

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



Srovnání velikosti dospělců klikoroha borového

(*Hylobius abietis* /L./) podle pohlaví

Bakalářská práce

Autor: David Boháč

Vedoucí práce: prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ochrany lesa a entomologie

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

David Boháč

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

Srovnání velikosti dospělců klikoroha borového (*Hylobius abietis* /L./) podle pohlaví

Název anglicky

Srovnání velikosti dospělců klikoroha borového (*Hylobius abietis* /L./) podle pohlaví

Cíle práce

Zjistit odlišnost mezi pohlavími klikoroha borového (*Hylobius abietis* L.) porovnáním morfometrických parametrů dospělců

Metodika

Pomocí binokulární lupy bude zjištěna délka vybraných částí těla dospělců klikoroha borového (délka a šířka pronota, délka a šířka zadečku, nasazení rostra) a pomocí vnějších morfologických znaků bude určeno pohlaví jedince. Vliv pohlaví na délku příslušného znaku bude posuzován pomocí diskriminační analýzy. Změřen bude materiál z lapacích pastí umístěných v sezóně 2013 na LS Litvínov, který je deponován ve VULHM, v.v.i.

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

Curculionidae, morfologie, morfometrie, pohlavní dimorfismus, diskriminační analýza

Doporučené zdroje informací

- Helms K.R. 1994: Sexual size dimorphism and sex ratios in bees and wasps. *The American Naturalist* 143: 418-434.
- Janse van Rensburg L., Chimimba C.T., Bastos A.D., Chown S.L. 2003: Morphometric measurement selection: an invertebrate case study based on weevils from sub-Antarctic Marion Island. *Polar Biology* 27: 38-49.
- Modlinger, R., Knížek, M. 2009: Klikoroh borový *Hylobius abietis* (L.). *Lesnická práce* 88 (přílohy): I-IV.
- Novák V. 1965: Klikoroh borový. *Lesnické aktuality*. 1. vyd. vol 18, 90 s.
- Tambe T.J., Riolo P., Okolle J.N., Isidoro N., Fanciulli P.P., Dallai R. 2013: Sexual size differences and colour polymorphism of *Rhynchoporus phoenicis* in the Southwest region of Cameroon. *Bulletin of Insectology* 66: 153-159.
- Williams D.J.M., Langor D.W. 2002: Morphometric study of the *Pissodes strobi* complex (Coleoptera: Curculionidae). *The Canadian Entomologist* 134: 447-466.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 28. 3. 2014

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 1. 8. 2014

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 16. 04. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Srovnání velikosti dospělců klikoroha borového (*Hylobius abietis* /L./) podle pohlaví vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing Jaroslava Holuši, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 14. 4. 2015

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce prof. Ing. Jaroslavu Holušovi, Ph.D. za vedení práce. Dále velký dík patří Ing. Romanu Modlingerovi, Ph.D. za veškeré konzultace, pomoc při statistickém zpracování naměřených dat a vstřícnou podporu při kompletaci této práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá srovnáním velikosti samců a samic klikoroha borového (*Hylobius abietis* /L./) a hledá morfologické parametry, kterými by bylo možné pohlaví třídit. Materiál nasbíraný pomocí lapacích pastí na LS Litvínov v sezóně 2013 byl měřen použitím binokulární lupy s přesností na setiny milimetrů a dále statisticky zpracován. Pomocí diskriminační analýzy byly stanoveny 4 parametry, které se spolehlivostí 82,7% třídí pohlaví. Dosažené výsledky tedy dokazují, že některé parametry nabývají u rozlišných pohlaví různých hodnot. Pohlaví dospělců klikoroha borového je tedy možné od sebe odlišit nejen na základě vnějších morfologických znaků, ale i na základě jejich morfometrických proporcí.

Klíčová slova: Curculionidae, morfologie, morfometrie, pohlavní dimorfismus, diskriminační analýza

Abstract

This thesis present a comparisons of the size of males and females of the large pine weevil (*Hylobius abietis* /L./) and evaluation morphological parameters, which could separate the sexes. The material accumulated by using traps in FO Litvínov in season 2013 was measured using a binocular with a precision of hundredth of a milimeter and statistically processed. Using a discriminant analysis were determined four parametres which with 82,7% reliability classifies sexes. The achieved results demonstrate that some parameters have different value in varying sexes. The Sex of an adult large pine weevil is then possible to distinguish not only on the basis of external morphological features, but also based on their morphometric parameters.

Key words: Curculionidae, morphology, morphometrics, sexual dimorphism, discriminant analysis

Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1: Dospělec klikoroha borového (Claes Hellqvist, Swedish University of Agricultural Sciences, Bugwood.org).....	14
Obrázek 2: Habitat klikoroha borového (Roman Modlinger, VÚLHM Strnady) .	15
Obrázek 3: Larva klikoroha borového (Gyorgy Csoka, Hungary Forest Research Institute, Bugwood.org)	17
Obrázek 4: Škoda způsobená klikorohem borovým (François-Xavier Saintonge, Forest Health Department, Bugwood.org)	24
Obrázek 5: Lapací kůra (Ing. Roman Modlinger Ph.D., VÚLHM Strnady)	26
Obrázek 6: Měření parametry přední noze klikoroha borového	38
Obrázek 7: Měření parametry, dorsální pohled	38
Obrázek 8: Měření parametry, laterální pohled	39
Obrázek 9: Měření parametry, na rostru klikoroha borového, dorsální pohled....	39
Obrázek 10: Měření parametry na rostru klikoroha borového, laterální pohled ..	40
Obrázek 11: Krabicový graf délky předního stehna (FL) klikoroha borového podle pohlaví.....	44
Obrázek 12: Krabicový graf šířky stehna klikoroha borového podle pohlaví	46
Obrázek 13: Krabicový graf délky Scapu u klikoroha borového podle pohlaví ...	47
Obrázek 14: Krabicový graf šířky nosce u klikoroha borového podle pohlaví.....	49
Obrázek 15: Krabicový graf délky nosce mezi vkloubením tykadel a kusadly u klikoroha borového podle pohlaví.....	50
Obrázek 16: Krabicový graf délky nosce u klikoroha borového podle pohlaví....	52
Obrázek 17: Krabicový graf délky krovek u klikoroha borového podle pohlaví ..	53
Obrázek 18: Krabicový graf šířky krovek v zadní zaoblené části u klikoroha borového podle pohlaví.....	54
Obrázek 19: Krabicový graf délky středohruď u klikoroha borového podle pohlaví.....	56
Obrázek 20: Krabicový graf šířky středohruď u klikoroha borového podle pohlaví	57
Obrázek 21: Krabicový graf šířky na bázi krovek u klikoroha borového podle pohlaví.....	58
Obrázek 22: Krabicový graf hloubky hrudi u klikoroha borového podle pohlaví	60
Obrázek 23: Krabicový graf poměru délky a šířky nosce u klikoroha borového podle pohlaví	61
Obrázek 24: Krabicový graf proporce zakončení nosce u klikoroha borového podle pohlaví	63
Obrázek 25: Krabicový graf poměru délky nosce u klikoroha borového podle pohlaví.....	64
Obrázek 26: Graf regresního skóre	67
Tabulka 1: Přehled počtu měřených brouků podle lokalit	36

Tabulka 2: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr FL.....	45
Tabulka 3: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru FL	45
Tabulka 4: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr FW	46
Tabulka 5: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru FW	46
Tabulka 6: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr Scapus	48
Tabulka 7: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru Scapus	48
Tabulka 8: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr NP	49
Tabulka 9: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru NP	49
Tabulka 10: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr MA	50
Tabulka 11: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru MA	51
Tabulka 12: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr SL	52
Tabulka 13: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru SL	52
Tabulka 14: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr EL.....	53
Tabulka 15: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru EL	54
Tabulka 16: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr EA	55
Tabulka 17: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru EA	55
Tabulka 18: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr PL	56
Tabulka 19: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru PL	56
Tabulka 20: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr.....	57
Tabulka 21: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru PW	58
Tabulka 22: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr EB.....	59
Tabulka 23: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru EB	59

Tabulka 24: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr MD	60
Tabulka 25: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru MD	60
Tabulka 26: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr SN.....	61
Tabulka 27: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru SN	62
Tabulka 28: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr SA.....	63
Tabulka 29: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru SA	63
Tabulka 30: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr SS	65
Tabulka 31: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru SS	65
Tabulka 32: Vliv proměnných na predikční model	66
Tabulka 33: Regresní koeficienty predikčního modelu	66
Tabulka 34: Úspěšnost klasifikace	68

1	Úvod	12
2	Cíle práce	13
3	Literární rešerše.....	14
3.1	Výskyt a lesnický význam	14
3.2	Stavba těla a vývojová stadia	16
3.3	Příbuzné druhy	17
3.4	Potravní preference a žír.....	18
3.5	Kladení, vývoj, život	20
3.6	Přirození nepřátelé	22
3.7	Kontrola a obrana	23
3.8	Pohlavní dimorfismus	31
4	Metodika	35
4.1	Materiál.....	35
4.2	Výběr parametrů	36
4.2.1	<i>Měřené parametry</i>	37
4.3	Použité statistické metody	40
4.3.1	<i>Testy rozdílnosti středních hodnot dvou skupin</i>	40
4.3.2	<i>Diskriminační analýza</i>	41
5	Výsledky	44
5.1	Výsledky porovnání měřených parametrů mezi pohlavími.....	44
5.1.1	<i>FL</i>	44
5.1.2	<i>FW</i>	45
5.1.3	<i>Scapus</i>	47
5.1.4	<i>NP</i>	48
5.1.5	<i>MA</i>	50
5.1.6	<i>SL</i>	51
5.1.7	<i>EL</i>	53
5.1.8	<i>EA</i>	54
5.1.9	<i>PL</i>	55
5.1.10	<i>PW</i>	57
5.1.11	<i>EB</i>	58
5.1.12	<i>MD</i>	59
5.1.13	<i>SN</i>	61

5.1.14	SA	62
5.1.15	SS.....	64
5.2	Výsledky diskriminační analýzy.....	65
6	Diskuze	69
7	Závěr	72
8	Použitá literatura:.....	73
9	Přílohy	78

1 Úvod

Klikoroh borový *Hylobius abietis* L. je obávaným škůdcem jehličnatých porostů a v celém areálu svého výskytu působí významné škody (NOVÁK 1965). Největší rozsah škod byl zaznamenán v 80 letech, kdy bylo ročně v rámci republiky evidováno poškození na cca 30 tis. ha. V posledním desetiletí je rozsah škodlivého výskytu nižší a pohybuje se kolem 1.5 – 3 tis ha (MODLINGER & KNÍŽEK 2009). Příčiny poklesu poškozené plochy nejsou zcela zřejmé, ale jedním z důvodů, může být i zákonné snížení velikosti obnovované plochy lesa pod 1ha. Škody klikorohem borovým jsou nejcitelnější právě na rozsáhlých pasekách, kde má k dispozici dostatek čerstvých pařezů pro vývoj a zlepšené teplotní podmínky.

Avšak v posledním období jsme svědky změn klimatických podmínek, které se projevují kromě nižšího přísunu srážek, jak ve vegetačním období, tak během zimy, nebo růstem průměrných ročních teplot, i zvýšenou četností extrémních jevů, jako jsou silné větry. Po silných větrných disturbancích dochází k vzniku rozsáhlých holin, které jsou pak rovněž vhodné k vývoji klikorooha borového.

Jedním ze způsobů jak čelit zvýšenému tlaku lesních škůdců je inovace obranných metod. Nové způsoby ochrany jsou založeny na hlubších znalostech způsobu života tohoto brouka, zejména na znalosti jeho vývojového cyklu. Celkové řešení složitého problému délky vývoje si žádá porozumění řadě dílčích problémů. Jedním z doposud neuspokojivě objasněných záležitostí je i stanovení odlišnosti pohlaví klikorooha borového podle morfometrických znaků.

2 Cíle práce

Tato práce se zabývá srovnáním velikostí dospělců klikoroha borového (*Hylobius abietis* L.) podle pohlaví a zkoumáním jejich pohlavního dimorfismu na základě morfometrických znaků. Dále se zabývá určením parametrů, podle nichž by bylo možné odlišovat pohlaví dospělců jiným způsobem než na základě vnějších morfologických znaků a to použitím diskriminační analýzy.

3 Literární rešerše

3.1 Výskyt a lesnický význam

Klikoroh borový – *Hylobius abietis* (Linnaeus 1758) (Obr. 1) patří do řádu brouků (Coleoptera), čeledi nosatcovitých (Curculionidae). Je nejběžnějším zástupcem tohoto rodu u nás. *H. abietis* je rozšířen po celé Evropě a přes Sibiř zasahuje až do Japonska (MODLINGER & KNÍŽEK 2009). Blízce příbuzné druhy rodu *Hylobius* spp. se vyskytují a škodlivě působí také v severní Americe (MRÁČEK & ŠRŮTKA 1984). Z hlediska jeho vertikálního rozšíření je ověřen výskyt imag od nížin až po značné nadmořské výšky (NOVÁK 1965).



Obrázek 1: Dospělec klikoroha borového (Claes Hellqvist, Swedish University of Agricultural Sciences, Bugwood.org)

Množství škod způsobené *H. abietis* v průběhu posledních padesáti let výrazně kolísalo a s tím se měnil i jeho lesnický význam. Stále ale platí, že klikoroh borový je nejvýznamnějším primárním hmyzím škůdcem čerstvých výsadeb jehličnanů (MODLINGER & KNÍŽEK 2009). Podle NOVÁKA (1965) se procento poškození výsadeb u nás pohybovalo mezi 1 a 10 %, ale lokálně může vystoupat až na 50 %. Hlavní příčinou je podle NOVÁKA (1965) holosečný způsob hospodaření, který vytváří optimální podmínky pro vývoj brouka (ilustrativní fotografie habitatu na Obr. 2) borového na, a také zanedbání kontrolních a ochranných opatření. Vedle přímých ekonomických důsledků činnosti dospělců *H. abietis* tj. zvýšením zalesňovacích nákladů vylepšováním odumřelých sazenic a nákladům spojeným se sběrem brouků, lze za další škodlivé důsledky žíru považovat i odčerpání pracovních sil v době pracovních špiček a škody vzniklé ztrátou na přírůstu (NOVÁK 1965). MRÁČEK & ŠRŮTKA (1984) zase konstatují výrazný nárůst nutnosti preventivního ošetření sazenic v ČSR z 12 000 ha v 60. letech na 40 000 ha v 80. letech. V současné době se však situace výrazně zlepšila. Již od poloviny devadesátých let minulého století se rozsah škodlivého výskytu udržuje na relativně nízké úrovni – od 1,5 do 3 tis. ha v rámci celé republiky. K přemnožení a tím i k následnému poškození výsadeb dochází především při holosečném způsobu hospodaření, kdy jsou na jednom místě zaručeny vhodné podmínky jak pro vývoj nové generace, tak pro žír dospělců na sazenicích (MODLINGER & KNÍŽEK 2009).



Obrázek 2: Habitat klikoroha borového (Roman Modlinger, VÚLHM Strnady)

3.2 Stavba těla a vývojová stadia

Velikost dospělé klikorohe borového je značně proměnlivá, pohybuje se mezi 6 a 15 mm. Velikost kolísá více u samic než u samečků. Tělo je klenuté, oválné, tmavohnědé až černé barvy a celkově výrazně chitizované. Čerstvě vylíhnutí brouci mají světlejší barvu než starší jedinci. Hlava je lehce protažená a přechází v dlouhý nosec, který je prohnutý a směřující dolů. Na jeho konci je ústní ústrojí, také jsou zde vkloubena tykadla. Nosec se uprostřed lehce zužuje. Na štítu jsou dobře viditelné zlatožluté shluky chloupků tvořící příčné proužky. Pohlavní dimorfismus není příliš patrný. Samci a samice se odlišují podle výstupku prvního zadečkového článku, kdy samice mají dílek vystouplý do tvaru šipky, samci naopak částečně vtačený (MODLINGER & KNÍŽEK 2009). Četnost pohlaví odpovídá zhruba poměru 60:40 ve prospěch samic (KOMÁREK 1924).

Klikoroh tak jako všichni zástupci řádu brouků, patří mezi hmyz s proměnou dokonalou a preimaginální vývoj probíhá přes stadium vajíčka, larvy a kukly (HŮRKA, & ČEPICKÁ 1978). Velikost vajíčka se v průběhu embryogeneze mění od cca 1mm až po cca 1,7 mm. Mění se i jeho barva, kdy je ze začátku nažloutle bílé, později začne tmavnout a zprůhlední. Larva (Obr. 3) je beznohá, slabě obloukovitě zahnutá se silně zpevněnou hlavou. Počet larválních instarů je roven pěti a velikost larev se během vývoje pohybuje mezi 2–23 mm. Kukla je volná, má bílou barvu a jsou na ní viditelné všechny vnější znaky budoucího dospělého. Na zadečku má dva krátké trny (MODLINGER & KNÍŽEK 2009).



Obrázek 3: Larva klikorooha borového (Gyorgy Csoka, Hungary Forest Research Institute, Bugwood.org)

3.3 Příbuzné druhy

H. abietis–klikoroh borový má u nás 3 příbuzné druhy a to *Hylobius pinastri* (Gyllenhal 1813) – klikoroh menší, *Hylobius piceus* (Degeer 1775) – klikoroh modřínový a *Hylobius transversovittatus* (Goeze 1771) – klikoroh kyprejový.

Podle NOVÁKA (1965) je nejběžnějším příbuzným druhem *H. pinastri*, který je co do hojnosti na druhém místě za *H. abietis*. Způsob, kterým oba tyto brouci škodí lesním kulturám, je v podstatě stejný. V populaci k. borového byl NOVÁKEM (1965) zjištěn výskyt cca 5 % k. menšího. V současné době se výskyt *H. pinastri* bere spíše jako raritní (pers. comm. RNDr. Jiří Skuhrovec, Ph.D.). Podle ESCHERICHY (1923) má klikoroh borový zúžený štít vpředu s podélnými tečkami, které jsou na štítu umístěny rovnoměrně po celé jeho délce, kdežto klikoroh menší má štít hustě tečkovaný a tečky směrem ke konci štítu jsou méně výrazné nebo až mizivé. NOVÁK (1965) zpochybňuje možnost rozlišení klikorooha borového a menšího podle velikosti imaga, neboť *H. pinastri* dosahuje velikostí 6–10 mm a *H. abietis* 6–15 mm, rozlišení je tedy možné pouze při horní

hranici velikostního rozpětí. Jediný spolehlivý rozlišovací znak je podle SCHWENKEHO (1956) tvar prohlubně na spodní části zadohrudí, kdy k. borový má tuto prohlubeň úzkou, dlouhou a hlubokou, kdežto k. menší ji má krátkou, širokou a plochou. Tyto poznatky byly ověřeny pomocí vyšetření rozmnožovacích orgánů. *H. pinastri* dále potravně preferuje borovici a preferuje teplejší lokality (MODLINGER & KNÍŽEK 2009).

Nejodlišnějším příbuzným je klikoroh modřínový – *H. piceus*, který je výrazně větší a má nerovný, hrubě skulpturovaný štít s prohloubeninami. Vyskytuje se hlavně ve vyšších polohách na smrku nebo modřínu (MODLINGER & KNÍŽEK 2009).

Třetím příbuzným druhem je *H. transversovittatus*, který je nejvíce podobný k. menšímu, ale liší se hladkými stranami zadohrudí a vývojem v kořenech kypřeje vrbice (*Lythrum salicaria* L.) nebo vrbách (*Salix* spp.) a topolech (*Populus* spp.) (NOVÁK 1965).

3.4 Potravní preference a žír

Klikoroh borový je známý jako hlavní hmyzí škůdce mladých jehličnatých porostů. Neznamená to ale, že se zaměřuje výhradně na čerstvé kultury, i když právě žír na sazenicích má hospodářsky největší význam (NOVÁK 1965). Více autorů se shoduje, že klikoroh borový napadá jak výsadby, tak dospělé stromy (Mráček 1989; Modlinger & Knížek 2009). Například KOMÁREK (1924) potvrzuje již starší pozorování, že běžným úkrytem dospělců v letních měsících jsou právě koruny starých stromů, kde brouci uskutečňují svůj úživný žír. Výskyt na mladých kulturách dává za následek umělým sadbám po těžbě. Shrnující je charakteristika MRÁČKA & ŠRŮTKY (1984), kteří konstatují, že dospělí brouci uskutečňují žír na jehličnanech různého stáří, hlavně na tenčích větvičkách starých 1 až 3 roky, což zahrnuje i kořenový krček sazenic.

