

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa



Vliv původní a nepůvodní skladby lesa na hmyz

**Effect of indigenous and non-indigenous tree species composition
on insect**

Diplomová práce

Autor práce: Helena Koutská

Vedoucí práce: RNDr. Adam Véle

2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vliv původní a nepůvodní skladby lesa na hmyz vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Jakuba Horáka, Ph.D. a RNDr. Adama Véleho a konzultantky Mgr. Terezy Loskotové a použila jsem pouze prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové 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 Dolní Radechové dne.....

Podpis autora

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Jakubovi Horákovi, Ph.D. za pomoc při terénních pracích, zapůjčení materiálu, konzultace a za cenné rady. Dále děkuji Mgr. Tereze Loskotové za pomoc s tříděním vzorků, poskytnutí dat a konzultace během zpracování diplomové práce a RNDr. Adamovi Vélemu za vedení práce a konzultace během zpracování.

A především děkuji rodině a blízkým za jejich čas, trpělivost a pochopení během psaní práce a během celého studia.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Mgr. Helena Koutská

Lesní inženýrství

Název práce

Vliv původní a nepůvodní skladby lesa na hmyz

Název anglicky

Effect of indigenous and non-indigenous tree species composition on insect

Cíle práce

Cílem práce je zjistit, zda je signifikantní rozdíl ve fauně hmyzu mezi porosty původního dubu zimního a nepůvodního smrku ztepilého v podmínkách hospodářských lesů mezi Chocní a Holicemi ve východních Čechách.

Metodika

V období jara instalovat pasivní nárazové pasti ve dvojicích v porostech dubu zimního a smrku ztepilého ve východních Čechách.

Průběžně provést třídění hmyzu do vyšších taxonomických skupin.

Data z jednotlivých ploch budou vyhodnocena a porovnána ve vhodném statistickém programu.

Doporučený rozsah práce

30 s.

Klíčová slova

Insecta, dub zimní (*Quercus petraea*), smrk ztepilý (*Picea abies*), hospodářské lesy

Doporučené zdroje informací

- Grove, S. J. (2002). Saproxylic insect ecology and the sustainable management of forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33, 1-23.
- Horak, J., Vodka, S., Kout, J., Halda, J. P., Bogusch, P., & Pech, P. (2014). Biodiversity of most dead wood-dependent organisms in thermophilic temperate oak woodlands thrives on diversity of open landscape structures. *Forest Ecology and Management*, 315, 80-85.
- Horak, J. (2013). Effect of site level environmental variables, spatial autocorrelation and sampling intensity on arthropod communities in an ancient temperate lowland woodland area. *PLoS ONE*, 8, e81541.
- Lehnert, L. W., Bäessler, C., Brandl, R., Burton, P. J., & Müller, J. (2013). Conservation value of forests attacked by bark beetles: Highest number of indicator species is found in early successional stages. *Journal for Nature Conservation*, 21, 97-104.
- Röder, J., Bäessler, C., Brandl, R., Dvořák, L., Floren, A., Goßner, M. M., & Müller, J. (2010). Arthropod species richness in the Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) canopy along an elevation gradient. *Forest Ecology and Management*, 259, 1513-1521.
- Weslien, J., & Schroeder, M. L. (1999). Population levels of bark beetles and associated insects in managed and unmanaged spruce stands. *Forest Ecology and Management*, 115, 267-275.
-

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

Vedoucí práce

RNDr. Adam Véle, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 27. 2. 2019

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 20. 04. 2019

Abstrakt

Tato diplomová práce pojednává o vlivu původní a nepůvodní skladby lesa na hmyz. Cílem práce bylo zjistit, zda existuje signifikantní rozdíl ve fauně hmyzu mezi porosty stanovištně původního dubu zimního (*Quercus petraea*) a nepůvodního smrku ztepilého (*Picea abies*) v podmínkách hospodářských lesů mezi Chocní a Holicemi ve východních Čechách. Úkolem práce bylo zajistit sběr odchyceného hmyzu, průběžně provést třídění dle vyšších taxonomických skupin, zpracovat výsledky ve vhodném statistickém programu a zjištěné výsledky interpretovat.

V dubnu 2015 byly instalovány pasivní nárazové pasti k odchytu hmyzu ve trojicích na 15 stanovištích v původním dubovém porostu a na 15 stanovištích v nepůvodním smrkovém porostu. Sběry vzorků probíhaly přibližně 1x za 4–5 týdnů. Vzorky byly vytrženy. Celkem bylo odchyceno a zařazeno do nižších taxonomických skupin 34 717 jedinců. Nejvyšší počet zástupců byl u dvoukřídlých - 11 663 jedinců, 10 800 brouků, 3823 blanokřídlých.

Závislost výskytu a abundance jednotlivých taxonů hmyzu na druhu dřeviny a otevřenosti korunového zápoje jsem statisticky ověřila.

Z výsledků je patrné, že vliv dřeviny (tj. dubu zimního a smrku ztepilého) a otevřenosti korunového patra na počet taxonů nemá signifikantní vliv. Vliv zápoje byl blízký průkaznosti a zdá se, že s rostoucím zápojem klesá počet odchycených taxonů. Výsadba smrků na nepůvodních stanovištích nemá vliv na početnost a diverzitu studovaných taxonů hmyzu.

Klíčová slova: dub, hmyz, hospodářské lesy, nárazová past, smrk

Abstract

This thesis is about effect of indigenous and non-indigenous tree species composition on insect. The aim was to determine whether a significant difference in fauna insect between stands original oak (*Quercus petraea*) and non-native Norway spruce (*Picea abies*) in terms of managed forests between towns Choceň and Holicice in eastern Bohemia, continuously perform sorting insect to higher levels of taxonomic groups and process results in an appropriate statistical program.

In April 2015 we were installed crossed – panel window traps for catching insect at 15 sites in the original oak stands and at 15 sites in the non-native spruce stands. Sample collection took place about 1 in 4-5 weeks. Samples were continuously classified.

Based on the number of detected insect taxa in both tree species, number of individuals and the values of the canopy was designed statistical evaluation. There were trapped and classified lower taxonomic groups of 34,717 individuals. The highest number was for *Diptera* - 11,663 individuals, 10,800 individuals of beetles (*Coleoptera*) and 3823 individuals of *Hymenoptera*.

Statistical evaluation showed that the effect of trees (i.e. sessile oak or Norway spruce) and canopy openness on the number of taxa was proved. Influence of canopy was a close it seems that a growing number decreases canopy caught taxa. Planting spruces at non-native sites does not affect the abundance and diversity of the studied insect taxa.

Key words: insect, managed forests, Norway spruce, sessile oak, window trap,

Obsah

Abstract	8
1. Úvod	11
2. Cíle práce	13
3. Rozbor problematiky původních a nepůvodních lesů	14
Biodiverzita	14
Definice lesa	15
Dřevinné složení našich lesů	17
4. Charakteristika přírodních poměrů ve sledované oblasti	18
Geologie území	18
Geomorfologie území	18
Hydrologie území	18
5. Hmyz (<i>Insecta</i>)	19
Charakteristika třídy hmyz	19
Hmyz jako škůdce nebo ohrožený druh?	19
6. Metodika	21
Sledované území – hospodářské lesy mezi Holicemi a Chocní na Pardubicku	21
Obecná charakteristika lesních porostů	23
Pasivní nárazová past	23
Aktivace pastí	24
Třídění a determinace vzorků	25
Zpracování dat	26
Vyhodnocení otevřenosti korunového patra	26
7. Výsledky	29
8. Diskuze	34
Biodiverzita	34
Metoda odchytu hmyzu	35
Brouci	36
Saproxylické organismy	36
Statistika	37
Meteorologické podmínky	37
Škůdci v našich lesích	38
9. Závěr	39
10. Použitá literatura	40

Seznam tabulek

Tab. 1 Skladba lesů v České republice

Tab. 2 Početnost jedinců v odebraných vzorcích

Tab. 3 Počet taxonů a jedinců v dubových porostech

Tab. 4 Počet taxonů a jedinců ve smrkových porostech

Seznam obrázků

Obr. 1 Sledované území – lesní komplex mezi Chocní a Holicemi

Obr. 2 Ilustrační mapka zájmové oblasti s mozaikou porostů

Obr. 3 Pasivní nárazová past v porostu dubu

Obr. 4 Pasivní nárazová past v porostu smrku

Obr. 5 Vzorek 23 Z III před vytříděním

Obr. 6 Vzorek 23 Z III po vytřídění

Obr. 7 Vzorek 7 V III před vytříděním

Obr. 8 Detail vzorku 7 V III

Obr. 9 Otevřenost korunového patra (ilustrační obrázek)

Seznam grafů

Graf 1 Plocha dubových porostů v lesích České republiky

Graf 2 Plocha smrkových porostů v lesích České republiky

Graf 3 Populační trendy saproxylických brouků

Graf 4 Průběh teplot v roce 2015

Graf 5 Úhrn srážek v roce 2015

Graf 6 Početnost jedinců v pastech

Graf 7 Srovnání početnosti blanokřídlých

Graf 8 Srovnání početnosti brouků

Graf 9 Srovnání početnosti dvoukřídlých

Graf 10 Závislost chrostíků na otevřenosti korunového patra

1. Úvod

Středoevropské lesy jsou již po několik tisíciletí využívány a přetvářeny člověkem. Ve starší době kamenné (paleolitu) člověk stavbu lesa příliš neovlivňoval a využíval les převážně ke své obživě. Ale již od neolitu (mladší doby kamenné) ho začal vědomě přetvářet. V této době se začalo rozvíjet zemědělství, člověk pěstoval obilí, luštěniny a také začal chovat dobytek. Tyto činnosti vedly k místnímu odlesňování, postupnému zvětšování políček a stavbě obydlí na úkor lesní půdy.

Největší zásah do rozlohy lesů způsobil člověk ale až ve 12. - 15. století. Ve 14. století byla převážná část naší krajiny odlesněna a velmi silně zemědělsky využívána (Nožička 1957). Podle historických podkladů v nížinách probíhalo intenzivní lesní hospodaření, byly pěstovány porosty palivového dříví (Szabó 2015). S rozvojem těžby rud byla navýšena spotřeba dříví a materiál mnohdy transportován na velké vzdálenosti.

Od této doby je člověk hlavním strůjcem vývoje lesa v převážné části zalesněných oblastí střední Evropy. Původní smíšené a listnaté lesy byly výrazně změněny. Viditelnou změnou bylo zavedení pěstování jehličnatých monokultur na úkor původní dřevinné skladby. Jehličnaté monokultury ve srovnání s listnatými nebo smíšenými lesy bývají méně odolné vůči meteorologickým vlivům a napadení škůdci (Křístek et al. 2018). Jejich funkce byla a je převážně dřevoprodukční. V současné době jsou zvyšovány požadavky na kvalitu dřeva a mimoprodukční funkce lesa. V návaznosti na tyto skutečnosti a na předpokládaný vývoj klimatických podmínek se zejména v chráněných oblastech snaží lesníci některé plochy lesa navrátit k jejich přirozenější skladbě a v oblastech hospodářských lesů provést přestavbu porostů tak, aby byly porosty druhově, věkově a prostorově strukturovány a tímto byla zachována produktivita stanoviště (Souček, Tesař 2008).

V dnešní době je obecně známým předpokladem, že nižší počet druhů dřevin znamená nižší počet druhů živočichů na ně navázaných. Je tento předpoklad správný? Záleží samozřejmě na podmínkách konkrétního stanoviště.

Mnoho druhů rostlin i živočichů je nejen v lesích už navždy vyhubeno, návrat k přirozenější skladbě lesa nebo změna přístupu k hospodaření ale může znamenat možnost záchrany a opětovného zvýšení biodiverzity alespoň na některých místech. Společnost obecně jako nejohroženější organismy vnímá především velké obratlovce. Tzv. vlajkové druhy jsou atraktivní pro laickou veřejnost a pomocí jejich prezentace a popularizace lze získat finanční prostředky na ochranu těchto druhů a jejich přirozených stanovišť. Z hlediska ochrany biodiverzity rostlin i živočichů lze využít i tzv. deštníkových druhů, pod jejichž ochranou může být zajištěna i ochrana ostatních (např. hůře determinovatelných či detekovatelných) druhů (Andelman, Fagan 2000, Primarck, 2001, Lamberck 2007).

