

Vplyv lokálnych klimatických podmienok na populáciu podkôrnika dubového (*Scolytus intricatus* Ratz.)

Ing. Jozef Rozkošný, PhD.

1 Úvod

V súčasnosti meniace sa podmienky prostredia sú považované za rozhodujúce faktory pre smerovanie vývoja lesných ekosystémov a riziká ohrozujúce ich schopnosť poskytovať ekosystémové služby (Sing a kol. 2015). Dub vytvára významné lesné spoločenstvá od 1. do 3. lesného vegetačného stupňa (Ivs). V spomenutých Ivs tvoria významnú hospodársku drevinu a majú hlavne ekologický, ekonomický a kultúrny význam (Bussoti a Grossoni 1998). Zastúpenie duba na Slovensku má v súčasnosti stabilné zastúpenie (10,5 %) (Zelená správa 2021). Z dlhodobého hľadiska klesá. V roku 1970 bol dub zastúpený o 1 % viac ako v súčasnosti. Do budúca by sa malo zvyšovať a nie znižovať, najmä z dôvodu klimatickej zmeny. V horizonte roku 2075 budú bioklimatické podmienky vyhovovať najmä spoločenstvám dubov, ktorých potencionálne zastúpenie by malo dosahovať 55 – 88 % viac oproti súčasnému zastúpeniu dubov na Slovensku a preto by sa výmera dubových spoločenstiev v budúcnosti mala zvýšiť (Lapin 2000). Ďalšími predpokladanými prejavmi klimatickej zmeny sú zmeny v množstve zrážok a veľkosti evapotranspirácie v lesných spoločenstvách, ktoré sa očakávajú najmä v dubových spoločenstvách. S klimatickou zmenou sa zvyšuje aj riziko vzniku disturbancií v dubových porastoch. Vplyv čoraz vyšších priemerných teplôt do budúca môže pôsobiť na abundanciu podkôrneho hmyzu.

Zvyšujúca sa teplota priamo vplýva na aktivitu podkôrníkov. Viaceré druhy podkôrníkov, môžu reagovať na vyššiu teplotu multivoltínnym správaním, pričom invázne druhy sa budú môcť šíriť ešte rýchlejšie (Ayres a Lombardero 2000). Teplo urýchľuje vývoj larviem pod kôrou, zvyšuje počet generácií a tým skracuje možnosť a čas dokončenia vývoja parazitoidov a predátorov, ktorý majú dôležitú úlohu v znižovaní populácie škodcov (Schwenke 1994; Reev a kol. 1995).

Dubové porasty môžu byť napadnuté mnohými škodcami, ale len niekoľko z nich sa považuje za významných. Mnohé druhy hmyzu môžu obsadzovať duby pod kôrou, no len niektoré z nich sú významní škodcovia. Pri odumieraní porastov zohrávajú významnú úlohu. Svojou aktivizáciou oslabujú napadnuté jedince natoľko, že už sa nedokážu zregenerovať a sú oslabené natoľko až môže dôjsť k uhynutiu jedinca (Jentsch a kol. 2007). Druhy napádajúce duby patria do čeľade Curculionidae, Buprestidae a Cerambycidae (Jurc a kol. 2009; Markovic a Stojanovic 2011), no najmä podčeľade Scolytinae a Agrilinae sú často spojené s poškodeným dubom (Nageleisen 1993). Tieto druhy napádajú najmä oslabené duby a môžu zohrať významnú úlohu pri odumieraní stromov (Sallé a kol. 2014). Najvýznamnejší druh z podčeľade Scolytinae je podkôrník dubový (*Scolytus intricatus* Ratz.), ktorý je často spojený s odumieraním dubov v Európe (Oszako 2000; Maleisse a kol. 1993). Medzi významných podkôrných škodcov na dube zaraďujeme najmä podkôrnika dubového (*Scolytus intricatus* Ratz.), ktorý je rozšírený po celej Európe. Vyskytuje sa najmä v dubových porastoch (Bright a Skidmore 2002). Napáda najmä dub letný (*Quercus robur* L.), dub zimný (*Quercus petraea* L.), dub žltkastý (*Quercus dalechampii* L.), dub plstnatý (*Quercus pubescens* L.). Je to najmä sekundárny škodca a napáda už oslabené porasty (Lekander 1977). Podkôrník dubový (*Scolytus intricatus* Ratz.) patrí do čeľade podkôrníkovité (Curculinoidea). Dospelé imágo dorastá do dĺžky 2 až 4 mm. Telo je tmavé, pričom je celé pokryté jamkami a chlpkami, ktoré sú významné v zachytávaní a prenášaní výtrusov húb rodu *Ceratocystis* sp., a tým prispievajú aj ku prenášaní tracheomykóz na dube. Preto je podkôrník dubový označovaný ako vektorom týchto húb, pretože na jeho tele sa dokáže zachytiť stovky až tisíce spór (Gogola a Chovanec 1987). Vývoj podkôrnika začína v napadnutej dubovom dreve. Môžu to byť ťažbové zvyšky, ale vyvíjať sa môže aj na oslabených jedínoch duba. Pre imága je atraktívna dubová hmota (surové kmene, zvyšky ťažby), na ktorej je v čase rojenia lyko zvädnuté, ale ešte biele a nezaschnuté. Z haluziny napáda len vetvy hrubé 1,5 - 2,0 cm (Galko 2008). Z tejto hmoty následne vyletuje od apríla do júna, v krajnom prípade až do augusta a vykonáva zrelostný žer v 1 až 2 ročných výhonkoch dubov a takýmto spôsobom zanáša huby rodu *Ophiostoma* do zdravých