Jako nejatraktivnější dřevina pro žír *H. abietis* se prokázaly dřeviny rodu *Pinus*. Dále následují dřeviny rodu *pine*a a podle některých studií i dřeviny rodu *Betula* břízy. Další v žebříčku atraktivity následuje *Pseudotsuga menziesii* a rod *Larix*. Nejméně přitažlivý byl zjištěn rod *abies*. Zajímavostí jsou poškození jedinců druhů *Salix*, *Corylus*, *Fagus* a *Quercus*. K poškození těchto listnáčů však vždy dochází při zalesňování pasek po vytěžení smrku nebo borovice. Zjištěné poškození však nevykazuje charakter potravy, protože brouk přerušuje žír při kontaktu s lýkem. To naznačuje přítomnost požerových deterrentů, které by mohly být v budoucnu využity pro boj s tímto škůdcem (MODLINGER & LIŠKA 2012). HESSE et al. (1955) ex NOVÁK (1965) uvádějí, že podstatou chemických látek přitažlivých pro klikoroha borového jsou metylestery kyseliny leové, linoleové a linolenové. Klikoroh borový přijímá potravu ve stadiu larvy a ve stadiu dospělce. Vývoj larev probíhá v drtivé většině případů na kořenech čerstvých borových a smrkových pařezů. Vývoj zpravidla začíná na tenčím konci kořene (4–5 mm) a larva dále postupuje do silnější části kořene zanechávajíc za sebou napěchovanou drť (NOVÁK 1965). Larvy za sebou vytváří dlouhou, nepravidelnou, postupně se rozšiřující chodbu, která se zvětšuje v důsledku růstu velikosti těla larvy resp. její hlavové kapsule (MODLINGER & KNÍZEK 2009).

Škody způsobené dospělci *H. abietis* se v průběhu roku vyskytují ve třech časových periodách, které se liší místem a účelem. Nejvíce škod je způsobeno během tzv. letního žíru v květnu až červenci, k němuž dochází během kopulace a kladení vajíček. Probíhá na místech vhodných pro vývoj larev tedy na čerstvých pasekách ze zimní nebo podzimní těžby. Hlavním účelem tohoto žíru je doplnění energie během kladení. Letnímu žíru předchází jarní žír, který je realizován na všech místech, kde brouci přezimovali. Účel jarního žíru se mění v závislosti na stáří brouků. Může se jednat buď o žír brouků, kteří přezimovali a loni se už účastnili páření (Podíl starých brouků v populaci předpokládá EIDMANN (1974) pod 10%) nebo žír mladých brouků, kteří přezimovali mimo pařezy. V obou případech se jedná o žír regenerační. Dále tento žír slouží k dokončení vývoje létacích svalů. Poslední časovou periodou je pozdně letní žír (konec srpna a září). Účastní se ho vždy čerstvě vylíhlí, mladí brouci. Odehrává se na pasekách různého stáří. V případě krátkého vývoje jsou to paseky s čerstvými letošními

pařezy, u dvoleté generace jsou to pařezy starší loňské. (MODLINGER & KNÍŽEK 2009).

3.5 Kladení, vývoj, život

Klikoroh borový opouští zimoviště v době, kdy teplota dosáhne 8–9 °C (MODLINGER & KNÍŽEK 2009). Výskyt brouků je tedy v souvislosti s prohříváním půdy postupný a zároveň na různých lokalitách odlišný v závislosti na geografické poloze (NOVÁK 1965). Klikoroh se pohybuje buď lezením, nebo letem. Po zemi migruje klikoroh v případech, kdy je vhodná lokalita ke kladení v těsné blízkosti zimoviště. K tomuto dochází při holosečném hospodaření, zejména při přiřazování sečí, které je v současnosti omezeno lesním zákonem 289/1995 Sb. Klikorohu vytváří ideální podmínky rovněž souvislé nahodilé těžby, např. po velkých větrných disturbancích (MODLINGER & KNÍŽEK 2009).

Pokud se v těsné blízkosti zimoviště nevyskytuje příhodná plocha ke kladení, využívá klikoroh k relokaci let. Podle MRÁČKA & ŠRŮTKY (1984) jsou pro k. borového vhodnými letovými podmínkami teploty vyšší než 18–19 °C, při čemž optimální teplota je 21–22 °C. Rychlost větru musí být menší než 3–4 m/s. Brouci jsou takto schopni uletět i poměrně dlouhé vzdálenosti. Podle MRÁČKA & ŠRŮTKY (1984) to mohou být vzdálenosti i větší než 10 km. MODLINGER A KNÍŽEK (2009) uvádějí průměrnou vzdálenost 1,5 km. Letová aktivita probíhá poměrně krátce a to zhruba 10 dnů. Vhodnou lokalitu pak brouci poznají pomocí čichových sensorů umístěných na tykadlech. Jsou to lokality splňující jak požadavky na vhodná místa pro kladení, tak s dostatkem preferovaných dřevin pro úživný žír. Po nalezení vhodného místa na kladení létací svaly zakrní (MODLINGER & KNÍŽEK 2009).

Na vhodné lokalitě klade *H. abietis* svá vajíčka zejména do kořenů pařezů hlavně borovice a smrku, méně často ke kořenům odumírajících jehličnanů, dále také do vývrátů, nebo pokácených stromů v místě kontaktu s půdou. Samice

kladou vajíčka buď přímo do kůry, nebo do půdy v těsné blízkosti kořenu. V druhém případě se larva do kůry přemístí v prvním instaru. Vhodné kořeny rozpoznává brouk podle chemických látek, které uvolňují (MODLINGER & KNÍŽEK 2009). Klikoroh se začne ke kořenu prohrabávat v okamžiku, kdy ho zachytí smyslovými orgány, což může být i 3 m daleko od pařezu (MRÁČEK & ŠRŮTKA 1984).

Samice nakladou vajíčko i do velmi tenkého kořenu. Brouci vylíhlí z takto potravně strádajících larev mohou dorůstat menších rozměrů (MRÁČEK & ŠRŮTKA 1984).

Počty nakladených vajíček na jeden pařez se u různých autorů liší. NOVÁK (1965) stanovil průměrný počet na 110 ks na pařez, ale podle některých švédských studií může být na jednom pařezu až 300 ks (MRÁČEK & ŠRŮTKA 1984). Ještě více se liší názory autorů na průměrný počet vajíček na jednu samici. CHARITONOVÁ (1958) například uvádí, že jedna samice naklade 26–48 vajíček, KOMÁREK (1924) stanovuje počet vajíček na 80–100, V laboratorních podmínkách byl průměrný počet vajíček 118 kusů na samičku (NOVÁK 1965). Rozborem dostupných literárních pramenů stanovili MODLINGER & KNÍŽEK (2009) průměrný počet vajíček na jednu samičku cca 70 kusů.

Za určitých podmínek může probíhat vývoj larev i v hromadách klestu a kůry. MRÁČEK & ŠRŮTKA (1984) zaznamenali enormní množství larev, až 2 500 na m³ ve skládkách borové a smrkové kůry.

Larvy se z vajíček líhnou po zhruba 2–3 týdnech. Po vylíhnutí začínají vyžírat lýko a postupně prochází pěti vývojovými stupni. Na konci larválního vývoje se zakuklí ve dřevě do tzv. kukelné komůrky, kterou za sebou uzavřou třískovou zátkou. Vývoj larev významným způsobem ovlivňuje teplota. V extrémně vhodných podmínkách se může brouk vylíhnout za 3–4 měsíce, tedy ještě na konci léta tentýž rok, kdy byly jedinci nakladeni jako vajíčka. Většinou ale larvy přezimují a kuklí se až na začátku jara. V našich podmínkách je tedy doba vývoje larev průměrně 13–14 měsíců (NOVÁK 1965). MRÁČEK & ŠRŮTKA (1984) uvádějí, že celkový vývoj může trvat až 3 roky.

Klikoroh borový se u nás vyskytuje buď v jednoleté generaci v teplejších oblastech, nebo mnohem častěji v generaci dvouleté. MODLINGER & KNÍŽEK (2009) definují dobu generační jako dobu od vajíčka po vajíčko, tedy dobu, kdy nově vylíhnutá generace naklade svá vlastní vajíčka. Upozorňují dále na časté zaměňování s dobou vývojovou, která se počítá od vajíčka po dospělé. Zároveň se dá chápat dvěma způsoby a to buď *sensu stricto* – od kladení vajíček po vylíhnutí dospělců nebo *sensu lato* – od kladení vajíček po opuštění kukelní komůrky dospělci. Toto upřesnění je v životě klikoroha borového důležité kvůli situaci, kdy se část populace přemění v brouka už na podzim, ale k opuštění komůrky dojde až na jaře. Tato situace je charakteristická pro u nás řídké zastoupenou jednoletou generaci. Mnohem častější je u nás případ, kdy přezimují larvy, vývoj je tedy ukončen až příští léto a pohlavně nevyspělé samičky kladou až na jaře dalšího roku (NOVÁK 1965). Dospělí brouci většinou žijí jen jedno vegetační období, ale existují případy, kdy dospělec přezimuje podruhé, maximálně bylo zjištěno přežití po 4 roky (MODLINGER & KNÍŽEK 2009).

Série NOVÁKOVÝCH (1965) pokusů ukázaly, že samičky kladou svá vajíčka poměrně rovnoměrně v období od května do září, což v kombinaci s prolínáním jednoletých a dvouletých generací způsobuje časovou nevyhraněnost doby rojení (MRÁČEK & ŠRŮTKA 1984). Tyto fakta mají zásadní důležitost pro plánování obranných opatření.

3.6 Přirození nepřátelé

Ve srovnání s ostatními dřevokaznými hmyzími škůdci má *H. abietis* poměrně málo přirozených nepřátel, což je podle MODLINGERA & KNÍŽKA (2009) způsobeno tím, že larvy žijí celý život pod zemí. Na druhou stranu NOVÁK (1965) ve svých šetřeních zjistil, že pouze asi jedna pětina populace byla zcela bez parazitů.

Parazitě často napadají larvy klikoroha borového v jejich chodbičkách v kořenech. Nejdůležitějším z nich je lumčík *Bracon hylobii* Ratzeburg 1848 (Hym: Braconidae). Běžně klade 4–12 vajíček na jednu larvu klikoroha borového a úroveň parazitace může dosahovat 30–40%. Vyskytuje se na larvách až do hloubky 15 cm (MODLINGER & KNÍŽEK 2009). MRÁČEK & ŠRŮTKA (1984) zmiňují finské pokusy s parazitickým háďátkem *Neoplectana carpocapsae*, kde při aplikaci na napadené pařezy došlo k redukci larev až o 60%. Nejnovější pokusy se zabývají měchovci rodu *Heterorhabditis* a hlavně háďátky rodu *Steinernema*, které jsou schopné napadat larvy ukryté hluboko v kořenech (MODLINGER & KNÍŽEK 2009). NOVÁK (1965) dále zmiňuje vosičku *Paravespula vulgaris* Scop., která rovněž útočí na larvy k. borového.

Další skupinou jsou živočišné druhy napadající dospělce *H. abietis*. Velice běžným endoparazitem klikoroha borového je lumčík *Perilitus areolaris* Gerdin et Hedqvist 1984 (Hym: Braconidae), který přezimuje jako larva v tělech dospělců. Z každého napadeného klikoroha borového se vylíhne 1–9 jedinců, úroveň zamoření populace je 4–15% (MODLINGER & KNÍŽEK 2009). Z dalších druhů dravých brouků klikoroha borového predují například larvy střevlíkovitých *Carabidae*, drátovci *Elataridae* a také některé druhy mravenců.

Z patogeních organismů určitě stojí za zmínku houba *Beauveria bassiana* (balsamo.-Criv) Vuillemin 1912, která napadá hlavně oslabené jedince (NOVÁK 1965).

Klikoroh borový je i běžnou potravou různých ptáků například datlů, špačků, vran, koroptví apod. (NOVÁK 1965).

3.7 Kontrola a obrana

Podle vyhlášky 101/1996 Sb., ve znění vyhlášky č. 236/2000 Sb., řadíme klikoroha borového mezi kalamitní škůdce a je proto nutné jeho stav kontrolovat

a případně přistupovat k ochranným a obranným opatřením. Ve zmíněné vyhlášce jsou pro něj stanoveny tři stupně ohrožení – základní stav, zvýšený stav a kalamitní stav. Prvně jmenovaný je stav, kdy populace škůdce nepůsobí škody. Jednotlivě slabě poškozené sazenice se vyskytují do maximální výše 30 % z celkového množství. Zvýšený stav znamená, že slabě poškozené sazenice se vyskytují ve vyšším množství než 30 % a zároveň se objevují silně poškozené sazenice, které však nepřekračují 20 % ze všech sazenic. Za kalamitního stavu způsobuje škůdce silné poškození ve více než 20 % případů. Poškození se definuje jako slabé, kdy ožrané plošky zasahují nejvýše jednu čtvrtinu obvodu kmínku, sazenice není výrazně oslabena ani ohrožena, a na silné, kdy ožrané plošky zasahují více než jednu čtvrtinu obvodu kmínku. Na obrázku 4 je zachycena, jak vypadá poškození klikorohem borovým.



Obrázek 4: Škoda způsobená klikorohem borovým (François-Xavier Saintonge, Forest Health Department, Bugwood.org)

Dříve se jako kontrolní metody používaly například lapací příkûpky, lapací kûry (Obr. 5), lapací polena, lapací pařezy, lapací třísky nebo otýpky, lapací nádoby atd. Dávno už se od většiny z nich upustilo a zchovala se jen metoda lapacích kûr a v krajních případech lapacích polen a to hlavně kvůli jejich nejvyšší účelnosti a ekonomické efektivnosti (NOVÁK 1965). Kontrola hustoty populace klikorooha borového a její znalost, co možná nejvíce podobná

skutečnosti, je esenciální pro stanovení obranných opatření proti tomuto škůdci (MRÁČEK & ŠRŮTKA 1984). Existuje několik druhů kontrol vedoucích ke stanovení prognózy vývoje poškození způsobené k. borovým. Jedná se o kontrolu podle poškození sazenic přímo ve výsadbě, kontrolu stavu populace pomocí některé kontrolní metody (převážně lapací kůry), kontrola stavu preimaginálního vývoje brouka – analýza kořenů (MRÁČEK 1989). V těchto prognózách je mimo samotného počtu brouků a úrovně poškození nutné brát v úvahu vliv doby vytěžení porostu a následné zalesnění vzhledem k vývojovému cyklu brouka, dále předpověď líhnutí na základě stadia vývoje klikoroha borového v kořenech pařezů. Důležitým poznatkem je, že starší než jednoleté pařezy už pro *H. abietis* nejsou nadále atraktivní a neumožňují jejich vývoj (MRÁČEK 1989). MRÁČEK & ŠRŮTKA (1984) ex. SZMIDT & KORCZYNSKI (1982) vyvrací souvislost mezi velikostí populace a množstvím škod. Studie vychází z intenzity žravosti, kde při pokusu napáchala populace 40 000 klikorohů borových na hektar větší škody než 190 000 brouků na hektar. Tím zpochybňuje kontrolní metody, které jsou založeny hlavně na zjišťování počtu jedinců v porostu a navrhuje na základě rozmístění borových větiček určit tzv. stupeň žravosti a z něj předpovídat škody.



Obrázek 5: Lapačí kůra (Ing. Roman Modlinger Ph.D., VÚLHM Strnady)

Dnes je podle výše zmíněné vyhlášky ministerstva povinné provádět pravidelné kontroly výskytu *H. abietis* ve všech jehličnatých porostech a to po dobu 2 let od jejich založení. Kontrola se provádí ve 14denním intervalu, kdy je nutné prohlédnout alespoň 50 sazenic na 1 hektar. Stupeň poškození se hodnotí podle úrovně žíru na kmíncích mladých sazenic. Podle počtu silně poškozených sazenic se stanoví způsob další kontroly a případné obranné zásahy. Při základním stavu poškození se nadále pokračuje ve 14denních kontrolách.

Při zvýšeném poškození se stanoví kontrolní místa trvalého charakteru (5 na hektar), kde na každém kontrolním místě vyznačíme 10 sazenic. Na plochách menší než jeden hektar by nemělo být méně kontrolních míst než 3. Označené sazenice se pak kontrolují každý týden. Pokud počet silně poškozených sazenic přesáhne u smrku 5 % a u borovice 10 %, dojde ke kurativnímu chemickému opatření (Vyhláška MZe č. 101/1996 Sb.).

Jako alternativu kontroly krčků sazenic lze použít metodu lapacích kůr, kterých rovnoměrně rozmístíme 30 na hektar. Lapací kůra se vyrábí z plátů 30x30 cm, které se přehnou a dovnitř se vloží 5 kusů borových větviček 1–3 cm tlustých, zbavených jehličí a ošetřených insekticidem v souladu se Seznamem registrovaných přípravků na ochranu lesa pro aktuální rok. Pokud počet chycených dospělců přesáhne průměrně 35 brouků za týden, přistoupíme k chemickému obrannému zákroku. Stav návnady je nutné kontrolovat a v případě, že je příliš ožraná, vyschlá nebo plesnivá je potřeba ji vyměnit. K výměně dochází průměrně po 2 až 3 týdnech (MODLINGER & KNÍŽEK 2009).

Klasickou metodou kontroly, ale i ochrany lesních porostů proti klikorohu borovému, byla metoda ručních sběrů. NOVÁK (1965) tuto metodu podrobil důkladné analýze a zjistil, že tato metoda je velmi neúčinná a ekonomicky neefektivní. Její neúčinnost tkví hlavně v praxi opožděném zahájení a předčasném ukončení tohoto opatření. Konstatuje ale, že kdyby byla metoda ručních sběrů prováděna správně, byla by neúnosně drahá a zároveň by měla nejistý výsledný ochranný efekt. Po vzoru zahraničních výzkumníků dále zkoumá a testuje chemické způsoby boje proti klikorohu borovému, které v určité formě přetrvali dodnes jako dominantní metoda ochrany před klikorohem borovým. Do nedávna se také jako obranný prostředek používali lapací kůry nebo lapací polena. Od jejich užívání se však upustilo, protože by jich na jeden hektar bylo potřeba více než 100 a i tak existují pochybnosti o vlivu této metody na populaci škůdce (MODLINGER & KNÍŽEK 2009). V boji proti *H. abietis* jde tedy především o ochranu a přežití sazenic, protože účinné snižování populace tohoto škůdce je stále neúspěšné (MRÁČEK 1989).

V současnosti je hlavním obraným opatřením chemická ochrana. Ta se podle více autorů (MRÁČEK & ŠRŮTKA 1984; MRÁČEK 1989; MODLINGER & KNÍŽEK 2009; MODLINGER 2012) dělí na ochranu před výsadbou a ochranu po výsadbě.

Ochranou před výsadbou se rozumí celozáhonový postřik sazenic před vyzvednutím nebo máčení vyzvednutých sazenic do insekticidní jíchy (MRÁČEK 1989). Celozáhonový postřik se provádí převážně v lesních školkách pomocí řádkového postřikovače neseného traktorem. Aby byl tento zásah efektivní, musí být insekticidní jíchou zasažen kořenový krček sazenice, kde dochází k nejčastějšímu poškození. Je tedy potřeba velké množství insekticidů, které následně nadměrně uniká do půdy, a proto se tento způsob většinou nedoporučuje provádět přímo v lesních porostech (MODLINGER & KNÍŽEK 2009).

Nejefektivnějším způsobem chemické ochrany před výsadbou (v lesní školce nebo těsně před vysazením) je máčení sazenic do roztoku insekticidní jíchy. U této metody je důležité dbát na to, aby se jícha nedostala do kontaktu s kořenovým systémem, protože by mohlo dojít k odumření sazenic. Zároveň je důležité, aby byly sazenice ponořeny až po kořenový krček. Insekticidy používané na ochranu před výsadbou jsou účinné po dobu zhruba 10 týdnů. Ošetření sazenic je tedy efektivní, pokud doba mezi výsadbou a výskytem klikoroha borového je kratší než doba účinnosti přípravku (MODLINGER 2012). Podle MRÁČKA (1989) je vhodné sazenice ošetřovat jen za podmínek umožňující rychlé zaschnutí insekticidní jíchy.

