



# Statistické vyhodnocení dat z monitoringu šíření lýkožrouta smrkového z NP Šumava do sousedících lesních porostů v ČR

Č. j. 16479/2013-MZE-16212

Vypracoval:

ÚHÚL Brandýs nad Labem, pobočka Č. Budějovice

Ing. Martin Klewar a kolektiv

Aktualizovaná verze k 30.10.2014

**Název funkčního úkolu:** „Statistické vyhodnocení dat z monitoringu šíření lýkožrouta smrkového z NP Šumava do sousedících lesních porostů v ČR“. Č. j. 16479/2013-MZE-16212

Obsah závěrečné zprávy:	strana
Úvod	3
Metodika	4
Zjištění závislosti šíření kůrovce na parametrech stanoviště	7
Nadmořská výška	8
Geomorfologie (expozice, sklon)	9
Lesnicko-typologické charakteristiky (LVS, EK, ER)	11
Dynamika a disperze populace kůrovců v jednotlivých letech	13
Období 2000-2002	13
Období 2002-2005	14
Období 2005-2007	15
Období 2007-2008	16
Období 2008-2009	17
Období 2009-2012	18
Stanovení rizik ohrožení lesních porostů	19
Disperzní charakteristiky	21
Přílohy	22
Přehled vývoje četnosti	22
Dokument specifikace	23

## Úvod

Cílem práce je získat praktické poznatky pro ochranu lesa na základě analýzy kalamity kůrovce (kůrovcové disturbance), která proběhla v území ponechaném bez zásahu člověka. Jednotlivé přírodní procesy (natural proces) stejně jako lidskou činností podmíněné polo-přírodní procesy (seminatural proces) charakterizují situace, ke kterým v našich lesích dochází opakovaně. Jejich pochopením a konkrétní klasifikací a kvalifikací můžeme získat znalosti k lepšímu řízení příslušných činností jak v lesním hospodářství, tak v ochraně přírody.

Testovací území se nachází v jihočeské části NP Šumava v oblasti Plešské hornatiny (Culek 1972) v blízkosti Plešného jezera a Trojmezenské hory a je vymezeno na svojí spodní hranici vrstevnicí 1000 m. n. m.

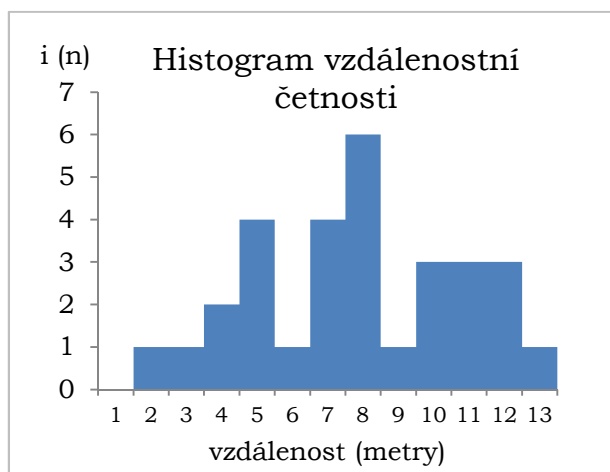
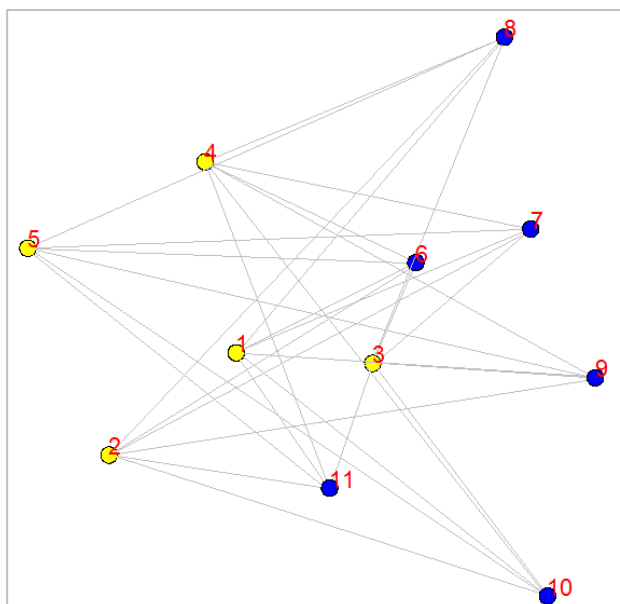
Toto území tvoří pouze část území řešeného v předchozím funkčním úkolu a bylo zvoleno vzhledem k vysokému podílu původních smrčín a přirozených smrčín; lesy v těchto lokalitách se vyznačují vysokou biodiverzitou, historickou věrohodností přirozeného vývoje, autochtonním původem lesních porostů a malým antropicko-hospodářským ovlivněním, čímž splňují nároky pro nejvyšší stupeň ochrany přírody, což bylo i důvodem proč byly tyto zařazeny do I. zóny Národního parku Šumava. Navzdory veškerým předpokladům pro vysokou resistenci těchto porostů proti impaktu kůrovce došlo v uplynulém období k jejich rozsáhlému a plošně-souvislému rozpadu a to i v plochách s vysokou strukturální a věkovou heterogenitou. Volba tohoto území umožňuje analyzovat vývoj kůrovce v prostředí málo ovlivněném člověkem (Jelínek, 2004), které je zároveň typickým příkladem managementu bezzásahovosti a jeho projevů na okolní prostředí.

## Metodika

S ohledem na skutečnost dokončeného rozpadu lesa v naprosté většině oblastí NP Šumava, nebyla pro analýzu použita původně plánovaná logistická funkce a smíšený regresní model, protože se jedná o metody sloužící ke stanovení rizika pokračujícího rozpadu lesa, který již proběhl. Na místo toho byly použity metody popisné statistiky ke zhodnocení, jakým způsobem k rozpadu lesa došlo, a jaké byly hlavní závislosti dynamiky a disperze kůrovcové gradace.

V analýze vlivu přírodních podmínek byla obvyklým způsobem popisné statistiky testována závislost vývoje gradace kůrovců na parametrech stanoviště, za které byly zvoleny: nadmořská výška, expozice terénu, sklon terénu a geobiocenologická klasifikace (lesní vegetační stupeň, edafická kategorie, ekologická řada).

V analýze dynamiky a disperze infestace lesních porostů kůrovcem byla využita polohová matice a kombinatorní četnost a dále klasifikace polohy, variability a tvaru rozdělení souboru těchto hodnot. Pro ilustraci zde uvádíme konkrétní postup výpočtu.



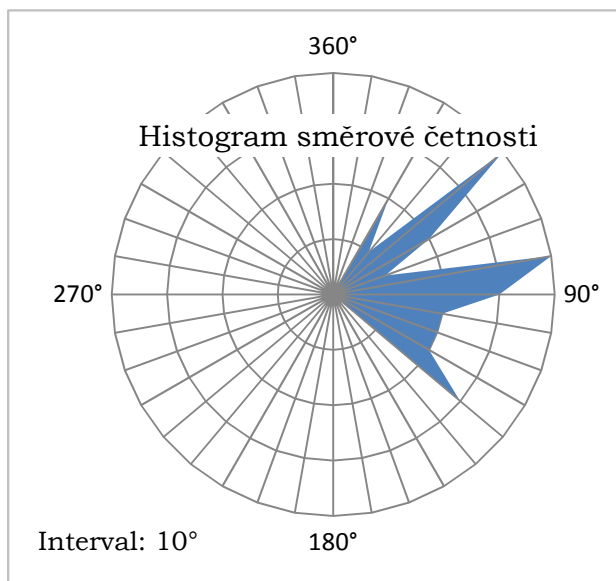
Do výpočtu vstupují vždy data všech souší z příslušného období, u kterých je stanovena

posloupnost výpočtu (např. vypočteny jsou všechny varianty možného uplatnění populace z roku 2007 na stromech odumřelých v roce 2008).

Polohová matice se sestaví na základě výsledků goniometrických výpočtů, kterými se ze zeměpisných souřadnic jednotlivých souší zjistí příslušná disperzní vzdálenost, nebo disperzní úhel. Polohová matice je následně zobrazena jako histogram četnosti zastoupených hodnot (vzdálenosti, azimutu), u kterého se zvolí vhodný třídní interval.

Vzdálenosti mezi jednotlivými body						
	6	7	8	9	10	11
1	3,9	6,4	8,3	7,2	7,9	3,1
2	7,3	9,7	11,7	10,0	9,3	4,3
3	2,0	4,0	7,0	4,3	5,8	2,4
4	4,6	6,6	6,5	9,0	11,3	7,0
5	7,8	10,2	10,6	11,9	12,8	7,8

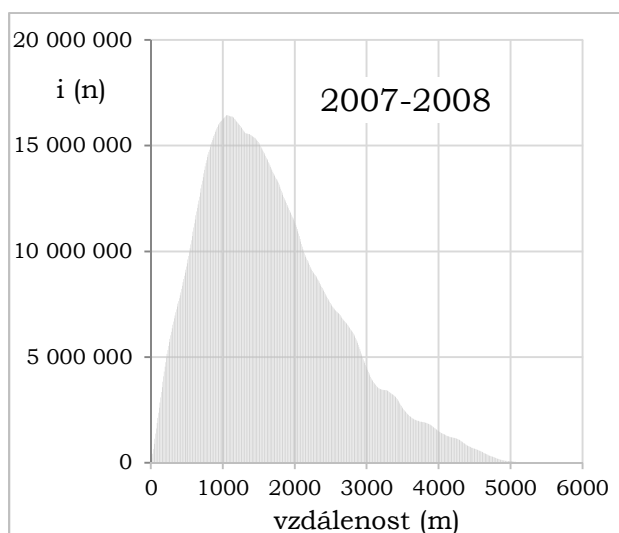
Jednotlivé vzdálenosti a úhly od bodů v jednom období k bodům v druhém období jsou vyjádřeny histogramem zachycujícím rozdělení hodnot vzdálenostní matice (dynamika populace) nebo azimutální matice (směrová disperze).