dubov (Gogola a Chovanec 1987; Munro 1926; Lekander 1977). Podkôrník v minulosti spôsobil veľké škody na dubových porastoch. Bol jedným z viacerých faktorov, ktorý spôsobil tzv. „hromadné hynutie dubov“ (HHD). Najväčší rozsah napadnutia dubových porastov bolo v prvej polovici 80-tych rokov. V tomto období bolo napadnutých takmer 4,43 milióna m³ dubového dreva (Leontovych 1997). Posledné veľké premnoženie bolo pozorované v rokoch 1993, 1994 a 1995, kedy bolo spolu napadnutých viac ako 110 000 m³ dubovej hmoty. V súčasnosti už podkôrník nespôsobuje také plošne rozsiahle škody, no dokáže sa lokálne premnožiť a v týchto lokalitách dokáže narobiť veľké ekonomické škody (Zúbrik a kol. 2018; Mikuš a kol. 2018). Mikuš a kol. (2012) poukázal na problematický stav dubových porastov dôsledkom napadnutia podkôrnikom dubovým na území Považského inovca. Pomocou dubových lapákov zistili jeho vysokú početnosť, najmä v porastoch po vykonanej ťažbe na teplejších expozíciách. Stojaté dubové lapáky sú jediným spôsobom kontroly podkôrnika. Dubové lapáky je potrebné zakladať v 40 a viac ročných porastoch so zastúpením duba 40 % a viac, ktoré boli v minulosti postihnuté „HHD“. Lapáky je potrebné vytvárať z najatraktívnejších dubov pre podkôrnika, to je z duba zimného (*Q. petraea* L.), prípadne z duba žltkastého (*Q. dalechampii* L.). Lapáky je dôležité vyberať z ekonomicky neperspektívnych jedincov a založiť ich v čase od 15. do 30. apríla. Jedince duba zarezávame po obvode vo výške 20 – 30 cm, do hĺbky 5 – 6 cm. Nad zárezom po obvode, vyrezávame klinovité segmenty, ktoré zaručujú vädnutie stromu.

Cieľom našej práce bolo zistiť vplyv klimatických podmienok na populáciu podkôrnika dubového (*S. intricatus* Ratz.) a v konečnom dôsledku aj na obsadenie dubových lapákov. Ďalším cieľom bolo zistiť atraktivitu dubových lapákov v rôznych mesiacoch. Tretím cieľom bolo zistiť vplyv hrúbky stromu na následne obsadenie podkôrnikom. Čiastkovým cieľom bolo zistenie druhej generácie podkôrnika v našich klimatických podmienkach.

Metodika

Výskum sme realizovali na predhorí Považského Inovca v období 2014-2016. Skúmané územie bolo vybrané z dôvodu výskytu pôvodných dubových porastov, ktoré sa nachádzajú v 2. a 3. lvs. Dubové porasty tu rastú vo svojom optime. Na území Považského inovca sú v nižšie položených častiach sú prirodzené najmä spoločenstvá ako karpatské dubovo-hrabové lesy (*Querceto-Carpineum*), dubové a cerovo-dubové lesy (*Quercetum petraea-cerris*), v niektorých častiach s kyslou pôdou dubové lesy na kyslých podložiach (*Genisto germanicae-Quercion*). Najvyššie položené časti zaberajú bukovo spoločenstvá (*Fageto typicum*, *Fageto pauper*). Dubové porasty tu rastú najmä na kambizemiach (Atlas krajiny Slovenskej republiky 2002). Na území Považského inovca boli v minulosti porasty s dubom a bukom výrazne poškodené. V roku 1999 zasiahla územie vetrová smršť Paulína, pri ktorej bolo vyvrátených 346 500 m³ drevnej hmoty. Z celkového množstva spadnutej drevnej hmoty bolo približne 25 000 m³ duba. Príčin takéhoto rozsahu kalamity bolo viacerých. Boli to najmä klimatické podmienky. V čase spadnutia kalamity boli zaznamenané vysoké úhrny atmosférických zrážok (240 mm – jún 1999, posledných 6 dní pred kalamitou 130 mm). Ďalším faktorom bol silný nárazový vietor. Dlhodobejšie faktory, ktoré sa podieľali na kalamite v roku 1999 boli najmä z predchádzajúceho hospodárenia (intenzita výchovných zásahov, používané hospodárske spôsoby, zastúpenie drevín a spôsob ich zmiešania, stav obnovy lesných porastov, expozícia, sklon, vek atď.).

Cieľom pokusu bolo zistiť atraktivitu dubových lapákov pre podkôrnika dubového. V súčasnej STN 48 2717 sa uvádza, že lapáky je potrebné zakladať od 15. do 30. apríla. Naším pokusom sme chceli overiť či sú dubové lapáky atraktívne len v apríli alebo sú aj v ostatných mesiacoch počas vegetačného obdobia. Stromy duba zimného sme vyberali náhodne v intervaloch v rozmedzí apríla až augusta od roku 2014 do 2016 v dubovom poraste. Vyberali sme zdravé jedince duba zimného (*Q. petraea* L.) na princípe prebierky. To znamenalo, že sme vyberali poškodené, nekvalitné jedince. Rozostup stromov bol minimálne 25 m a výber stromov limitovala hrúbka cca 30 cm ± 10 cm. Celkovo sme vyhľadali 10 stromov každý mesiac. Ročne sme vybrali 50 stromov a za celý pokus sme vybrali 150 jedincov. Následne po vyhladnutí vhodného jedinca sme strom pomocou motorovej píly obrezali po obvode do hĺbky 5 až 6 cm a vo výške 30 až 50 cm nad zemou. Následne sme nad zarezaným obvodom vyrezali klinovité segmenty. Týmto sme narušili vodivé pletivá duba, spôsobili