Ochrana po výsadbě se provádí individuálně, nikoliv plošně. Sazenice bývají většinou už narašené, což by mohlo vést ke spálení terminálního pupenu a tím ke škodám (MRÁČEK 1989). Podle MODLINGERA (2012) splňuje tento kurativní postřik nejlépe požadavek přiblížení aplikace přípravku k výskytu škůdce. Používá se buď po vyprchání ochrany před výsadbou (je-li potřeba), po nalezení zvýšené úrovně škod během pravidelných kontrol nebo po zjištění zvýšeného počtu dospělců v lapacích kůrách nebo během pravidelných kontrol (MODLINGER 2012). Látky používané pro kurativní zásah jsou charakterizovány

jako požerové insekticidy, účinkují tedy až po konzumaci jistého množství přípravku. Vzhledem k tomu, že atraktanty ve dřevě mají na klikoroza borového větší účinek než repelenty v insekticidu (Modlinger pers. com.), dochází k poškozování sazenic ještě určitou dobu po zásahu. Účinnost zásahu pozorujeme ve 14denních intervalech (stejně jako běžná kontrola). Podle MRÁČKA (1989) je nejvhodnější postříkovat sazenici tlakovým postřikovačem zesponu od kořenového krčku tak, aby nebyl zasažen terminální výhon. Zároveň dochází k vyšší účinnosti tím, že účinná látka stéká po kmínku ke kořenovému krčku, kde se klikorozi nejčastěji vyskytují. Kurativní postřik v podstatně nižší koncentraci se dále používá ke zničení škůdce v případě, kdy už nehrozí další napadení (MRÁČEK 1989). MRÁČEK (1989) dále uvádí, že při použití individuálního postřiku je spotřeba insekticidu poměrně malá, což z této metody dělá velice přijatelnou z hlediska ochrany životního prostředí.

Dříve byla hlavní účinnou látkou drtivé většiny insekticidních přípravků DDT (dichlordifenyltrichlorethan), díky které bylo dosahováno velice uspokojivých výsledků oproti starším klasickým nechemickým metodám (NOVÁK 1965). DDT byla ale záhy zakázána a muselo tedy v sedmdesátých letech minulého století dojít k výzkumu nových účinných látek. Po vyzkoušení mnoha různých insekticidních sloučenin nakonec z výzkumu vyšel jako nejvhodnější insekticid ze skupiny syntetických pyrethroidů (MRÁČEK & ŠRŮTKA 1984). Jejich obecné vlastnosti jsou: účinnost srovnatelná s insekticidy na bázi DDT (MRÁČEK & ŠRŮTKA 1984), dostatečná stabilita při slunečním světle, vysoká odolnost proti teplotám, dále ale degradace odpařováním z povrchu, splach vodou nebo penetrace do půdy (MODLINGER 2012). Podle MODLINGERA (2012) vzhledem k výše zmíněným vlastnostem nejde počítat s vyšší dobou účinnosti než 10 týdnů.

Koncem osmdesátých a počátkem devadesátých let byl oblíbeným insekticidem pro ochranu výsadeb před *H.abietis* přípravek Marshal suSCon. Jedná se o granulovaný přípravek na bázi carbosulfanu. Kapsle, ve které je účinná látka umístěna, umožňuje dvouleté uvolňování. Umisťuje se do jamky nebo štěrbin tak, aby byly granule v přímém kontaktu s kořenovým systémem

sazenice. Je důležité začít sadbu brzo na jaře, aspoň 14 dní před výskytem brouka, aby se ochranná látka stihla rozvést do organismu (ČÍŽEK 1993). Během terénních pokusů prokázal přípravek, podle ČÍŽKA (1993), svou vysokou účinnost. Další velkou výhodou je výrazné snížení pracovní síly ve srovnání s ostatními metodami chemické ochrany.

Další skupinou obraných metod jsou biotechnická opatření. Prvním z nich je metoda tzv. pasečného klidu, což znamená odložení zalesnění po těžbě o jeden rok. Toto opatření sice nezabrání rozvoji nové generace škůdců v čerstvých pařezích, ale omezí škody na nově vysazené kultuře (ŠRŮTKA & MRÁČEK 1984). Výsadba, realizovaná příští rok, však nebude zcela zbavena ohrožení, protože nelze zabránit migraci klikorohů borových na čerstvou paseku a naklazení do pařezů. Brouci nové generace tak poškodí výsadby během úživného žíru v podzimním období. Zároveň se s tímto opatřením pojí určité nevýhody, jako jsou zvýšené náklady na odstranění buřeně a zkrácení zákonné doby na zajištění kultury. Je proto nutné zvážit zda tyto náklady nepřevýší náklady na případný ochranný zákrok proti nové generaci klikoroha borového (MODLINGER 2012).

Škody lze také snížit použitím odolnějšího (staršího) sadebního materiálu, který lépe snáší poškození žírem. Zároveň ŠRŮTKA & MRÁČEK (1984) zmiňují, že klikoroh borový způsobuje větší škody na zabuřenělých pasekách, což znamená, že odstranění buřeně také vede ke snížení škod. Dalším podobným opatřením je příprava půdy zraňováním, při kterém se promísí humusová a minerální vrstva. *H. abietis* se totiž nerad zdržuje na místech, která jsou zbavena krytu, ať už se jedná o buřeň, drny nebo humusovou vrstvu. Ponechání výstavků taktéž napomáhá omezení škod způsobených *H. abietis*. Zaprvé výstavky limitují růst buřeně, dále poskytují broukům alternativní zdroj potravy a v neposlední řadě napomáhají přirozené obnově, která je vzhledem k nedeforovaným kořenům odolnější vůči poškození (MODLINGER 2012).

Poslední skupinou ochranných opatření proti klikorohu borovému jsou biologické metody obrany. Jsou to metody založené na využívání přirozených nepřátel *H. abietis*. Byly prováděny pokusy s lumčíkem *B. hylobii*, jehož larvy

parazitují na larvách k. borového. Během pokusů bylo dosaženo až ztrojnásobení běžné parazitace, což by se dalo považovat za úspěch. Překážkou zavedení této metody do praxe je její vysoká nákladnost (MODLINGER 2009). Běžné byly také pokusy s parazitickou houbou *B. bassiana*, kdy při terénních zkouškách nebylo dosaženo uspokojivých výsledků, ale na bázi spór této houby jsou založeny některé chemické přípravky používající se v boji proti klikorohu borovému (MRÁČEK & ŠRŮTKA 1984).

MRÁČEK & ŠRŮTKA (1984) shrnují, že není vhodné využívat pouze jednu metodu, ale nejefektivnější je vhodná integrace všech dostupných obranných poznatků a metod. MODLINGER (2012) k tomu dodává, že k dlouhodobému snížení škod klikorohem borovým vede omezování holosečného hospodaření a podpora podílu přirozené obnovy.

3.8 Pohlavní dimorfismus

Podle JASIČE (1984) je dimorfismus nejjednodušším případem polymorfismu, při kterém se vránci jednoho druhu vyskytují dvě formy, odlišující se od sebe nápadně vnějším vzhledem. Odlišnost pohlaví je u hmyzu běžným jevem. Pokud se pohlaví od sebe odlišují morfologicky, hovoříme o pohlavním (sexuálním) dimorfismu, pokud se pohlaví odlišují pouze barevně, označujeme tento jev za pohlavní dichroismus (OBENBERGER 1952). Čistý pohlavní dichroismus je častým jevem u denních motýlů (*Rhopalocera*), kde k vyhledávání opačného pohlaví slouží zrak. Zbarvení křídel má proto u této skupiny hmyzu sexuální funkci (LEVERTON 2001). Hezkým příkladem sexuálního dichroismu u motýlů je bělásek řeřichový (*Anthocharis cardamines* /Linnaeus 1758/) nebo žluťásek řešetlákový (*Gonepteryx rhamni* /Linnaeus, 1758/). U brouků není čistý pohlavní dichroismus příliš obvyklým jevem, z našich krasců má například *Anthaxia cichorii cichorii* (Olivier 1790) zbarvení krovek u samců zelené nebo zlatozelené a u samic purpurově červené (BÍLÝ 1989). Mnohem častější je

u brouků kombinace pohlavního dichroismu s morfologickými odlišnostmi, tak například samci tesaříka obecného (*Stictoleptura rubra* /Linnaeus 1758/) jsou výrazně užší, menší a žlutavé krovky mají tvar podobný písmenu „V“, naproti tomu samice jsou mohutnější, větší a krovky mají červené, tvarem podobné písmenu „U“ (cf. HŮRKA 2005).

Vyhledávacím smyslem je u řady druhů hmyzu čich a proto jsou právě tykadla orgánem, u kterých se často projevuje sexuální dimorfismus. Rozdíly v délce tykadel jsou nápadné u tesaříků, kdy samci mají tykadla mnohem delší např. u kozlíčka dazule (*Acanthocinus aedilis* /Linnaeus 1758/) má samec tykadla 3 – 5x delší než tělo, samice pouze 1½ x delší než tělo (HEYROVSKÝ & SLÁMA 1992), přičemž samci jsou u tohoto druhu mírně větší. Rozdíly v tvaru a velikosti tykadel jsou patrné třeba u chroustů např. chroust maďalový (*Melolontha hippocastani* Fabricius 1801) má u samce 7 tykadlových lístků, které jsou dvojnásobné velikosti proti vějířku samičky, který je pouze 6 členný (NOVÁK et al. 1974). Nejčastější rozdíly mezi pohlavími v tvaru tykadel jsou u nočních motýlů, kdy samci mají tykadla hřebenitá, samice nitkovitá (NOVÁK & SEVERA 1990). Podobně výrazný sexuální dimorfismus ve tvaru tykadel nacházíme u hřebenulí [Hymenoptera:Diprionidae] (ZAHRADNÍK 1987).

Jiným příkladem výrazného sexuálního dimorfismu jsou „parohy“, „rohy“ či „trny“ vyrůstající samcům na hlavě či hrudi. OBENBERGER (1952) je považuje za sexuální dimorfismus „ozdobný“, ale tyto výrůstky často plní nějakou funkci při rozmnožování. Tak například „parohy“, morfologicky správně - neobvykle mocně vyvinuté mandibuly cf. (OBENBERGER 1952), roháče obecného (*Lucanus cervus* /Linnaeus, 1758/) slouží k uchopení samčího soka a odhození z větve či kmene zvoleného pro páření (GRIMALDI & ENGEL 2005).

Dalším častým příkladem pohlavního dimorfismu je bezkřídlost (apterie) nebo krátkokřídlost (brachypterie). Zpravidla jsou bezkřídle nebo krátkokřídle samičky, samečci jsou normálně okřídleni (OBENBERGER 1952). Příklady tohoto jevu je mnoho, třeba naši zástupci čeledi světluškovití [Coleoptera: Lampyridae], kde samci mají vyvinuté krovky a létají, zatímco larvám podobné samice mají křídla buď zakrnělá, nebo zcela chybějící (HŮRKA 2005). Apterní či brachypterní

jsou rovněž různé druhy motýlů, zpravidla s noční aktivitou např. štetconoši (*Orgyia* spp.) či druhy s dobou rojení posunutou do chladné části roku např. píďalka podzimní (*Operophtera brumata* /Linnaeus 1758/) (NOVÁK & SEVERA 1990). Extrémní případ apterie nalezneme u řasníků [Strepsiptera], kde samice jsou celý život uvnitř těla hostitele a jen minimálně se odlišují od larev, samci jsou volně pohybliví a okřídlení (HŮRKA & ČEPICKÁ 1978).

HELMS (1994) studoval rozdíly velikostí u vosiček (*Aculeates*), je velikost samců a samic ovlivněn mírou investice, kterou musel rodič investovat do vývoje potomka a zároveň tato míra má vliv na poměr pohlaví jedinců v populaci. Znamená to například, že pokud samice potřebují dvakrát více zdrojů, které je do nich potřeba investovat, než samci, budou v populaci dvakrát početnější samci. Zároveň jedinec, do kterého bylo více investováno, je větší. Do jakého pohlaví rodiče investují více, ovlivňují okolní podmínky. Pokud je potřeba o zdroje v okolí bojovat, je investice do samců vyšší a samci jsou pak větší. Pokud je v okolí zdrojů dostatek, dochází spíše k investici do samic.

Sexuální dimorfismus se nejčastěji projevuje rozdílem ve velikosti pohlaví. U obratlovců jsou zpravidla samci menší než samice, protože investují více energie do reprodukce než do růstu. (SHINE 1990). U hmyzu jsou obvykle samci menší než samičky, což má jisté praktické výhody neboť většinou je samec aktivní při vyhledávání opačného pohlaví (OBENBERGER 1952). I u klikoroha borového jsou samice obecně větší a těžší. Velikost brouků *H. abietis* však značně kolísá a to více u samiček (EIDMANN 1974). Za nejlepší ukazatel velikosti brouků považuje EIDMANN (1974) délku krovek nebo šířku hrudi. Avšak velikost brouků je značně ovlivněna podmínkami vývoje a kvalitou potravy přijímané ve stadiu larvy (EIDMANN 1974). Celkově jsou si však dopělcí obou pohlaví *H. abietis* velice podobní. Rozlišovací znaky mezi pohlavími, se u rodu *Hylobius* sp. nacházejí na ventrální straně zadečku (WILSON et al. 1966), kdy samci mají některé zadečkové články uprostřed prohloubené (propadlé). Prohlubeň na posledním sternitu zadečku je používána k rozlišení pohlaví u severoamerického klikoroha *Hylobius radicis* Buchanan 1935 (WILSON et al. 1966), tento znak lze použít i u *H. abietis* (ANONYMOUS 1952 ex WILSON et al.

1966). Lepším znakem pohlavního dimorfismu u *H. abietis* je však prohlubeň na sternitu prvního zadečkového článku u samců (NOVÁK 1965). Tato prohlubeň zasahuje 1-3 zadečkový článek a nejlépe je viditelná na druhém sternitu. Podle prohlubně na druhém viditelném abdominálním sternitu lze relativně spolehlivě odlišit samce u severoamerického druhu *Hylobius warreni* Wood, 1957 (ÖHRN et al. 2008).

4 Metodika

4.1 Materiál

Zkoumaný hmyzí materiál byl nasbírán na pěti pokusných plochách na LS Litvínov (LČR s.p.) v roce 2013. Jedná se o lokalitu, kde bylo v rámci rekonstrukce lesních porostů v letech 2010 a 2011 vytěženo velké množství smrku pichlavého a na vzniklých holinách byl vysazen smrk ztepilý. Na podzim roku 2012 došlo na nově založených výsadbách k významným škodám klikorohem borovým, který se pravděpodobně vyvinul na pařezech smrku pichlavého. Tuto hypotézu potvrdil VÚLHM v roce 2010/2011 na základě pokusu s využitím lapacích polen. Materiál, na němž byla měřena data použitá v této práci, byl získán pomocí lapacích kůr na čerstvých holinách vzniklých při těžbě v roce 2012 nebo na jaře 2013. Počet lapacích kůr byl určen podle normy ČSN 48 1001. Každá kůra byla označena a dostala pořadové číslo. Kontrola byla opakována po 10 dnech, v období počátku migrace byl interval zkrácen na 7 dní. Chycení brouci byli umístěni do lahvíček naplněných ethanolem a označeni podle příslušných lapacích kůr.

Na pěti pokusných plochách (4,7,13,17 a 19) bylo v období od 3. 7. 2013 do 27. 6. 2013 nasbíráno a naměřeno celkem 127 brouků z toho 60 samců a 67 samic. Počet brouků na jednotlivých plochách, název porostu, revír a nadmořskou výšku shrnuje tabulka 1. V přílohách 8 až 10 jsou jednotlivé plochy vyznačeny v porostní mapě. Novými pařezy jsou myšleny pařezy vzniklé těžbou od srpna 2012 do jara 2013, starými pařezy jsou myšleny ty, které vznikly těžbou během let 2010 a 2011.

Tabulka 1: Přehled počtu měřených brouků podle lokalit

plocha	revír	porost	nadmořská výška	celkem brouků	počet samců	počet samic
4	Český Jiřetín	108B04	800	17	8	9
7	Český Jiřetín	105A00b	820	17	10	7
13	Vřesoviště	306D00a	780	33	18	15
17	Vřesoviště	318A00	880	23	9	14
19	Vřesoviště	419B03	860	37	15	22

4.2 Výběr parametrů

Měřené parametry byly vybrány na základě výzkumu Williamse & LANGORA (2002) a JANSE VAN RENSBURG ET AL. (2003).

Dříve nebyla stanovena žádná určitá metodika pro výběr měřených parametrů pro účely srovnání velikostí podobných druhů hmyzu nebo pro srovnání pohlavního dimorfismu jednoho druhu. Buď byl použit stejný počet parametrů, jako v některé předešlé tematicky podobné studii, nebo byl naměřen, co nejvyšší možný počet měřitelných parametrů. JANSE VAN RENSBURG et al. (2003) zjistil, že i menší skupina naměřených parametrů má ekvivalentní množství informací jako skupina o více měřených parametrech. Toto zjednodušení vede kromě časové úspory také k adekvátnímu popsání fenotypu a odkrytí morfologické integrace. Jeho výzkum byl proveden na 6 druzích nosatců a na základě následujících faktorů byly vybrány nejspolehlivější parametry. Jednalo se například o velikost variačního koeficientu, zahrnující korekce pro malé vzorky; stupeň chyby měření, relativní snadnost měření, potenciál měřeného parametru zůstat nepoškozen; potenciál pro měření a zachycení celkové morfologické konfigurace fenotypu. Pro účely této práce byly vybrány parametry podobné, jako vybrali WILLIAMS & LANGOR (2002), kteří se zabývali měřením

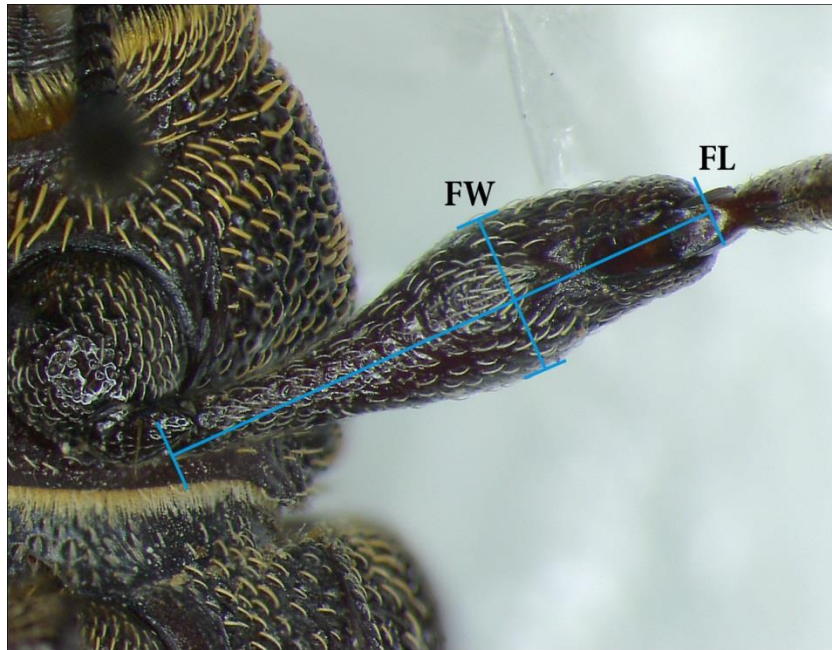
4 druhů severoamerických smoláků známých pod souhrnným názvem *Pissodes strobi* complex. Hlavním důvodem výběru těchto parametrů je morfologická podobnost smoláků a klikoroha borového.