Úhly mezi body ve směru žlutá - modrá						
	6	7	8	9	10	11
1	55°	59°	32°	86°	120°	136°
2	50°	54°	35°	73°	100°	91°
3	13°	42°	14°	85°	135°	190°
4	107°	93°	59°	111°	134°	151°
5	84°	79°	58°	95°	116°	120°

Na zobrazeném příkladu se projevuje malý počet hodnot, který způsobuje výskyt několika lokálních extrémů (polymodální rozdělení), při vyšším počtu vstupních hodnot se tyto výkyvy shlazují ve prospěch zřetelněji zobrazeného vývojového trendu; např. v období 2007-2008 vstupuje do výpočtu 40.076 hodnot souší

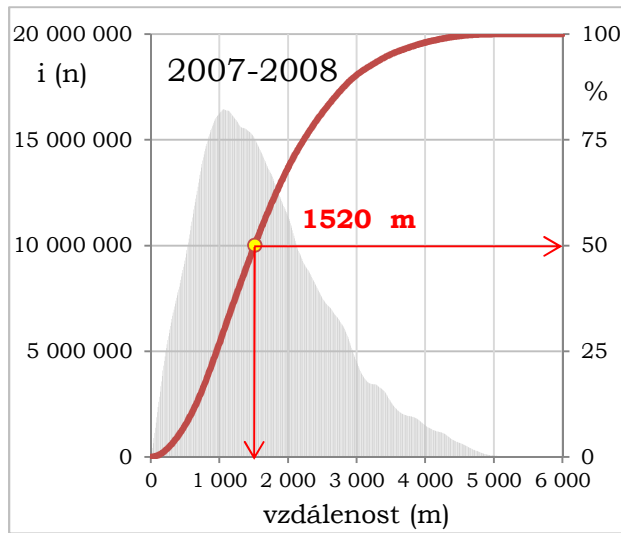
vzniklých v roce 2007 a 45.724 hodnot souší vzniklých v roce 2008, vypočtená polohová matice představuje 1,83 miliardy kombinací, které, zobrazeny histogramem, vykreslují zřetelné parametry rozdělení hodnot. Střední hodnota modus je místem nejvyšší četnosti - vrcholkem (anglicky peak) rozdělení hodnot. Zobrazením vzestupně uspořádaných hodnot v histogramu četnosti o zvoleném intervalu dostaneme empirickou frekvenční funkci (Drápela 2013). Na ose x je vzdálenost mezi soušemi v roce 2007 a 2008 a na ose y četnost hodnot příslušného intervalu (v tomto případě 10 m). Vrchol (peak) rozdělení hodnot je střední hodnota modus, který ukazuje tzv. lokální maximum na hustotě pravděpodobnosti (modus ukazuje, jaká byla v uvedeném období nejčastější vzdálenost mezi soušemi roku 2007 a soušemi vzniklými v roce 2008). Tuto hodnotu můžeme nazvat nejpravděpodobnější disperzní vzdáleností kůrovce z populace roku 2007 pro nalezení cílového, úspěšně obsazeného stromu.



Jelikož vyhodnocujeme data pořízena v periodě 1 rok, jedná se o hodnotu disperze souhrnně za všechna rojení, která v období kůrovec dokončil (vzhledem k přírodním podmínkám daného území 2 generace). Pokud bychom chtěli hovořit o disperzi mezi jednotlivými generacemi, museli bychom vzdálenost snížit o polovinu. Takto upravená „jedno generační“ disperzní vzdálenost se shoduje se závěry dalších studií na toto téma (uvést bavorské studie). Pro praktické použití při vymezování nárazníkových zón (dtto rajonizace pufrálních zón) se roční disperzní

vzdálenosti jeví jako dobře prakticky uchopitelná, protože hranice jednotlivých rojení se obtížně stanovují a nemají pro management území využití. V případě delšího období mezi jednotlivými snímky byly hodnoty disperze upraveny dělením příslušným dělitelem vyjadřujícím délku periody a to tak, aby výsledek odpovídal meziročnímu vývoji.

Při dosazení křivky procentuálního podílu jednotlivých četností (vzdáleností) do histogramu rozdělení hodnot dostaneme empirickou distribuční funkci (Drápela 2013). Distribuční funkce je vhodná pro stanovení, jak velký počet kůrovců se uplatnil v konkrétním horizontu vzdálenosti. Např.

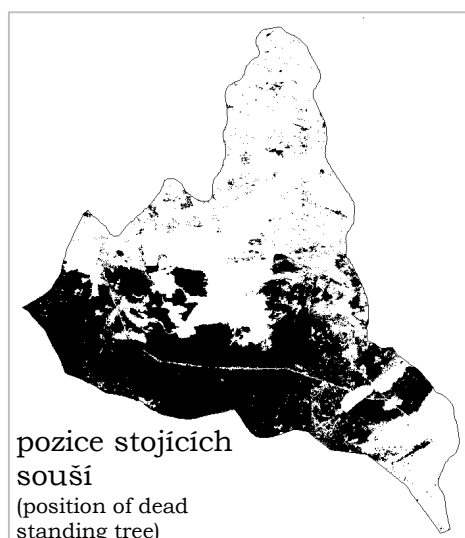
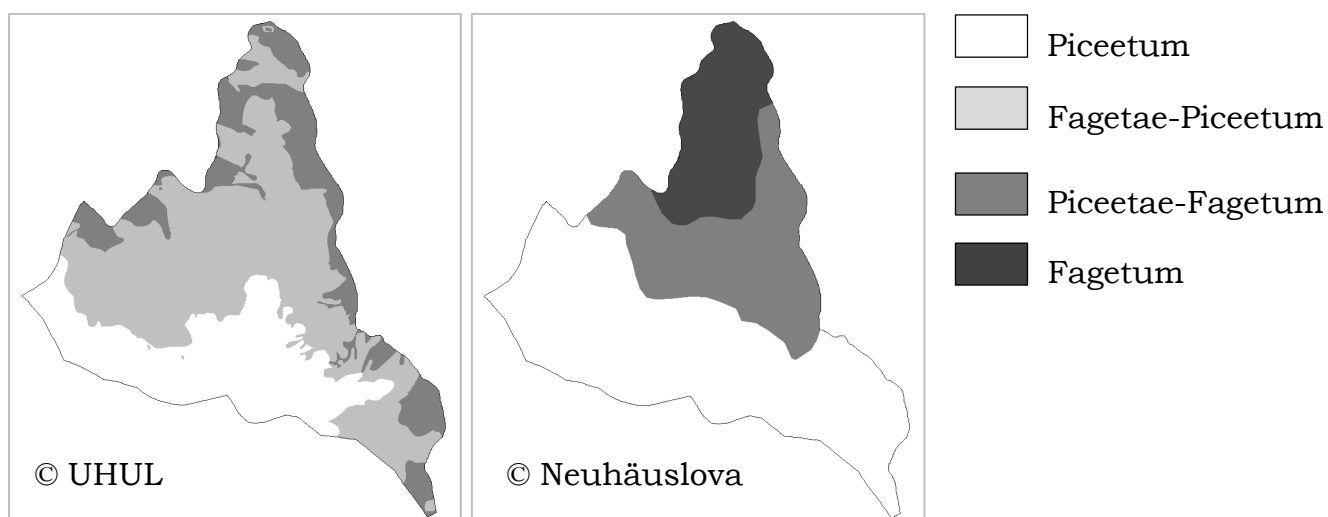


50 % kvantil (medián) stanovuje, v jaké vzdálenosti nalezla uplatnění polovina populace příslušného období, popřípadě že 50% populace nalezlo uplatnění ve vzdálenostech větších než 1.520 metrů.

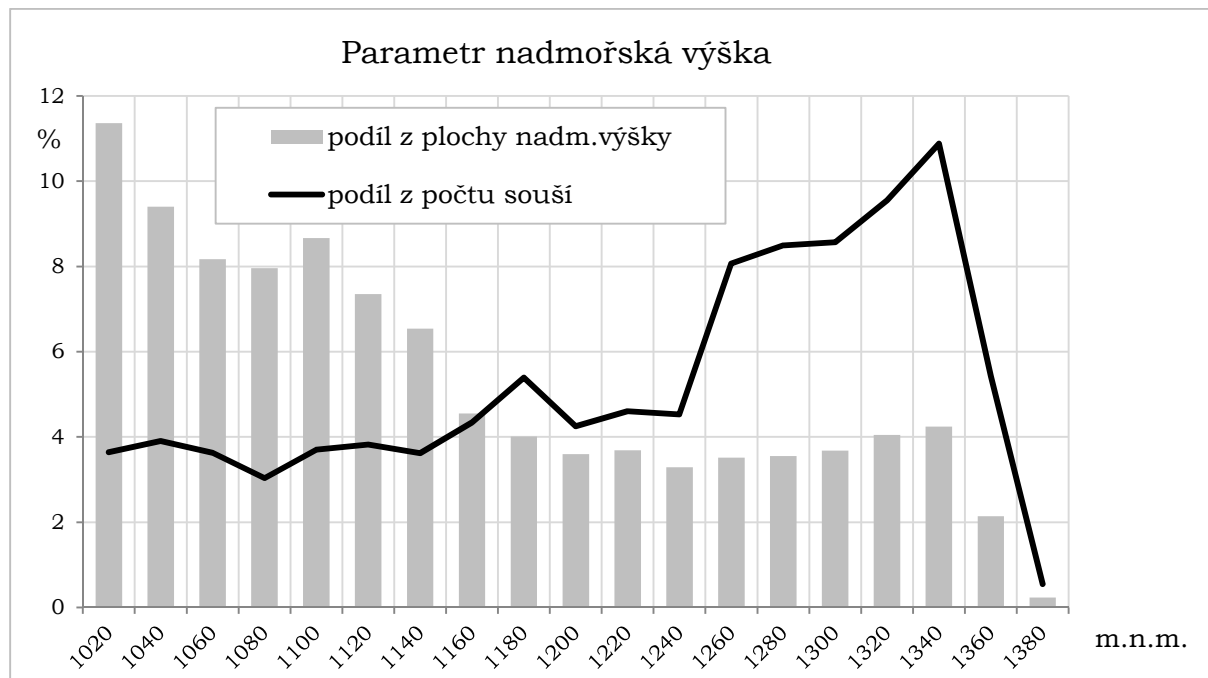
## Zjištění závislostí šíření kůrovce na parametrech stanoviště

V problematice gradologie kůrovců je atraktivita porostů pro jejich napadení často zmiňována v kontextu přírodních podmínek a parametrů stanoviště. V následujícím oddílu byla tato otázka zkoumána z hledisek, kterými se v lesnické praxi běžně klasifikuje stanoviště a sice: nadmořská výška, expozice a sklon terénu a geobiocenologická typizace – lesní vegetační stupeň (LVS), ekologická řada (ER) a edafická kategorie (EK).

Dle základního rozdělení geobiocenologické typizace náleží do oblasti horských smrčín *Piceetum montanum* (ÚHÚL 1971, 2006; Neuhäuslová 1998), respektive do sub-oblastí *Calamagrostis villosae-Piceetum*, *Athyrio alpestris-Piceetum* plus částečně do *Calamagrostis villosae-Fagetum* a *Dentario enneaphylli – Fagetum*. Názor na přiřazení obvodových partií do svazů *Picetum* nebo *Fagetum* se u uvedených autorů mírně odlišuje, část zasažená rozpadem lesa je ale shodně řazena do oblasti *Picetum*, tedy do oblasti přirozených smrčín.