vädnutie stromu a tým atraktivitu jedinca pre podkôrnika. Takto zarezané dubové lapáky sme nechali vädnúť po dobu 2 mesiacov, ktoré boli dostatočné na naletenie podkôrnikom. V rámci tejto časti pokusu sme hodnotili aj vplyv teploty vzduchu a atmosférických zrážok na populáciu podkôrnika dubového. Údaje (priemerné denné teploty vzduchu a denné úhrny atmosférických zrážok počas obdobia 2014-2016) sme prevzali z neďalekej meteorologickej stanice SHMÚ (Topoľčany). Po 2 mesiacoch od založenia sme lapáky spílili pomocou motorovej píli. Každý lapák bol rozdelený na 5 m sekcie a korunu. Na začiatku, v strede a na konci každej sekcie sme zmerali hrúbku pomocou obvodového pásma s presnosťou na 1 cm. Sekcie sme zakladali z dôvodu, zistenia závislostí medzi obsadenosti podkôrnikom a výškou od zeme, hrúbkou stromu, resp. vplyv na dĺžku materských chodieb. Prepokladáme, že čím je vyššia pozícia v korune, tým bude obsadenosť podkôrnikom nižšia. V korune sme hrúbku merali na viacerých vetvách a z nameraných hrúbok sme stanovili priemernú hrúbku za korunu (merali sme aspoň 4 konáre). Pomocou pásma sme odmerali dĺžku (resp. výšku) každého lapáka. Hrúbky sekcií ako aj koruny sme merali za účelom výpočtu povrchu lapáku, ktorý sme použili vo výpočte 63 obsadenia lapákov. V strede každej sekcie sme odkôrnili plôšku 20x50 cm pomocou sekery. Prvým hodnoteným parametrom bola populačná hustota. Hodnotili sme ju pomocou štvorcovej matrice z papiera s plochou 1 dm². Matricu sme náhodne 5-krát priložili na rôzne časti odkôrnenej plôšky. Pri každom priložení sme spočítavali materské chodby, ktoré boli vo vystrihnutom štvorci. Ďalej sme postupovali rovnako pri každej sekcii. Ďalším hodnoteným parametrom bola dĺžka materských chodieb. Na každej odkôrnenej plôške sme pomocou posuvného meradla zmerali 10 rôznych materských chodieb. Merané chodby boli vybrané náhodne po celej ploche plôšky. Výpočet obsadenosti lapáku sme uskutočnili z dôvodu zistenia koľko podkôrnikov dubových môže obsadiť jeden dubový lapák. Vzhľadom k tomu, že podkôrník je monogamný druh (Yates 1984), čiže samička sa pári vždy len s jedným samčekom vieme si vypočítať obsadenie lapákov. Na základe povrchu lapáka (P), príslušnej populačnej hustoty (PD) vieme zistiť približné obsadenie lapáku (O). Povrch lapáku vynásobíme populačnou hustotou a to celé vynásobíme dvomi. Číslo dva preto, lebo k jednej materskej chodbe pripadajú vždy 2 imága podkôrnika.

