

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



**Prirodzená obnova horského smrekového lesa po
velkoplošnej disturbancii vo Vysokých Tatrách**

Diplomová práca

Autor: Bc. Lucia Závacká

Vedúci práce: Ing. Radek Bače, Ph.D.

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Lucia Závacká

Lesní inženýrství

Název práce

Přirozená obnova horského smrkového lesa po velkoplošné disturbanci ve Vysokých Tatrách

Název anglicky

Natural regeneration of spruce stands in Vysoké Tatry (High Tatras) after large scale disturbance

Cíle práce

1. Zjistit, jak se mění vegetace a zmlazení (druhové složení a výška zmlazení, kompozice vegetace, pokryvnost mechového patra, pokryvnost dřevní biomasy) v raně sukcesních stádiích lesa.
2. Porovnat vliv vegetace a dřevní biomasy na růstové parametry zmlazení na dvou prostorových škálách.

Metodika

1. Sběr dat o růstu a mortalitě semenáčků smrku na trvalých výzkumných plochách v NP Vysoké Tatry.
2. Matematické a statistické zpracování dat.
3. Příprava diplomové práce.

Diplomová práce bude vypracována ve slovenštině.

Doporučený rozsah práce

40 – 50 stran textu bez příloh

Klíčová slova

Smrk ztepilý, *Picea abies*, mrtvé dřevo, semenáčky, mortalita, mikrostanoviště, disturbance, vichřice

Doporučené zdroje informací

- Bače, R., Svoboda, M., Janda, P., Morrissey, R. C., Wild, J., Clear, J. L., ... & Donato, D. C. (2015). Legacy of Pre-Disturbance Spatial Pattern Determines Early Structural Diversity following Severe Disturbance in Montane Spruce Forests. *PLoS one*, 10(9), e0139214.
- Bače, R., Svoboda, M., Pouska, V., Janda, P., & Červenka, J. (2012). Natural regeneration in Central-European subalpine spruce forests: Which logs are suitable for seedling recruitment?. *Forest Ecology and Management*, 266, 254-262.
- Fischer, A., Fischer, H. S., Kopecký, M., Macek, M., & Wild, J. (2015). Small changes in species composition despite stand-replacing bark beetle outbreak in *Picea abies* mountain forests 1. *Canadian Journal of Forest Research*, 45(9), 1164-1171.
- Ilisson, T., Köster, K., Vodde, F., & Jögiste, K. (2007). Regeneration development 4–5 years after a storm in Norway spruce dominated forests, Estonia. *Forest ecology and management*, 250(1), 17-24.
- Jonášová, M., Vávrová, E., & Cudlín, P. (2010). Western Carpathian mountain spruce forest after a windthrow: natural regeneration in cleared and uncleared areas. *Forest Ecology and Management*, 259(6), 1127-1134.
- Nováková, M. H., & Edwards-Jonášová, M. (2015). Restoration of central-European mountain Norway spruce forest 15 years after natural and anthropogenic disturbance. *Forest Ecology and Management*, 344, 120-130.
- Rozman, A., Diaci, J., Krese, A., Fidej, G., & Rozenbergar, D. (2015). Forest regeneration dynamics following bark beetle outbreak in Norway spruce stands: Influence of meso-relief, forest edge distance and deer browsing. *Forest Ecology and Management*, 353, 196-207.
- Vodde, F., Jögiste, K., Engelhart, J., Frelich, L. E., Moser, W. K., Sims, A., & Metslaid, M. (2015). Impact of wind-induced microsites and disturbance severity on tree regeneration patterns: Results from the first post-storm decade. *Forest Ecology and Management*, 348, 174-185.
- Zielonka, T., Holeksa, J., Fleischer, P., & Kapusta, P. (2010). A tree-ring reconstruction of wind disturbances in a forest of the Slovakian Tatra Mountains, Western Carpathians. *Journal of Vegetation Science*, 21(1), 31-42.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Radek Bače, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Konzultant

Ing. Mgr. Zuzana Michalová

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2017

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 3. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 14. 04. 2017

Prehlásenie

"Prehlasujem, že som diplomovú prácu na tému Prirodzená obnova horského smrekového lesa po veľkoplošnej disturbancii vo Vysokých Tatrách vypracovala samostatne pod vedením Ing. Radka Bačeho, Ph.D. a použila iba pramene, ktoré uvádzam v zozname použitých zdrojov.

Som si vedomá, že zverejnením diplomovej práce súhlasím s jej zverejnením podľa zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platnom znení, a to bez ohľadu na výsledok jej obhajoby."

V Prahe dňa 18. 04. 2017

Lucia Závacká

PodĎakovanie

Ďakujem vedúcemu diplomovej práce Ing. Radkovi Bačemu, Ph.D. za ochotu osobne sa zúčastniť na výskume vo Vysokých Tatrách. Ďakujem mu za podporu, návrhy a pripomienky, ktorými mi pri písaní tejto práce pomohol. Rada by som poĎakovala aj konzultantke, Ing. Mgr. Zuzane Michalovej, ktorá mi ochotne poskytla všetky potrebné podklady z predchádzajúceho výskumu na túto tému a tiež za jej neoceniteľné rady.

Ďalej by som chcela poĎakovať všetkým, ktorí ma v mojom snažení podporovali a pomáhali mi, hlavne môjmu manželovi Kamilovi.

V Prahe dňa 18. 04. 2017

Lucia Závacká

Abstrakt

Po vetrovej kalamite na území Vysokých Tatier z roku 2004 ostali smrekové horské lesy veľkoplošne narušené. Po disturbancii boli v zasiahnutých oblastiach založené nové trvalé monitorovacie plochy.

Cieľom tejto práce bolo porovnať vývoj lesa a jeho obnovy. Bližšie zameranie bolo na dynamiku drevín a vegetácie. Skúmali sa plochy v bezzásahovej oblasti (Jamy_NEX) a oblastiach, kde prebehla ťažba (Jamy_EXT a DD_EXT). Výskum prebiehal počas vegetačnej sezóny v roku 2016. Lokality boli už skúmané v období 2010-2012. Hodnotil sa vývoj oblastí počas doby, ktorá ubehla medzi meraniami. Skúmala sa pokryvnosť vegetácie a rast smrekového zmladenia.

Zistilo sa, že druhové zloženie vegetácie sa výrazne nezmenilo. Polom vykazoval vlhkomilnejšie druhy a vyťažené plochy skôr suchšie a svetlomilnejšie druhy. Na bezzásahových plochách bol vyšší počet smrekov než na vyťažených. Zmladenie však rastie rýchlejšie na extrahovaných lokalitách. Výsledky z výskumu na bezzásahovej lokalite ukazujú priaznivý vývoj nového porastu.

Kľúčové slová:

Smrek obyčajný, *Picea abies*, mŕtve drevo, semenáčky, mortalita, mikrostanovište, disturbancia, víchrice, vegetácia, vegetačné zloženie

Abstract

After a windstorm in the High Tatras in 2004 remained spruce mountain forests disturbed large area. After the disturbances in the affected areas were established new permanent monitoring plots. The objective of this study was to compare the development of the forest and its recovery. Main focus was on the dynamics of trees and vegetation. We have examined the study in sites which were protected – “no intervention” locations (Jamy_NEX) and sites, which were salvage logged (Jamy_EXT and DD_EXT). The research was conducted during the vegetation period in 2016. The monitoring plots have already been examined in years 2010 – 2012. We have evaluated the development of the sites during the time that has passed between the measurements. We have examined the cover of vegetation and growth of spruce regeneration.

We have found that the species composition of the vegetation was not changed significantly. “No intervention” locations reveals hygrophilous species, on the other side the extracted locations reveals light-demanding species. On the “no intervention” areas was detected higher level of seedlings of Norway spruce than the extracted locations. Regeneration is growing rapidly on the extracted areas. Results of research on “no intervention” area shows a favorable development of the new vegetation.

Key words:

Norway spruce, *Picea abies*, dead wood, seedlings, mortality, microsites, disturbance, windstorm, vegetation, vegetation composition

Ciele práce

Základným cieľom práce Prirodzená obnova horského smrekového lesa po veľkoplošnej disturbancii vo Vysokých Tatrách bolo zistiť ako sa mení vegetácia a zmladenie v ranne sukcesných štádiách lesa.

Cieľom bolo stanoviť druhové zloženie a výšku zmladenia, kompozíciu vegetácie, pokryvnosť machového poschodia a pokryvnosť drevnej biomasy. Zistené údaje boli porovnané v časovom rozpätí posledných meraní a tiež v rámci jednotlivých plôch navzájom.

Úlohou bolo aj porovnať vplyv vegetácie a drevnej biomasy na rastové parametre zmladenia na dvoch priestorových škálach.