Nejpočetnější skupinou živočichů nejsou velcí obratlovci, ale hmyz. I jeho populace jsou ohroženy. V poslední době je v médiích prezentováno, že hmyz vymírá. Jedna ze studií uvádí, že 40 % druhů je ohroženo vyhynutím. Mezi nejvíce ohrožené řády jsou motýli (*Lepidoptera*), blanokřídílí (*Hymenoptera*) a brouci (*Coleoptera*) (Bayo, Wyckhuys 2019). Dlouhodobý výzkum v Německu uvádí sezónní pokles létajícího hmyzu o více než 75 % v množství biomasy v průběhu 27-leté studie (Hallman et al. 2017).

V poslední době vědecké články směřují k tématu výskytu a množství hmyzu v souvislosti s klimatickými změnami a antropogenními vlivy. Jednou z alternativ jak „zpomalit vymírání“ je zachování nebo obnova vhodných stanovišť. K nim patří např. zakládání a ochrana přírodních rezervací, prvky tradičního hospodaření na zemědělské i lesní půdě, zanechávání mrtvého dřeva jako stanoviště pro saproxylické organismy. Tato skupina organismů složí jako indikátory biodiverzity atd. Ke skupině saproxylobiontů patří některé druhy hub, mechů, lišejníků, bezobratlých, hmyzu a mnoho dalších, včetně některých obratlovců. Všichni jsou v některé části svého vývoje vázány na dřevo v různém stupni odumírání a rozkladu (Speight 1989). Patří k nejohroženějším součástem naší přírody, ale velká pozornost jim je věnována až v poslední době.

2. Cíle práce

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda je signifikantní rozdíl ve fauně hmyzu v porostech stanovištně původního dubu zimního (*Quercus petraea*) a nepůvodního smrku ztepilého (*Picea abies*) v hospodářských lesích mezi Chocní a Holicemi ve východních Čechách.

Úkolem bylo v období jara 2015 instalovat ve trojicích pasivní nárazové pasti na 15 stanovištích v dubovém porostu a 15 stanovištích ve smrkovém porostu. Průběžně bylo nutno provést sběr a třídění hmyzu do jednotlivých taxonů a spočítat jejich zástupce a počty v jednotlivých taxonech zaznamenat. K hodnotám z jednotlivých stanovišť připojit hodnoty environmentálních proměnných – druh dřeviny a otevřenost korunového patra. Následně vybrat vhodný statistický program a vypracovat statistické vyhodnocení.

3. Rozbor problematiky původních a nepůvodních lesů

Biodiverzita

Ústředním dokumentem o biodiverzitě je Úmluva o biologické rozmanitosti z Ria de Janeiro v roce 1992. Stanovila si 3 hlavní cíle: ochranu biologické rozmanitosti, která je chápána jako rozmanitost všech živých organismů a systémů, jichž jsou tyto organismy součástí, udržitelné využívání jejích složek, spravedlivé a rovnocenné rozdělování přínosů plynoucích z genetických zdrojů (CBD 1992).

Lesy jsou chápány jako jedna z významnějších složek biodiverzity. Vykazují velkou strukturální složitost a pro sledování vztahů v lesním prostředí je třeba pozorovat mnoho ukazatelů. Patří mezi ně stanovištní a krajinné struktury a funkce, složení flóry i fauny, propojenost i různorodost vztahů a mnoho dalších (Lindenmayer, Margules 2001). Ve vztahu lesní biodiverzity a člověka nesmíme opomenout další ukazatele, kterými jsou technické, politické a kulturní zájmy, které mnohdy konkurují zájmům o zachování rozmanitosti (Niemelä et.al. 2005).

Celosvětově výměra lesů klesá. Dle dat FAO mezi roky 1990 a 2015 poklesla z $4.28 \cdot 10^{12}$ ha na $3.99 \cdot 10^{12}$ ha. Plocha uměle osázených ploch se pomalu zvětšuje, přičemž největší podíl těchto ploch je v lesích mírného pásu. Na většině ploch jsou pěstovány původní druhy, pouze na necelé 1/5 druhy introdukované (Payn et.al. 2015). Česká republika patří k zemím s vysokou lesnatostí. Podle Národní inventarizace lesů pokrývají lesní pozemky pokrývají v ČR 2 904,2 ha, což je 36,8 % z celkového území (MZe 2015). Zatímco v některých zemích plocha lesů rychle ubývá (Plesník, Pelc 2011), v České republice se výměra lesů se stále zvyšuje (MZe 2018).

I u nás je biodiverzita lesů aktuálním tématem. Monitorují se vztahy určitých druhů v souvislosti s lesním managementem. Hlavní složkou lesních ekosystémů bývají stromy, dalším z důležitých indikátorů je druhové složení přízemní vegetace (Buriánek a kol. 2019). Zkoumá se také druhové složení fauny, výskyt hub, lišejníků, fragmentace porostů a další ukazatele. Neméně významnou složkou je také výskyt chráněných a ohrožených druhů a v poslední době alarmující zprávy, související s výskytem a množstvím hmyzích škůdců v lesích. K hodnocení stavu lesních ekosystémů se využívají indikátorové druhy, které mohou být využity jako environmentální, ekologické nebo jako ukazatele biodiverzity. Jejich přítomnost, absence a korelace s dalšími proměnnými slouží k posouzení stavu prostředí (Mc Geoch 1998).

Definice lesa

Pro účely zákona č.289/1995 Sb. o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon) se rozumí dle §2 lesem lesní porosty s jejich prostředím a pozemky určené k plnění funkcí lesa a lesními porosty stromy a keře lesních dřevin, které v daných podmínkách plní funkce lesa.

Dále se dle Nařízení rady (ES) č.1698/2005 lesem rozumí půda o rozloze nejméně 0,50 ha se stromy vyššími než 5 metrů a porostem koruny tvořícím nejméně 10 %, nebo stromy schopné dosáhnout těchto limitů in situ.

Jedna z přírodovědných definic vysvětluje, že les je velmi složitý ekosystém, jehož hlavní složkou jsou dřeviny stromového vzrůstu. Jedná se o rostlinné společenstvo, které je tvořeno několika patry od bylinného, které tvořeno bylinami, až po stromové, tvořené dřevinami. Každé z těchto pater má svou funkci a tvoří funkční ekosystém.

Dle další definice je za les považováno území (lesní porost), v němž rostou dřeviny (stromy), které dorůstají minimální výšky 5 metrů se zápojem korun alespoň 25 %.

V České republice se lesy dělí dle různých kritérií:

podle zákona – lesy ochranné, lesy zvláštního určení, lesy hospodářské podle dřevinného složení: listnaté, jehličnaté, smíšené

podle zásahů člověka: původní a nepůvodní.

Dělení lesa podle zásahů člověka není jednotné (Sequens 2007). V literatuře se uvádí les přírodní, přirozený, přírodě blízký atd. Střetávají se zde zájmy hospodářského využití lesa a jeho ochranných funkcí (Mikeska, Vacek 2010). Hospodářský les u nás plní produkční i mimoprodukční funkce. Význam slova hospodářský neznamena vždy chudou jednodruhovou monokulturu. I v hospodářském lese lze nalézt více druhů dřevin, rostlin i živočichů, i tento les zadržuje vodu, zásobuje kyslíkem, chrání půdu před erozí a může hostit i ohrožené druhy. Neplatí to ale vždy, záleží na citlivém lesním hospodaření.

Lesy skrývají mnoho druhů organismů. Některé nejsou dosud popsány, i když v našich lesích je jich mnohem méně než např. v tropických pralesích (Giam et.al. 2011), na druhou stranu jsou některé druhy na hranici vyhubení a člověk si je tohoto stavu vědom a pokouší se ho změnit. V České republice jsou pro druhy ohrožené vyhynutím vypracovávány Záchrané programy (AOPK), pro méně ohrožené druhy Plány péče (AOPK).

Na citlivém a přírodě blízkém lesním hospodaření závisí i přežití saproxylických organismů, jejichž existence je vázána na mrtvé dřevo (Horák et. al. 2014). Jednou z nejpočetnějších skupin těchto organismů v lesích jsou brouci. Simon Grove (2002) nazývá vztah člověka a saproxylického hmyzu soutěží o stromy.

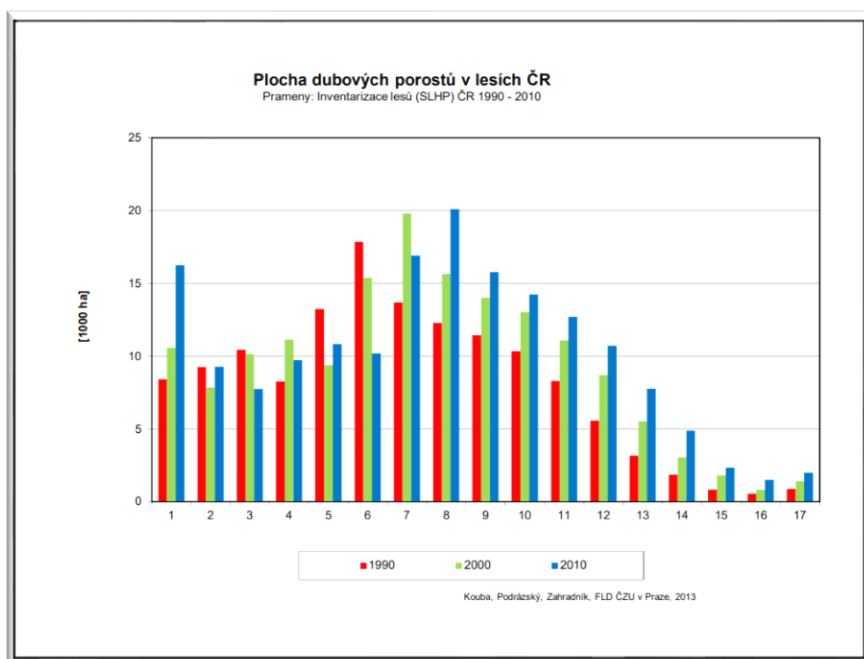
Přirozená a současná skladba lesa v České republice se velmi liší (Tab.1). Současná dřevinná skladba se ani zdaleka nepodobá té přirozené, dokonce se liší o desítky procent.

