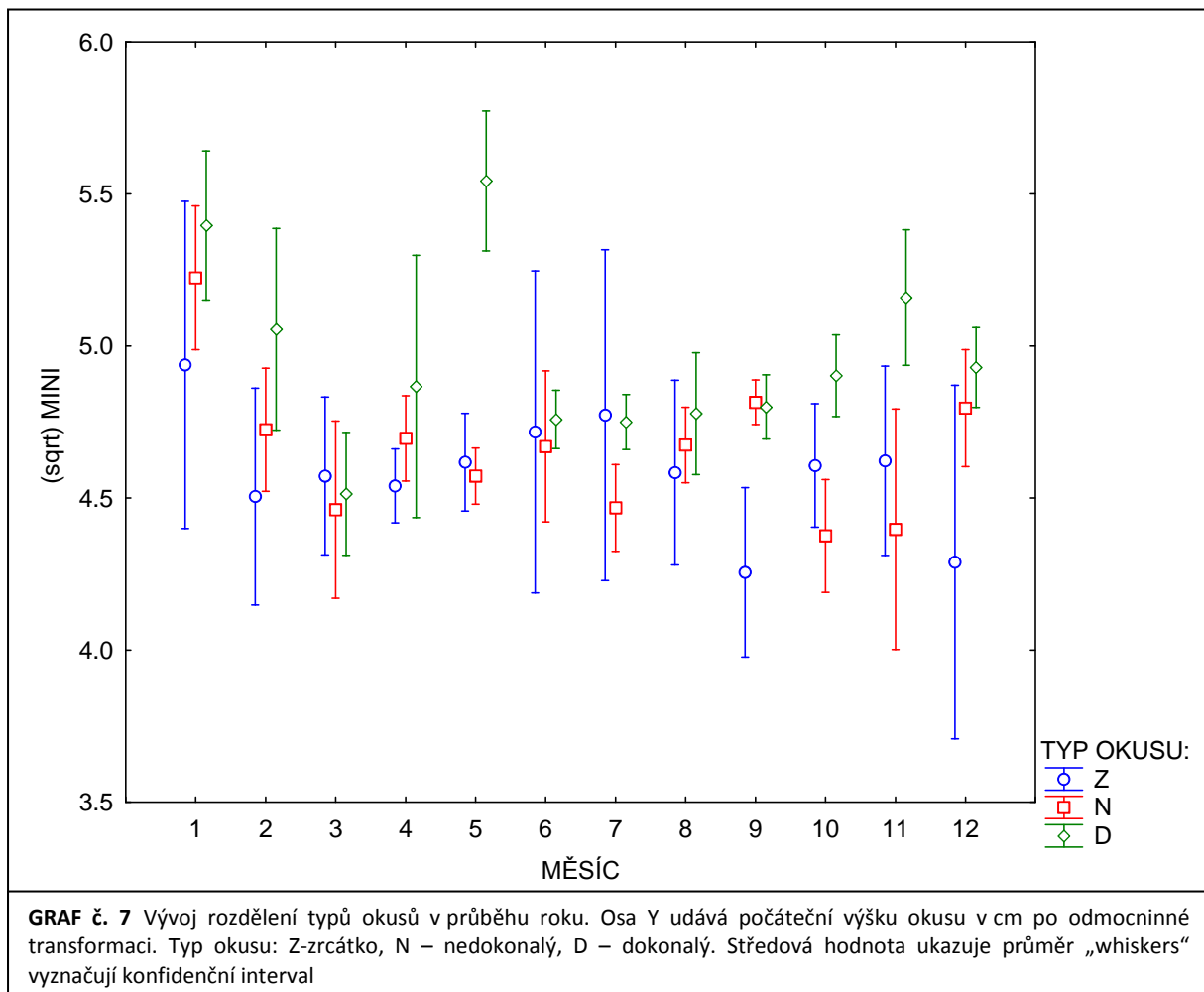
**GRAF č. 5** Distribuce průměrů okusů v průběhu roku. Středová hodnota ukazuje průměr „whiskers“ vyznačují konfidenční interval.

Ze vzájemných interakcí jednotlivých kategoriálních proměnných vychází průkazně „rod dřeviny - typ okusu“ (DF 14,  $\chi^2=33,4$ ,  $p<0,01$ ). Konkrétně se tato interakce týká rodu líska s vyšší frekvencí výskytů dokonalých okusů. Vyšší frekvence výskytu okusu typu zrcátko se vyskytuje u rodů olše a mirabelka. U rodů líska a jasan se s větší pravděpodobností výskytu setkáváme s nedokonalým typem okusu (graf č. 6).



**GRAF č. 6** Vztah mezi rodem dřeviny a typem okusu - osa X udává rod dřeviny vyjádřený číselnou zkratkou (1-27), viz Metodika., osa Y – počátek střední výšky okusu v cm, po odmocinné transformaci. Typ okusu: Z-zrcátko, N – nedokonalý, D – dokonalý. Středová hodnota ukazuje průměr „whiskers“ vyznačují konfidenční interval.

Další průkazně vyhodnocenou interakcí byla „datum-okusu“ (DF 22,  $Ch^2=113,1$ ,  $p<0,01$ ), tedy závislost frekvence výskytu specifického typu okusu v určitém měsíci v roce (graf č. 7). Okusy dokonalého typu nevykazují zásadní rozdíl v rozpětí průměrných hodnot s výjimkou měsíců I. - III., což značí stabilní podíl dokonale skácených dřevin v průběhu celého roku a zvýšenou potřebu okamžité potravy v pozdně zimních měsících, kdy není dostatek jiných zdrojů. Nedokonalé okusy se objevují více v zimních měsících (I. - III.), kde reprezentují dřeviny neshozené v důsledku nepříznivých podmínek. Nezanedbatelný podíl okusů typu zrcátko v letních měsících (VI. - VII.) značí dřeviny potravně vyselektované, ale zatím dále nezpracovávané, protože existuje dostatečné množství náhradních zdrojů potravy, v letních měsících převážně reprezentované bylinnou složkou vegetace.



Z 2137 nalezených okusů připadalo 1303 na okusy dokonalé, 667 nedokonalých, 167 typu zrcátka. Nedokonalé okusy se měnily do následujícího měsíce na dokonalé v 58% případů. Okusy typu zrcátka se měnily do následujícího měsíce na dokonalé v 13% případů, častěji přes nedokonalou formu okusu (29%). Nejdéle vydrželo na dřevině zrcátka šest měsíců, poté byl znovu načat, a v témže měsíci dokončen. Žádný pozorovaný nedokonalý okus ani zrcátka nezůstal ponechán nezpracován a nevyužit. Průměrná latence okusu typu zrcátka v terénu je 4 měsíce, průměrná latence nedokonalého okusu je 2 měsíce.

Na dané 5% hladině významnosti se neprokázal vliv faktoru „segment“. Rovněž se nepodařilo prokázat ani vliv faktoru „vzdálenost“. vzdálenost dřeviny tedy nemá vliv na směr shozu ani orientaci padlé dřeviny ke světové straně. Na dané hladině významnosti se rovněž nepodařilo prokázat vztah mezi kontinuální proměnnou „úhel“ a jinými faktory.

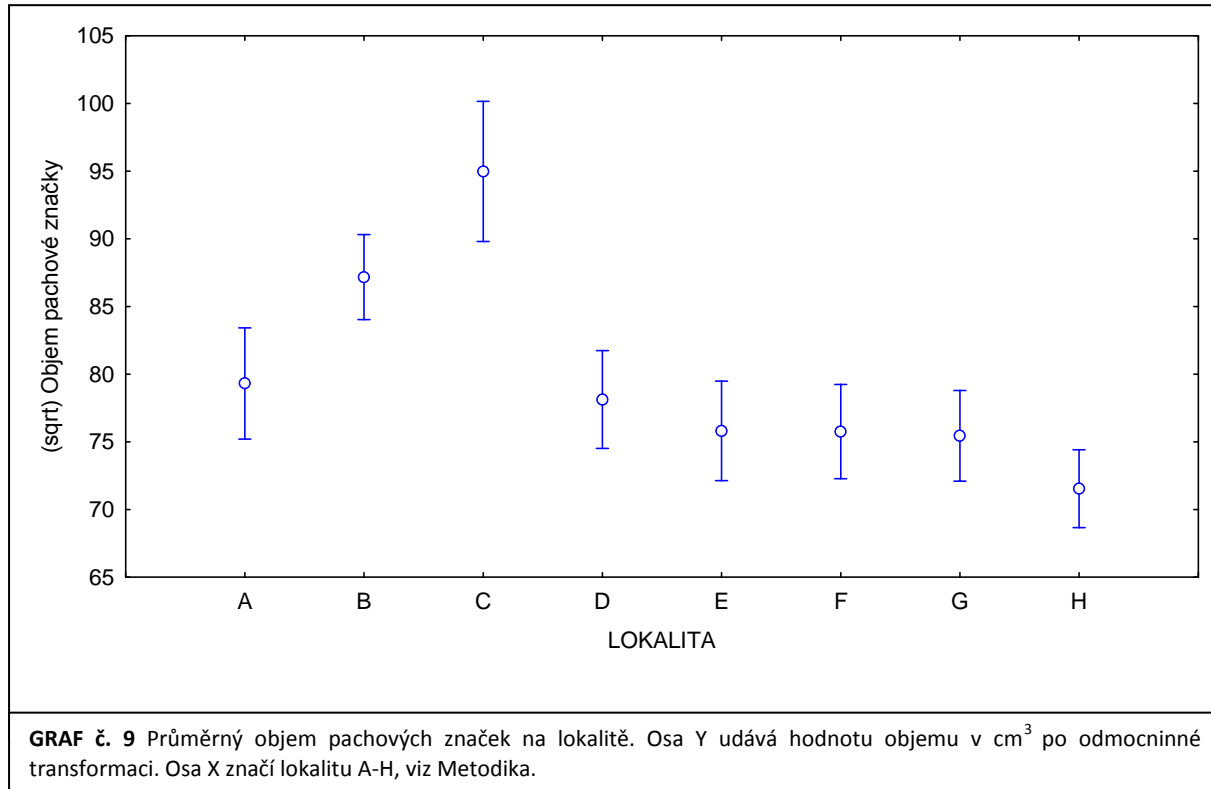
## 4.2 Sezónní dynamika distribuce pachových značek

### 4.2.1 Změna počtu lokalit a teritorií

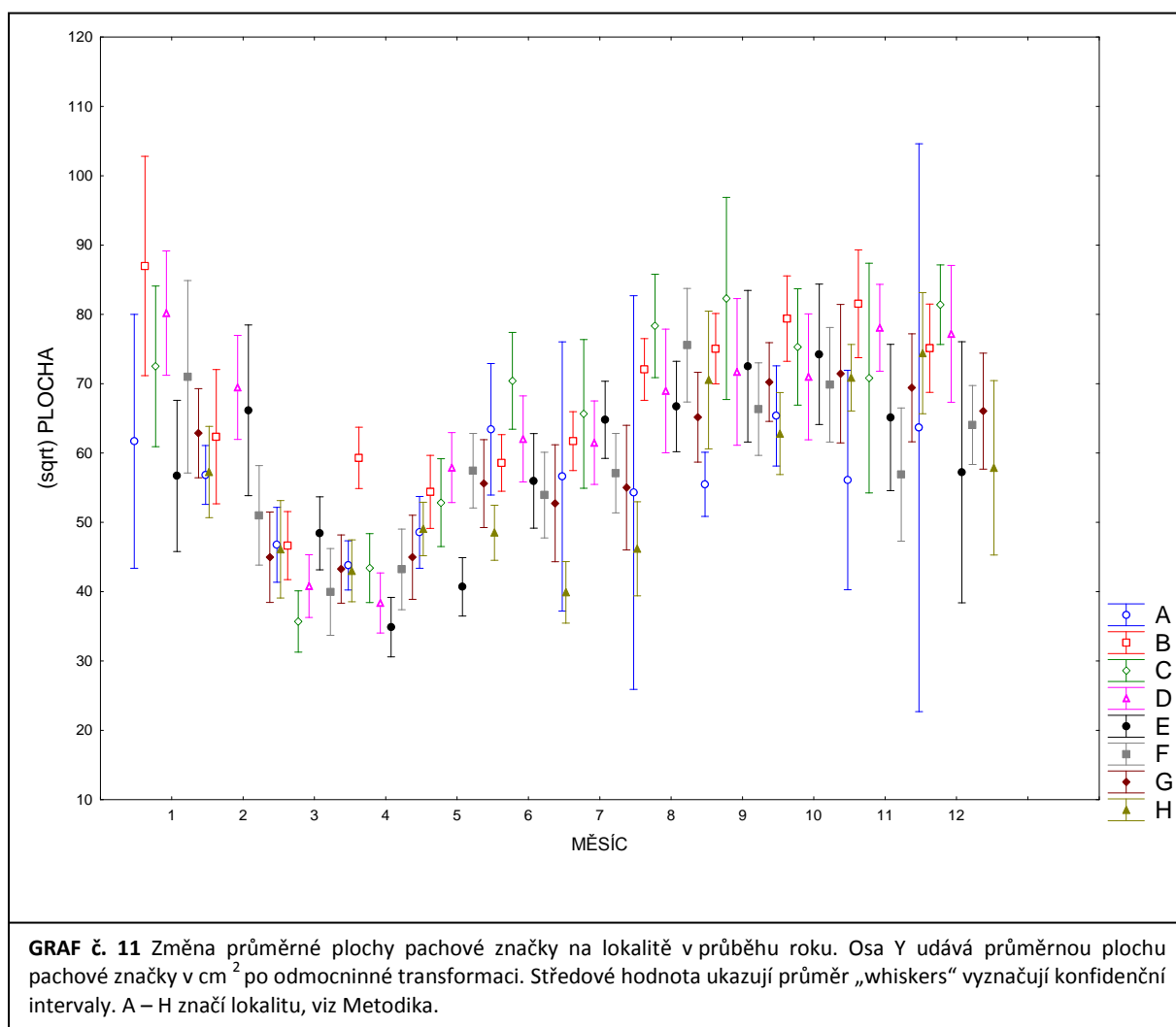
Původní záměr sledovat 8 lokalit byl narušen ve svém předpokladu, protože u lokality „řeka Kyjovka mezi Týncem a Tvrdonicemi“ a „řeka Kyjovka mezi Tvrdonicemi a Kosticemi“ došlo k vydělení „sub-teritoria“, jakési malé nezávislé prostorově stabilní struktury obsazené jedním bobrem pocházejícím z původní kolonie. Velikost původního teritoria ve vztahu k ostatním zůstala nezměněna. Podrobnosti jsou obsaženy v kapitole Diskuze. Pokračoval jsem v měření zamýšlených charakteristik podle původního plánu.

### 4.2.2 Průměrné parametry pachové značky

Průměrný počet pachových značek na měsíc je 190,7 (SD  $\pm$  66,2) viz graf č. 8. Průměrný objem pachových značek zobrazuje graf č. 9. Průměrné parametry délky a šířky ukazuje v Příloze graf č. 10. Průměrná výška značky byla 5,9 cm (SD 2,1 cm), s extrémními minima 1 cm a maxima 22 cm. Průměrná plocha značky byla 3712,3 cm<sup>2</sup> (SD 2428,4 cm<sup>2</sup>), nejmenší zaznamenaná plocha činila 150 cm<sup>2</sup>, největší 17 575 cm<sup>2</sup>.