OBSAH

1. Úvod	11
2. Metodika.....	13
2.1. Skúmané lokality.....	13
2.2. Založenie plôch.....	15
2.3. Stav plôch v roku 2016	16
2.4. Zber dát	17
2.5. Analýza a spracovanie dát.....	18
2.5.1. Biodiverzita vegetácie	19
2.5.2. Smrekové zmladenie.....	20
3. Výsledky.....	22
3.1. Biodiverzita vegetácie	22
3.2. Smrekové zmladenie	30
4. Diskusia.....	39
4.1. Biodiverzita vegetácie	39
4.2. Smrekové zmladenie	42
5. Záver.....	46
6. Zoznam použitej literatúry	48
7. Zoznam obrázkov, tabuliek a grafov.....	53
8. Prílohy	56
8.1. Biodiverzita vegetácie	56
8.2. Smrekové zmladenie	58

1. Úvod

Vetrová kalamita, ktorá sa udiala dňa 19. 11. 2004, bola dôvodom vzniku početných škôd, ohrození a rizík vo vývoji lesov Tatranského národného parku. Je potvrdené, že vietor (výchrica) spôsobuje na Slovensku historicky nemalé škody, ktoré sú pravidelne spojené s premnožením podkôrneho hmyzu (Kunca, Zúbrik 2006). Za výchricou z 19. novembra ostal pás vyvráteného lesa, ktorý sa skladal prevažne zo smreka obyčajného (*Picea abies*). K výraznému narušeniu vývoja smrekových lesov a ich poškodeniu dochádza na dlhých, plynulých svahoch s málo menlivými stanovištnými podmienkami (Korpeľ a kol. 1991).

Rozpadom smrekových lesov dochádza k zmene ekologických podmienok, k zmene biodiverzity (Zúbrik 2014). Bolo dokázané, že po rozpade lesa biodiverzita stúpa a mimoprodukčné funkcie sa zlepšujú (Winter a kol. 2014). Biodiverzita je podstatná pre podporu funkcií, ktoré lesný ekosystém poskytuje. Okrem iného sa zvyšuje prostredníctvom mŕtveho dreva na lokalitách (Bače, Svoboda 2015).

Už v minulosti boli v národnom parku založené výskumné plochy na sledovanie vývoja smrekovcových smrečín (*Lariceto-Picceetum*). Hodnotila sa hlavne druhová, veková, vertikálna a priestorová štruktúra (Fleischer a kol. 2007). Následky veternej disturbancie viedli k založeniu nových výskumných plôch. Naskytla sa tak možnosť študovať procesy, ktoré prebiehajú počas obnovy smrekového lesa na začiatku sukcesie. Vznikol priestor na skúmanie dynamiky lesa. Ako je známe, po prírodných katastrofách sa na dlhšie menia vlastnosti lesného prostredia a pôdne podmienky. Následne dochádza k sukcesii, pozvoľnému návratu k lesu, niekedy až k lesu so znakmi klimaxového spoločenstva (Korpeľ a kol. 1991). Opakujúce disturbancie však neumožňujú lesnej vegetácii dosiahnuť klimaxový stav. Porasty sú tak neustále udržiavané v štádiách skorej sukcesie (Fleischer, Homolová 2016).

Výskumy smreku obyčajného po disturbanciách ukazujú, že zmladenie rastúce pod plným zápojom má regeneračnú hustotu vyššiu ale výškovo homogénnu. Zatiaľ čo zmladenie na mikrostanovištiach ovplyvnených pokryvnosťou bylinnej vegetácie má regeneračnú hustotu nižšiu, ale

s väčšou výškovou heterogenitou (Bače a kol. 2015). Je potrebné skúmať a monitorovať vývoj porastov po disturbancii. Na prebiehajúcich procesoch vývoja zasiahnutých oblastí je možné zistiť, v akej miere sa uchycuje smrekové zmladenie. Po odumretí horného stromového poschodia môže byť rast jedincov spomalený v miestach, kde chýbajú vhodné mikrostanovištia pre uchycovanie zmladenia. Tento faktor ovplyvňuje dĺžku fázy obnovy, a tiež spôsobuje rôznovekosť porastu (Bače a kol. 2009). Rôzne podmienky pre rast a vývoj semenáčikov môžu byť na mikrostanovišti ležiacich kmeňov, pahýľoch alebo v okolí kmeňov. Zmladenie sa často vyskytuje v hlúčikoch. Priaznivejšie typy vegetácie pre uchytenie zmladenia sa nachádzajú pod korunami dospelých stromov. Na druhej strane však dospelé stromy ovplyvňujú rast zmladenia (Bače a kol. 2009). Dôležitá je tiež druhová diverzita, počet druhov drevín v obnove. Vyššia diverzita zabezpečuje vyššiu odolnosť voči biotickým a abiotickým činiteľom a zabraňuje škodcom výrazne poškodiť les. Preto je dôležité, aby budúce porasty boli tvorené väčším počtom druhov (Šebeň 2010).

Cieľom práce je zhodnotiť stav vývoja vegetácie a smrekového zmladenia v ranne sukcesných štádiách lesa na založených monitorovacích lokalitách. Zároveň sa porovnáva vplyv vegetácie a drevnej biomasy na rast jedincov smreku pri odlišných managementoch kalamitného územia. Na základe pôsobenia biotických a abiotických faktorov v dobe medzi meraniami sa dá očakávať, že sa na lokalitách zmenila hustota a výškový prírast smrekového zmladenia.

2. Metodika

2.1. Skúmané lokality

Disturbančné udalosti za posledné roky zvýšili záujem o stav horských smrekových lesov. Po veternej smršti, ktorá zasiahla Národný park Vysoké Tatry 19. 11. 2004, bolo v Štátnych lesoch TANAP evidovaných 2 030 tis. m³ kalamitnej hmoty na rozlohe viac ako 12 tis. ha (Kunca, Zúbrik 2006). Veterná kalamita viedla k založeniu trvalých monitorovacích plôch. Tieto plochy založili na vybraných lokalitách zamestnanci Štátnych lesov TANAPu. Výskumné lokality boli rozčlenené na základe odlišného managementu spracovania drevnej hmoty. Lokalita Jamy je charakteristická tým, že vyvrátené kmene ostali po smršti ponechané na ploche na samovývoj. Na mieste ostalo padnuté drevo a neboli tam uskutočnené žiadne zásahy (ochranné opatrenia, zalesňovanie ani výchova porastu). Naopak lokalita Danielov dom bola po veternej kalamite kompletne vyťažená a prebieha tam pravidelné zalesňovanie, ošetrovanie a výchova. Cieľom založenia výskumných plôch bolo skúmanie vplyvov odlišných managementov na stav lesa. Počas výberu plôch sa brala na zreteľ aj reprezentatívnosť, veľkosť a krajinnno-ekologická príbuznosť plochy. Ďalším významným kritériom bola dostatočná vzdialenosť od komunikácií a terénna priechodnosť (Jankovič a kol. 2007). Počas posledných meraní boli vytvorené na lokalite Jamy ešte trvalé monitorovacie plochy v extrahovanej časti. Plochy sa nachádzali na okraji bezzásahovej oblasti. Táto lokalita vznikla z dôvodu eliminácie geologických rozdielov. Vzdialenosť lokality Danielov dom od lokalít Jamy je 7,61 km. Extrahovaná lokalita Jamy je vzdialená od neextrahovanej lokality Jamy približne 200 m (Michalová 2012).

Pre ďalšiu prácu so skúmanou oblasťou boli vytvorené skratky pre všetky tri monitorovacie lokality. Označenie vyjadruje konkrétnu meranú lokalitu a typ zásahu, ktorý bol na plochách uskutočnený. Typ zásahu charakterizuje skratka EXT (vyťažená, extrahovaná drevná biomasa) a NEX (ponechaná, neextrahovaná drevná biomasa). Lokalita Jamy je označená Jamy_NEX a Jamy_EXT a lokalita Danielov dom DD_EXT (Michalová 2012).

Na nasledujúcom obrázku č. 1 je zobrazená mapa, na ktorej je možné vidieť umiestnenie trvalých monitorovacích lokalít.



Obr. č. 1 Vyznačenie trvalých monitorovacích lokalít DD_EXT, Jamy_NEX a Jamy_EXT (mapa Google maps).

