



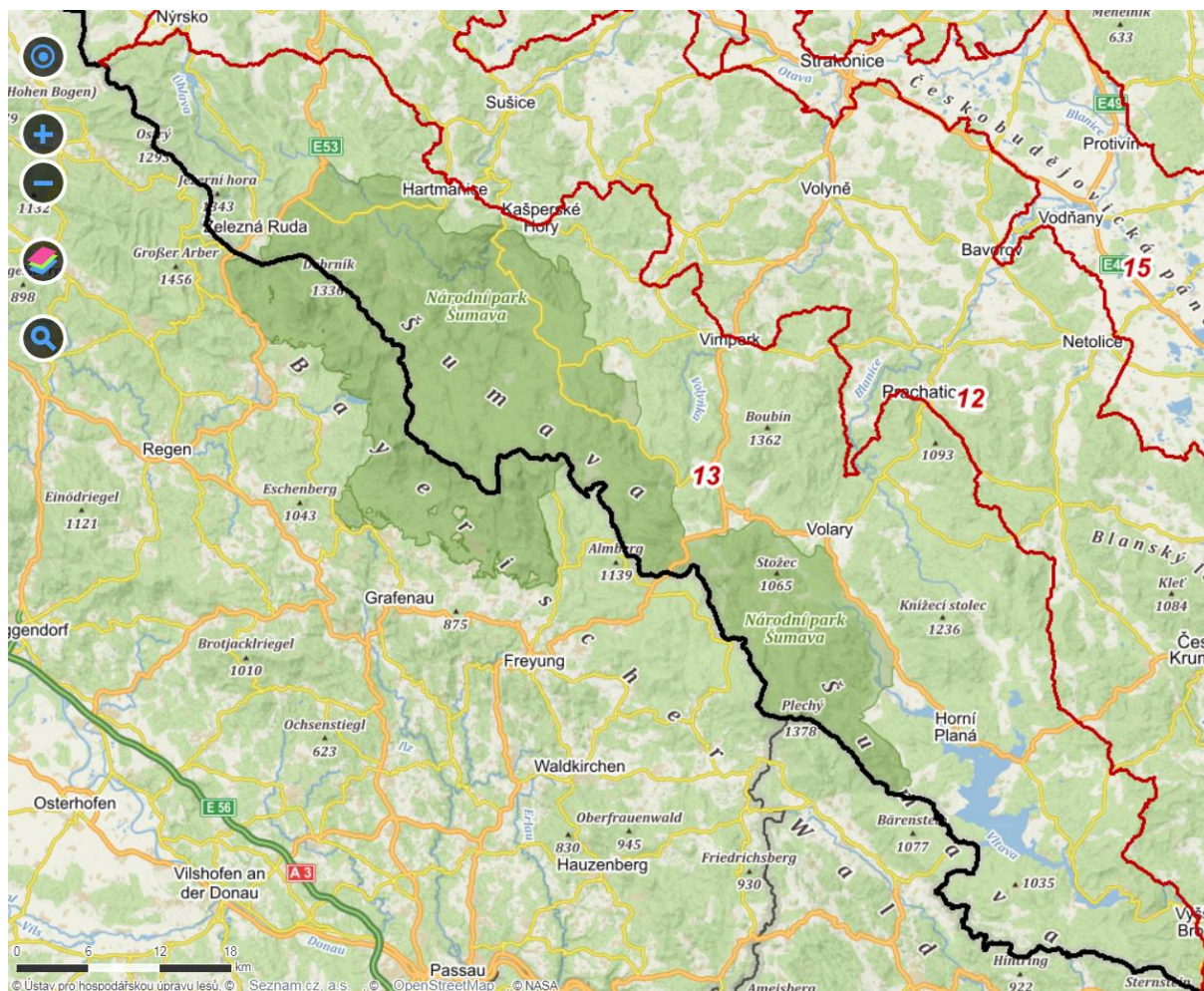
Pokračování monitoringu lýkožrouta smrkového v PLO 13 Šumava

č. j.: 21466/2018-MZE-16212

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem

pobočka České Budějovice

Martin Klewar a kol., 31. 1. 2019



Úvod

Předkládaná zpráva obsahově navazuje na funkční úkoly zadané ÚHÚL jeho zřizovatelem (Ministerstvo zemědělství) v letech 2010, 2011 a 2012. Ve všech případech se jednalo o analýzu stavu lesa v oblasti Šumavy (PLO 13) vzhledem k působení kůrovce - Lýkožrouta smrkového *Ips typographus* L.. Důvodem k zahájení rozsáhlého monitoringu byla panující obava, že cíleně neprováděná opatření ochrany lesa v rámci tzv. bezzásahových území NP Šumava ovlivňují situaci v sousedních lesích a dochází k šíření kalamitního hmyzu do sousedících lesních majetků (SVOL, 2009). Monitoringem sousedících lesů, analýzou poskytnutých dat hospodářské evidence a analýzou leteckých snímků bylo zjištěno, že k tomuto efektu skutečně dochází. Především v letech navazujících na epizodu orkánu Kyrill docházelo opakovaně k výskytu vyšších kůrovcových těžeb v porostech sousedících s NP Šumava oproti situaci v rámci celého daného lesního majetku. Tento jev se vyskytoval v období 2008-2011 u všech sousedů NP Šumava, ať už se jednalo o státní lesy (LČR s. p., VLS s. p.) obecní a městské lesy (Kašperské Hory, Volary, Nicov) nebo lesy fyzických osob (LHO). Opakovaně tak docházelo k situaci, kdy blízkost lesů s nejvyšším stupněm ochrany přírody znamenala reálné ohrožení a poškození jiných lesů (Klewar 2011). Z těchto událostí vyplynul poznatek, že managementy sousedících ekosystémů jsou v užší interakci, než jak se s ohledem na dosavadní poznatky o šíření kůrovce původně předpokládalo (Wermelinger, 2004); (Kautz et al. 2011). Navíc se ukazuje, že ohniska gradace kůrovce se v pokračujících obdobích permanentně přesouvají v odstředivém směru od místa původního vzniku a stanovení ochranných (pufračních) zón doporučených k ochraně okolních porostů (Šantrůčková&Vrba 2010, Kindlmann 2013) je nejvýš problematické, protože samotné pufrační zóny se stávají místy pokračující gradace a nemohou plnit svojí zádržnou funkci směrem k okolním porostům. Vzhledem k v současnosti probíhajícím změnám zonace ochrany přírody NP je vysoce aktuální podrobit situaci podrobné analýze.

Obsah:

	Strana
1) Pořízení geodatabáze souší za období 2013-2017 v lokalitě PLO 13 s aplikovanými bezzásahovými managementy (NP Šumava)	4
2) Sběr údajů lesní hospodářské evidence a evidence výroby za období 2013-2017 od vlastnických subjektů uvnitř PLO 13 pro vytvoření databáze těžeb souvisejících s gradací lýkožrouta	7
3) Odhad vlivu nově vymezených bezzásahových zón na kalamitní situaci v PLO 13	9
a. Dosavadní vývoj populace kůrovce v území PLO 13	10
b. Změna stavu lesa v území NP Šumava mezi lety 2003 a 2018	12
c. Situace NP Šumava a PLO 13 v kontextu probíhající kalamity v České republice	18
d. Vymezení ploch současného managementu	19
e. Představení nové zonace, návrh k 21.1.2019	22
f. Důležité okolnosti se vztahem k vymezování území s vyloučenými zásahy proti kůrovci	24
g. Ekologické souvislosti v tvorbě řídicích managementů	26
4) Vytvoření webové prezentace zobrazující pořízené mapové numerické a grafické údaje opatřené komentáři	28
a. Metodika sběru dat o výskytu souší	28
b. Webová aplikace pro prezentaci informací	31
5) Statistický test a zobrazení frekvenční a distribuční funkce lýkožrouta v rámci PLO 13	32
6) Termodynamická stabilita ekosystému NP Šumava a PLO 13 Šumava	36
7) Závěr	38
8) Seznam použité literatury	40

1) Pořízení geodatabáze souší za období 2013-2017 v lokalitě PLO 13 s aplikovanými bezzásahovými managementy (NP Šumava)

Identifikace nových souší proběhla stejným způsobem jako při řešení předchozích úkolů. Na podkladě leteckých snímků (ortofot) vysokého rozlišení (0,2 m) byly identifikovány v příslušném roce nové souše. Přesné datum pořízení konkrétního snímku dané lokality je podřízeno technologii výroby ortofot pro souvislé území kladu Státní mapy odvozené (SMO) v měřítku 1: 2000 a je kumulováno do hodnoty datace červenec – srpen bez přesnějšího určení.

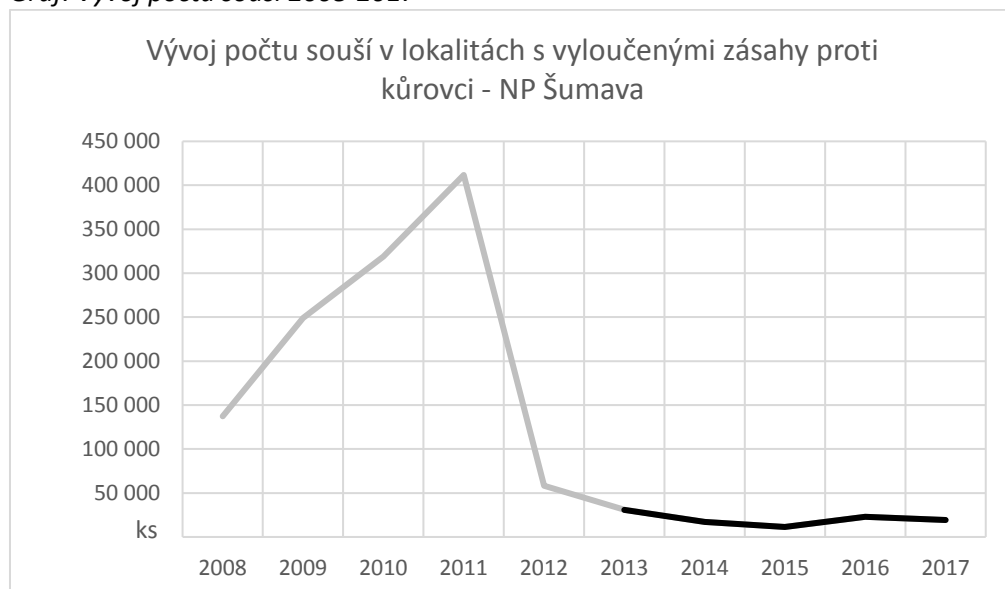
Nad uvedenými ortofoty byla provedena vektorizace (digitalizace) souší formou přidělení bodu s hodnotami konkrétních souřadnic systému S-JTSK. Bod je umístěn na patu kmene příslušného stromu. Tato technologie dovoluje lépe kompenzovat posun geodetické projekce v delším časovém období zahrnujícím snímky s různým rozlišením a umožňuje zpětnou identifikaci jednotlivých stromů v časovém úseku nad 20 let (Nehybová, Klewar, 2012). Nově digitalizované souše byly přiřazeny do databáze souší z předchozích let, která v současnosti zahrnuje období 2007-2017 a ve vybraných lokalitách Plešské hornatiny (Trojmezí, SMO: HVL, PLEC) a Šumavských plání (Luzenské údolí, SMO: SRNI) je rozšířena na úsek 1991-2017. Podrobněji k technologii v kapitole *Metodika*.

Tab. Digitalizované souše na území NP Šumava

KLAD SMO	1991	1994	1996	1998	2000	2002	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	suma
HART														839	532	296	1 230	2 385	
HPLA														254	396	645	462	79	
HVL														648	667	806	3 749	1 402	
PLEC	194			82										88	185	233	449	915	
SRNI		15 478	89 456		262 667	22 462	44							16 930	9 580	5 144	10 277	11 474	
SUSI						1 751	9 172	439						22	17	16	99	46	
VIMP							661	13 056	344					11 901	5 639	3 976	6 404	2 728	
VOLA								1 692	26 375	167	54 425	64 553	16 866	2 582	12 318				
								1 398	20 027	224	37 467	52 270	11 342	2 538	11 959				
								1 030	29 108	68	139 985	20 831	27 099	2 141	28 688				
								621	58 164	290	224 357	4 701	9 405	2 663	18 690				
								1 427	94 782	270	293 055	502	4 847	2 055	14 778				
								302	14 959	22	37 234	874	2 476	726	1 628				
suma	194	15 478	89 456	82	285 173	11 362	14 061	178 978	137 225	248 950	318 891	411 716	58 221	30 812	17 203	11 381	23 104	19 280	1 871 567

Součástí digitalizace je opakovaná revize správnosti zařazení dotčeného stromu jako souše. Během zpracování nejnovějších snímků je v situaci nejednoznačného projevu barevných změn stromu postupováno s předběžnou opatrností a strom jako souše není editován. V následujícím roce je příslušný strom znovu posouzen a případně zařazen do předchozího roku. Tento postup vyplývá ze zkušenosti, kdy barevné projevy asimilačního aparátu nastávají se zpožděním (Pfeffer, 1952, VÚLHM 2007, White, 2005, ÚHÚL 2012 a dal.) a v momentě dokončeného vývoje kůrovce a vlastního zahubení stromu nemusí být barevné projevy hodnocené metodami DPZ jednoznačné.

Graf. Vývoj počtu souší 2008-2017



Jak vyplývá ze zjištění přírůstku souší, jedná se v období 2013-2017 v kontextu posledního decennia, o pokračování regrese s malým vzepětím počtu v roce 2016. Celkový počet nově odumřelých stromů v období 2013-2017 činí 101.780 ks (za období 2008-2017 je to 1.276.783 ks, za celý dosud zmapovaný časový úsek 1991-2017 je to 1 871 567 ks).

Zároveň probíhá doplňování databáze o historické údaje (před rokem 2007) v dalších, dosud nepracovaných kladech SMO na základě sběru dalších podkladových snímků (CENIA, VGHMÚř Dobruška, Luftbildarchiv - München, Luftbildarchiv – Wien).

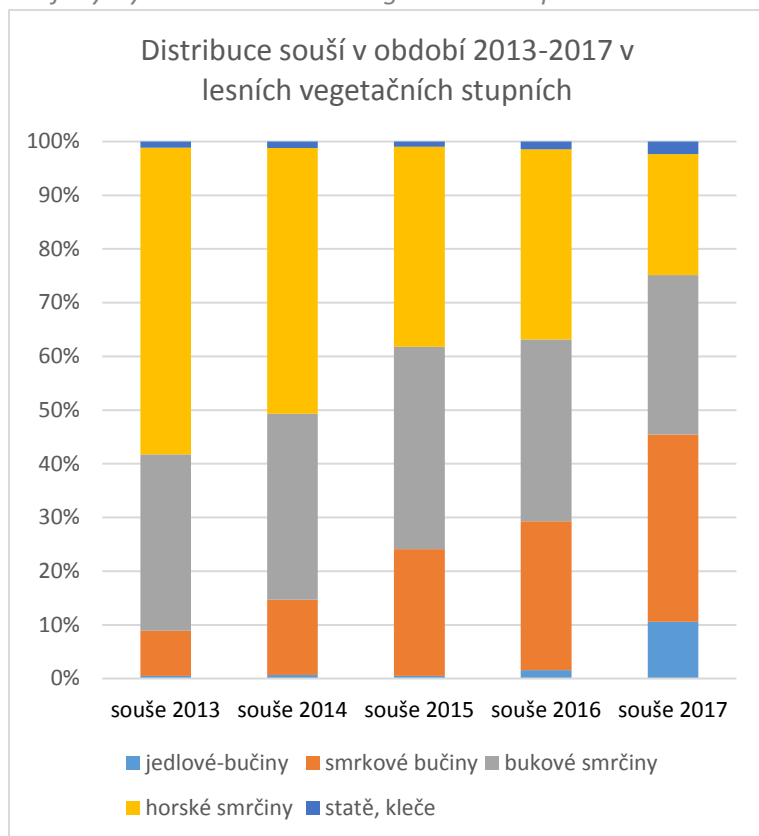
Databáze souší slouží k výpočtu frekvenční a distribuční charakteristik – dále v kapitole *Disperze*.

Poznámka: Aktuální ortofota území NP Šumava byla poskytnuta v rámci existující dohody o výměně informací mezi ÚHÚL a NP Šumava

Jak vyplývá ze zjištění přírůstku souší, jedná se v období 2013-2017 v kontextu posledního decennia, o pokračování regrese s malým vzepětím počtu v roce 2016. Celkový počet nově odumřelých stromů v období 2013-2017 činí 101.780 ks (za období 2008-2017 je to 1.276.783 ks, za celý dosud zmapovaný časový úsek 1991-2017 je to 1 871 567 ks).

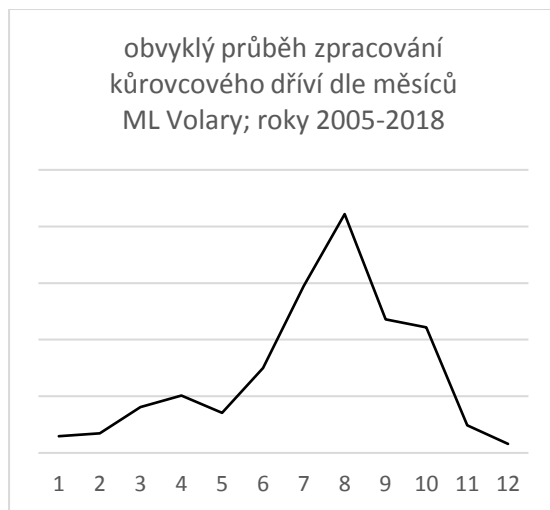
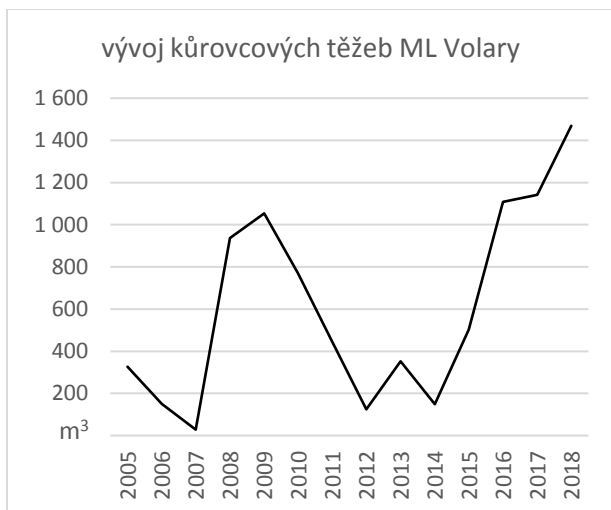
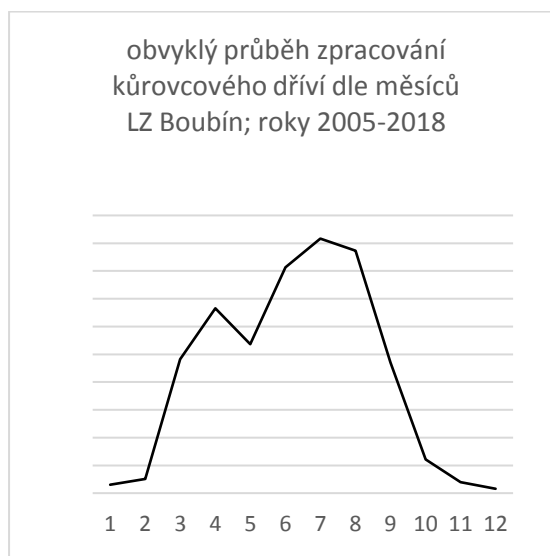
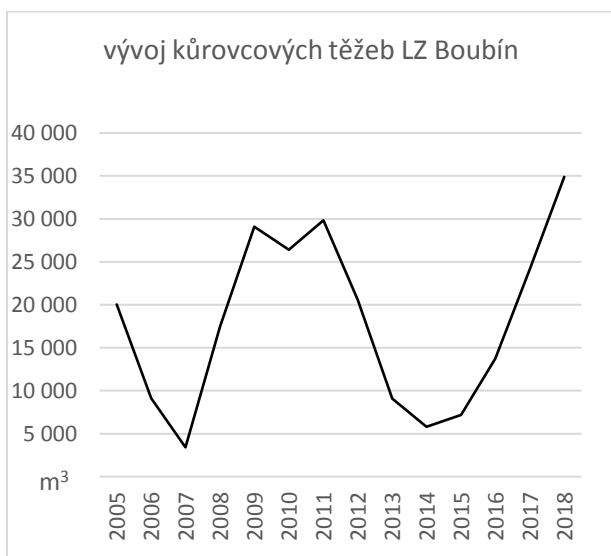
Během období 2013-2017 dochází ke změně ve výskytu nových souší. Nové souše se přestávají objevovat v pásmu horských smrčín a těžiště výskytu se přesouvá do nižších vegetačních stupňů. Významně narůstá podíl souší v pásmu smrkových bučin (6.LVS). Z grafu relativní četnosti souší v jednotlivých letech zřetelně vyplývá posun aktivity kůrovce směrem dolů v gradientu vegetačních stupňů. Za předpokladu zachování ekologické stability v lokalitách smrčín a horských smrčín by se jednalo o projev rezistence, jelikož však došlo k překotnému rozpadu etáže dospělých stromů v rozsahu 99% celé potencionální niky kůrovce, jedná se průvodní jev kolapsu ekosystému lesa a migrace kůrovce z míst s vyčerpaným potravním zdrojem do míst z dosud existující nikou (Bryes, 2000).