Průměrná velikost pachových značek (počítáno nezávisle pro objem i plochu) se průkazně liší v rámci jednotlivých lokalit (DF 7,  $\chi^2=108,2$ ,  $p<0,01$ ). Nejmenší průměrné pachové značky se vyskytují na lokalitách „řeka Kyjovka mezi Moravskou Novou Vsí a Týncem“ a „Kopčanské rameno“, naopak největší na lokalitě „Tůně“. Průměrný objem pachové značky se signifikantně liší v rámci jednotlivých měsíců v roce (DF 11,  $\chi^2=443,1$ ,  $p<0,01$ ). Kolísání šířky a délky v průběhu roku ovlivňuje plochu a objem celé pachové značky. Plocha značky se zmenšuje od II. měsíce roku, minima dosahuje mezi III. až IV. měsícem, průměrných hodnot nabývá VII. měsíc. V měsících s největší značkovací aktivitou, tedy III. - IV. se plocha značky zmenšuje. V měsících IX. a X. je naopak plocha značky největší (viz graf č. 11).



### **4.2.3 Materiálové složení pachové značky**

Mezi nejvíce frekventované materiály majoritně obsažené v rámci pachové značky bylo bláto (755 pozorování, tedy 33%), hlína (605 pozorování, 26%), listí a větvičky (305, 13%). Nejméně užívaným materiálem byly, shodně po 2%, kůra a větve (výskyt v 48 případech), řasy (39) a vodní makrofyty (35). (viz graf č. 12)

### **4.2.4 Změna intenzity zápachu pachových značek**

V souvislosti se změnou rozměrových parametrů dochází ke změně intenzity pozorovaného zápachu. Tento jev lépe vysvětluje závislá proměnná „plocha“. (DF 5,  $\chi^2=12,7$ ,  $p=0,0263$ ). Větší značky v měsících IX. a X. spolu se značkami v jarních měsících (III. a IV.) vykazují tendenci k výraznějšímu zápachu. Přitom míra zápachu není přímo korelována s velikostí pachové značky, protože značky v jarních měsících jsou průměrně nejmenší, zatímco v časně zimních měsících (X. - XI.) jsou průměrně největší.

### **4.2.5 Změna výšky v průběhu roku**

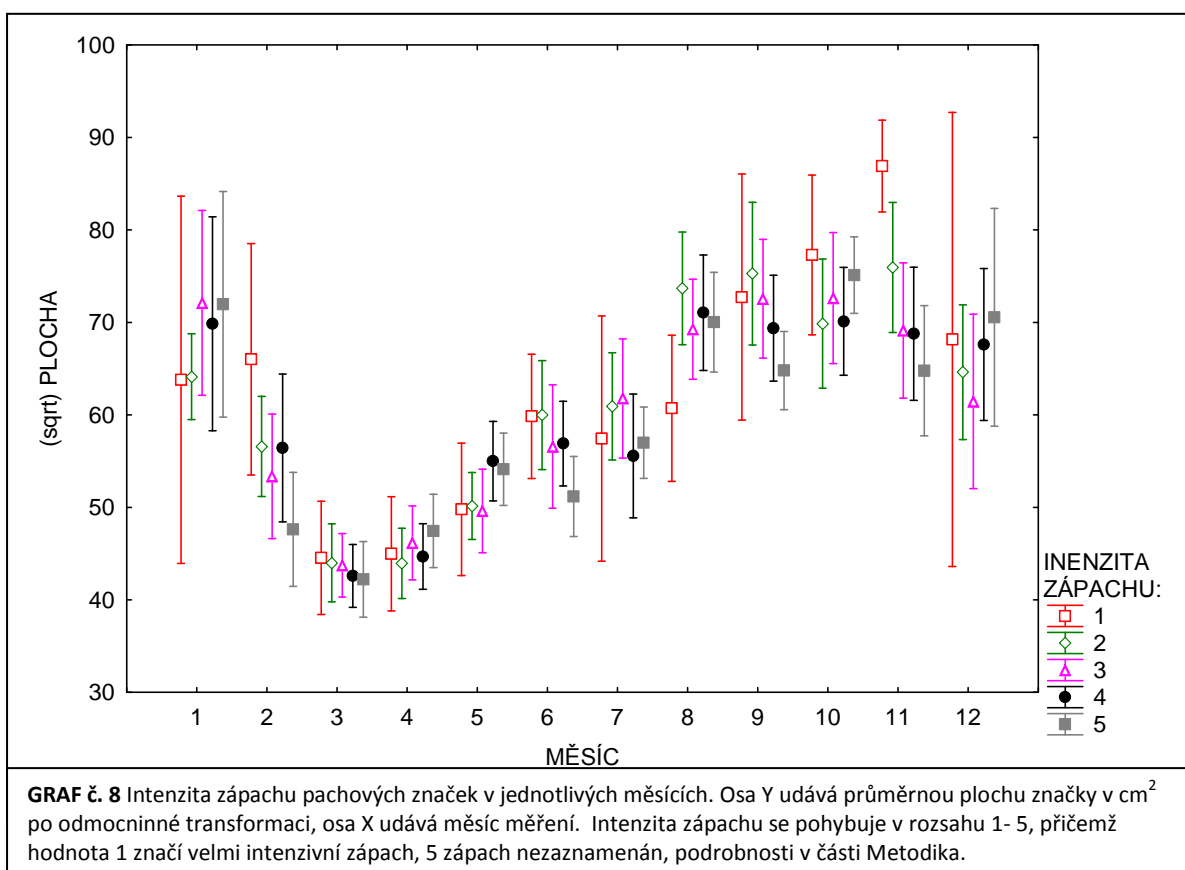
V závislosti na ročním období dochází k průkazné změně průměrné výšky pachové značky (DF 17,  $\chi^2=534,5$ ,  $p<0,01$ ) Jednotlivé rozměrové parametry pachové značky vykazují tendenci k nenáhodným změnám v průběhu roku. Na všech osmi lokalitách se výrazně zmenšují průměrná délka a šířka pachové značky v měsících III. a IV., vyšších hodnot naopak dosahují v zimních měsících (zejména IX., XI. a XII.). Výška pachové značky dosahuje průměrných vyšších hodnot ve IV. měsíci roku (7,0 cm), nejvýraznější zmenšení výšky připadá na měsíc VII. (5,2 cm).

### **4.2.6 Lokalizace pachových značek v rámci teritoria**

Ať už počítáme za pomyslný střed, od kterého budeme počítat značky položené po a proti proudu, sídlo rodiny nebo vypočítaný geografický střed teritoria, docházíme k závěru, že vždy je více značek kladeno po proudu (kladné hodnoty) než proti proudu (záporné hodnoty), viz graf č. 13. Velikost pachových značek, respektive jejich objem je signifikantně spjat se vzdáleností od hlavního sídla kolonie (DF 1,  $\chi^2=11,1$ ,  $p=0,00088$ ) i se vzdáleností od geografického středu teritoria (DF 1,  $\chi^2=159,2$ ,  $p<0,01$ ).

#### 4.2.7 Interakce

Ze vzájemných interakcí z hlediska objemu vychází průkazně závislost „lokalita - datum“ ( DF 76,  $\chi^2=274,0$ ,  $p<0,01$ ). To naznačuje, že se mezi jednotlivými lokalitami značky průkazně liší svou velikostí v různých částech roku, tedy že průměrný objem značky je specifický pro každou lokalitu. Interakce se projevila i v případě vztahu „datum - zápach“ (DF 44,  $\chi^2=69,1$ ,  $p=0,00930$ ). V období s větší značkovací frekvencí se nejen snižuje objem, ale zvyšuje se celková intenzita zápachu pachových značek (graf č. 14).



## 5 DISKUZE

### 5.1 Mechanismy kácení dřevin

V průběhu roku 2008 jsem náhodně vybral 14 odpovídajících ploch pro potřeby výzkumu. Všechny zvolené plochy patří do území lokalit dlouhodobě osídlených bobry (4-6 let), takže porosty jsou dnes do značné míry ovlivněny jejich činností. Při statistické analýze se nepodařilo prokázat vliv faktoru „segment“. Vliv tohoto faktoru neprokázaly ani vzájemné interakce. To značí, že ani jeden ze čtrnácti náhodně vybraných úseků pro sběr dat, se druhovým složením, průměry dřevin nebo vzdáleností stromů nelišil od ostatních, a došlo tedy k výběru reprezentativních 14 -ti nezávislých porostních skupin.

Zaznamenáno bylo celkem 2243 dřevin nesoucích různý typ okusu, pro potřeby statistických analýz bylo vybráno 2137 okousaných dřevin. Vzhledem k tomu, že 11 segmentů bylo pokryto převážně křovitou vegetací (a 3 zbývající především stromovou) mě toto relativně velké číslo nepřekvapilo. Průměrná hustota zakmenění odvozená pozorováními v mé předcházející, bakalářské práci, předpokládá pro porosty křovité vegetace výskyt kolem 3000 kmenů menších průměrů na plochu 20x100 m. Ze stejného zdroje jsem čerpal srovnání pro výskyt množství okusů na dané ploše. Ačkoliv má předcházející pozorování byla odvozena z jednorázového sčítání okousaných dřevin na vybraných lokalitách, pro středně zahuštěné porosty jsem předpokládal průměrnou distribuci okusů 10-15 na lokalitu. Tato distribuce okusů se mi potvrdila.

V literatuře se vede poměrně široký spor o to, zda a jaké typy okusu považovat za samostatně vylišené skupiny. Obecně dělení okusů dokonalý-nedokonalý-zrcátko vychází ze starší mapovací metodiky formou censu dle Djakova (1975) a bývá používáno jen kvůli návaznosti na starší data. Podobným přežitkem jsou i třípísmenné zkratky rodů. Toto dělení je dodnes používáno, v ČR například v rámci metodiky Zimního monitoringu bobrů (Vorel, 2009).

Dokonalý okus je na rozdíl od zbývajících kategorií poměrně jasně odlišitelný a není u jeho určování přílišný prostor pro omyl. Ostatní typy okusu podléhají jisté míře subjektivního zkreslení. Tím, že jsem se pokusil jednotlivé zaměnitelné typy okusu parametrizovat myslím, že drobně přispívám ke snížení míry možného omylu u dalších prací podobného druhu. Základním znakem je přítomnost „odhryzků“ po dlátovitých zubech pod kmenem s nedokonalým okusem, a jejich nepřítomnost u typu zrcátko.



Problém je, že větší část zahraniční literatury věnující se problematice potravních preferencí například (Fryxell a Doucet, 1993; Haarberg a Rosell, 2006; Belovsky, 1984) pojem „zrcátko“ prakticky nezná. U některých autorů se objevuje pojem „try-bitting“ (Biały a Załuski, 1994), jehož význam je z potravního hlediska odlišný. Často bývají tyto dva pojmy zaměňovány. Poprvé se v české literatuře objevuje toto dělení na čtyři typy okusu v práci (Vávra, 1997).

Zásadní rozdíl mezi zrcátkem a strukturou „try-bitting“ je jednak menší velikost, a především větší hloubka, do jaké je okus ve druhém případě veden. To, že byl „try-bitting“ pozorován jen v 81 případech (tedy v 3,6% případů) a to u dřevin nepříliš početně zastoupených, může vypovídat o jakési nejistotě hypotetických strávníků a jejich snaze odhadnout využitelnost dané dřeviny. V 50% případů také zůstala dřevina jednou takto ochutnaná dále netknutá.

Význam okusu typu „zrcátko“ je dodnes podobně nespecifikován. Jistě, tyto struktury se v rámci mnou pozorovaných segmentů vždy dříve nebo později staly okusy dokonalými (i když v jednom případě trvala tato proměna 6 měsíců). Někteří autoři tvrdí, že zrcátko má spíše teritoriální funkci, případně že si takto bobří v rámci teritoria značí „vsuk“ do nory (Suchomel, 2005). Nerad bych se pouštěl do polemiky na toto téma bez dostatečně podložených argumentů, a proto se držím jen mé obecné hypotézy – a to, že typ okusu „zrcátko“ má pravděpodobně behaviorální funkci – tj. nese pro bobra nějakou informaci zatím blíže nespecifikovaného významu, zatímco okus typu „try-bitting“ souvisí s potravním chováním a vyhodnocením užítkovatelnosti dřeviny.

Problém s determinací konkrétního druhu dřeviny je často diskutovanou součástí prací zabývajících se například selekcí či potravními preferencemi bobrů (John, 2001; Šlezar, 2001; Mazalová, 2006). Doposud zatím nebyla provedena srovnávací studie, která by se věnovala rozdílné preferenci v rámci jednotlivých druhů a poddruhů komplikovaných rodů (například *Salix*), a proto lze zatím vycházet z obecného předpokladu, že se oblíbenost daného rodu vztahuje na všechny jeho druhy. Z tohoto úhlu pohledu je pak určení na úroveň rodu dostačující.

Vyřazení nepočetně zastoupených druhů dřevin je nezbytné kvůli udržení citlivosti a přesnosti statistiky v přijatelných mezích. Málo početné druhy dokážou silně vychýlit test a nadhodnotit (nebo podhodnotit) jeho výsledek. Odstranění málo početných druhů je běžnou

statistickou praxí a nemá negativní vliv na výsledek celého testu. Odstraněny byly dřeviny 5 rodů, které se na celkovém množství exemplářů podílely méně než deseti druhy, celkem 1,2% z celkového počtu zaznamenaných dřevin. Rody *Avium*, *Malus*, *Rosa* a *Swida* byly dokonce zastoupeny méně než 5 jedinci. Rod *Rosa* bývá obecně velmi málo zastoupený v potravě a nebývá využíván ani jako stavební materiál, pro budování hrází či opravy polohradů. Dřeviny rodů *Malus* a *Avium* jsou typickým příkladem dřevin, které svou malou početností, řídkým, ale přesto pravidelným, výskytem okusu vychylují přesnost statistických analýz. Myslím, že ideální hranice pro vyřazení dřeviny se v rámci počtu 2243 pozorování má pohybovat v úrovni do 20 kusů, a maximálně do 3 % celkové počtu dřevin. Dřevinou s podobným efektem je v oblasti dolního toku Moravy tradičně *Juglans*.

Distribuce dřevin v rámci jednotlivých průměrových kategorií vykazovala mírně atypické rozdělení. Řada prací shodně uvádí nejnižší průměrovou kategorii do 2,5 cm jako nejvíce početnou (Johnston a Naiman, 1990; Jenkins, 1979), s postupným poklesem početnosti v kategoriích následujících. Kategorie průměru do 2,5 cm byla i v mé práci nejpočetnější. Obecně se totiž na lokalitě vyskytuje větší množství dřevin malých průměrů, a tyto se tedy logicky s větší frekvencí objevují v poptávce. Překvapením byla přítomnost kategorie průměru do 20 cm na druhém místě co do početnosti. Vybrané segmenty se nevyznačovaly neobvyklým rozdělením průměrů stojících dřevin. V rámci nabídky se tato průměrová kategorie nacházela přibližně na čtvrtém místě četnosti. Zdá se tedy, že dřeviny střední tloušťky bývají v celoročním srovnání obecně zastoupeny více, než se předpokládalo. Mladé větve a listí obsažené v koruně stromu sice představuje lákavou nabídku, nicméně cena v podobě energie vynaložené na skácení velkého stromu (Lahti a Helminen, 1974) případně riziko času stráveného na břehu obvykle převažuje (Samways et al., 2004).