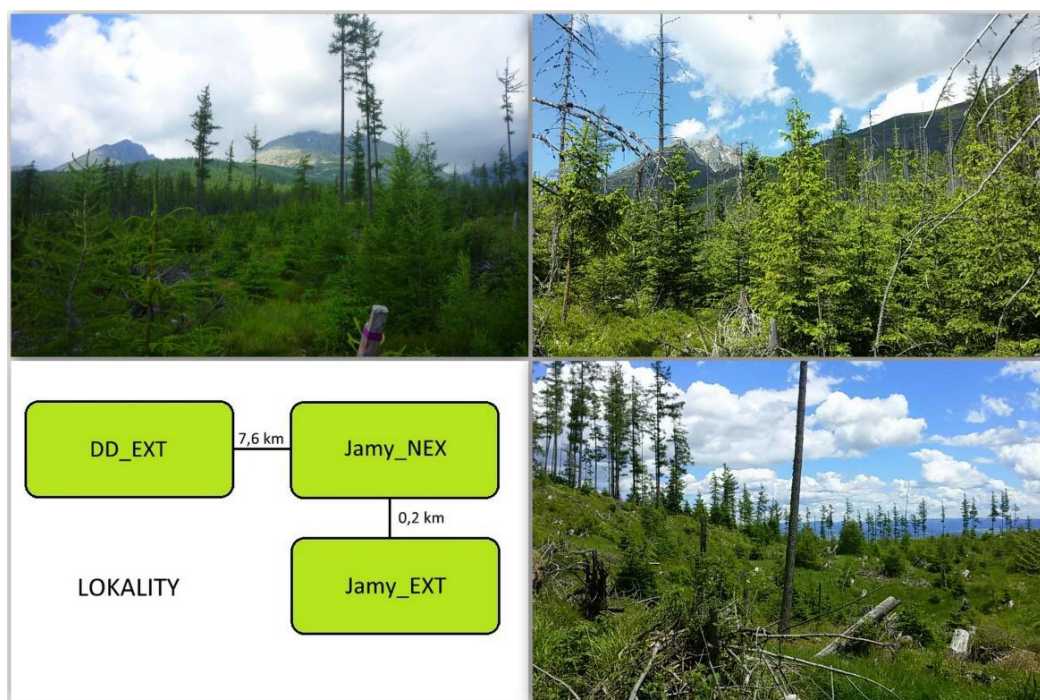
Lokality Jamy

Výskumné lokality sa nachádzajú v blízkosti Tatranskej Lomnice (súradnice: N 49.180, E 20.251) v nadmorskej výške 1050-1150 m n. m. Svahy na týchto plochách majú sklon v rozpätí 5-10%. Lokalita Jamy je prevažne južne a juhovýchodne orientovaná. Drevinové zloženie pred kalamitou pozostávalo zo smreku (70 %), smrekovca (20 %) a borovice (10 %). Priemerný vek porastov bol 125/60/25 rokov. Geologický podklad v oblasti je moréna wurm, na lokalite sa vyskytujú pôdne typy kambizeme a podzolových pôd. Pre lokalitu Tatranskej Lomnice je ročný zrážkový úhrn 833 mm (Slovenská lesnícka spoločnosť, 2012).

Lokalita Danielov dom

Skúmaná lokalita Danielov dom sa nachádza v blízkosti Starého Smokovca (súradnice: N 49.121, E 20.164) v nadmorskej výške 1040-1260 m n.m. Sklon svahov na monitorovacej lokalite je priemerne 10 %, orientácia plôch je južná. Drevinové zloženie pred kalamitou pozostávalo zo smreku (90 %) a smrekovca (10 %). Priemerný vek porastov pred kalamitou bol 80

rokov. Geologický podklad v oblasti je moréna donau-mindel. Pôdnym typom na výskumnej lokalite sú kambizeme a podzolové pôdy. Pre lokalitu Starého Smokovca je ročný zrážkový úhrn 931 mm. Pre všetky skúmané lokality je priemerná ročná teplota 4,7 °C (Slovenská lesnícka spoločnosť, 2012).



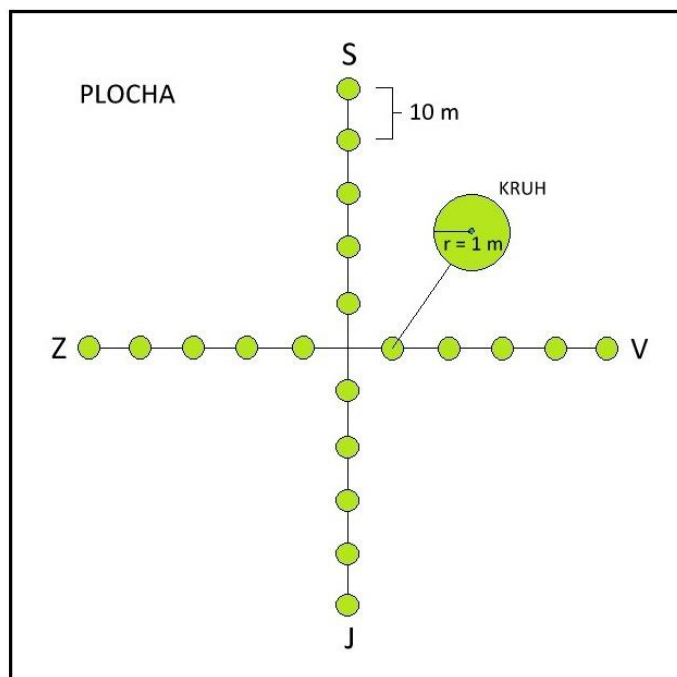
Obr. č. 2 Nákres umiestnenia lokalít s fotodokumentáciou náhodne vybraných plôch na lokalitách DD_EXT, Jamy_NEX a Jamy_EXT.

2.2. Založenie plôch

Založenie trvalých výskumných lokalít prebiehalo počas predchádzajúceho monitoringu v období 2010 a 2011. Snahou bolo vytvoriť sieť plôch tak, aby bolo územie vyvážené a pravidelne pokryté. V prípade členitosti terénu boli plochy situované v údolí alebo na návrší. Stredy plôch boli zaznamenané GPS prístrojom. Do stredu plochy bola umiestnená výtyčka zvýraznená červenou farbou. Po založení plôch bola zistená nepresnosť GPS navigácie čo znamenalo, že nebolo možné opätovne určiť polohu stredových bodov plôch (Michalová 2012).

Na základe stanovenia stredového bodu plochy boli určené hlavné svetové strany, ku ktorým bolo ťahané rameno dlhé 50 m. Každých 10 m bola osadená výtyčka s červeným koncom. Táto výtyčka tvorila stred podplôšky. Tvar podplôšky bol kruhový s polomerom 1 m a výmerou 3,14 m².

Každá plocha mala spolu dvadsať kruhov (Michalová 2012). Obrázok č. 3 znázorňuje schematické zobrazenie formy základnej plochy.



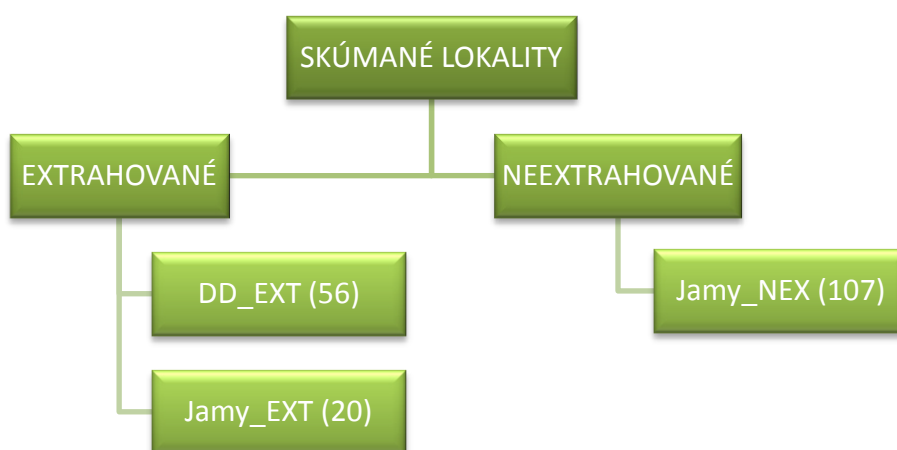
Obr. č. 3 Schematické znázornenie formy založenia plôch na lokalitách.

Na troch lokalitách bolo založených spolu 11 plôch a 210 podplôšok (kruhov). Lokalita Jamy_NEX sa skladala zo 6 plôch a 110 kruhov. Na okraji tejto lokality sa nachádza lokalita Jamy_EXT, ktorá mala 2 plochy a 40 kruhov. Na extrahovanej lokalite DD_EXT sa nachádzajú 3 plochy so 60 kruhmi. Spolu bolo založených 110 podplôšok v bezzásahovej oblasti ponechanej na samovývoj a 100 podplôšok v zásahovej oblasti, kde bola kalamitná hmota vyťažená (Michalová 2012).