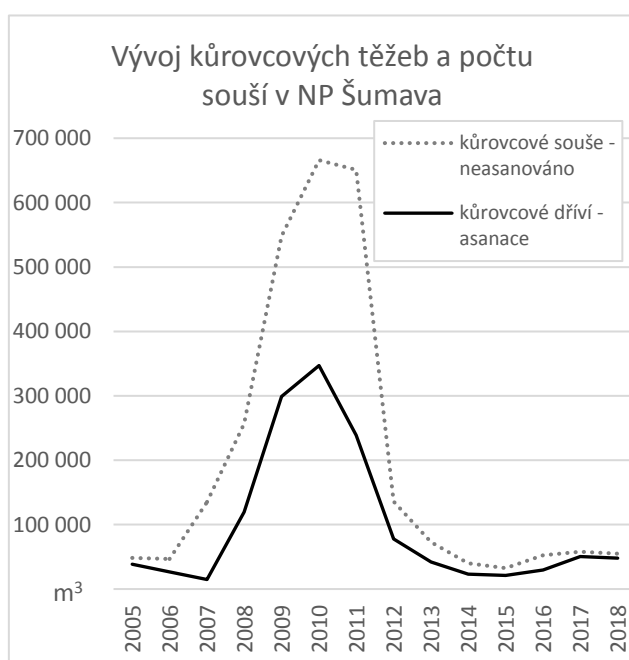
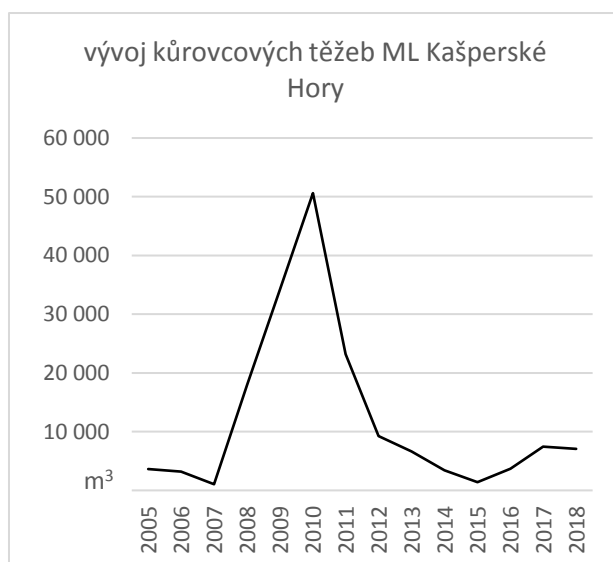
Graf. Výskyt souší dle lesních vegetačních stupňů



2) Sběr údajů lesní hospodářské evidence a evidence výroby za období 2013-2017 od vlastnických subjektů uvnitř PLO 13 pro vytvoření databáze těžeb souvisejících s gradací lýkožrouta

Na základě žádosti o poskytnutí dat pro účely řešeného úkolu byla oslovenými vlastníky předána strukturovaná, podrobná data hospodářské evidence o všech provedených těžbách se vztahem k výskytu kůrovce plus data umožňující vyhodnocení celkové intenzity těžeb.





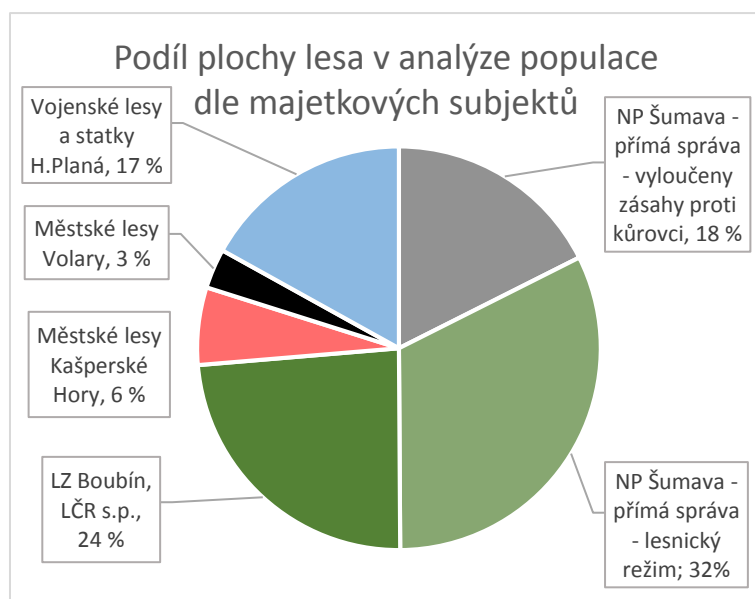
Uvedené grafy zobrazují realizované těžby se vztahem ke kůrovci (těžba větrných a sněhových polomů napadených kůrovcem, těžba stojících napadených stromů, těžba a zpracování stromů nalíčených na odchyt kůrovců-tzv. lapáků). Současnou situaci charakterizuje opětovný všeobecný nárůst populace kůrovců od významného přísušku v roce 2015, přičemž na velké ploše PLO 13 dochází k nebezpečnému exponenciálnímu navýšení stavu infestace.

3) Odhad vlivu nově vymezených bezzásahových zón na kalamitní situaci v PLO 13

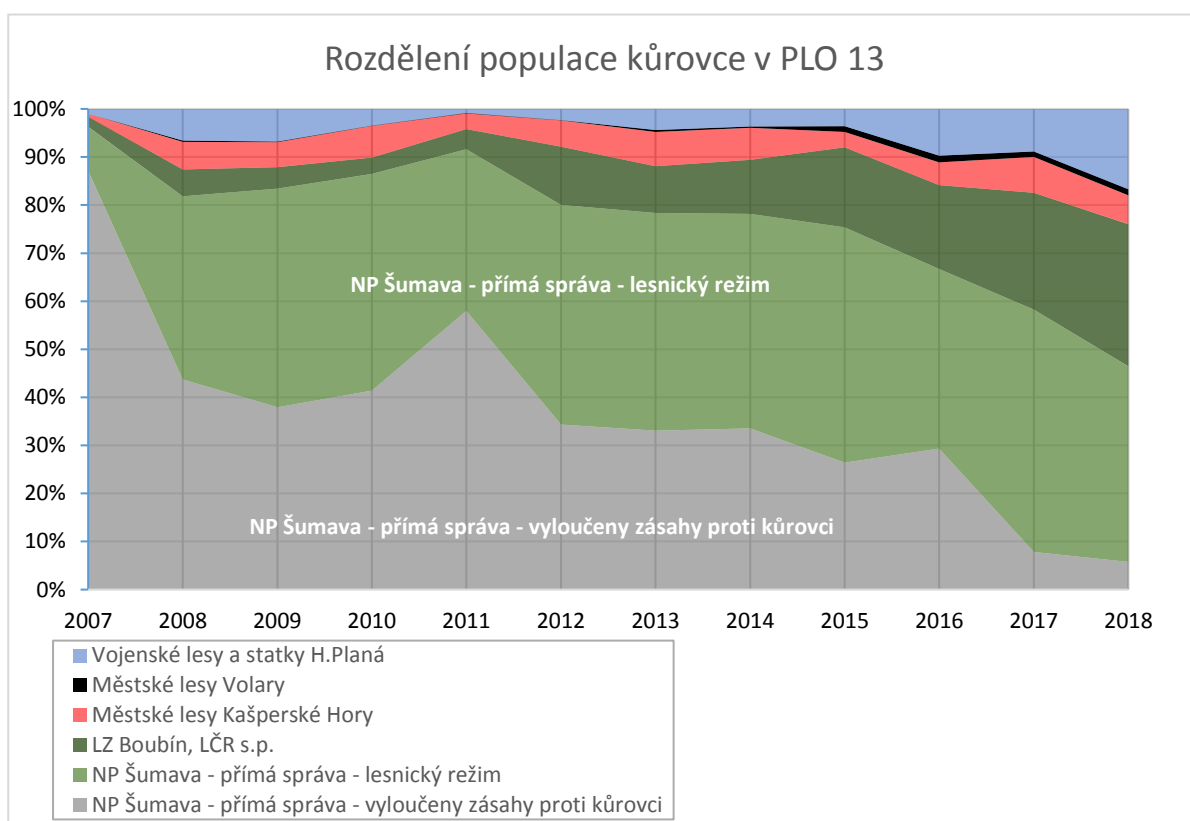
Stav ekosystému a zejména kondice hostitelských stromů předznamenává budoucí vývoj populační dynamiky kůrovce. „*Náchylnost a obranné mechanismy hostitelských stromů jsou klíčové pro úspěšný útok kůrovců.*“ (Wermelinger, 2004). Představa ekologické stability (Míchal, 1994) vychází z teorie homeostázy ekosystému, tedy: „*samočinné udržování hodnoty nějaké veličiny na přibližně stejné hodnotě. U živých organismů je to schopnost udržovat stabilní vnitřní prostředí, které je nezbytnou podmínkou jejich fungování a existence, i když se vnější podmínky mění.*“ V českých podmínkách (ale také např. v Bavorsku) se má až dosud za to, že kůrovec je nejen součástí přirozeného vývoje, ale také jeho pozitivním stimulantem. „*Po vypuknutí kůrovcové kalamity nedochází k úplné ztrátě lesů a lze ji považovat za nástroj obnovy jejich přirozeného charakteru*“ (Jonášová & Prach, 2004). Původní představa o obnově ekologické stability na Šumavě byla vedena snahou o eliminaci nadbytečného lidského ovlivňování krajiny (Fanta, 1997) a představou, že kůrovec pomůže obnově přirozeného charakteru lesních ekosystémů uvolněním prostoru pro přirozenou obnovu a narušením pouze dílčích fragmentů lesa – méně stabilních jedinců. „*Působení kůrovců představuje selekční tlak na méně životaschopné, přestárlé, různě znevýhodněné, méně přirozeně odolné a adaptované jedince, kteří podléhají ataku snáze. Uvolněním prostoru pro novou generaci smrku se tak umožňuje přirozená regenerace lesa.*“ (Jonášová & Prach, 2004). Podobné názory tragicky ignorují skutečnost, že ataku kůrovce, umocněnému změnami klimatu a dalšími faktory, podléhají také zcela původní porosty pralesů, ať už se jedná o fragmenty lesa na Šumavě nebo rozsáhlé původní pralesy v Britské Kolumbii (UHUL, 2014, Natural Resources Canada, 2019).

Odhad vlivu nově vymezených bezzásahových zón byl vyhodnocen na základě analýzy přechodního vývoje stávajících bezzásahových zón. Posouzení budoucího vývoje bylo provedeno s ohledem na termodynamickou stabilitu krajiny, hodnoceno perspektivou zachování kondice ekosystému a činěno s prioritou v zachování vzrostlých lesů v lokalitách, které se mají nově jako bezzásahové vymezit.

a) Dosavadní vývoj populace kůrovce v území PLO 13



Oblast, ve které bylo chování kůrovce analyzováno, zahrnuje výměru 97.795 ha lesa (70 % území PLO 13). Z této oblasti byly shromážděny podrobné údaje o provedených těžbách, které byly dále doplněny údaji o mortalitě jedinců smrku ztepilého a jejím průběhu v lokalitách, kde se těžba neprovádí (NP Šumava). Takto vymezená oblast představuje území přirozených smrčín s původním



podílem smrku ztepilého 43 % (buk 26 %, jedle 21 %) a současným podílem smrku 77 % (buk 7 %, jedle 3 %). Vývoj kůrovce v území charakterizuje v poslední dekádě (2007-2017) rozhodujícím způsobem chování populace v NP Šumava. Přestože výměrou představuje území NP polovinu atraktivní niky v zájmovém území, četností populace kůrovce představuje po většinu období 75-85 % celkové denzity. Jak vyplývá z dále uvedených údajů, teprve v momentě vyčerpání niky v bezzásahových územích NP

dochází k poklesu absolutních hodnot infestace a změně rozdělení populace mezi lesy hospodářské a lesy v NP. Populaci kůrovce v objemu obsazené niky (m^3 dendromasy *Picea*) vyjadřují vedle shora uvedeného grafu také následující tabulka.

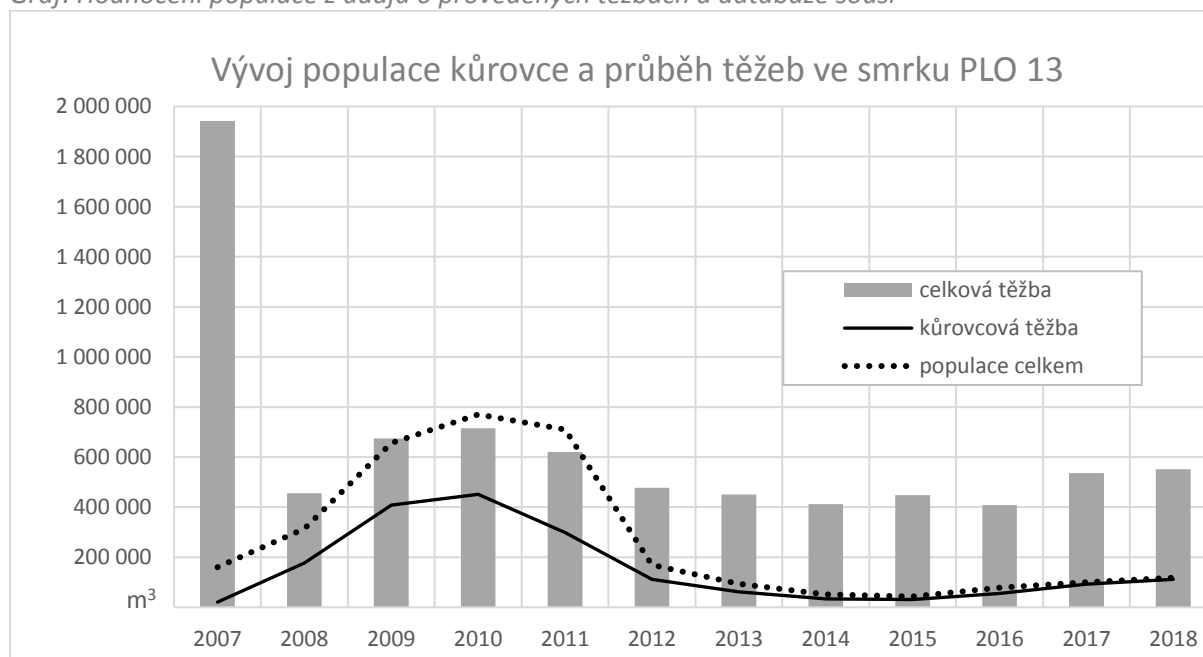
Tabulka. Těžby a přírůstek souší v jednotlivých letech

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
NP Šumava - přímá správa - vyloučeny zásahy proti kůrovci	140 000	137 225	248 950	318 891	411 716	58 221	30 812	17 203	11 381	23 104	7 806	6 800
NP Šumava - přímá správa - lesnický režim	14 790	119 603	299 000	347 000	239 027	77 568	42 226	22 900	21 072	29 393	50 306	48 000
LZ Boubín, LČR s. p.	3 414	17 466	29 079	26 419	29 825	20 613	9 090	5 792	7 172	13 736	24 188	34 887
Městské lesy Kašperské Hory	1 046	17 937	34 196	50 611	23 207	9 271	6 655	3 392	1 375	3 694	7 452	7 052
Městské lesy Volary	28	936	1 054	769	443	124	352	148	503	1 109	1 141	1 469
Vojenské lesy a statky Horní Planá s. p.	1 542	20 619	44 404	26 443	5 932	3 924	4 084	1 879	1 554	7 651	8 830	19 728
celkem	160 820	313 786	656 683	770 132	710 150	169 722	93 220	51 314	43 056	78 687	99 724	117 935

Aktuální stav populace kůrovce v území PLO 13 je definován od roku 2015 opětovným nárůstem početnosti a s tím související zvýšení dynamiky, během které dochází k obsazování okrajových částí niky, zjm. na spodní hranici atraktivity – tzn. slabé dimenze hostitele nebo stromy významně odolnější (Boone, 2011). V rámci NP Šumava došlo k téměř úplnému vyčerpání potravní niky v územích s vyloučenými zásahy proti kůrovci, což je patrné na průběhu populační křivky parazita a změny hektarové zásoby dendromasy smrku/hostitele.

Do současné populace se nově zapojuje rozhodujícím způsobem také gradace v porostech šumavského předhoří (PLO 12), odkud dochází k ataku i samotného NP Šumava, ačkoli byl během uplynulé dekády pravidelně směr působení kůrovce opačného směru (ÚHÚL, 2012).