**Nadmořská výška území** nepředstavuje významný faktor pro vnitřní dynamiku kůrovců, v konkrétním případě ale zobrazuje skutečnost, že těžiště výskytu se nachází ve vyšších nadmořských výškách, kde je současný výskyt smrkových porostů v naprostém souladu s tzv. potenciální přirozenou vegetací. Tento efekt je zajímavý v kontrastu s mediálně publikovaným názorem, že kůrovec je lékař lesa, který likviduje pouze nepůvodní lesní porosty.



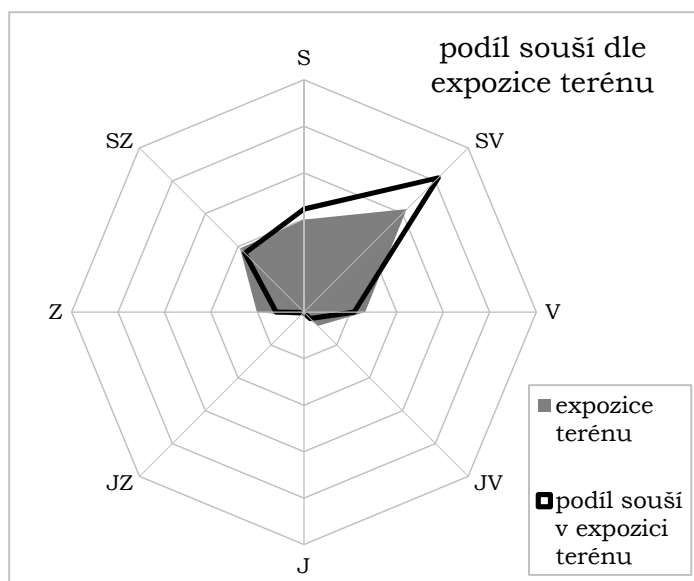
Uvedený graf zobrazuje rozložení celkové počtu stojících kůrovcových souší v gradientu nadmořské výšky. Z výsledků je patrné, že průběh kůrovcového narušení lesa má svoje centrum ve vyšších nadmořských výškách území.



Pomocí váženého aritmetického průměru z počtu souší v příslušném roce a dané nadmořské výšky dostáváme průběh parametru nadmořská výška na časové ose v daném období 2000-2012.

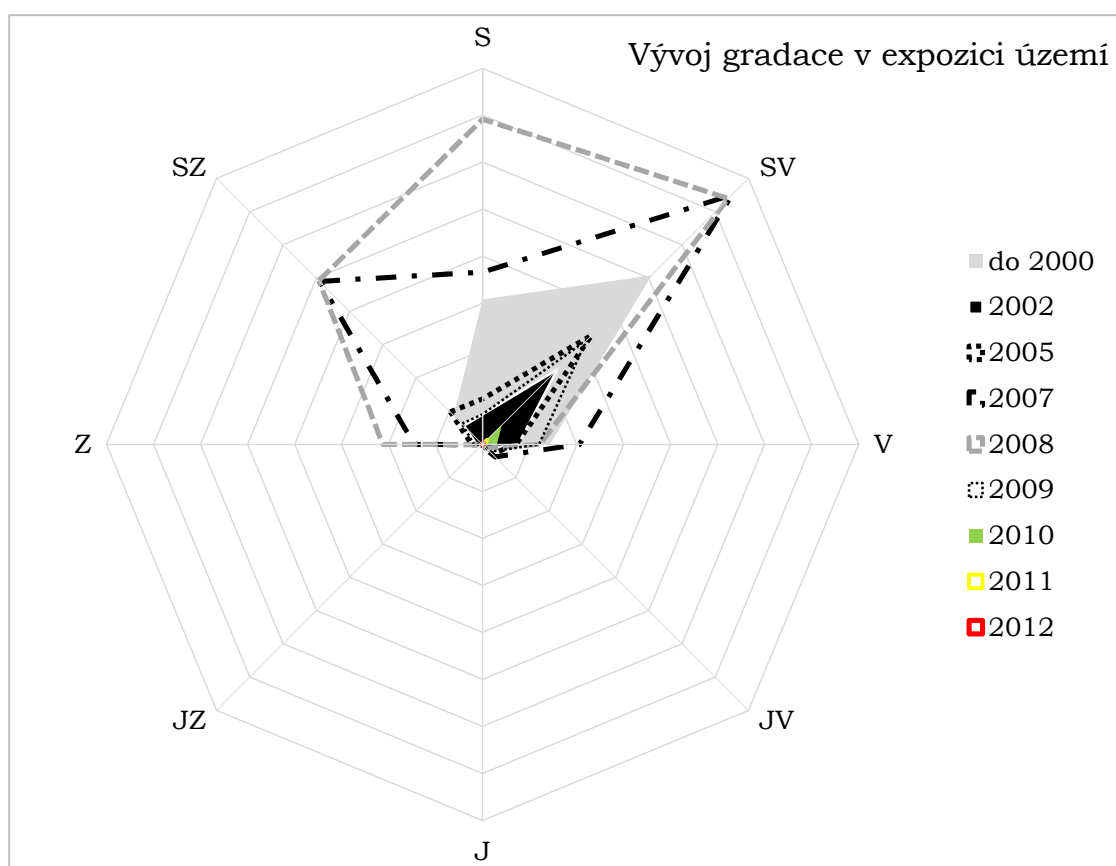
Z výsledku je zřejmé, že po vyčerpání potravního zdroje v místě počátku kalamity migruje kůrovec za další potravou do nižších nadmořských výšek; nutno dodat, že v uvedený okamžik je ve vyšších nadmořských výškách potravní zdroj vyčerpán.



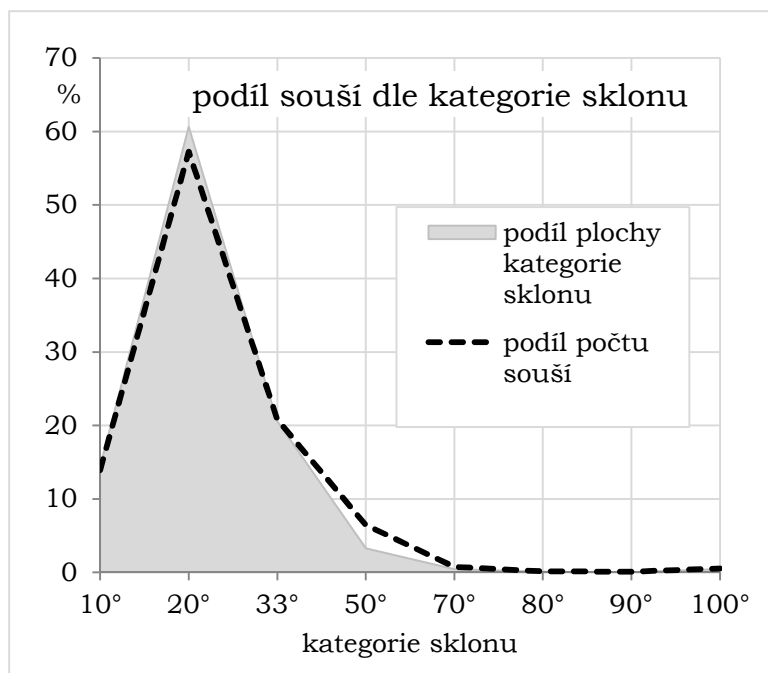


**V geomorfologii zájmového území** výrazně převažují SV exponované svahy (roviny představují pouze 0,16 % plochy území a byly ze zobrazení pro větší přehlednost vyjmuty).

Rozložení kůrovcových souší v systému expozičního utváření území kopíruje terén a nevyznačuje se jiných charakteristickým znakem. Pouze na nejčastěji vyskytované expozici (SV) je souší více, ale změna se vyskytuje v rámci směrodatné odchylky a není statisticky významná.



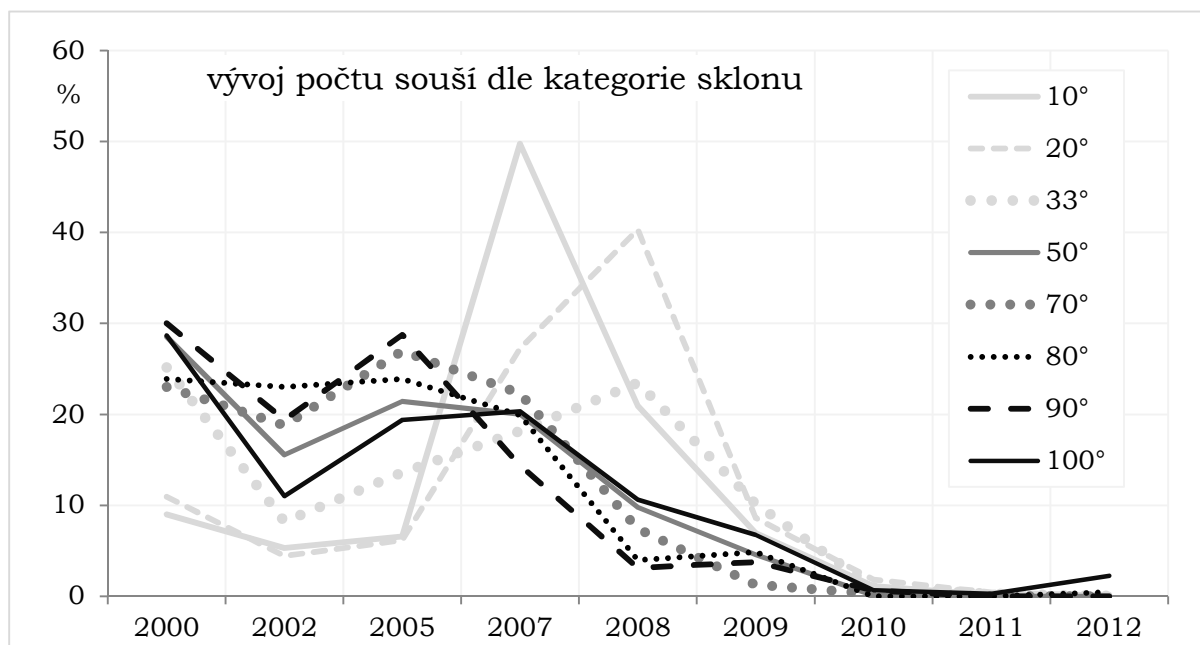
Ve vývoji počtu souší na časové ose období 2000-2012 jsou patrné dvě změny, a sice v roce 2007 a 2008, kdy se gradace kůrovce projevovala ve vyšší míře na S a SV expozicích. Je to zajímavý trend, který potvrzuje předchozí zjištění (strany 8, 9), že v momentě kulminace kalamity není šíření významně ovlivněno převládajícím směrem větru, který v oblasti v uvedeném období válně ze západních směrů (S, SZ, SV) směrem na východ (V, SV, JV).