4.2.1 Měřené parametry

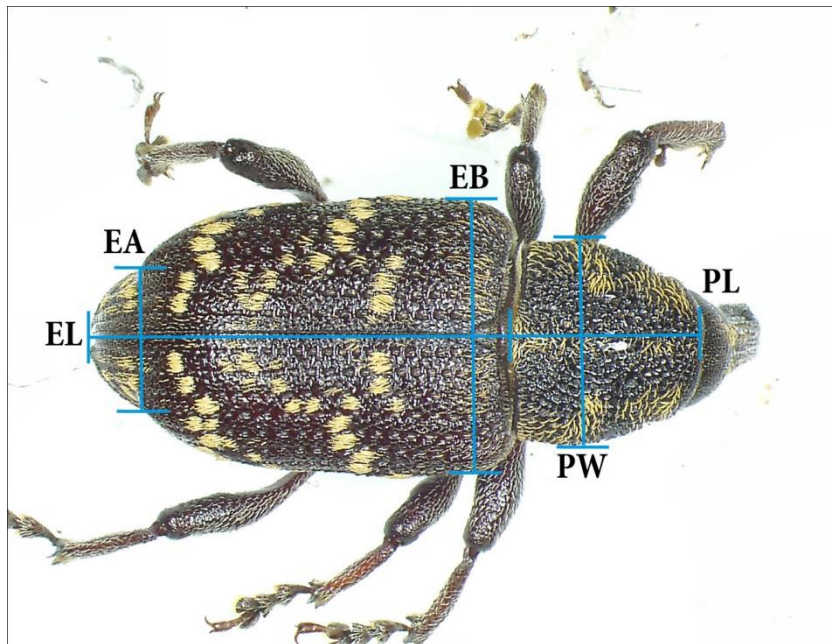
Přehled měřených parametrů dle WILLIAMS & LANGOR (2002), upraveno:

Značka	Popis česky / Anglický ekvivalent	Obr. č.
FL	délka stehna přední nohy	6
	<i>Length of fore femur</i>	
FW	šířka stehna přední nohy v nejširším místě	6
	<i>Femur width at the widest point</i>	
EL	délka krovek podél středového švu	7
	<i>Length of elytra along midline</i>	
EA	šířka krovek v místě prudké změny dynamiky zaoblení okraje krovek	7
	<i>Width of elytra at anterior margin of declivity</i>	
EB	šířka na bázi krovek krovek	7
	<i>Width of elytra at base</i>	
PL	délka středohrudi podél středového švu	7
	<i>Length of pronotum at midline</i>	
PW	šířka středohrudi v nejširším místě	7
	<i>Width of pronotum at widest point</i>	
MD	hloubka hrudi v nejhlubším místě	8
	<i>Depth of mesothorax at deepest point</i>	
NP	šířka nosce v nejužším místě mezi koncem nosce a vkloubením Scapu	9
	<i>Width of snout at narrowest point between apex and antennal insertion</i>	
Scapus	délka násadce tykadla	10
	<i>Length of Scapus</i>	
MA	vzdálenost mezi koncem nosce a vkloubením scapu	10
	<i>Length of snout between antennal insertion and apex</i>	
SL	délka nosce mezi koncem nosce a okrajem oka v jedné třetině	10
	<i>Length of snout between apex and eye margin at mid-height</i>	
SN	tvar nosce dán poměrem SL/NP	–
	<i>Snout narrowness</i>	
SA	proporce zakončení nosce dána poměrem MA/SL	–
	<i>Snout apex proportion</i>	
SS	relativní délka nosce dána poměrem SL/EL	–
	<i>Relative snout length</i>	

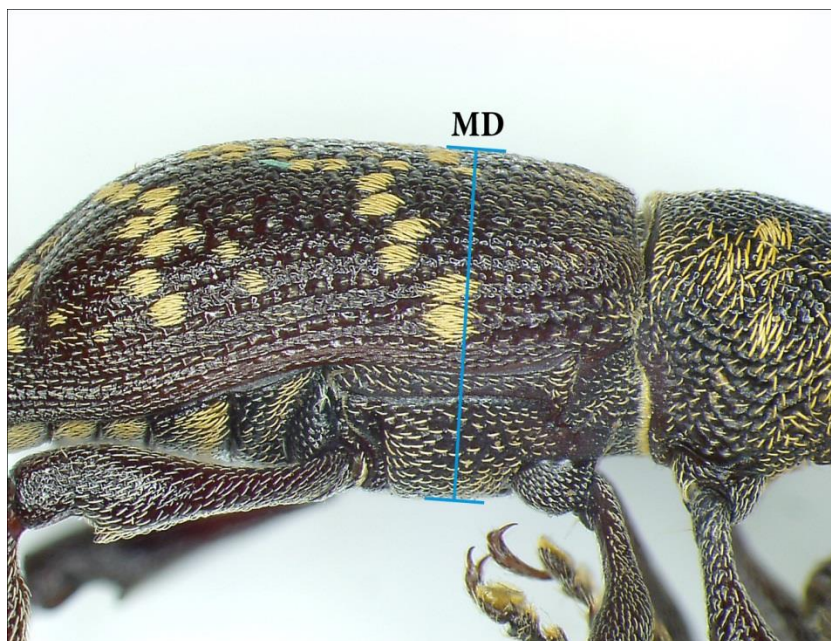
Měření bylo provedeno na binokulární lupě Olympus SZX16 rozsah zvětšení 0,7 – 11,5 x.



Obrázek 6: Měřené parametry přední noze klikoroha borového



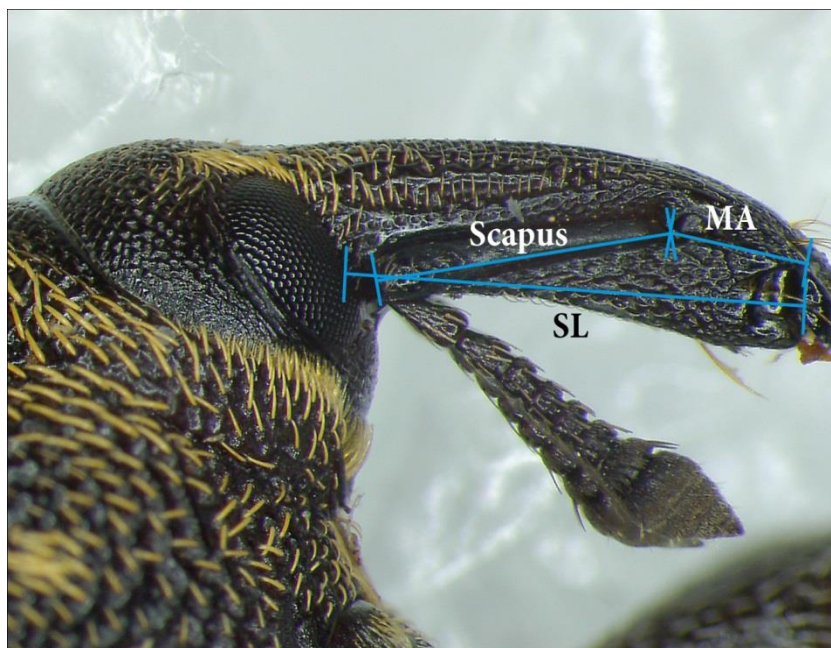
Obrázek 7: Měřené parametry, dorsální pohled



Obrázek 8: Měřené parametry, laterální pohled



Obrázek 9: Měřené parametry, na rostru klikoroha borového, dorsální pohled



Obrázek 10: Měřené parametry na rostru klikoroha borového, laterální pohled

4.3 Použité statistické metody

4.3.1 Testy rozdílnosti středních hodnot dvou skupin

K porovnání rozdílů mezi měřenými parametry u samců a samic tj. porovnání středních hodnot dvou souborů je obvykle používán t-test. Použití klasického t-testu má kromě nezávislosti dat dva základní předpoklady. Prvním je shoda experimentálních dat s Gaussovým normálním rozdělením uvnitř porovnávané skupiny, druhým je homogenita rozptylu mezi analyzovanými skupinami (QUINN & KEOUGH 2002). Předpoklad normality se obvykle posuzuje vizuálně pomocí QQ-grafu nebo krabicového grafu. Stanovení shody s normálním rozdělením je rovněž možné ověřit testem např. Shapiro-Wilkův test, který je k tomuto účelu obvykle doporučován. Podle QUINNA & KEOUGHA (2002) je t-test k odchylkám od normality poměrně benevolentní (problematická je špičatost nebo bimodální rozdělení). Při silném porušení předpokladu normality je možné použít neparametrický test - obvykle Wilcoxonův, který však vyžaduje shodnost

rozptylu mezi skupinami. Porušení předpokladu homogenity rozptylu je mnohem závažnějším prohřeškem, neboť přímo zvyšuje chybu I. druhu, tj. nesprávného zamítnutí nulové hypotézy. Homogenita rozptylu může být posuzována na krabicovém grafu nebo ověřována testem např. F-test či Levenův test. Při nehomogenním rozptylu mezi skupinami je možné použít modifikovaný Welchův t-test, který je v určitém směru robustní variantou t-testu, ovšem vyžaduje opět přibližně normální rozdělení. Pokud data vykazují porušení normality a shodnosti rozptylu, tak jako v případě morfometrických parametrů u klikoroha borového, nejsou výsledky testů středních hodnot příliš spolehlivé. Jednou z možností řešení představují randomizační testy, které nevyžadují shodu experimentálních dat s normálním rozdělením a předpoklad homogenity rozptylu mezi skupinami je v porovnání z výše uvedenými testy nejméně rigorózní (CROWLEY 1992). Procedura randomizace se skládá z následujících kroků: 1. vypočte se rozdíl mezi průměrem první a druhé skupiny D_0 ; 2. naměřená data se sloučí do jednoho vektoru a náhodně se přeskupí (permutace bez opakování), z počtu míst odpovídajících první skupině (např. samců bylo 60 tj. prvních 60 dat) se vypočte průměr a obdobně pro druhou skupinu dat (tj. data 61 až 127) a vypočte se rozdíl průměrů D_1 mezi těmito randomizovanými skupinami; 3. krok 2 se mnohokrát opakuje a v každém opakování se vypočte rozdíl D_i ; 4. Z počtu $D_i \geq D_0$ / počtem randomizačních kroků se vypočte p-hodnota. Hladina významnosti je při randomizačních testech funkcí počtu permutací. CROWLEYEM (1992) je pro $\alpha = 0.05$ doporučováno 1000 permutací, pro $\alpha = 0.01$ pak 5000 permutací. Statistické analýzy byly provedeny v prostředí R verze 3.0.2. (R CORE TEAM 2013), s využitím znalostí (HOFF 2005; ZUUR et al. 2009).

4.3.2 Diskriminační analýza

Diskriminační analýza (Discriminant Analysis – DA) je klasifikační metodou, kterou lze pomocí vytvořeného predikčního modelu zařazovat objekty do existujících tříd. Ke konstrukci predikčního modelu je použit soubor dat

či výběr, u kterého je pro každý objekt k dispozici jak výstup y , tak i hodnoty všech znaků x . Při tvorbě predikčního modelu hledáme znaky (diskriminátory), které dostatečně spolehlivě třídí mezi objekty (MELOUN et al. 2005). Diskriminační analýza nevyžaduje striktně dodržení předpokladu vícerozměrné normality, obvykle postačuje dostatečná velikost výběru (20 objektů v nejmenší třídě) a 5 objektů na jeden diskriminátor (MELOUN et al. 2005).

Výpočet diskriminační funkce byl proveden krokovou analýzou (Stepwise DA) postupem dle HINTZEHO (2012) a MELOUNA et al. (2005). Při Stepwise DA, jsou jednotlivé diskriminátory přidávány podle největší Mahalanobisovy vzdálenosti potvrzené F testem. Přidání a odstranění znaku je určeno parametrem α . Hodnoty kritéria α jsou při každém kroku (vstupu nového znaku do modelu) přepočteny, některé dříve zařazené znaky se tak mohou stát nevýznamnými a mohou být z predikčního modelu odstraněny. Pravděpodobnosti pro vstup byly nastaveny na $\alpha = 0,1$ a pro odstranění (výstup) na $\alpha = 0,2$. Protokol krokové analýzy je umístěný v příloze 7. Proměnné, které se v daném kroku účastní, analýzy mají ve sloupci Status „In“, ty které se neúčastní kroku „Out“. Třetí sloupec udává procento změny kritéria lambda při zařazení nové proměnné do analýzy (Action this step: XXXX Entered, v dolní části tabulky každého kroku). Čtvrtý a pátý sloupec udává hodnoty F statistiky a významnosti daného znaku. Poslední sloupec slouží ke kontrole multikolinearity. Pokud je hodnota R^2 s ostatními X vyšší než 0,99 je třeba příslušnou proměnnou z modelu odstranit. Nejdůležitějším kritériem kvality diskriminačního modelu je celkové Wilkovo lambda (λ), které je umístěno dolní části tabulky u každého kroku). Wilkovo λ je poměr sumy čtverců rozdílů mezi třídami a celkového součtu čtverců. Velké λ (blízké 1) indikuje, že průměry dat ve třídách se nejeví rozdílné, zatímco malé λ (blízké 0) říká, že průměry dat ve třídách se jeví velmi rozdílné.

Jiným způsobem vyjádření vlivu jednotlivých proměnných na diskriminační model je statistický test významnosti změny Wilkova λ při odstranění konkrétního znaku, test je postaven na H_0 : znak je pro diskriminaci nevýznamný proti H_A : je významný. Výsledná diskriminační funkce je vyjádřena pomocí regresních koeficientů. Nově klasifikovaný objekt náleží do té třídy,

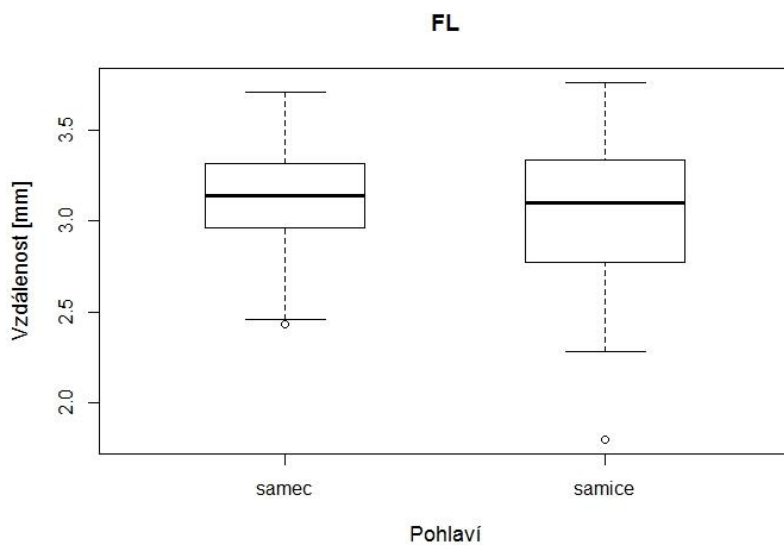
v které dosahuje diskriminační funkce nejvyššího skóre (hodnoty se pohybují mezi 0 a 1). Diskriminační analýza byla provedena v statistickém programu NCSS 2012 v. 8.0.

5 Výsledky

5.1 Výsledky porovnání měřených parametrů mezi pohlavími

5.1.1 FL

Průměrná délka prvního páru stehna samců činila 3.12 ± 0.28 mm, samice měly stehna mírně kratší, průměrně 3.06 ± 0.40 mm. Mediánové hodnoty pro samce 3.14 mm a pro samice 3.1 mm vyznačuje černá střední linie v krabicovém grafu (Obr. 11). Předpoklad normality dat byl přijat, ale homogenita rozptylu byla mezi skupinami rozdílná (Tab. 2). Rozdíl délky stehna mezi samci a samicemi nebyl statisticky významný (Welchův t-test: $p > 0.05$; Tab. 3).



Obrázek 11: Krabicový graf délky předního stehna (FL) klikoroha borového podle pohlaví

Tabulka 2: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr FL

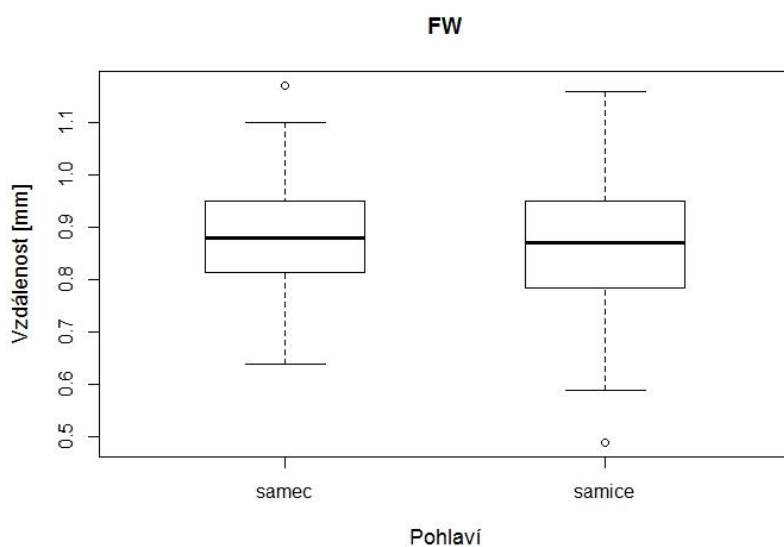
FL	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	<i>přijata</i>	$p = 0.4288$ <i>přijata</i>	<i>samice mírně větší rozptyl</i>	$p = 0.0083$ <i>zamítnuta</i>	$p = 0.0183$ <i>zamítnuta</i>
<i>samice</i> [♀]	<i>přijata</i>	$p = 0.0561$ <i>přijata</i>			

Tabulka 3: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru FL

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - FL				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 0.3345$ <i>shodné</i>	$p = 0.3258$ <i>shodné</i>	$p = 0.5935$ <i>shodné</i>	$p = 0.16$ <i>shodné</i>	$p = 0.1692$ <i>shodné</i>

5.1.2 FW

Šířka stehna samců byla průměrně 0.88 ± 0.11 mm, samice měly stehna užší, průměrně 0.86 ± 0.13 mm. Mediánové hodnoty pro samce 0.88 mm a pro samice 0.87 mm jsou vyznačeny v krabicovém grafu (Obr. 12). Předpoklad normality i homogenity rozptylu mezi oběma pohlavími byl splněn (Tab. 4). Rozdíl v šířce stehna mezi pohlavími nebyl statisticky signifikantní (t-test: $p > 0.05$; Tab. 5).



Obrázek 12: Krabicový graf šířky stehna klikoroha borového podle pohlaví

Tabulka 4: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr FW

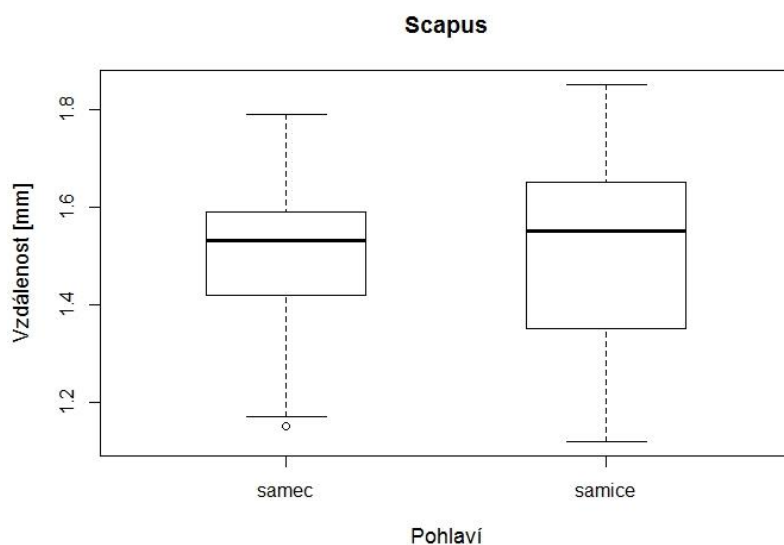
FW	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	<i>přijata</i>	$p = 0.7001$ <i>přijata</i>	<i>samice</i> mírně větší rozptyl	$p = 0.1569$ <i>přijata</i>	$p = 0.1245$ <i>přijata</i>
<i>samice</i> [♀]	<i>přijata</i>	$p = 0.8746$ <i>přijata</i>			

Tabulka 5: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru FW

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - FW				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 0.2544$ <i>shodné</i>	$p = 0.2497$ <i>shodné</i>	$p = 0.3314$ <i>shodné</i>	$p = 0.138$ <i>shodné</i>	$p = 0.1266$ <i>shodné</i>

5.1.3 Scapus

První tykadlový článek měřil u samců průměrně 1.51 ± 0.14 mm, v případě samic pak 1.51 ± 0.19 mm. Mediánové hodnoty pro samce 1,53 mm a pro samice 1,55 mm vyznačuje střední linie v krabicovém grafu (Obr. 13). Shodu rozptylu mezi pohlavími bylo nutné zamítnout, stejně tak jako shodu s normálním rozdělením (Tab. 6), ačkoliv test normality potvrzoval alternativní hypotézu jen velice těsně, ale porušení předpokladu normality bylo dobře patrné na Q-Q grafu, zvláště v případě samic (viz příloha 1.) Po randomizačním testu tedy nelze zamítnout nulovou hypotézu o shodě délky Scapu mezi pohlavími (Randomizační test 1000 i 5000 iterací: $p > 0.05$; Tab. 7). Mezi pohlavími není v délce scapusu rozdíl, což je dobře viditelné i na rovnoběžné poloze mediánu u obou krabicových grafů (Obr. 13).