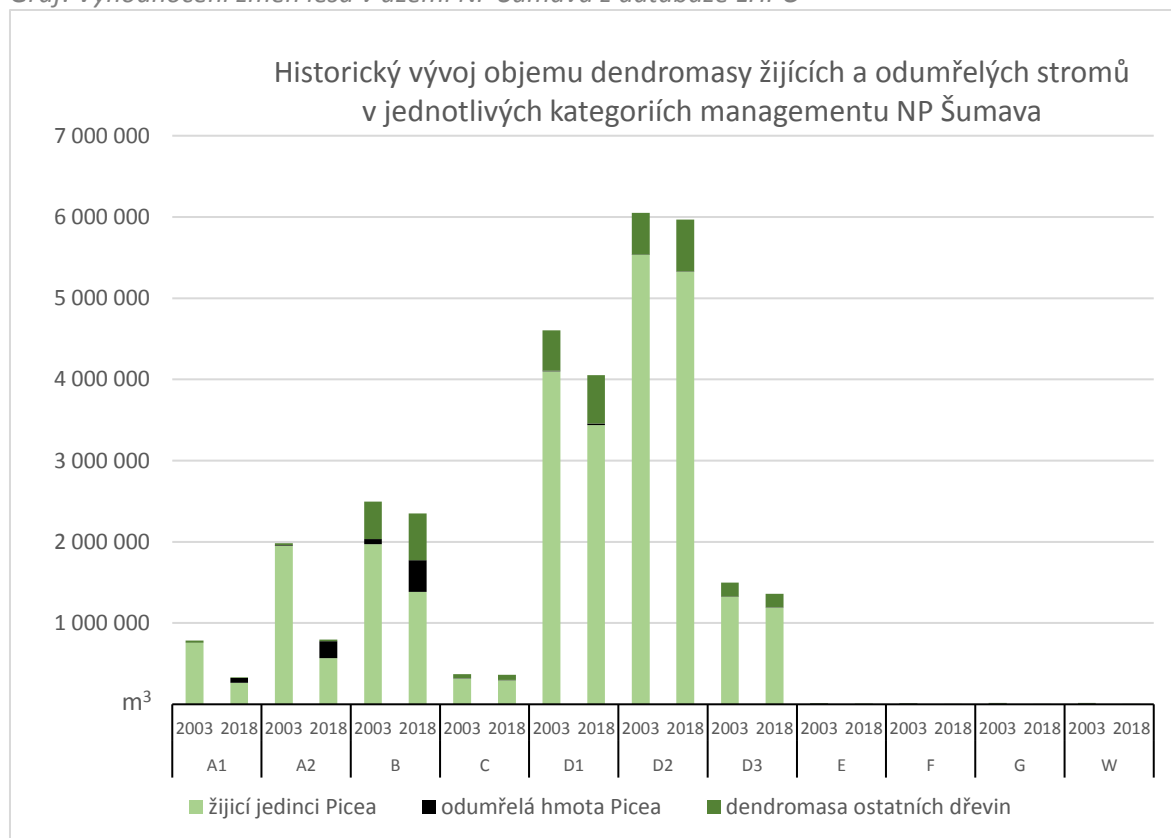
Graf. Hodnocení populace z údajů o provedených těžbách a databáze souší



Celkový vývoj kůrovcových těžeb (a těžeb celkových) je dobře patrný z uvedeného grafu. V období po orkánu Kyrill (19. 1. 2007) a vichřici Emma (2. 3. 2008) došlo ke gradaci kůrovce, která měla svůj vrchol v roce 2010 a byla postupně tlumena až do roku 2015, kdy nastal významný přísušek, od kterého stavy kůrovce opět rostou. V bezzásahových zónách byl trend podobný, ale k poklesu denzity nedošlo z důvodu aktivního tlumení, ale z důvodu vyčerpání niky.

b) Změna stavu lesa v území NP Šumava mezi lety 2003 a 2018

Graf. Vyhodnocení změn lesa v území NP Šumava z databáze LHPO

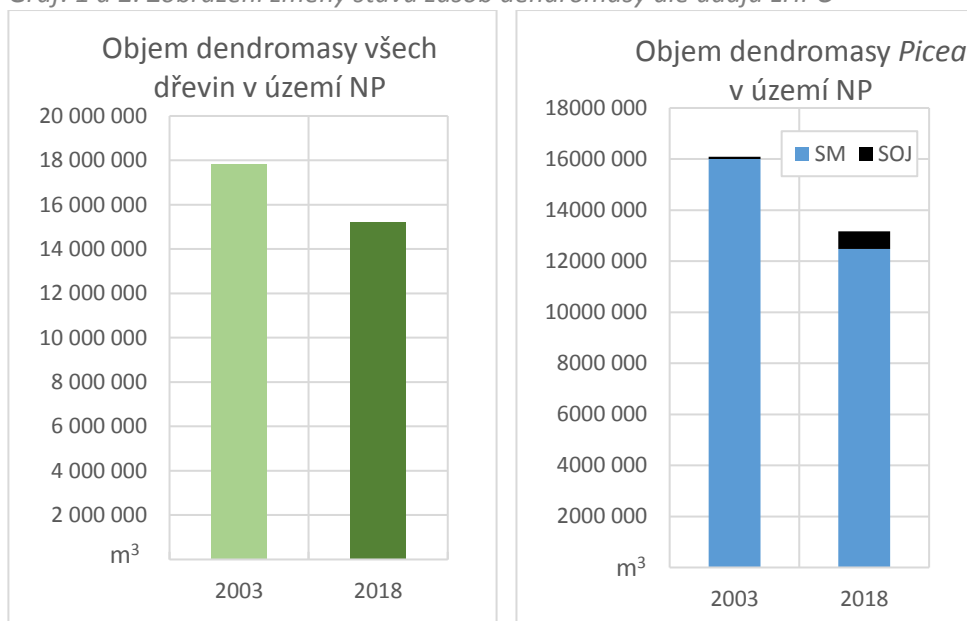


Graf zobrazuje agregovaným způsobem změnu v lesních ekosystémech v NP Šumava mezi roky 2003 a 2018. Podkladem jsou terestrická měření v porostech prováděná periodicky vlastními pracovníky NP Šumava při tzv. obnově lesních hospodářských plánů (území v přímé správě NP) a v malé části také komerčními tzv. taxačními firmami (území jiných vlastníků lesa nacházejících se uvnitř NP). Ze Zákona o lesích je takové periodické, terestrické měření povinné a ÚHÚL spravuje centrální databázi všech těchto údajů. Pokladová měření jsou cílena na sběr informací o stromových a porostních entitách a vedle samostatné Inventarizace lesů představují nejpodrobnější materiál zachycující stav a vývoj dendromasy lesních porostů s dlouhou historií záznamů (již od 60. let 20. století a ve vybraných lokalitách již od 60. let 19. století) a možností analýzy dlouhodobého vývoje. Objem dendromasy byl

k ilustraci vývoje stavu ekosystému vybrán jako veličina lépe zobrazující (na rozdíl např. od plochy dřevin) stabilitu ekosystému (Rotter, 2013) i jako vhodný ukazatel biodiverzity (Houston, 1997, Lasky, 2014).

Na první pohled jsou z grafu patrné dva efekty, které charakterizují vývoj ekosystému. Nedochází ke změnám v druhovém složení dřevin a dochází k poklesu objemu vitální dendromasy a s tím spojenému úbytku eko-exergie (eco-exergy, definice: „Dostupná energie všech živých biotických složek v ekosystémech ve srovnání s neživým stavem, tj. detritem, v jednotkách kilojoul, které lze použít k měření stupně termodynamické organizace a zdraví ekosystému“ (Jørgensen & Mejer, 1979). Hodnocení lesního ekosystému za pomoci exergie je ve vědecké literatuře relativně nové (Hongfang Lu, 2015), ale velice trefně vyjadřuje rozdíly v chápání prosperity lesních porostů, hodnocené často velmi kriticky zejm. v kontextu hospodářské úpravy lesů (Fanta & Křenová, 2008) a s ní souvisejících managementů ochrany přírody (Svoboda, 2010). Více k principu prosperity lesa vysokého objemu dendromasy v kapitole *Termodynamická stabilita ekosystému NP Šumava*.

Graf. 1 a 2. Zobrazení změny stavu zásob dendromasy dle údajů LHPO

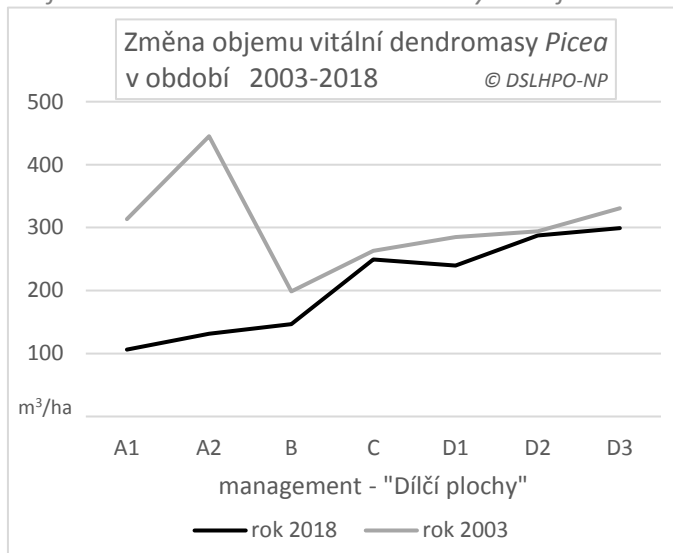


K celkovému úbytku dendromasy na území NP Šumava dochází ze dvou příčin. Výměra lokalit s vyloučenými zásahy proti kůrovci byla od roku 2003 do roku 2018 opakovaně rozšiřována (ad Správa NP Šumava) a dochází v nich k postupnému rozpadu ekosystému (vitální dendromasa v důsledku kůrovce odumírá) a nová generace lesa nestíhá doplňovat uvolněné místo – důvod č. 1.

Úplné akceptování infestace v těchto lokalitách vede k opakovanému zvyšování populace kůrovce po každé epizodě větrného polomu. V důsledku migrace za potravou napadá kůrvec ve zvýšené míře také okolní, zásahové porosty. V zásahových porostech jsou ve zvýšené míře prováděny

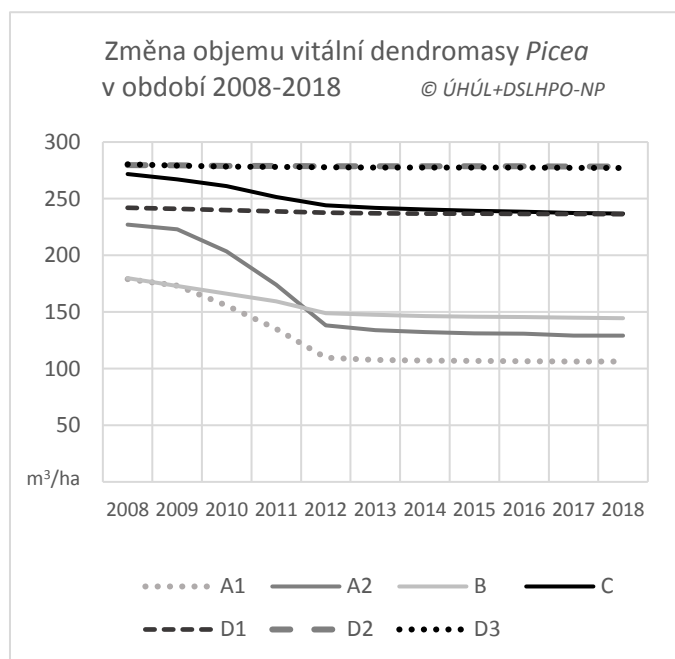
asanační těžby, jejichž rozsah překračuje běžný roční přírůst, podle kterého jsou úmyslné těžby stanovovány – důvod č. 2. Asanační zásahy navíc znovu prořezávají lesy a vytvářejí další porostní stěny, čímž vznikají další exponovaná místa pro úspěšný atak kůrovce. Takto zřetěžený tok příčin a následků kůrovcového útoku vede k permanentnímu snižování zásob vitální dendromasy. Odumřelé stromy se sice v systému vyskytují a jsou také důkladně evidovány (viz kategorie LHPO - SOJ – souše ostatní jehličnatá), jejich objem se v lokalitách zvyšuje, ale nemohou nahradit fyziologické funkce živého lesa.

Graf. Zobrazení stavu zásob dendromasy z údajů LHPO



Průnikem dat Lesních hospodářských plánů a osnov příslušných k různým časovým obdobím vznikne srovnání stavu porostní zásoby prosperujících jedinců hostitelské dřeviny (objem vitální dendromasy). Zdrojem dat jsou vlastní data NP a data ostatních jednotlivě se vyskytující vlastníků lesa na území NP, která souhrnně spravuje a archivuje ÚHÚL v souladu se Zřizovací listinou. Pokles porostní zásoby rodu *Picea* (ojediněle se vyskytují i další druhy mimo

Graf. Změna stavu zásob na základě LHPO a databáze souší



Picea abies Karst.) ilustruje rozpad lesa v důsledku působení kůrovce; nejmarkantněji je rozdíl patrný v plochách A1 A2, B, kde jsou dlouhodobě vyloučené zásahy proti kůrovci. Celková situace zdravotního stavu lesních ekosystémů přirozených a blízce přírodních smrčín v NP Šumava je neuspokojivá a jeví zhoršující se trend. Shodný trend poklesu porostních zásob rodu *Picea* v Dílčích plochách A1, A2, B, C naznačuje potřebu změny v přístupu k ochraně řídicích přírodních procesů (ad území s vyloučenými zásahy proti kůrovci) i potřebu kontroly nadměrných těžeb (ad území s povolenou lesní těžbou – C, D1. Nejblíže optimu setrvalého stavu (úbytek

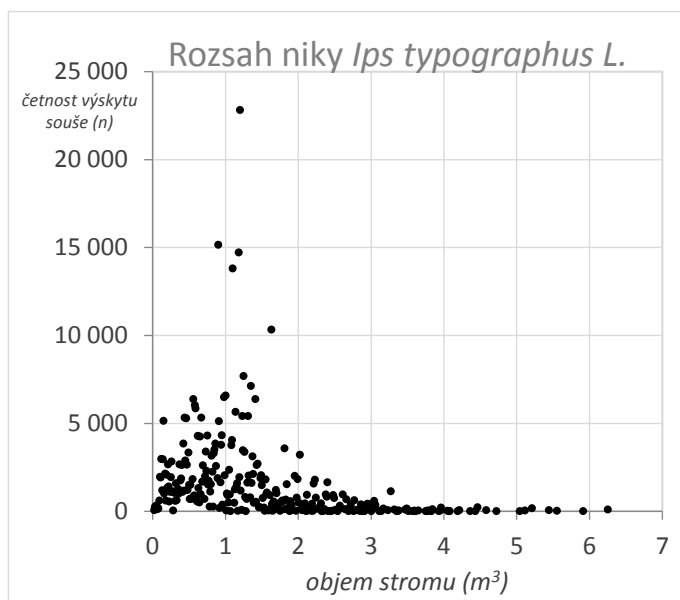
odumřelých stromů, popřípadě těžbou nahrazuje objemový přírůst) vykazují Dílčí plochy D2, D3.

Ad přísušek: ČHMÚ, Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015, str. 5: "Průměrná teplota vzduchu za vegetační období, duben až září, byla o 1,1 °C vyšší než dlouhodobý průměr za období 1981 až 2010, teplota za letní měsíce byla po roce 2003 druhá nejvyšší za dobu pozorování od 1961. Podobně srážkový úhrn v roce 2015 byl druhý nejnížší po roce 2003. S výjimkou severozápadních Čech byly srážky podnormální a místy byly menší než 60 % normálu".

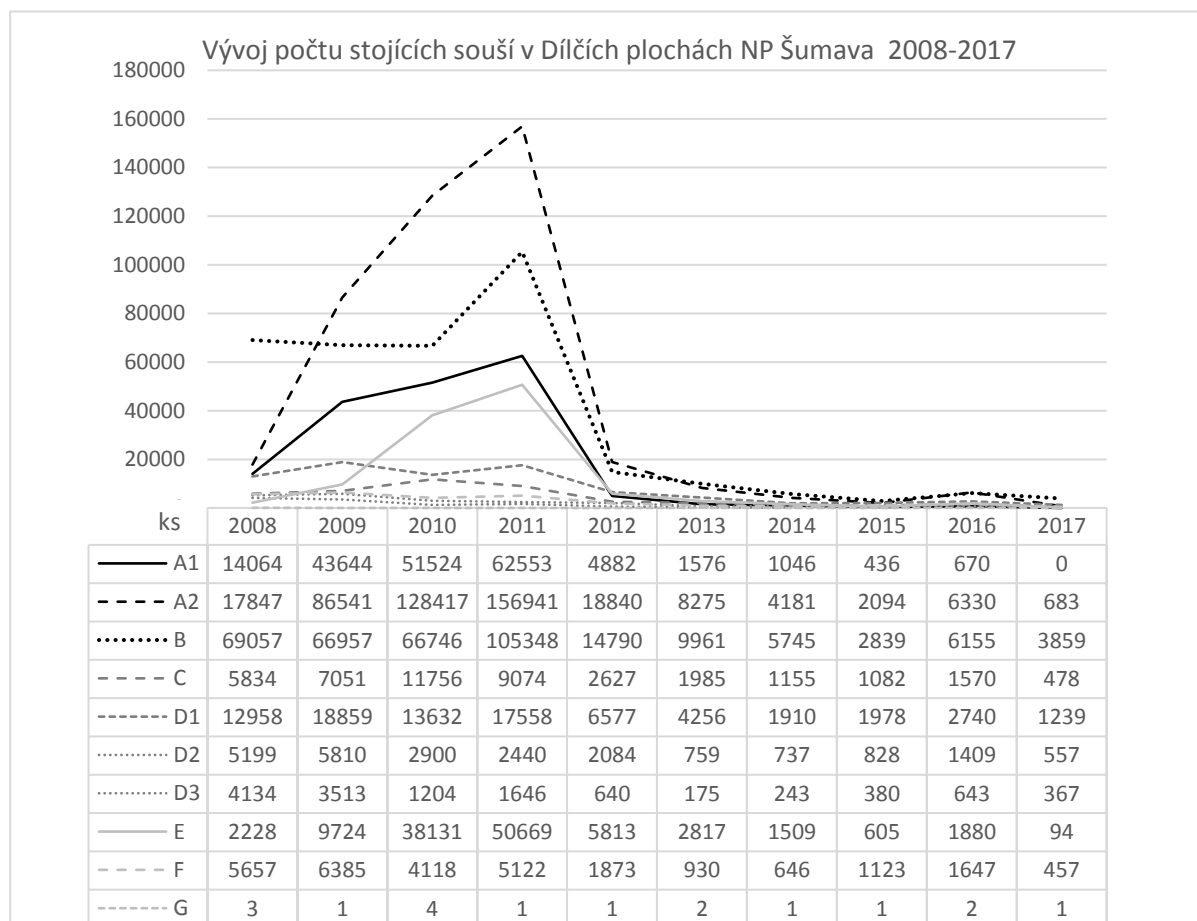
Z databáze provozní inventarizace NP Šumava a výstupů hospodářského plánování (LHP) byly vyfiltrovány údaje potřebné k výpočtu atraktivní niky kůrovce. Na základě sledování průběhu napadení v oblastech s vyloučenými zásahy proti kůrovci během období 2007-2012 bylo zjištěno, že atraktivní pro kůrovce jsou stromy od průměru 15 cm $d_{1,3}$ až do maximálních vyskytujících se dimenzí – průměr 90 cm $d_{1,3}$.

Oscilace dendrometrických hodnot objemu jednotlivého stromu vykazuje dobrou shodu aritmetického průměru s mode. Pro orientační hodnocení lze jednotlivé souše vyjádřit hodnotou 1 m³ dendromasy.