**Skon terénu** není významným parametrem pro gradaci kůrovců. V našem případě je tento faktor pouze ilustrací souměrného zastoupení souší v jednotlivých kategoriích sklonu. Skon terénu sice simuluje změny v utváření koruny stromu, na náchylnost stromu k jeho napadení kůrovcem má ale zanedbatelný vliv. Skon terénu je v otázce gradace kůrovců parametrem významným v kombinaci s expozicí terénu, kdy je již vyjádřena komplexněji morfologie terénu, která vyjadřuje náchylnost porostů pro škody v důsledku větrem, které gradaci

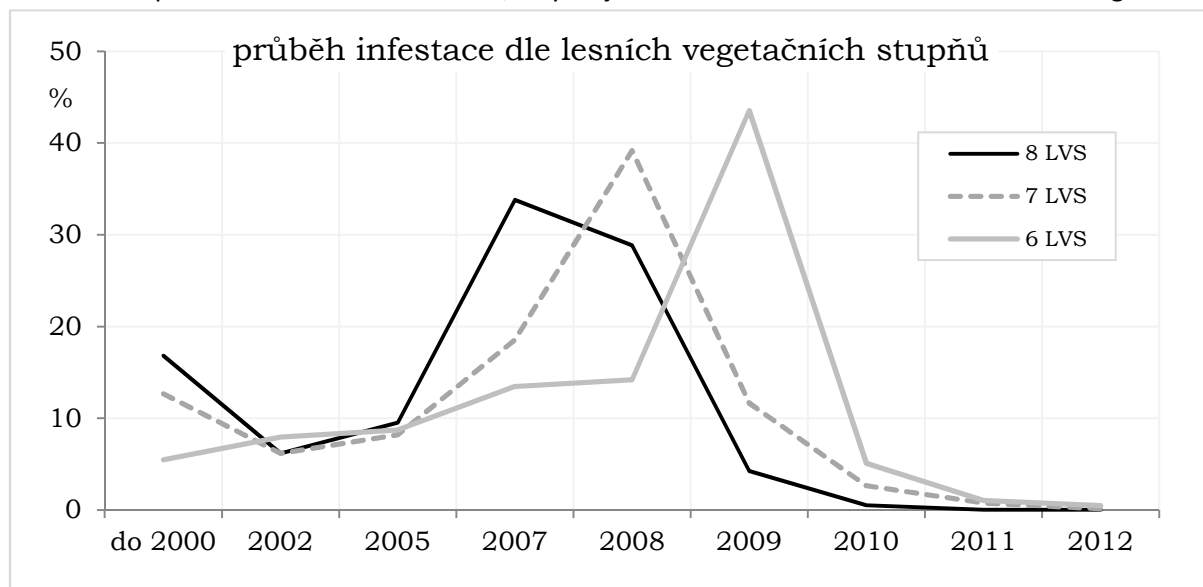
kůrovců nejčastěji stimulují.

Rozdíly v průběhu gradace, které jsou patrné v kategoriích sklonu (především 10° a 20° a 33°) vyjadřují skutečnost, že lesní porosty v „rovinatějších“ terénech podlely populační gradaci kůrovců později, než porosty na strmějších svazích. K tomuto jevu dochází pravděpodobně v důsledku jiného chování kůrovců v pokročilých fázích disturbance (v období 2007-2008 dosahuje celková infestace úrovně 58,9-89,9%), kdy je překonán práh ekologické stability (Míchal, 1994) a kůrovec během obsazování atraktivní niky hubí i rezistentní porosty.

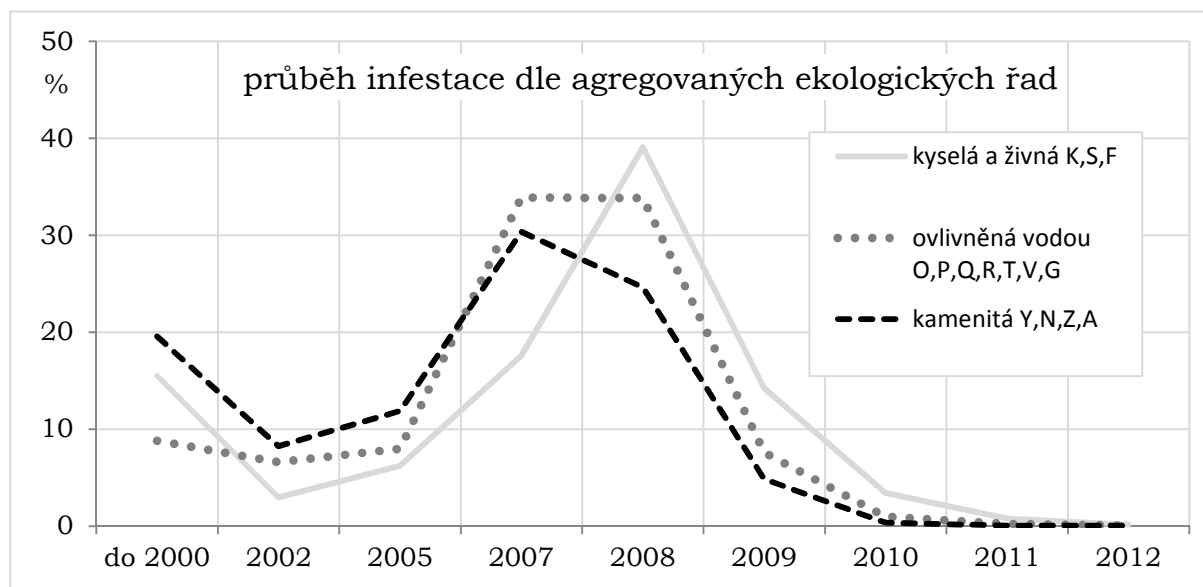


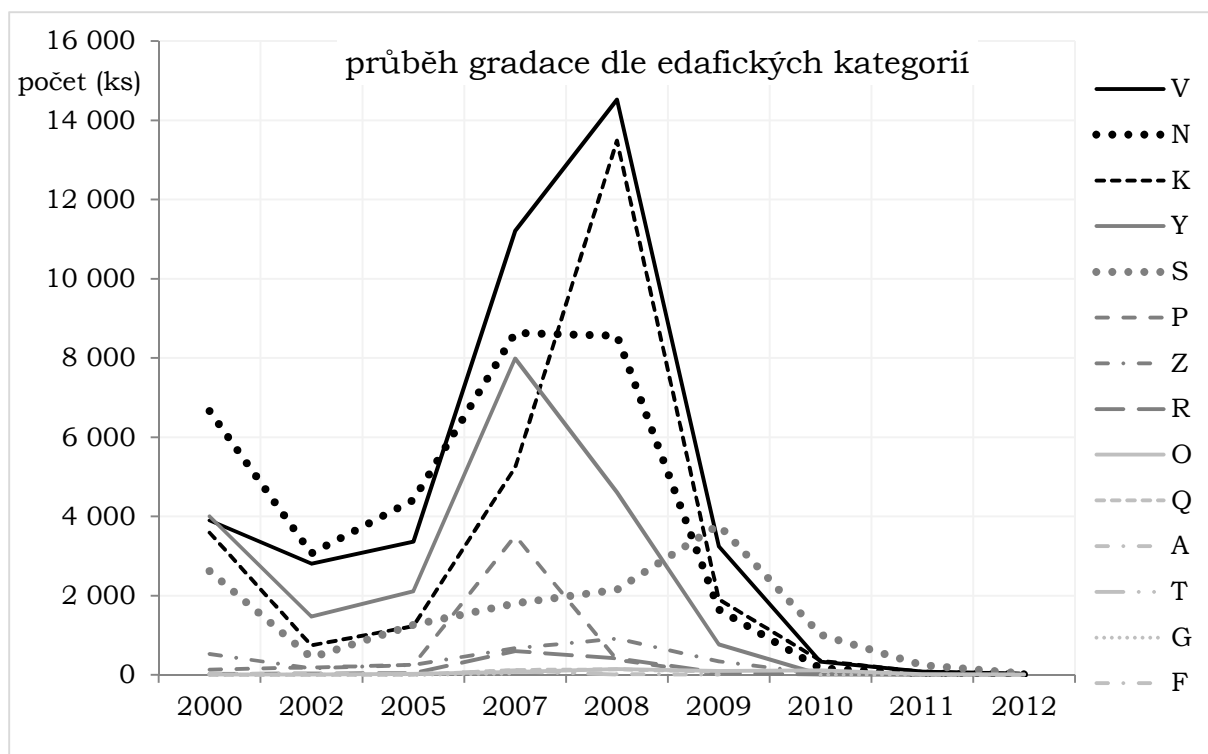
**Závislost průběhu kalamity** na parametrech přírodního prostředí byla dále testována **na základě lesnicko-typologického systému ÚHÚL**. Na tomto místě je třeba upozornit, že jakkoli se v případě typologického systému ÚHÚL jedná o provozně-technologický nástroj, není tento v otázce fytogeografie, fytoecologie a pedologie v rozporu s vědeckými poznatky obecné geobiocenologie, která je v typizaci lesního prostředí ÚHÚL integrována, jak pro syntetické výstupy lesního hospodářství, tak také ochrany přírody (viz např. Plány péče pro ZCHÚ – NP, NPR, NPP).

Průběh infestace se v jednotlivých lesních vegetačních stupních významně odlišuje. Ke kulminaci došlo odstupňovaně v letech 2007-2009, kdy nejdříve došlo ke kulminaci v smrkovém vegetačním



stupni (Piceetum) potom v buko-smrkovém stupni (Fagetae-piceetum) a nakonec v smrko-bukovém (Picetae-fagetum). Tento efekt odporuje představě, že se populace kůrovců snáze uplatňuje pouze v nepůvodních polohách (2008. Kindlmann, Šantrůčková). Z průběhu křivek je zřejmé, že infestace kulminovala nejdříve v územích, kde byla již v předchozím období nejvyšší denzita populace. Intenzita, se kterou populace kulminovala, se rovněž liší a má směrem k nižším LVS vyšší vzepětí křivek.