Obrázek 13: Krabicový graf délky Scapu u klikoroha borového podle pohlaví

Tabulka 6: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr Scapus

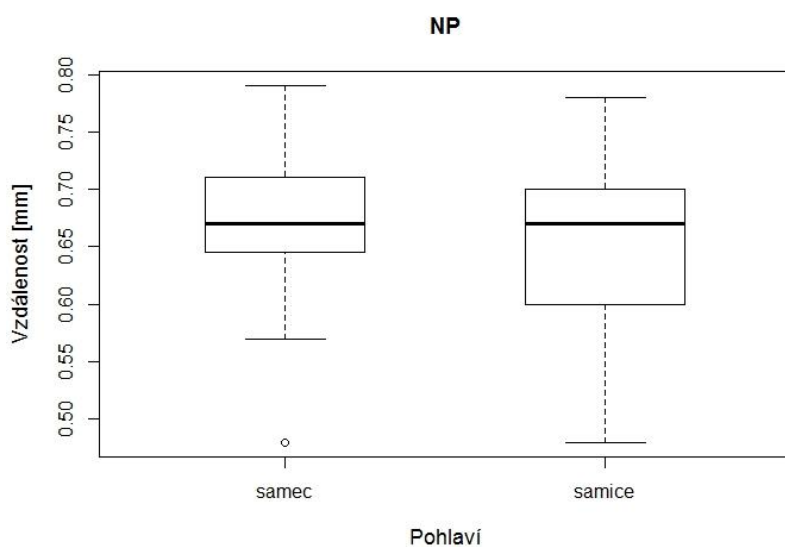
Scapus	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	mírně vyšší špičatost	$p = 0.1639$ <i>přijata</i>	<i>samice větší rozptyl</i>	$p = 0.03819$ <i>zamítnuto</i>	$p = 0.01569$ <i>zamítnuto</i>
<i>samice</i> [♀]	silná špičatost	$p = 0.0492$ <i>zamítnuta</i>			

Tabulka 7: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru Scapus

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - Scapus				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 0.9317$ <i>shodné</i>	$p = 0.9307$ <i>shodné</i>	$p = 0.6393$ <i>shodné</i>	$p = 0.463$ <i>shodné</i>	$p = 0.4646$ <i>shodné</i>

5.1.4 NP

Šířka nosce v nejužším místě (mezi kusadly a vkloubením tykadel) byla u samců průměrně 0.68 ± 0.06 mm, u samic 0.66 ± 0.07 mm. Mediánové hodnoty pro samce 0.67 mm a pro samice 0.67 mm jsou vyznačeny v krabicovém grafu (Obr. 14). Předpoklad homogenity rozptylu i shody s Gaussovým normálním rozdělením byl pro obě pohlaví přijat (Tab. 8). Rozdíl mezi pohlavími nebyl u tohoto parametru statisticky signifikantní (t-test: $p > 0.05$; Tab. 9), samci a samice mají v nejužším místě nosce stejnou šířku.



Obrázek 14: Krabicový graf šířky nosce u klikoroha borového podle pohlaví

Tabulka 8: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr NP

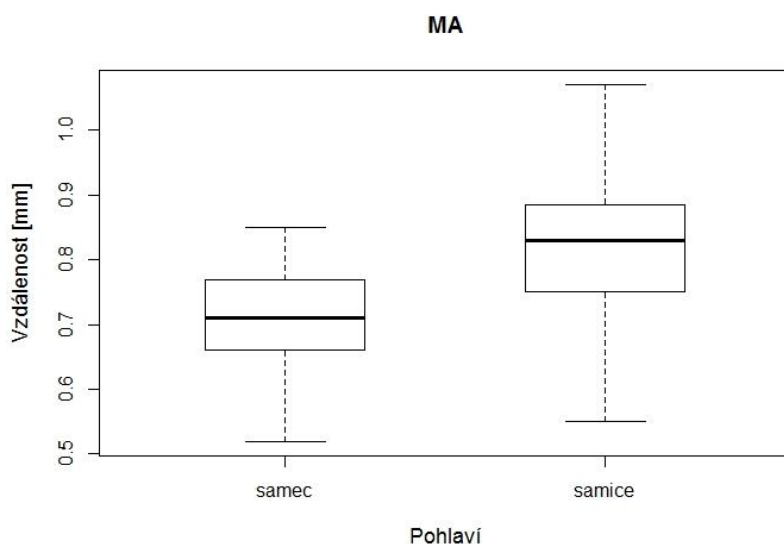
NP	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	mírně diskretní přijata	$p = 0.1748$ přijata	<i>přijata</i>	$p = 0.07645$ přijata	$p = 0.05315$ přijata
<i>samice</i> [♀]	mírně diskretní přijata	$p = 0.1169$ přijata			

Tabulka 9: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru NP

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - NP				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 0.09996$ <i>shodné</i>	$p = 0.09587$ <i>shodné</i>	$p = 0.1542$ <i>shodné</i>	$p = 0.051$ <i>shodné</i>	$p = 0.0504$ <i>shodné</i>

5.1.5 MA

Délka nosce mezi kusadly a vkloubením tykadel činila u samců průměrně 0.71 ± 0.08 mm, u samic 0.82 ± 0.11 mm. Mediánové hodnoty pro samce 0.71 mm a pro samice 0.83 mm jsou vyznačeny v krabicovém grafu (Obr. 15). Shoda experimentálních dat s normálním rozdělením byla přijata, ale byl narušen předpoklad homogenity rozptylu (Tab. 10). Nulovou hypotézu o shodě délky nosce u obou pohlaví bylo nutné zamítnout (Welchův t-test: $p < 0.001$; Tab. 11), délka nosce je mezi pohlavím statisticky významně odlišná.



Obrázek 15: Krabicový graf délky nosce mezi vkloubením tykadel a kusadly u klikoroha borového podle pohlaví

Tabulka 10: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr MA

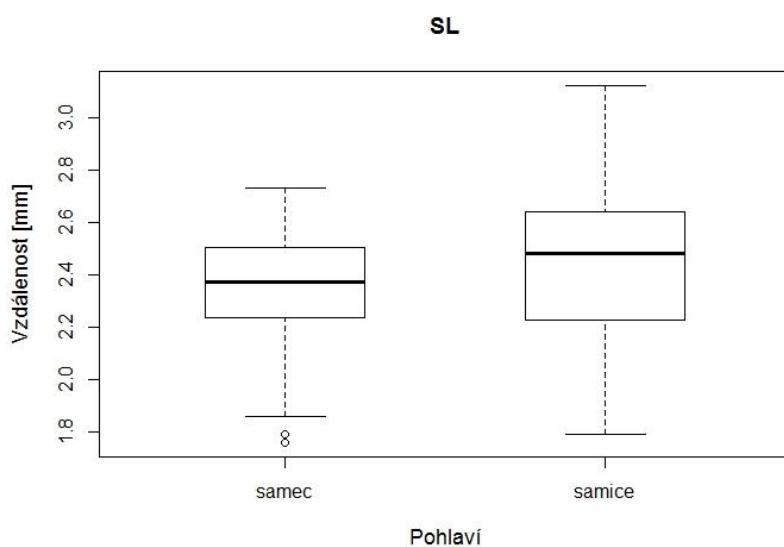
MA	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	přijata	$p = 0.6941$ přijata	<i>samice mají větší rozptyl</i>	$p = 0.0076$ zamítnuta	$p = 0.0059$ zamítnuta
<i>samice</i> [♀]	přijata	$p = 0.6171$ přijata			

Tabulka 11: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru MA

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - MA				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 6.477 \times 10^{-9}$ rozdílné	$p = 4.136 \times 10^{-9}$ rozdílné	$p = 4.933 \times 10^{-8}$ rozdílné	$p = 0$ rozdílné	$p = 0$ rozdílné

5.1.6 SL

Délka nosce mezi bližším okrajem oka a kusadly měřila u samců průměrně 2.35 ± 0.22 mm, u samic 2.44 ± 0.29 mm. Mediánové hodnoty pro samce 2.37 mm a pro samice 2.48 mm jsou vyznačeny v krabicovém grafu (Obr. 16). Předpoklad normality byl u obou pohlaví přijat, rozptyly skupin však byly rozdílné (Tab. 12). Rozdíl v délce nosce mezi pohlavími byl statisticky signifikantní (Welchův t-test: $p < 0.05$; Tab. 13), vzhledem k hraniční p-hodnotě u Welchova t-testu podporují zamítnutí nulové hypotézy i výsledky randomizačního testu při 1000 iteracích (Tab. 13).



Obrázek 16: Krabicový graf délky nosce u klikoroha borového podle pohlaví

Tabulka 12: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr SL

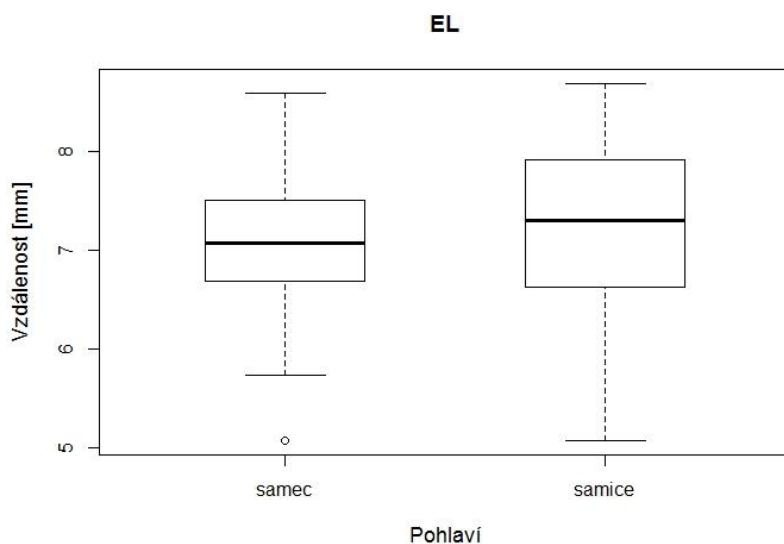
SL	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	přijata	$p = 0.076$ přijata	<i>samice mají větší rozptyl</i>	$p = 0.0456$ zamítnuta	$p = 0.0432$ zamítnuta
<i>samice</i> [♀]	přijata	$p = 0.1123$ přijata			

Tabulka 13: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru SL

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - SL				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 0.0499$ rozdílné	$p = 0.0468$ rozdílné	$p = 0.0292$ rozdílné	$p = 0.0024$ rozdílné	$p = 0.022$ rozdílné

5.1.7 EL

Délka krovek nabývala u samců průměrně 7.07 ± 0.72 mm, u samic 7.22 ± 0.86 mm. Mediánové hodnoty pro samce 7.08 mm a pro samice 7.3 mm jsou vyznačeny v krabicovém grafu (Obr.17). Shoda s normálním rozdělením nebyla dosažena u obou skupin, předpoklad homogenity rozptylu byl naopak splněn (Tab. 14). Délku krovek můžeme mezi pohlavími považovat za shodnou (Welchův t-test: $p > 0.05$; Tab. 15).



Obrázek 17: Krabicový graf délky krovek u klikorooha borovéhoho podle pohlaví

Tabulka 14: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr EL

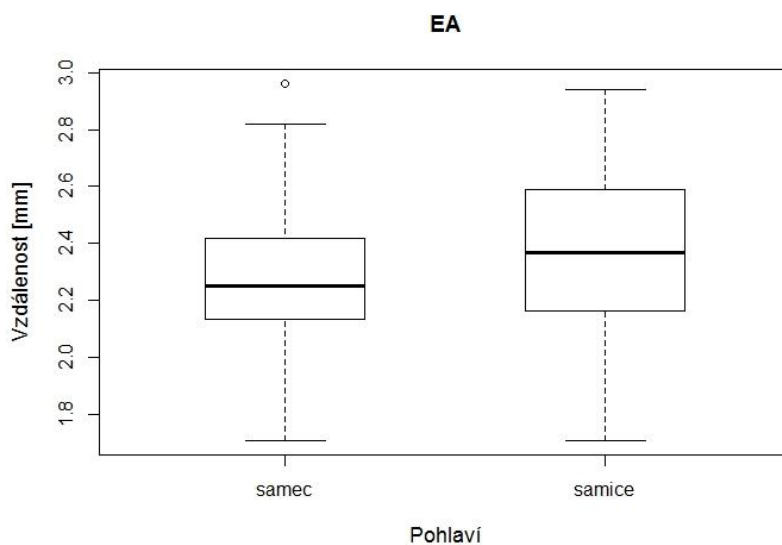
EL	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	mírná špičatost přijata	$p = 0.6584$ přijata	<i>samice</i> mírně větší rozptyl	$p = 0.1683$ přijata	$p = 0.1567$ přijata
<i>samice</i> [♀]	pravostranné zešikmení	$p = 0.03359$ zamítnuta			

Tabulka 15: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru EL

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - EL				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 0.3177$ shodné	$p = 0.313$ shodné	$p = 0.1508$ shodné	$p = 0.145$ shodné	$p = 0.1614$ shodné

5.1.8 EA

Šířka krovek v místě prudké změny dynamiky zaoblení okraje krovek měřila u samců průměrně 2.28 ± 0.26 mm a u samic průměrně 2.35 ± 0.30 mm. Mediánové hodnoty pro samce 2.25 mm a pro samice 2.37 mm jsou znázorněny v krabicovém grafu (Obr.18). Přes mírné odchylky u samčích dat byl přijat předpoklad normality a shody rozptylů (Tab. 16). Šířka krovek v zadní zaoblené části je mezi pohlavími shodná (t-test: $p > 0.05$; Tab. 17).



Obrázek 18: Krabicový graf šířky krovek v zadní zaoblené části u klikorooha borového podle pohlaví

Tabulka 16: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr EA

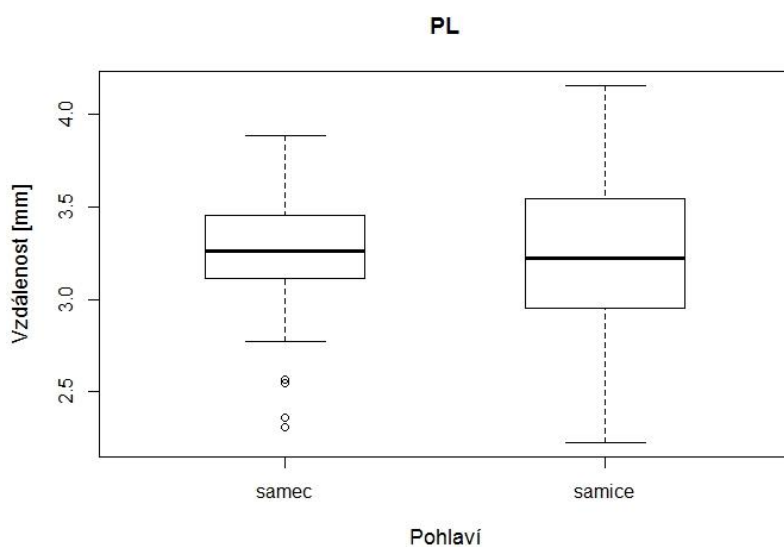
EA	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	vyšší šikmost	$p = 0.343$ přijata	samice mírně větší rozptyl	$p = 0.3373$ přijata	$p = 0.1179$ přijata
<i>samice</i> [♀]	přijata	$p = 0.358$ přijata			

Tabulka 17: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru EA

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - EA				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 0.1552$ shodné	$p = 0.1524$ shodné	$p = 0.117$ shodné	$p = 0.071$ shodné	$p = 0.081$ shodné

5.1.9 PL

Délka středohrudi podél středového švu nabývala průměrně u samců 3.25 ± 0.33 mm a u samic průměrně 3.24 ± 0.40 mm. Mediánové hodnoty pro samce 3.26 mm a pro samice 3.22 mm jsou znázorněny v krabicovém grafu (Obr. 19). Předpoklad normality i homogenity rozptylu bylo nutné zamítnout (Tab. 18). Délku středohrudi lze mezi pohlavími považovat za shodnou (Randomizační test 1000 i 5000 iterací: $p > 0.05$; Tab. 19).



Obrázek 19: Krabicový graf délky středohrudi u klikoroha borového podle pohlaví

Tabulka 18: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr PL

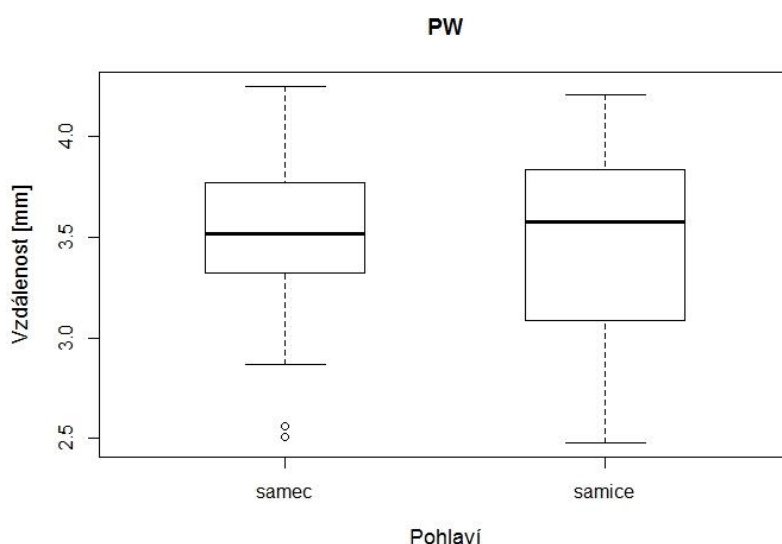
PL	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	levostranná nesouměrnost	$p = 0.0294$ zamítnuta	<i>samice</i> výrazně větší rozptyl	$p = 0.1179$ přijata	$p = 0.04664$ zamítnuta
<i>samice</i> [♀]	přijata	$p = 0.5511$ přijata			

Tabulka 19: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru PL

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - PL				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 0.8905$ shodné	$p = 0.8893$ shodné	$p = 0.7849$ shodné	$p = 0.441$ shodné	$p = 0.4492$ shodné

5.1.10PW

Šířka středohrudí v nejširším místě měřila u samců průměrně 3.52 ± 0.35 mm a u samic průměrně 3.49 ± 0.45 mm. Mediánové hodnoty pro samce 3.52 mm a pro samice 3.58 mm jsou vyznačeny v krabicovém grafu (Obr. 20). Předpoklady normality a homogenity rozptylu uvnitř skupin resp. mezi skupinami nebyly splněny (Tab. 20). Šířka středohrudí lze mezi pohlavími považovat za shodnou (Randomizační test 1000 i 5000 iterací: $p > 0.05$; Tab. 21).



Obrázek 20: Krabicový graf šířky středohrudí u klikorooha borovéhoho podle pohlaví

Tabulka 20: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr

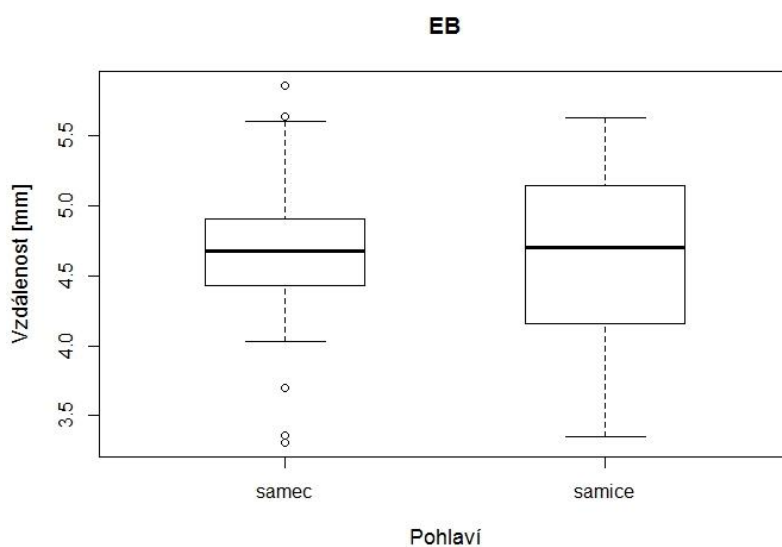
PW	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	přijata	$p = 0.213$ přijata	<i>samice</i> výrazně vyšší rozptyl	$p = 0.04871$ zamítnuta	$p = 0.02111$ zamítnuta
<i>samice</i> [♀]	levostranná šikmost	$p = 0.01254$ zamítnuta			

Tabulka 21: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru PW

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - PW				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 0.6737$ shodné	$p = 0.6695$ shodné	$p = 0.9307$ shodné	$p = 0.353$ shodné	$p = 0.336$ shodné

5.1.11EB

Šířka na bázi krovek nabývala hodnot u samců průměrně 4.66 ± 0.48 mm a u samic průměrně 4.64 ± 0.61 mm. Mediánové hodnoty pro samce 4.68 mm a pro samice 4.7 mm jsou vyznačeny v krabicovém grafu (Obr. 21). Předpoklad normality i homogenity rozptylu bylo nutné zamítnout (Tab. 22). Šířku báze krovek lze považovat u obou pohlaví za shodnou (Randomizační test 1000 i 5000 iterací: $p > 0.05$; Tab. 23).