Tabulka 1: Skladba lesů v České republice (MZe, 2018)

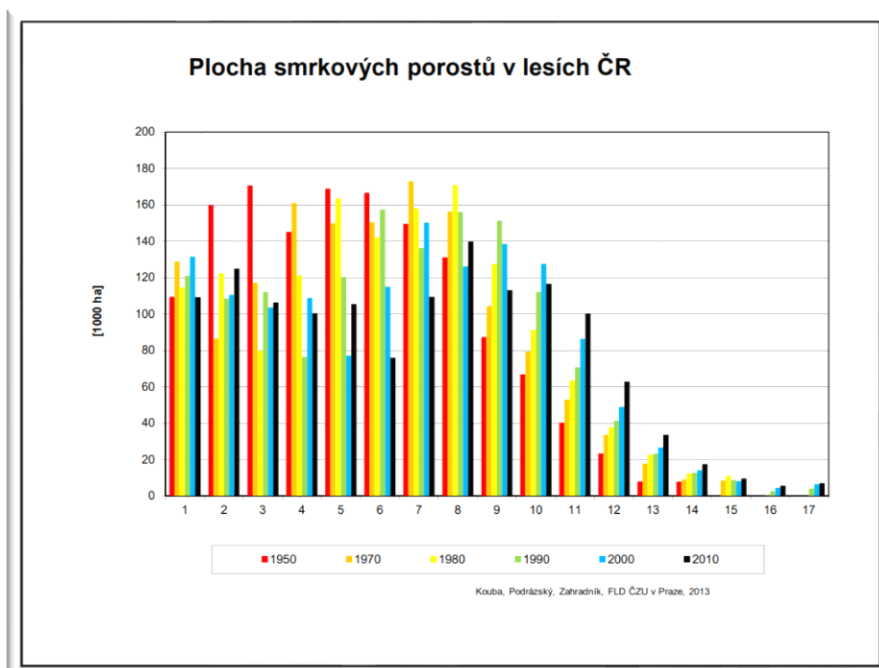
skladba							Σ				
lesa	smrk	jedle	borovice	modřín	ostatní		jehličnaté				
přirozená	11,2	19,8	3,4	0	0,3		34,7				
současná		1,1	16,36	3,98	0,3		71,9				
doporučená	36,5	4,4	16,8	4,5	2,2		64,4				
skladba											Σ
lesa	dub	buk	habr	jasan	javor	jilm	bříza	lípa	olše	ostatní	listnaté
přirozená	19,4	40,2	1,6	0,6	0,7	0,3	0,8	0,8	0,8	0,3	65,3
současná	7,21		1,3	1,4	1,54	0	2,8	1,21	1,6	1,6	27
doporučená	9	18	0,9	<u>1,7</u>	1,5	0,3	0,8	3,2	0,6	0,6	35,6

Dřevinné složení našich lesů

Z jehličnatých dřevin v České republice silně převažuje smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst), který je současně nejdůležitější hospodářskou dřevinou. Ve sledovaném území se nachází hlavně porosty smrku ztepilého a dubu zimního. Pro přehled jsou zde uvedeny grafy č. 1 a č. 2. Ukazují srovnání ploch smrkových a dubových porostů v lesích České republiky mezi roky 1950 až 2010 z hlediska zastoupení věkových stupňů.



Graf 1 Plocha dubových porostů v lesích ČR (Podrázský et.al. 2013)



Graf 2 Plocha smrkových porostů v lesích ČR (Podrázský et.al. 2013)

4. Charakteristika přírodních poměrů ve sledované oblasti

Zájmové území leží ve východní části přírodní lesní oblasti 17 - Polabí. Oblast byla vybrána pro relativní stejnorodost podmínek jako je nadmořská výška, homogenita lesních porostů, výšková členitost, sklon a expozice svahů, klimatické poměry. Homogenita podmínek minimalizuje vliv faktorů, které mají významný vliv na druhovou diverzitu. Dalšími kritérii byly dlouhodobá přítomnost lesů a vhodné porosty s věkovou skupinou nad 100 let. Přítomnost lesů je dle mapových podkladů v oblasti zaznamenána za posledních 240 let. (Loskotová 2013).

Území, které odpovídalo stanoveným kritériím, bylo nalezeno mezi Holicemi a Chocní a jeho rozloha odpovídala přibližně 30 km². Byl vybrán lesní komplex, kde byly v předchozích letech realizovány výzkumy na kontinuitu a fragmentaci lesních porostů ve vztahu k diverzitě brouků (Loskotová 2013), vliv původní a nepůvodní skladby lesa na kůrovcovité brouky (Flídr 2015), na kovaříkovité brouky (Brož 2015, Loskotová, Horák 2016).

Geologie území

Geologicky patří sledované území do oblasti hercynské střední Evropy, k soustavě Českého masívu a regionu české křídové pánve. Horniny v okrajových částech tvoří svrchnokřídové vápnité jílovce a slínovce. Vnitřní část oblasti je pokryta nezpevněnými sedimenty kvartérního stáří. Pokryv tvoří fluviální štěrky a písky, váte písky a deluvioeolické hlíny a písky ve střední části (Chlupáč a kol. 2002, ČGS 2004).

Geomorfologie území

Z geomorfologického hlediska patří sledované území ke geomorfologickému celku Orlická tabule, podcelku Třebechovická tabule, okrsku Choceňská plošina a podokrsku Hornojelenská plošina. Území náleží do kategorie pahorkatin (Balatka, Kalvoda 2006). Nejvyšším bodem je Čertův dub s nadmořskou výškou 352 m. (mapa 448 Pardubicko, Chrudimsko, 1:40 000).

Hydrologie území

Sledované území je odvodňováno z jižní strany řekou Loučnou a ze severní strany Tichou Orlicí, které se vlévají jako levostranné přítoky do Labe. Většina území náleží k Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (dále i CHOPAV) Východočeská křída, vyhlášené nařízením vlády ČSR č. 85/1981 Sb., ze dne 24.června 1981. V lesních porostech jsou vymezena ochranná pásma vodních zdrojů I. a II. stupně a nacházejí se zde pásma hygienické ochrany vod (www.portal.gov.cz).

5. Hmyz (Insecta)

May v roce 1988 uvedl, že počet popsáných druhů na Zemi se pohybuje kolem 1,5 milionu a většina z těchto popsáných druhů je hmyz. Od té doby se odhady velmi různí a vyvíjejí se, některé zdroje uvádí 30 – 50 milionů. Výzkumy probíhají ve všech možných prostředích a vědci se snaží získat informace jak o popsáných druzích, tak i o těch, které nebyly dosud objeveny nebo již vymřely. Odhad popsáných druhů hmyzu na Zemi se pohybuje kolem 850 000 (Stork 1999) až k 1,2 milionu a řadí tento řád opravdu k nejpočetnější skupině živočichů. Hmyz se vyskytuje kosmopolitně, obývá všechny prostředí. Najdeme ho ve vzduchu, v půdě i ve vodě. Je nezastupitelný jako opylovač rostlin, dekompozitor, ale i jako potrava mnoha druhů živočichů.

Charakteristika třídy hmyz

Článkované tělo řadí hmyz do kmene členovců. Charakteristickými znaky je rozdělení těla na 3 části - hlavu, hrud' a zadeček. Na hlavě jsou umístěny složené oči a smyslová tykadla. Ústní ústrojí je bodavé, sací, lízavé nebo vzniklé jejich kombinací. Hrud' je dále dělena do 3 segmentů – předohrud', středohrud', zadohrud'. Každá část nese 1 pár článkovaných nohou, středohrud' a zadohrud' také po jednom páru křídel, která mohou být redukována. Většina druhů je schopna aktivního letu. Vývojový cyklus hmyzu se nazývá proměna. Vývoj může být nepřímý od vajíčka, přes několikrát se svlékající nymfu až k dospělci (imagu). Nymfa se každým dalším svlékáním více podobá dospělému jedinci. Při posledním svlékání se vyvíjí křídla a pohlavní orgány. Tento způsob přeměny hmyzu se nazývá proměna nedokonalá. Probíhá u rovnokřídlého hmyzu, švábů, kříšů, jepic, vážek, ploštic atd. Přímý vývoj probíhá přes vajíčko, larvu nebo housenku, která se zakuklí až k dospělci. Larva se dospělci nepodobá, změna v dospělého jedince probíhá skrytě ve stádiu nepohyblivé kukly. Dokonalá proměna probíhá u blanokřídlého hmyzu, brouků, dvoukřídlých, chrostíků, motýlů, síťokřídlých, srpic atd. (Jelínek, Zicháček 1996).

Hmyz jako škůdce nebo ohrožený druh?

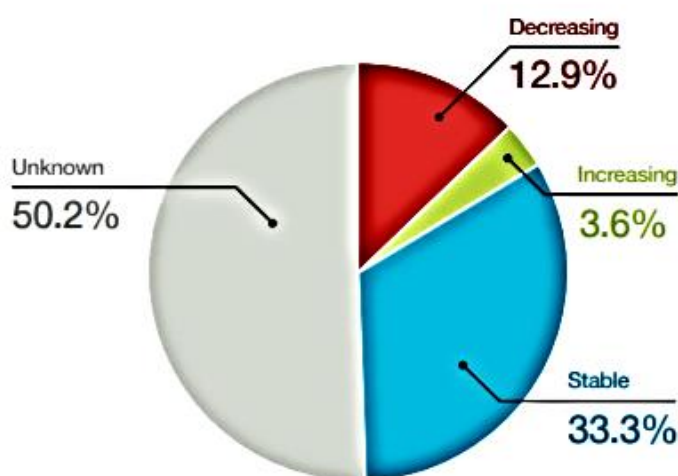
Člověk, kterého příliš nezajímá entomologie obecně dělí hmyz do dvou skupin, na užitečný hmyz nebo obtížný a škodlivý hmyz. Do první kategorie bývají řazeny například včely, čmeláci nebo mravenci, ke škodlivému hmyzu řadíme třeba kůrovce nebo mouchy. Ale co je pro někoho nepříjemné a obtížné, může být pro druhého prospěšné. Zatímco larvy některých druhů dvoukřídlých působí paraziticky v dýchací soustavě srnčí zvěře (Červený, 2009), jiné se používají k léčbě infikovaných ran (Thomas, Jones, Andrews, 1997). Vosa je nevídaným návštěvníkem odpadkových košů na koupalištích, ale ve volné přírodě je velmi užitečná likvidací jiného škodlivého hmyzu.

U mnoha druhů působí jako škůdci jen některá vývojová stadia. Někdy jsou to pouze larvy nebo imaga, jindy škodí larvy i imaga, jako je tomu například u nechvalně známého lýkožrouta (Knížek, Zahradník 2007). Mezi nimi jsou parazité, přenašeči různých chorob, škůdci na lesních porostech nebo zemědělských plodinách.

Některé druhy výše zmíněného hmyzu patří mezi kalamitní škůdce podle Vyhlášky č.76/2018 Sb. Ministerstva zemědělství, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní stráže.

Saproxylický organismus je definován závislostí některého svého životního cyklu na odumírající nebo mrtvé stromy (Speight in Grove, 2002). V současné době se této skupině věnuje mnoho autorů. Mezi saproxylický hmyz patří nejen škůdci, ale i existenčně ohrožený hmyz. Ohrožení vyplývá z nedostatku nebo úbytku přirozených stanovišť v lese i mimo les. Způsoby lesního hospodaření jsou zaměřené převážně na změnu věkové a druhové struktury porostů a většina mrtvého dřeva včetně těžebních zbytků bývá z lesa odstraňována. Ochrana těchto druhů spočívá také v zanechávání části dřeva v lesích (Bače, Svoboda 2016), zachování biokoridorů nebo obnovení tradičního hospodaření. Je prokázáno, že otevřenější lesy s ležícím dřevem jsou kladným předpokladem pro vyšší biodiverzitu (Horák, 2014).

Počet saproxylických organismů není znám. V Evropě je asi 29 000 druhů brouků (IUCN 2018), z nichž je odhadováno 4 000 druhů saproxylických. Údaje ze studia tohoto řádu (Graf 1) ukazují, že některé druhy jsou na ústupu, počty některých naopak vzrůstají a u poloviny je neznámý populační trend. Podobně tomu bude i u dalších organismů, jejichž statistiky nejsou tak konkrétní.



Graf 3 Populační trendy saproxylických brouků (IUCN 2018)

6. Metodika

Sledované území – hospodářské lesy mezi Holicemi a Choceň na Pardubicku

Oblast, kde jsem sledovala výskyt hmyzu se nachází mezi městy Holice a Choceň. Náleží k přírodní lesní oblasti 17 – Polabí, která má katastrální výměru 713 145 ha. Podle dat ÚHUL lesnatost v PLO 17 dosahuje 14 %, v celém Pardubickém kraji 32,3 %. Monitorovaná oblast má plochu přibližně 30 km² a je ohraničena obcemi Choceň, Sruby, Hluboká, Dobříkov, Rzy, Jaroslav, Ostřetín, Horní Jelení, Dolní Jelení, Rousínov, Prochody a Újezd u Choceň. Ve Srubech u Choceň bylo poskytnuto technické zázemí, proto je u sběru vzorků v textu dále zmiňováno jako Sruby 2015.

Ve sledovaném území se nachází hospodářské lesy, kde hlavními dřevinami jsou stanovištně původní dub zimní (*Quercus petraea* Liebl 1784) a stanovištně nepůvodní smrk ztepilý (*Picea abies*) v kombinaci s borovicí lesní (*Pinus sylvestris* L. 1753).