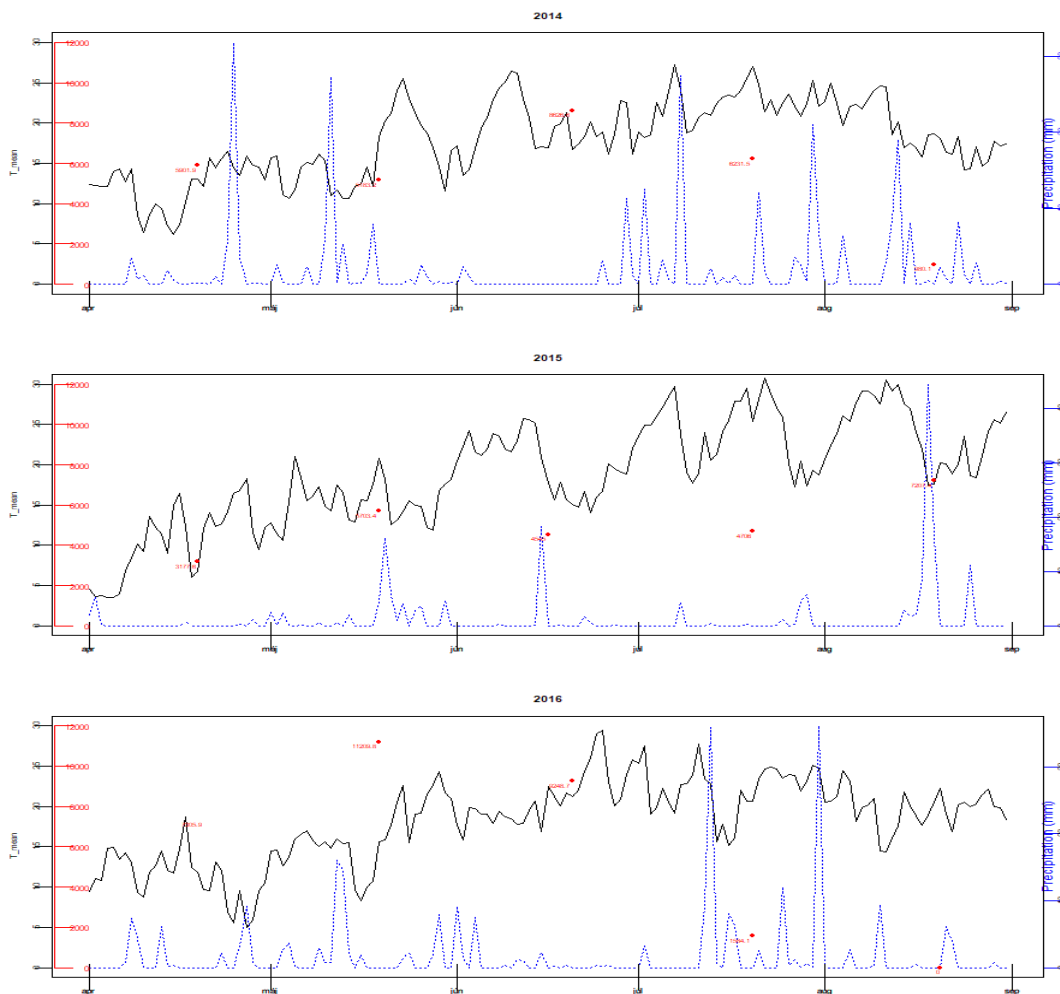
$$O = P * PD * 2$$

Povrch lapáku (P) vypočítame ako sumu povrchov jednotlivých sekcií ku ktorým pripočítame povrch koruny, ktorý je 15 % z povrchu všetkých sekcií. Pre povrch každej sekcie potrebujeme hrúbku na začiatku a na konci sekcie. Pre výpočet povrchu každej sekcie stromu sme použili nasledovný vzťah: $P_{sec} = 3,14 * ((d_0 + d_1) / 2) * L$ P_{sec} - povrch sekcie d_0 - hrúbka na začiatku sekcie d_1 - hrúbka na konci sekcie L - dĺžka sekcie (5 m).

Výsledky

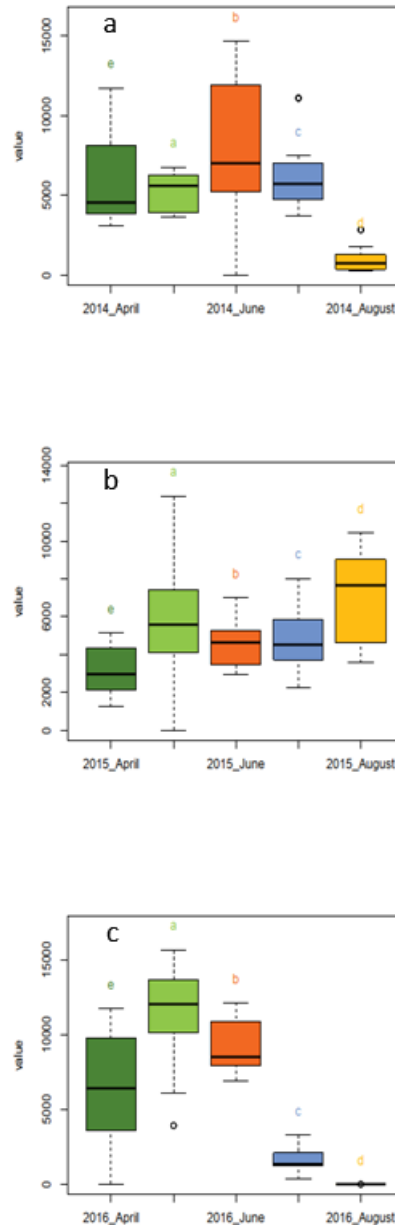
V roku 2014 bola najvyššia obsadenosť podkôrnikom v júnových lapákoch (priemerne 8000 ks imág na lapák). V tomto období sme zistili aj pomerne dlhú periódu sucha (21 dní bez zaznamenaných úhrnov zrážok) a teplého počasia (priemerná mesačná teplota 19,6°C). Celkový júnový mesačný úhrn zrážok bol len 27 mm (výrazne podnormálny úhrn). Pomerne vysoká priemerná obsadenosť bola v lapákoch založených v apríli, máji a júli. Napriek vyššej júlovej priemernej mesačnej teplote vzduchu v porovnaní s júnom (o 1,8°C) bola obsadenosť lapákov o niečo nižšia, čo môže byť dôsledkom vyšších úhrnov atmosférických zrážok počas mesiaca júl (o 69 mm viac) a počas júla sa nevyskytla dlhšia perióda dní bez atmosférických zrážok, čo môže mať dôležitý vplyv na aktivitu podkôrnika. Najnižšia priemerná obsadenosť bola v lapákoch založených v auguste. V tomto období bolo aj väčšie množstvo atmosférických zrážok (o cca 33 mm viac) oproti obdobi v júni a o niečo chladnejšie počasie (o 0,5°C menej). V ďalšom roku (2015) bola najvyššia priemerná obsadenosť v augustových lapákoch. V tomto mesiaci bolo najteplejšie z celej sezóny (priemerná mesačná teplota bola 24,1°C). Augustová priemerná denná teplota bola výrazne vyššia v porovnaní s augustom 2014 (o 5 °C), júlová bola vyššia o 1,6°C. Počas mesiacov jún, júl, august sme zaznamenali len 134 mm úhrnov atmosférických zrážok. Zrážky boli nerovnomerne rozložené, väčšina spadla v úhrne do 1 mm, vyššie úhrny spadli najmä počas búrok. Deficit atmosférických zrážok sme zaznamenali už počas mesiaca apríl a máj. V tomto období sme zaznamenali 45 dňovú periódu s nízkymi úhrnmi zrážok, ktorá neskôr pokračovala aj v letných mesiacoch v trvaní 35 dní. V ostatných mesiacoch bola priemerná obsadenosť pomerne vysoká. Slniečny svit v auguste 2015 bol výrazne vyšší v porovnaní s augustom 2014 (o 80 hod. dlhší). Celkovo obdobie od apríla do augusta bolo s