2.3. Stav plôch v roku 2016

Počas vegetačnej sezóny v roku 2016 boli lokality Jamy_EXT, Jamy_NEX a DD_EXT vyhladané a premerané opätovne. Na väčšine plôch bolo potrebné nájsť a opraviť výtyčky vyznačujúce stred podplôšok. Pre budúce merania boli k týmto dreveným kolíkom pridávané dlhé železné klince, pomocou ktorých bude vyhľadávanie plôch s GPS súradnicami jednoduchšie. Bohužiaľ, nepodarilo sa nájsť na lokalite Jamy_EXT jednu z dvoch založených plôch. Plocha bola z neznámeho dôvodu zničená a nepodarilo sa zamerať nanovo jej stred. Z celkových 40 kruhov na

extrahovanej lokalite Jamy sa preto ďalej pracovalo iba s 20 kruhmi. Na lokalite Jamy_NEX z rovnakého dôvodu neboli nájdené tri kruhy. Lokalita Danielov dom na extrahovanom území bola nájdená a premeraná kompletne. Na lokalite Jamy_NEX bolo nájdených 107 kruhov, na lokalite Jamy_EXT iba 1 plocha s 20 kruhmi. Na lokalite DD_EXT bolo nájdených 56 kruhov. Nasledujúci obrázok č. 4 zobrazuje počet kruhov, ktoré boli počas meraní nájdené a premerané, to znamená počet kruhov, s ktorými sa pracovalo.



Obr. č. 4 Schematické znázornenie nájdených kruhov za rok 2016.

2.4. Zber dát

Na základe založenej databáze z rokov 2010 – 2011 bola pre každý kruh premeraná celková pokryvnosť, a tiež pokryvnosť vegetácie jednotlivých druhov. Pri určovaní vegetácie bol zachovaný model z posledných meraní. To znamená, že bol určený druh pre stromy, kry, polokry a byliny (Michalová 2012). U machov bola stanovená iba pokryvnosť. Z druhov bylín boli prítomné hlavne *Epilobium angustifolium*, *Oxalis acetosella*, *Maianthemum bifolium*, *Dryopteris dilatata*, *Melampyrum pratense*, *Homogyne alpina*, *Urtica dioica*, *Senecio ovatus* a iné. Našli sa aj druhy tráv *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Luzula luzuloides*, *Calamagrostis arundinacea*. S poslednými výsledkami meraní sa zhodovali aj druhy krov a polokrov *Calluna vulgaris*, *Rubus idaeus*, *Vaccinium myrtillus* a *Vaccinium vitis-idaea*. Druhy drevinového zloženia boli tiež obdobné. Našli sa *Picea abies*, *Larix decidua*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Sorbus aucuparia* a *Salix caprea*. U druhov drevín (okrem smreku) bola určená percentuálna pokryvnosť.

Počet a výšky týchto drevín neboli zaznamenané. Pri analýze druhov vegetácie a ich hodnôt boli ich názvy skrátené. Zoznam skratiek s vysvetlivkami je priložený v Prílohe 7.1. Determinácia papradí bola podľa Kremer, P.B., Muhle, H. (1998), nomenklatúra rastlín bola podľa Kubát a kol. (2002).

Z drevnej biomasy bola určená pokryvnosť hrabanky. Ostatná drevná hmota (konáre, kmene, pne, sucháre) bola často zarastená vegetáciou a bolo problematické určiť ich pôvod a typ.

Pri zakladaní monitorovacích plôch v rokoch 2010 a 2011 boli jedinci smrekového zmladenia označení pomocou kovových štítkov. Tieto štítky obsahovali číslo, na základe ktorého bol jedinec evidovaný. Zaznamenávalo sa zmladenie do výšky 2 m u jedincov, ktorí mali predpoklad, že vznikli z prirodzenej obnovy. Vylúčené bolo smrekové zmladenie, u ktorého bola pravdepodobnosť vzniku pred veternou kalamitou (Michalová 2012). Pomocou založenej databázy sa v lete 2016 jednotlivé smrekové vyhledávali a premeriavala sa ich výška pomocou metra v milimetroch. Okrem výšok sa zaznamenávala aj pokryvnosť a počet jedincov smreku na plochách. Ďalej sa zaznamenávala mortalita, natalita, vitalita a prípadné doplňujúce informácie. Štítky umiestnené na spodných častiach stromov boli premiestnené z dôvodu rastu na viditeľnejšie miesta. Bohužiaľ, často sa stávalo, že štítky boli nájdené na zemi a nebolo možné identifikovať, ku ktorému jedincovi patria. Títo jedinci boli následne vylúčení zo štatistických výpočtov a označení ako nenájdení.

2.5. Analýza a spracovanie dát

Spracovanie dát a ich analýza bola zameraná na porovnanie zmeny stavu vegetácie a zmladenia počas posledných meraní a meraní v roku 2016. Predchádzajúce merania prebiehali v roku 2010 a 2011. V roku 2012 sa podarilo premerať smrekové zmladenie (Michalová 2012). V roku 2016 sa analyzovali zmeny druhového zloženia, výšky zmladenia, kompozície vegetácie, pokryvnosti machového poschodia a drevnej biomasy za dobu medzi meraniami. Ďalej sa zistené dáta porovnávali na dvoch priestorových škálach. Skúmalo sa ako sa vyvíja vegetácia a zmladenie na plochách s odlišným managementom spracovania. Všetky namerané dáta po

monitoringu boli spracované v programe MS Excel 2010. Forma zberu dát vegetácie bola totožná ako v rokoch 2010 a 2011.

2.5.1. Biodiverzita vegetácie

Pri analýze vegetácie vyskytujúcej sa v kruhoch sa skúmala pokryvnosť druhov rastlín a machov. K porovnaniu boli použité dáta zaznamenané v roku 2011, kedy boli naposledy kompletne premerané všetky kruhy na výskumných lokalitách. Vegetácia sa porovnávala počas časového úseku, ktorý trval päť rokov. Analýza sa zamerala aj na pokryvnosť jednotlivých lokalít. Zisťovalo sa ako veľmi sa líši pokryvnosť vegetácie v bezzásahovej lokalite s pokryvnosťou v lokalite, ktorá bola po kalamite vyťažená. Pre všetky druhy boli vyčíslené priemerné hodnoty pokryvnosti na jednotlivých lokalitách. Do úvahy sa na skúmaných extrahovaných a neextrahovaných lokalitách brali aj počty kruhov. K analýze bolo vybraných sedem druhov bylín s najväčšou pokryvnosťou. Vylúčené boli druhy, ktorých pokryvnosť bola nízka, alebo nebola porovnateľná v čase, v priestorovej škále. Určené bolo druhové zloženie pre celú oblasť a pre jednotlivé lokality samostatne.

Skúmaná bola aj pokryvnosť machového poschodia. Zisťovalo sa, či sa pokryvnosť v priebehu času mení, a ak áno, tak do akej miery. Na lokalitách sa určil sa rozbor pokryvnostných rozdielov machového poschodia. Monitorovaný bol aj výskyt a pokryvnosť hrabanky. Zaznamenával sa rovnako ako pokryvnosť machového poschodia. Cieľom bolo zistiť ako sa vegetácia v priebehu času od veternej kalamity mení.

Na lokalitách bolo podrobne skúmané smrekové zmladenie, ale zaznamenané boli aj hodnoty ostatných drevín. Pri týchto drevinách bola evidovaná percentuálna pokryvnosť v kruhoch. Išlo hlavne o pionierske dreviny, ktoré začali rásť na lokalitách až po veternej kalamite. Porovnané boli hodnoty z roku 2011 s hodnotami z roku 2016. Pozornosť sa kládla aj na zmenu pokryvnosti na jednotlivých lokalitách. Skúmalo sa druhové zloženie na lokalitách určených na samovývoj a na lokalitách, ktoré boli po víchrici vyťažené.

2.5.2. Smrekové zmladenie

Smrekové zmladenie bolo porovnávané s nameranými údajmi z meraní, ktoré prebehlo naposledy v roku 2012. Išlo o časové rozpätie štyroch rokov. Tak ako pri analýze vegetácie boli aj dáta smrekového zmladenia porovnávané medzi jednotlivými lokalitami a ich managementom spracovania. Do štatistického spracovania boli zaradení všetci jedinci z databázy. K spracovaniu dát boli použité všetky nájdené jedinci, nezávisle na veku. Databáza smrekového zmladenia bola pred výpočtami očistená od jedincov, ktorí v roku 2016 neboli z akýchkoľvek príčin nájdení a premeraní.

Prvoradá bola analýza počtov jedincov smrekového zmladenia. Do analýzy boli zahrnuté údaje z rokov 2011, 2012 a 2016, v ktorých bolo smrekové zmladenie kompletne premerané. Skúmali sa počty smrekov a počty kruhov so smrekovým zmladením zvlášť na jednotlivých lokalitách a zvlášť pre celú oblasť. Tieto údaje boli do veľkej miery ovplyvnené nenájdením jedincov. Pre každý časový úsek a pre každú lokalitu bol určený počet $\text{ks}\cdot\text{ha}^{-1}$. Vychádzalo sa z celkovej plochy skúmanej oblasti a počtu nájdených smrekových jedincov.