Graf. Zobrazení průniku bodového pole souší s hodnotami objem stromu uvedenými v dotčených porostních skupinách LHPO



Klasifikaci přírodních hodnot národního parku obsahuje každá z dosud realizovaných soustav zonace. Do nejceennějších zón byly řazeny vždy plochy s velkou přirozenou autoregulací, tzn. schopností stresovému faktoru odolat – rezistence, popřípadě se stresem vyrovnat a pokračovat v rozvoji – resilience (Míchal, 1994), tedy takové lokality, kde je dynamika řídicích přírodních procesů nejméně ovlivněna vnějšími vlivy. Ať už bude přesně vymezená nová zonace NP Šumava jakákoliv, bude do nových území s vyloučenými zásahy proti kůrovci vyčleněn les, který má autoregulační schopnosti a celkovou ekologickou stabilitu nižší, než stávající plochy bezzásahovosti,



kteřé vzešly z nejzachovalejších fragmentů přírodního (původního) lesa. Pokud se představa o resistenci fragmentů pralesa proti ataku kůrovce (Vlašín, Bláha, Just, 1996) ukázala jako mylná, tak představa o resistenci lesa s výraznou historií lidského působení (hospodářská zásahy sledující unitární charakter porostu) je mylná rovněž. Vystavení lesa jednodušších strukturálních forem neredukovanému ataku kůrovce vede k nadpočetné gradaci parazita a odumírání hostitele. Ke stejné situaci došlo v oblasti Trojmezenského pralesa, kde bylo upuštěno od redukce parazita v okrajových částech, v lokalitách více hospodářského charakteru, což mělo za následek nadpočetné stavy kůrovce a zborcení prahu ekologické stability sousedícího pralesa (ÚHÚL, 2014). Stávající vitální dendromasa hostitelských dřevin (rod *Picea*) v celém spektru atraktivní niky *Ips typographus* L., v lokalitách s vyloučenými zásahy proti kůrovci, byla tímto parazitem napadena a

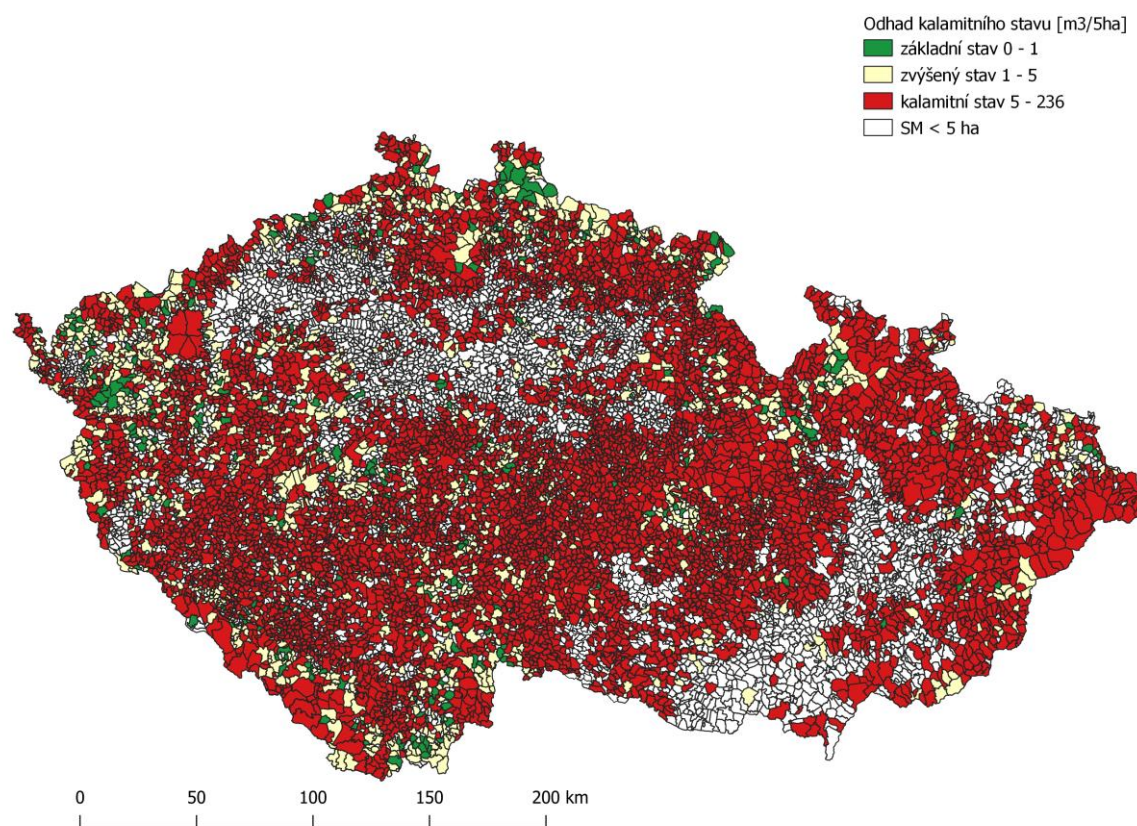
zahubena. Pouze v průměru 10-15 stromů atraktivní niky na hektar bezzásahového porostu bylo proti kůrovci rezistentních a atak kůrovce přežilo; v průměru 298 stromů atraktivní niky vlivem kůrovce odumřelo. *Denzita stromů atraktivní niky osciluje mezi 211-480 stromy na hektar, aritmetický průměr je 298 stromů na hektar.*

Ve velice krátkém časovém horizontu (výskyt nových epizod větrného polomu) dojde s minimálně stejnou intenzitou (pravděpodobně však s podstatně vyšší razancí) ve všech nově vyčleněných územích s vyloučenými zásahy proti kůrovci k opětovné gradaci kalamitního hmyzu na vyskytující se nice, což bude mít za následek distribuci kůrovce do okolních porostů.

V porostech současně obhospodařovaných (jak v celé oblasti majetků v PLO 13 sousedících s NP Šumava, tak také v dosud zásahových porostech uvnitř NP), unitárních dimenzí, exponovaných převládajícím větrům (Z, JZ, SZ) jižních expozic, nebo vysychavých stanovišť je situace odlišná. V těchto porostech je riziko gradace kůrovce mimořádně aktuální především k celkově špatné kondici smrkových porostů v celé ČR, v důsledku nepříznivého vývoje počasí a rozpadu kontrolních a nápravných mechanismů v ochraně lesa. Kalamita kůrovce, která postihla široké výměry sekundárních smrčín v celé ČR, generuje mimořádnou populační hustotu kůrovce, která snáze překonává práh ekologické stability porostů (Boone, 2011), které se rozpadají daleko před fází optima nejen v plochách svého nepůvodního výskytu, ale také v klimaxových plochách. Akutně ohrožené jsou všechny porosty smrku v PLO 13 včetně NPR Boubínský prales. Případné další rozšíření bezzásahovosti na území NP Šumava umocní riziko rozpadu, přičemž je ryze spekulativní pokládat v takových případech infestaci kůrovce za přirozený proces. Je na místě připomenout, že i v případě Trojmezenského pralesa došlo k prvotní gradaci v unitárních porostech hospodářského charakteru, odkud vzniklá populace nepřírozeně vysokého rozsahu rozvrátila samotné jádro pralesa, byť se nejednalo o vlastní projev ekologické rovnováhy, ale importovaný vektor ekologické labilit.

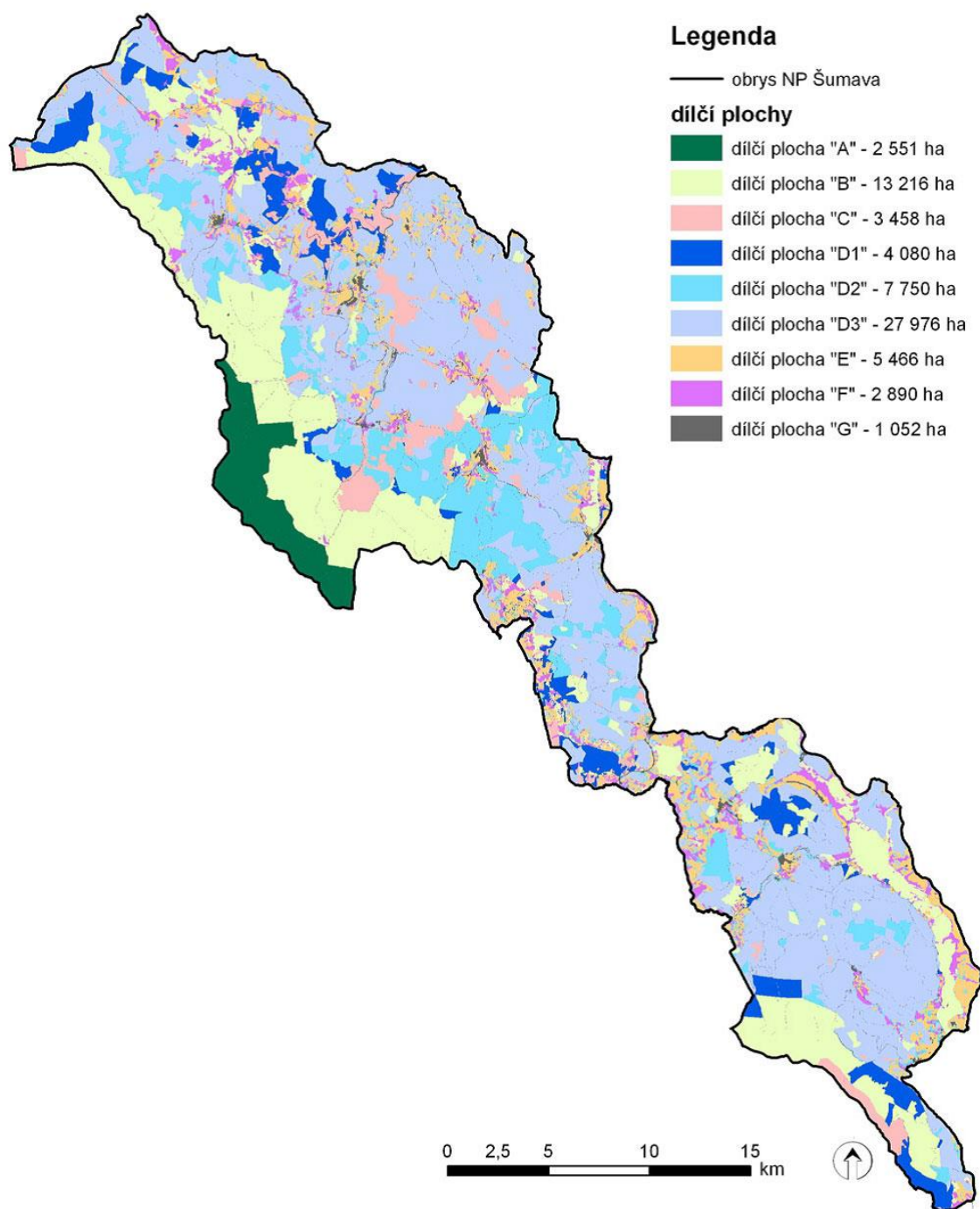
c) Situace NP Šumava a PLO 13 v kontextu probíhající kalamity v České republice

Mapa rozšíření kalamitního výskytu kůrovce v České republice, stav k 10/2018



Situaci v České republice charakterizuje bezprecedentní infestace kůrovce na většině území. Stav ovlivňuje významně také situaci v PLO 13 a v NP Šumava, která je kromě vnitřního tlaku ovlivněna narůstajícím atakem zvenčí. Opatření proti kůrovci nelze realizovat bez uvedeného kontextu, který vyžaduje zvýšená opatření a zesílenou předběžnou opatrnost.

d) Vymezení ploch současného managementu



Vysvětlivky ke kategoriím managementu tzv. Dílčích ploch:

Dílčí plocha „A1“ – území ponechané samovolnému vývoji bez přímých zásahů proti vlivu zvěře

V území jsou realizovatelné pouze následující činnosti: revitalizace vodního režimu, likvidace invazních druhů, pokácení nebezpečných stromů podél značených cest, údržba značených turistických tras, údržba základní cestní sítě, která je tvořena pozemními komunikacemi určenými k trvalé údržbě (údržbový režim), údržba základní cestní sítě v klidovém a útlumovém režimu povoluje na žádost ÚP ředitel Správy, monitoring a výzkum nepoškozující chráněnou přírodu, odstranění nefunkčních drátěných skupinových a individuálních ochran, hašení požárů, odstraňování nepotřebných staveb, výjimečně lze, je-li to nezbytné z důvodu ochrany přírody, provádět zásahy za účelem ochrany populací zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů, a to výhradně na bezlesých plochách, na

kterých byly tyto zásahy prováděny k 31. 5. 2017. K zetlení je ponecháváno 100 % veškeré hmoty (včetně hmoty asanované v minulosti a poražených nebezpečných stromů podél cest).

Dílčí plocha „A2“ – území ponechané samovolnému vývoji bez přímých zásahů proti vlivu zvěře

V území jsou realizovatelné pouze následující činnosti:- revitalizace vodního režimu, likvidace invazních druhů, pokácení nebezpečných stromů podél značených cest, údržba značených turistických tras, údržba základní cestní sítě, která je tvořena pozemními komunikacemi určenými k trvalé údržbě (údržbový režim), údržba základní cestní sítě v klidovém a útlumovém režimu povoluje na žádost ÚP ředitel Správy, monitoring a výzkum nepoškozujiící chráněnou přírodu, odstranění nefunkčních drátěných skupinových a individuálních ochran, v území mimo přírodní zónu (do 31. 5. 2017 I. zóna) NPŠ ochrana proti zvěři – údržba současných mechanických ochran postavených od roku 2007 včetně, opravu starších ochran povoluje na žádost ÚP ředitel Správy, hašení požárů, odstraňování nepotřebných staveb, výjimečně lze, je-li to nezbytné z důvodu ochrany přírody, provádět zásahy za účelem ochrany populací zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů, a to výhradně na bezlesých plochách, na kterých byly tyto zásahy prováděny k 31. 5. 2017. K zetlení je ponecháváno 100 % veškeré hmoty (včetně hmoty asanované v minulosti a poražených nebezpečných stromů podél cest).

Dílčí plocha „B“ – území ponechané samovolnému vývoji s přímými zásahy proti vlivu zvěře

V území jsou realizovatelné pouze činnosti uvedené pro dílčí plochu „A“ a dále: v území mimo přírodní zónu (do 31. 5. 2017 I. zóna) NPŠ ochrana proti zvěři – údržba současných mechanických ochran postavených od roku 2007 včetně, opravu starších ochran povoluje na žádost ÚP ředitel Správy, lov spárkaté zvěře za účelem podpory úpravy druhové skladby lesních porostů a udržení ekologicky únosných stavů zvěře, možnost zpřístupnění vybraných tras za účelem lovu spárkaté zvěře, povoluje na žádost ÚP ředitel Správy, v území mimo přírodní zónu (do 31. 5. 2017 I. zóna) je možná stavba, instalace, údržba a likvidace zařízení pro lov spárkaté zvěře - povoluje na žádost ÚP ředitel Správy, v území mimo přírodní zónu (do 31. 5. 2017 I. zóna) NPŠ možnost odstranění nevybuchlé munice - pouze liniově (podél cest, sítí nebo liniové revitalizace), pokud nebudou realizací dotčena cenná stanoviště NATURY 2000. K zetlení je ponecháváno 100 % veškeré hmoty (včetně hmoty asanované v minulosti a poražených nebezpečných stromů podél cest).

Dílčí plocha „C“ - území s možností speciálních opatření proti šíření kůrovce

V území jsou v lesích realizovatelné pouze činnosti uvedené pro dílčí plochy „A“, „B“ a dále: ochrana proti zvěři – údržba stávajících mechanických ochran po dobu nezbytnou, nejdéle 20 let po jejich zřízení, v odůvodněných případech protikůrovcová opatření různého typu a intenzity na základě posouzení přírodních hodnot (například asanace kůrovcem napadených „aktivních“ stromů, asanace vývrátů a zlomů, odkornění stojících stromů, lapače, dovezené lapáky), odstřel lišky obecné a geograficky nepůvodních druhů šelem, speciální management vybraných druhů (z dřevin se týká tisu červeného a jalovce obecného). K zetlení je ponecháváno 100 % veškeré hmoty (včetně hmoty asanované v minulosti a poražených nebezpečných stromů podél cest).

Dílčí plocha „D1“ - území se střednědobým rekonstrukčním managementem

V území jsou v lesích realizovatelné pouze činnosti uvedené pro dílčí plochy „A“, „B“ a „C“ a dále přírodě blízké lesní hospodaření (viz postupy uvedené v příloze příkazu), obecně: přestavby a stabilizace lesních porostů – redukce počtu, podpora tvorby korun, podpora prostorové diferenciace a druhové rozmanitosti, zásahy s proměnlivou intenzitou, účelové výběry na přiblížení lesních porostů přirozené dřevinné skladbě a bohaté struktuře, podsadby, výsadby, síje, podsíje na podporu přirozené druhové skladby lesa (preferencí např. skupinovitě a hloučkovitě výsadby), provedení možné pouze do konce roku 2017, odchylné postupy při zalesňování napodobující přirozené procesy, provedení možné pouze do konce roku 2017, ochrana dřevin proti kůrovcovitým – prevence, odchytová a kontrolní zařízení, ochrana dřevin proti kůrovcovitým – asanace zlomů, vývrátů nebo kůrovcových stromů (v souladu s platnými rozhodnutími orgánů ochrany přírody a vnitřními předpisy Správy), ochrana dřevin proti zvěři (oplocenky, individuální ochrana, repelenty),- ochrana přirozené a umělé obnovy proti konkurenční vegetaci (vyžínání), soustřeďování klestu – ve výjimečných případech – pro uvolnění obnovy, ohrožených druhů rostlin či pro podsadby a výsadby, sběr semen, v odůvodněných případech technologická příprava pracovišť, asanace erozních rýh, potěžební úpravy, údržba lesní rozdělovací sítě, v odůvodněných případech rozčlenění a zpřístupnění lesních porostů a budování dočasných skládek dřeva, soustřeďování dříví, kromě souší (množství hmoty ponechávané k zetlení se řídí vnitřními předpisy Správy), stavba, instalace, údržba a likvidace mysliveckých zařízení, samovýroba - výroba smrkového dřeva pro místní obyvatelstvo se realizuje jen v mladých porostech (do 40 let), typ porostu vzdálený a přechodný; souše se zakazují zpracovávat.