nadpriemernou dĺžkou slnečného svitu. V roku 2016 bola najvyššia priemerná obsadenosť podkôrníkom na začiatku sezóny (apríl, máj). V nasledujúcich mesiacoch mala klesajúcu tendenciu. Priemerná denná teplota v apríli bola vyššia o $0,9^{\circ}\text{C}$ v porovnaní s rokom 2015 ale nižšia o $0,9^{\circ}\text{C}$ v porovnaní s rokom 2014. Májová priemerná denná teplota bola najvyššia práve v roku 2016 (v porovnaní s rokom 2014 o $0,7^{\circ}\text{C}$ a 2015 o 1°C). V porovnaní s dlhodobým normálom bola priemerná denná teplota nad dlhodobým normálom (o $0,4^{\circ}\text{C}$ viac). V augustových lapákových sivech sme nezaznamenali žiadnych podkôrníkov dubových. August 2016 bol v porovnaní s rokom 2015 s nízkymi úhrnmi zrážok (o 40 mm menej) a teplotne podnormálny (v priemere o $1,3^{\circ}\text{C}$ menej). Zrážky sa vyskytovali priebežne počas celého mesiaca, pričom v roku 2015 boli situované do pár dní. Dĺžka slnečného svitu bola porovnateľná ako v auguste 2015. Pomerne nižšiu priemernú obsadenosť sme zistili aj v júlových lapákových sivech v porovnaní s júlom v roku 2015 a 2014. Priemerná júlová denná teplota vzduchu v roku 2016 bola nižšia o $1,8^{\circ}\text{C}$ v porovnaní s rokom 2015 a o $0,2^{\circ}\text{C}$ nižšia ako v roku 2014. Zaujímavé sú zaznamenané júlové úhrny zrážok. V roku 2014 sme zaznamenali v mesiaci júl 89 mm, v roku 2015 iba 16 mm a v 2016 115 mm. V roku 2016 sme zaznamenali 1 dlhšiu periódu s minimom atmosférických zrážok a to od začiatku júna do začiatku júla v dĺžke 37 dní. Obsadenie júlových lapákových sivech bolo výrazne vyššie v porovnaní s lapákmi založenými v júli. Jeden dubový lapák v priemere obsadilo 6 329 imág podkôrníka, pričom najvyššie odhadovaná obsadenosť podkôrníkom bola 30 486 imág podkôrníka. V závislosti od času založenia lapákov sme zistili, že dubové lapáky sú atraktívne počas celého roku s výnimkou lapákov založených v auguste, ktorý boli obsadené len v 2 rokoch pokusu a to najmä po dlhšej perióde sucha a teplého počasia.



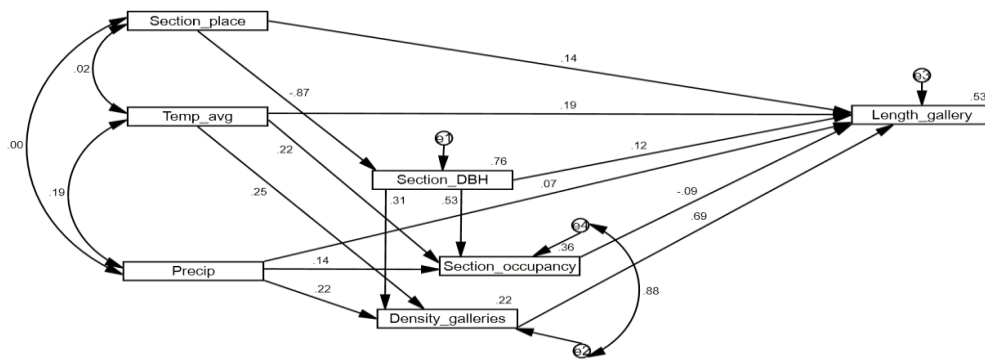
Obr. 1: Denné teploty za roky 2014-2016 (vľavo- čierna čiara), Zrážky za 2014-2016 (vpravo- bodkovaná modrá čiara), Priemerná obsadenosť podkôrnikom v mesiaci (červené bodky)

Priemerné hodnoty obsadenosti vo všetkých rokoch a mesiacoch boli analyzované metódou jednofaktorovej ANOVY. Najvyššia obsadenosť lapákov bola v mesiacoch máj (2016) a jún (2014 – 7763 imág a 2016 – 9357 imág). Najnižšia priemerná obsadenosť bola v lapákoch založených v auguste 2014 (994 imág a 2016 – 0 imág) 89, ale na druhej strane bola prekvapivo najvyššia priemerná obsadenosť v lapákoch v roku 2015 – 7213 imág.



Obr. 2: Priemerné hodnoty obsadenosti lapákov v závislosti od ich založenia v mesiaci v rokoch 2014 (a), 2015 (b), 2016 (c)

Path model zahŕňa 12 ciest. Zistili sme, že štandardizované beta koeficienty (korelačné koeficienty) pre väčšiu ciest majú relatívne nízke hodnoty, ale všetky okrem cesty medzi povrchoch sekcií a dĺžky materských chodieb sa ukázali ako významné. Skúmané premenné sú uvedené v obdĺžnikoch. Beta koeficienty, ktoré popisujú vplyv jednej premennej na inú, sú zobrazené ako jednosmerná šípka. Dvojsmerné šípky predstavujú korelácie medzi dvomi premennými. Kruhy predstavujú chybové hodnoty. Pri závislých premenných je v pravej hornej časti obdĺžnika hodnota R^2 .