Úmrtnosť jedincov bola zaznamenaná za časový úsek štyroch rokov. Určil sa počet preživších smrekov a do mortality boli zaradení jedinci, ktorých úmrtnosť bola preukázateľná (našli sa zvyšky uhynutých jedincov). Stanovilo sa percentuálne vyjadrenie mortality a pomer mŕtvych jedincov k preživším. Tiež boli porovnané pomery úmrtnosti v závislosti od lokality.

Počas obdobia od posledného premerania smrekov (2012 – 2016) sa v smrekovom zmladení nezmenil iba počet jedincov. Premerané boli aj výšky všetkých označených smrekov. Hlavným cieľom analýz bolo porovnanie výšky smrekov a ich prírastu za obdobie štyroch rokov. Tiež boli skúmané výšky na lokalitách a celej monitorovanej oblasti.

Do výpočtu výšok z roku 2012 bolo použitých 460 jedincov. Určovali sa hodnoty pre celú oblasť, lokality a kruhy skúmaných lokalít. Boli stanovené hodnoty najnižších nameraných výšok, najvyšších nameraných výšok a mediánu výšok na konkrétnej ploche. Skúmalo sa, ako sa líšia výšky na extrahovanej a neextrahovanej lokalite, a tiež ako sa vyvíjajú tieto hodnoty v čase. Zo získaných výsledkov boli zostrojené grafy, na ktorých je viditeľný vývoj zmeny výšok zaznamenaných jedincov smreku. Zo smrekov, ktoré sa

podarilo premerať počas minulých meraní a meraní v roku 2016 bol stanovený prírast v mm. Analyzoval sa prírast za štyri roky a pre lokality vyťažných oblastí a oblastí ponechanú na samovývoj. Zisťovalo sa, kde bol za skúmané obdobie prírast najmenší a naopak najväčší. Do štatistiky boli zahrnuté aj počty jedincov a ich závislosť na príraste.

3. Výsledky

3.1. Biodiverzita vegetácie

Druhovú bohatosť vegetácie

Z nasledujúcej tabuľky vyplýva, že pokrývnosť na všetkých lokalitách (okrem lokality Jamy_EXT) mierne stúpla. Tabuľka č. 1 vyjadruje percentuálne porovnanie priemernej pokrývnosti vegetácie za rok 2011 a 2016. Priemerné pokrývnosti boli stanovené zvlášť pre územie spolu a zvlášť pre samostatné lokality. Počas meraní z roku 2016 bolo nájdených 22 druhov bylín. Pre porovnanie bolo pred piatimi rokmi nájdených 25 druhov.

Lokalita	SPOLU		DD_EXT		Jamy_EXT		Jamy_NEX	
Rok	2011	2016	2011	2016	2011	2016	2011	2016
Kruhy	205	183	56	56	40	20	109	107
Pokrývnosť	68	72	71	80	84	61	62	70

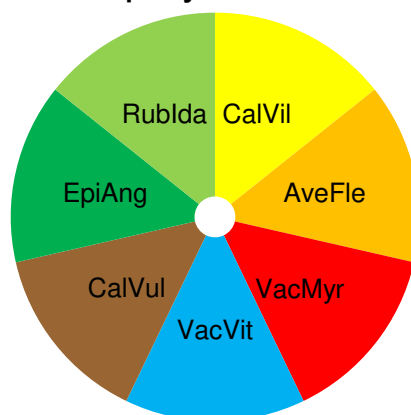
Tab. č. 1 Nameraná celková pokrývnosť vegetácie na lokalitách v období meraní 2011 a 2016. Hodnoty pokrývnosti sú vyjadrené v percentách. Tabuľka obsahuje aj počet kruhov, na ktorých boli zaznamenané vegetačné snímky.

Z celkovej pokrývnosti vegetácie na všetkých lokalitách bolo vyfiltrovaných 7 druhov s najväčším zastúpením. V nasledujúcich grafoch sú vyjadrené veľkosti pokrývností. Dĺžky ramien odpovedajú priemernej percentuálnej pokrývnosti nameraných hodnôt pre skúmané druhy.

Počas oboch meraní bolo pre celú oblasť zistené najvyššie zastúpenie *Calamagrostis villosa*, za dobu piatich rokov jej pokrývnosť stúpla. Výrazne sa znížila pokrývnosť *Avenella flexuosa*, zaznamenaný bol pokles aj pri *Epilobium angustifolium*. Naopak stúpla pokrývnosť *Vaccinium myrtillus* a *Rubus idaeus*. Zastúpenie tiež stúplo u druhov *Calluna vulgaris* a *Vaccinium vitis idaea*. V období zberu dát za rok 2011 boli výraznejšie aj druhy *Luzula luzuloides*, *Oxalis acetosella* a *Galeopsis speciosa*. V roku 2016 boli zaznamenané vyššie hodnoty u druhov *Calamagrostis arundinacea*, *Maianthemum bifolium* a *Dryopteris filix-mas*. Mierne sa zvýšila aj pokrývnosť u druhu *Oxalis acetosella*. Na plochách sa vyskytovali s nízkou pokrývnosťou aj *Melampyrum pratense*, *Urtica dioica*, *Senecio ovatus*, *Carex*

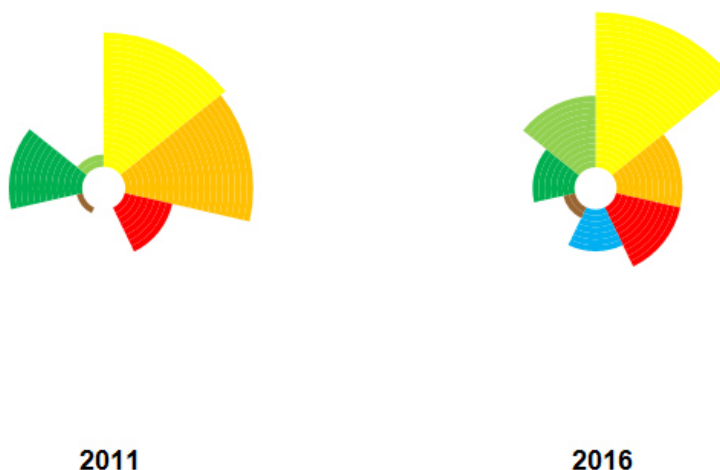
canescens, *Dryopteris dilatata* a *Athyrium distentifolium*. Podrobná tabuľka so zistenými hodnotami sa nachádza v Prílohe 7.1.

7 druhov vegetácie s naväčšou pokrivosťou



Graf č. 1 Grafická legenda siedmich vybraných druhov.

LOKALITY SPOLU



Graf č. 2 Grafické znázornenie najvýraznejších pokrivosťí vegetácie na celej monitorovacej oblasti. Pokrivosťi boli stanovené ako priemery nameraných hodnôt.

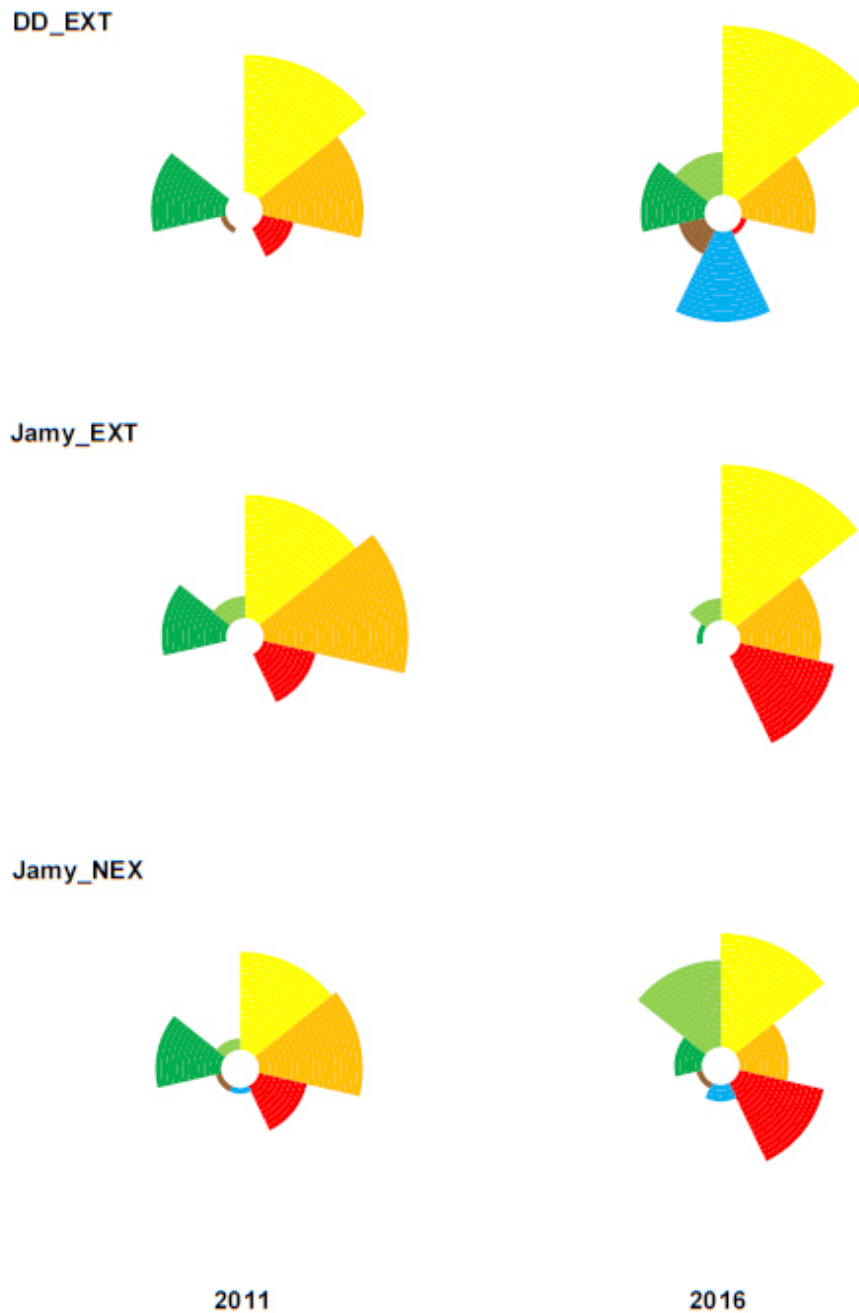
Analýza vegetácie pre jednotlivé lokality ukázala odlišnosť vegetačného zloženia pre extrahovanú a neextrahovanú oblasť. Kým na vyťažených plochách bolo zastúpenie svetlomilnejšej a teplomilnejšej vegetácie, na ponechaných plochách vegetácia približne odpovedala druhom pôvodného lesa. Na extrahovaných lokalitách prevažovala tak ako v roku 2011, aj v roku 2016 svetlomilná rano-sukcesná vegetácia (*Calamagrostis villosa*, *Calluna vulgaris*, výrazný nárast druhov maliny a brusnice). Na