Obrázek 1 Sledované území – lesní komplex mezi Choceň a Holicemi



K dalším zastoupeným dřevinám patří jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.), modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.1768), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior* L. 1753), bříza bělokorá (*Betula pendula* Roth 1788), buk lesní (*Fagus sylvatica* L.1753), olše lepkavá (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn) a habr obecný (*Carpinus betulus* L.1753).

Dubové porosty, přestože byly uměle vysázeny, představují přirozenou složku prostředí, protože odpovídají místním podmínkám i potenciální přirozené vegetaci území (Neuhäselová, Moravec 1997). Smrkové porosty naopak reprezentují v území složku nepřirozenou. Borové porosty jsou převážně vázány na štěrkopísčité půdy. Dubové porosty nalézáme převážně na bohatších půdních substrátech. (kol., 2001).



Obr. 2 Ilustrační mapka zájmové oblasti s mozaikou porostů (zdroj: www.mapy.cz)

Obecná charakteristika lesních porostů

Sledované lesní porosty jsou intenzivně hospodářsky využívány. Ilustrační mapka (Obr.2) ukazuje mozaiku listnatých a jehličnatých ploch, lesních cest, holin, různověkových ploch. Vlastnické poměry je následující: na cca 61 % plochy hospodaří stát, téměř 18 % plochy spravují města a 21 % patří fyzickým osobám. Převažují jednoetážové porosty (ÚHÚL online). Dle vertikálního gradientu se území dělí na dva lesní vegetační stupně. Bukodubový stupeň lemuje jižní a severní okraj porostů. Dubobukový stupeň směřuje od východu k západu a severozápadně mezi pásy bukodubového stupně (Divíšek, Culek, Jiroušek 2010). Podle Neuhäselové a Moravce (1997) v mapě potenciální přirozené vegetace, která předpokládá omezení vlivu činnosti člověka, by v území převládaly černýšová dubohabřina (*Melampyro nemorosi-Carpinetum*) a biková bučina (*Luzulo-Fagetum*).

Mapování lesních typů ukazuje, že v oblasti převládají plošně uléhavá kyselá dubová bučina (3I) a kyselá jedlová doubrava (2P), které doplňují chudá buková doubrava (2M), vlhká dubová bučina (3V) a vlhká buková doubrava (2V), v menší míře pak další typy bukových doubrav a dubových bučin (*Querceto-Fagetum*) (ÚHÚL online).

Podle Katalogu biotopů (Chytrý, Kučera, Kočí 2001) byly ve sledovaném území identifikovány plochy rozšíření přírodních biotopů. Rozkládají se zejména v jižní části lesního komplexu, při celém jeho jižním okraji a roztroušeně jako malé plochy uvnitř porostů. Mezi zastoupené biotopy patří L7.2 *Vlhké acidofilní doubravy*, L7.1 *Suché acidofilní doubravy*, L3.1 *Hercynské dubohabřiny*, L7.3 *Subkontinentální borové doubravy*, L5.1 *Květnaté bučiny*, L5.4 *Acidofilní bučiny*, L2.2 *Údolní jasanovo-olšové luhy*, L1 *Mokřadní olšiny*. Patří mezi ně většina listnatých porostů nad 100 let, ve kterých probíhal sběr hmyzu.

Pasivní nárazová past

Pasivní nárazová past je složena z 3 plastových panelů (1 panel o rozměrech 0,4 x 0,5 m a dva panely o rozměrech 0,2 x 0,5 m), které jsou připevněny k sobě do tvaru kříže. Shora je past opatřena ochranným krytem (stříškou). Na plastové panely navazuje hladký trychtýř z poplastované tkaniny, vedoucí do sběrné nádoby se solným roztokem v poměru 1 kg NaCl na 5 l vody. Sběrná nádobka je tvořena uštíženou plastovou lahví, připevněnou k pasti drátem. V případě velkého množství srážek v době mezi sběry jsou v horní části proříznuté otvory proti přetečení. Roztok vody a soli nepůsobí na hmyz jako atraktant a hmyz zachovává měkký pro další výzkum. Do roztoku je přidána kapka detergentu pro snížení povrchového napětí kapaliny. Tento roztok konzervuje a brání rozkladu zachyceného

hmyzu, detergent zabráni jeho uniknutí z nádoby, protože poruší jeho nesmáčivost (Loskotová, Horák 2016). Výška středu pasti je stanovena na 1,3 m. Nárazová past je zavěšena na 2 kovových tyčích, v případě kmenové pasti je konstrukce připevněna drátem ke kmeni převažující dřeviny ve stejné výšce.

Pasivní nárazová past umístěná volně v prostoru zachycuje převážně létající hmyz a další členovce, kmenová past zachycuje kromě létajícího hmyzu i jeho vývojová stadia, někdy zástupce plicnatých a další druhy. Past je aktivní stále, proto je schopna zachytit hmyz s denní i noční aktivitou.

Pasivní náletové pasti byly rozmístěny převážně v porostech v mýtním věku. Celkem bylo vybráno 15 ploch v dubových a 15 ploch ve smrkových porostech, na každé ploše 3 pasti (kmenová, východně a západně od kmene) a aktivováno 90 pastí. Dubové porosty reprezentovaly v tomto případě původní skladbu, smrkové porosty nepůvodní skladbu lesa.



Obr.3 a 4 Pasivní nárazové pasti umístěné v porostu dubu a smrku (zdroj: archiv Jakub Horák)

Aktivace pastí

Vzhledem k tomu, že v oblasti v předchozích letech probíhaly výzkumy zaměřené na fragmentaci lesních porostů (Loskotová 2013) a dále výzkumy vlivu původní a nepůvodní skladby lesa na brouky z čeledi kovaříkovitých (Brož 2015, Loskotová, Horák 2016)) a kůrovcovitých (Flídr 2015), nebylo nutné umístění pastí znovu lokalizovat. Deaktivované pasti z předchozích let jsem na začátku dubna vyčistila od pavučin a napadaných větví a aktivovala zavěšením nádoby se solným roztokem.

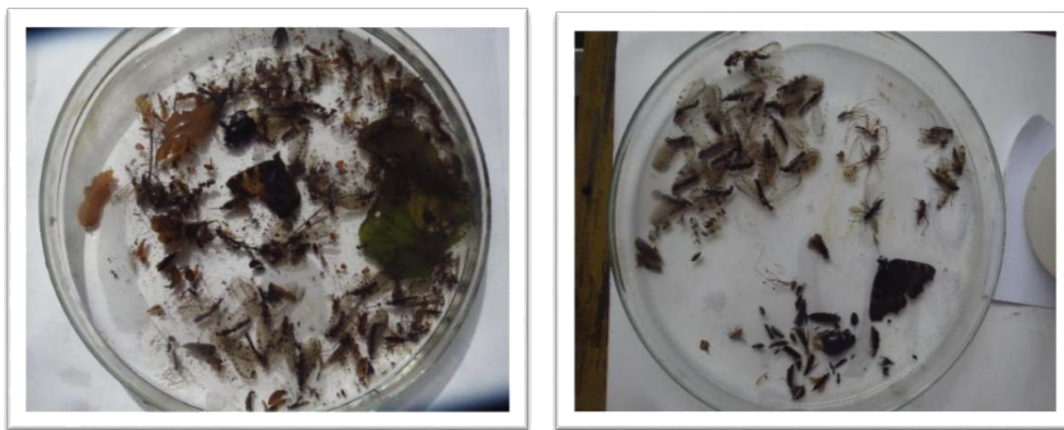
Sběr vzorků

Sběr vzorků proběhl v rámci této práce třikrát v odstupu 4–5 týdnů. Vzorky jsem přelila do připravených sklenic nebo plastových lahví s uzavíratelnými víčky. V případě malého množství konzervačního roztoku nebo rozkladu materiálu jsem zachycený hmyz přefiltrovala přes sítko a doplnila čerstvým roztokem. V závislosti na stavu odebraného vzorku jsem v některých případech použila pro doplnění sběrné nádoby koncentrovanější roztok NaCl. Každou nádobu jsem označila číslem pasti, orientací a pořadím sběru. Označené nádoby byly umístěny do beden, uzavřeny do chladné místnosti a připraveny k třídění.

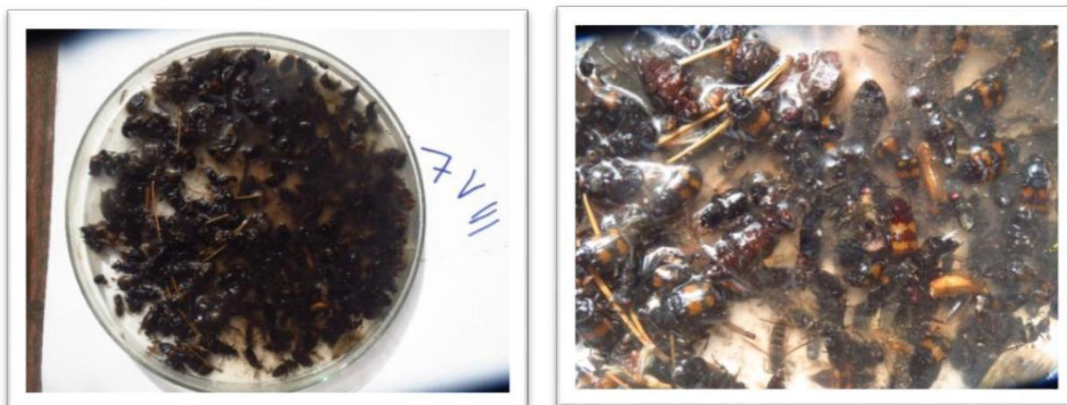
Třídění a determinace vzorků

Vzorky jsem z jednotlivých lahví nebo sklenic přelila přes jemné kovové sítko a znečištěný solný roztok zachytila do připraveného kanystru. Hmyz s dalším organickým materiálem jsem důkladně propláchla a následně rozplavila na velké Petriho misce. Odstranila jsem nežádoucí částice, tj. kousky větví, žaludy, kousky kůry, listí, jehličí. Vzorky jsem roztrídila dle taxonomické úrovně, spočítala zástupce jednotlivých řádů hmyzu, případně jiné zástupce živočišné říše. Brouci a blanokřídlý hmyz jsem umístila do malých zkumavek nebo zipových sáčků, vzorek zalila roztokem lihu s octem v poměru 10:2 a opatřila identifikačními štítky dovnitř i vně nádoby s označením nárazové pasti a pořadí sběru.

Pro determinaci a popis hmyzu jsem použila níže uvedenou tuto populárně naučnou literaturu: *Náš hmyz* (Zahradník, Hoberlandtová 1987), *Encyklopedie hmyzu* (Bellmann 2005), *Brouci* (Zahradník 2008), *Příroda v ČSSR* (Čihař a kol. 1988), *Zvířata* (Ottova obrazová encyklopedie 2013), *Flóra a fauna Evropy* (Chinery 2008).



Obr. 5 a 6 Vzorek 23 Z III před vytríděním a po vytrídění (archiv Helena Koutská, 2016)



Obr. 7 a 8 Vzorek 7 V III před vytříděním a detail vzorku (archiv Helena Koutská, 2015)

Zpracování dat

Získaná data jsem přepsala do tabulky v programu MS Excel. Použitím funkce Filtr jsem data seřadila vzestupně podle čísla pastí, orientace pastí a pořadí sběru. Pomocí funkce Kontingenční tabulka byla data dále vyhodnocena, spočítány počty taxonů v jednotlivých pastech, počty jedinců v taxonech a v pastech. Do výsledné tabulky byl doplněn druh dřeviny a hodnota zápoje. Takto zpracovaná tabulka byla připravena ke statistickému vyhodnocení.

Vyhodnocení otevřenosti korunového patra

Otevřenost korunového patra byla kvantifikována jako prostup světla dopadající na povrchovou část pastí. Ve výšce asi 1,5 m nad terénem, ve vzdálenosti 1 m od všech nárazových pastí byly pomocí fotoaparátu a příslušenství Sigma 4,5 mm F2.8 EX DC Circular FISHEYE HSM vytvořeny snímky korunového patra. Fotografování proběhlo během druhého sběru, na konci června 2015. Jednotlivé snímky byly vyhodnoceny pomocí programu Gap Light Analyzer 2.0.