Obr. 3: Path model so štandardizovanými β koeficientmi

Korelácia vyjadrená v jednotkách odchýliek bola prevažne slabá. Hodnoty sa pohybovali pod 0,309. Silnejšie vzťahy boli zistené pri ceste populačnej hustoty a dĺžky materských chodieb a hrúbky sekcie a obsadenosti sekcie (0,53 resp. 0,693). Vo vzťahu priemernej teploty a obsadenosti sekcie sme zistili, že ak sa teplota zvýši o 1°C tak obsadenosť sekcie sa zvýši o 77,098 11,113 imága. Taktiež pri vzťahu priemernej teploty a populačnej hustoty sme zistili podobný vzťah. Pri zvýšení teploty o 1°C sa zvýši populačná hustota o $0,102 \pm 0,014$ mat. ch./dm². Tiež pri vzťahu zrážok a obsadenosti sekcie, populačnej hustote sme zistili, že ak sa zrážky zvýšia o 1 mm, obsadenosť a populačná hustota sa zvýši ($84,295 \pm 1,208$ imága resp. $0,01 \pm 0,002$ mat. ch./dm²). Silnejšiu závislosť sme zistili pri vplyve hrúbky sekcie na obsadenosť sekcie (0,532). Ak sa hrúbka zvýši o jednu jednotku, tak obsadenosť sekcie podkôrník sa zvýši o $84,295 \pm 4,931$ imága. O niečo slabšiu závislosť sme zistili pri vzťahu hrúbky sekcie ku populačnej hustote (0,309). Parametre vplývajúce na dĺžku materských chodieb (Sekcia, hrúbka sekcie, priemerná teplota, zrážky vplývajú len nepatrne. Pri vzťahu 94 obsadenosti sekcie a dĺžky materských chodieb sme zistili negatívny vplyv, ale tento výsledok je štatisticky nevýznamný, pri veľmi slabej závislosti (0,07). Najvyššiu závislosť sme zistili vo vzťahu populačnej hustoty a dĺžky materských chodieb (0,693). Ak sa populačná hustota zvýši o jednu mat. ch./dm², tak dĺžka materských chodieb sa zvýši o 2,334 mm. Hodnoty path koeficientov s neštandardizovanými koeficientami, ich štandardnou chybou, neštandardizovaným koeficientom a ich štatistickou významnosťou sú uvedené v tab. 1.

Tab. 1: Odhadovaný path model s neštandardizovanými koeficientmi (U.C.) a ich štandardnými chybami (S.E.), štandardizované koeficienty (S.C.) a štatistická významnosť (P)

	Path		U.C.	S.E.	S.C.	P
Sekcia	--->	Hrúbka sekcie	-4.317	0.093	-0.873	***
Priemerná teplota	--->	Obsadenosť sekcie	77.098	11.113	0.22	***
Priemerná teplota	--->	Populačná hustota	0.102	0.014	0.252	***
Zrážky	--->	Obsadenosť sekcie	5.3	1.208	0.139	***
Zrážky	--->	Populačná hustota	0.01	0.002	0.217	***
Hrúbka sekcie	--->	Obsadenosť sekcie	84.295	4.931	0.532	***
Hrúbka sekcie	--->	Populačná hustota	0.056	0.006	0.309	***
Sekcia	--->	Dĺžka mat. chodieb	0.416	0.166	0.137	**
Hrúbka sekcie	--->	Dĺžka mat. chodieb	0.074	0.036	0.121	*
Priemerná teplota	--->	Dĺžka mat. chodieb	0.263	0.038	0.194	***
Zrážky	--->	Dĺžka mat. chodieb	0.01	0.004	0.07	*
Obsadenosť sekcie	--->	Dĺžka mat. chodieb	0	0	-0.088	0.2
Populačná hustota	--->	Dĺžka mat. chodieb	2.334	0.211	0.693	***

Diskusia

Naša štúdia bola založená na dubových lapákoch, to znamená na zarezaných stromoch, ktoré všeobecne lákajú podkôrny hmyz kvôli svojmu vädnúcemu floému a drevu. Najdôležitejšie premenné identifikované modelom 1 týkajúce sa obsadením podkôrnik na dubových lapákoch boli teplota vzduchu, atmosférické zrážky a mesiac založenia lapáku. Očakávali sme, že priemerné teplotné podmienky a čas kontroly (mesiac) ovplyvnia zistené obsadenia lapákov podkôrnikom dubovým. Model 1 vo veľkej miere zodpovedal predpoklad, že teplota vzduchu pozitívne vplyva na populáciu podkôrnik (Galko a kol. 2018). Path analýzou sme zistili pozitívny vplyv priemernej teploty vzduchu za obdobie od založenia lapáku po vyhodnotenie, aj atmosférických zrážok na obsadenie sekcie, populačnú hustotu, a dĺžku materských chodieb. Vplyv zrážok na dĺžku materských chodieb bol však veľmi malý, ale stále významný. Naše výsledky sú v súlade so štúdiami súviciami s inými druhmi podkôrneho hmyzu, či už z Európy alebo zo Severnej Ameriky, uskutočňovanými na feromónových alebo pasívnych bariérových lapačoch (Chen a Jackson 2015; Faccoli 2009). V júni 2014, v období vyšších teplôt a bez zrážok, sme našli najvyššiu obsadenosť lapákov v danom roku. Predpokladáme, že v roku 2015 dlhé obdobie s nízkymi úhrnmi zrážok a vysokými teplotami vzduchu, spôsobilo najintenzívnejšiu obsadenosť v augustových lapákoch 2015 (pravdepodobne podkôrnik založil 2. generáciu). Predpokladáme, že dlhodobý deficit atmosférických zrážok v roku 2015, ktorý pokračoval aj na jar 2016, mohol spôsobiť v máji 2016 vysokú obsadenosť, pravdepodobne v dôsledku vhodných podmienok na prezimovanie lariev, ktoré príjade *S. intricatus* prezimovávajú pod kôrou. V roku 2016 mohli častejšie a vyššie úhrny atmosférických zrážok spôsobiť nízku obsadenosť v lapákoch založených v júli a dokonca nulové obsadene v augustových lapákoch v tom isto roku. Podľa našich