Dílčí plocha „D2“ - území s dlouhodobým rekonstrukčním managementem

V území jsou v lesích realizovatelné pouze činnosti uvedené pro dílčí plochy „A“, „B“, „C“ a „D1“. Kromě toho se v území DP D2 v rámci přírodě blízkého lesního hospodaření realizují také podsadby, výsadby, síje, podsíje na podporu přirozené druhové skladby lesa (preferencí např. skupinovitě a hloučkovitě výsadby na podporu přirozené druhové skladby lesa). V plné míře se uplatňují odchylné postupy při zalesňování napodobující přirozené procesy. Úprava druhové skladby má těžiště zejména v ochraně a podpoře již vysazených nedostatečně zastoupených dřevin přirozené druhové skladby. Preferuje se přirozená obnova stanovištně původních dřevin zejména JD a listnáčů. Při realizaci aktivního obnovního managementu v dílčí ploše „D2“ se aktivní opatření zaměřují především: na stabilizaci a prostorovou diferenciaci mladých lesních porostů, případně porostů středního věku, na lesní porosty zařazené typu porostu vzdálený nebo přechodný (typy porostu ve smyslu metodiky tvorby LHP na podkladě provozní inventarizace). Samovýroba - výroba smrkového dřeva pro místní obyvatelstvo se realizuje v mladých porostech (do

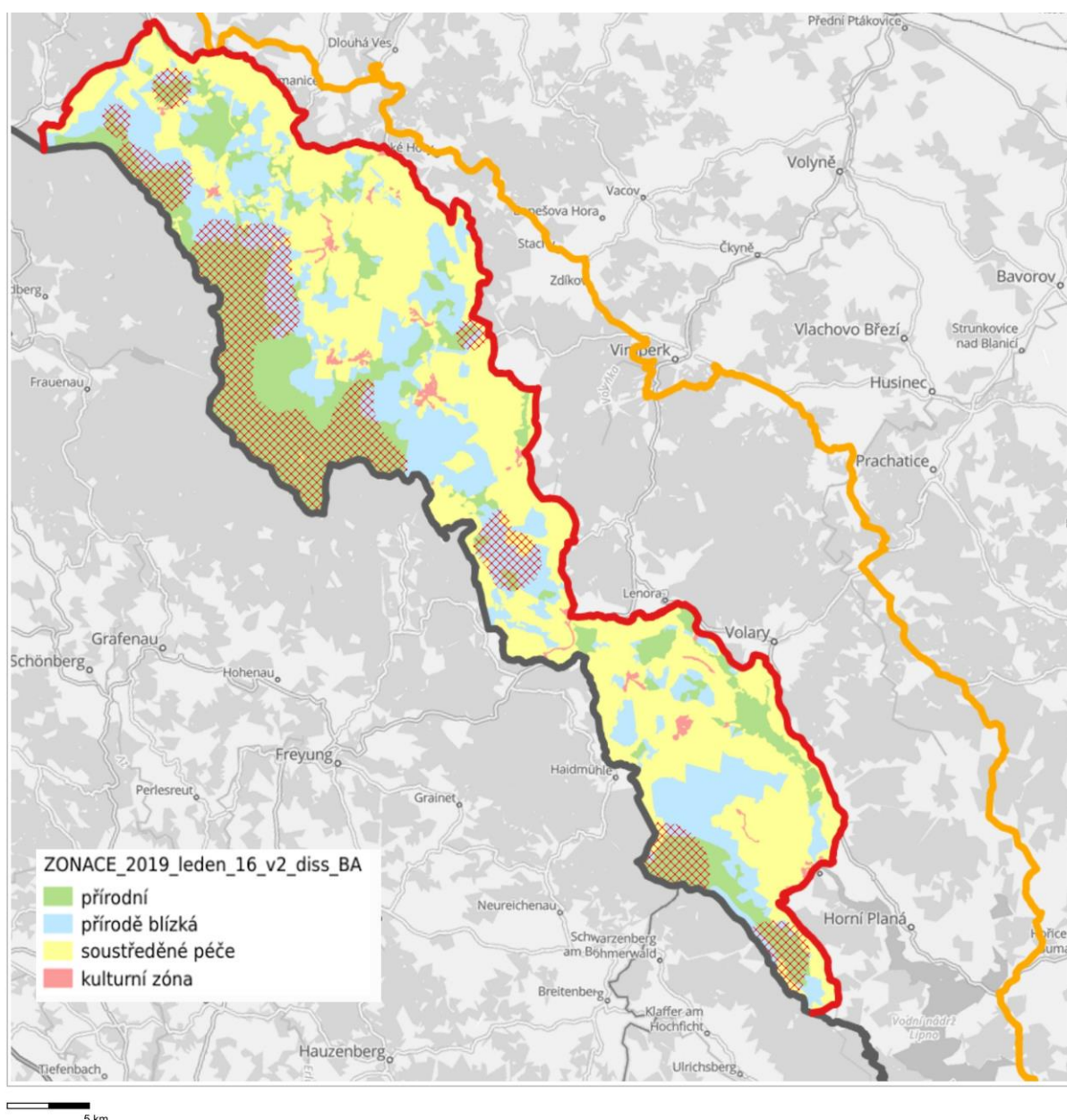
40 let), typ porostu vzdálený a přechodný, a v porostech středního věku (do 80 let), typ porostu vzdálený; souše lze zpracovávat do pařezové tloušťky max. 35 cm, zakazuje se samovýroba souší tlustších než 35 cm na pařezu, stejně jako samovýroba veškerých souší z porostů středního věku typů porostů přechodný a cílový a všech porostů dospělých.

Dílčí plocha „D3“ - území s uplatňováním řízeného managementu formou přírodě blízkého lesního hospodaření v blízkosti hranic NP

V území jsou v lesích realizovatelné pouze činnosti uvedené pro dílčí plochy „A“, „B“, „C“, „D1-2“ a dále: samovýroba - výroba dřeva pro místní obyvatelstvo se realizuje v porostech bez omezení věku, pouze v typech porostu vzdálený a přechodný, souše lze zpracovávat do pařezové tloušťky max. 35 cm. Zakazuje se samovýroba souší tlustších než 35 cm na pařezu, stejně jako samovýroba veškerých souší z porostů zařazených do typu porostu cílový.

Dílčí plochy E, F, G, W – zahrnují nelesní území, stavby a vodní toky

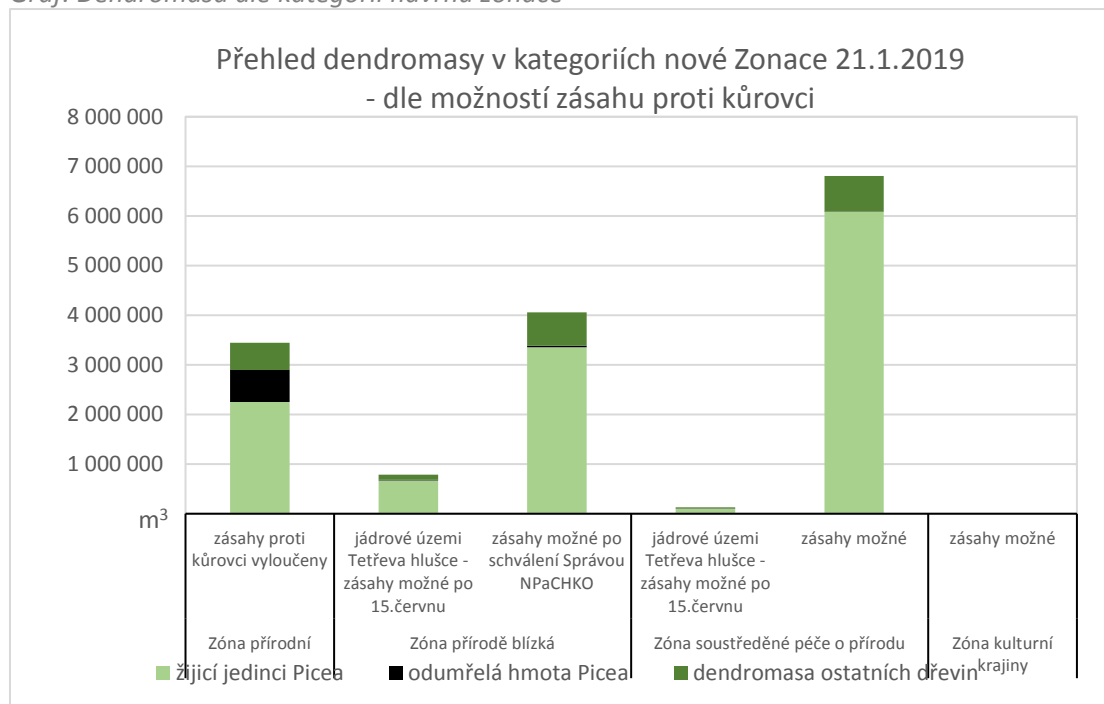
e) Představení nové zonace, návrh k 21. 1. 2019



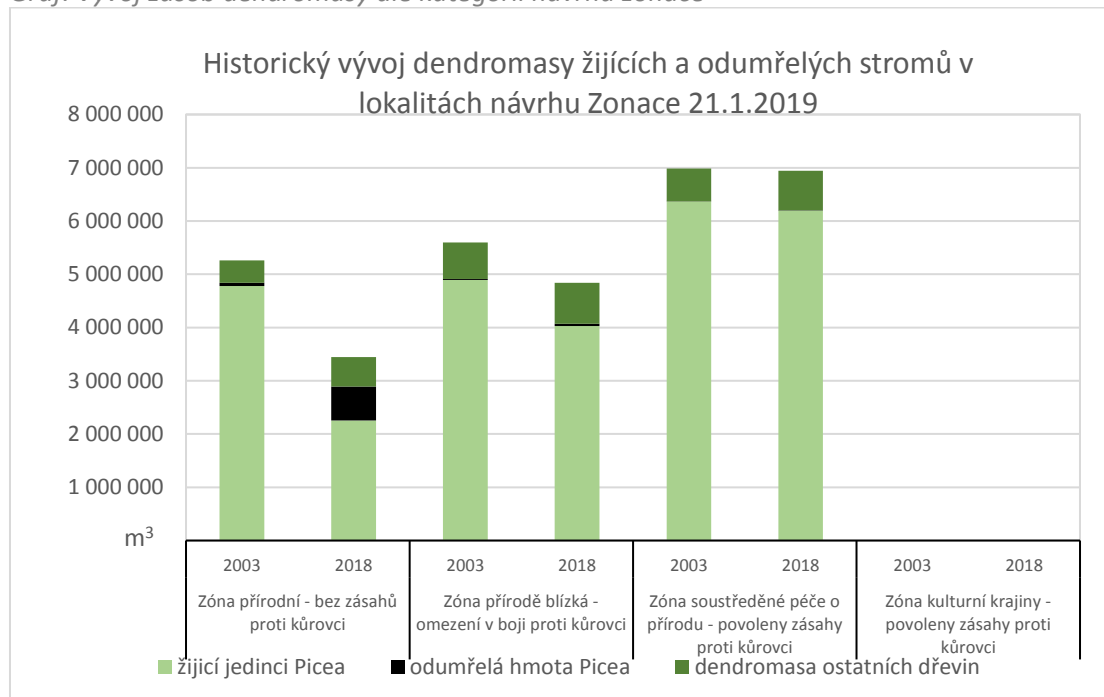
Vysvětlivky ke kategoriím návrhu nové zonace

- a) zóna přírodní se vymezí na ucelených plochách, kde převažují přirozené ekosystémy, s cílem je zachovat a umožnit v nich nerušený průběh přírodních procesů
- b) zóna přírodě blízká se vymezí na plochách, kde převažují člověkem částečně pozměněné ekosystémy, s cílem dosažení stavu odpovídajícího přirozeným ekosystémům,
- c) zóna soustředěné péče o přírodu se vymezí na plochách, kde převažují člověkem významně pozměněné ekosystémy, s cílem zachování nebo postupného zlepšování stavu ekosystémů, významných z hlediska biologické rozmanitosti, jejichž existence je podmíněna trvalou činností člověka nebo obnovy přírodě blízkých ekosystémů,
- d) zóna kulturní krajiny se vymezí na zastavěných plochách a zastavitelných územích obcí určených k jejich udržitelnému rozvoji a na plochách, kde převažují člověkem pozměněné ekosystémy určené k trvalému využívání člověkem.

Graf. Dendromasa dle kategorií návrhu zonace



Graf. Vývoj zásob dendromasy dle kategorií návrhu zonace



Situaci ekosystému v členění dle návrhu nové zonace charakterizuje rozšíření ploch s částečně nebo úplně vyloučenými zásahy proti kůrovci ve prospěch nerušeného vývoje Tetřeva hlušce a dalších zvláště chráněných druhů živočichů a rostlin. Realizace takového návrhu ale znamená vyvolání dalšího pokračování infestace kůrovce se všemi průvodními jevy.

f) Důležité okolnosti se vztahem k vymezování území s vyloučenými zásahy proti kůrovci

Ochrana sousedících lesních porostů proti gradačnímu ataku kůrovců z území s vyloučenými zásahy proti kůrovci spočívá v uplatnění nárazníkových zón (Šantrůčková, 2010), ve kterých dojde k zachycení té části populace kůrovců, která by jinak nalezla cílových strom svého napadení v ještě vzdálenějších porostech či dokonce na pozemcích jiných vlastníků lesa. (např. nárazníková zóna mezi NP Šumava a Rakouskem- klášterní majetek Schlägel)

Kolizí této představy se skutečností je, že 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, což způsobí, že fixně vymezená nárazníková zóna je v pokročilých fázích rozpadu zcela nefunkční (ÚHÚL, 2014).

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 (Pfeffer, 1961, Forst, 1966). V důsledku odumírání hostitelských stromů dochází během gradace k permanentnímu posouvání ohniska gradace v odstředivém směru. Při zmenšujícím se počtu žijících/atraktivních stromů niky dochází ke zvyšování gradačního tlaku na stromy v nárazníkové zóně.

V detailně analyzovaném případě 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 m² 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 kambialní 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. 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).

g) Ekologické souvislosti v tvorbě řídicích managementů

Rozpad ekosystému přirozených smrčín na Šumavě bývá klasifikován jako prospěšný (ozdravný proces) podporující nárůst biodiverzity a správnou ochranu přírody. Tento názor převládající i v akademické obci (Šantrůčková, Kindlmann, Hruška, Fanta aj.) má ovšem své nedostatky a objevují se legitimní erudované názory ukazující úskalí těchto přístupů i nové a velmi pravděpodobně efektivnější přístupy. *„Důležité je rovněž vztahování stability k příslušné úrovni v hierarchii přírody. To, co je stabilizující na úrovni ekosystému, nemusí být překvapivě stabilizující na úrovni populace. Je tedy dobré rozlišovat mezi stabilizačními mechanismy na úrovni populací a ekosystémů, například se zdá, že na úrovni ekosystému hrají důležitou funkci mutualistické vztahy“* (Rotter, 2013). Těžko si lze představit, že kůrovec-kambiofág opustí svoji strategii parazita, který poškozuje a hubí hostitele (*Ips typographus* L. je řazen mezi tzv. mortalitní parazity, Pfeffer, 1955 Urban, 2009) a stane se mutualistou – například opylovačem. Názory o prospěchu kůrovce pro vitalitu hostitele viz tvrzení, že „Kůrovec a vítr pomáhají obnovovat horské smrčiny“ (Jonášová, 2008, Ministerstvo životního prostředí, 2008) evokují představu, že kůrovec je de facto mutualista, což je ovšem v kontextu proběhlého odumření 95 % jedinců hostitelské dřeviny velice bizarní tvrzení. Moderní přístupy v ekologii upozorňují, že překotná změna (dtto rozpad porostu vlivem kůrovce) znamená nežádoucí ztrátu ekologické stability. *„Přirozený vývoj v ekosystémech je charakteristický udržitelným růstem produkce entropie a obsahu exergie. Narušení ekosystému, a tedy i jeho stability se naopak projevuje ztrátou exergie systému a nadprodukcí entropie.“* (Rotter, 2013). Exergie horských smrčín je více obsažena ve vitálních porostech dospělých (adultních) jedinců, než v jedincích přirozeného zmlazení (juvenilní stádia), u kterých je dospívání otázkou teprve nadcházející budoucnosti. Dochované fragmenty původních a přírodních lesů mají význam pro zvyšování ekologické hodnoty tehdy, pokud jsou funkční v otázce distribuce stability do svého okolí. Dobře patrné je to na příkladu reprodukčního cyklu hostitele, kdy jedinci původního výskytu *Picea* přispívají účastí v reprodukčním cyklu ke zvyšování ekologické hodnoty porostů v navazujících částech kulturních lesů, které byly historicky zakládány také nevhodným-dovezených sadebním materiálem. Dokud je porost původního lesa zapojen do reprodukčního cyklu, tak přispívá ke zvyšování ekologické stability celého ekosystému (Palátová, 2009) a naplňuje očekávání, která máme od rezervoáru ekologické stability (Míchal, 1994).

Otázka případnosti lidského zásahu do ekosystému je otázkou tradiční a nevyhýbá se žádným národním parkům na světě (Vale 2002). Česká republika prošla v utváření ekologického názoru podobně bouřlivým obdobím, jako Spojené státy Americké (Ralston 2001) a mohlo by být efektivní poučit se využít inovativní přístupy a poznatky v otázce případnosti lidských zásahů v nejpřísněji chráněných zónách (Hobbs, 2010). V podmínkách hodnocení situace NP Šumava je opakujícím se nedostatkem chybějící erudice v otázce potenciální dynamiky kůrovce. V roce 2002 během mise

mezinárodního svazu na ochranu přírody IUCN v NP Šumava bylo expertem na lesní ekosystémy sděleno, že „*kůrovec svojí potravní nabídku na Šumavě vyčerpá*“ (Bláha, 2002 in IUCN mission). Ve skutečnosti byla tehdejší výměra lesa postiženého kůrovcem v územích s ponechanými samovolnými procesy cca 1.500 ha, dnes je to cca 13.900 ha (v závislosti na metodice stanovení poškozené plochy). Odborný odhad rizika šíření kůrovce byl tedy 10 x optimističtější, než jaká byla skutečnost prokázaná v následujících letech. Podle „*naprosto nejpesimističtějších odhadů Ministerstva životního prostředí*“ (Kašpar, Holub, 2008) mohlo v období 2009-2012 dojít k odumření max. 5 % lesů NP Šumava. Ve skutečnosti došlo v tomto období v bezzásahových zónách k odumření 979.557 ks stromů (6 % výměry lesa NP) a v zásahových zónách bylo vytěženo v důsledku kůrovce dalších 885.027 m³ kůrovcového dříví (cca 5 % výměry lesů v NP); nejkrizovější scénář Ministerstva životního prostředí byl ve skutečnosti o 100 % překonán. Řízení ochrany přírody v ČR je stále motivováno především přirozeností procesů (dtto Novela ZOPK) ačkoliv např. ve vedení managementu rozsáhlých oblastí národních parků Kanady a Spojených států amerických je pojem *koncept přirozenost* čím dál více vnímán jako nedostatečný (Hobbs, 2010) a naléhavě potřebující doplnění o další: *koncept odolnost, ekologická integrita*. „*Tyto alternativní pojmy se vzájemně nevylučují. Využijme je, abychom navrhli řadu možných směrů a zdrojů, ze kterých budeme vytvářet řadu pluralitních cílů a pokynů pro řízení parku a divočiny, odpovídající dnešním vyvíjejícím se znalostem o ekologických systémech, rychlé globální změně a rostoucímu důrazu na význam rezervací na ochranu vlastní biodiverzity*“ (Hobbs, 2010).

4) Vytvoření webové prezentace zobrazující pořízené mapové numerické a grafické údaje opatřené komentáři

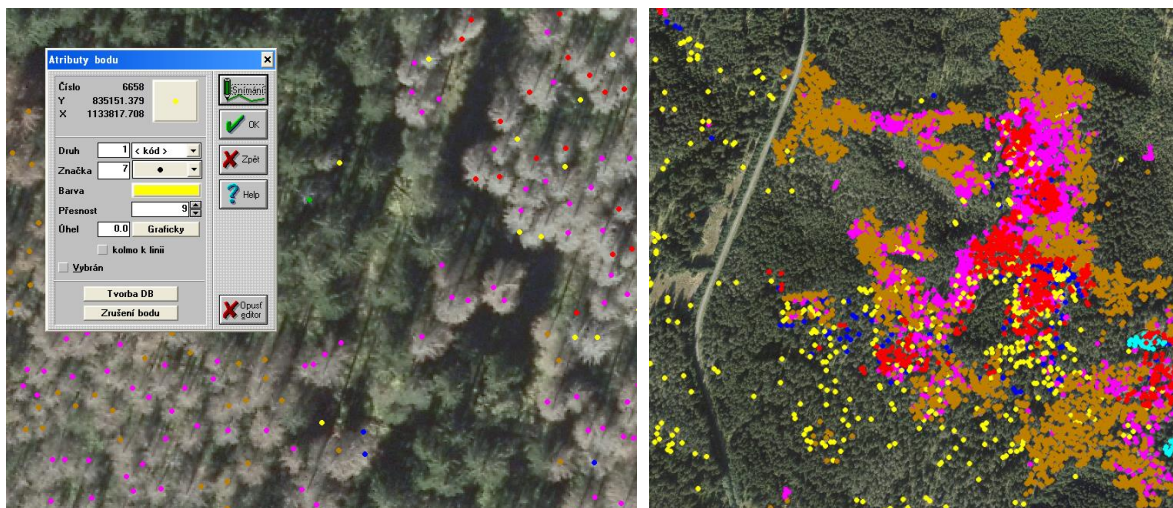
a. Metodika sběru dat o výskytu souší

Periodické letecké snímkování umožňuje sledovat stav lesů podle konkrétního zadání. Pro vytvoření databáze vývoje kůrovcových souší byly získány letecké snímky v časové sadě 1991, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000, 2002, 2005. Od roku 2007 je k dispozici souvislá každoroční řada až po současnost, tedy po rok 2018. Od roku 2007 probíhá snímkování lesů s vysokým stupněm rozlišení (1 pixel = 0,2 m²). Tyto snímky je možno si zobrazit ve velkém měřítku (M 1:300) a lze na nich rozpoznat jednotlivé stromy, jejich habitus, zbarvení jehličí i stupeň jejich rozpadu.