Bobří nakládání s časem a energií při získávání zdrojů se plně ztotožňuje s teorií centrálních plošek (McGinly a Whitham, 1985). Potravní chování bobrů se vyznačuje řadou promyšlených mechanismů a je z hlediska energetických nákladů ryze „praktické“. Stromy větších průměrů se také obvykle vyskytují ve větší vzdálenosti od vody, čímž se případná manipulace s tímto potencionálním potravním zdrojem ještě prodražuje. Na sledovaných segmentech se nacházely i dřeviny v průměrové kategorii 50+ ve standardním proporčním zastoupení vůči ostatním průměrovým skupinám, nicméně žádný okus nebyl po celou mapovací sezónu zaznamenán. V rámci jednotlivých průměrových skupin přitom není příliš velký rozdíl v četnosti okusu mezi kategoriemi 50 (zastoupena 33x) a 50+. Vysvětlují si to ale obecnou preferencí dostupnějších dřevin menších průměrů.

Mnoho prací se doposud zabývalo potravními preferencemi bobra evropského (Danilov a Kanshiev, 1983; Zurowski, 1989; Wojczik et al., 2004; Hyvönen a Nummi, 2008; Drobná a Ježeková, 2000) ať už pohledem z hlediska vegetační nabídky a poptávky (Roberts a Arner, 1984), případně selektivity, respektive elektivity (Kostkan, 2000) jednotlivých rodů dřevin. Většina těchto prací se shoduje, že druh *Sambucus nigra* není na lokalitách nikdy potravně využíván, ačkoliv je často v hojné míře přítomen. Sám jsem dokumentoval okus na této křovině pouze jednou (26. 5. 2006, lokalita „PR Skařiny“). Okusy na jehličnanech nebývají rovněž příliš častým nálezem. Jehličnany nejsou potravně vůbec využívány pro vysoký obsah smůly. Přesto jsou ale na našem území ze současné doby záznamy o sporadickém kácení jehličnanů (Syravátková, 1998; Vlachová, 2001; Hoření, 2005). V lužních lesích jižní Moravy nejsou jehličnany ani výrazně početně zastoupeny, s výjimkou několika málo lokalit.

Přítomnost jehličnatých dřevin v oblasti mapovaných segmentů lze vysvětlit následky rekultivační výsadby, která probíhala na nedaleké písčinné v osmdesátých letech minulého století. Hypotéza, proč jsou jehličnaté dřeviny přesto zastoupeny v úhrnu skácených dřevin, je několik. Například (Nolet et al., 1994) uvádí jako možný důvod snahu po eliminaci příjmu škodlivých látek z jednoho druhu dřeviny. Oblíbená teorie je i údajná snaha bobrů po odstranění potravně nevyužitelných druhů dřevin a tím uvolnění místa pro potravně favorizované (Hoření, 2004).

Zastoupení vrb a topolů mezi nejfrekventovanějšími dřevinami je očekávatelné. Jedná se o vysoce preferované druhy dřeviny, které jsou selektivně vyhledávány v porostu a výrazně upřednostňovány před jinými dřevinami typickými pro měkký i tvrdý luh. Řada autorů shodně uvádějí rod *Salix* a *Populus* jako velmi preferované (Vojtěch, 2005; Kobojek, 2005; Wojczik et al., 2004; Galant et al., 2004) Tato práce se nezabývala potravními preferencemi, a proto jsem nezjišťoval celkové zastoupení dřevin na lokalitě a početnost všech druhů v rámci každého segmentu, které by jinak pro takové určování bylo nezbytné.

Distribuce okusů dřevin s rostoucí vzdáleností od břehové linie v mé práci nevykazuje v jednom předpokladu obecná pozorování jiných prací. To, že se 90% okusů nachází do 10 m od břehové linie je poměrně očekávatelné a řada autorů s tímto údajem běžně pracuje. Oním netypickým pozorováním je vrchol množství okusů na hranici 10 m. Obvyklé rozdělení okusů předpokládá, že nejvíce okusů má být v těsné blízkosti vody.

Přístup, při kterém byly jednotlivě měřeny charakteristiky týkající se výšky okusu, jsem zatím v literatuře nezaznamenal. Měření výšky okusu naráží na několik technických problémů, zejména pokud je prováděno v prudkém svahu, nebo pokud je dřevina výrazně nakloněna oproti terénu. Okusy počínající u kořenové paty nejsou nijak neobvyklým jevem i na jiných lokalitách. Průměrná počáteční výška okusu (24,78 cm) odpovídá tomu, v jaké pozici bobr obvykle začíná okusovat dřevinu. Sloupávání kůry začíná v nižší části okusu, poté se zaměřuje na obvod střední části a odtrhávání štěpin z vyšší části, následované prohlubováním okusu opět ve střední části. Naměřené extrémy (ať už maximální výška počátku či konce okusu) jsou vysvětleny většinou specifickým tvarem dřeviny na lokalitě, zejména u vícečetných kmenů, kdy si bobr prakticky vyleze na vrchol nejnižše položené větve a zahajuje, okus ve značné výšce. Bobr stojící na zadních a využívající svého plochého ocasu jako opory může bez problémů okusávat dřeviny v jednometrové výšce (vlastní pozorování).

Časně jarní měsíce (III. – IV.) jsou charakterizovány průměrnými hodnotami značícími rovnoměrnou spotřebu dřevin velkých i malých průměrů. Po zimě ještě není na území kolonie dostatek čerstvé bylinné vegetace, a proto jsou potravně využívány dostupné malop průměrové výmladky dřevin, zatímco dřeviny velkých průměrů jsou využívány stavebně k opravám staveb a sídel. V rámci letních měsíců (VI. - VIII.) dochází k poklesu zájmu téměř o jakoukoliv dřevitou potravu, bylinná vegetace a vodní rostliny pokrývají v dostatečné míře potravní nároky bobrů. Pokud je o nějaké dřeviny z potravního hlediska zájem, tak pouze o dřeviny malých průměrů. Maxima dosahují průměry dřevin v podzimních a zimních měsících. V období tvorby zimních zásob dochází k preferenci dřevin větších průměrů, protože získání zásob je pak pravděpodobně efektivnější. Prosincový extrém představuje už nedostatek jiné dostupné potravy než velké stromy v rámci kolonie.

Nejvyšší průměrné hodnoty vzdálenosti se vyskytují právě v zimních měsících roku (zejména I. - III.). Snižuje se i všeobecná míra selektivity proti jednotlivým druhům dřevin. V období podzimu (IX. - X.) lze relativně malou vzdálenost okusů od břehové linie vysvětlit tvorbou zimních zásob, tedy spotřebou a zpracováváním dřevin a jejich transportem do zásobáren. Z hlediska energetické náročnosti těchto úkonů není efektivní stahovat dřeviny z velkých vzdáleností, a proto se soustředí na dřeviny v blízkosti břehu, které je možno snadno transportovat. Poměrně vysoké hodnoty průměrných vzdáleností v jarním období (zejména II. – IV.) vysvětlují aktivní opravou stávajících staveb a sídel po zimním období. Letní minimum dosažené v srpnu pak představuje nezájem o dřevinnou vegetaci v důsledku dostatečného množství dostupné, především bylinné potravy.

Okusy v těsné blízkosti vody jsou vysvětlovány teorií maximalizace zisku energie (Pyke et al., 1977). Proč tomu tak na mnou pozorovaných segmentech nebylo, si vysvětlují za prvé prostým nedostatkem dřevin vhodných menších průměrů v blízkosti vody, protože už byly dříve potravně využity. Segmenty se vyskytují na již dlouho osídlených lokalitách. Za druhé bych tento jev dával do souvislosti s nepředpokládanou distribucí okusů na dřevinách větších průměrů. Za hranicí 20 metrů od břehu řeky se nenacházely žádné další okusy. Tento jev lze vysvětlit liniovým charakterem toku, mírou ovlivnění porostů činností člověka na obou březích, z obou stran řeky se nacházejí zemědělská pole. Tato vzdálenost je opětovně potvrzována i pracemi jiných autorů (Schoener, 1979; McGinly a Whitham, 1985). Přitom u toků, které mají přirozený tvar říčního koryta, může být vzdálenost dosahu bobřích aktivit více než pětinašobná (Aldous, 1938).

V závislosti na intenzitě průběhu zimy (průměry i extrémy) teploty, charakteru srážek a průběhu těchto abiotických faktorů v předchozích letech, případně v závislosti na nabídce a kvalitě dostupné potravy v rámci teritoria jsou bobři buď dostatečně, nebo nedostatečně zásobeni. V případě tuhé zimy mohou být zásoby již značně omezené a je zapotřebí shánět potravu, stromy větších průměrů ve větší vzdálenosti od vody. Snížená míra selektivity je právě dána faktorem hladu, tzn. potřeby téměř jakékoliv vhodné potravy. Případně se může jednat o důsledek překonání prahové hranice pro příjem omezeného spektra potravy ze zásobáren (zásobárny obvykle nebývají jednodruhové) a o pokus o rozšíření pestrosti potravy, vedoucí k omezení účinku sekundárních metabolitů (Basey, 1999; Ganzhorn a Harthun, 2000).

Literatura, zejména práce Cleland (1962) mě vedla k myšlence, že bobři nekácejí dřeviny v náhodném směru, ale právě naopak, že dřeviny jsou káceny konkrétním směrem. Rozhodl jsem se zaměřit se na vliv dvou faktorů, a to úhlovou orientaci shozu a orientaci ke světové straně. Pro měření výsledků bobřích aktivity jsem se rozhodl použít idealizovanou kruhovou plochu rozdělenou na úhlové výseče, v rámci kterých jsem zaměřoval úhlovou orientaci jednotlivých shozů. Podrobněji tuto metodu popisuje například (Samways et al., 2004). Zvolením 5° měřítka jsem se rozhodl předcházet případnému zkreslení přesnosti, kterému bych se v rámci terénních podmínek nedokázal vyhnout. Zaznamenané shozy vykazovaly poměrně jasný trend pádu směrem k vodní hladině. Hodnoty značící pád odvráceným směrem od vody nepřesahovaly hranici dvou procent a daly se prakticky vždy vysvětlit buď atypickým habitusem stromu (zejména nepravidelným rozložením koruny), nebo zachycením se padajícího stromu o koruny ostatních, stojících.

Zachycení se padajícího stromu je ostatně velmi málo diskutovaný, přesto však značně významný jev. Energie vynaložená na skácení dřeviny, rostoucí s průměrem daného stromu, totiž přichází zcela vniveč. Tento efekt ovlivněný mírou zápoje korun ostatních stromů diskutuje ve své práci prakticky jen (Dziecieolowski, 1996). Pozoroval jsem rostoucí frekvenci tohoto jevu v mírně a středně zapojených porostech a došel k závěru, že až 15% shozů nemusí být z tohoto důvodu potravně využito.

Provedení sinusové transformace naměřených úhlů bylo důsledkem logické potřeby vytvořit číselnou hodnotu a zároveň se vyvarovat faktu, že v rámci statistické pravděpodobnosti na kruhové ploše představuje hodnota  $0^\circ$  totéž co  $360^\circ$ . Sinová transformace neovlivnila rozdělení hodnot. Převaha shozených kmenů s jižní orientací nebyla signifikantně prokázána. Pravděpodobně se jedná o artefakt vzniklý v důsledku faktu, že pravý břeh řeky je více pokryt vegetací a tudíž shozy zde zaznamenané (padající koruny k vodě) vykazují převážně jižní orientaci.

Nepodařilo se mi prokázat vztah mezi kontinuální proměnnou „úhel“ a jinými faktory. Kácení dřevin neprobíhá v náhodném směru a probíhá nenáhodně. Směr shozu stromu je pravděpodobně dán faktory, jako jsou sklon kmene stromu, rozložení hmoty koruny stromu a sklon břehu. Faktor rozložení koruny stromu se mi nepodařilo metodicky kvantifikovat kvůli náročnosti záznamu rozložení celé struktury koruny a její patrovitosti. Vybrané segmenty nevykazovaly mezi sebou navzájem rozdíl průměrných naměřených hodnot sklonu svahu. Po uvážení jsem se rozhodl tedy tento kategoriální faktor do analýz nezahrnout. V případě měření na jiných segmentech, které by vykazovaly rozdílné průměrné hodnoty sklonu, však doporučuji tento faktor započítat.

Interakce „rod dřeviny – typ okusu“ je logická, pokud přijmeme fakt, že jednotlivé rody dřevin se vyznačují mnohdy naprosto odlišnými technickými vlastnostmi. To může vést k rozdělení typů okusů na konkrétních dřevinách a ovlivnit rychlost zpracování a stravitelnost. Samozřejmě, nadřazenými faktory i nadále zůstane průměr dřeviny a její druh. Poměrně málo frekventovaný rod *Alnus* dosahuje svou hustotou v  $\text{kg/m}^3$  hodnoty přibližně 600-800, což značí střední hustotu (Gandelová et al., 1998). Jenže v nabídce na daných segmentech se nachází jen dřeviny s nízkou hustotou mezi 400-600  $\text{kg/m}^3$ . Právě ty jsou pak nejvíce konzumovány (například *Tilia*, *Populus*, *Salix*, *Corylus*)

Změna průměrného zastoupení typů okusů v průběhu roku vypovídá o rozdělení aktivit na činnosti spojené s potravním a stavebním chováním. Dokonalé okusy nevykazují zásadní rozdíl v rozpětí průměrných hodnot s výjimkou měsíců I. - III., což značí stabilní podíl

dokonale skácených dřevin v průběhu celého roku a zvýšenou potřebu okamžité potravy v pozdně zimních měsících, kdy není dostatek jiných zdrojů.

Snížená míra rozptylu u nedokonalých okusů na podzim (IX. - X.) odpovídá období příprav zásob na zimu a tedy adekvátní potřebě dokonale zpracovaných dřevin. Nedokonalé okusy se objevují více v zimních měsících (například I. - III.), kde reprezentují dřeviny neshozené v důsledku nepříznivých podmínek. Nezanedbatelný podíl okusů typu zrcátka v letních měsících (VI. - VII.) značí dřeviny potravně vyselektované, ale zatím dále nezpracovávané, protože existuje dostatečné množství náhradních zdrojů potravy, v letních měsících převážně reprezentované bylinnou složkou vegetace. Z většiny zrcátek a nedokonalých okusů se stanou okusy dokonalé.

Poměr zastoupení dokonalých a nedokonalých okusů by neměl být brán jako příliš závazný ukazatel potravních aktivit bez bližšího upřesnění. Samotný poměr totiž nevypovídá nic o tom, jakým způsobem je dřevina využita. Část indexů užívaných zejména na území bývalého SSSR (Djakov, 1975) právě z tohoto důvodu vykazovala nemalé chyby, protože stavební aktivity mohou znatelně nadhodnotit počet jedinců vyskytujících se na daném území.