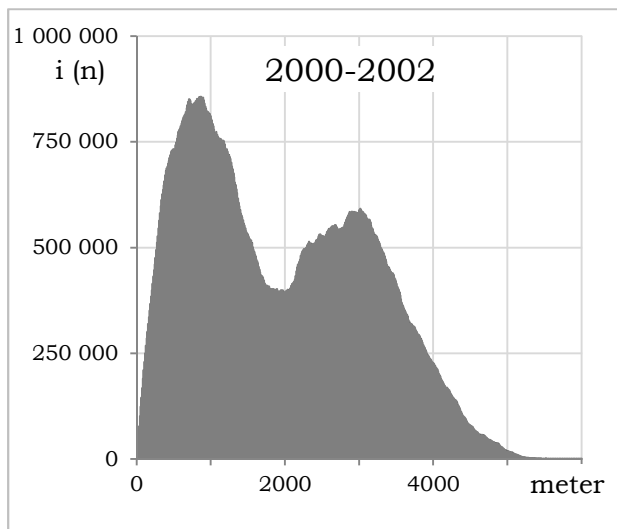




Průběh gradace kůrovců dle edafických kategorií zobrazuje horní graf (kategorie jsou v legendě uspořádány sestupně dle absolutního počtu dotčených souší). Průběh gradace dle edafických kategorií neposkytuje nějaký určitý trend, který by byl statisticky významný.

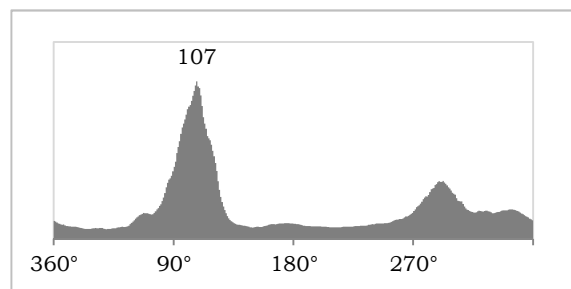
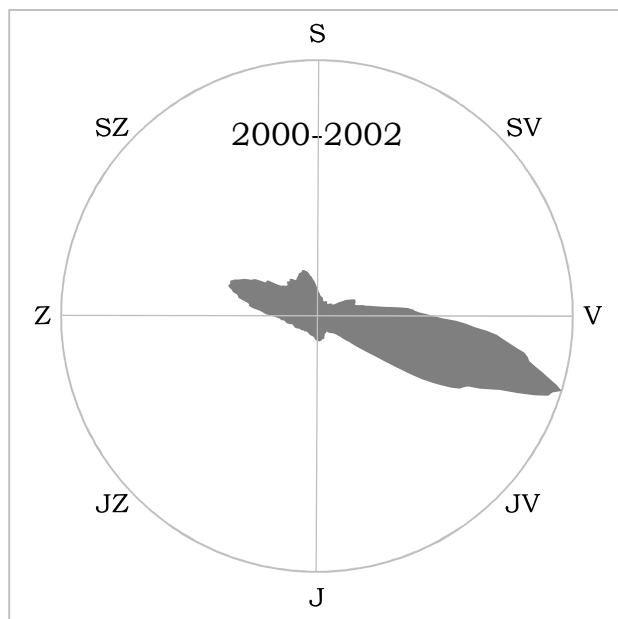
Nejvyšší zastoupení počtu souší má kategorie V (vlhká), která charakterizuje stanoviště ovlivněná proudící vodou, přičemž se jedná o svahy ovlivněné prosakující prameništění vodou, svahová prameniště, nebo zářezy bystrin a zbahnělá prameniště, což jsou nejtypičtější stanoviště zájmového území.

## Dynamika a disperze populace kůrovců v jednotlivých letech



Vzdálenostní disperzi kůrovce **v období mezi lety 2000 a 2002** zobrazuje histogram kombinatorní četnosti vzdáleností mezi soušemi zaznamenanými k příslušnému roku. Pro interpretaci grafu je nutné zohlednit fakt, že se jedná o záznam vývoje za 2 roky (cca 4 generace rojení), z čehož vyplývá reálná roční disperzní vzdálenost cca poloviční hodnoty, tj. průměr 978 metrů, medián 900 metrů, modus 435 a 1510. Výskyt dvou nejčtenějších hodnot (modus) řadí rozdělení hodnot mezi bimodální rozdělení.

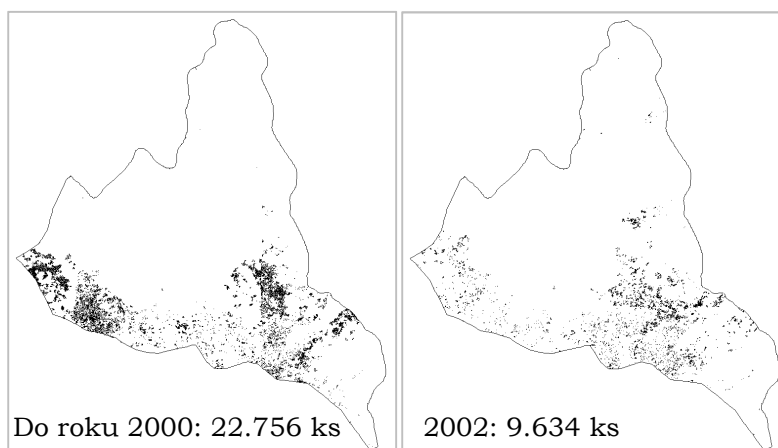
V roce 2000 se vyskytovala dvě hlavní ohniska výskytu stojících souší (celkem 23.516 ks), která byla od sebe výrazně oddělena a ze kterých se pouze jedno stalo centrem pokračujícího rozpadu lesa k roku 2002. Ve skutečnosti tak mohlo dojít k přesunu obou populací kůrovce do jedné lokality, nicméně s ohledem na další vývoj lze předpokládat, že došlo k rozdělení dynamiky v populacích, kdy první z nich pokračovala v žiru latentní formou, na rozdíl od druhé populace, která pokračovala výrazně větší silou kalamitní gradace. K uvedeným změnám docházelo v území v momentě, kdy hustota výskytu kůrovcových souší

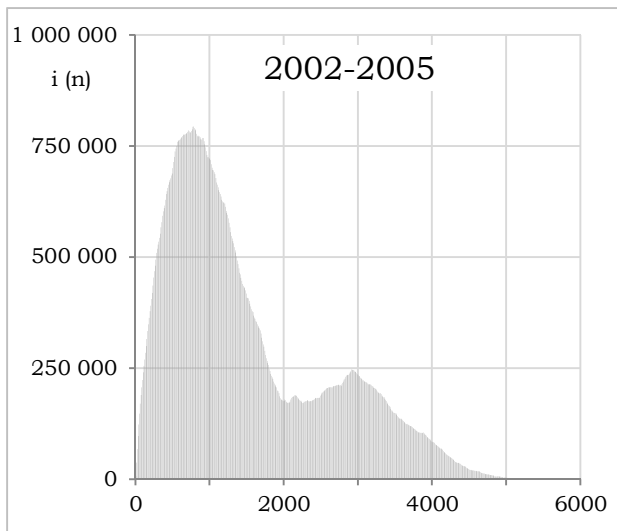


(infestace) roste z 16 % (rok 2000) na 22,5% c celkového počtu stromů v atraktivní nise *Ips typographus* L. Hodnota meziročního nárůstu infestace činí 4.816 nově odumřelých jedinců hostitelské dřeviny (za období celkem 9.632 ks).

Jako optimální charakteristika dálkové distribuce populace kůrovců v období 2000-

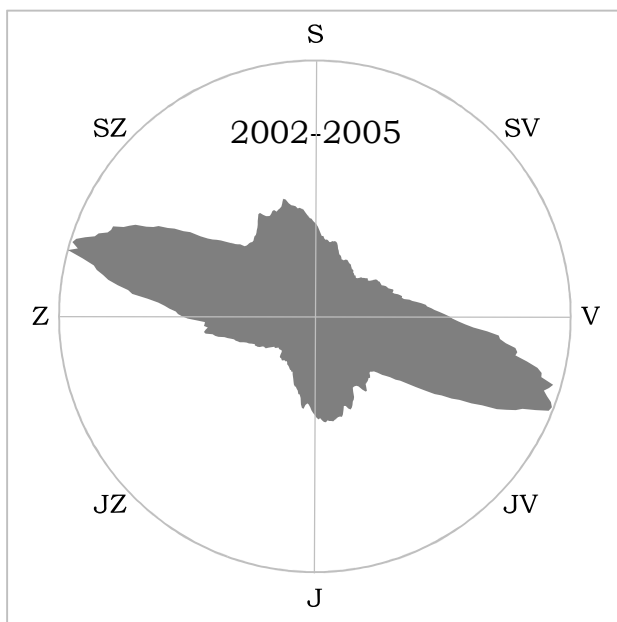
2002 vyplývá na základě zjištěných okolností hodnota prvního modu rozdělení hodnot, čili 435 metrů za rok. Jedná se o vzdálenost, do které nejčastěji nachází populace kůrovců cílový strom úspěšného napadení.



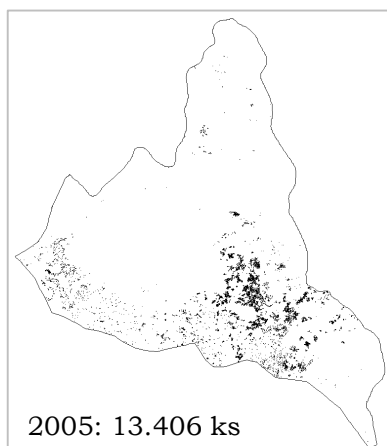
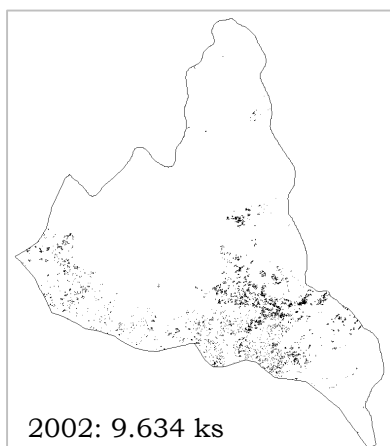
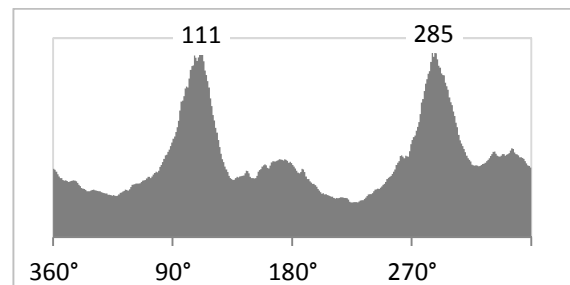