Na kvalitních snímcích zřetelně vidíme smrkové souše, mladší smrkovou skupinu, buky s podzimně zbarveným listím a vyvrácené smrky v levém dolním okraji snímku.

Metodou manuální editace provedl ÚHÚL vyhodnocení snímků celého území NP Šumava. Manuální editace spočívá v přidělení bodu všem souším v souřadnicové soustavě JTSK za použití geoinformačního systému Topol.



K digitalizaci leteckých snímků používá ÚHÚL geoinformační software Topol. Polohu každé souše zaznamenáme bodem v souřadnicovém systému.

Snímky do roku 2007 byly použity pro analýzu historického rozpadu lesa na některých vymezených územích. Například Luzenské údolí, Plešné jezero, Trojmezna. (obrázky s Březníkem, Plešným jezerem...).

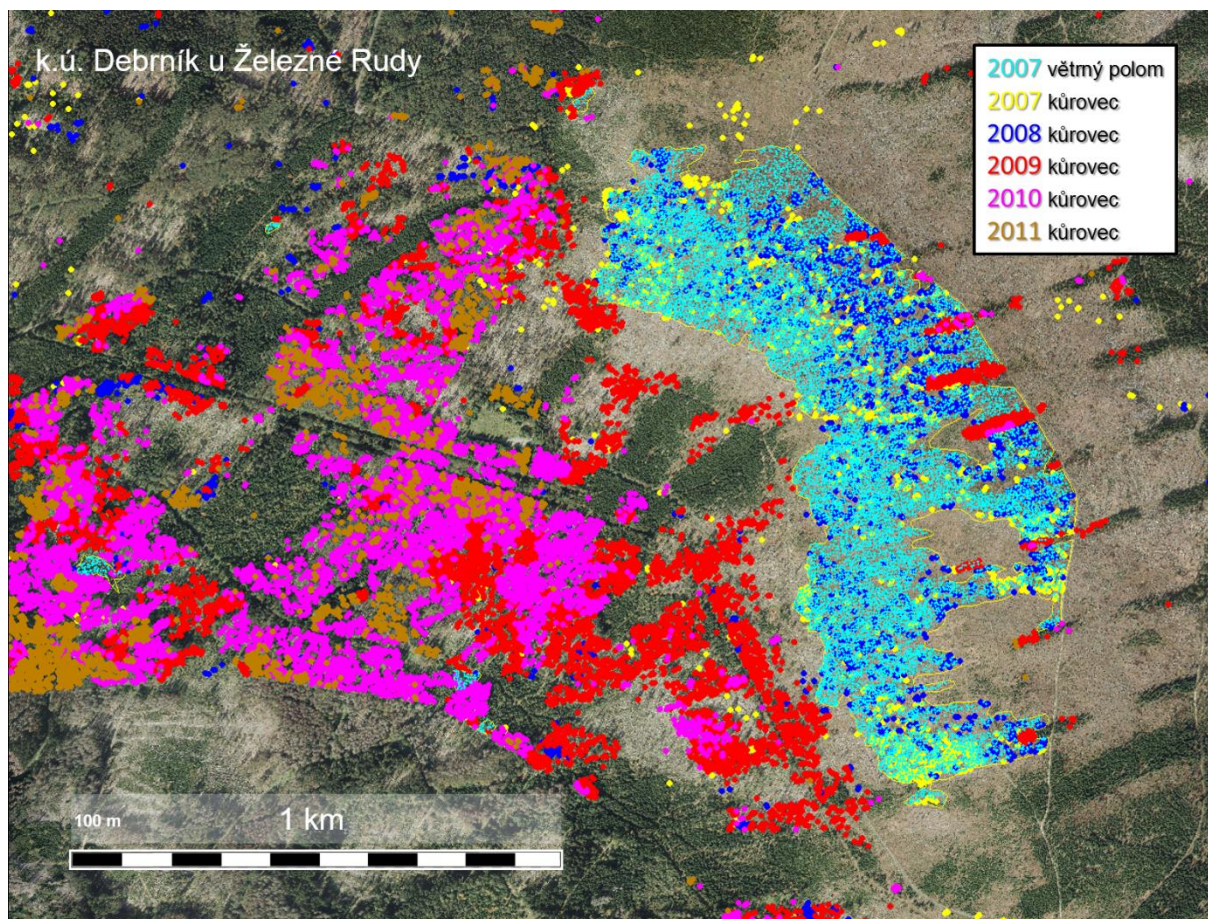
Pro sledování nárůstu počtu kůrovcových stromů na celém území NP Šumava byly použity snímky z let 2007 až po současnost. Snímky roku 2018 jsou v procesu digitalizace.

Rok 2007 byl určen výchozím rokem pro sledování. Na snímcích byly označeny bodem všechny suché stromy bez ohledu na stupeň jejich rozpadu. Tím byl vytvořen výchozí podkladový blok bodů pro zjišťování nárůstu množství kůrovcových souší v následujících letech. (obrázek)

Vzápětí po získání snímků nového roku pokračovala práce označováním nově vzniklých souší v novém bloku bodů. Body z předchozího roku či roků jsou při snímání vždy zobrazeny, aby nemohlo dojít k záměně nebo opakované editaci.

Při práci je tak stále možné sledovat historický i nový stav. Je možné zpřesnit snímkování. Například doplnit neoznačené souše předchozího roku, které na snímku nebyly patrné. Jedná se o případy, kdy splynuly obrysy více stromů, nebo v určitém úhlu snímkování byly souše zakryté sousedními zelenými stromy.

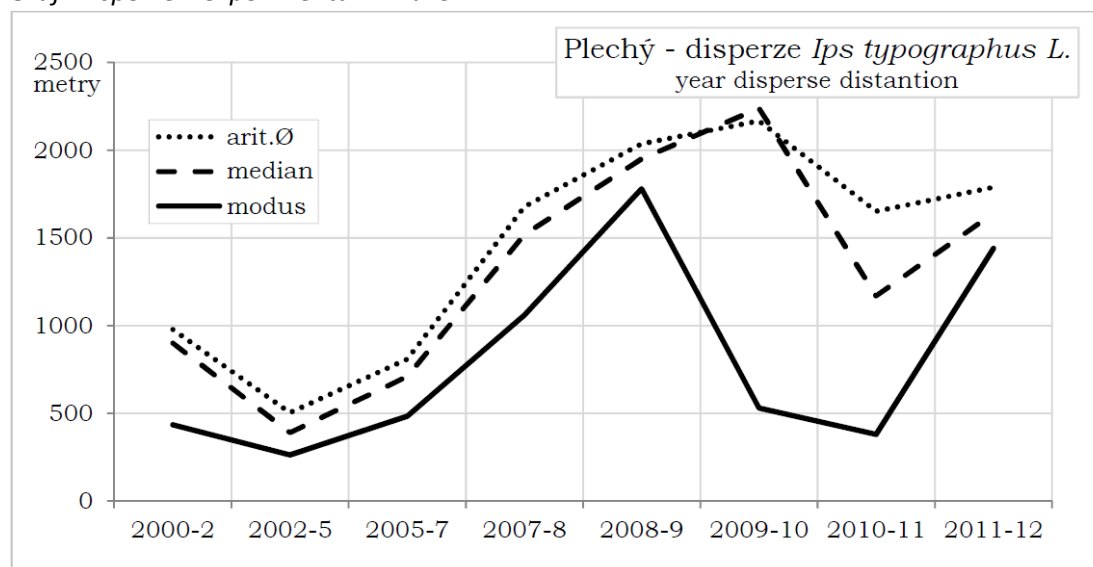
Výsledná databáze o počtu více než 1,860 mil. kůrovcových souší zaznamenává průběh kůrovcové kalamity na celém území NP Šumava za dobu posledních deseti let.



Komplexní zobrazení vývoje infestace kůrovce v lokalitě Polom, k. ú. Debrník u Železné Rudy; v lokalitě doplněny údaje o počtu stromů poškozených větrným polomem a jejich rozmístění

Příklad dalšího použití databáze souší: Na experimentálním území Plešské hornatiny byly odděleně zjištěny disperzní schopnosti kůrovce v podmínkách původních horských smrčín s minimálním ovlivněním ekosystému lidskou činností; viz následující graf.

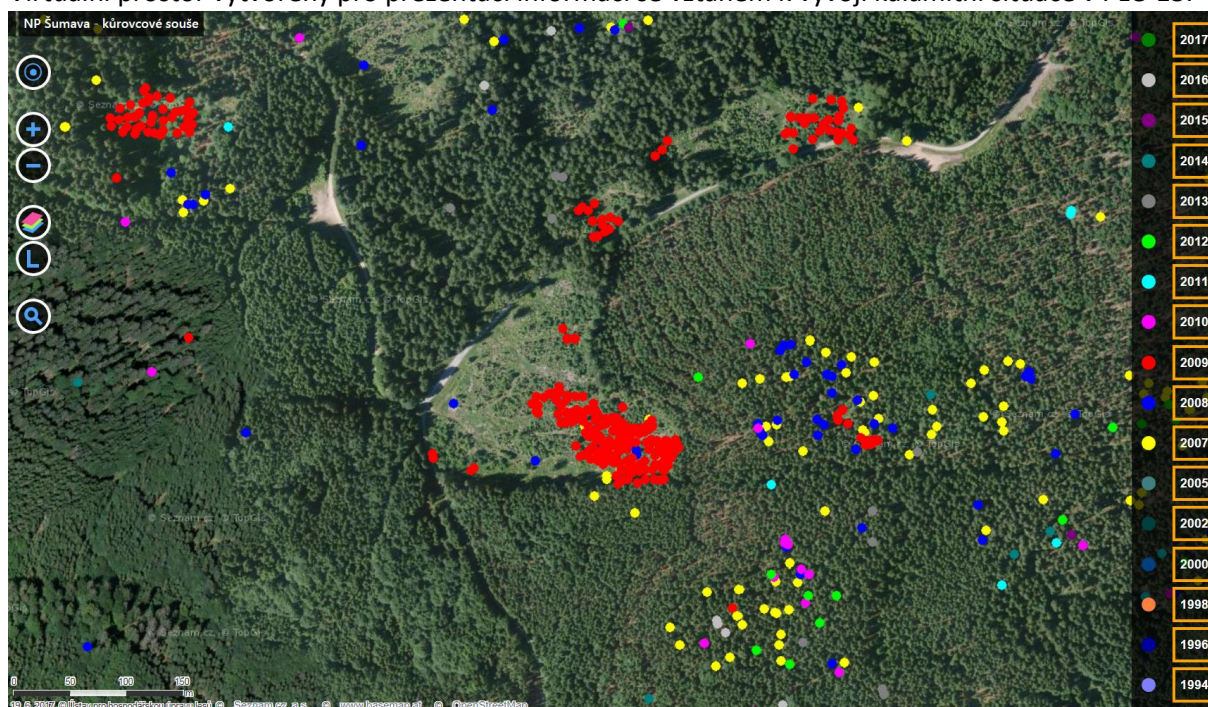
Graf. Disperze v experimentálním území



b. Webová aplikace pro prezentaci informací

Website: <http://geoportal.uhul.cz/mapy/mapymp.html>

Virtuální prostor vytvořený pro prezentaci informací se vztahem k vývoji kalamitní situace v PLO 13.



Současný stav aplikace, která je stále ve vývoji, dovoluje zobrazit vybranou lokalitu a časové období vzniku souší. Na výběr jsou podkladové mapy: základní mapa, letecká mapa, turistická mapa, katastrální mapa, Zabaged. Ve vývoji jsou nástroje umožňující měření vzdáleností a ploch, zobrazení souší v kontextu fytocenologické indexace a dendrometrických veličin odumřelých stromů.

5) Statistický test a zobrazení frekvenční a distribuční funkce lýkožrouta v rámci PLO 13

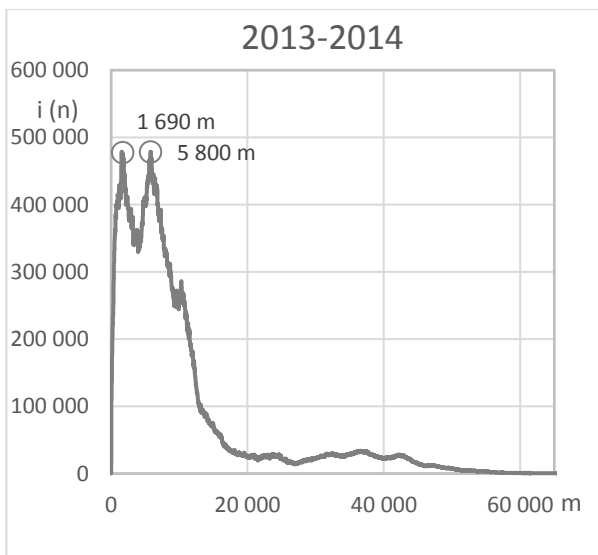
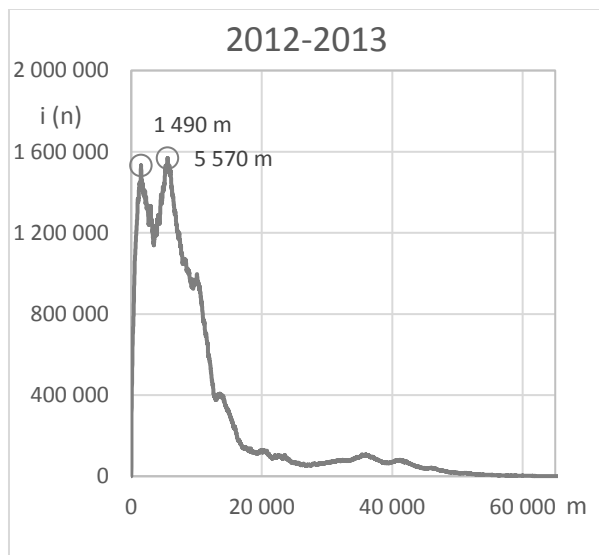
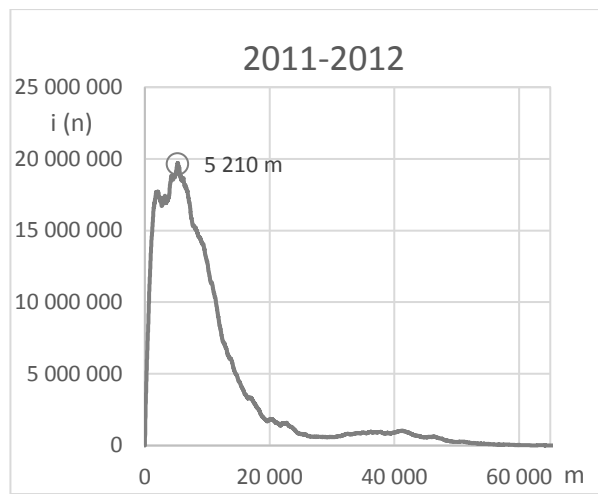
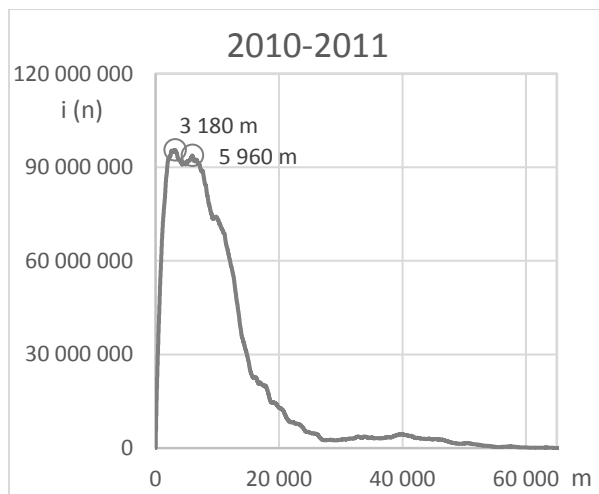
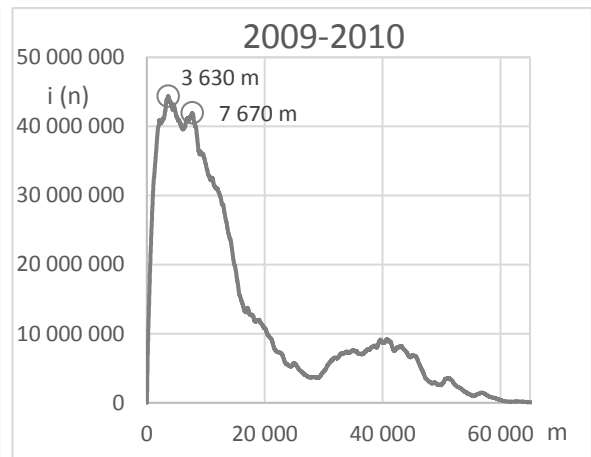
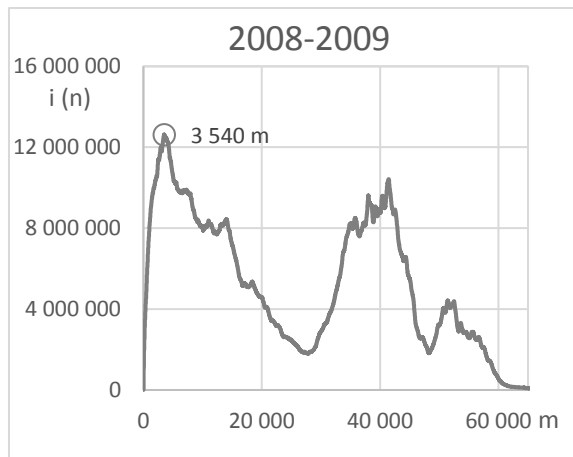
Vyhodnocení disperze Lýkožrouta smrkového *Ips typographus* L. v prostředí Šumavy – PLO 13 bylo provedeno na základě analýzy databáze souší, která byla pořízena digitalizací leteckých snímků a terestricky ověřena. Použitá metoda analýzy vychází z rozdělení pravděpodobnosti mezi vzdálenosti stromů (Stoyan a Stoyan 1992 in Fabrika & Pretzsch, 2011), které reálně odumřely v navazujících letech. Disperzní schopnosti kůrovce *Ips typographus* L. hodnotila řada vědeckých prací, které poskytují výsledky se značným rozptylem hodnot. Vypouštění označených brouků a jejich zpětný odchyt do feromonových pastí přinesl hodnoty doletu 100-1600 m (Weslien&Lindelöv, 1989), 300-1000 m (Zumr, 1991), 50-500 m (Duelli, 1997), odchytávání brouků v místech mimo lesní porosty prokázalo doletovou vzdálenost 3-6,5 km (Sanders, 1987). Metody zpětného odchytu ukazují reálnou doletovou vzdálenost obvykle během jednoho rojení, kterých ale uskutečňuje lýkožrout během roku 2-3 (Turčáni, Climlps, 2010) a není tedy zodpovězena otázka, kam až se brouk v migraci za potravou dostává (v úvahu připadají všechny varianty, jak reverzní let během následujících rojení zpět na místo původního výskytu, pokračování migrace v odstředivém směru na vzdálenější lokality, nebo kombinace obou strategií). Důležité je také odlišné chování brouků v jedné generaci. Asi čtvrtina brouků létá během dne jednu hodinu, asi 10 % brouků létá více než 2,5 hodiny (Furuta, 1996 in Skuhřavý 2002). Přibližně 10 % brouků létá nad korunami porostu ve výšce 20-30 m a může létat i na velké vzdálenosti (Forse&Solbreck, 1985). Experimentálním, laboratorním způsobem na větrných mlýncích bylo zjištěno (Jactel&Gaillard, 1991), že kůrovci mohou přerušovaným letem překonávat vzdálenosti vyšší než 20 km. Švédský autor (Byers, 2000) uvádí doslovně „výsledky ukazují, že část brouků může i bez přispění větru letět do vzdálenosti 45 km“. U kůrovce *Dendroctonus brevicomis* (hostitelskou dřevinou je borovice) bylo zjištěno napadení a zahubení izolovaných enkláv hostitelských dřevin ve vzdálenostech 9,6-20 km (US Forest Service, Miller&Keen, 1960).