Obr. 9 Otevřenost korunového patra – ilustrační foto

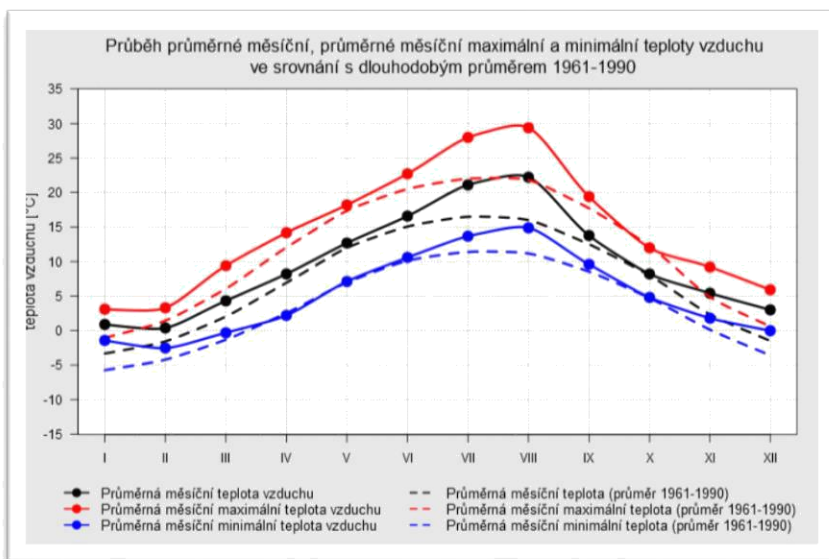
Statistická analýzy

Pro statistické vyhodnocení dat byl použit program Spatial Analysis in Macroecology (dále i SAM). Pomocí funkce Basic statistics byly zjištěny základní statistické hodnoty pro každou studovanou proměnnou. Modelováním a funkcí Linear regression analysis (v záložce Modeling) byly sestaveny obecné lineární modely. Dále byly zvoleny závislé a nezávislé proměnné a spočítány jednotlivé veličiny. Variabilita dat v procentech ukazuje ovlivnění závislých proměnných nezávislými proměnnými. Hodnota p ověřuje statistickou průkaznost veličiny. Jako závislé proměnné byly zadány – počet taxonů v pasti, počet jedinců a otevřenost korunového patra. Nezávislou proměnnou byl druh dřeviny (dub vs. smrk).

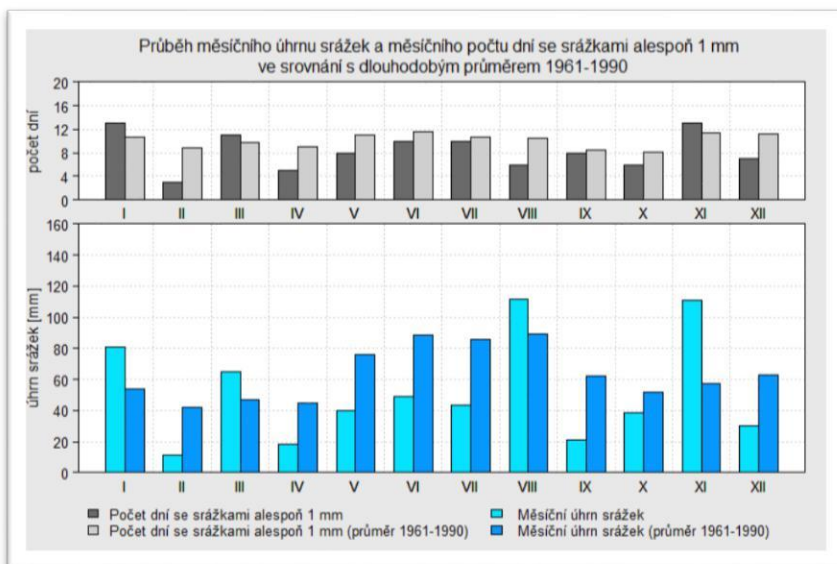
Ke zjištění závislosti jednotlivých taxonů na druhu dřeviny byl dále použit Man-Whitneyho neparametrický test, který nevyžaduje předpoklad normálního rozdělení vzorku.

Klimatické podmínky v období aktivity nárazových pastí

Z dat Českého hydrometeorologického ústavu (Graf č.2 a 3) je zřejmé, že léto 2015 v celé České republice bylo teplotně nadprůměrné a srážkově naopak podprůměrné. Následky vysokých teplot a nízkých úhrnů srážek toho roku si naše lesy prokazatelně nesou do dalších let.



Graf 4 Průběh průměrných teplot v roce 2015 (zdroj: www.chmi.cz)



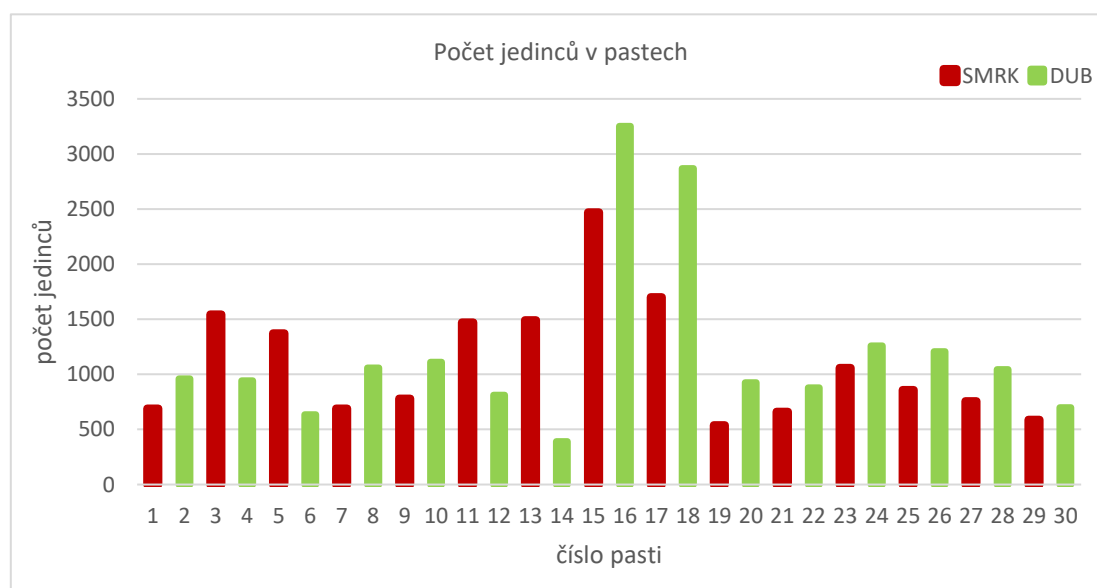
Graf 5 Úhrn srážek v roce 2015 (zdroj: www.chmi.cz)

7. Výsledky

V rámci porovnání vlivu původní a nepůvodní skladby lesa na hmyz bylo odebráno 264 vzorků s celkovým počtem 34 717 jedinců (Tab. 2). Šest vzorků bylo znehodnoceno zvěří, vylito nebo ztraceno. Třídou hmyzu reprezentovalo 17 řádů. Nejpočetnějšími skupinami byli dvoukřídlí (*Diptera*), brouci (*Coleoptera*) a blanokřídlí (*Hymenoptera*), kteří se objevili ve všech pastech v obou druzích porostů.

Dále bylo odchyceno 3 819 pavoukoců (*Arachnida*) a další jedinci náležících do ostatních taxonů. I přes to, že byla past určena pro zachytávání létavého hmyzu, určitou složku vzorků tvořili i nelétaví živočichové. Vytříděno bylo 1474 larválních stadií hmyzu. Mezi ostatní zastoupené skupiny, které nespádají do třídy hmyzu, patřili chvostoskoci (*Collembola*), klíšata (*Ixodida*), mnohonožky (*Diplopoda*), pavouci (*Aranae*), sekáči (*Opiliona*), stejnonožci (*Isopoda*), stonožky (*Chilopoda*) a plži (*Gastropoda*). V několika pastech byl také evidován nález malého obratlovce – ptáka a myši.

Graf č. 6 ukazuje celkový počet jedinců v pastech na 30 stanovištích. Zdá se, že těžiště výskytu hmyzu se nachází v pastech 15, 16, 18, které jsou na spojnici v území nad obcemi Rzy a Jaroslav. Past č. 17 vykazuje nižší počty, leží mírně vlevo od výše zmíněných pastí. Odstupová vzdálenost mezi pastmi je podobná.



Graf 6 Počet jedinců v pastech

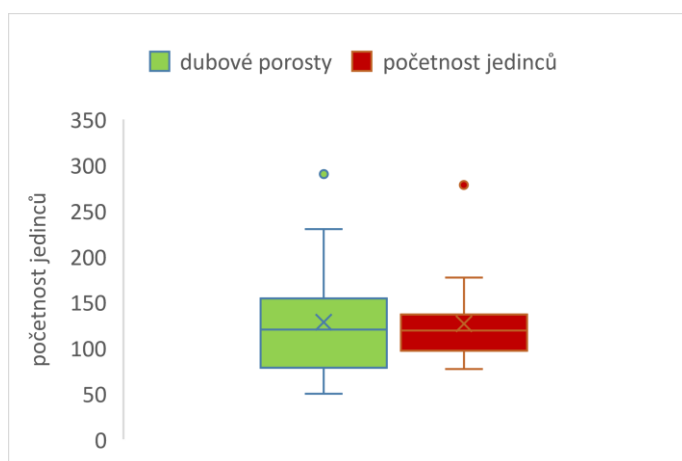
Tabulka 2 Početnost jedinců v odebraných vzorcích

taxon	abundance	taxon	abundance	taxon	abundance
Arachnida	3819	Hymenoptera	3823	Psocoptera	103
Blattodea	174	Chilopoda	133	Raphidioptera	2
Coleoptera	10800	Isopoda	70	Thysanoptera	87
Collembola	163	Larvae	1474	Trichoptera	18
Dermaptera	233	Lepidoptera	459	suma	38717
Diplopoda	56	Mecoptera	20		
Diptera	11663	Megaloptera	2		
Ephemeroptera	2	Neuroptera	55		
Gastropoda	113	Orthoptera	43		
Hemiptera	1404	Plecoptera	1		

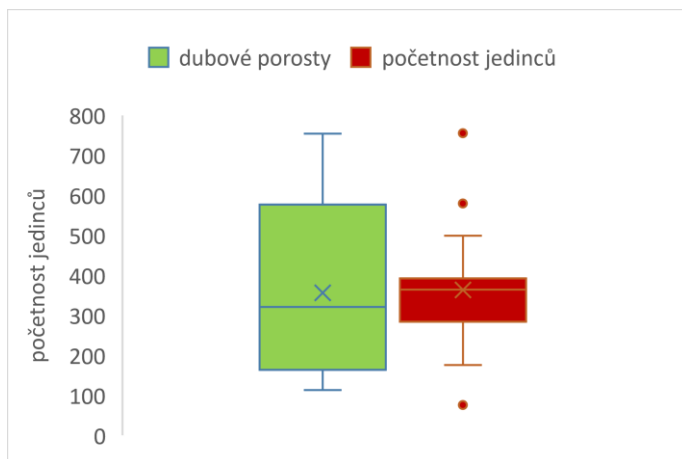
Nejpočetnější taxony jsou vyobrazeny v krabicových grafech (Grafy 7,8,9) kde medián je vyznačen střední čarou, aritmetický průměr křížkem, vousy značí variabilitu dat a odlehlé hodnoty jsou vyznačeny tečkou.

Testování všech odchycených řádů hmyzu pomocí Mann – Whitney testu ukázalo, že typ dřeviny není významný.