nevyťaženej lokalite taktiež prevažovala rovnaká vegetácia ako v roku 2011, vyskytovali sa tu neskoro sukcesné lesné druhy (*Oxalis acetosella*, paprade a machy).

V súhrnnej tabuľke uvedenej v Prílohe 7.1 je viditeľných niekoľko rozdielov v pokryvnosti vegetácie. Na lokalite DD_EXT sú výraznejšie druhy *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Calluna vulgaris*, *Epilobium angustifolium*, *Melampyrum pratense*, *Maianthemum bifolium* a *Urtica dioica*. Druhy *Vaccinium myrtillus*, *Rubus idaeus*, *Oxalis acetosella*, *Dryopteris dilatata*, *Dryopteris filix-mas* a *Athyrium distentifolium* mali namerané vyššie hodnoty na lokalite Jamy_NEX. Extrahovaná lokalita Jamy sa vyznačovala druhmi *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa*, *Vaccinium myrtillus* a *Calamagrostis arundinacea*. Napriek všetkému sa druhy *Calamagrostis villosa* a *Avenella flexuosa* vyskytovali na všetkých lokalitách výrazne.

Pokryvnosť druhu *Calamagrostis villosa* stúpila na všetkých lokalitách, no najvýraznejšie hodnoty boli zaznamenané na DD_EXT. Naopak, pokryvnosti druhu *Avenella flexuosa* klesli. Najmenší pokles bol zaznamenaný na extrahovanej lokalite Danielov dom. Odlišne sa choval druh *Vaccinium myrtillus*, zatiaľ čo na kruhoch Danielovho domu pokryvnosti výrazne klesli, sa na ploškách lokalít Jamy sa pokryvnosť zvýšila. Na lokalite Jamy_EXT nebola zaznamenaná pokryvnosť *Vaccinium vitis idaea*, ktorá sa na druhých dvoch lokalitách vyskytovala. Výrazná bola na lokalite DD_EXT, tu mal najvyššiu pokryvnosť aj druh *Calluna vulgaris*. Viditeľná zmena nameraných hodnôt bola zistená pri druhu *Epilobium angustifolium* na lokalite Jamy_EXT, kde jeho pokryvnosť klesla. Výrazne tiež stúplo zastúpenie druhu *Rubus idaeus*, no najväčšia pokryvnosť bola zaznamenaná na plochách neextrahovanej lokality Jamy. Z ostatných druhov boli zaznamenané nasledovné hodnoty. Druh *Calamagrostis arundinacea* mal nameranú vyššiu hodnotu iba na Jamy_EXT. Počas meraní v roku 2016 mal druh *Maianthemum bifolium* na všetkých lokalitách vyššiu pokryvnosť ako v roku 2011. Pri zameraní na druh *Oxalis acetosella* je vidieť, že mal zvýšenú pokryvnosť hlavne na neextrahovanej lokalite Jamy. Druh *Galeopsis speciosa* mal zvýšenú pokryvnosť iba v roku 2011 na extrahovanej lokalite Danielov dom. O päť rokov neskôr pokryvnosť klesla skoro na nulovú

hodnotu. Naopak v porovnaní s meraniami z roku 2011 stúplo zastúpenie druhu *Dryopteris filix-mas*. Nárast bol zaznamenaný na všetkých lokalitách, no najvyšší na Jamy_NEX. Na nasledujúcom grafickom znázornení č.3 je znázornených 7 najvýraznejších druhov na monitorovacích lokalitách.



Graf č. 3 Grafické znázornenie najvyšších pokryvností druhov vegetácie na lokalitách.
Pokryvnosti boli stanovené ako priemery nameraných hodnôt.

Pokryvnosť machového poschodia

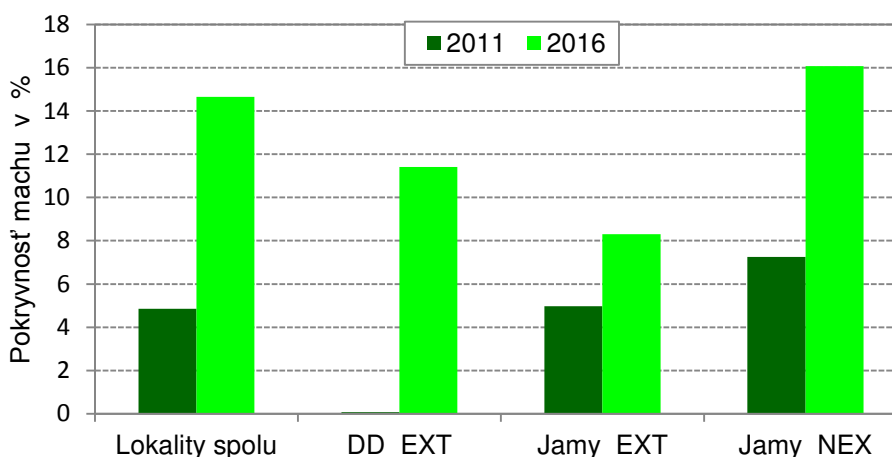
Pri zaznamenávaní zastúpenia machového poschodia neboli určované rody, ale iba pokryvnosť všetkých druhov spoločne. Od posledných meraní sa zastúpenie machov v pokryvnosti zvýšilo. Najvyššie hodnoty boli zaznamenané na neextrahovaných plochách lokality Jamy. Nebola tu iba najvyššia pokryvnosť, ale aj najviac kruhov, v ktorých sa mach nachádzal (81 kruhov zo 107). O niečo menšie hodnoty boli namerané na extrahovaných lokalitách. Na lokalite DD_EXT sa v roku 2011 mach vyskytoval iba s pokryvnosťou 0,07 %, zatiaľ čo v roku 2016 bola nameraná hodnota až 11,41 %. Je viditeľné, že na extrahovanej lokalite Danielov dom bol zistený najväčší nárast pokryvnosti machového poschodia a to z takmer nulového zastúpenia až o 11,34 %. Celková pokryvnosť machového poschodia na všetkých lokalitách spolu stúpila z 4,85 % na 14,65 %.

Nasledujúca tabuľka č. 2 uvádza všetky namerané hodnoty pokryvností machu spolu s počtami kruhov, v ktorých bol zaznamenaný. V tabuľke sú pre porovnanie uvedené aj celkové súčty kruhov na lokalitách.

Rok	Lokality spolu		DD_EXT		Jamy_EXT		Jamy_NEX	
	Celkový počet kruhov	Pokryvnosť v %	Celkový počet kruhov	Pokryvnosť v %	Celkový počet kruhov	Pokryvnosť v %	Celkový počet kruhov	Pokryvnosť v %
	Kruhy s machom		Kruhy s machom		Kruhy s machom		Kruhy s machom	
2011	205	4,85	56	0,07	40	4,97	109	7,25
	120		7		27		86	
2016	183	14,65	56	11,41	20	8,30	107	16,07
	113		23		9		81	

Tab. č. 2 Pokryvnosť machového poschodia na meraných lokalitách. Porovnanie dát z meraní 2011 a 2016.