## 5.2 Sezónní dynamika pachových značek

Výběr a vymapování lokalit před započítáním vlastního výzkumu je součástí běžné praxe. Někteří autoři doporučují opakované přímé pozorování v terénu (Knudsen, 1951), nebo pozorování s využitím techniky pro noční vidění (McTaggart a Nelson, 2003) i po dobu několika sezón (Easter-Pilcher, 1990), doplněnou o sledování dynamiky zásobáren. Jiní, jako například Busher (1983), doplňují pozorování o odchyt a označení zvířat na lokalitě. Nejpřesnější stanovení počtu jedinců a velikosti teritoria, tedy odlovení celé kolonie s rozebráním sídla (Hay, 1958) pochopitelně v našich podmínkách použít nelze. Většina autorů kombinuje různé metody sběru dat o výskytu pobytových stop s různými metodami censu – sčítáním celých metrů hrází (Fuller, 1953), množstvím a rozměry zásobáren (Osmundson a Buskirk, 1993). Část autorů zjišťovala množství početnosti jedinců na vybrané lokalitě v poměru k dokonale a nedokonale okousaných dřevin (Djakov, 1975). Yeager a Hay (1955) uvádějí přes 30 různých metod censu různých autorů odvozených od početnosti sídel - hradů, polohradů a nor. Hammond (1943) klade důraz na množství větracích průduchů. Swank a Glower (1948) popisují metodiku zjišťování velikosti teritoria a vymezení jeho hranic pomocí leteckého mapování.

Pro stanovení velikosti teritoria a zjištění přibližného počtu jedinců jsem se rozhodl pro metodu „dawn and dusk sight observations“ (Rosell, 2006), modifikovanou na místní podmínky. Tato metoda byla využívána řadou autorů zaměřených na problematiku pachové komunikace a značení teritoria, například Müller-Schwarze a Houlihan (1991), Rosell a Bjørkøyli (2002), Brady a Svendsen (1981), protože mi přišla neoptimálnější. Doplnil jsem ji o výsledky vlastního monitoringu a po provedeném srovnání úspěšnosti jsem z této metody vyřadil ranní pozorování.

Ze 43 možných lokalit s výskytem bobra evropského, které sleduji od roku 2005, jsem vyřadil ty s omezenou dostupností (velká vzdálenost, soukromé pozemky), vykazující velké kolísání v rámci početnosti (tj. s nestabilním trendem vývoje kolonie) a lokality, kde hrozilo intenzivní narušování ze strany člověka (ať už výskytem či předpokládanou stavební činností). Vybrána byla ta území, která jsou již po 4-6 let kolonizována, a existuje u nich důvodně podložený předpoklad, že plní nároky bobří kolonie (například přítomnost úkrytů, nekolísající hladina vody, nabídka potravy ve vyhovující kvalitě i kvantitě). Většina lokalit nevyhovovala těmto základním podmínkám (což nepřímo může vypovídat o životaschopnosti a odolnosti zdejších populací vůči náhodným disturbancím). Vybral jsem 8 teritorií, která splňovala stanovené podmínky. Detailní charakteristiky lokalit uvádí tabulky I. II. a III.



Nespokojil jsem se tedy s jedním přístupem k získání prostorové představy o tvaru teritoria. Rozšířením o zpřesnění analýzou prostorových dat „kernel density (sa)“ programu ArcGis jsem si ověřil předpoklad, že teprve synergickým využitím více metod se daná představa začíná blížit skutečnosti. Program ArcGis pracoval se souřadnicemi jednotlivých pachových značek, a pravděpodobnostním rozdělením jejich polohy určoval rozlohu teritoria. Vzhledem k tomu, že počet pachových značek v průběhu roku nenáhodně kolísá, není tato metoda sama o sobě efektivní. Ke zkreslení může docházet i při těsném dotyku dvou teritoriálních hranic, kde část značek může být připsána jiné kolonii. Tyto praktické nedostatky musí řešit jiné metody. Rozlohu teritoria lze odvodit po započítání bodů ze zimního monitoringu pobytových stop. Rozhodující „arbitrážní“ úlohu v mé práci nesla přímá pozorování. Tato metoda je sice obtížně svým výstupem měřitelná, ale podává, v porovnání s ostatními, odpovídající výsledky.

Pro potřeby sledování dynamiky pachových značek v průběhu roku považuji jednoměsíční sledování výskytu za dostatečné. Jiné, podobně koncipované práce udržovaly režim častějších návštěv, ale tyto práce se zabývaly jinými cíly, především experimentálními studii o chemické komunikaci, (Sun, 1996; Rosell, 2000) nebo jinými formami bobřího sociálního chování (Hodgdon a Larson, 1973; Buech, 1995). Pokud za zvolené měřítko vývoje sezóny pozorování byl zvolen jeden měsíc, a za předpokladu dodržení pravidelnosti návštěv na lokalitě (obvykle třetí týden v měsíci), považuji tento postup za optimální. Metoda „pochůzky v terénu“ je standardně užívaným nástrojem pro sběr terénních dat. Pochůzka v terénu jako metoda sběru dat je odpovídající především v podzimních a zimních měsících, s rostoucím množstvím vegetace dochází ke zvýšení pravděpodobnosti přehlédnutí pobytových stop a značek. Vegetační vrchol je dosažen mezi červnem a srpnem. V tomto období jsem se snažil mapovat převážně ze člunu, protože břehy byly prakticky neprůchozí.

Charakter pachové značky je podmíněn potřebou přenosu informace od vysílače k přijímači (Tang et al., 1993), a protože signalizační prostor je vymezen vzdáleností od vody, nevyskytují se značky obvykle více než 2 m na břehu. K posunu vzdáleností dochází na místech se strmými břehy, hustou nebo nepřehlednou vegetací. Za hranicí 5 m nebyla během celé sezóny zaznamenána jediná značka. Jednotlivé pachové značky nevykazují shodný tvar, ale u každé lze změřit délku a výšku (měřeno vždy v největší části). Optimální metodika pro sběr parametrické informace o pachových značkách doposud neexistuje. Přístup, při kterém je započítáván do rozměrů značky, i plocha, ze které byl materiál nahrnut, zatím v literatuře dokumentován není.

Zjišťování skladby materiálu pachových značek bylo logickým důsledkem zvýšeného zájmu o tvar a rozměry pachové značky, zejména po zjištění, že se materiál neliší jen v jednotlivých ročních obdobích, ale i mezi jednotlivými lokalitami. Různé skladby materiálu pachových značek si povšimli i jiní autoři, na příklad Bau (2001), neprováděli však širší srovnání mezi více lokalitami v různých podmínkách. Původní záměr zahrnout do statistiky i „čerstvost“ užitého materiálu byl vypuštěn, kvůli možnému zkreslení při jednoměsíční návštěvě lokality.

Původností užitých materiálů byla rozuměna přítomnost složek, jež se nevyskytovaly v nejbližším okolí značky. Jednalo se zejména o druhy bylin, které byly bobrem doneseny z protějšího břehu, větve dopravené od vzdálenějších okusů, řasy a vodní makrofyta vynesené z vody a deponované ve větší vzdálenosti od břehové linie. Předpokládal jsem souvislost mezi významem značky (její důležitostí z teritoriálního hlediska), intenzitou zápachu a původností přítomného materiálu. Přístup, při kterém je evidována původnost materiálu při tvorbě pachových značek, zatím není v literatuře dokumentován.

Míra intenzity zápachu je subjektivně hodnoceným faktorem. Snažil jsem se o co největší optimalizaci této metody. Škála pro hodnocení byla pětibodová, přičemž hodnoty „1“ a „5“ měly relevantní srovnání. V průběhu celé sezóny se na mapování podílela jen jedna osoba, a tím jsem přecházel zkreslení subjektivity čichového vjemu u různých mapovatelů. Míra zápachu je samozřejmě ovlivněna v terénu celou řadou faktorů: teplotou, vlhkostí, směrem větru, čerstvostí značky, ale při užití jednotného postupu se míra nepřesnosti snižuje.

Na lokalitách „řeka Kyjovka mezi Týncem a Tvrdonicemi“ a „řeka Kyjovka mezi Tvrdonicemi a Kosticemi“ se v březnu 2009 podle přímých pozorování vyštěpily dvě „sub-teritoria“. Celková plocha původních teritorií nebyla změněna, nově vzniklé teritorium bylo vždy součástí původního. V obou případech se jednalo o osamostatnění mladé samice. Zvažoval jsem vyškrtnutí těchto teritorií, případně navýšení počtu sledovaných lokalit započítáním těchto dvou, ale pozorováním vzájemných interakcí mezi jednotlivci jsem se rozhodl mapovat tyto lokality jako doposud. Samice i členové původní kolonie i nadále vůči sobě nejevili známky útočného chování, mladá samice byla několikrát viděna v těsné blízkosti mláďat původní kolonie. Osamostatnění se však již nadále nepodíleli na stavebních aktivitách původní rodiny. Nepozoroval jsem, že by se samice vypravila napříč původním teritoriem k jeho vzdálenějším hranicím. Samice žila v oddělené noře. Nově vyštěpené

teritorium samice normálně po obou stranách značila pomocí pachových značek, byť s výrazně menší intenzitou na styčné straně s původním teritoriem.

Právě nepřítomnost útočného chování i přes pokračující omezený sociální kontakt mě vedla k myšlence nerozdělovat tato teritoria na dvě samostatné jednotky. Jarní disperze mladých jedinců s cílem najít si své vlastní teritorium je dlouho známým faktem (Heckman a Müller-Schwarze, 1980). Je předpokládán rozdílný průběh těchto migrací pro samce i samice (Ralls, 1971). Případy, kdy se jednotlivec oddělí od kolonie, jsou známy (Svendsen, 1980a), ale doposud v literatuře nepříliš uváděny. Pro podrobnější posouzení tohoto jevu bych doporučoval provedení telemetrických měření.

V literatuře lze najít počty pachových značek z lokalit, které jsou popisovanými podmínkami podobné lokalitám z mé práce (Dzięciołowski, 1996; Schulte et al., 1995) Uvedené údaje se od mnou naměřených hodnot příliš neliší. Zapracováním analýzy „kernel density (sa)“ programu ArcGis bylo vyřazeno za celou sezónu 125 pachových značek, protože vykazovaly příslušnost k jiným teritoriím. Především v případě lokality „řeka Kyjovka mezi Tvrdonicemi a Kosticemi“ vykazovaly příslušnost k nezaznamenaným teritoriím na dolním toku řeky Kyjovky, a okolí lokality „Tůně“, příslušnost k nezaznamenané lokalitě „pískovna Jamy“. Tato úprava počtu značek byla předpokládána. Dalších 85 vyřazených pachových značek nejevilo charakteristické rysy teritoriálních značek. Především se jednalo o velmi odlehle pachové značky a také ty s náhodným a neopakovaným výskytem. Vyřazeny byly rovněž „značky“, jež se vyznačovaly atypickým vzhledem souvisejícím spíše s vyměšováním trusu a moči.

Řada autorů (Rosell a Nolet, 1997; Townsend, 1953; Svendsen, 1980b) shodně popisuje jako vrchol značkovací sezóny období mezi II. - IV. měsícem roku, tedy dobu, kdy dochází k migracím mladých jedinců hledajících si své vlastní teritorium. Vrchol aktivity se bude lišit v rámci Evropy v závislosti na řadě abiotických faktorů. Na jihu Evropy bude nastávat dříve než v klimaticky extrémnějších severních partiích.

Pro prvotní testování platnosti analýz jsem pracoval postupně s faktory „výška“, „plocha“ a „objem“ dané pachové značky. Nejlepší vypovídací schopnost projevila závislá proměnná objem, zahrnující v sobě tři měřené parametry pachové značky (šířka, délka, výška). Pro výpočet objemu byl užit vzorec pro objem jehlanu, jemuž je pachová značka idealizovaným tvarem podobná. Objem každé značky byl pro potřeby následujících analýz transformován odmocninou, aby se snížil celkový rozptyl hodnot. Změnu velikosti pachových značek si vysvětluji rozdílnou intenzitou značkování v jednotlivých měsících. Udržování vyznačeného teritoria je energeticky náročný proces. Příjem potravy a tudíž zisk energie,

stejně jako podíl jiných činností běžně zastoupených v průběhu dne nemůže být omezen na úkor zvýšené frekvence značení.

V zásadě bych předpokládal dva motivy tohoto jevu. Za prvé hypotetizuji, že průměrná plocha značky se při zvýšené frekvenci značení zmenšuje, tj. že celková produkovaná plocha značek je stabilní v rámci teritoria a roku, liší se jen parametry ovlivněnými intenzitou značení. Druhou alternativní hypotézou představuje fakt, že nedílnou součástí tvorby pachových značek je i přestříknutí povrchu *castoreem*. Při zvýšené frekvenci značení může snadno dojít k vyčerpání momentální zásoby této substance, a proto se v období se zvýšenou intenzitou značky zmenšují, aby bylo *castoreum* více šetřeno. Pro druhou hypotézu hovoří i fakt, že v souvislosti s nadbytkem *castorea* se zvětšuje průměrná plocha značek v časně zimních měsících. IX. a X. jsou charakterizovány z hlediska bobřích aktivit jako období shánění zásob potravy na zimu, tj. doba, kdy dochází k masivnímu nakládání s dřevinami při jejich zpracování. Složení *castorea* je částečně ovlivněno podílem sekundárních metabolitů ze dřevin (Müller-Schwarze, 1999). Jejich nadbytek vede v důsledku k větší potřebě se jich zbavovat, a tedy zvětšovat průměrnou plochu značek.

Podle výsledků mé práce se průměrný objem značky mění v průběhu roku. Společně se nenáhodně mění intenzita zápachu značky. V období s velkou značkovací aktivitou jsou značky spíše menší, v období shánění zásob potravy se značky zvětšují. Jarní i podzimní období je charakterizováno větším zápachem značek, v souvislosti se zvýšenou značkovací aktivitou a nadbytkem sekundárních metabolitů z potravy.

Rozdíl velikosti pachových značek v rámci různých teritorií může být dán jednak celou škálou přírodních podmínek, ať už vysokým sklonem břehu nebo křovinnou vegetací na dané lokalitě, neumožňující budování velkých značek, nebo faktory behaviorálními. Spektrum používaných materiálů se ve své šíři mezi lokalitami neliší. Potvrzení toho, jak dalece jsou schopni se mláďata bobrů se od svých rodičů učit nejrůznějšími aktivitám, není stále solidně etologicky zpracováno. Faktem je, že existuje řada rysů podobných určitým koloniím, například postup při ohryzu určitých druhů dřevin (vlastní pozorování). Spolehlivé vysvětlení jevu rozdílné velikosti značek mezi lokalitami zatím chybí.

V letních měsících se zvětšuje podíl zastoupení nepůvodních materiálů. Tato závislost se však neprojevila na dané 5 % hladině významnosti jako průkazná. Původně jsem si tento jev vysvětloval potřebou značit cizorodým materiálem, který bude opticky snáze odlišitelný od množství vzrostlé vegetace na břehu. Vyšší distribuce značek směrem po proudu již byla zaznamenána v pracích (Rosell a Nolet, 1997; Müller-Schwarze a Sun,

2003). Vysvětlení souvisí s náročností opakovaného plavání proti proudu při obnovování značek a rovněž s pravděpodobnějším směrem migrace jedinců (Rosell a Sunsdal, 2001).