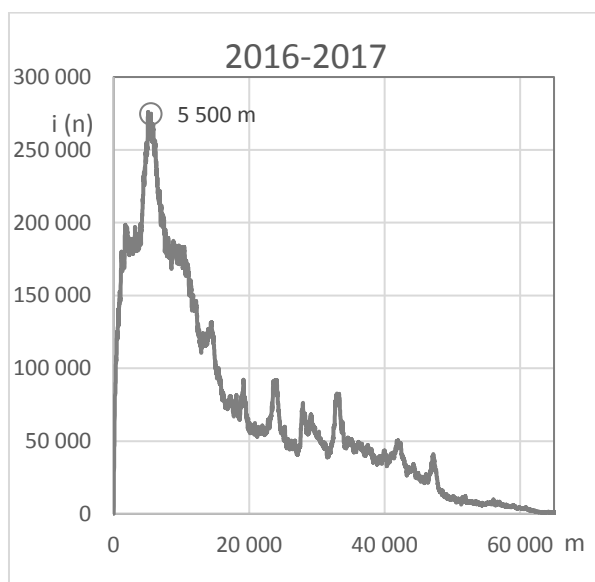
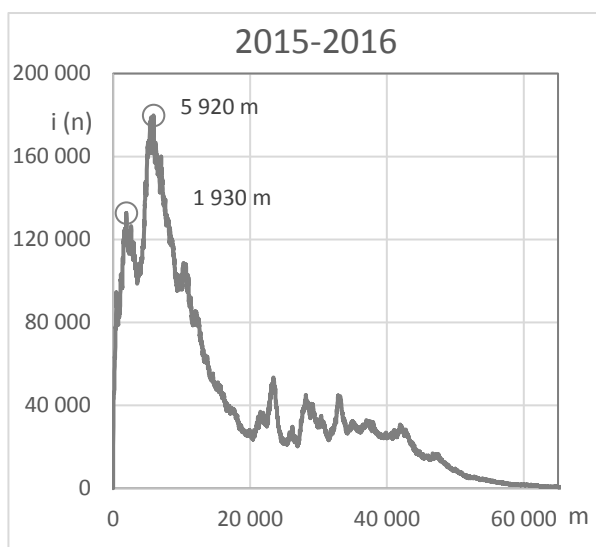
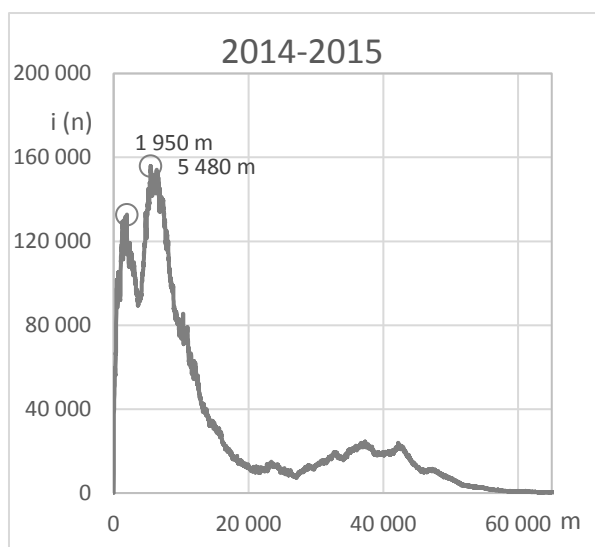
V Britské Kolumbii dosáhlo poškození pralesa v důsledku kůrovce výměry 16,4 mil. ha lesa (šestinásobek výměry všech lesů v České republice). Pracovníci kanadského ministerstva lesů Natural Resources Canada (<https://www.nrcan.gc.ca>) uvádí v charakteristice chování zdejšího kůrovce (*Dendroctonus ponderosae* H. - hostitelskou dřevinou je borovice): „V roce 2000 se několikrát brouci z masivní epidemie v centrální Britské Kolumbii přenesli na horních vzdušných větrech přes biogeoklimatickou bariéru, kterou představovaly Skalisté hory.“ Na jiném místě stejný státní úřad uvádí: „Rozptylová schopnost - je normálním životním projevem, že dospělí brouci letí, aby našli nové stromy a kolonie. Možnost dálkového rozptylu (větší než 100 km) za příznivých povětrnostních podmínek je dobře zdokumentována.“ (Natural Resources Canada, 2019)

Z uvedených vědeckých prací a odborných studií jasně vyplývá mimořádný rozptyl hodnot popisujících infestaci kůrovců. Je tedy logickým důsledkem názorový nesoulad autorů aplikovaných managementů, kteří více či méně akcentují riziko poškození lesních porostů kůrovcem (Wuketits, 2006).

Vhodnějším pro odhad ekosystémových i hospodářských dopadů kůrovce je odhadovat jeho disperzi na základě znalosti reálného rozpadu porostů v důsledku jeho působení (Lausch et al. 2011, NRCAN, 2019). Obecným a jednoduchým způsobem lze odvodit disperzi pouze ze znalosti rozsahu poškození. Z teoretického příkladu odumření 1 hektaru plochy porostu za jeden rok trvající gradaci lze vyvodit disperzi 1 ha/rok, čili 112,83 m/rok (nejmenší obvod má hektarová plocha tvaru kruhu s průměrem 112,83; jinak tvarovaná enkláva by představovala delší reálnou disperzi). Stejným způsobem lze kvantifikovat disperzi na základě znalosti rozsahu výměry poškozeného lesa, nebo množství nahodilé kůrovcové těžby a střední hektarové zásoby daného porostu). Během roku 2018 odumřelo v místní lokalitě Mojský les u Českých Budějovic v důsledku působení kůrovce 235,68 ha lesa. Disperze vypočtená stejným způsobem z rozsahu tohoto konkrétního poškození vychází 1,7 km (1 732 m), což zcela odpovídá místní realitě na minimalistické, spodní hranici hodnocení: *„atraktivní nika lýkožrouta smrkového Ips typographus L. zásadně vybočila z obvyklého rámce dimenzí vyhledávaných kůrovcem a zahrnuje všechny stromy silnější než 15 cm ($d_{1,3}$). V šetřené oblasti (do 5 km) okolo tzv. Mojského lesa je zachování smrkových porostů zcela vyloučeno“* (UHUL, 2018).

V případě Národního parku Šumava byla disperze vypočtena podobným způsobem na základě frekvenční funkce vzdáleností (kombinatorní četnosti) mezi stromy, o kterých s jistotou víme, že kůrovci podlehly. Z teoretického příkladu odumření 10 stromů v roce 1 a následně 100 stromů v roce 2 zjistíme všechny možné varianty vzdáleností mezi těmi stromy, o nichž víme, že je kůrovec využil ke gradaci. Těchto variant je 1000 ($10 \cdot 100$) a některé ze vzdáleností se opakují častěji než jiné. Seřadíme-li vypočítané hodnoty do histogramu, získáme empirickou frekvenční funkci. Zjištěná nejčastější hodnota (modus) je nejpravděpodobnějším vyjádřením rozmístění/disperze kůrovcových stromů v daném období. Definice hodnoty modus: „lokální maximum na hustotě pravděpodobnosti“, což platí u spojitých i diskrétních veličin (Drápela, 2010 a další).





Kroužkem a zobrazenou hodnotou v metrech jsou zobrazeny nejvýraznější módy frekvence vzdáleností příslušného období. S překvapivou pravidelností se vyskytují hodnoty hlavního modu mezi 5-6 km, ačkoli robustnost matice hodnot významně kolísá v několika řádech (196 mil. - 131 mld.). Z uvedeného vyplývá, že reálná disperze kůrovce v NP Šumava způsobující poškození okolních lesních porostů je podstatně větší, než 500-1000 m, což je vzdálenost aplikovaná při vymezování ochranných (pufračních) zón. To vysvětluje fakt, proč měli okolní vlastníci lesa v období kulminace výskytu kůrovce (2009-2011) nejvyšší kůrovcové těžby v místech sousedství s NP Šumava (ÚHÚL, 2012).

6) Termodynamická stabilita ekosystému NP Šumava a PLO 13 Šumava

„Názor, že prales potřebuje ke své obnově kolaps (resp. kreativní destrukci) se dnes jeví jako neaktuální.“ (Rotter, 2011). Ze stejných důvodů by měla být nová zonace NP Šumava naplněna konceptem nikoli pouze „přirozenosti“ (Fanta & Křenová, 2008; Svoboda 2010, Prach & Jonášová 2004), ale také „odolnosti“ (Hobbs, 2010).

Udržení ekosystému v kondici nezávisí pouze na eliminaci lidské činnosti způsobující např. těžbu stromů (Burns & Lindenmayer, 2014). Po zkušenostech z rozsáhlých kůrovcových kalamit po celém světě je vnímání současného působení kůrovce jako bezprecedentní a podmíněné souběhem globální klimatické změny (Morris, 2018). Dokonce i zvýšený výskyt skleníkových plynů v atmosféře je dnes v akademické obci považován za faktor stimulující propuknutí kůrovcových kalamit (Bentz a kol., 2010).

Kromě nedostatku porozumění příčin a následků kůrovcových kalamit sužuje debatu o managementu lesních ekosystémů (jedno zda v chráněných územích, či v hospodářských lesích) nedostatek erudice v otázce hydrologie a klimatologie a obecně vztahu les-voda-sucho. Zatímco v historických odborných publikacích byla tato souvislost dobře známa, např. (Konšel, 1936): *„Kde je podnebí suché, protože krajině se nedonášejí srážky oceánské, zůstávající na návětrné straně mohutných pohoří, tam se pocítí účinek lesa, buď v krutých následcích jeho vykácení, nebo v příznivých změnách způsobených zalesněním“* a byla vtělena i do legislativních předpisů (Zákon o lesích 206/1948 Sb. §1): *„Vlastníci lesa jsou povinni zakládati a obnovovati lesní porosty dřevinami stanovištně vhodnými, proto ..., jakož i aby bylo zabráněno nepříznivým změnám podnebí.“* (Zákon o lesích 166/1960 Sb. §1): *„Lesy jsou jedním z největších bohatství naší vlasti, vyrovnávají a zlepšují podnebí a vodní poměry“*, dnes se vyskytují tendence tento přirozený proces tvorby zdravého životního prostředí relativizovat (Hruška, 2016, Kopáček, 2018) nebo i zcela popírat: *„Je tradovaným mýtem, že odumření dospělého, lesa vede ke vzniku povodní, či naopak, k vyschnutí povodí a k úbytku vody v tocích.“* (Hruška & kol., 2016).

Termodynamická stabilita lesních ekosystémů vyplývá především z hospodaření lesa s vodou a slunečním zářením. Les je přirozeným bioregulátorem klimatu (Meher-Homji 1991, Makarieva & Gorshkov 2006, Pokorný 2007). V závislosti na snížení výměry lesa a objemu dendromasy dochází k úbytku vody. Vzhledem k celkovému objemu vody obsaženému ve stromové vegetaci je klimatizační efekt lesa nepoměrně větší než např. louky. V rámci celé ČR dosahuje průměrná hektarová zásoba lesních porostů 328,2 m³, tj. 242 t/ha (ÚHÚL, 2015), toto množství představuje 90 m³ volné vody (Gandelová et al. 2009). Při srovnání s alternativou např. lučního společenstva, kde činí objem

volné vody 0,51 m³ (Černý 2007), (ČSÚ 2016) je jenom tepelný, kompenzační výměník volné vody v lesním ekosystému 176 x větší. Množství biomasy/dendromasy tedy představuje předpoklad k rozsahu uskutečněné tepelné regulace. Kromě prostého ochlazování krajiny přítomností uvedeného množství vody v pletivech stromů dochází k další termoregulaci transpirací stromů. Jako transpirace je označován děj, při němž rostlina vydává vodu do atmosféry. Transpirace je zakončením transpiračního proudu vedoucího vodu z kořenů stromu. V momentě, kdy voda opouští rostlinu, dochází k její skupenské změně na vodní páru. Teplota, o kterou se sníží teplota vzduchu, a která způsobí změnu skupenství vody, se nazývá měrné skupenské teplo vypařování (Reichl, 2007).

Rozdíl v účincích transpirace dospělého lesa s vysokým objemem vitální dendromasy nebo transpirace juvenilních stádií lesa (např. přirozeného zmlazení po kůrovcové disturbanci) je způsoben rozdílem v ročním objemovém přírůstu stromu a množství transpirované vody nutné k tomuto přírůstu. Na vyprodukování 1 g organické šušiny se transpiruje podle daných stanovištních podmínek a druhu rostliny 200 – 1000 g vody (Stocker in Assmann 1969). Ke kulminaci objemového přírůstu dochází v jehličnatých lesích ve 40-50 letech věku porostu (OPRL PLO 13), kdy dosahuje vrcholu chladicí efekt transpirované vody absorbující zjevné teplo do latentního tepla v podobě změněného skupenského stavu vody z kapaliny na vodní páru. Kromě volného fyzikálního procesu vzniku vodní páry na hranici list-vzduch a s tím spojené regulaci zjevného tepla, dochází k fyziologickým procesům regulace vodního provozu uvnitř stromu. Během nadměrného záření (solární radiace) strom uzavírá průduchy (Čermák&Pokorný, 2010) čímž brání vlastnímu vysychání. Zároveň vytváří dospělý, zapojený les nejlepší ochranu před evaporací tím že stíní půdní povrch a udržuje vrstvu chladného vzduchu pod sebou. Není tedy pravda, že stav a kondice lesa nemají vliv na hydrologii krajiny. Odstraňování dospělých stromů, nebo jejich masivní hynutí kůrovcem má stejný následek, kterým je vysoušení krajiny a nárůst extrémních hydrologických jevů. Nejedná se přitom o vědecky vyvrácené historické omyly, ale o empirickou zkušenost a výsledek aktuálních vědeckých studií. Principy a důsledky změny hydrologie lesa uvádí např. publikace „Waters and forests: from historical controversy to scientific debate“ (Andréassian, 2003), dále práce českých autorů (Švihla a kol. 2016, Šach&Černohous, 2016, Hesslerova a kol, 2018) i autorů z dalších částí světa, např. Brazílie (Nobre, 2014), Indie (Meher-Homji, 1991), Kanada-Britská Kolumbie (Schnorbus, 2010), Rusko (Makarjeva&Gorshkov,2006), Čína (Wenfei Liu, 2014).

7) Závěr

V současnosti je situace v rámci PLO 13 stabilizovaná a riziko dalšího šíření kůrovců ze stávajících bezzásahových zón NP Šumava do okolních lesů je minimální. Ve všech jednotlivých lokalitách bezzásahovosti v PLO 13 došlo ke kulminaci populační hustoty mortalitního parazita a celkovému využití atraktivní niky, která vlastním vyčerpáním zanikla. Zbylé lesní porosty v plochách s vyloučenými zásahy proti kůrovci charakteristické svým bohatě vertikálně a horizontálně strukturovaným ekosystémem slabých stromových dimenzí nedovolí zcela překotnou eskalaci početních stavů kůrovce. Naopak při rozšíření bezzásahovosti na současné Dílčí plochy, kategorie C a D, toto riziko reálně hrozí. Větrnými epizodami posledních 2 let (vichřice Herwart aj.) narušené a prořídle porosty, změněné porostní prostředí po těžebních a vyklizovacích zásazích, nutně exponovalo zůstávající porosty zvýšenému riziku kůrovcové gradace.

Vedle toho z oblasti šumavského předhoří (PLO 12) se šířící kůrovcová kalamita zvyšuje podíly kůrovcových těžeb, což je jednoznačným důkazem rostoucí infestace kůrovce a nárůstu rizika kolapsu dalších porostů v PLO 13. V rámci zachování zůstávajících porostů ve vitálním stavu je záhodné věnovat se ve vzájemné spolupráci s okolními vlastníky lesa intenzivnímu snižování početních stavů kůrovce, který je v posledu v otázce ekosystémové hierarchie pouze mortalitním parazitem, který nepřináší konkrétní prospěch hostiteli – ekosystému jednotlivých stromových entit. Naopak je na místě předřadit dosud opomíjenou roli vitálních dospělých lesních porostů jako prospěšných regulátorů klimatu a zdůrazněním ochrany hydrosféry lesní krajiny nově naplnit obsah legislativní formulace.

Vymezení nových ploch s vyloučenými zásahy proti kůrovci riziko šíření kůrovců do sousedních lesů a jejich poškození dále prohlubuje, stejně jako pokračování nežádoucího rozpadu lesa. V momentě obvyklých pravidelných lokálních polomů (vítr, sníh) se tyto plochy stanou dalším semeništěm kůrovce zhoršujícím jinak už velmi špatný zdravotní stav lesa.

Je otázkou a výzvou k erudované diskusi předpoklad, zda podobné chování mortalitního parazita dtto *Ips typographus* L. nutno považovat za naplnění legislativní dikce: *"Dlouhodobým cílem ochrany národních parků je zachování nebo postupná obnova přirozených ekosystémů včetně zajištění nerušeného průběhu **přírodních dějů v jejich přirozené dynamice** na převažující ploše území národních parků"* (ZOPK č. 114/1992 Sb., § 15 (3) a zda se v konkrétních případech jedná o přirozenou dynamiku, nebo dynamiku uměle stimulovanou lidským přičiněním v podobě historického vývoje krajiny ovlivněné činností člověka. Jak již bylo uvedeno výše, během uplynulé dekády došlo v plochách s vyloučenými zásahy proti kůrovci k jeho gradaci, která kulminovala v roce 2011. V roce 2011 byla agresivita parazita na nejvyšší úrovni a docházelo k odumření i okrajových/méně atraktivních částí niky – porostů slabších dimenzí (dtto slabšího kambiálního prstence). Populace kůrovce v plochách

bezzásahovosti v následujících letech 2012-2015 degradovala a úplně odezněla v roce 2017. V současnosti odtud riziko šíření nehrozí vzhledem k charakteru porostu tvořeného bohatou strukturou slabých dimenzí s pouze ojedinělým výskytem silnějších jedinců, který kulminaci nedovolí. Hektarová zásoba těchto porostů osciluje mezi 100-150 m³/ha, porosty jsou tvořeny pestroutexturou jednotlivých etází s vysokou entropií. Další významnější vzestup populace v těchto plochách lze očekávat až za cca 20-30 let, kdy bude docházet k zapojení porostů souvisle přirozeně (i uměle) obnovených a na vodou ovlivněných stanovištích se vyskytnou nové větrné polomy a s tím spojené gradace kůrovce, které jsou zde obvyklejším jevem. Nová poškození v navazujících lokalitách jsou vysoce pravděpodobná vzhledem k uniformitě nové generace lesa, která může působit heterogenně a vůči parazitovi rezistentně, ale vzhledem ke krátkému období svého vzniku (převaha juvenilních stádií) není její rezistence vysoká a nedosahuje ani úrovně rezistence předchozí generace lesa, které byla kůrovcem rozvrácena.