Obrázek 21: Krabicový graf šířky na bázi krovek u klikorooha borovéhoho podle pohlaví

Tabulka 22: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr EB

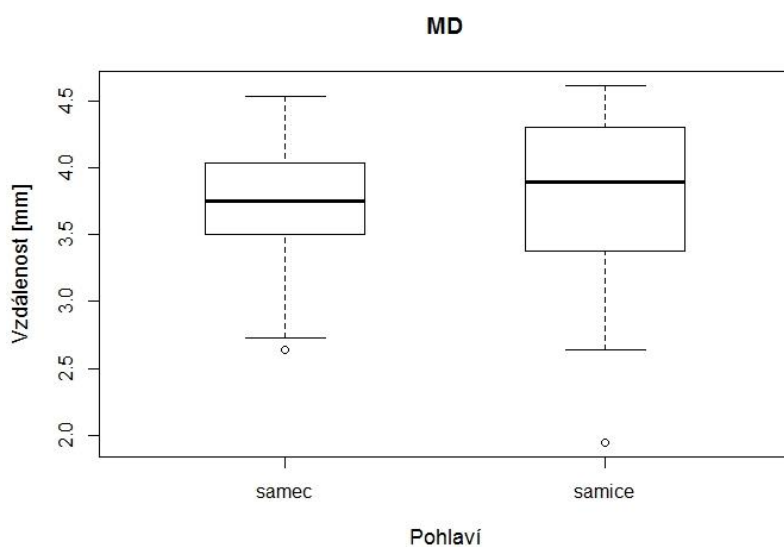
EB	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	vyšší špičatost	$p = 0.127$ <i>přijata</i>	<i>značně nerovnoměrný rozptyl</i>	$p = 0.07095$ <i>přijata</i>	$p = 0.01082$ <i>zamítnuta</i>
<i>samice</i> [♀]	nízká špičatost	$p = 0.03825$ <i>zamítnuta</i>			

Tabulka 23: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru EB

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - EB				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 0.8454$ <i>shodné</i>	$p = 0.8434$ <i>shodné</i>	$p = 0.8658$ <i>shodné</i>	$p = 0.416$ <i>shodné</i>	$p = 0.42$ <i>shodné</i>

5.1.12MD

Hloubka hrudi v nejhlubším místě měřila u samců průměrně 3.74 ± 0.40 mm a u samic průměrně 3.81 ± 0.57 mm. Mediánové hodnoty pro samce 3.75 mm a pro samice 3.89 mm jsou znázorněny v krabicovém grafu (Obr. 22). Předpoklad homogenity rozptylu a shody dat obou skupin s Gaussovým normálním rozdělením nebyl splněn (Tab. 24). Hloubku hrudi u obou pohlaví nelze považovat za rozdílnou (Randomizační test 1000 i 5000 iterací: $p > 0.05$; Tab. 25).



Obrázek 22: Krabicový graf hloubky hrudi u klikoroha borového podle pohlaví

Tabulka 24: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr MD

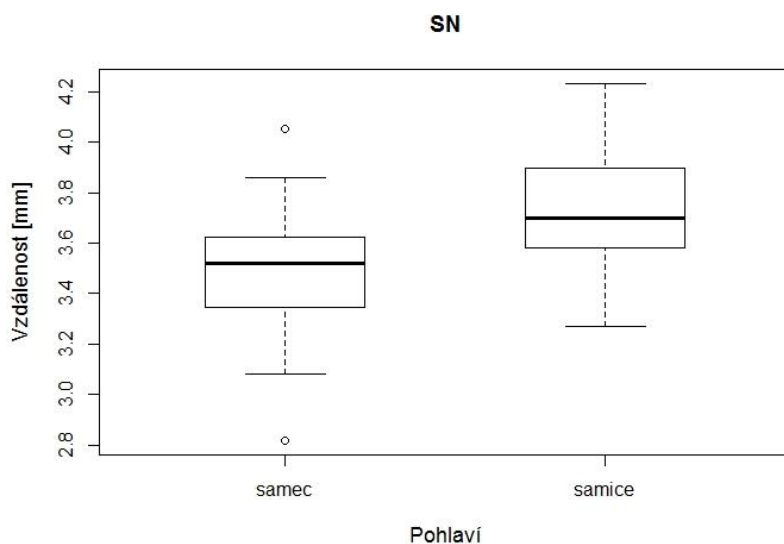
MD	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	přijata	$p = 0.3879$ přijata	vizuálně rozptyly shodné	$p = 0.0084$ zamítnuta	$p = 0.0133$ zamítnuta
<i>samice</i> [♀]	levostranná šikmost	$p = 0.0061$ zamítnuta			

Tabulka 25: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru MD

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - MD				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 0.4393$ shodné	$p = 0.431$ shodné	$p = 0.2119$ shodné	$p = 0.786$ shodné	$p = 0.7808$ shodné

5.1.13SN

Poměr šířky a délky nosce (SL/NP) nabýval u samců hodnot průměrně 3.48 ± 0.22 mm a u samic průměrně 3.72 ± 0.21 mm. Mediánové hodnoty pro samce 3.52 mm a pro samice jsou znázorněny v krabicovém grafu (Obr. 23). Předpoklad normality a homogeneity rozptylu byl splněn (Tab. 26). Poměr šířky ku délce nosce nelze mezi pohlavími považovat za shodný (t-test: $p < 0.001$; Tab. 27).



Obrázek 23: Krabicový graf poměru délky a šířky nosce u klikoroha borového podle pohlaví

Tabulka 26: Posouzení předpokladů normality a homogeneity rozptylu pro parametr SN

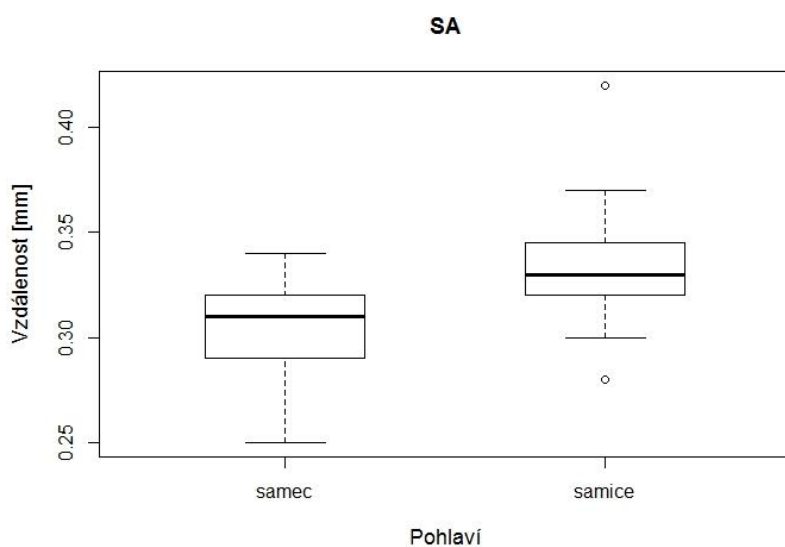
SN	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
samec [♂]	přijata	$p = 0.4537$ přijata	shodné	$p = 0.8438$ přijata	$p = 0.82$ přijata
samice [♀]	přijata	$p = 0.248$ přijata			

Tabulka 27: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru SN

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - SN				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 6.06 \times 10^{-9}$ rozdílné	$p = 6.577 \times 10^{-9}$ rozdílné	$p = 5.204 \times 10^{-8}$ rozdílné	$p = 0$ rozdílné	$p = 0$ rozdílné

5.1.14SA

Proporce zakončení nosce dána poměrem MA/SL nabývala hodnot u samců průměrně $3.04 \times 10^{-1} \pm 1.97 \times 10^{-2}$ mm a u samic průměrně $3.34 \times 10^{-1} \pm 2.00 \times 10^{-2}$ mm. Mediánové hodnoty pro samce 3.10×10^{-1} mm a pro samice 3.30×10^{-1} mm jsou vyznačeny v krabicovém grafu (Obr. 24). Shodu s normálním rozdělením bylo nutné vzhledem k diskrétnímu charakteru naměřených hodnot parametru SA u obou pohlaví zamítnout (Tab. 28), předpoklad homogenity rozptylu mezi porovnávanými skupinami byl přijat (Tab. 28). Délku koncové části nosce vůči celé délce nosce, nelze považovat mezi samci a samicemi za shodnou (Wilcoxonův test: $p < 0.001$; Tab. 29).



Obrázek 24: Krabicový graf proporce zakončení nosce u klikoroha borového podle pohlaví

Tabulka 28: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr SA

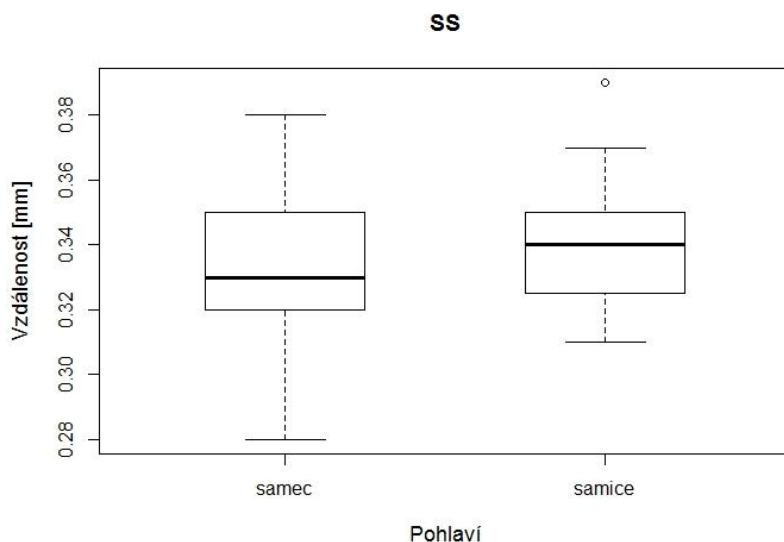
SA	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	diskrétní	$p = 0.0292$ zamítnuta	<i>shodné</i>	$p = 0.9007$ přijata	$p = 0.7133$ přijata
<i>samice</i> [♀]	diskrétní	$p = 0.0002$ zamítnuta			

Tabulka 29: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru SA

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - SA				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 4.93 \times 10^{-14}$ rozdílné	$p = 4.978 \times 10^{-14}$ rozdílné	$p = 5.565 \times 10^{-13}$ rozdílné	$p = 0$ rozdílné	$p = 0$ rozdílné

5.1.15SS

Poměr délky nosce a krovek (SL/EL) nabýval u samců průměrných hodnot $3.33 \times 10^{-1} \pm 2.16 \times 10^{-2}$ mm a u samic průměrně 0.34 ± 0.02 mm. Mediánové hodnoty u samců 3.30×10^{-1} mm a u samic 0.34 mm jsou znázorněny v krabicovém grafu (Obr. 25). Shodu s normálním rozdělením bylo nutné vzhledem k diskrétnímu charakteru naměřených hodnot parametru SS u obou pohlaví zamítnout (Tab. 30), předpoklad homogenity rozptylu mezi porovnávanými skupinami bylo nutné zamítnout, vzhledem k značnému vizuálnímu rozdílu, patrnému na krabicovém grafu (Obr. 25; Tab. 30). Poměr délky nosce a krovek nelze mezi pohlavími považovat za shodný (Randomizační test 1000 i 5000 iterací: $p < 0.001$; Tab. 31).



Obrázek 25: Krabicový graf poměru délky nosce u klikoroha borového podle pohlaví

Tabulka 30: Posouzení předpokladů normality a homogenity rozptylu pro parametr SS

SS	POSOUZENÍ NORMALITY		POSOUZENÍ HOMOGENITY ROZPTYLU		
	QQ graf	Shapiro-Wilkův test	Krabicový graf	F-test	Levenův test
<i>samec</i> [♂]	diskrétní	$p = 0.2087$ přijata	samci výrazně větší rozptyl	$p = 0.1064$ přijata	$p = 0.1957$ přijata
<i>samice</i> [♀]	diskrétní	$p = 0.009977$ zamítnuta			

Tabulka 31: Výsledky statistických testů o shodě středních hodnot parametru SS

TESTY STŘEDNÍCH HODNOT - SS				
t-test	Welchův t-test	Wilcoxonův test	Randomizační test	
			1000 permutací	5000 permutací
$p = 0.09877$ shodné	$p = 0.1028$ shodné	$p = 0.1041$ shodné	$p = 0$ rozdílné	$p = 0$ rozdílné

5.2 Výsledky diskriminační analýzy

Nejvhodnější diskriminační model byl nalezen v šesti krocích, protokol krokové analýzy je umístěn v příloze 7. Během tvorby modelu byly postupně zařazeny parametry SA, SN, PL, MA a EB. Zařazením parametru EB došlo k výraznému oslabení třídící schopnosti u parametru SA, který byl v následujícím kroku vyřazen. Při odstranění kteréhokoliv parametru (SN, PL, MA a EB) by došlo k významnému snížení diskriminovat (sloupec *Removed F-Prob* při $\alpha = 0.05$; Tab. 32). Z tabulky 32 dále vidíme, že parametry MA a SN mají schopnost třídění sami o sobě (sloupec *Alone*).

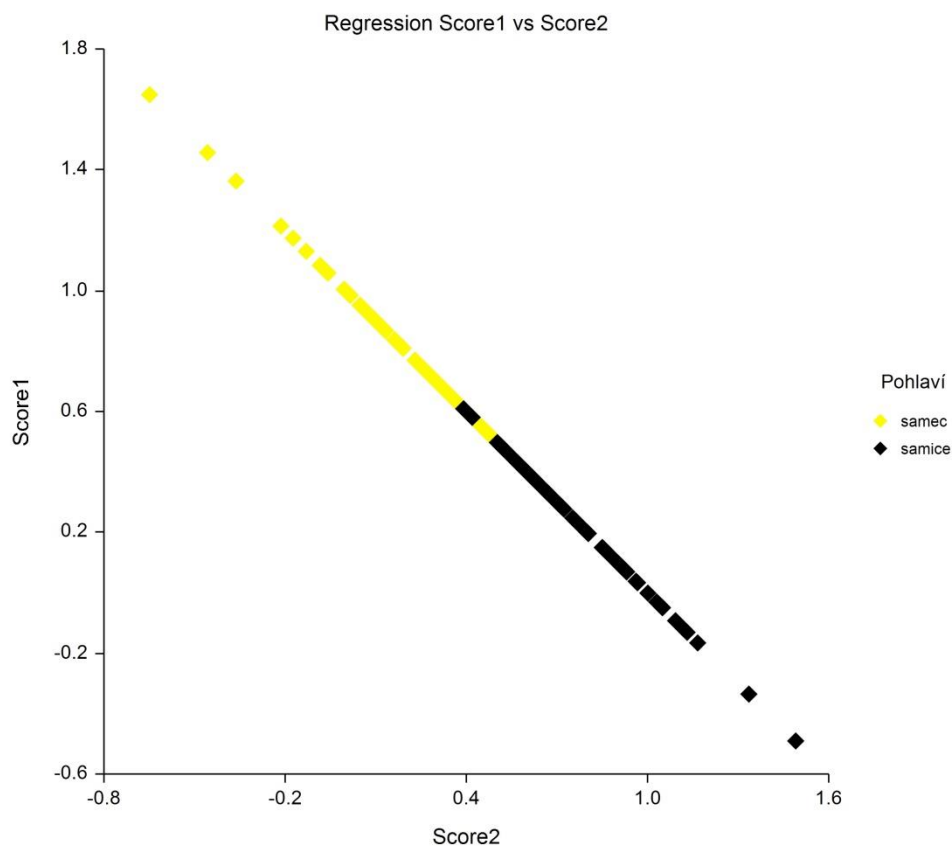
Tabulka 32: Vliv proměnných na predikční model

Variable Influence Section							
Variable	Removed Lambda	Removed F-Value	Removed F-Prob	Alone Lambda	Alone F-Value	Alone F-Prob	R-Squared Other X's
MA	0.590021	84.77	0.000000	0.762965	38.83	0.000000	0.629951
PL	0.964438	4.50	0.035948	0.999848	0.02	0.890518	0.863151
EB	0.955426	5.69	0.018583	0.999695	0.04	0.845373	0.871240
SN	0.921326	10.42	0.001603	0.762172	39.00	0.000000	0.274452

Odhady neznámých diskriminačních koeficientů na základě regrese udává Tab. 33. První řádek hodnot obsahuje absolutní člen, další řádky přísluší jednotlivým znakům. V tabulce jsou dvě diskriminačních funkcí, které tvoří dva sloupce, pro každé pohlaví jedna funkce. Graf regresního skóre (Obr. 26) ukazuje na vysokou schopnost modelu třídít, i když je patrný jistý překryv mezi skupinami.

Tabulka 33: Regresní koeficienty predikčního modelu

Regression Coefficients		
Variable	Pohlaví	
	samec	samice
Constant	2.246083	-1.246083
MA	-4.293464	4.293464
PL	0.4689665	-0.4689665
EB	0.3642626	-0.3642626
SN	-0.468698	0.468698



Obrázek 26: Graf regresního skóre

Úspěšnost nalezeného diskriminačního modelu nám udává tabulka 34. Celkový počet klasifikovaných objektů ve třídách uvádí sloupec *Predicted - Total*. Počet objektů, které byly zařazeny modelem v příslušné třídě je uveden v posledním řádku (*Actual - Total*). Počet správně klasifikovaných případů je na diagonále (tj. 52 samců), Počet samců, kteří byli modelem klasifikováni jako samice, byl 8 a naopak samice klasifikované jako samci byly 3. Úspěšnost třídění samic je poněkud vyšší. Celkovou očekávanou úspěšnost třídění diskriminačního modelu nám udává *Reduction in classification error due to X's* (Tab. 34). Tato úspěšnost resp. omezení v důsledku chybné klasifikace se vypočte jako [součet hodnot na diagonále mínus počet objektů (N) dělený počtem proměnných (k)]; tedy $\frac{\sum \text{diag} - N/k}{N - N/k}$. Očekávaná úspěšnost třídění pohlaví klikoroha borového s použitím nalezeného modelu je 82,7%.

Tabulka 34: Úspěšnost klasifikace

Classification Count Table for Pohlavi

Actual	Predicted		Total
	samec	samice	
samec	52	8	60
samice	3	64	67
Total	55	72	127

Reduction in classification error due to X's = 82.7%

Reduction in classification error due to X's = MA, PL, EB, SN

6 Diskuze

Studie zabývající se klikorohem borovým nebo jemu příbuzným druhům dosud uvádí, že dospělci se liší pouze celkovou velikostí těla a to tak, že samice nabývají větší velikosti. Dále konstatují, že samice mají větší rozpětí velikosti, tedy samci jsou velikostně kompaktnější (MODLINGER & KNÍŽEK 2009; NOVÁK 1965; TEDER & TAMMARU 2005). V tomto se shodují například se studií od VAN RENSBURG et al. (2003), kde zkoumají morfologii 6 druhů nosatců a jako pohlavně dimorfní parametr označují právě celkovou velikost těla. Z příloh 1 a 2 vyplývá, že výsledky tohoto výzkumu potvrzují, že samice mají ve všech parametrech větší rozpětí velikostí a jsou celkově větší. Jako parametry, které určují celkovou velikost těla, uvažují součet průměrných EL (délka krovek) a průměrných PL (délka středohrudi).