## 6 ZÁVĚR

V oblasti dolního toku řeky Moravy jsem zpracoval dvě separátní studie s těmito závěry:

### 1) Mechanismus kácení dřevin:

- Mezi nejvíce frekventované dřeviny z hlediska okusu patřily vrba a topol, nejméně zastoupené byly líska a trnka.
- Nejvíce zastoupené byly dřeviny s průměrem do 2,5 a do 20cm, nejméně dřeviny průměru do 50cm. V kategorii průměru nad 50 cm nebyl zaznamenán ani jeden okus.
- Nejfrekventovanější vzdálenost z hlediska přítomnosti okusu byla 10m od břehové linie.
- Průměrná výška, ve které byl okus veden je 37,8cm, průměrná maximální výška okusu 59,8 cm.
- Průměrná počáteční, středová a maximální výška okusu, má sice prokazatelný statistický vliv na směrovou orientaci pádu kmene ke světové straně, ale jedná se o artefakt způsobený výběrem toku řeky.
- Při shozu dřeviny průkazně převládá její pád směrem k vodní hladině. Tento nenáhodný směr je ale spíše důsledkem jiných faktorů než bobřího záměru.
- Některé typy okusu se s větší pravděpodobností objevují na dřevinách určitého rodu.
- V jednotlivých měsících roku můžeme očekávat rozdílné zastoupení typů okusů. Toto rozdělení není náhodné a souvisí s ekologickými požadavky bobrů v daném čase.
- Žádný zaznamenaný typ okusu nezůstal za dobu sledování vývoje potravně či stavebně nevyužit, nicméně latence okusů na dřevinách může trvat několik měsíců.

### 2) Sezónní dynamika pachových značek:

- průměrný počet pachových značek na lokalitu je 23,8 (SD 8,2), průměrná plocha značky 3712,3 cm<sup>2</sup>.
- průměrná velikost pachových značek se liší průkazně v rámci jednotlivých pozorovaných lokalit.
- Průměrný objem pachových značek se signifikantně liší v jednotlivých měsících v roce. V měsících s největší značkovací aktivitou se průměrná velikost značky zmenšuje, v měsících podmíněných aktivním sháněním potravy a tvorbou zásob se průměrná velikost značky zvětšuje.
- V souvislosti se změnou rozměrových parametrů dochází ke změně intenzity pozorovaného zápachu. Zápach není přímo korelován s velikostí pachové značky.
- Více značek je průkazně kladeno po proudu, ať už od geografického středu teritoria nebo hlavního sídla rodiny.

## 8 Literatura

- ALDOUS, S.E., 1938, Beaver food utilization studies, *Journal of wildlife management*, (48) 215-222
- ALEKSIUK, M., 1968, Scent-mound communication, territoriality and population regulation in beaver (*Castor canadensis* Kuhl), *Journal of mammalogy*, (49) 759-762
- ANDĚRA, M., BENEŠ., 2001, Atlas rozšíření savců v České republice, (předběžná verze), IV. Hlodavci (*Rodentia*) – část 1. křečkovití (*Cricetidae*), hrabošovití (*Arvicolidae*), plchovití (*Gliridae*). – Národní muzeum, Praha, 156 str.
- ARCGIS, ArcGis Desktop (9.3, ESRI, 2009-2010)
- BALDWIN, B.A., MEESE, G.B., 1977, The ability of sheep to distinguish conspecifics by means of olfaction, *Physiology behaviour*, (19) 803-808
- BARNES, D.M., MALLIK, A.U., 1996, Use of woody plants in construction of beaver dams in northern Ontario, *Canadian Journal of zoology*, (74) 1781-1786
- BARNES, D.M., MALLIK, A.U., 1997, Habitat factors influencing beaver dam establishment in northern Ontario watershed, *Journal of wildlife management*, (61) 1371-1377
- BARNES, W.J., DIBBLE, E., 1986, The effects of beaver in riverbank forest succession, *Canadian journal of botany*, (66) 40-44
- BASEY, J.M., Foraging behavior of beavers (*Castor canadensis*), plant secondary compounds, and management concerns, 1999, *Beaver protection, Management, and Utilization in Europe and North America*, Kluwer academic / Plenum Publishers, New York .....
- BASEY, J.M., JENKINS, S.H., 1993, Production of chemical defenses in relation to plant growth rate, *Oikos*, (68) 323-328
- BASEY, J.M., JENKINS, S.H., 1995, Influence of predation risk and energy maximization on food selection by beavers (*Castor canadensis*), *Canadian journal of zoology*, (73) 2197-2208
- BASEY, J.M., JENKINS, S.H., BUSHNER, P.E., 1988, Optimal central-place foraging by beavers: tree-size selection in relation to defensive chemicals of quaking aspen, *Oecologia*, (76) 278-282
- BAU, L.M., 2001, Behavioural ecology of reintroduced beavers (*Castor fiber*) in Klosterheden state forest, Denmark, MSc thesis, University of Copenhagen, pp.62
- BEER, J.R., 1955, Movements of tagged beaver, *Journal of wildlife management*, (19) 492-493
- BELOVSKY, G.E., 1984, Summer diet optimization by beaver, *American middleeast naturalist*, (111) 209-222
- BERGERUD, A.T., MILLER, D.R., 1977, Population dynamics of Newfoundland beaver, *Canadian journal of zoology*, (55) 1480-1492

- BĚŤÁK, V., 2008, Problematika právní ochrany bobra evropského a srovnání legislativní ochrany tohoto druhu v zemích EU, Rožnov pod Radhoštěm, SZeŠ, SOČ práce, 1-38
- BIAŁY, K., ZAŁUSKI, T., 1994, Rola bobra europejskiego (*Castor fiber*) w renaturalizacji uregulowanego cieku i przyległego otoczenia, Zeszyty naukowe akademii rolniczej we Wrocławiu, Konferencje, III, (246) 21-29
- BRADT, G.W., 1938, A study of beaver colonies in Michigan, *Journal of mammalogy*, (19) 139-162
- BRADY, C.A., SVENDSEN, G.E., 1981, Social behaviour in a family of beaver, *Castor canadensis*, *Biological behavior*, (6) 99-114
- BRENNER, F.J., 1967, Spatial and energy requirements of beavers, *The Ohio journal of science*, (67) 242-246
- BROWN, R.E., 1979, Mammalian social odors: a critical review, *Adv. Stud. Behav.*, (10) 103-162
- BROWN, R.E., MACDONALD, 1985, *Social odors in mammals*, Oxford: Clarendon Press
- BUECH, P.R., 1995, Sex differences in behaviour of beavers living in near-boreal lake habitat, *Canadian journal of zoology*, (73) 2133-2143
- BUSHER, P.E., WARNER, R.J., JENKINS, S.H., 1983, Population density, colony composition, and local movements in two Sierra Nevada beaver populations, *Journal of mammalogy*, (64) 314-318
- BUTLER, R.G., BUTLER, L.A., 1979, Toward a functional interpretation of scent marking in the beaver (*Castor canadensis*), *Behavioral neural biology*, (26) 442-454
- CAMPBELL, R.D., ROSELL, F., NOLET, B.A., DIJKSTRA, V.A.A., 2005, Territory and group sizes in Eurasian beavers (*Castor fiber*): echoes of settlement and reproduction ?, *Behavioral ecology and sociobiology*, (58) 597-607
- CLELAND, L., 1962, Cutting works of beavers, *American biology teacher*, (24) 100-104
- CURRIER, A., KITTS, W.D., COWAN, I., 1960, Cellulose, *Canadian journal of zoology*, (38) 1109-1116
- DANILOV, P.I., KAN'SHIEV, V.Y., 1983, The state of populations and ecological characteristics of European (*Castor fiber* L.) and Canadian (*Castor canadensis* K.) beavers in the northwestern USSR, *Acta Zoologica Fennica*, (174) 95-97
- DEZHKIN, V.V., SAFONOV, G., 1966, Biology and economical usefulness of beaver, *Economika publication house, Moscow, U.S.S.R.*, pp. 92
- DJAKOV, J.V., 1975, *Bobry jevropeskej časti Sovietkseho sojuza*, Moskva, pp. 479
- DJERIDANE, J., 2002, Integumentary odoriferous glands in *Meriones libycus*: a histological study and related behavior, *Folia zoologica*,
- DONKOR, N.T., FRYXELL, J.M., 1999, Impact of beaver foraging on structure of lowland boreal forests of Algonquin provincial park, Ontario, *Forest ecology and management*, (118) 83-92



- DROBNÁ, J., JEŽEKOVÁ, P., 2000, Vplyv trofickej aktivity bobra (*Castor fiber*) na drevinnú zložku vybraných pobrežných fytoocenóz Záhorskej nížiny, *Lynx*, (31) 23-32
- DZIECIOLOWSKI, R., 1996, Bóbr, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, pp. 124
- EASTER-PILCHER, A., 1990, Cache size as an index to beaver colony size in Northwestern Montana, *Wildlife society bulletin*, (18) 110-113
- EISENBERG, J.F., KLEIMAN, D.G., 1972, Olfactory communication in mammals, Washington DC : National zoological park, Smithsonian institution
- EPPLE, G., GOLOB, N.F., SMITH, A.B. III., 1979, Odor communication in the tamarin *Saguinus fuscicollis* (Callitrichidae): Behavioral and chemical studies – in RITTER, F.J., (ed), *Chemical ecology: odour communication in animals*, Amsterdam, Elsevier, pp. 117-130
- EROME, G., BROYER, J., 1984, Analyses des relations *Castor*-végétation, *Bievre*, (6) 15-63
- FERKIN, M.H., 1999, Meadow voles (*Microtus pennsylvanicus*, Arvicolidae) over-mark and adjacent mark, *Ethology*, 825-837
- FRYXELL, M. J., 1992, Space use by beavers in relation to resource abundance, *Oikos*, (64) 474-478
- FRYXELL, J.M., DOUCETT, C.M., 1991, Provisioning time and central-place foraging in beavers, *Canadian journal of zoology*, (69) 1308-1313
- FRYXELL, J.M., DOUCETT, C.M., 1993, Diet choice and the functional response of beavers, *Ecology* (74) 1297-1306
- FUSTEC, J., LODE, T., LE JACQUES, D., CORMIER, P.J., Colonization, riparian habitat selection and home range size in reintroduced population of European beavers in the Loire, 2001, *Freshwater biology*, (46) 1361-1371
- FULLER, W.A., 1953, Aerial surveys for beaver in the Mackenzie district, Northwest territories, *Trans north american wildlife conf.* (18) 329 – 335
- GALANT, D., BÉRUBÉ, C.H., TREMBLAY, E., VASSEUR, L., 2004, An extensive study of the foraging ecology of beavers (*Castor canadensis*) in relation to habitat quality, *Canadian journal of zoology*, (82) 922-933
- GANDELOVÁ, L., HORÁČEK, P., ŠLEZINGEROVÁ, J., 1998, *Nauka o dřevě*, MZLU Brno, pp.176
- GANZHORN, U.J., HARTHUN, M., 2000, Food selection by beavers (*Castor fiber albus*) in relation to plant chemicals and possible effects of flooding on food quality, *Journal of zoology (London)*, (251) 391-398
- GORMAN, M.L., 1984, Scent marking and territoriality, *Acta zoologica fennica*, (171) 49-53
- GORMAN, M.L., 1990, Scent marking strategies in mammals, *Revue of Suisse zoology*, (97) 3-29
- GOSLING, L.M., 1982, A reassessment of the function of scent marking in territories, *Z.TIERPSYCHOL.* (60) 89-118

- GOSLING, L.M., 1990, Scent marking by resource holders: alternative mechanisms for advertising costs of competition – in MACDONALD, D.W., MÜLLER-SCHWARZE, D., NATYNCZUK, S.E., (eds.) Chemical signals in Vertebrates 5, Oxford, Oxford university press, pp.659 pp.
- GOSLING, L.M., ROBERTS, S.C., 2001, Scent –marking by male mammals: cheat-proof signals to competitors and mates, *Adv. Stud. Behav.*, (30) 169-217
- GRASSÉ, P.P., DEKEYSER, P.L., 1955, Ordre des Rongeurs, genre *Castor* – in GRASÉ, P.P., (ed.) *Traité de Zoologie, Anatomie, Systématique, Biologie (T.XVII)*, Paris, Masson, pp. 1487-1495
- HAARBERG, O., ROSELL, F., 2006, Selective foraging on woody plant species by the Eurasian beaver (*Castor fiber*) in Telemark, Norway, *Journal of zoology*, (270) 201-208
- HALL, G.J., 1960, Willow and aspen in the ecology of beaver on Sagehen creek, California, *Ecology*, (41) 484-497
- HALLEY, D.J., ROSELL, F., 2003, Population and distribution of European beavers (*Castor fiber*), *Society for the study and conservation of mammals*, Arnhem, *Lutra* (46) 91-102
- HALPIN, Z.T., NEWMAN, K.S., 1988, Individual odours and mate recognition in the prairie vole, *Microtus ochrogaster*, *Animal behaviour*, (36) 1779-1787
- HAMMOND, M.C., 1943, Beaver in Lower Souris refuge, *Journal of wildlife management* (t) 316-321
- HAY, K.G., 1958, Beaver census methods in the Rocky mountain region, *Journal of wildlife management*, (22) 395-402
- HECKMAN, S., MÜLLER-SCHWARZE, D., 1980, The social role of scent marking in beaver (*Castor canadensis*), *Journal of chemical ecology*, (6) 81-95
- HEDIGER, H., 1949, Säugetier-Territorien und ihre Markierung, *Bijdr. Dierkd.*, (28) 172-184
- HENRY, J.D., 1977, The use of urine marking in the scavenging behavior of the red fox (*Vulpes vulpes*), *Behaviour*, (16) 82-105
- HERRERA, E.A., MACDONALD, D.W., 1987, Group stability and the structure of a capybara population, *Symposium of the zoological society of London*, (58) 1-350
- HESKE, F., 1909, *Popis knížecího schwarzenberského panství třeboňského*, Praha
- HOFFMAN, M., 1967, Ein Beitrag zur verbretung-esgeschichte des Bibers *Castor fiber*, *Hercynia*, (4) 279-324
- HOGDON, H.E., 1978, Social dynamics and behavior within an unexploited beaver (*Castor canadensis*) population, PhD thesis, Amherst: University of Massachusetts
- HOGDON, H.E., LARSON, S.J., 1973, Some sexual differences in behaviour within a colony of marked beavers (*Castor canadensis*), *Animal behaviour* (21) 147-152
- HOŘENÍ, A., 2005, Poškození jehličnanů bobrem evropským, *Lesnická práce*, (83) 20-21