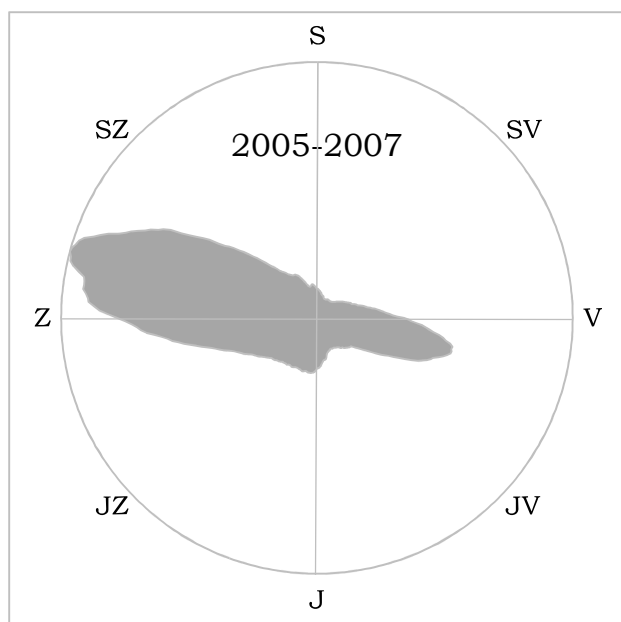
**Během období 2002-2005** dochází v oblasti k pokračování trendu zvýšené aktivity jednoho ohniska z předchozího období. Celková infestace území dosahuje na konci tohoto období 31,6 % jedinců atraktivní niky *Ips typographus* L. Během tohoto období se v území zvětšuje plocha kůrovcových souší o 54,8 hektaru, vzniká řada menších ohnisek (polovinu přírůstku plochy činí enklávy do 0,2 ha velikosti), ale také řada velkých (celkem 6 souvislých ploch přesahuje 1 hektar). Přírůstek počtu kůrovcových souší je 13.404 ks (4.468 ks ročně). Vzdálenostní disperzi kůrovce v období mezi lety 2002 a 2005 zobrazuje histogram

kombinatorní četnosti. Z rozdělení hodnot je patrné vylišení dvou hlavních hodnot (bimodální rozdělení), které je způsobeno dvěma hlavními oblastmi výskytu. Z intenzity výskytu (mapa 2002 a mapa 2005) je patrné, že hlavní oblast se nachází SZ od Plešného jezera, kde je také největší nový souvislý výskyt souší na ploše 7,3 ha. Hodnoty disperzní vzdálenosti za období 2002-2005 let činí 1.510 m (průměr), 1170 m (medián), 790 m a 2910 m (modus). Při uvážení délky období 3 let dostáváme roční disperzi na úrovni 503 m (průměr), 390 m (medián) a 263 (970) m



V tento moment je pravděpodobně ekologická stabilita území již zcela destruována a rozpad lesa neodvratný!





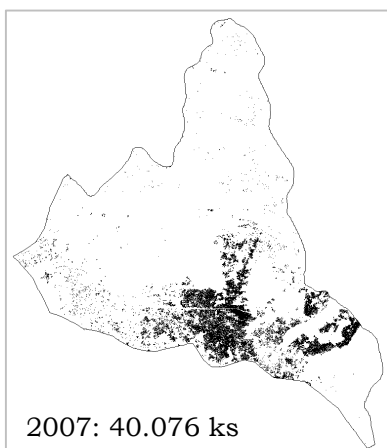
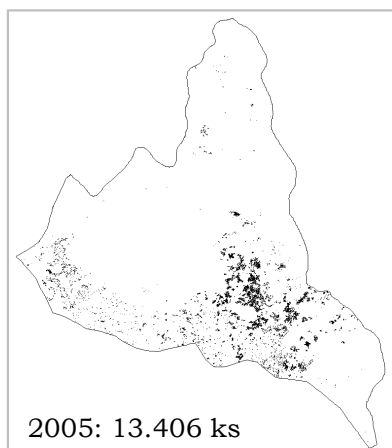
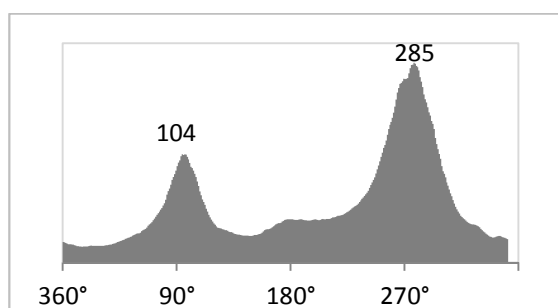
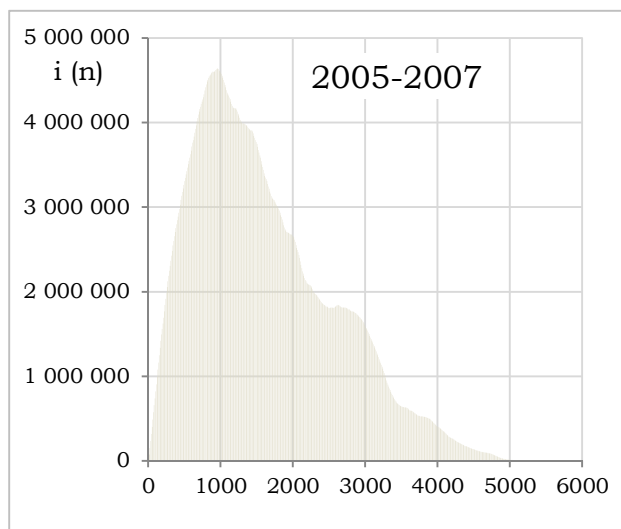
**Období mezi lety 2005-2007** se uzavírá na hodnotě celkové infestace 58,9 %, kdy počet stojících souší převažuje nad dosud vegetujícími jedinci v hlavní porostní etáži. V důsledku kůrovce odumřelo do začátku tohoto období 46.552 ks, nově odumírá dalších 40.076 ks (cca 20 tisíc ročně). Nově vzniklé souvislé plochy „kůrovcových kol“ dosahují výměry jednotek až desítek hektarů (největší nová souvislá plocha činí 22,6 hektarů. Celkově plocha souší narůstá o dalších 145,5 hektarů.

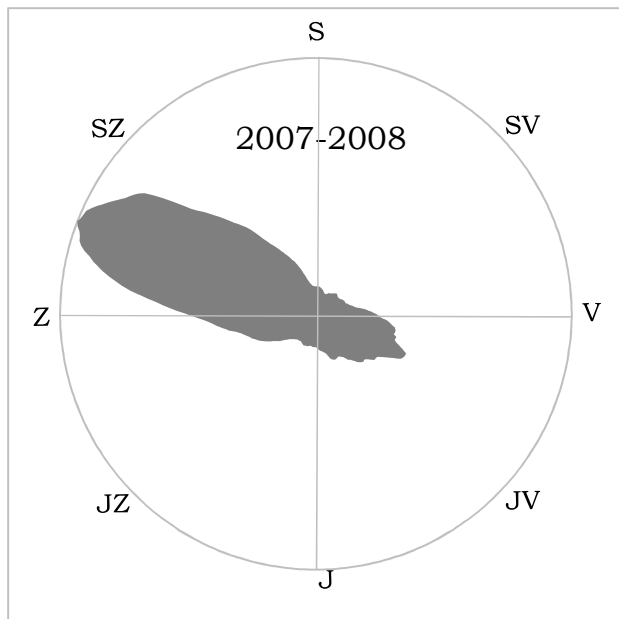
Disperzní vzdálenost činí v tomto období 810 m (aritmetický průměr) 710 m (medián) 485 m (modus). Jedná se o hodnotu přepočtenou z dvouletého období záznamu na

jeden běžný rok. Oproti předchozímu období se dynamika a disperze kůrovce zvětšují, což je trend patrný během celé kulminace denzity (2005-2008).

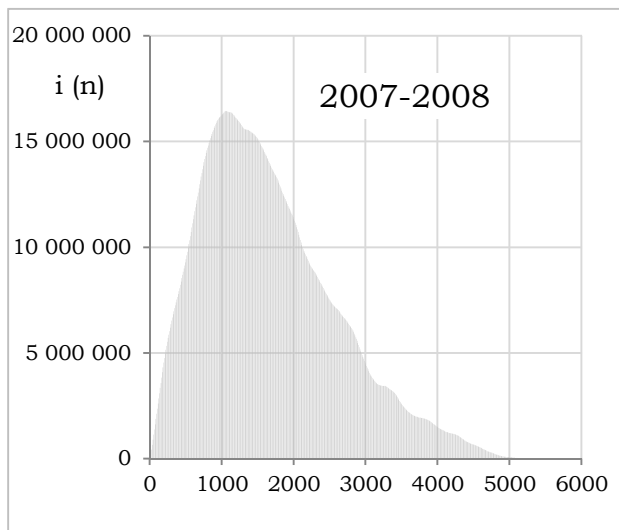
Hlavním směrem šíření je SZZ (modus 293°) a dále také JV (modus 112°).

Větrné polomy v důsledku orkánu Kyrill (19. 1. 2007) poškodily v této oblasti 84,73 ha lesa (22.366 ks vývrátů nebo zlomů). Ovlivnění dynamiky kůrovcové gradace tímto faktorem se projevuje ale až v dalším hodnoceném období, protože populace kůrovců vyvíjející se v ležícím polomu migruje do okolních porostů nejdříve v druhém rojení, které v tomto případě zachycuje až další perioda hodnocení.

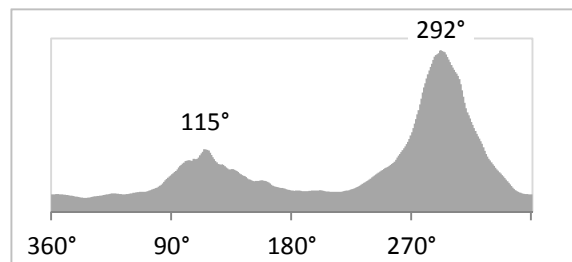




**V období 2007-2008** dochází ke zvýšení podílu kůrovcových souší na 89,9 % jedinců atraktivní niky kůrovce. Do vývoje gradace se již plně zapojují populace kůrovců, které dokončily vývoj na ležícím polomu z orkánu Kyrill, ale také populace ze stojících stromů z předchozího období. Nově v tomto období odumírá 45.724 ks smrků hlavní etáže. Plocha kůrovcových souší se zvětšuje o dalších 185,0 hektarů a vznikají ohniska o velikosti do cca 15 ha (největší nová souvislá plocha činí 15,4 ha). Centrum kalamity se posouvá do hloubi Trojmezenského pralesa v nejčastěji uplatňovaném směru SZZ (292°).