Dále studie zmiňují jako jediný spolehlivý prostředek na rozpoznání pohlaví (kromě ohledání pohlavních orgánů) tvar prvního zadečkového článku, kdy ho samci mají drobně promáčklý, samice naopak vystouplý do tvaru šipky nebo tvar posledního zadečkového článku, který ale není tak zřetelný. Obě tyto metody vykazují úspěšnost nad 90% (ÖHRN et al. 2008; WILSON et al. 1966; NOVÁK 1965). Při lineárním statistickém testování jednotlivých parametrů u obou pohlaví dospělců klikoroha borového nebyl ověřen žádný parametr jako pohlavně dimorfní s výjimkou parametru SN. Parametr SN je indexový parametr vyjádřený poměrem délky nosce a šířky nosce v nejužším místě. Testy ukázaly, že samice mají tento poměr vyšší a dá se tedy konstatovat, že jejich nosec je robustnější než u samců. Toto tvrzení koresponduje se studií WILHELMA et al (2011), která se zabývala blíže velikostí nosce nosatce *Rhopalapion longirostre*. Výsledkem bylo zjištění, že samice mají nosec delší, robustnější a celkově svalnatější než samci. Důvodem je pravděpodobně využívání nosce při kladení vajec a podobně to může být i u klikoroha borového. Konkrétní důkazy tohoto tvrzení by musela doložit studie zaměřená konkrétně na nosec, jeho strukturu a proces kladení v půdě.

Pomocí diskriminační analýzy byly v této práci stanoveny čtyři parametry, jejichž kombinací je možné docílit třídění pohlaví s vysokou spolehlivostí 82,7%. Jedná se o parametry MA (vzdálenost mezi vkloubení Scapu a kusadly, PL (délka pronota), EB (šířka krovek v bázi) a SN poměr délky a šířky nosce. Do druhé skupiny parametrů, které se při třídění pohlaví neosvědčily, patří všechny ostatní tedy: FL, FW, Scapus, NP, SL, EL, EA, PW, MD, SA a SS. Přítomnost parametrů SN a MA (oba parametry vyjadřují proporce nosce) ve skupině, která třídí, není velkým překvapením vzhledem k výše zmíněné studii WILHELMA et al (2011), kde samice mají robustnější nosec než samci. Parametry EB a PL také nejsou příliš překvapivé, protože k podobným výsledkům došli TAMBE et al (2013), kteří zkoumali nosatce *Rhynchophorus phoenicis*. Ověřili, že šířka krovek a délka pronota se mezi pohlavími významně liší. Naopak překvapivé je zjištění, že parametry SL a NP, které jsou charakteristikami tvaru nosce do výběru parametrů, které třídí, nezapadli a to i přesto, že poměrový parametr SN, jehož jsou oba součástí, byl vyhodnocen jako třídící. Dalším překvapením je nevýznamnost délky Scapu, jakožto součásti tykadla. Tento výsledek je v rozporu s výsledkem, ke kterému došel WILHELM, et al (2011), který ověřil, že Scapus nabývá větších rozměrů u samic. Vychází to pravděpodobně z rozdílu velikostí nosců, který je v některých případech dost markantní (v některých případech mají samice až dvakrát větší nosec než samci). Rozdíl velikosti nosců mezi pohlavími klikoroha borového, jak vychází z předchozího textu, je minimální. Dále je zvláštní nevýznamnost parametru EL, který by měl jakožto největší délkový parametr reprezentovat rozdílnost celkové velikosti obou pohlaví (spolu s PL, který se v kombinaci čtyř parametrů jako užitečný osvědčil).

S velikostí jednotlivých parametrů a celého brouka může souviset nadmořská výška, ve které byli brouci nasbíráni. U brouků totiž jako u jiných živočichů platí Bergmanovo pravidlo – v chladnějších podmínkách mají živočichové větší tělo než v teplejších podmínkách. V návaznosti na toto pravidlo může docházet k tomu, že samice investují méně do nosce, který mají jinde lépe vyvinutý než samci (např. pro lepší kladení vajec) a naopak investují do většího těla (PAINTING et al. 2014). Mohlo by to znamenat, že na broucích nasbíraných v nižších polohách by mohly být zaznamenány větší rozdíly mezi pohlavími

na jednotlivých parametrech. Zároveň to může znamenat, že na lokalitě, kde se nasbírání brouci vyskytovali, panovaly chudší podmínky a samice proto byly menší vzhledem k samcům než jinde, protože jsou citlivější na okolní prostředí než samci (TEDER & TAMMARU 2005). Tyto hypotézy by však musel potvrdit nebo vyvrátit další výzkum klikoroha borového zaměřený na sběr materiálu v různých nadmořských výškách a z různých okolních podmínek. Poměr pohlaví vyplývající z výsledků této práce je zhruba vyvážený, což koresponduje s výsledky studie týkající se nosatce *Rhynchophorus phoenicis* (TAMBE et al 2013). Zároveň odporuje výsledkům týkajících se přímo *Hylobius abietis*, kde se uvádí poměr 60:40 ve prospěch samic (KOMÁREK 1924). Podle mého názoru je tato odchylka způsobena nízkým počtem nasbíraných jedinců a ve skutečnosti se blíží poměru, který uvádí KOMÁREK (1924).

7 Závěr

Z výsledků vyplývá, že jediným morfologickým parametrem, který by se dal považovat za pohlavně dimorfní, vedle celkové velikosti těla, jsou proporce nosce. Skutečnost, že za pomoci čtyř parametrů (MA, PL, EB a SN) je možné spolehlivě třídit pohlaví, může být v budoucnu užitečná při dalších podobných výzkumech. Bylo by totiž možné měřit nižší počet parametrů. Místo původních 15, by stačilo naměřit jen 5, což by vedlo k velké časové úspoře při sběru dat. Dále se pro účely morfologických studií ukazují užitečné poměrové parametry, složené z jinak nevýznamných prvků. Hledání těchto indexů by mohl být poklad pro další morfologicko-morfometrický výzkum, který by se nemusel týkat jen *Hylobius abietis*.

8 Použitá literatura:

BÍLÝ, S. *Krascovití, Buprestidae*. 1. vyd. Praha : Academia, 1989. 111 s. ISBN 80-200-0030-5.

CROWLEY, P.H. Resampling methods for computation-intensive data analysis in ecology and evolution. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1992, vol. 23, no. 1, s. 405-447.

Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 101 ze dne 28. března 1996, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážce. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1996, částka 33, s. 1124–1127. Dostupné také z WWW: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=101/1996&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>. ISSN 1211-1244.

Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 236 ze dne 18. července 2000, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 101/1996 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážce. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2000, částka 72, s. 3424–3430. Dostupné také z WWW: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=236/2000&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>. ISSN 1211-1244.

Česko. Vláda. Zákon č. 289 ze dne 3. listopadu 1995 o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). 1995, částka 76, s. 3946–3967. Dostupné také z WWW: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=289/1995&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>. ISSN 1211-1244.

ČÍŽEK, H. Marshal suSCon – nový přípravek na ochranu kultur proti klikorohu borovému. *Lesnická práce*. 1993, vol. 72, no. 3, s. 78-80. ISSN 0322-9254.

EIDMANN, H. H. *Hylobius* Schönh. In SCHWENKE, W. (ed.). *Die Forstschädlinge Europas : Ein Handbuch in fünf Bänden : Zweiter Band : Käfer*. 1. vyd. Hamburg, Berlin : Paul Parey, 1974, s. 275–293. ISBN 3-490-11016-1.

ESCHERICH, F. *Die Forstinsekten Mitteleuropas*. 2. vVyd. Berlin : Paul Parey, 1923, . 664 s.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M.S. *Evolution of the insects*. 2. vyd. New York : Cambridge University Press, 2005. 755 s. ISBN 978-0-521-82149-0.

HELMS; K. R. Sexual Size Dimorphism and Sex Ratios in Bees and Wasps. *The American Naturalist*. 1994, vol. 143, no. 3, s. 418-433

HESSE, G.; KAUTH, H.; WÄCHTER R. Frasslockstoffe beim Fichtenrüsselkäfer *Hylobius abietis*. *Zeitschr. 1955. Angew. Entom.* 37. S. 238-244

HEYROVSKÝ, L.; SLÁMA, M. *Tesaříkovití – Cerambycidae*. 2. vyd. Zlín : Kabourek, 1992. 368 s. ISBN 80-901466-0-0.

HINTZE, J. L. *NCSS 8*. Kaysville : NCSS 2012. 2823 s.

HOFF, K. *R-Manual for Biometry*. Bachelor Thesis, University of Hannover, 2005, 125 s.

HOWELL, V. D. Insect Morphometrics. *Annual Reviews Entomology*. 1985, vol. 30, s. 415-438.

HŮRKA, K. *Brouci České a Slovenské republiky / Beetles of the Czech and Slovak Republics*. 1. vyd. Zlín : Kabourek, 2005. 390 s. ISBN 80-86447-11-1.

HŮRKA, K.; ČEPICKÁ, A. *Rozmnožování a vývoj hmyzu*. 1. vyd. Praha : SPN, 1978. 224 s. ISBN 14-085-81.

JASIČ, J. Dimorfismus. In JASIČ, J. *Entomologický naučný slovník*. 1. vyd. Bratislava : Příroda, 1984, s. 97.

KAUTH, H.; MADEL, W. Über die Ergebnisse der im Schwarzwald und Hunsrück von 1952 bis 1954 durchgeführten Freilandversuche zur Anlockung des grossen braunen Rüsselkäfers *Hylobius abietis* L., mit Lockstoffen. 1955. *Angew. Ent.* 37 (2). S. 249-9.

KOMÁREK, J. Několik dat z biologie klikoroha (*Hylobius abietis*) na Slovensku. *Lesnická práce.* 1924, vol., no. 3, s. 370-373 ISSN 0322-9254.

LEVERTON, R. *Enjoying moths.* 1. vyd. London : Academic Press, 2001. 276 s. ISBN 0-85661-124-7.

MELOUN, M.; MILITKÝ, J.; HILL, M. *Počítačová analýza vícerozměrných dat v příkladech.* 1. vyd. Praha : Academia, 2005. 449 s. ISBN 80-200-1335-0.

MODLINGER, R. Možnosti Ochrany výsadeb proti klikorohu borovému. *Lesnická práce.* 2012, vol. 91, no. 4, s. 52-53. ISSN 0322-9254.

MODLINGER, R. LIŠKA, J. Zajímavé případy výskytu lesního hmyzu v roce 2011. *Lesnická práce.* 2012, vol. 91, no. 1, s. 38-39. ISSN 0322-9254.

MODLINGER, R.; KNÍŽEK, M. Klikoroh borový *Hylobius abietis* (L.). *Lesnická práce.* 2009, vol. 88, no. 10, s. I-IV. ISSN 0322-9254

MRÁČEK, Z. Kontrola klikoroha, hlavní zásady prognózy a obranná opatření. *Lesnická práce.* 1989, vol. 78, no. s. 113-116. ISSN 0322-9254.

MRÁČEK, Z.; ŠRŮTKA, P. Stav znalostí a možnostech obrany proti klikorohu borovému (*Hylobius abietis* L.) v zemích Evropy. *Zprávy lesnického výzkumu.* 1984

NOVÁK, V. Klikoroh borový. *Lesnické aktuality.* 1.vyd. SZN : Praha, 1965, vol. 18, 5-? 90 s. ISBN 07-014-65.

NOVÁK I.; SEVERA, Z. *Motýli.* 1. vyd. Praha : Aventinum, 1990. 368 s. ISBN 80-7151-210-9.

NOVÁK, V.; HROZINKA, F.; STARÝ, B. *Atlas hmyzích škůdců lesních dřevin*. Praha : SZN, 1974. 128 s.

OBENBERGER, J. *Entomologie I*. 1. vyd. Praha : Přírodovědecké vydavatelství, 1952. 869 s.

ÖHRN, P.; KLINSBERG, M.; HOPKINS, G.; BJÖRKLUND, N. *The Canadian Entomologist*. 2008, vol. 140, no. 5, s. 617-620.

PAINTING, C. J.; BUCKLEY, T. R., HOLWELL, G. I. Weapon allometry varies with latitude in the New Zealand giraffe weevil. *Journal of Evolutionary Biology*. 2014, vol. 27, s. 2864-2870.

QUINN, G.P.; KEOUGH, M.J. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge University Press : New York, 2002, 537 s. ISBN 978-0-511-07812-5

R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013. URL <http://www.R-project.org/>.

SHINE, R. Determinants of Sexual Differences in Adult Body Size. *The American Naturalist*. 1990, vol. 135, no. 2, s. 278-283

SCHWENKE, W. Zur Bionomie und Gradiologie des grossen braunen Rüsselkäfers *Hylobius abietis* L. Beitr. Ent 6 (3/4). 1. Vyd. 1956. 245-273 s.

TAMBE, T. T.; RIOLO, P.; OKOLLE, J. N.; ISIDORO, N, FANCIULLI, P. P.; DALLAI, R. Sexual size differences and colour polymorphism of *Rhynchophorus phoenicis* in the Southwest region of Cameroon. *Bulletin of Insectology*. 2013, vol. 66, no. 1, s. 153-159. ISSN 1721-8861.

TEDER, T.; TAMMARU, T. Sexual size dimorphism within species increases with body size in insects. *Oikos*. 2005, vol. 108, s. 321-334.

WILHELM, G.; HANDSCHUH, S.; PLANT, J.; NEMESCHKAL, H. L. *Biological Journal of the Linnean Society*. 2011, vol. 104, s. 642-660.

WILSON, L. F.; WADDEL, C. D. MILLERS, I. A Way to Distinguish Sex of Adult *Hylobius* Weevils in the Field. *The Canadian Entomologist*. 1966, vol. 98, s. 1118-1119.

ZAHRADNÍK, J. *Blanokřídli*. 1. vyd. Praha : Artia, 1987. 184 s. ISBN 59-271-83.

ZUUR, A.; IENO, E.N.; MEESTERS, E.H.W.G. *A Beginner's Guide to R*. Springer : New York, 2009, 218 s. ISBN 978-0-387-93836-3

9 Přílohy

Příloha 1: Statistické údaje - Samci	79
Příloha 2: Statistické údaje - Samice	79
Příloha 3: Rankitový graf parametrů FL, FW, Scapus a NP pro samce a samice klikoroha borového	80
Příloha 4: Rankitový graf parametrů MA, SL, EL a EA pro samce a samice klikoroha borového	81
Příloha 5: Rankitový graf parametrů PL, EB, PW, MD pro samce a samice klikoroha borového	82
Příloha 6: Rankitový graf parametrů SN, SA, SS pro samce a samice klikoroha borového	83
Příloha 7: Protokol jednotlivých kroků při tvorbě diskrimačního modelu	84
Příloha 8: PL 4 a PL 7 v porostní mapě	85
Příloha 9: PL 17 a PL 19 v porostní mapě	85
Příloha 10: PL 13 v porostní mapě	86

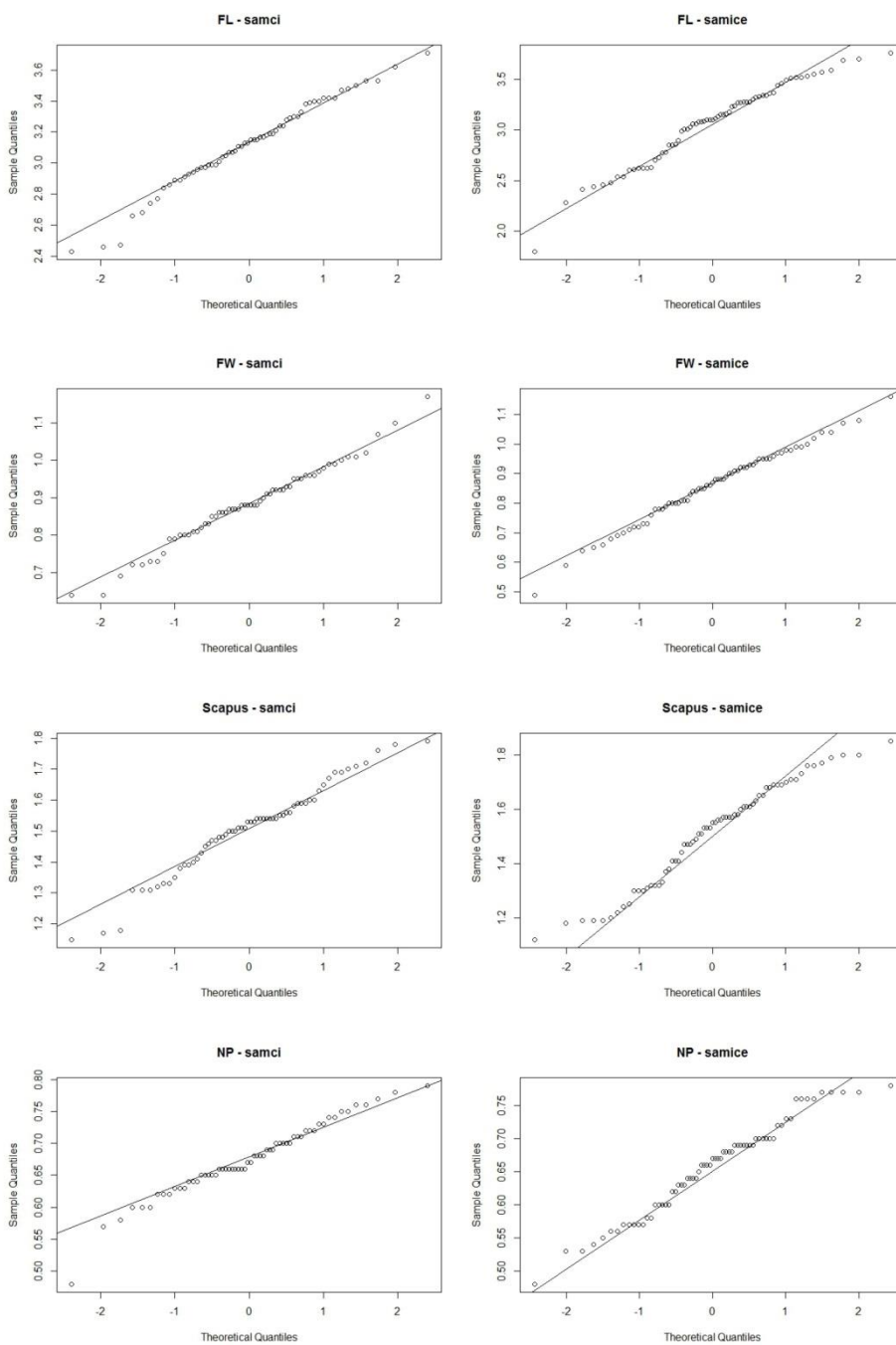
Příloha 1: Statistické údaje – Samci (v mm)

Samci	FL	FW	Scapus	NP	MA	SL	EL	EA	PL	EB	PW	MD	SN	SA	SS
minimum	2,43	0,64	1,15	0,48	0,52	1,76	5,08	1,71	2,31	3,31	2,51	2,64	2,82	$2,5 \times 10^{-1}$	$2,8 \times 10^{-1}$
maximum	3,71	1,17	1,79	0,79	0,85	2,73	8,60	2,96	3,88	5,86	4,25	4,53	4,05	$3,4 \times 10^{-1}$	$3,8 \times 10^{-1}$
rozpětí	1,28	0,53	0,64	0,31	0,33	0,97	3,52	1,25	1,57	2,55	1,74	1,89	1,23	9×10^{-2}	$1,00 \times 10^{-1}$
medián	3,14	0,88	1,53	0,67	0,71	2,37	7,08	2,25	3,26	4,68	3,52	3,75	3,52	$3,1 \times 10^{-1}$	$3,30 \times 10^{-1}$
průměr	3,12	0,88	1,51	0,68	0,71	2,35	7,07	2,28	3,25	4,66	3,52	3,74	3,48	$3,04 \times 10^{-1}$	$3,33 \times 10^{-1}$
rozptyl	0,08	0,01	0,02	$0,32 \times 10^{-2}$	0,01	0,05	0,52	0,07	0,11	0,23	0,12	0,16	0,05	$3,88 \times 10^{-4}$	$4,66 \times 10^{-4}$
směrodatná odchylka	0,28	0,10	0,14	0,06	0,08	0,22	0,72	0,26	0,33	0,48	0,35	0,40	0,22	$1,97 \times 10^{-2}$	$2,16 \times 10^{-2}$