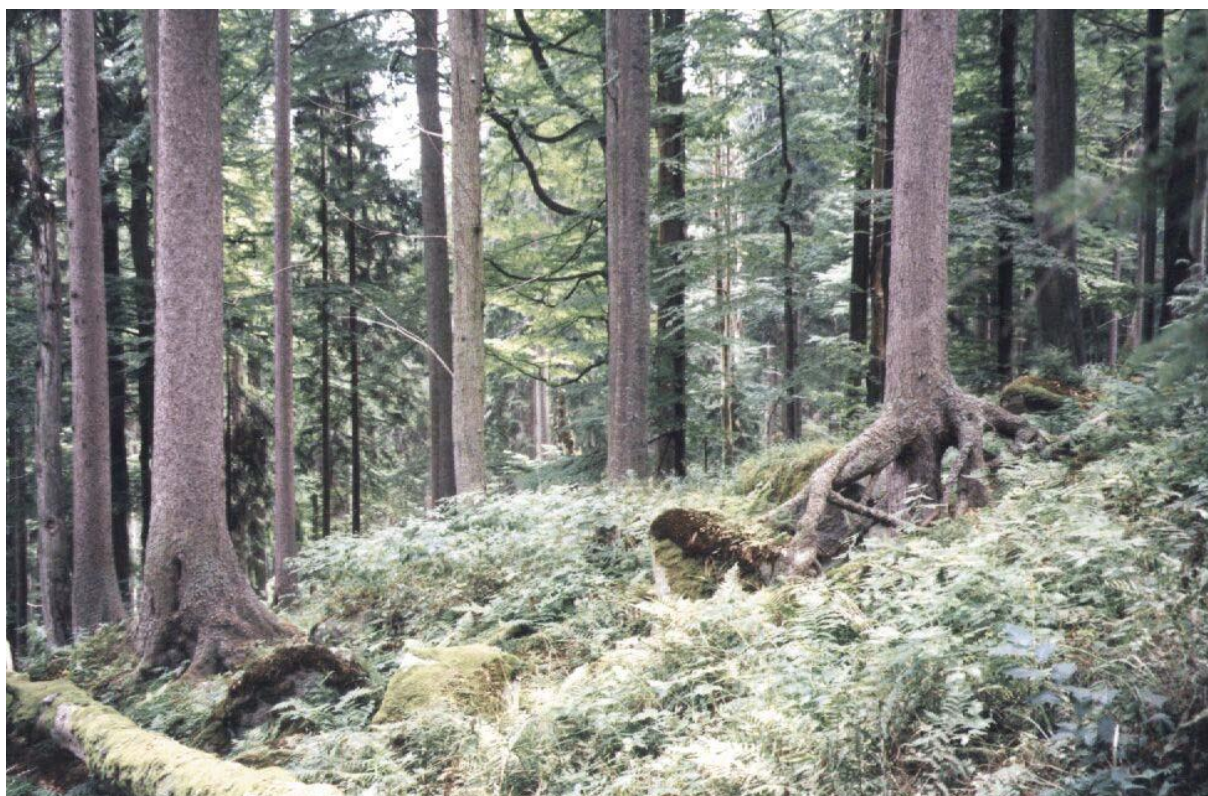
Mimořádným rizikem s dalekosáhlými důsledky pro široké okolí přesahující vlastní území NP je skutečnost, že lesní porosty připadající v úvahu pro takové rozšíření jsou ekologicky velmi labilní. Dosavadní zonace a další vnitřní regulativy péče vyčlenily až dosud do stávajícího statusu nejvyšší ochrany přírody takové porosty, kde byla nejvyšší ekologická stabilita (rezistence, resilience); přesto ve všech případech výskytu atraktivní niky pro kůrovce došlo k jejímu obsazení z více než 99%. Území nově navržená do takových režimů jsou kvalitativně nižší ekologické hodnoty vzhledem k rozsáhlejší historii lidského ovlivnění a s tím spojené vyšší uniformity a tedy nižší ekologické stability.

Za stavu uskutečnění rozšíření plochy porostů s vyloučenými zásahy proti kůrovci dojde k obnovení interakce sousedících lesních porostů s ještě vyšší intenzitou, než tomu bylo např. v období 2008-2011.

8) Seznam použité literatury:

- 1) Andréassian Vazken, 2003, Waters and forests: from historical controversy to scientific debate, *Journal of Hydrology* 291 (2004) 1–27
- 2) Assmann E., 1968, *Náuka o výnose lesa*, Příroda, 488 s. překlad, original „Waldetragskunde“, München, Basel, Wien, 1968
- 3) Bentz, Barbara & Regniere, Jacques & J. Fettig, Christopher & Hansen, E & L. Hayes, Jane & A. Hicke, Jeffrey & Kelsey, Rick & F. Negrón, Jose. (2010). Climate Change and Bark Beetles of the Western United States and Canada: Direct and Indirect Effects. *BioScience*. 60. 602-613. 10.1525/bio.2010.60.8.6.
- 4) Boone, C. K. at al., 2011, Efficacy of tree defense physiology varies with bark beetle population density: a basis for positive feedback in eruptive species. *Canadian Journal of Forest Research* 41:1174–1188.
- 5) Bryes John A., 2000, Wind-aided dispersal of simulated bark beetles flying through forests, *Ecological Modelling* 125 (2000) Pages 231–243
- 6) Burns&Lindenmayer, 2014, *Biodiversity and Environmental Change: Monitoring, Challenges and Direction*, Csiro Publishing, 2014, ISBN 0643108572, 9780643108578, 624 pages
- 7) Drápela K., 2010, Mendelova univerzita Brno, cyklus přednášek Dendrometrie a statistika, kombinované studium, 2010
- 8) Duelli P. at al., 1997, Migration in spruce bark beetles (*Ips typographus* L.) and the efficiency of pheromone traps. *Journal Applied Entomology* 121: 297-303 pages
- 9) Fabrika & Pretzsch, 2011, Analýza a modelovanie lesných ekosystémov, Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 2011
- 10) Fanta & Křenová, editors, 2008, *Management lesů v českých národních parcích*, Správa NP a CHKO Šumava, 2009, Sborník příspěvků z workshopu konaného v Krkonošském národním parku ve dnech 9-11.10.2008
- 11) Fanta, 1997, Rehabilitating degraded forests in Central Europe into self-sustaining forest ecosystems, *Ecological Engineering* 8 (1997) 289–297
- 12) Forse&Solbreck, 1985, Migration in the bark beetle *Ips typographus* L.: duration, timing and height of flight, *Angew.Ent.*100: 47-57 pages
- 13) Forst P at al., 1966, *Ochrana lesů*, 1966, Státní zemědělské nakladatelství Praha, Praha, pages 432
- 14) Furuta K. at al., 1996, Seasonal difference in the abundance of the spruce beetle *Ips typographus* L. within and outside forest in a bivoltine area, *Journal Applied Entomology* 120: 125-129 pages
- 15) Hobbs, Richard J.; Cole, David N.; Yung, Laurie; Zavaleta, Erika S.; Aplet, Gregory H.; Chapin, F. Stuart, III; Landres, Peter B.; Parsons, David J.; Stephenson, Nathan L.; White, Peter S.; Graber, David M.; Higgs, Eric S.; Millar, Constance I.; Randall, John M.; Tonnessen, Kathy A.; Woodley, Stephen. 2010. Guiding concepts for park and wilderness stewardship in an era of global environmental change. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 8(9): 483-490.
- 16) Hongfang Lu, 2015, Eco-exergy and emergy based self-organization of three forest plantations in lower subtropical China, *Scientific Reports*, 5:15047, doi: 10.1038/srep15047
- 17) Houston Michael A., 1997, Hidden treatments in ecological experiments: re-evaluating the ecosystem function of biodiversity, *Oecologia* (1997) 110:449-460 pages
- 18) Hruška J., Lamačová, A., Chuman, T., 2016, Bezzásahový režim nemá zásadní vliv na hydrologii šumavských povodí. *Ochrana přírody*, 35 - 38
- 19) Jactel, H., Gaillard, J., 1991, A preliminary study of the dispersal potential of *Ips sexdentatus* Boern (Coleoptera: Scolytidae) with an automatically recording flight mill. *J., Appl. Entomol.* 112, 138–145.
- 20) Jonášová & Prach, 2004, Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak, *Ecological Engineering* 23 (2004) 15–27
- 21) Jonášová, M., 2008: Vitr a kůrovec obnovují horské smrčiny. *Šumava* 2/2008, str. 4-7
- 22) Jorgensen & Mejer, 1979, H. A holistic approach to ecological modelling. *Ecol. Model.* 7, 169–189 (1979)
- 23) Kašpar & Holub, 2008, Vitr a kůrovec pomáhají obnově horských smrčín, Informační list č.2/2008, červenec 2008, website: https://www.mzp.cz/cz/letter_il0802sumava_smrciny
- 24) Kautz Markus, 2011, Quantifying spatio-temporal dispersion of bark beetle infestations in epidemic and non-epidemic conditions, *Forest Ecology and Management*, Volume 262, Issue 4, 15 August 2011, Pages 598-608
- 25) Kindlmann Pavel, 2013, Co je za přemnožováním (gradací) lýkožrouta smrkového na Šumavě, *Živa*, 5/2013, Pages 231-233
- 26) Klewar Martin, 2011, Šíření lýkožrouta smrkového z NP Šumava do okolních lesů, *Lesnická práce*, 9/2011, Pages 580-583 (12-15)
- 27) Konšel Josef, 1936, „Boj proti suchu v zemědělství“, sůbor přednášek a výsledkov z ankety Československé akademie zemědělské, konané dňa 24. februára 1936 v Bratislave
- 28) Kopáček J., 2018, Úloha lesa v koloběhu vody na Zemi, sborník ze semináře, Modrava 26.5.2018, website: http://www.hnutizivot.cz/download1/aktuality_sbornik.pdf
- 29) Lasky Jesse R. at al., 2014, The relationship between tree biodiversity and biomass dynamics changes with tropical forest succession, *Ecology Letters*, 2014, doi: 10.1111/ele.12322
- 30) Makarieva A. M., Gorshkov V. G., 2007, Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11, 1013–1033
- 31) Makarieva A. M., Gorshkov V. G., Li B. L., 2006, Conservation of water cycle on land via restoration of natural closed-canopy forests: implications for regional landscape planning. *Ecological Research* 21, 897–906
- 32) Meher-Homji, V. M., 1991, Probable impact of deforestation on hydrological processes. *Climatic Change* 19: 163-73.
- 33) Míchal Igor, 1994, *Ekologická stabilita*, Veronika a Ministerstvo životního prostředí ČR, Brno, 1994, 276 pages
- 34) Miller J.M., Keen F.P., 1960. *Biology and Control of the Western Pine Beetle.*, USDA misc. pub. 800, p. 381.
- 35) Ministerstvo životního prostředí, 2008, Vitr a kůrovec pomáhají obnově horských smrčín, Informační list č.2/2008, červenec 2008, website: https://www.mzp.cz/cz/letter_il0802sumava_smrciny
- 36) Morris, Jesse & Cottrell, S.P. & J Fettig, Christopher & DeRose, R. Justin & Mattor, Katherine & Carter, Vachel & Clear, Jennifer & Clement, Jessica & D Hansen, Winslow & A Hicke, Jeffrey & Higuera, Philip & WR Seddon, Alistair & Seppä, Heikki & Sherriff, Rosemary & D Stednick, John & J Seybold, Steven. (2018). Bark beetles as agents of change in social-ecological systems. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 16. S34-S43. 10.1002/fee.1754.
- 37) Natural Resources Canada, 2019, Fires, insects and disturbances, Top forest insects and diseases in Canada, Mountain pine beetle, website: <https://www.nrcan.gc.ca/forests/fire-insects-disturbances/top-insects/13381>
- 38) Natural Resources Canada, 2019, Natural Resources Canada, Government of Canada, How does disturbance shape Canada's forests? Indicator: Forest insects website: <https://www.nrcan.gc.ca/forests/report/disturbance/16406>
- 39) Nehybová, Klewar, 2012, Vybrané aspekty kůrovcové kalamity PLO 13 Šumava, *Lesnická práce*, 7/2012, Pages 10-12
- 40) Nobre Antonio Donato, 2014, The Future Climate of Amazonia, Scientific Assessment Report. Sponsored by CCST-INPE, INPA and ARA. São José dos Campos, Brazil, 42p.
- 41) Nobre Antonio Donato, 2014, The Future Climate of Amazonia, Scientific Assessment Report. Sponsored by CCST-INPE, INPA and ARA. São José dos Campos, Brazil, 42p.

- 42) Palátová Eva, 2009, Genetika lesních dřevin, Mendelova univerzita Brno, přednášky kombinované studium MZLU Brno - lesní inženýrství, Genetické zdroje lesních dřevin
- 43) Petra Hesslerová, Hanna Hurynaa, Jan Pokorný, Jan Procházka, 2018, The effect of forest disturbance on landscape temperature, *Ecological Engineering* 120 (2018) 345–354
- 44) Pfeffer A., 1952: Kůrovec lýžrout smrkový a boj proti ndmu. Praha: Nakladatelství Brázda, 45 pp.
- 45) Pfeffer A., 1955, Fauna ČSR-kůrovci - Scolytoidea, Československá akademie věd, Praha, Pages 317
- 46) Pfeffer A., 1961, Ochrana lesů, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1961, pages 838
- 47) Pokorný J., Brom J., Čermák J., Hesslerová P.; Huryna H., Nadezhdina N., Rejšková A., 2010, Solar energy dissipation and temperature control by water and plants. *International Journal of Water*. Vol. 5, No. 4, s. 311-336, 2010a.
- 48) Ralston Hl. 2001. Natural and unnatural; wild and cultural. *West NAM. Naturalist* 6: 267–76.
- 49) Reich J., Všeticka M., 2006, Multimediální encyklopedie fyziky, dostupné na: <http://fyzika.jreichl.com/main/information/news-in2/>
- 50) Rotter Pavel, 2011, Stabilita ekologických systémů, Masarykova univerzita a Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí, Brno, 266 Pages
- 51) Sanders W., 1987, Untersuchungen über die Aktivitätsdische des Buchdruckers Ips typographus in Laubwaldern und in offener Landschaft, *Journal Applied Entomology* 103: 240-249 pages
- 52) Schnorbus Markus, 2010, A synthesis of the hydrological consequences of large-scale mountain pine beetle disturbance, Mountain Pine Beetle Working Paper 2010-01, Pacific Climate Impacts Consortium, University of Victoria, British Columbia V8Z 1M5, Canada
- 53) Skuhravý V., 2002, Lýkožrout smrkový (Ips typographus L.) a jeho kalamity, Agrospoj, Praha, 196 pages
- 54) Stoyan & Stoyan, 1992, Fraktale Formen und Punktfelder: Methoden der Geometrie-Statistik, Akademie verlag, Berlin, 394 pages
- 55) Svoboda M. et al., 2010, Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest, *Forest Ecology and Management* 260 (2010) 707–714
- 56) SVOL, 2009, MZE č.j. 16018/2009-16000, ÚHÚL/HUEL/2307/2009
- 57) Šach F., Černošus V., 2016, Lesní odtokové plochy a malá povodí s experimenty těžby dřeva ve vazbě na jejich vodnost, *Zprávy lesnického výzkumu*, 61, 2016(1), 54-65
- 58) Šantrůčková & Vrba, 2010, Co vyprávějí šumavské smrčiny, Správa NP a CHKO Šumava, Přírodovědecká fakulta Jihočeské Univerzity a Česká společnost pro ekologii, Viperk, 153s (127 citace).
- 59) Švihla V., Šach F., Černošus V., 2016, Vliv holých sečí či ryhlého velkoplošného rozpadu lesa na celkový odtok za vegetační období, *Zprávy lesnického výzkumu*, 61, 2016(1), 138-144
- 60) Turčáni M., Climps, 2010, Geoaplikace projektu Climps - "Lesy a klimatická změna", Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, website: <http://apl.geology.sk/leglesadapt/#>
- 61) ÚHÚL, 2012, Zhodnocení šíření lýkožrouta smrkového (Ips typographus L.) z NP Šumava do sousedních lesních porostů v ČR, zpráva pro Ministerstvo zemědělství, č.j. 154689/2011-MZE-16212
- 62) ÚHÚL, 2014, Statistické vyhodnocení dat z monitoringu šíření lýkožrouta smrkového z NP Šumava do sousedících lesních porostů v ČR, zpráva pro Ministerstvo zemědělství č.j. 16479/2013-MZE-16212
- 63) ÚHÚL, 2018, Výsledky monitoringu kůrovcové situace na ORP Č. Budějovice, Závěrečná zpráva, č.j. 52103/2018-MZE-16212
- 64) Urban Jaroslav, 2009, Lesnická entomologie, Mendelova univerzita Brno, přednášky pro kombinované studium MZLU Brno, lesní inženýrství, Lesnická zoologie a entomologie
- 65) Vale T.R., 2002, The pre-European landscape of the United States: pristine or humanized? In: Vale TR (Ed). *Fire, native peoples, and the natural landscape*. Washington, DC: Island Press.
- 66) VÚLHM, 2007, LOS, Lýkožrout smrkový Ips typographus (L.), informační letáky Lesní ochranné služby, Lesnická práce, přílohy, 4/2007
- 67) Wenfei Liu, Xiaohua Wei, Shirong Liu, Yuanqiu Liu, Houbao Fan, Mingfang Zhang, Jianmin Yin and Mingjin Zhan, 2015, How do climate and forest changes affect long-term streamflow dynamics? A case study in the upper reach of Poyang River basin, *Ecohydrology* 8, 46–57
- 68) Wermelinger Beat, 2004, Ecology and management of the spruce bark beetle Ips typographus—a review of recent research, *Forest Ecology and Management*, Volume 202, Issues 1–3, 1 December 2004, Pages 67-82
- 69) Weslien & Lindelöv, 1989, Trapping a local population of spruce bark beetles Ips typographus(L): Population size and origin of trapped beetles, *Holarctic Ecol.* 12: 511-514
- 70) White Joanne C., Michael A. Wulder, Darin Brooks, Richard Reich, Roger D., 2005, Detection of red attack stage mountain pine beetle infestation with high spatial resolution satellite imagery, *Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre* 506 West Burnside Road, Victoria, BC V8Z 1M5 (250) 363-0600, www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca
- 71) White Joanne, 2005, Detection of red attack stage mountain pine beetle infestation with high spatial resolution satellite imagery, *Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Remote sensing of Environment*, 96:340-345
- 72) Wuketits F.M., 2006, Přírodní katastrofa jménem člověk - Vývoj bez pokroku, Z německé originálu Naturkatastrophe Mensch/ Evolution Ohne Fortschritt, Granit, Praha, 206 pages
- 73) Zmr V., 1991, Chování lýkožrouta smrkového Ips typographus (L.) (Coleoptera, Scolytidae) ve smrkových porostech, *Lesnictví* 36, 669-675



2000, NPŠ, LS České Žleby, prales Medvědice © Ing.F.Maršík, 2001