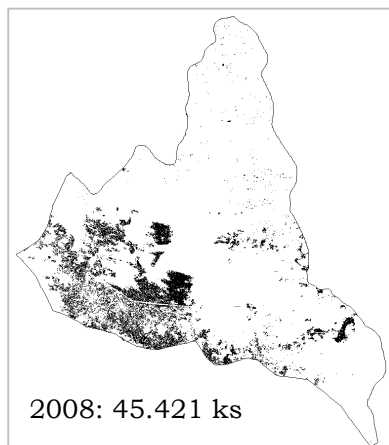
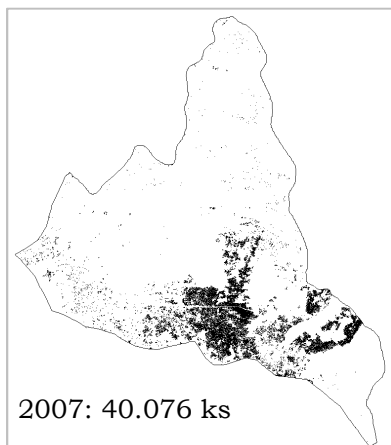
Výpočtem kombinatorní četnosti dostáváme hodnoty meziroční disperzní vzdálenosti přesahující 1 kilometr (aritmetický



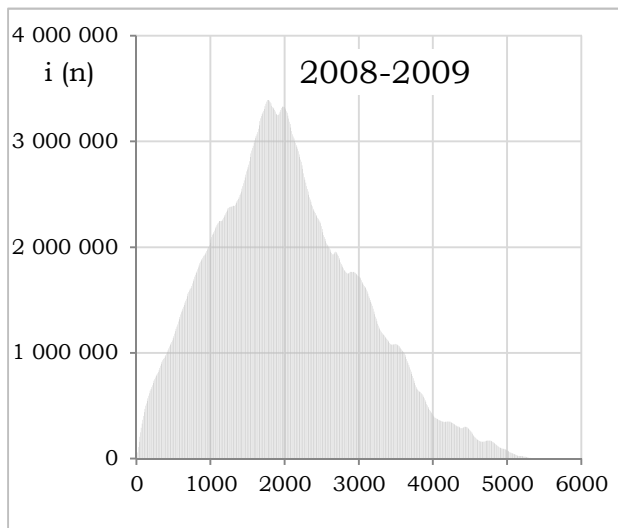
průměr 1678 m, medián 1520 m, modus 1060 m). Jedná se důsledek rostoucí denzity populace a zvětšování ploch kůrovce, kdy nové roje nachází uplatnění až na vzdálenějších

cílových stromech, protože ty bližší jsou již obsazeny. V souboru dat dochází ke shlazování lokálních extrémů a změně tvaru rozdělení na výrazně unimodální, což se projevuje jako důsledek rostoucího počtu napadených stromů v rámci výměry území, která je stejná (nerostoucí).

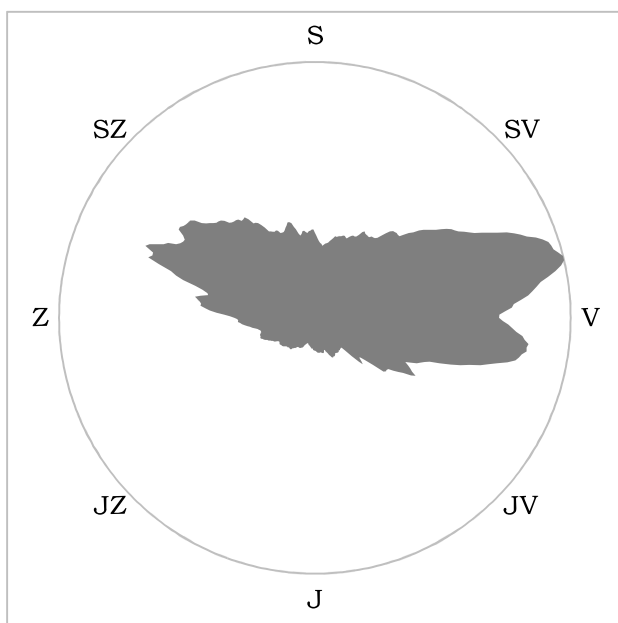
Kůrovec se během tohoto období šíří běžně na vzdálenost nad 1 kilometr; 50 % populace nachází uplatnění na vzdálenostech přesahujících 1520 metrů.





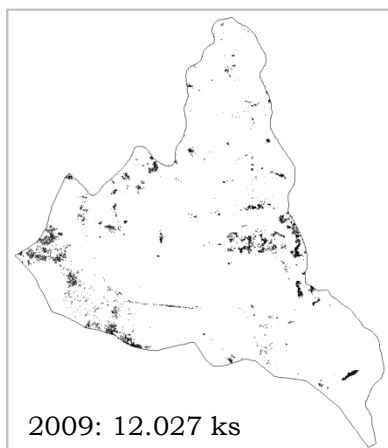
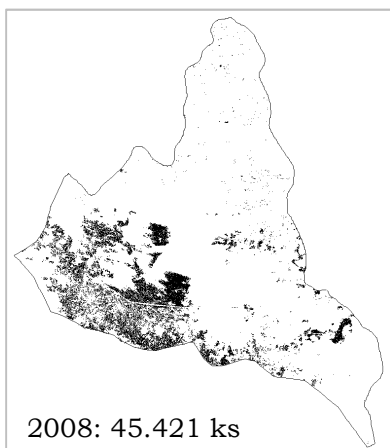
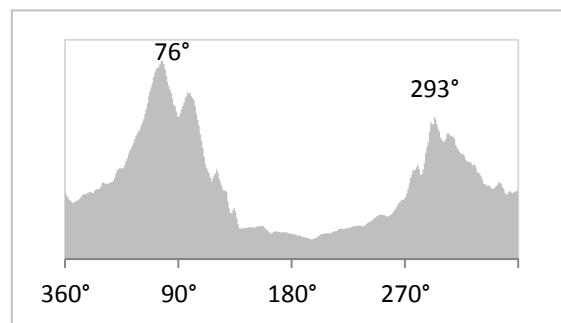


**Období 2008-2009** je charakteristické osidlováním vzdálenějších lokalit zbývající plochy atraktivní niky kůrovce a celkovou populační regresí. Uvnitř bezzásahových ploch osidluje kůrovec poslední stromy na okraji atraktivního spektra niky (nedostatečně veliký prostor kambiální části – stromy s malým průměrem) a stromy s vyšší rezistencí. Celková infestace území v roce 2009 činí 98,12% (nárůst o 8,2 %). Přírůstek počtu nových stojících souší činí 12.206 ks. Plošný přírůstek činí 49,7 ha (největší souvislé území nových souší je 3,9 ha).

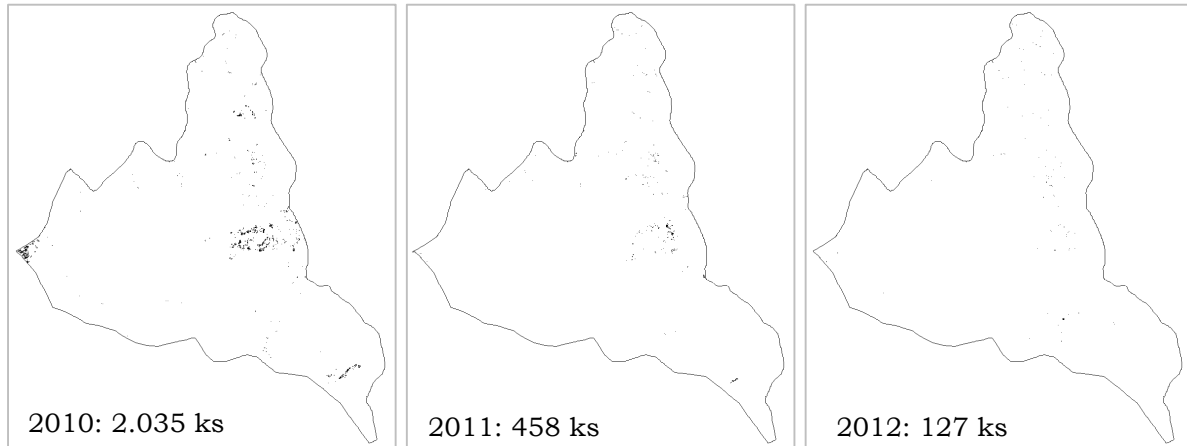


Vzdálenostní disperze kůrovců oproti předchozímu období narůstá a dosahuje hodnot nad 1,5 km (aritmetický průměr 2.036 m, medián 1.950 m, modus 1.780 m.). Směrová disperze se vyznačuje širokým záběrem uplatněných směrů (výrazné četnosti od SZ směrů po V směry), což je důsledkem snahy populace o rozšíření gradace do okolních porostů. V kontextu J směrů je rozhodujícím faktorem výskyt státní hranice, za kterou nebyla analýza prováděna; ve

skutečnosti docházelo k šíření i těmito směry, ve kterých byly napadány porosty sousedního vlastníka, kterým je klášter Schlägel (tento efekt se vyskytuje v celém průběhu gradace).



**Během období 2009-2012** dochází v oblasti k úplné regresi populace. Populace kůrovců nemá v území možnost napadení dalších stromů, protože se tyto zde nenachází. Hodnota infestace atraktivních porostů dosahuje hodnot blízkých 100% (2010: 99,6; 2011: 99,9; 2012: 99,9)



Migrace kůrovců do okolních porostů neprobíhá úspěšně, protože atraktivní nika v porostech bezzásahového režimu byla již zcela využita a stromy jsou odumřelé, nebo se vyskytuje v minimálním množství a na samém okraji atraktivního spektra (tenké stromy s nedostatečně širokým kambiálním prstencem, stromy jiné dřeviny: JD, BO), kde kůrovec *Ips typographus* L. nemůže úspěšně pokračovat ve vývoji. Nejbližší vhodné stromy pro pokračující žír kůrovce se nacházejí v porostech s povolenými obranými zásahy, ve kterých jsou prováděny asanační a preventivní úkony ochrany lesa proti škůdcům (feromonové lapače, lapáky, instekticidní hranice dřeva apod.).

## A. Stanovení rizik ohrožení lesních porostů NP Šumava a sousedních vlastníků stavem kůrovcové kalamity

### Vymezování nárazníkových zón

Proklamovaná ochrana sousedních vlastníků lesa proti gradačnímu ataku kůrovců z tzv. bezzásahových zón spočívá v uplatnění nárazníkových zón, ve kterých dojde k zachycení té části populace kůrovců, která by jinak nalezla cílových strom svého napadení na pozemcích jiných vlastníků. S ohledem na zjištěné skutečnosti předkládané v této práci předkládáme následující doporučení:

Při vymezování nárazníkových zón k utlumení populačního tlaku kůrovců na okolní porosty (mimo chráněná území, jiný vlastník lesa apod.) je na místě důsledná kontrola stavu populace jak v nárazníkové zóně, tak i v území s bezzásahovým režimem. Během populační kulminace dochází ke zvyšování doletových (disperzních) vzdáleností rojů kůrovců, které způsobuje snižování funkce nárazníkové zóny, protože velká část populace nachází uplatnění až za její hranicí (při fixní šířce je nárazníková zóna v pokročilých fázích rozpadu zcela nefunkční).