- HOŘENÍ, A., 2004, Poškození jehličnanů bobrem evropským (*Castor fiber* L.) v CHKO Litovelské Pomoraví, KE PřF, UPOL Olomouc, dipl. práce, nepubl.
- HOULIHAN, P.M., 1989, Scent mounding by beaver (*Castor canadensis*): functional and semichemical aspects, MSc thesis Syracuse: State university of New York
- HYVÖNEN, T., NUMMI, P., 2008, Habitat dynamics of beaver *Castor canadensis* at two spatial scales, *Wildlife biology*, (14) 302-308
- CHERNEL, I., 1886, Hódok a Czallóközben, *Vadászlap*, pp. 257
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M., 2001, Katalog biotopů České republiky, AOPK ČR, Praha, pp. 304
- JENKINS, S.H., 1975, Food selection by beavers: a multidimensional contingency table analysis, *Oecologia*, (21) 157-173
- JENKINS, S.H., 1979, Seasonal year -to-year differences in food selection by beavers, *Oecologia (Berl.)* (44) 112-116
- JENKINS, S.H., 1980, A size-distance relation in food selection by beavers, *Ecology*, (61) 740-746
- JOHN, F., 2001, Využití a ovlivnění dřevinné skladby bobrem evropským (*Castor fiber*), KE PřF, UPOL Olomouc, dipl. práce, nepubl.
- JOHNSTON, C.A., NAIMAN, R.J., 1990, a) Browse selection by beaver: effects on riparian forrest composition, *Canadian journal of forestry results*, (20) 1036-1043
- JOHNSTON, C.A., NAIMAN, R.J., 1990, b) Aquatic patch creation in relation to beaver population trends, *Ecology*, (71) 1617-1621
- JOHNSON, R.E., 1985, Communication – in SIEGEL, H.I., (ed) *The hamster: reproduction and behavior*, New York, Plenum press, pp. 121-154
- JOHNSTON, R.E., DERZIE, A., CHIANG, G., JERNIGAN, P., LEE, H., 1993, Individual scent signatures in golden hamsters: evidence for specialization of function, *Animal behavior*, (45) 1061-1070
- JOHNSON, R.P., 1973, Scent marking in mammals, *Animal Behaviour*, (21) 521-535
- KITCHENER, A., CONROY, W.H., 1997, The history of the Eurasian beaver in Scotland, *Mammal review*, (27) 95-108
- KLEIMAN, D.G., 1977, Monogamy in mammals, *Quarterly review of biology*, (52) 39-69
- KNUDSEN, G.J., 1951, Annual census and trapper harvest, *Fed. Aid Quart*, Project W-15-R-7, Wisconsin, 80-81
- KOBOJEK, E., 2005, Środowiskowe skutki reintrodukcji bobra (*Castor fiber*) w dolinie Rawki, *Przeglad geograficzny*, (77) 383-396
- KOKEŠ, O., 1962, Několik dat o osudu bobrů v jižních Čechách, *Lynx*, (1) 9-14
- KOKEŠ, O., 1968, Bobr evropský v československých krajích v minulosti, *Živa* (56) 115-117

- KOSTKAN, V., 2000, Ekologická nika bobra evropského (*Castor fiber*, L.) v CHKO Litovelské Pomoraví, katedra ekologie, PŘF UP, Olomouc, disertační práce, (nepublikováno), 1-89
- KOTHERA, L., 1928, Poslední bobří jižních Čech, Myslivoř, Praha (20) 223
- KRYSIÁK, K., 1955, Wykopaliskowe szczatki zwierzecze z grodziska kolo Leczycy, Studia Weze-snośredniowieczne, (3) 360-370
- LAHTI, S., HELMINEN, S., 1974, The Beaver *Castor fiber* (L.) and *Castor canadensis* (Kuhl) in Finland. Acta Theriologica (19) 177–189.
- LEHKÝ, J., 1998, Průběžná zpráva o stavu populace bobra evropského (*Castor fiber vistulanus* Matschie) na území CHKO Litovelské Pomoraví, AOPK ČR, Olomouc, pp.7
- MARGALETIĆ, J., GRUBEŠIĆ, M., DUŠAK, V., KONJEVIĆ, D., 2006, Activity of European beavers (*Castor fiber* L.) in young pedunculate oak (*Quercus robur* L.) forests, Veterinarski arhiv, (76) 167-175
- MARTIN, I.G., BEAUCHAMP, G.K., 1982, Olfactory recognition of individuals by male cavies (*Cavia aperea*), Journal of chemical ecology, (8) 1241-1249
- MAZALOVÁ, M., 2006, Změny intenzity skladby kácení dřevin bobrem evropským (*Castor fiber* L.: 1758) v průběhu tvorby zimní zásoby, KE PŘF, UPOL Olomouc, dipl. práce, nepubl.
- MCGINLEY, M.A., WHITHAM, T.G., 1985, Central place foraging by beavers (*Castor canadensis*), a test of foraging predictions and the impact of selective feeding on the growth form of cottonwoods (*Populus fremontii*), Oecologia, (66) 558-562
- MCTAGGART, S.T., NELSON, T.A., 2003, Composition and demographics of beaver (*Castor canadensis*) colonies in central Illinois, American Midland Naturalist, (150) 139-150
- MELILLO, J.M., HOBBIE, J., NAIMAN, R.J., 1986, Ecosystem alternation of boreal forest streams by beaver (*Castor canadensis*), Ecology, (67) 1254-1296
- MORAVEC, J., 2005, Biologický faktor (bobr evropský): předmět náhrady újmy nebo alternativa dotačního programu – in DOLEŽAL, M., TICHÁ, T., JIROUŠKOVÁ, J., 2005, sborník z konference: Dotační programy a náhrada újmy v ochraně přírody v EU, IREAS, 1-61
- MÜLLER-SCHWARZE, D., 1983, Scent glands in mammals and their functions – in EISENBERG, J.F.,
- MÜLLER-SCHWARZE, D., 1999, Chemical signals in the beaver. Signal specialization and evolution in mammals – in DOTY, R.L., MÜLLER-SCHWARZE, D., SORENSEN, P.W., (eds), Advances in chemical signal in Vertebrates, New York, Kluwer Academic/Plenum publishers, pp.1-14
- MÜLLER-SCHWARZE, D., HOULIHAN, P.W., 1991, Pheromonal activity of single castoreum constituents in beaver, *Castor canadensis*, Journal of chemical ecology, (17) 715-734
- MÜLLER-SCHWARZE, D., SCHULTE, B.A., 1999 Characteristics of a climax population of beaver (*Castor canadensis*) – in BUSHER, P.E., DZIECIOLOWSKI, R.M., (eds.), 1999, Beaver protection, Management and utilization in Europe and North America, Kluwer academic/Plenum publishers, 147-160

- MÜLLER-SCHWARZE, D., SUN, L., 2003, The beaver: natural history of wetland engineer, Cornell university press, pp. 186
- MÜLLER-SCHWARZE, D., 1986, MOREHOUSE, L., CORRADI, R., ZAHO, C., SILVERSTEIN, M.R., 1986, Odor images: responses of beaver to castoreum fractions - in : Chemical signals in Vertebrates IV, DUVAL, D., MÜLLER-SCHWARZE, D., SILVERSTEIN, M.R. (eds.), New York, Plenum Press, pp. 570
- NAIMAN, R.J., 1988. Animal influences on ecosystem dynamics. *BioScience*, (38) 750-752.
- NOLET, B.A., ROSELL, F., 1994, Territoriality and time budgets in beavers during sequential settlement, *Canadian journal of zoology*, (72) 1227-1237
- NOLET, B.A., HOEKSTRA, A., OTTENHEIM, M.M., 1994, Selective foraging on woody species by the beaver (*Castor fiber* L.) and its impact on a riparian willow forest, *Biological conservation*, (70) 117-128
- NORTHCOT, T.H., 1971, Feeding habits of beaver in Newfoundland, *Oikos*, (22) 407-410
- ORIAN, G.H., PEARSON, N.E., 1979, On the theory of central place foraging – in HORN, D.J., STAIRS, G.R., MITCHELL, R.D., (eds), *Analysis of ecological systems*, Ohio state university press, Columbus, pp. 155-177
- OSMUNDSON, C.L., BUSKIRK, S.W., 1993, Size of food caches as a predictor of beaver colony size, *Wildlife society bulletin*, (21) 64-69
- PACALA, S.W., CRAWLEY, M.J., 1992, Herbivores and plant diversity, *American naturalist*, (140) 243-260
- PARKER, G.A., 1974, Assessment strategy and the evolution of fighting behaviour, *Theoretical biology*, (47) 223-243
- PETERS, R.P., MECH, L.D., 1975, Scent-marking in wolves, *American science*, (63) 628-637
- PIECHOCKI, R., 1977, Ökologische Todesursachenforschung am Elbebiber (*Castor fiber albicus*), *Beitr. Jagd und Wildforschung*, (10) 332-341
- PINKOWSKI, B., 1983, Foraging behavior of beaver (*Castor canadensis*) in North Dakota, *Journal of mammalogy*, (64) 312-315
- PLEŠTILOVÁ, L., 2010, Srovnání historického a recentního rozšíření bobra evropského (*Castor fiber*) v Jihočeském kraji, dipl. práce, České Budějovice, JCU Pff, in print
- PYKE, G.H., PULLIMAN, H.R., CHARNOV, E.L., 1977, Optimal foraging, *The quarterly review of biology*, (52) 137-154
- QUAY, W.B., MÜLLER-SCHWARZE, D., 1971, Relations of age and sex to integumentary glandular regions in black-tailed deer, *Odocoileus hemionus columbianus*, *Journal of mammalogy*, (51) 675-694
- RALLS, K., 1971, Mammalian scent marking, *Science*, (171) 443-449
- RANDÍK, A., 1971, Aklimatizácia bobra európskeho (*Castor fiber*) na Slovensku, *Ochrana fauny*, 109-110

- ROBERTS, S.C., GOSLING, L.M., THORTNTON, E.A., MCCLUNG, J., 2001, Scent-marking by male mice under the risk of predation, *Behavioral ecology*, (12) 698-705
- ROBERTS, T.H., ARNER, D.H., 1984, Food habits of beaver in east-central Mississippi, *Journal of Wildlife management*, (48) 1414-1419
- ROEDER, J.J., 1980, Marking behaviour and olfactory recognition in genets (*Genetta genetta* L., Carnivora-Viveridae), *Behaviour*, (72) 200-210
- ROSELL, F., BERGAN, F., 1998, Free-ranging Eurasian beavers, *Castor fiber*, deposit anal gland secretion when scent marking, *Canadian field-naturalist*, (112) 532-535
- ROSELL, F., BJØRKØYLI, T., 2002, A test of the dear enemy phenomenon in the Eurasian beaver (*Castor fiber*), *Animal behaviour*, (6) 1073-1078
- ROSELL, F., BOZSÉR, O., COLLEN, P., PARKER, H., 2005, Ecological impact of beavers *Castor fiber* and *Castor canadensis* and their ability to modify ecosystems, *Mammal Review*, (35) 248-276
- ROSELL, F., JOHANSEN, G., PARKER, H., 2000, Eurasian beaver (*Castor fiber*) behavioral response to simulated territorial intruders, *Canadian Journal of zoology*, (78) 931-935
- ROSELL, F., NOLET, B.A., 1997, Factors affecting scent-marking behavior in Eurasian beaver (*Castor fiber*), *Journal of chemical ecology*, (23) 679-690
- ROSELL, F., PARKER, STEIFETTEN, O., 2006, Use of dawn and dusk sight observations to determine colony size and family composition in Eurasian baver (*Castor fiber*), *Acta Theriologica*, (51) 07-112
- ROSELL, F., PEDERSEN, K.V., 1999, *Beveren*, Oslo : Landbruksforlaget, pp. 272
- ROSELL, F., SUNSDAL, L.J., 2001, Odorant source used in Eurasian beaver territory marking, *Journal of chemical ecology*, (27) 2471-2491
- SAMWAYS, M.K., POULIN, G.R., BRIGHAM, P.M., 2004 Directional tree felling by beavers (*Castor canadensis*), *Northwestern naturalist*, (85) 48-52
- SCHMIDT, T., JOHNSTON, E.R., 1979, Responses of hamsters to scent marks of different ages, *Behavioral and neural Biology*, (26) 64-75
- SCHOENER, T.W., 1979, Generality of the size-distance relation in models of optimal foraging, *American naturalist*, (114) 902-914
- SCHWAB, G., SCHMIDBAUER, M., 2003, Beaver (*Castor fiber* L., Castoridae) management in Bavaria, *Landesnusee neue serie*, Linz, (2) 99-106
- SCHULTE, B.A., 1998, Scent marking and responses to male castor fluid by beavers, *Journal of mammalogy*, (79), 191-203
- SCHULTE, B.A., MÜLLER-SCHWARZE, D., TANG, R., WEBSTER, F.X., 1995, Bioactivity of beaver castoreum constituents using principal component analysis, *Journal of chemical ecology*, (21) 941-957
- STATISTICA (StatSoft, Inc. (2007), verze 8.0)

- STEEN, I., STEEN, J.B., 1965, Thermoregulatory importance of the beaver's tail, *Comparative biochemistry and physiology*, (15) 267-270
- SVENDSEN, G.E., 1978, Castor and anal glands of the beaver (*Castor canadensis*), *Journal of mammalogy*, (59)618-620
- SVENDSEN, G.E., 1980, a) Patterns of scent-mounding in a population of beaver (*Castor canadensis*), *Journal of chemical ecology*, (6) 113-148
- SVENDSEN, G.E., 1980 b) Seasonal change in feeding patterns of beaver in southeastern Ohio, *Journal of wildlife management*, (44) 285-290
- SWANK, W.G., GLOVER, F.A., 1948, Beaver censusing by airplane, *Journal of wildlife management*, (12) 214
- SYROVÁTKOVÁ, P., 1998, Heterogenita stanovišť bobra evropského (*Castor fiber*), KE PřF, UPOL Olomouc, dipl. práce, nepubl., pp.1-73
- SUCHOMEL, J., 2005, Savci lužního lesa – in Lužní les v nivě Moravy a Dyje, KORDIOVSKÝ, E., HRIB, M., (eds.), Lednice, BR Dolní Morava, pp.253
- SUN, L., 1996, Chemical kin recognition in the beaver (*Castor canadensis*) behavior, relatedness and information coding, PhD thesis, State university of New York, Syracuse, pp. 184
- ŠLEZAR, P., 2002, Využití dřevin bobrem evropským (*Castor fiber* L.) na území „Poleski Park Narodowy“, KE PřF, UPOL Olomouc, dipl. práce, nepubl.
- TANG, R., WEBSTER, F.X., MÜLLER-SCHWARZE, D., 1993, Phenolic compounds from male castoreum of North American beaver, *Castor canadensis*, *Journal of chemical ecology*, (19) 1491-1500
- TANG, R., WEBSTER, F.X., MÜLLER-SCHWARZE, D., 1995, Neutral compounds from male castoreum of north American beaver, *Castor canadensis*, *Journal of chemical ecology*, (21) 1745-1762
- THIESSEN, D., RICE, M., 1976, Mammalian scent gland marking and social behavior, *Psychol. bulletin*, (83) 505-539
- TOMÍČEK, O., 1938, *Časopis československého lékařnictva*
- TOWNSEND, J.E., 1953, Beaver ecology in western Montana with special reference to movements, *Journal of mammalogy*, (34) 459-479
- VÁVRA, T., 1997, Bobr evropský na území CHKO Litovelské Pomoraví, KE PřF, UPOL Olomouc, dipl. práce, nepubl.
- VALEUR, P., 1988, Territorial behavior as factor in regulation of populations in beaver, *Fauna*, (41) 20-34
- VLACHOVÁ, B., 2001, Potrava bobra evropského (*Castor fiber*) a vegetační charakteristika lokalit s jeho výskytem na Labi a Kateřinském potoce, KE LF, ČZU Praha, dipl. práce, nepubl., pp.1-81
- VOJTĚCH, D., 2005, Vliv klimatických faktorů na intenzitu a skladbu kácení dřevin bobrem evropským (*Castor fiber* L. 1758), KE PřF, UPOL Olomouc, dipl. práce, nepubl.