V nasledujúcom grafe č. 4 je možné vidieť nárast pokryvnosti machového poschodia v období piatich rokov. Počet kruhov, v ktorých sa vyskytoval mach sa celkovo znížil z roku 2011 zo 120 na 113 (rok 2016). Je nutné pripomenúť, že pokles kruhov so zastúpením machu mohol byť ovplyvnený v dôsledku nenájdenej počas meraní 2016.



Graf č. 4 Graficky znázornená pokryvnosť machového poschodia na meraných lokalitách. Porovnanie dát z meraní 2011-2016.

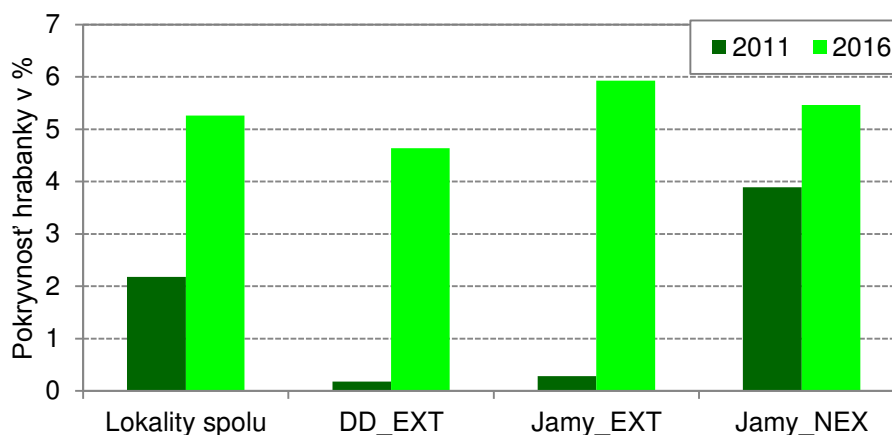
Pokryvnosť hrabanky

Za obdobie piatich rokov sa zastúpenie hrabanky v pokryvnosti zvýšila menej výrazne. Najväčšie hodnoty boli zaznamenané na lokalitách Jamy (extrahovanej aj neextrahovanej). Najväčší nárast bol ale nameraný na lokalite Jamy_EXT (5,65 %) a DD_EXT (4,46 %). Pokryvnosť hrabanky na neextrahovanej lokalite Jamy stúpila najmenej (1,57 %). Pre celú oblasť stúpilo zastúpenie hrabanky o 3,08 %.

Rok	Lokality spolu		DD_EXT		Jamy_EXT		Jamy_NEX	
	Celkový počet kruhov	Pokryvnosť v %	Celkový počet kruhov	Pokryvnosť v %	Celkový počet kruhov	Pokryvnosť v %	Celkový počet kruhov	Pokryvnosť v %
	Kruhy hrabanka		Kruhy hrabanka		Kruhy hrabanka		Kruhy hrabanka	
2011	205	2,18	56	0,18	40	0,28	109	3,89
	35		1		2		32	
2016	183	5,26	56	4,64	20	5,93	107	5,46
	56		15		8		33	

Tab. č. 3 Pokryvnosť hrabanky na lokalitách. Porovnanie dát z meraní 2011-2016.

V nasledujúcom grafe č. 5 je viditeľná zmena pokryvnosti hrabanky v období piatich rokov. Najväčší nárast pokryvnosti bol zaznamenaný na extrahovaných lokalitách.



Graf č. 5 Graficky znázornená pokryvnosť hrabanky na meraných lokalitách. Porovnanie dát z meraní 2011-2016.

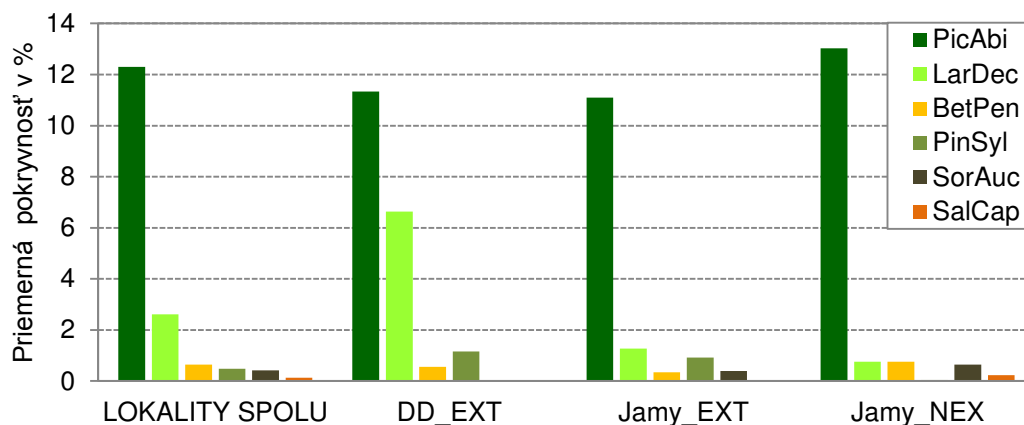
Pokryvnosť drevín

Najväčšiu pokryvnosť po smreku obyčajnom (*Picea abies*) mal smrekovec opadavý (*Larix decidua*). Ďalej bola nájdená breza previsnutá (*Betula pendula*), borovica lesná (*Pinus sylvestris*), jarabina vtáčia (*Sorbus aucuparia*) a vŕba rakytová (*Salix caprea*). Na extrahovaných lokalitách Jamy a Danielov dom mal väčšiu pokryvnosť smrekovec a borovica. Išlo o pokryvnosť prirodzeného zmladenia spolu s umelým zalesnením. Na bezzásahovej lokalite Jamy bola významnejšia pokryvnosť smreku, brezy a jarabiny. V nasledujúcej tabuľke č. 4. sú vyjadrené pokryvnosti drevín.

Rok	Lokalita	PicAbi	LarDec	BetPen	PinSyl	SorAuc	SalCap	SamNig
2011	LOKALITY SPOLU	2,78	0,43	0,14	0,01	0,08	0,02	0,01
	DD_EXT	2,00	1,41	0,20	0,00	0,01	0,00	0,05
	Jamy_EXT	0,85	0,08	0,13	0,07	0,04	0,03	0,00
	Jamy_NEX	3,87	0,04	0,12	0,00	0,12	0,02	0,00
2016	LOKALITY SPOLU	12,30	2,61	0,65	0,48	0,42	0,14	0,00
	DD_EXT	11,34	6,63	0,55	1,16	0,00	0,00	0,00
	Jamy_EXT	11,10	1,28	0,35	0,93	0,40	0,00	0,00
	Jamy_NEX	13,02	0,75	0,75	0,05	0,65	0,23	0,00

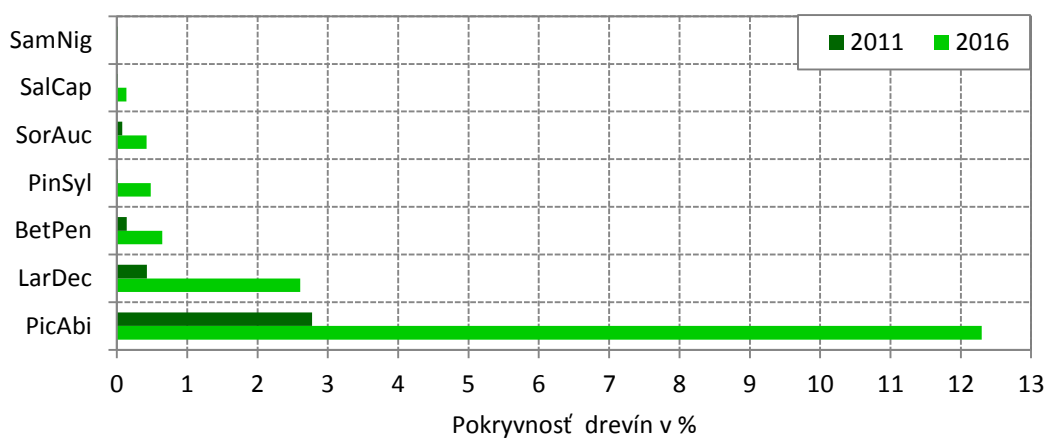
Tab. č. 4 Percentuálne pokryvnosti drevín vyskytujúcich sa na meraných lokalitách. Tabuľka obsahuje časové úseky meraní, rok 2011 a 2016.

Už prvé výsledky po kalamite ukázali, že na 85 % monitorovacích ploch sa vyskytovala obnova. Na skúmaných plochách prevládal smrek. Na kalamitisku s prirodzenou obnovou bol viditeľný vysoký podiel pionierskych drevín. V umelej obnove bolo výraznejšie zastúpenie ďalších drevín ako je borovica, smrekovec, jedľa, javor (Jankovič 2010).