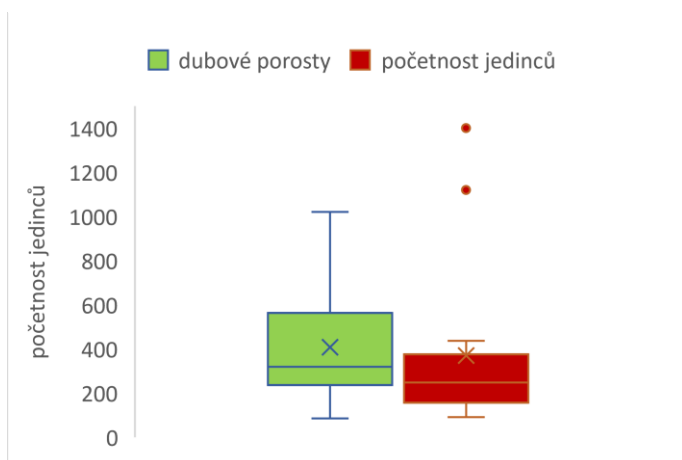
Testování závislosti řádu blanokřídlí na dřevině neprokázalo signifikantní vliv ($p = 0,54$). Obdobné výsledky jsem zjistila pro brouky a dvoukřídlé ($p = 0,12$).



Graf 7 Srovnání početnosti blanokřídlých



Graf 8 Srovnání početnosti brouků



Graf 9 Srovnání početnosti dvoukřídých

Tabulky 3 a 4 ukazují počet taxonů a počet jedinců v pastech 1 – 30 s hodnotami proměnných (otevřenosti korunového patra a druhem dřeviny). Nejnižší počet jedinců se nacházel v dubových porostech v pasti č. 19, z důvodu absence 1 vzorku, který byl znehodnocen zvěří. Nejnižší počet ve smrkových porostech byl na stanovišti 14, 1 vzorek se ztratil a výběr proběhl pouze dvakrát.

Tabulka 3 Počet taxonů a jedinců odchycených v dubových porostech

číslo pasti	počet taxonů	individuals	canopy openness
1	14	691	15,2
3	12	1544	21,62
5	12	1373	19,84
7	12	690	30,63
9	15	779	18,12
11	16	1471	23,49
13	17	1491	18,3
15	17	2470	18,37
17	13	1700	24,29
19	18	539	21,76
21	18	661	13,93
23	18	1058	15,5
25	15	859	21,18
27	14	756	18,23
29	19	588	12,07
celkem		16670	

Tabulka 4 Počet taxonů a jedinců odchycených ve smrkových porostech

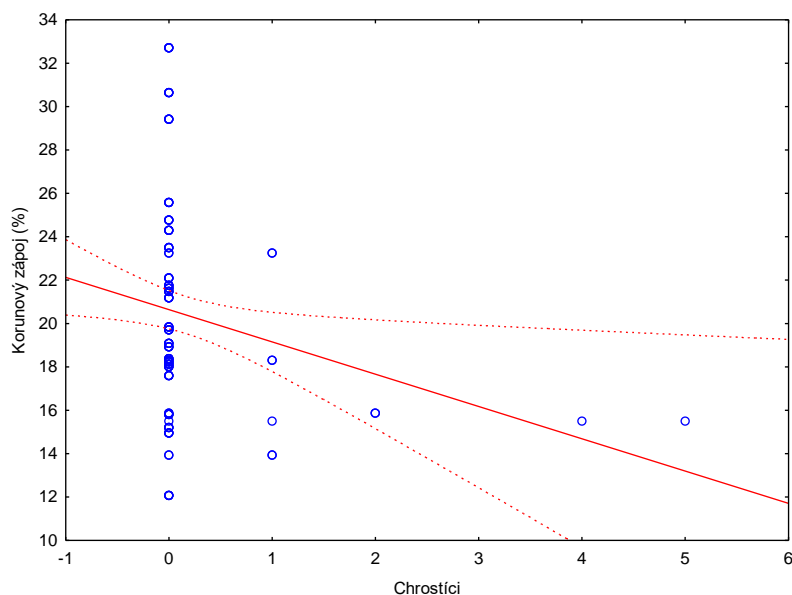
číslo pasti	počet taxonů	individuals	canopy openness
2	16	959	19,08
4	11	944	21,47
6	14	636	18,93
8	12	1060	32,7
10	17	1111	17,59
12	16	813	24,77
14	10	390	14,95
16	16	3252	22,09
18	11	2869	18
20	18	925	23,25
22	17	880	15,86
24	15	1260	25,57
26	16	1206	19,7
28	14	1044	15,81
30	13	698	29,41
		18047	

Statistické vyhodnocení dat v programu SAM ukázalo, že:

- statisticky neprůkazný model pro početnost taxonů vysvětlil 13,14 % variance ($F=2,09$, $p=0,14$)
- vliv dřeviny ani zápoje na počet taxonů nebyl prokázán ($F=0,54$, $p=0,47$)
- vliv zápoje byl blízky průkaznosti, z čehož se může zdát, že s rostoucím zápojem klesá počet odchycených taxonů ($p=0,07$).
- statisticky neprůkazný model pro počet jedinců vysvětlil 1,67 % variance ($F=0,23$, $p=0,80$)

Pouze 2 řády hmyzu vykazují závislost na otevřenosti korunového patra. Výsledky regresní analýzy ukazují závislost chrostíků ($r=-0,2$, $p=0,03$) a třásnokřídých ($r=0,2$, $p=0,01$) (Graf 8). Chrostíci byli nalezeni roztroušeně v řádu jednotek v obou druzích porostu. Třásnokřídí byli nalezeni hlavně v pasti 29, která sousedí s polem.

Signifikantní závislost se projevila i u stejnonožců a stonožek, kteří ale nepatří k třídě hmyzu.



Graf 10 Závislost chrostíků na otevřenosti korunového patra

Zástupci z řádů třásnokřídých byli zastoupeni pouze ve 2 pastech, a to v dubových porostech. Dlouhošijky, pošvatky, střechatky a jepice byly zastoupeny pouze v počtu několika jedinců rámci celého souboru. V pasti č. 23, která se nacházela v nejstarším porostu v lesním komplexu bylo vytríděno 27 síťokřídých, konkrétně mravkolvů skvrnitých, kteří se neobjevili v žádných dalších vzorcích.

8. Diskuze

Výsledky hodnocení vlivu původní a nepůvodní skladby lesa na hmyz ukázaly, že vliv dubových a smrkových porostů na počet taxonů hmyzu není signifikantní. Tyto výsledky nepotvrdily prvotní domněnku, že smrkové lesy jsou faunisticky chudší než lesy dubové. Vliv zápoje na počet taxonů byl blízký průkaznosti, z čehož se může zdát, že s rostoucím zápojem klesá počet taxonů.

Biodiverzita

Hospodářské lesy sledovaného lesního komplexu se nachází v bukodubovém a dubobukovém LVS. Jsou tvořeny mozaikou porostů, kde převažují porosty 1 etáže (ÚHUL online). Pasti byly umístěné převážně v místech, kde dominovala 1 dřevina, ale v blízkém okolí se nacházely další. Odchycený hmyz byl zastoupen v 17 řádech. Z dalších taxonů byly zastoupeny v největším počtu pavoukovci. Ukázalo se, že vliv dřeviny na počet taxonů není statisticky významný.

Ideálním stromem pro velkou druhovou diverzitu není vždy přímo určen druhově, ale je to strom velkých dimenzí, starý, se silnou a zvrásněnou borkou a velkým množstvím mikrostanovišť pro další organismy na okraji porostu nebo osluněném stanovišti (Horák 2017), což potvrzují i mé výsledky.

Felton et.al. (2011) srovnávali diverzitu ptáků v čistých smrkových monokulturách a ve smrku s břízou. Rozdíl byl výrazný ve prospěch smrkovo-březových lesů. Liira a Kohv (2010) se zabývali sledováním několika lesních ukazatelů v souvislosti přirozeným výskytem lesů, jejich vlivem na biodiverzitu a antropogenním narušením. Mezi ukazatele patřily např. lesní půda, výskyt mechů, lišejníků, druhy bylinného patra a další vertikální vrstvy. Sledovali také výskyt datlovitých ptáků atd. ve starých borových a smrkových porostech boreálních lesů Estonska. Z analýzy zjistili, že některé ukazatele jsou ovlivněny půdním typem, biogeografickými podmínkami a stářím porostu. V přirozených boreálních lesích obecně charakterizovali silnější stromy, větší rozmanitost tříd, vyšší podíl stromových druhů, více odpadní dřevní hmoty a uzavřenější zápoj než v hospodářských lesích. Závěr ukázal skutečnost, že lidské disturbance redukuje výskyt mnoha ukazatelů biodiverzity.

V hospodářských lesích je třeba vzít v úvahu rozdíl v působení přirozených a antropogenních disturbancí. Nelze srovnávat např. úrodnost lesní půdy po požáru a po mýtní těžbě a přípravě půdy k založení porostu. Niemelä (1997) definuje, že důležitým úkolem hospodaření je přiblížit se přirozeným narušením lesa.

Metoda odchyty hmyzu

V porovnání vlivu původní a nepůvodní skladby lesa na hmyz byly použity volně stojící i kmenové pasti, protože tyto způsoby instalace pastí zachycují široké spektrum hmyzu jak volně letícího, tak pohybujícího se v blízkosti stromu a na jeho kmeni (Horák et. al. 2013). Z níže uvedených studií je zřejmé, že výsledky nejsou ovlivněny použitou metodou.

Ve sledované oblasti byl sběr hmyzu pomocí nárazových pastí použit v předchozích letech. Z předchozích studií víceméně vyplývá, že vliv dubových a smrkových porostů není statisticky významný na početnost druhů. Tento způsob odchyty brouků se ukázal ve výše uvedených případech jako účinný a vhodně zvolený. Nevýhodou umístění nárazových pastí ve výčetní výšce byla přístupnost pastí vůči některým škodlivým vlivům. V zimních měsících byla 1 past znehodnocena ukradením kovových tyčí, což ale nemělo vliv na sběr vzorků. Některé nádoby se vzorky byly poškozeny zvěří.

Odchyt hmyzu pomocí pasivních nárazových pastí je vhodnou, účinnou a často používanou metodou, zejména při odchyty brouků (Økland 1996, Ranius, Jansson 2002). Allison a Redak (2017) porovnávali metody a z jejich metaanalýzy vyplynulo, že panelové pasti jsou účinné pro zachycení kůrovcovitých a dřevokazných brouků. Výsledky porovnání vertikální a horizontální distribuce kůrovcovitých v porostech ukázaly, že pasti umístěné v 15 m i při povrchu země zachytily stejný počet druhů kůrovcovitých brouků, přičemž u spodních pastí převažovaly ambróziové druhy (Sheehan et. al. 2019). Gossner et al. (2013) srovnávali výskyt brouků při povrchu a v korunách stromů. Zjistili, že rané stádium mrtvého dřeva (kusy dřeva umístěného v korunách stromů) vykazuje vyšší množství brouků než kusy umístěné při povrchu. Lehnert et.al. (2012) použil k odchyty hmyzu také další druhy pastí. Křísi, dvoukřídlí a blanokřídlí a brouci byli odchyťováni pomocí Malaiseho pastí. Jiné druhy brouků, mravenci a další druhy byly chytány do padacích pastí, motýli odchyťováni na světlo. Röder et. al. (2010) mapovali výskyt členovců v korunách smrkových porostů. Ve své práci použili nárazové pasti zavěšené v korunách stromů Českého lesa. Cílem bylo analyzovat trend druhové diverzity členovců a některých užších skupin v souvislosti s výškovým gradientem přirozeného výskytu smrku ztepilého. Zjistili, že vyšší druhová diverzita členovců na smrku mimo zóny přirozeného výskytu je způsobena dlouhotrvající přítomností smrku mimo areál a také přítomností borovice lesní, která je též hostitelem druhů specializujících se na jehličnany. Jejich výsledky ukázaly, že druhové bohatství hmyzu kontinuálně klesá s narůstajícím výškovým gradientem.

Ve srovnání s počtem odchycených jedinců v rámci výše uvedené studie byly počty jedinců ve Srubech nízké. Tyto hodnoty ale nelze srovnávat z důvodu jiné lokalizace nárazových pastí na stromech, počtu pastí, odlišné nadmořské výšky oblasti, jiného rozsahu zkoumaného území, vyššího počtu pastí a dalších proměnných.