- VOREL, A., 2006, Program péče o populaci bobra evropského, *Ochrana přírody*, (7) 202-207
- VOREL, A., 2009, Bobří monitoring – návod na vyplnění formuláře, aktualizovaná verze PPT prezentace, *Castor*
- WALRO, J.M., SVENDSEN, G.E., 1982, Castor sacs and anal glands of the North American beaver (*Castor canadensis*): Their histology, development and relationship to scent communication, *Journal of chemical ecology*, (5) 809-819
- WELSH, R.G., MÜLLER-SCHWARZE, D., 1989, Experimental habitat scenting inhibits colonization by beaver, *Castor canadensis*, *Journal of chemical ecology*, (3) 887-893
- WILSON, L., 1971, Observations and experiments on the ecology of the European beaver (*Castor fiber* L.), *Swedish wildlife*, (8) 115-266
- WOJCZIK, M., DZIEDIC, R., STELIGA, L., OLSZAK, K., FLIS, M., ZWOLSKI, W., 2004, The dynamics of the population of beavers and the flora chewed by them in the Lezjask forest inspectorate, *Teka komisiji ochrony kształtowania środowiska przyrody*, (1) 301-307
- WRIGHT, P.J., JONES, G.C., FLECKER, S.A., 2002, An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at the landscape scale, *Oecologia*, (132) 96-101
- WYNNE-EDWARDS, V.C., 1962, *Animal dispersal in relation to social behavior*, Edinburgh, Oliver and Bloyd
- YEAGER, E.L., HAY, K.G., 1955, *A contribution toward a bibliography on the beaver*, Colorado department of game and fish, technical bulletin 1, Denver, Colorado, pp. 103
- ZÁKON 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny
- ZÁLESKÝ, M., 1928, Kdy vyhynuli bobří v Čechách, *Česká myslivost*, (29) 79-80
- ZÍBRT, Č., 1929, Bobr v zemích československých, *Věstník československé akademie zemědělské*, (2) 776-777
- ZUROWSKI, W., 1989, European beaver – *Castor fiber*, in – HUNTING, W., KRUPKA, J. (eds.), *PWRiL*, Warszawa, 321 – 323



# **PŘÍLOHY**

## **SEZNAM PŘÍLOH**

**OBRÁZEK č. 1** Dokonalý okus

**OBRÁZEK č. 2** Nedokonalý okus

**OBRÁZEK č. 3** Okus typu „zrcátko“

**OBRÁZEK č. 4** Pachová značka

**OBRÁZEK č. 5** Pachová značka

**MAPA č. 1** Rozmístnění lokalit A-H

**TABULKA IV** Charakteristiky sledovaných lokalit

**TABULKA V** Charakteristiky sledovaných lokalit

**GRAF č. 1** Zastoupení jednotlivých rodů dřevin

**GRAF č. 2** Distribuce okusů na dřevinách s rostoucí vzdáleností od břehové linie

**GRAF č. 3** Rozdělení průměrových kategorií okusu

**GRAF č. 8** Počet pachových značek v jednotlivých měsících.

**GRAF č. 10** Průměrná délka a šířka pachové značky

**GRAF č. 12** Zastoupení jednotlivých druhů materiálu.

**GRAF č. 13** Vzdálenost pachových značek se vzdáleností od sídla a od středu teritoria



**Obrázek č. 1: Dokonalý okus**



**Obrázek č. 2: Nedokonalý okus**



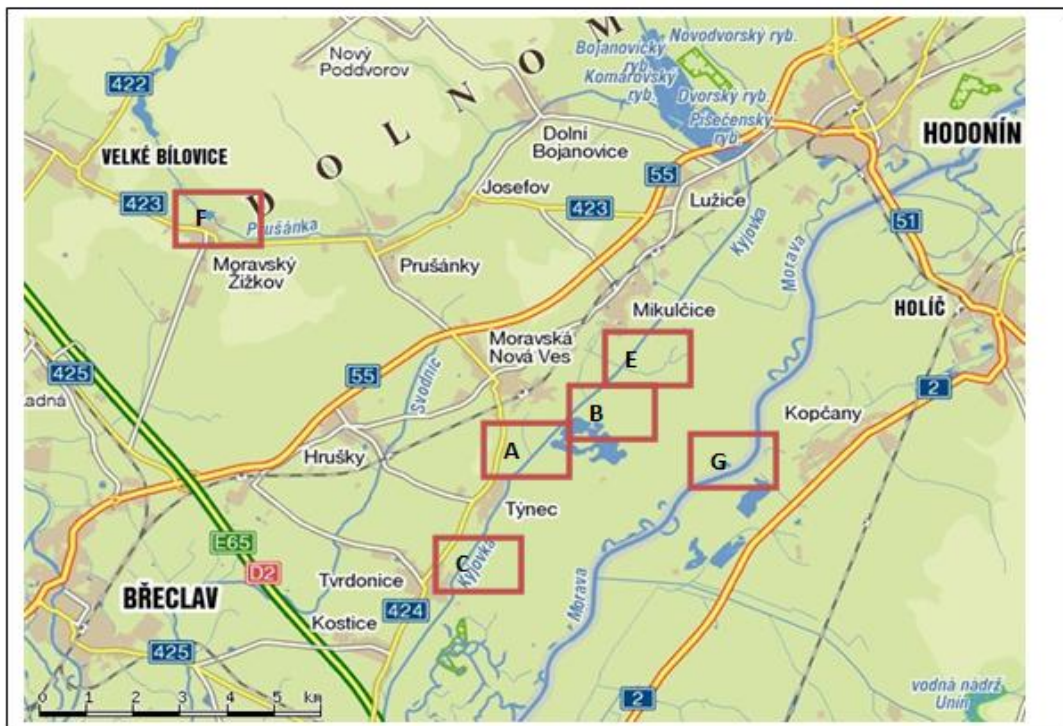
**Obrázek č. 3:** Okus typu „zrcátko“



**Obrázek č. 4:** Pachová značka



Obrázek č. 5: Pachová značka



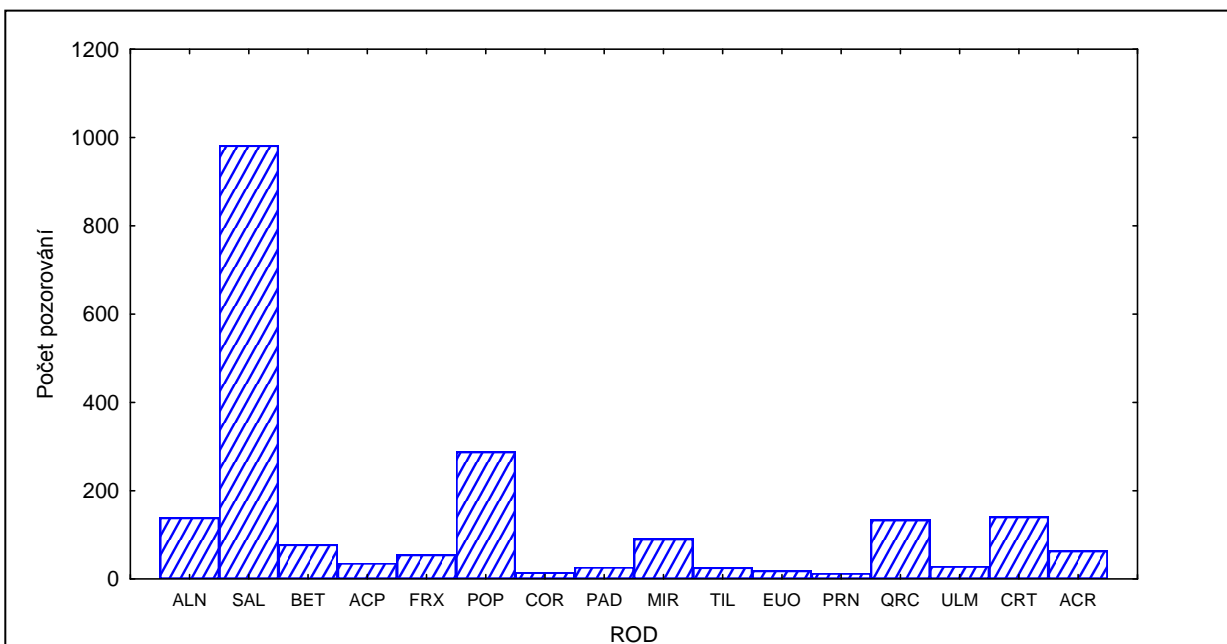
Mapa č. 1

TAB IV Charakteristiky sledovaných lokalit

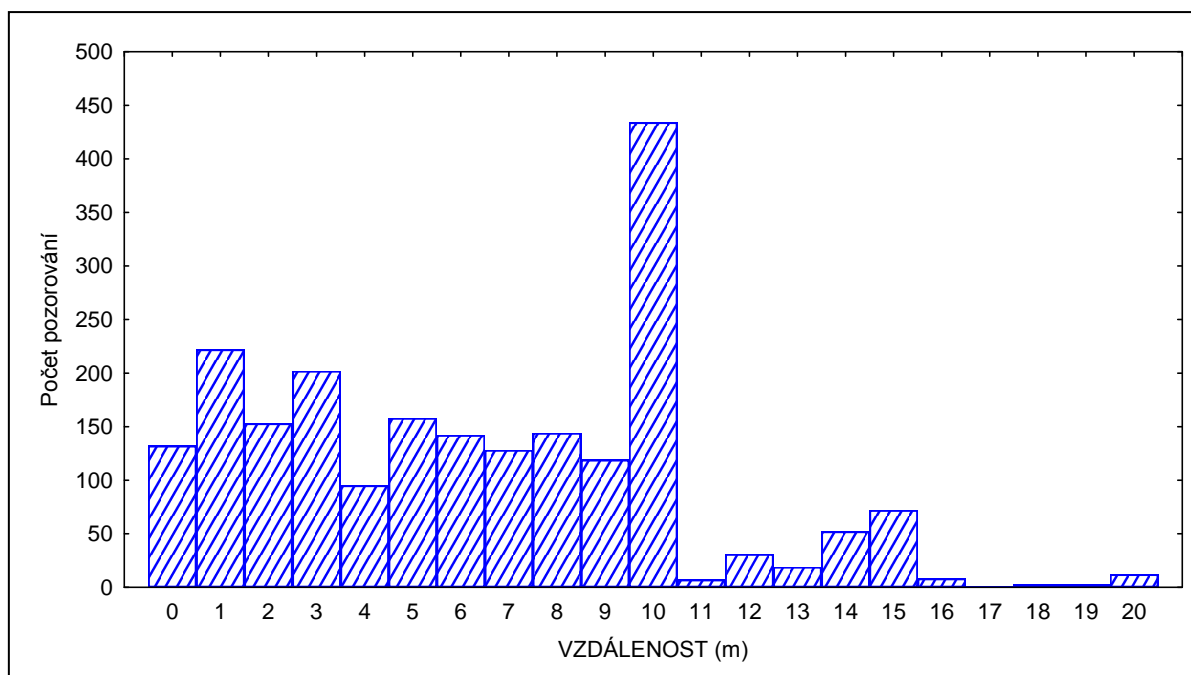
| LOKALITA | břeh (m) | stromy (m) | křoviny (m) | traviny (m) | PLOCHA       | osídlení | TYP       |
|----------|----------|------------|-------------|-------------|--------------|----------|-----------|
| A        | 3588     | 549        | 1075        | 1964        | 8970         | 2000     | řeka      |
| B        | 3926     | 1696       | 769         | 1461        | 7852         | 2001     | řeka      |
| C        | 437      | 287        | 97          | 53          | 2790         | 2006     | fragmenty |
| D        | 3167     | 332        | 310         | 2525        | 7918         | 2005     | řeka      |
| E        | 3711     | 124        | 485         | 3102        | 7422         | 2001     | řeka      |
| F        | 2832     | 1183       | 575         | 1074        | 129460       | 2003     | nádrž     |
| G        | 1416     | 618        | 346         | 455         | <b>14160</b> | 1993     | rameno    |
| H        | 9995     | 4791       | 4397        | 807         | <b>40770</b> | 1997     | fragmenty |

TAB V Charakteristiky sledovaných lokalit

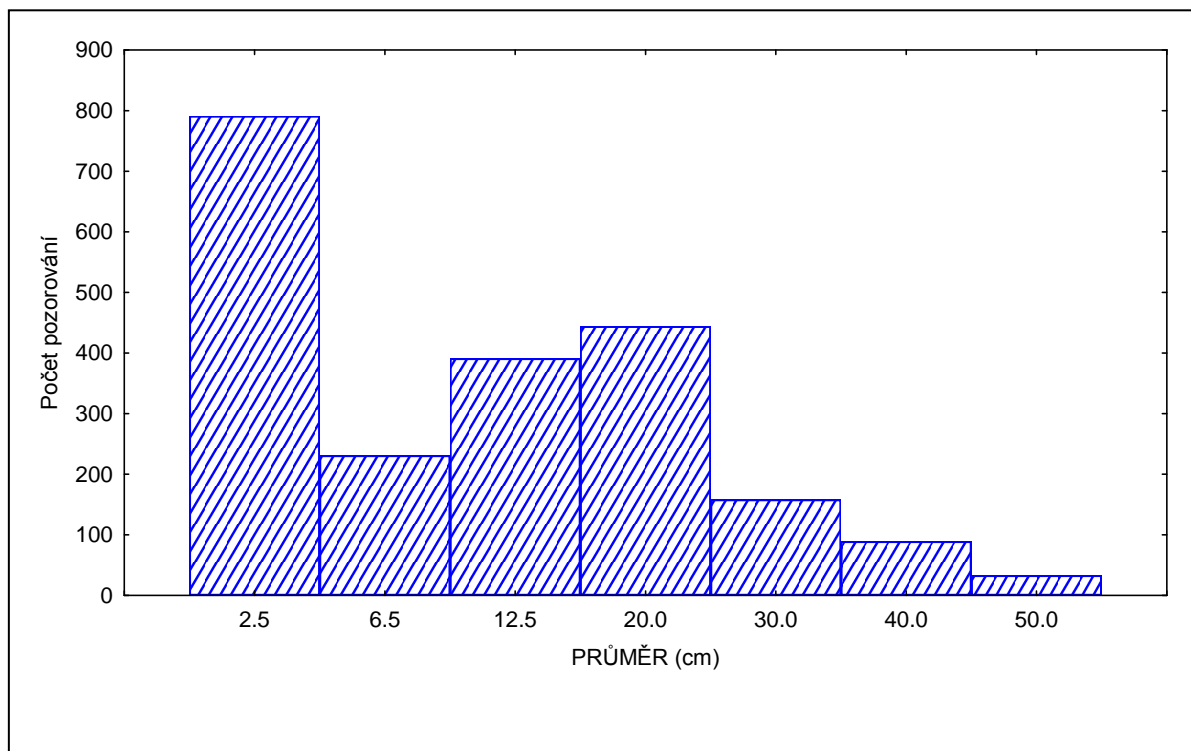
| LOKALITA | nory | hráze (m) | jídelny (ks) | Zásobárny | skluzy | počet 08 | počet 09 |
|----------|------|-----------|--------------|-----------|--------|----------|----------|
| A        | 13   | 5         | 198          | 6         | 46     | 3 až 4   | 4 až 5   |
| B        | 5    | 0         | 102          | 0         | 46     | 1 až 2   | 1 až 2   |
| C        | 9    | 10        | 43           | 16        | 79     | 2 až 3   | 4 až 6   |
| D        | 3    | 0         | 99           | 0         | 21     | 4 až 5   | 2 až 3   |
| E        | 5    | 0         | 127          | 5         | 49     | 1 až 2   | 1 až 2   |
| F        | 39   | 42        | 118          | 19        | 31     | 4 až 5   | 6 až 8   |
| G        | 9    | 0         | 38           | 3         | 43     | 2 až 3   | 2 až 4   |
| H        | 4    | 72        | 109          | 21        | 119    | 4 až 5   | 6 až 8   |