výsledkov z roku 2015, je podkôrník schopný založiť druhú generáciu aj v Stredoeurópskych klimatických podmienkach (Gogola a Chovanec 1987), čo bolo predtým pozorované napríklad aj v juhovýchodnej Európe (Marković a Stojanović 2011, 2013). V roku 2015 sme určili, že podkôrník založil druhú generáciu v porovnaní s rokom 2016, kedy boli klimatické podmienky menej vhodné ako v roku 2015. V roku 2014 boli v augustových lapákoch napadnuté výlučne koruny, čo môže byť čiastočné zachytenie druhej generácie, ale klimatické podmienky neboli až tak priaznivé ako v roku 2015. Galko a kol. (2018) zistili, že čas vývoja sa skracaje s vyššími teplotami vzduchu a až 60 % imág prvej generácie môže vyletieť už v roku naletenia hmoty. Na tej istej ploche Rozkošný (2016) v prírodných podmienkach zistil, že v dôsledku priaznivých klimatických podmienok v roku 2015, vyletelo z dubových vzoriek až 30 % imág v roku založenia. Oproti tomu v roku 2016 pri horších klimatických podmienkach nevyletelo z dubových vzoriek ani jedno imágo podkôrnika v roku založenia. Preto je pravdepodobné, že sme na konci vegetačného obdobia 2015 zistili založenie druhej generácie. Zistený vplyv teploty vzduchu na populáciu podkôrnika dubového alebo na rýchlosť vývoja lariev pod kôrov (Galko a kol. 2018), je uvedený aj v iných prácach pre iné druhy podkôrneho hmyzu (DeRose a kol. 2013; Wermeling a Seifert 1999).

Vyššia teplota vzduchu môže mať silný vplyv na životný cyklus a vývoj podkôrneho hmyzu. Niektoré nedávne štúdie však ukazujú, že veľmi vysoké teploty nie sú vždy spojené s vyšším výskytom každého druhu podkôrneho hmyzu (Berec a kol. 2013; Wermelinger a kol. 2021). V rámci optimálneho teplotného rozsahu nachádza podkôrny hmyz optimálne podmienky pre vývoj (Wermelinger a Seifert 1998), pričom vzťahy sú často nelineárne a veľmi vysoké a nízke teploty vzduchu znižujú napadnutie podkôrnym hmyzom (Mezei a kol. 2017). V štúdií z Bohemského lesa zistili, že ak sa zmení klíma v budúcnosti, musí sa zmeniť aj počet extrémnych udalostí a preto môžeme čakať iba malú zmenu v dĺžke vývoja podkôrneho hmyzu (Berec a kol. 2013).

Záver

Cieľom našej práce bolo zistiť atraktivitu dubových lapákov počas mesiacov apríla až augusta. Zistili sme, že nezáleží kedy je lapák založený. V každom mesiaci bol približne rovnako atraktívny. Výnimkou boli lapáky založené v auguste, pretože vplyvom chladného počasia sme v roku 2016 nezaznamenali ani jedného podkôrnika. Naopak v augustových lapákoch 2015 vplyvom dlhého suchého a teplého počasia sme zaznamenali najvyššiu obsadenosť podkôrnikom v tom roku. V roku 2014 sme najvyššiu obsadenosť podkôrnikom zaznamenali v júnových lapákoch (priemerne 8000 imág). V augustových lapákoch v roku 2015 sme pravdepodobne zachytili založenie 2. generácie podkôrnikom dubovým a vysoké obsadenie sa zrejme aj vplyvom miernej zimy prenieslo do pomerne vysokej obsadenosti v máji a júli 2016. Priemerné obsadenie dubového lapáku odhadujeme na 6 329 imág podkôrnikov, pričom najvyššie odhadovaná obsadenosť podkôrnikom bola 30 486 imág. Vo vzťahu teploty vzduchu a obsadenosti sekcie sme zistili, že ak sa teplota vzduchu zvýši o 1°C tak obsadenosť sekcie sa zvýši o 7 %, ale pri tomto vzťahu sme zistili slabú závislosť (0,22). Vo vzťahu atmosférických zrážok a obsadenosti sekcie sme zistili, že ak sa atmosférické zrážky zvýšia 1 mm tak obsadenosť sa zvýši o 13 %, aj keď pri slabej závislosti (0,139). Silnejšiu závislosť sme zistili pri vzťahu hrúbky sekcie a obsadenosti (0,532). Ak sa hrúbka zvýši o jednu jednotku, tak obsadenosť sekcie o 13 %. Najsilnejšiu závislosť sme zistili pri vzťahu populačnej hustoty 124 a dĺžky materských chodieb (0,693). Ak sa populačná hustota zvýši o jednu jednotku tak dĺžka materských chodieb narastie o 14 %. Najvyššiu obsadenosť podkôrnikom sme zistili vo výške na kmeni 0-5 m. S čoraz vyššou sekciou sa znižovala aj obsadenosť podkôrnikom dubovým. Pri dĺžke materských chodieb sme nezistili rozdiely medzi jednotlivými sekciami na kmeni stromu. Po vyhodnotení atraktivity dubových lapákov ako aj vplyvu teploty a zrážok na populáciu podkôrnika sme zistili rozpor so súčasnou STN 48 2717. STN udáva zakladať lapáky do 30. Apríla, ale v našej práci sme zistili, že dubové lapáky sú atraktívne aj počas mesiacov máj, jún, júl a počas teplého a suchého leta aj v auguste. STN tiež udáva asanovanie napadnutej dubovej hmoty až v nasledujúcom roku od založenia. V našej práci sme zistili, že počas teplého a suchého počasia môže časť populácie vyletieť už v roku napadnutia hmoty.