Brouci

V pastech bylo odchyceno 10 800 jedinců brouků. Počty odchycených brouků se přibližují množství získaném v minulých pracích v oblasti (Loskotová 2013), kdy byl sběr zaměřený na určité čeledi. Ze získaných dat lze konstatovat, že velké množství dříve zkoumaných čeledí bylo ve vzorcích obsaženo, ale jejich počet nebyl konkretizován a zaznamenán. Je zajímavé, že se v mnoha případech počty jedinců v dubových a smrkových porostech v jednotlivých řádech liší jen o desítky, maximálně stovky jedinců.

Loskotová (2013) uvádí 10 993 ks brouků v 60 čeledích, což je 52 % z čeledí brouků v České republice. Dále ve své práci popisuje výskyt saproxylických druhů v dubových porostech v počtu 100 druhů, ve smrkových porostech 119 druhů.

Loskotová a Horák (2016) poukazují na vliv druhu porostu, zápoje a pokryvu keřového a bylinného patra na výskyt kovaříkovitých brouků. Z analýzy vzorků lze konstatovat, že se kovaříkovití brouci ve vzorcích vyskytují, ale jejich počty nebyly stanoveny.

Žďárek (2013) uvádí, že hrobaříci (*Nicrophorinae*) dokáží identifikovat potravu až na vzdálenost 1 kilometru. Pokud se v pasti nacházel obratlovec, několik housenek nebo piluna obecná (*Prionus coriarius*, Linné 1758) s velkým tukovým tělískem, ve většině případů bylo množství odchycených hrobaříků, a tímto i brouků, mnohem vyšší než v jiných pastech.

Piluna obecná byla největším odchyceným druhem brouka. Jeho výskyt je popsán ve zralých dubových i jiných listnatých porostech, ale nepohrdne ani stromy v porostech jehličnatých. Tento druh vyhledává staré pařezy, nemocné stromy a povrchové kořeny, do nichž umísťuje snůšky vajíček (Sláma 1998). V České republice není tento saproxylický druh zatím ohrožen, ale jeho výskyt je vázán na zralé porosty s množstvím přestárých a odumřelých stromů (Zahradník 2008). K jeho zachování je nutné brát ohled v rámci lesního managementu na výskyt těchto stromů.

Saproxylické organismy

Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že studovaný lesní komplex je pro saproxylické organismy (nejen hmyz) vhodný a jeho přítomnost indikuje dostatek podmínek pro jeho výskyt. Hospodářské lesy v lesním komplexu nejsou čistou monokulturou smrku a dubu, v obou druzích porostů a okolí se nachází velké množství dalších dřevin. V porostech dubu se vyskytuje lípa, habr, bříza, borovice i smrk. V porostech smrku jsou to další jehličnany jako borovice a jedle, duby, břízy atd. V komplexu se vyskytuje mrtvé ležící dřevo (množství zohledněno v předchozích pracích v lokalitě) i torza stromů větších dimenzí. Některé pasti byly dostatečně osluněné, což opět zvyšuje pravděpodobnost výskytu saproxylických druhů a druhovou diverzitu (Horák et.al. 2014).

Význam saproxylických druhů je v poslední době velmi diskutován v souvislosti s diverzitou porostů a množstvím mrtvého dřeva. Obecně je saproxylický hmyz považován za jeden z nejspolehlivějších biologických ukazatelů vysoce kvalitní zralosti lesů a má velmi důležitou roli v ochraně a monitorování biodiverzity lesa jako specifického prostředí (Stefanelli, Della Rocca, Bogliani, 2014). Zajímavou otázkou je, který druh stromu skýtá největší potenciál pro výskyt saproxylických druhů. Gossner et. al. (2015) uvádí, že celková diverzita saproxylických brouků narůstá s počtem druhů stromů. Některé druhy habru (*Carpinus spp.*) a jejich kombinace s druhy smrku (*Picea spp.*) dosahují podle těchto autorů vyšší diverzity brouků. Čížek (2010) uvádí, že více saproxylických druhů je vázaných na listnaté lesy, zejména v nižších a středních polohách a dub skýtá nejvyšší potenciál pro jejich výskyt (Vodka, Konvička, Čížek 2009). Dub jako také prezentován jako nejatraktivnější středoevropská dřevina pro výskyt těchto druhů (Horák 2008). Analýza saproxylických organismů v dubových lesích Křivoklátska (Horák et.al. 2014) ukazuje, že druhové bohatství klesá od solitérních stromů k hustým porostům. Zdůrazňuje, že promyšlený management v lesích s důrazem na otevřenost a rozmanitost porostů může vést ke zmírnění ztráty biodiversity.

Statistika

Na základě vyhodnocení všech parametrů bylo zjištěno, že vliv zápoje ani dřeviny na počet taxonů nebyl prokázán. Hodnoty zápoje byly blízké průkaznosti, z čehož se může zdát, že s rostoucím zápojem klesá počet odchycených taxonů.

Důležitými faktory není jen druh dřeviny, ale i další proměnné. Ve statistickém vyhodnocení byly jako proměnné zohledněny druh dřeviny, počet taxonů v pasti, počet jedinců v pasti, a otevřenost korunového patra. V předchozích pracích v oblasti byly v environmentálních proměnných také zahrnuty výskyt a množství mrtvého dřeva na každém stanovišti, bylinný pokryv, výskyt lišejníků, hub atd. Horák (2013) zdůrazňuje, že zanedbání korelace prostorových proměnných může vést ke špatným výsledkům. Prokázaná závislost na korunovém zápoji je důsledkem nízkého odchytu obou taxonů na většině studovaných ploch.

Meteorologické podmínky

V jarních a letních měsících dosahovaly teplotní průměry extrémně vysokých hodnot, zatímco srážkově byly tyto měsíce velmi podprůměrné (Graf 4 a 5). Vzorky hmyzu v záchytných nádobách byly z tohoto důvodu ohroženy degradací. Za vysokých teplot mnohdy docházelo k rozpadu materiálu, odpaření roztoku a vzniklý zápach lákal určité skupiny hmyzu. Rozklad vzorků velmi ztěžoval třídění v domácích podmínkách a počty hmyzu byly určovány poměrně obtížně. Tato skutečnost by se dala eliminovat kratšími časovými intervaly mezi sběry vzorků.

Většina instalovaných pastí byla určitým způsobem ovlivněna. Za zásadní vliv na početnost jedinců ve vzorku považují např. výskyt zemního vosího hnízda pod pastí, přítomnost mrtvého obratlovce, brouka s velkým tukovým tělískem nebo stanoviště ovlivněné vodou. V pasti č. 4 se nacházela mrtvá sýkora a pod pastí zemní vosí hnízdo. Výskyt vos v průběhu suchých a teplých dní potvrzuje Žďárek (2013). Nízké hodnoty srážek, teplé jarní i letní měsíce ukazují na tzv. vosí rok. Subjektivním pozorováním lze toto v létě roku 2015 rozhodně potvrdit. Ve svých potravních zvyklostech vosy nepohrdnou mršinou, proto mohl být obsah některých pastí pro vosy atraktivní a zvýšit tak počet odchycených jedinců řádu blanokřídlých.

Škůdci v našich lesích

V této práci bylo provedeno třídění pouze na úroveň řádů. Jednotlivé druhy nebyly specifikovány. Byl zaznamenán výskyt škůdců, ale jejich počty nebyly evidovány.

Kolektiv autorů (2015) uvádí v našich lesích 500-600 škodlivých druhů hmyzu. Pouze 200 druhů lze považovat za lesnicky škodlivé, a ještě menší část je schopna způsobit v lesích rozsáhlá poškození. Rozsah poškození se mění v závislosti na přírodních podmínkách a bionomii jednotlivých druhů. Škůdci s potenciálně nejvyšším nebezpečím pro naše lesy jsou uvedeni ve vyhlášce MZe č.76/2018 Sb. jako kalamitní.

Nejen smrkové, ale i ostatní lesy oslabené suchem a vysokými průměrnými teplotami byly v roce 2015 živnou půdou pro kůrovcovité brouky (Graf 4 a 5). Podle MZe (2016) byl ve smrkových porostech v roce 2015 registrován 70 % nárůst kůrovcového dříví proti předchozímu roku. Tudoran et.al. (2016) ve své dlouhodobé studii potvrzují, že teplé a suché počasí má vliv na počty a šíření kůrovcovitých brouků i ostatních škůdců v jehličnatých lesích. Weslien & Schröder (1999) se zabývali vlivem původních smrkových lesů a hospodářských smrkových lesů na populace lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Bylo zjištěno, že počty odchycených lýkožroutů jsou podobné v původních i hospodářských lesích, ale v neobhospodařovaných lesích byl zaznamenán 2-3násobný rozdíl ve výskytu dalších druhů spojených s lýkožroutem smrkovým.

Klimatická změna a jevy s ní spojené znamenají riziko pro lesní ekosystémy a jejich fungování. Přestože se epizodická úmrtnost lesů někdy opakuje bez návaznosti na klimatickou změnu, klimaticky zapříčiněný stres v současné době (sucho, zvyšující se průměrná teplota, teplotní extrém, větrné kalamity atd.) způsobuje postupné odumírání stromů a lesů (Allen et.al. 2010). Někdy z blíže nspecifikovaných důvodů, někdy atakem hmyzích škůdců, jindy po větrné kalamitě či požáru. Důsledkem je změna struktur i fungování lesních ekosystémů.

9. Závěr

Při sběru hmyzu v roce 2015 v lesní oblasti mezi Chocní a Holicemi ve východních Čechách bylo odchyceno celkem 34 717 jedinců. Nejpočetnějším taxonem byli dvoukřídli (*Diptera*), jejichž počet dosahoval počtu 11 663 jedinců. Druhý nejpočetnější taxon byli brouci (*Coleoptera*), jejichž počet byl 10800 jedinců. Třetí nejpočetnější taxon byli blanokřídli (*Hymenoptera*) s počtem 3823 jedinců. Mimo statistické hodnocení velkou skupinu tvořili také pavoukovci (*Arachnida*) s počtem 3819 jedinců.

Při statistickém testování vyplynulo, že rozdíl ve fauně hmyzu v původních dubových porostech a nepůvodních smrkových porostech není signifikantní. Vliv dřeviny na počet taxonů nebyl prokázán. Druh dřeviny se projevil pouze u řádu chrostíků a trásnokřídých. Vliv zápoje byl blízký průkaznosti a z výsledku se zdá, že s rostoucím zápojem klesá počet taxonů.

Významným poznatkem dle dostupné literatury je, že diverzitu fauny i flóry v lesních porostech nezvýšíme zanecháním všech lesů přírodním procesům bez zásahů člověka. Naopak, přírodě blízký lesní management může biodiverzitě prospět. Pokud budeme lesům věnovat vědomě citlivou péči, zachováme toto jedinečné a nepostradatelné prostředí našim potomkům. Tyto závěry jsou zcela v souladu s mými poznatky, že výsadba smrků mimo plochy jeho původního výskytu nesnižuje diverzitu studovaných taxonů hmyzu a redukce jeho výskytu z důvodu ochrany hmyzu pravděpodobně nemá příliš velké opodstatnění. V případě zájmu ochrany konkrétních druhů (např. vázaných na listnaté dřeviny) však může být situace opačná.