Pro fungující nárazníkovou zónu je důležité, aby dokázala reagovat na růst populační dynamiky a změny v disperzi kůrovců. Je nutné si uvědomit, že během jediné vegetační sezóny kůrovec svůj úspěšně napadený hostitelský strom zahubí a v ten samý moment se tento strom pro jeho další vývoj nehodí. V důsledku toho dochází během gradace k permanentnímu posouvání ohniska gradace v odstředivém směru. Při zmenšujícím se počtu živoucích stromů atraktivní niky dochází ke zvyšování gradačního tlaku na stromy v nárazníkové zóně, k čemuž dochází v důsledku hlavních populačních proudů (cca první dva kvartily počtu aktuální denzity populace), ale také v důsledku vedlejších populačních proudů, které se uplatňují ve zvýšené míře s využitím pasivního letu a nachází uplatnění ve vzdálenostech nad jeden kilometr již v začátcích populační gradace (zjm. 4. kvartil rozdělení).

Pro správný postup v managementu nárazníkových zón je zásadní pečlivý a kontinuální monitoring kůrovcových souší a průběžná (meziroční) analýza celkové infestace území. Relativní hladina infestace zachycuje stručným způsobem gradační fázi populační dynamiky (latence, kulminace, regrese). Na předloženém příkladu porostů Plešného jezera a Trojmezenské hory je patrné, že k dynamickému nárůstu denzity dochází již v momentě, kdy infestace dosahuje 20% podílu atraktivní niky (období 2000-2002). Pro výpočet procenta infestace je potřebné předchozí zjištění celkového počtu jedinců atraktivní niky a jejich pozičního rozložení, které se provede metodami GIS (např. bodovou digitalizací) s využitím databáze porostních struktur (např. LHP). Na dotčeném území docházelo prokazatelně ke gradaci za stavu meziročního nárůstu infestace o 6 %.

Úměrně k vývoji procenta infestace dochází také ke změnám ve struktuře nově vznikajících ploch kůrovcového napadení. Jako významný referenční faktor se nabízí shlukování výskytu jednotlivých souší do ploch o velikosti 101-200 m<sup>2</sup> a dále výskyt velkoplošného rozpadu v plochách na 1 ha.

Atraktivní nika kůrovce je závislá na druhu lýkožrouta, stupni strukturální a věkové diverzity lesního porostu a fázi gradace. V případě dotčeného území se jedná o lýkožrouta smrkového *Ips typographus* L.; jeho počáteční ohniska se nachází jak v rámci tzv. Trojmezenského pralesa, tak na jeho hranici s porosty jednodušších struktur, přitom první ohnisko vytrvává v trendu malé dynamiky, ale druhé ohnisko způsobuje výraznou kulminační příčinu. Tento fakt dokazuje nižší resistenci

porostů jednodušších struktur, ve kterých je pravděpodobnost gradace vyšší než v porostech složitých struktur, které se zapojují do akcelerace denzity při vyšší infestaci (cca 50 %).

Hlavním parametrem pro vylišení atraktivní niky *Ips typographus* L. je rod dřeviny smrk (smrk ztepilý, případně i další vyskytující se druhy smrku) a dostatečná dimenze stromu pro nalezení niky v kambiální části stromu mezi dřevem a kůrou; pro praktické vylišení je vhodným znakem tzv. výčetní tloušťka  $d_{1,3}$  (průměr stromu ve výšce 1,3 m nad zemí) nad 20 cm. V takto charakterizovaném objemu stromů došlo ke kalamitě v rámci dotčeného území, ale také v rámci celého NP Šumava (viz předchozí práce ÚHÚL). Toto rozpětí je na svojí spodní hranici ovlivňováno fází gradace, přičemž platí, že tloušťky mezi 20-25 cm připadají v úvahu spíše v pokročilých fázích gradace. Na druhé straně rozpětí (tloušťky velkých rozměrů) se vykytují rovněž více rezistentní jedinci a je zde interakce s věkem stromu (při vyšším stáří dochází v důsledku opakovaných hojivých procesů stromu ke zvýšení struktury kůry a lýka, které kladou vyšší odpor proti ataku kůrovce) která v této studii nebyla zcela popsána, ale mohla by být analyzována v pokračování funkčního úkolu, pokud toto bude zadáno. Rovněž meteorologicko-klimatické okolnosti (zjm. srážkový deficit a výskyt tzv. přísušků) dosud nebyly zcela analyzovány, ačkoli prokazatelně snižují odolnost porostů proti jejich napadení kůrovcem, který je jako parazitický průvodce úspěšně využívá k překonání rezistence stromů (Čermák 2010).

		Vývoj velikosti kůrovcové plochy v čase								
		období vzniku								
		2000	2002	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Třídy velikosti přírůstu kůrovcové plochy mezi obdobími (m <sup>2</sup> )	20	122	176	150	384	420	208	106	133	96
	40	331	388	317	512	456	277	137	87	45
	60	219	254	215	318	267	159	57	39	20
	80	150	173	150	192	172	117	43	15	10
	100	113	123	100	134	117	76	22	17	2
	200	369	293	275	266	302	196	53	25	9
	400	295	191	193	183	195	106	32	9	4
	600	138	87	57	61	64	42	20	3	
	800	62	41	35	40	45	32	7	2	
	1000	43	25	24	28	31	12	7	1	1
	2000	90	41	38	54	82	28	10	4	
	4000	43	17	25	23	44	28	5	1	1
	6000	8	6	11	14	16	6			
	8000	7		2	3	11	5	2		
	1 ha	3	1	1	5		3			
	2 ha	6	1	5	11	14	7			
	4 ha	3			6	13	2			
	6 ha				1	2				
	8 ha	1		1		2				
	10 ha				1	1				
20 ha				2	2					
30 ha				1						

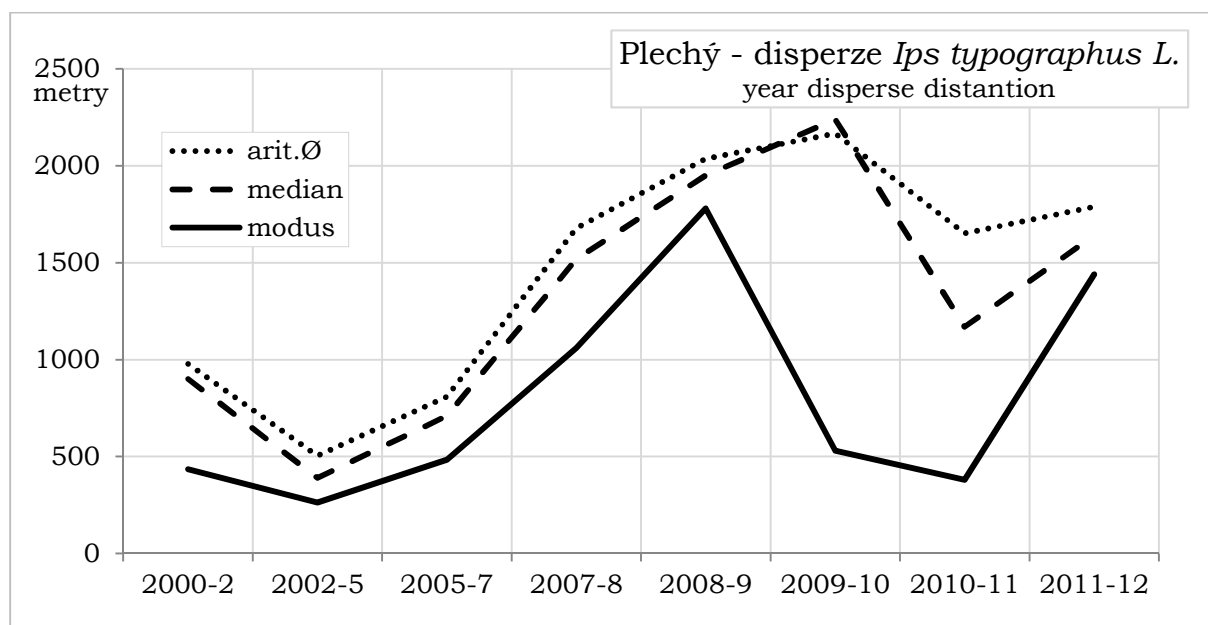
## B. Disperzní charakteristiky

Migrační aktivitu kůrovců popisuje řada autorů (Fleischer 1875, Pfeffer 1931, Komárek 1931, Platonoff 1940, Palmén 1944, Lekander 1977, Botterweg 1982, Helland 1983, Nielsen 1984, Anderbrandt 1985, Griese 1985, Sanders 1987, Zumr 1991, Zahradník 2009), například P. Zahradník uvádí: „Při migraci *I. smrkový* využívá aktivní a pasivní způsob letu, často v kombinaci; při aktivním letu se skládá let z kratších úseků. Pro část brouků (až 3/4 populace) je aktivní let důležitou podmínkou schopnosti vnímat agregační feromony a napadat tak stromy. Letová vzdálenost 6–8 km je pro zdravé kůrovce celkem běžnou vzdáleností, na kterou jsou schopni aktivně migrovat; menší část populace je schopna aktivně migrovat i na větší vzdálenosti (až 19 km).“

Autorským způsobem, kterým byla v předložené práci problematika disperze analyzována, je vyjádřeno především chování cca prvních dvou kvartilů rozdělení populační denzity (objem populace po hodnotu medián). Chování kůrovců ve větších vzdálenostech (respektive projevy jejich infestace do okolních porostů) bylo zachyceno rovněž v práci UHUL v rámci předchozích specifikací funkčních úkolů Mze.

V zaznamenaném období docházelo k proměnám meziroční disperzní vzdálenosti v rozpětí střední hodnoty 390 - 1780 metrů, přičemž hodnota přes 1 kilometr se vyskytovala ve většině případů.

Jako minimální funkční šířka nárazníkové zóny vyplývá hodnota 1 km, přičemž tato vzdálenost nemůže být fixní, ale musí reagovat na aktuální aktivitu populace v bezzásahových územích s ohledem na odstředivý směr posouvání souřadnicového počátku pro výpočet disperze.



Příloha: přehled vývoje četnosti populace v období 2000-2012.