Použitá literatúra

- Ayres M. P., Lombardero M. L., 2000: Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *The science of total environment*, 262: 263- 286
- Berec L., Doležal P., Hais M., 2013: Population dynamics of *Ips typographus* in the Bohemian Forest (Czech Republic): Validation of the phenology model PHENIPS and impacts of climate change. *For. Ecol. Manage.* 292, 1–9. doi:10.1016/j.foreco.2012.12.018
- Bright D. E., Skidmore R. E., 2002: *A Catalogue of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera)*, NRC Research Press, Canada 611.
- Bussotti F., Grossoni P., 1998: Des Problemes dans la classification des chenes. *For. Medit*, 19: 267-278.
- DeRose R. J., Bentz B. J., Long, J.N., Shaw, J. D., 2013: Effect of increasing temperatures on the distribution of spruce beetle in Engelmann spruce forests of the Interior West, USA. *For. Ecol. Manage.* 308: 198–206. doi:10.1016/j.foreco.2013.07.061
- Galko J., 2008: Porastová hygiena v dubových porastoch vo vzťahu k podkôrnym a drevokazným škodcom. Dizertačná práca, Zvolen: TU vo Zvolene, 168 s.
- Galko J., Okland B., Kimoto T., Rell S., Zúbrik M., Kunca A., Vakula J., Gubka A., Nikolov, C., 2018: Testing temperature effects on woodboring beetles associated with oak dieback. *Biologia* 73: 361-370, doi: 10.2478/s11756-018-0046-1
- Gogola E., Chovanec D., 1987: Podkôrník dubový a tracheomikóza dubov. Videopress MON, Bratislava, 79.
- Jentsch A., Kreyling J., Beierkuhnlein C., 2007: A new generation of climate-change experiments: events, not trends. *Front. Ecol. Environ.* 5: 365–374.
- Jurc M., Bojovic S., Komjanc B., Krc J., 2009: Xylophagous entomofauna in branches of oaks (*Quercus* spp.) and its significance for oak health in the Karts region of Slovenia. *Biologia* 64: 130-138.
- Lapin M., Melo M., 2000: Stručný prehľad scenárov klimatickej zmeny pre Slovensko podľa CCCMprep. Katedra MaK MFF UK Bratislava, nepublikované.
- Lekander B., Bejer-Petersen B., Kangas E., Bakke A., 1977: The distribution of bark beetles in Nordic countries. *Acta Entomol. Fenn.*, 32: 1-37.
- Leontovych R., 1997: Zdravotný stav dubových porastov postihnutých hromadným hynutím, s. 261–267. In Križová, E., Kodrík, J. (eds): *LES – DREVO – ŽIVOTNÉ PROSTREDIE 97*. Zborník referátov zo seminára. Medzinárodná vedecká konferencia, Vydavateľstvo Technickej univerzity, Zvolen, 347.
- Marković, Č., Stojanović, A., 2011: Phloemophagous and xylophagous insects, their parasitoids, predators and inquiline in the branches of the most important oak species in Serbia. *Biologia* 66: 509–517.
- Mezei P., Jakuš R., Pennerstorfer J., Havašová M., Škvarenina J., Ferenčík J., Slivinský J., Bičárová S., Bilčík D., Blaženec M., Netherer S., 2017: Storms, temperature maxima and the Eurasian spruce bark beetle *Ips typographus*—An infernal trio in Norway spruce forests of the Central European High Tatra Mountains. *Agric. For. Meteorol.* doi:10.1016/j.agrformet.2017.04.004
- Mikuš D., Galko J. 2012: Manažment ochrany lesa na LS Duchonka (OZ Prievidza). In: Kunca, A. (Ed.), *Aktuálne problémy v ochrane lesa 2012*, Zborník referátov z 21. Medzinárodnej konferencie konanej 12.-13.4.2012 v Kongresovom centre Kúpeľov Nový Smokovec, a.s., Národné lesnícke centrum, Zvolen, 45-51.
- Mikuš D., Galko J., Jančok T., 2018: Pestovanie a ochrana lesa v dubových porastoch na LS Duchonka: Problémy, otázky, možné riešenia. In. *Aktuálne problémy v ochrane lesa*, Národné lesnícke centrum vo Zvolene, 34 – 40.
- Nageleisen L. M., Piou D., Saintonge F.X., Riou-Nivert P., 2010: La santé des forêts. *Maladies, insectes, accidents climatiques*, 608.
- Oszako T., 2000: Oak declines in Europe's forest history, causes and hypothesis. In: Oszako T., Delatour C., *Recent Advances on Oak health in Europe*. Forest Research Institute, Warsaw, Poland, 11-40.

- Reeve J. R., Ayers M. P., Lorio P. L., 1995: Host suitability, predation and bark beetle population dynamics. In: Cappucino N., Price P. W.. Population dynamics: new approaches and synthesis. San diego, CA: Academic Press, 59-71.
- Rozkošný J., 2018: Možnosti ochrany lesa pred podkôrným hmyzom v dubových porastoch: Diplomová práca. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2018, 66.
- Sallé A., Nageleisen L. M., Lieutier F., 2014: Bark and wood boring insects involved in oak declines in Europe: Current knowledge and future prospects in a context of climate change. For. Ecol. Manag. 328: 79–93. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.05.027>.
- Schwenke W., 1994: Über die Grundlagen der Entstehung und Begegnung von InsektenMassenvermehrungen Im Wald. Anz. Schadlingskde. Pflanzenschutz, Umweltschutz, 67: 120-124
- Sing L., Ray D., Watts K., 2015: Ecosystem services and forest management. Research Note. Forestry Commission, Edinburgh.
- STN 48 2717, 2000: Ochrana lesa proti podkôrníkovi dubovému.
- Wermelinger B., Seifert M., 1999: Temperature-dependent reproduction of the spruce bark beetle *Ips typographus*, and analysis of the potential population growth. Ecol. Entomol. 24, 103–110.
- Yates M. G., 1984: The biology of the oak bark beetle *Scolytus intricatus* (Ratzeburg) (Coleoptera: Scolytidae) in southern England. Bull Entomol Res 74: 569–579. <https://doi.org/10.1017/S0007485300013948>.
- Zúbrik M., Kunca, A., Galko J., Vakula J., Rell S., Leontovyč R., Gubka A., Nikolov Ch. 2018: Výskyt škodlivého hmyzu a húb v dubových porastoch Slovenska. In. Aktuálne problémy v ochrane lesa, Národné lesnícke centrum vo Zvolene, 41 – 45.