10. Použitá literatura

- ALLEN C. D., MACALADY A.K., CHENCHOUNI, H., BACHELET D., McDOWELL, N. et al. *A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests*. Forest Ecology and Management, Elsevier, 2010, 259 (4), p. 660-684.
- ALLISON J.D., REDAK R.A. The impact of trap type and design features on survey and detection of bark and woodboring beetles and their associates: A review of meta-analysis. Annual review of entomology. 2017. Vol. 62 p.127-146
- ANDELMAN, S.J., FAGAN, W.F. *Umbrellas and flagships: efficient conservation surrogates or expensive mistakes?* USA: Proceedings of the National Academy of Sciences of U S A. 2000. 97(11):5954-9.
- BALATKA, B., KALVODA, J. *Geomorfologické členění reliéfu Čech*. Praha: Kartografie, 2006. 79 s. ISBN 80-7011-913-6.
- BAČE, R., SVOBODA, M. *Management mrtvého dřeva v hospodářských lesích*. Jíloviště: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. 2016. 46 s. ISBN 978-80-7417-118-5.
- BAYO, F.S., WYCKHUYS K.A.G. *Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers*, Biological Conservation, 2019. Volume 232. p. 8-27.
- BELLMAN, H. *Encyklopedie hmyzu*. Plzeň: Nakladatelství Dobrovský, 2006. 253 s. ISBN 80-7306-256-9.
- BROŽ, L. *Vliv porostů původních a nepůvodních dřevin na kovařikovité brouky*. Diplomová práce, Praha: Česká zemědělská univerzita, 2015.
- BURIÁNEK, a kol. *Metodické postupy hodnocení přízemní vegetace v lesních ekosystémech*. Jíloviště: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. 2013. ISBN 978-80-7417-067-6
- CULEK, M. ed. *Biogeografické členění České republiky II. díl*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha: 2005. 800 s. ISBN 808-60-6482-4.
- ČERVENÝ, J. *Myslivost*. Praha: Ottovo nakl., 2009. 591 s. ISBN 978-80-7360-895-8.

ČIHAŘ, J. a kolektiv. *Příroda ČSSR*, 3. rozšířené vydání, Praha: Práce, 1988. 432 s. ISBN 401-21-858.

DAŇHELKA J. a kol. *Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2015. 162 s.

DIVÍŠEK, J., CULEK, M., JIROUŠEK, M. *Multimediální výuková příručka Biogeografie*. Brno: Geografický ústav Masarykovy univerzity, 2010.

FARKAČ J., KRÁL D., ŠKORPÍK M. *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2005. 760s.

FELTON, A., et. al. *A comparison of avian diversity in spruce monocultures and spruce-birch polycultures in Southern Sweden*. Sweden: Silva Fennica, 2011. 45(5), p. 1143-1150.

FLÍDR, P. 2015. *Vliv původní a nepůvodní skladby lesa na kůrovcovité brouky*. Diplomová práce. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2015.

GIAM, X. et al. *Reservoirs of richness: least disturbed tropical forests are centres of undescribed species diversity*. Proceeding of The Royal Society Publishing. The Royal Society, 2011. Volume 279 Issue 1726. ISSN 1471-2954.

GOSSNER, M. *Dead wood enrichment in European forests – Which tree species should be used to promote saproxylic beetle diversity?* Biological conservation, 2015. Volume 201. p. 92-102.

HALLMAN C.A. et. al. *More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas*. PLoS ONE, 2017. Volume 12(10). e0185809.

HORÁK J. *Proč je mrtvé dřevo tak důležité? Obyvatelé shnilého kmene*. Praha: Vesmír, 2008b. Volume 87. p. 460–464.

HORÁK, J., VODKA, S., Kout, J., HALDA, J. P., BOGUSH, P., & PECH, P. *Biodiversity of most dead wood-dependent organisms in thermophilic temperate oak woodlands thrives on diversity of open landscape structures*. Forest Ecology and Management, 2014. Volume 315, 80-85 p.

- HORÁK, J. *Effect of site level environmental variables, spatial autocorrelation and sampling intensity on arthropod communities in an ancient temperate lowland woodland area*. PloS ONE, 2013. Volume 8. e81541.
- HORÁK, J. et.al. 2013. *Unexpected visitors: flightless beetles in window traps*. Journal of Insect Conservation, 2013, Volume 17, Issue 3. pp 441–449.
- HORÁK J. *Insect ecology and veteran trees*. Journal of Insect Conservation: 2017. Volume 21. p. 1-5.
- HOSSLER M.D. *Caterpillars and moths: Part I. Dermatologic manifestations of encounters with Lepidoptera*. Journal of the American Academy of Dermatology, 2010. Volume 62, Issue 1. p. 1-10.
- CHLUPÁČ, I. A kol. *Geologická minulost České republiky*. Praha: Academia, 2002. 436 s. ISBN 80-200-0914-0
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T. & KOČÍ, M. et.al. *Katalog biotopů České republiky*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2007. 447 s. ISBN 978-80-87457-02-3.
- International Union for Conservation and Nature. *The IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN, Version 2019-1. 2019. dostupné z: <http://www.iucnredlist.org>.
- JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. *Biologie pro střední školy gymnazijního typu*. Prostějov: FIN Publishing, 1996. 415 s. ISBN 80-86002-01-2.
- KNÍŽEK, M., ZAHRADNÍK, J. *Kůrovci na jehličnanech*. Jíloviště: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2007.
- kolektiv autorů 2011. *Oblastní plán rozvoje lesů 17 – Polabí*. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2011. 614 s.
- KŘÍSTEK, Š. et al. *Generel obnovy lesních porostů po kalamitě*. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2018. 52 s.
- LAMBECK J. R. *Focal Species: A Multi-Species Umbrella for Nature Conservation*. Society for Conservation Biology: Conservation Biology, 1997. Volume 11, 849 p.–856 p.

LEHNERT, L. W., BASSLER, C., BRANDL, R., BURTON, P. J., & MULLER, J. *Conservation value of forests attacked by bark beetles: Highest number of indicator species is found in early successional stages*. Journal for Nature Conservation, 2013. Volume 21, p. 97-104.

LIIRA, J., KOHV K. *Stand characteristics and biodiversity indicators along the productivity gradient in boreal forests: Defining a critical set of indicators for the monitoring of habitat nature quality*. Italy: Plant Biosystems, 2010. p. 211-220.

LINDEMAYER, D., MARGULES, Ch., BOTKIN D. *Indicators of Biodiversity for Ecologically Sustainable Forest Management*. Conservation Biology, 2000. Volume 14. p. 941-950.

LOCKLEY, E.H., SMITH D. M., NUFIO, C. R., FORNASH, F.: *Oak-insect herbivore interactions along a temperature and precipitation gradient*. Acta Oecologica: 2014. Volume 61. p. 1-8

LOSKOTOVÁ, T., HORÁK, J. *The influence of mature oak stands and spruce plantations on soil-dwelling click beetles in lowland plantation forests*. PeerJ, 2016. Volume 4:e1568;

LOSKOTOVÁ, T. *Význam kontinuity a fragmentace lesních porostů jako proměnné určující diverzitu brouků*. Praha: Univerzita Karlova, 2013.

McGEOCH, M. *The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators*. Cambridge University Press, Biological Reviews, 1998. Volume 73. p. 181-201.

Ministerstvo zemědělství. *Zpráva o stavu lesa 2015*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2016. 134 s. ISBN 978-80-7434-324-7.01680-7434-324-7

Ministerstvo zemědělství. *Zpráva o stavu lesa 2017*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2018. 118 s. ISBN 978-80-7434-477-0.

MODLINGER a kol. *Hmyzí škůdci našich lesů*. Jíloviště: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2015. 20 s. ISBN 978-80-7434-206-6.

NEUHASLOVÁ, Z. et al. *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky 1:500 000*. Průhonice: Botanický ústav Akademie věd ČR, Kosmas, 1997. 341 s. ISBN 80-200-0687-7

NIEMELÄ J. *Invertebrates and boreal forest management*. Conservation Biology. 1997. Volume 11, p. 601-610.

NIEMELÄ J. et. al. *Identifying, managing and monitoring conflicts between forest biodiversity conservation and other human interests in Europe*. Forest Policy and Economics. 2005. p. 877-890.

NOŽIČKA, J. *Přehled vývoje našich lesů*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 1957. 459 s.

ØKLAND, B. *A comparison of three methods of trapping saproxylic beetles*. European Journal of Entomology: 1996. Volume 93. p. 195-209.

PAYN T. et.al. *Changes in planted forests and future global implications*. Forest Ecology and Management, 2015. Volume 352. p. 57-67.

PLESNÍK, J., PELC F.: *Současný stav a výhled lesů ve světě a v Evropě*. Praha: Ochrana přírody, 2011. Volume 4.

PODRÁZSKÝ, V., KOUBA, J., ZAHRADNÍK J., ŠTEFANČÍK, I., *Změny v druhové skladbě českých lesů. Výzva pro lesnický i dřevozpracující sektor*. Dostupné online: www.tzb-info.cz, zveřejněno 3.6.2013.

RANIUS, T., JANSSON, N.. *A comparison of three methods to survey saproxylic beetles in hollow oaks*. Biodiversity & Conservation, 2002. Volume 11. p. 1759–1771.

RODER, J., BASSLER, C., BRANDL, R., DVOŘÁK, L., FLOREN, A., GOSSNER, M. M., & MULLER, J. *Arthropod species richness in the Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) canopy along an elevation gradient*. Forest Ecology and Management, 2010. Volume 259, p. 1513-1521.

SEQUENS, J. *Hospodářská úprava lesů: Souhrn*. Praha: 2007. dostupné online z: <https://docplayer.cz/16637888-Hospodarska-uprava-lesu.html>

SHEEHAN T.M., ULYSHEN M.D., HORN S., HOEBEKE E.R. *Vertical and horizontal distribution of bark and woodboring beetles by feeding guild: is there an optimal trap location for detection?* Journal of Pest Science 2019, Volume 92, Issue 1, p. 327–341.

SLÁMA M. *Tesaříkovití (Cerambycidae) České republiky a Slovenské republiky*, Praha: Academia, 1998. p. 383. ISBN 80-238-2627-1.

Stork, N. E. et. *The Living Planet in Crisis*. New York, Columbia University. Biodiversity Science and Policy. 1999. p. 3–32.

SPEIGHT, M.C.D. *Saproxylic Invertebrates and Their Conservation*. Strasbourg Council of Europe, 1989.

STEFANELLI, S., DELLA ROCCA, F., BOGLIANI, G. *Saproxylic beetles of the Po plain woodlands*. Italy: Biodiversity Data Journal, 2014. Volume 2, p. 1-95.

SZABÓ P., MÜLLEROVÁ J., SUCHÁNKOVÁ S., KOTACKA M. *Intensive woodland management in the Middle Ages: spatial modelling based on archival data*. Elsevier. Journal of Historical geography. 2015. Volume 48, p 1-10.

THOMAS, S., JONES, M. and ANDREWS, A. *The use of fly larvae in the treatment of wounds. Special focus: tissue viability*. Great Britain: Nursing Standard, Royal College Of Nursing, 1997. Volume 12. p. 57-9. ISSN 00296570.

VODKA S., KONVIČKA M. & ČÍŽEK L. *Habitat preferences of oak-feeding saproxylic beetles in a temperate woodland: implications for forest history and management*. Journal of Insect Conservation, 2009. Volume 13, p. 553-562.

WESLIEN, J., & SCHROEDER, M. L. *Population levels of bark beetles and associated insects in managed and unmanaged spruce stands*. Forest Ecology and Management, 1999. Volume 115. p. 267-275.

ZAHRADNÍK, J. *Brouci*, Praha: Nakladatelství Aventinum, 2008. 288 s. ISBN 978-80-86858-43-2.

ZAHRADNÍK, J., HOBERLANDTOVÁ, J. *Náš hmyz*, 2. upravené vydání, Praha: Albatros, 1987. 445 s. ISBN 13-794-87.

ZAHRADNÍK, J., SEVERA F. *Hmyz*. 2. vyd. Praha, AVENTINUM, 2004. 326 s. ISBN 80-86858-36-7.

ŽDÁREK J. *Hmyzí rodiny a státy*. Praha: Nakladatelství Academia, 2013. 582 s. ISBN 978-80-200-2225-7.

Československá republika. *Narřízení vlády ČSR č. 85/1981 Sb.*, ze dne 24.června 1981 o chráněných oblastech přirozené akumulace vod Chebská pánev a Slavkovský les, Severočeská křída, Východočeská křída, Polická pánev, Třeboňská pánev a Kvartér řeky Moravy

Evropská unie. Směrnice Rady č. 92/43/EHS z 21. května 1992 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin.