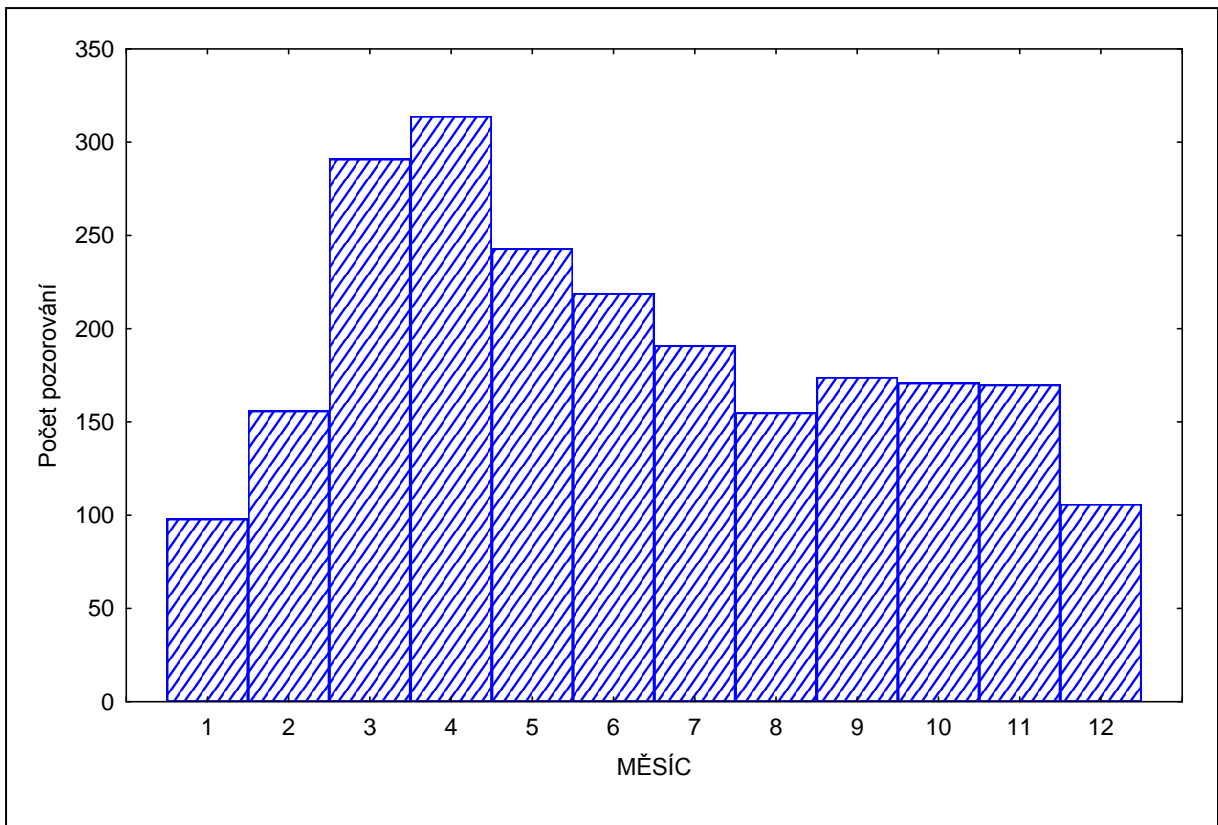
GRAF č. 1 Zachycuje celkové zastoupení jednotlivých rodů dřevin. Mezi nejvíce frekventované patřily vrba (*Salix* – SAL, 982 ex.), topol (*Populus* – POP, 288 ex.). Mezi nejméně početně zastoupené dřeviny spadaly rody líska (*Corylus* - COR, 15 ex.) a trnka (*Prunus* – PRN, 13 ex.). Zkratky dřevin popisuje tabulka I. v části Metodika.



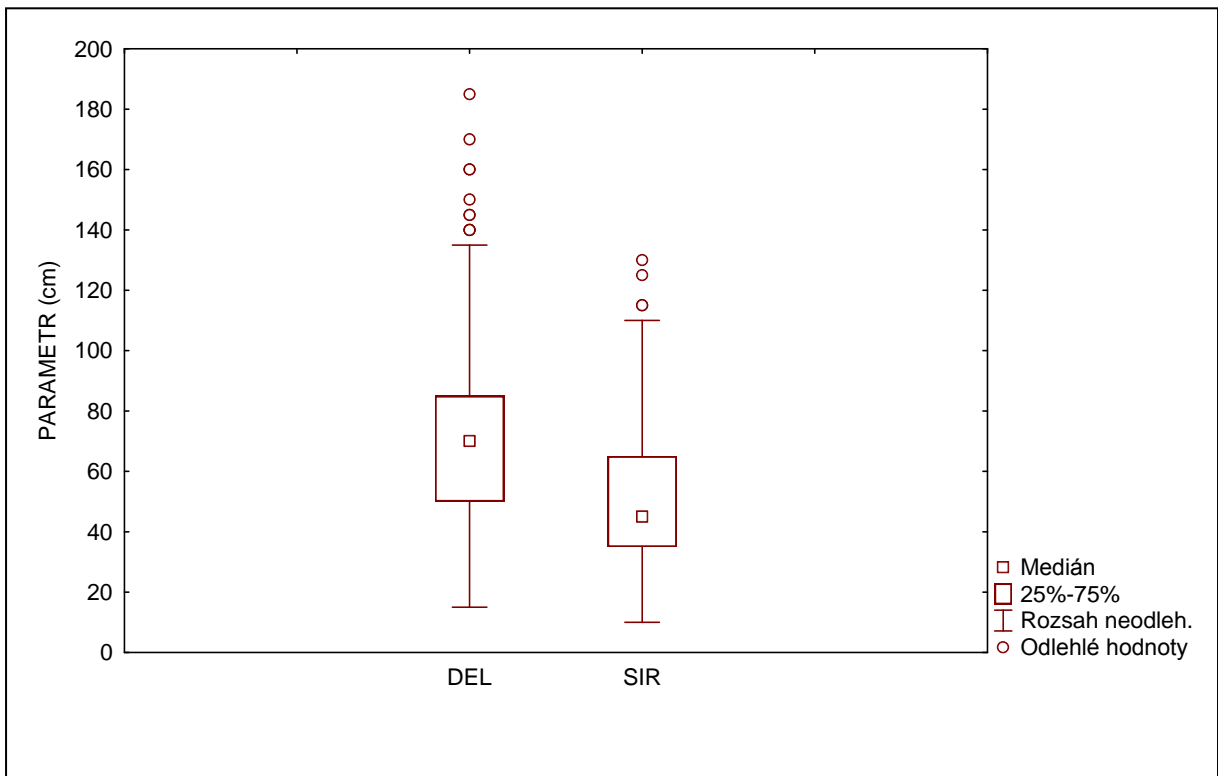
**GRAF č. 2** Distribuce okusů na dřevinách s rostoucí vzdáleností od vody. 90 % všech dřevin se nachází ve vzdálenosti do 10 m. Nejvyšší počet (434 ex.) byl zaznamenán až na desátém metru měřeného segmentu. 6,18 % okusů z celkového množství se nacházelo na „nultém“ měřeném metru, tedy na samém okraji břehu. Za sledovanou hranicí 20 m se již na žádném segmentu nenacházeli žádné další okusy.



**GRAF č. 3** Z hlediska distribuce dřevin v rámci jednotlivých průměrových kategorií byla nejčetněji zastoupenou kategorií s hodnotou průměru do 2,5 cm (791 ex.), do 20 cm (444 ex.) a do 6,5 cm (231 ex.). Nejméně frekventovanou skupinou byla průměrová kategorie do 50 cm (33 ex.).

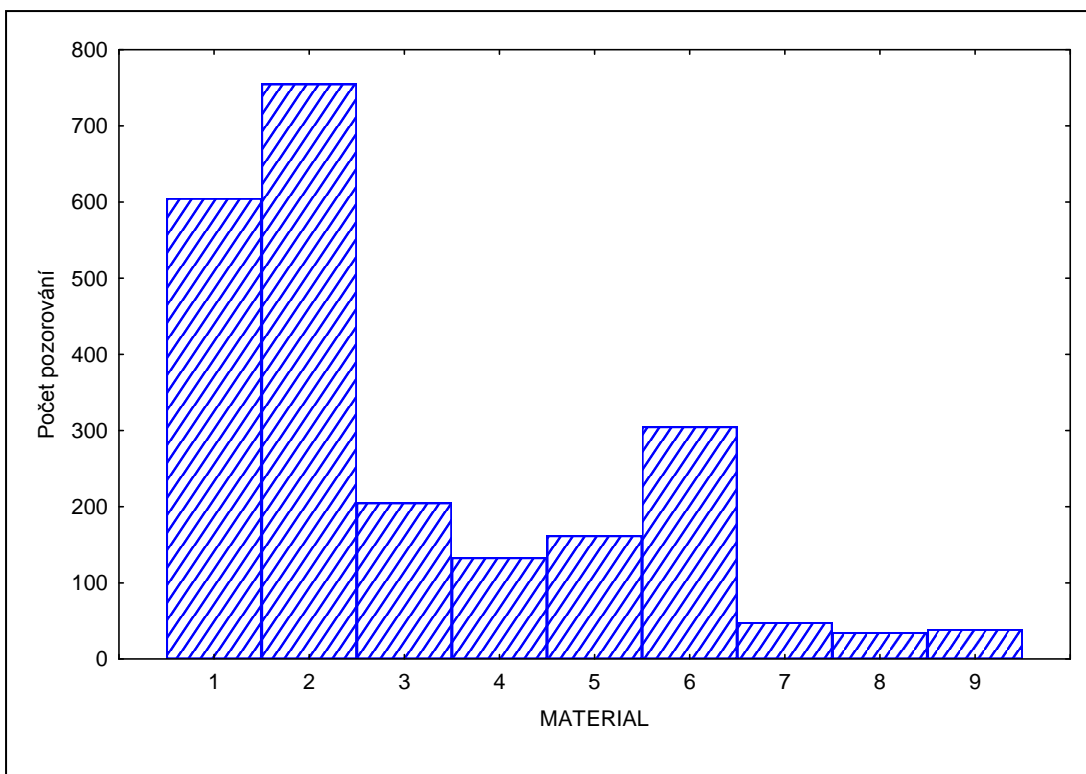


**GRAF č. 8** Počet pachových značek v jednotlivých měsících.

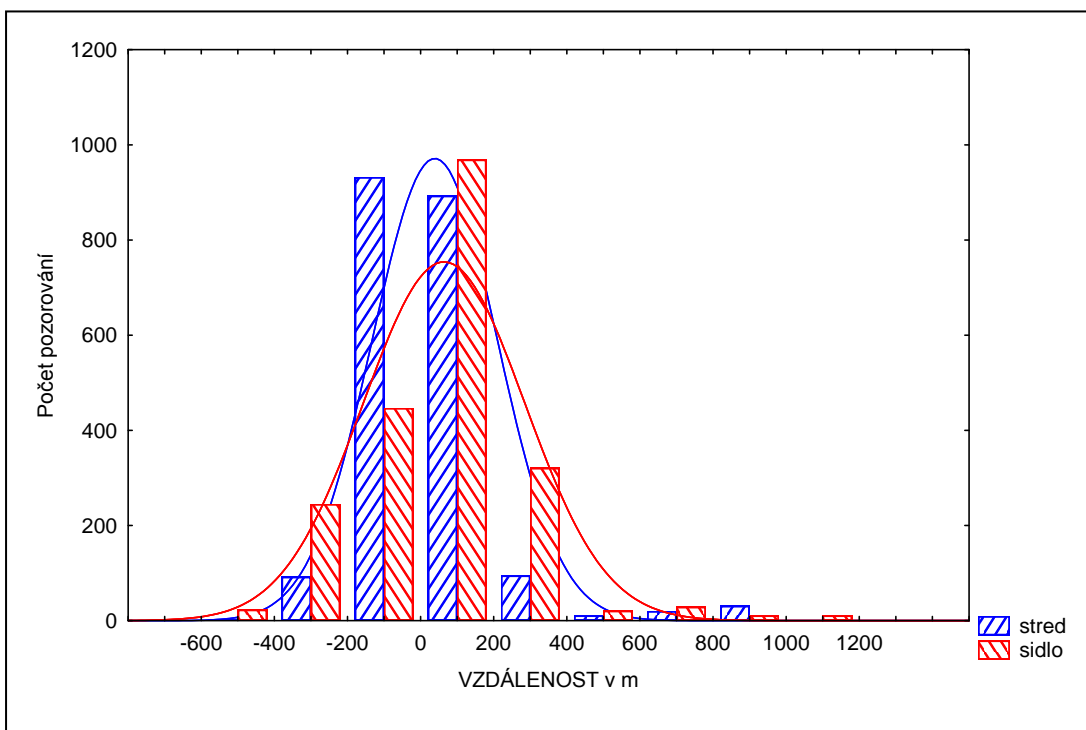


**GRAF č. 10** Průměrná délka pachové značky (DEL) byla 70,1 cm (SD 23,9 cm), s extrémní minima 15 cm a maxima 220 cm. Průměrná šířka pachové značky (SIR) byla 48,7 cm (SD 20,1 cm), s extrémní minima 10 cm a maxima 130 cm.





**GRAF č. 12** Zastoupení jednotlivých druhů materiálu. Mezi nejvíce frekventované materiály obsažené při tvorbě pachových značek patřily: bláto (755 pozorování, 33%), hlína (605 pozorování, 26%), listí a větvičky (305, 13%). Nejméně užívaným materiálem byly, shodně po 2%, kůra a větve (výskyt v 48 případech), řasy (39) a vodní makrofyty (35). Druhy materiálů jsou popsány v části Metodika.



**GRAF č. 13** Vzdálenost pachových značek se vzdáleností od sídla a od středu teritoria. Osa Y udává počet pozorování, osa X vzdálenost v metrech.