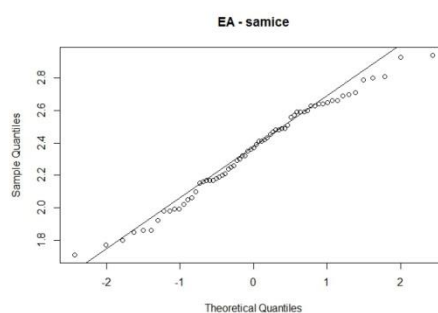
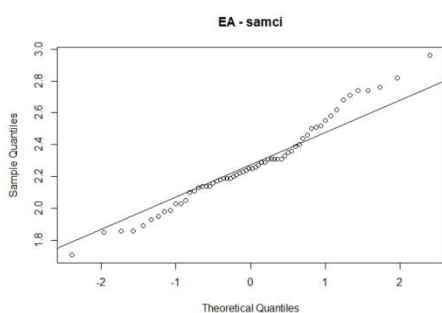
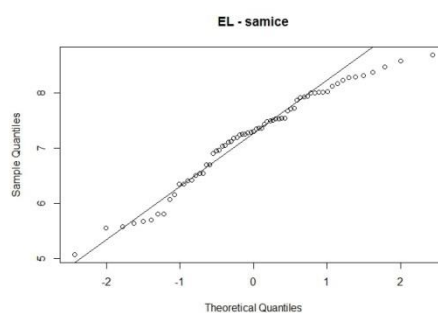
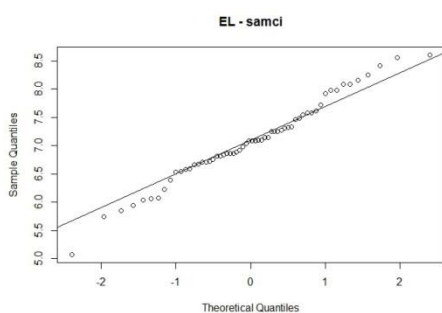
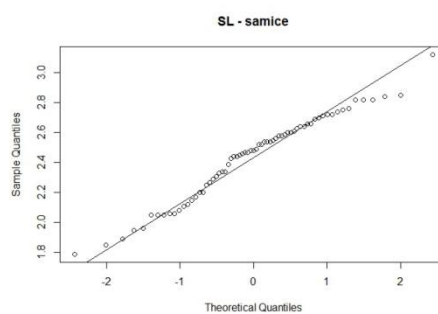
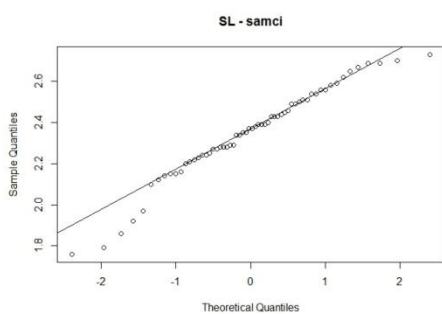
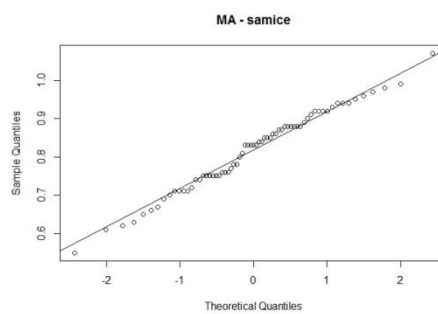
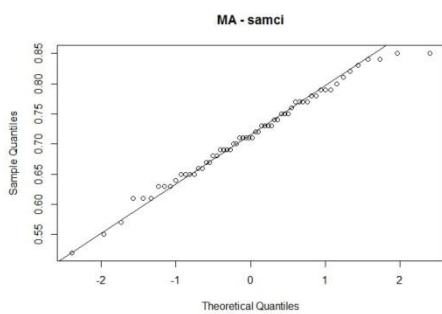
Příloha 2: Statistické údaje – Samice (v mm)

Samice	FL	FW	Scapus	NP	MA	SL	EL	EA	PL	EB	PW	MD	SN	SA	SS
minimum	1,80	0,49	1,12	0,48	0,55	1,79	5,08	1,71	2,23	3,35	2,48	1,95	3,27	$2,8 \times 10^{-1}$	0,31
maximum	3,76	1,16	1,85	0,78	1,07	3,12	8,69	2,94	4,15	5,63	4,21	4,61	4,23	$4,2 \times 10^{-1}$	0,39
rozpětí	1,96	0,67	0,73	0,30	0,52	1,33	3,61	1,23	1,92	2,28	1,73	2,66	0,96	$1,4 \times 10^{-1}$	0,08
medián	3,10	0,87	1,55	0,67	0,83	2,48	7,30	2,37	3,22	4,70	3,58	3,89	3,7	$3,3 \times 10^{-1}$	0,34
průměr	3,06	0,86	1,51	0,66	0,82	2,44	7,22	2,35	3,24	4,64	3,48	3,81	3,72	$3,34 \times 10^{-1}$	0,34
rozptyl	0,16	0,02	0,03	49×10^{-4}	0,01	0,08	0,73	0,09	0,16	0,37	0,20	0,32	0,04	$4,01 \times 10^{-4}$	$3,09 \times 10^{-4}$
směrodatná odchylka	0,39	0,13	0,19	0,07	0,11	0,28	0,86	0,30	0,40	0,61	0,45	0,57	0,21	$2,00 \times 10^{-2}$	0,02

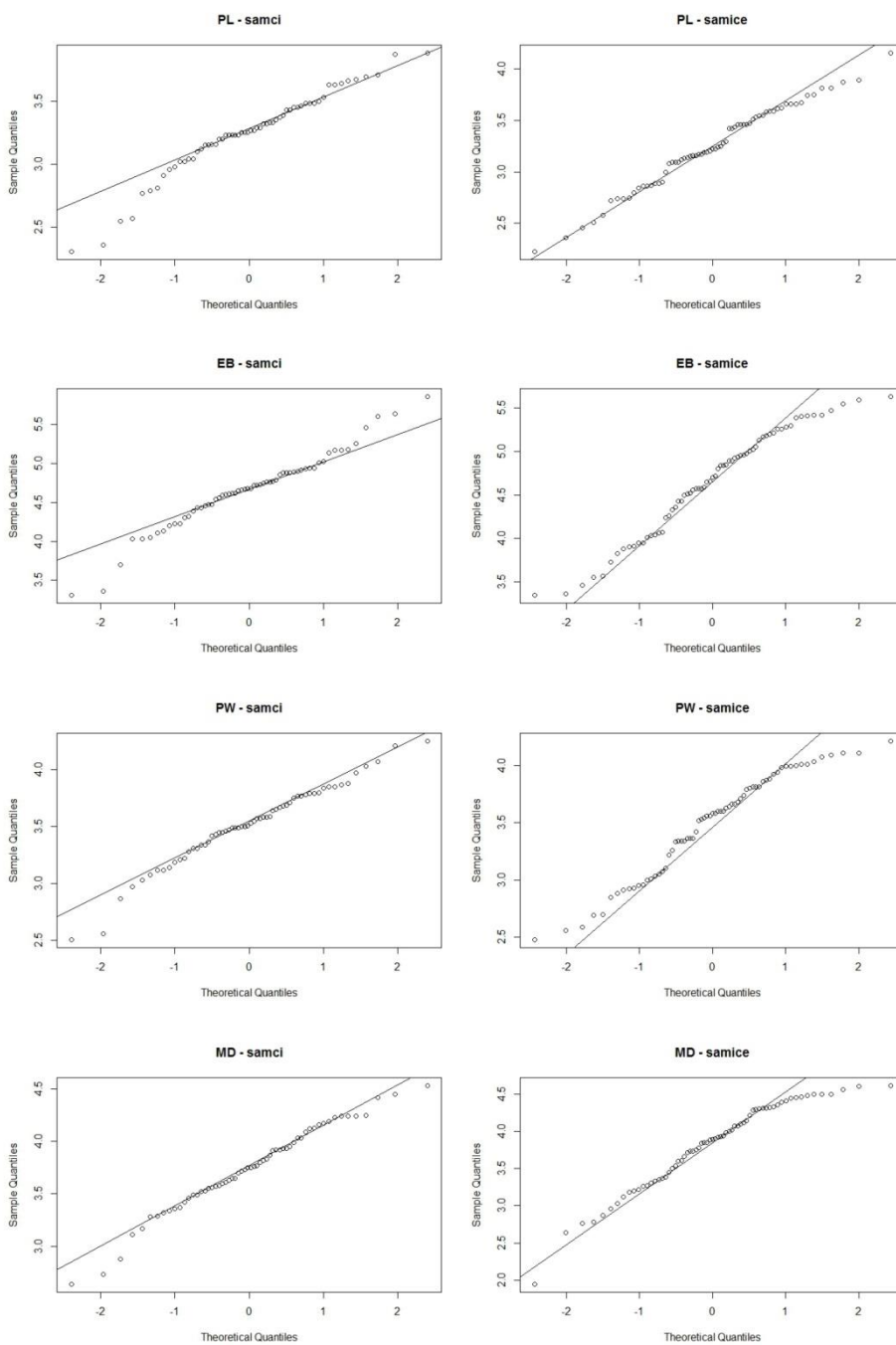
Příloha 3: Rankitový graf parametrů FL, FW, Scapus a NP pro samce a samice klikoroha borového



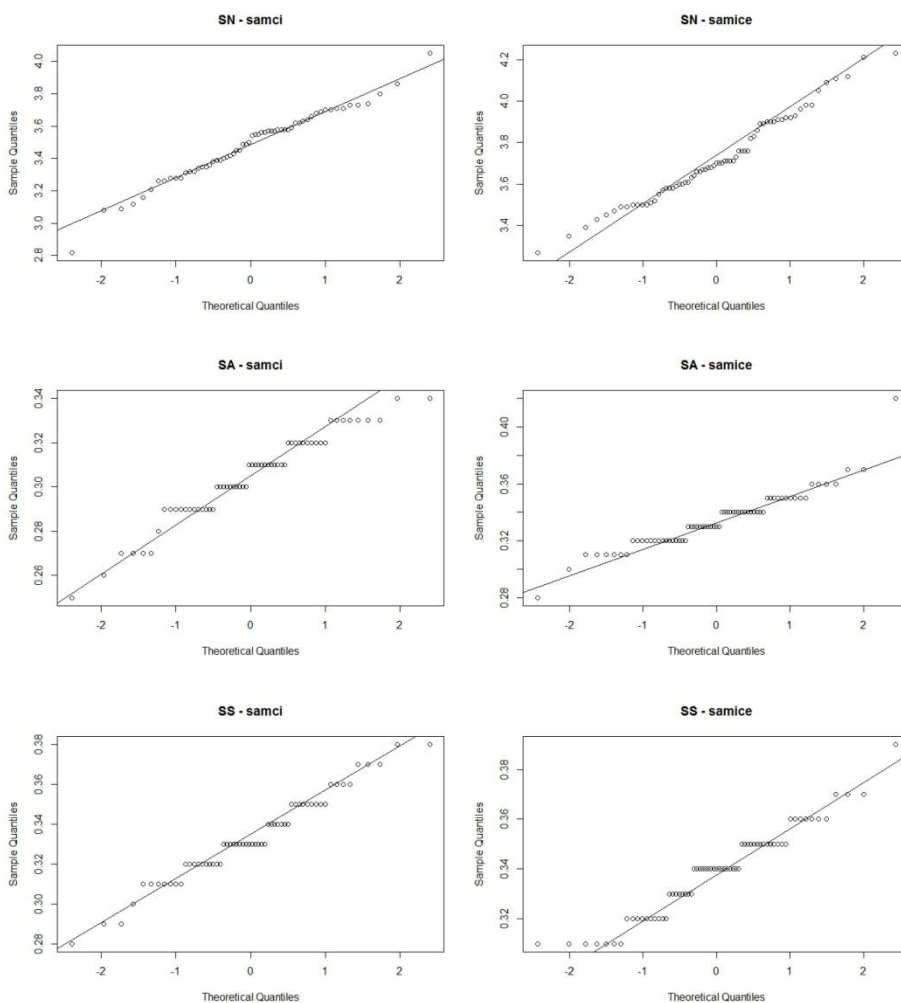
Příloha 4: Rankitový graf parametrů MA, SL, EL a EA pro samce a samice klikoroha borového



Příloha 5: Rankitový graf parametrů PL, EB, PW, MD pro samce a samice klikoroha borového



Příloha 6: Rankitový graf parametrů SN, SA, SS pro samce a samice klikoroha borového



Příloha 7: Protokol jednotlivých kroků při tvorbě diskrimačního modelu

Variable-Selection Detail Section - Step 0

Status	Independent Variable	Pct Chg In Lambda	F-Value	Prob Level	R-Squared Other X's
Out	FL	0.75	0.94	0.334487	0.000000
Out	FW	1.04	1.31	0.254440	0.000000
Out	Scapus	0.01	0.01	0.931670	0.000000
Out	NP	2.15	2.75	0.099964	0.000000
Out	MA	23.70	38.83	0.000000	0.000000
Out	SL	3.04	3.92	0.049867	0.000000
Out	EL	0.80	1.01	0.317659	0.000000
Out	EA	1.61	2.04	0.155219	0.000000
Out	PL	0.02	0.02	0.890518	0.000000
Out	EB	0.03	0.04	0.845373	0.000000
Out	PW	0.14	0.18	0.673736	0.000000
Out	MD	0.48	0.60	0.439305	0.000000
Out	SN	23.78	39.00	0.000000	0.000000
Out	SA	36.61	72.18	0.000000	0.000000
Out	SS	2.17	2.77	0.098770	0.000000

Overall Wilks' Lambda = 1.000000
Action this step: None

Variable-Selection Detail Section - Step 1

Status	Independent Variable	Pct Chg In Lambda	F-Value	Prob Level	R-Squared Other X's
In	SA	36.61	72.18	0.000000	0.000000
Out	FL	0.27	0.34	0.560875	0.005486
Out	FW	0.16	0.19	0.661317	0.013658
Out	Scapus	1.17	1.47	0.227242	0.016558
Out	NP	1.33	1.68	0.197809	0.008281
Out	MA	3.88	5.01	0.026867	0.355894
Out	SL	3.32	4.28	0.041035	0.002365
Out	EL	1.00	1.26	0.284453	0.000254
Out	EA	0.70	0.88	0.350309	0.009967
Out	PL	0.00	0.00	0.988571	0.000488
Out	EB	0.01	0.01	0.925817	0.000319
Out	PW	0.00	0.00	0.954132	0.004780
Out	MD	0.02	0.02	0.874920	0.009190
Out	SN	22.18	35.34	0.000000	0.039448
Out	SS	1.69	2.13	0.146631	0.005256

Overall Wilks' Lambda = 0.633935
Action this step: SA Entered

Variable-Selection Detail Section - Step 2

Status	Independent Variable	Pct Chg In Lambda	F-Value	Prob Level	R-Squared Other X's
In	SN	22.18	35.34	0.000000	0.039448
In	SA	35.27	67.58	0.000000	0.039448
Out	FL	2.03	2.55	0.113031	0.028662
Out	FW	1.31	1.63	0.204455	0.029970
Out	Scapus	0.62	0.77	0.382810	0.149159
Out	NP	0.22	0.28	0.600590	0.032972
Out	MA	0.06	0.08	0.781358	0.492253
Out	SL	0.27	0.33	0.565068	0.225412
Out	EL	0.06	0.08	0.780989	0.066868
Out	EA	0.41	0.51	0.478461	0.094797
Out	PL	2.20	2.77	0.098797	0.073468
Out	EB	1.72	2.15	0.145094	0.049423
Out	PW	1.23	1.53	0.218158	0.050331
Out	MD	1.09	1.36	0.246331	0.057539
Out	SS	0.23	0.28	0.595573	0.134116

Overall Wilks' Lambda = 0.493327
Action this step: SN Entered

Variable-Selection Detail Section - Step 3

Status	Independent Variable	Pct Chg In Lambda	F-Value	Prob Level	R-Squared Other X's
In	PL	2.20	2.77	0.098797	0.073468
In	SN	23.89	38.61	0.000000	0.109584
In	SA	34.92	66.00	0.000000	0.045291
Out	FL	0.11	0.13	0.716048	0.716721
Out	FW	0.00	0.00	0.947556	0.566759
Out	Scapus	1.17	1.44	0.232193	0.803599
Out	NP	4.83	6.19	0.014199	0.840494
Out	MA	6.68	8.73	0.003763	0.907507
Out	SL	4.44	5.67	0.018832	0.874803
Out	EL	1.84	2.29	0.133163	0.603786
Out	EA	0.10	0.12	0.729759	0.419222
Out	EB	0.02	0.03	0.867337	0.858765
Out	PW	0.65	0.79	0.374378	0.882831
Out	MD	0.06	0.07	0.787371	0.663397
Out	SS	0.11	0.14	0.710510	0.142742

Overall Wilks' Lambda = 0.482474
Action this step: PL Entered

Variable-Selection Detail Section - Step 4

Status	Independent Variable	Pct Chg In Lambda	F-Value	Prob Level	R-Squared Other X's
In	MA	6.68	8.73	0.003763	0.907507
In	PL	8.67	11.58	0.000901	0.831220
In	SN	11.53	15.91	0.000114	0.343271
In	SA	1.58	1.96	0.163820	0.782571
Out	FL	2.22	2.74	0.100401	0.758867
Out	FW	0.69	0.85	0.359446	0.599848
Out	Scapus	0.57	0.70	0.404619	0.883246
Out	NP	0.55	0.67	0.413783	0.982331
Out	SL	1.87	2.31	0.131156	0.990058
Out	EL	0.02	0.02	0.876571	0.731786
Out	EA	0.66	0.81	0.370108	0.512387
Out	EB	2.95	3.68	0.057338	0.906513
Out	PW	1.19	1.46	0.229591	0.929140
Out	MD	1.50	1.85	0.176704	0.745346
Out	SS	0.02	0.03	0.864974	0.147251

Overall Wilks' Lambda = 0.450266
Action this step: MA Entered

Variable-Selection Detail Section - Step 5

Status	Independent Variable	Pct Chg In Lambda	F-Value	Prob Level	R-Squared Other X's
In	MA	9.41	12.57	0.000558	0.938776
In	PL	3.01	3.76	0.054805	0.876937
In	EB	2.95	3.68	0.057338	0.906513
In	SN	6.46	8.35	0.004565	0.453725
In	SA	0.03	0.04	0.840067	0.842133
Out	FL	0.74	0.90	0.345433	0.800841
Out	FW	0.06	0.08	0.781082	0.648404
Out	Scapus	0.06	0.07	0.794221	0.894550
Out	NP	0.12	0.14	0.704644	0.983346
Out	SL	1.23	1.49	0.224796	0.990350
Out	EL	0.84	1.02	0.315705	0.808597
Out	EA	0.06	0.07	0.788439	0.681021
Out	PW	0.02	0.02	0.875343	0.963282
Out	MD	0.19	0.23	0.633487	0.808112
Out	SS	1.27	1.54	0.216341	0.341771

Overall Wilks' Lambda = 0.436967
Action this step: EB Entered

Variable-Selection Detail Section - Step 6

Status	Independent Variable	Pct Chg In Lambda	F-Value	Prob Level	R-Squared Other X's
In	MA	41.00	84.77	0.000000	0.629951
In	PL	3.56	4.50	0.035948	0.863151
In	EB	4.46	5.69	0.018583	0.871240
In	SN	7.87	10.42	0.001803	0.274452
Out	FL	0.77	0.94	0.333982	0.797013
Out	FW	0.07	0.09	0.767009	0.845449
Out	Scapus	0.09	0.11	0.741739	0.850253
Out	NP	0.10	0.12	0.726444	0.915571
Out	SL	0.35	0.42	0.515922	0.933396
Out	EL	0.70	0.86	0.356435	0.793151
Out	EA	0.06	0.08	0.782079	0.680594
Out	PW	0.00	0.00	0.946236	0.956858
Out	MD	0.20	0.25	0.620978	0.806656
Out	SA	0.03	0.04	0.840067	0.842133
Out	SS	1.30	1.59	0.209141	0.310191

Overall Wilks' Lambda = 0.437114
Action this step: SA Removed

Příloha 8: PL 4 a PL 7 v porostní mapě



Příloha 9: PL 17 a PL 19 v porostní mapě



Příloha 10: PL 13 v porostní mapě