Graf č. 6 Priemerná pokrývnosť zaznamenaných drevín pre celú oblasť a jednotlivé lokality v roku 2016.

Pri porovnávaní nameraných pokrývností z roku 2011 a z roku 2016 sa zistilo, že pokrývnosť drevín stúpla. V roku 2011 bola zaznamenaná na lokalite DD_EXT aj nízka pokrývnosť bazy čiernej (*Sambucus nigra*), ktorá ale v roku 2016 nebola nájdená. Graf pre rok 2011 sa nachádza v Prílohe 7.1. Okrem smrekového zmladenia bol zaznamenaný najväčší nárast zastúpenia u smrekovca, brezy a borovice. Graf č. 7. vyjadruje nárast pokrývností drevín počas piatich rokov pre celú oblasť spolu.



Graf č. 7 Pokrývnosť drevinného zmladenia za časový úsek 2011-2016 pre celú oblasť.

3.2. Smrekové zmladenie

Hustota smrekového zmladenia

Zistené výsledky sú interpretované v nasledujúcej tabuľke č. 5, v ktorej je možné podrobnejšie vidieť jednotlivé premerané roky. Grafické znázornenie lokalít je priložené v Prílohe 7.2.

Rok	LOKALITY SPOLU		DD_EXT		Jamy_EXT		Jamy_NEX	
	Počet kruhov	Počet smrekov	Počet kruhov	Počet smrekov	Počet kruhov	Počet smrekov	Počet kruhov	Počet smrekov
2011	90	534	13	66	9	29	68	439
2012	81	461	11	62	9	27	61	372
2016	74	389	11	57	4	5	59	327

Tab. č. 5 Počet smrekového zmladenia na lokalitách za merané obdobia. Obsahuje počty kruhov, na ktorých sa nachádzalo zmladenie a súčty nájdených a premeraných smrekov za dané obdobie.

Z uvedenej tabuľky je zrejmé, že jedincov na lokalitách a kruhoch ubudlo. Zatiaľ čo pri zakladaní plôch v roku 2011 bolo celkovo zaznamenaných 534 jedincov, o päť rokov neskôr ich bolo nájdených už o 145 kusov menej. Z celkového počtu z roku 2011 bolo v roku 2016 nájdených 72,9 %. Na lokalite DD_EXT bolo nájdených 86,4 %, na lokalite Jamy_NEX 74,5 % a na lokalite Jamy_EXT iba 17,2 %. Je nutné pripomenúť, že v roku 2016 nebola nájdená jedna plocha na lokalite Jamy_EXT, a tým sa znížil počet smrekov. S úbytkom smrekov sa znížili aj počty kruhov, na ktorých sa zmladenie vyskytovalo.

Analýza dát ukázala, že nezávisle na časovom období je najvyšší počet smrekového zmladenia na lokalite Jamy_NEX. Na extrahovaných lokalitách bol počet smrekov výrazne nižší. Pre lepšie porovnanie lokalít a zmeny stavu za časové obdobie boli počty smrekov prepočítané na $\text{ks} \cdot \text{ha}^{-1}$. Plocha jednotlivých lokalít sa stanovila z celkového počtu kruhov na príslušnej lokalite. Každý kruh mal výmeru $3,14 \text{ m}^2$. V nasledujúcej tabuľke je viditeľné zmenšenie plochy pri meraniach 2016, pretože sa nenašli dva kruhy na lokalite Jamy_NEX. V dôsledku nenájdenia jednej z dvoch plôch na lokalite Jamy_EXT bola táto lokalita vyradená z analýzy hustoty smrekového

zmladenia. Výsledky by neodpovedali skutočnosti a hustota smrekového zmladenia na lokalite by bola skreslená.

V priebehu časového úseku od prvého merania po meranie v lete 2016 sa znížila hustota počtu smrekového zmladenia ks.ha^{-1} pre celú oblasť. Zatiaľ čo v roku 2011 bola hustota 8.296 ks.ha^{-1} o päť rokov neskôr sa znížila o 1.526 ks.ha^{-1} . Tabuľka č. 6 je zameraná aj na jednotlivé lokality počas všetkých troch období meraní. Zistilo sa, že najväčšia hustota zmladenia je na lokalite Jamy_NEX. Lokalita DD_EXT má preukázateľne nižší počet smrekov. Podrobnejšia tabuľka s prepočtom plôch je k nahliadnutiu v Prílohe 7.2.

Rok	LOKALITY SPOLU		DD_EXT		Jamy_NEX	
	Plocha v m^2	Počet ks.ha^{-1}	Plocha v m^2	Počet ks.ha^{-1}	Plocha v m^2	Počet ks.ha^{-1}
2011	643,7	8.296	175,8	3.754	342,3	12.825
2012	643,7	7.162	175,8	3.527	342,3	10.868
2016	574,6	6.770	175,8	3.242	336,0	9.732

Tab. č. 6 Vyjadrenie nájdených jedincov smreku v ks.ha^{-1} . Plocha v ha bola prepočítaná z celkovej výmery plôch kruhov.

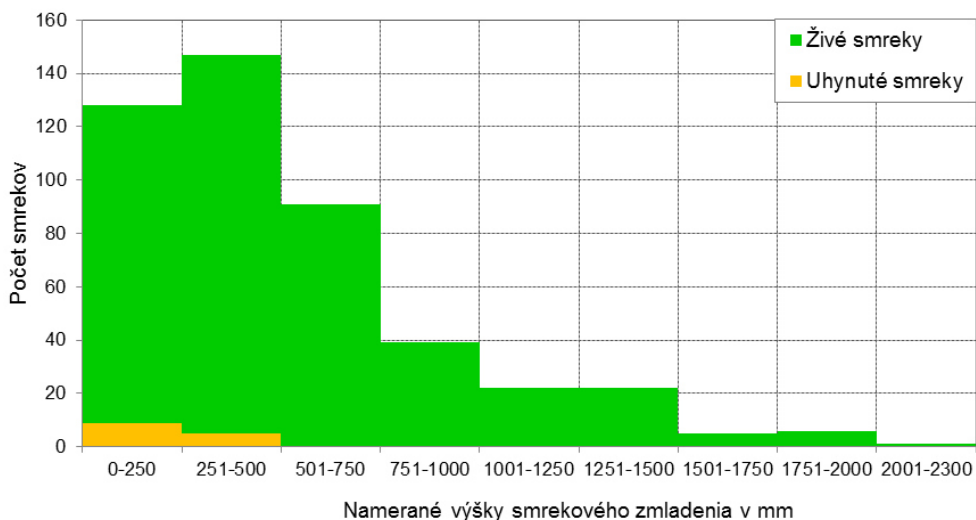
Už v minulých meraniach bolo zistené, že najväčšie množstvo smrekového zmladenia sa vyskytovalo na východne a severne orientovaných svahoch. Tiež sa zistilo, že východne orientované stanovištia mali najvyššiu vlhkosť, čo potvrdzoval aj výskyt vlhkomilnej vegetácie (Michalová 2012).

Úmrtnosť

Zo žijúcich 461 jedincov v roku 2012 prežilo obdobie štyroch rokov 376 kusov. Z uvedených žijúcich smrekov nebolo nájdených 58 jedincov. Je pravdepodobné, že väčšina z nenájdených bolo v čase meraní uhynutých, dokázať to však nebolo možné. Stávalo sa, že v hlúčikoch sa nepodarilo smreký nájsť, alebo bol nájdený iba štítok s označením bez stromu. Preto boli do mortality zahrnutí iba jedinci, pri ktorých bola úmrtnosť preukázaná.

Z celkového súčtu uhynulo 14 jedincov (3,04 % smrekov). K týmto uhynutým smrekom boli z roku 2012 stanovené nasledujúce dáta. Medián

výšky v roku 2012 bol 223,5 mm. Výšky sa pohybovali v rozpätí od 100 do 307 mm. Pre porovnanie, rozpätie všetkých nameraných výšok jedincov z roku 2012 sa pohybovalo od 60 mm do 2290 mm. Na základe nižšie uvedeného histogramu nameraných výšok je možné všimnúť si, že uhynuli menší jedinci. Zo zaznamenaných poznámok počas meraní sa zistilo, že k mortalite došlo v dôsledku veľkej konkurencie, zavalenia iným stromom alebo uschnutím.



Graf č. 8 Histogram nameraných výšok v období 2012 zobrazuje výšky smrekového zmladenia živých jedincov a výšky uhynutých jedincov.

Na lokalite DD_EXT bol nájdený iba jeden uhynutý smrek, na lokalite Jamy_NEX to bolo spolu 13 jedincov. Nasledujúca tabuľka č. 7 zobrazuje úhyn smrekového zmladenia na konkrétnych kruhoch.

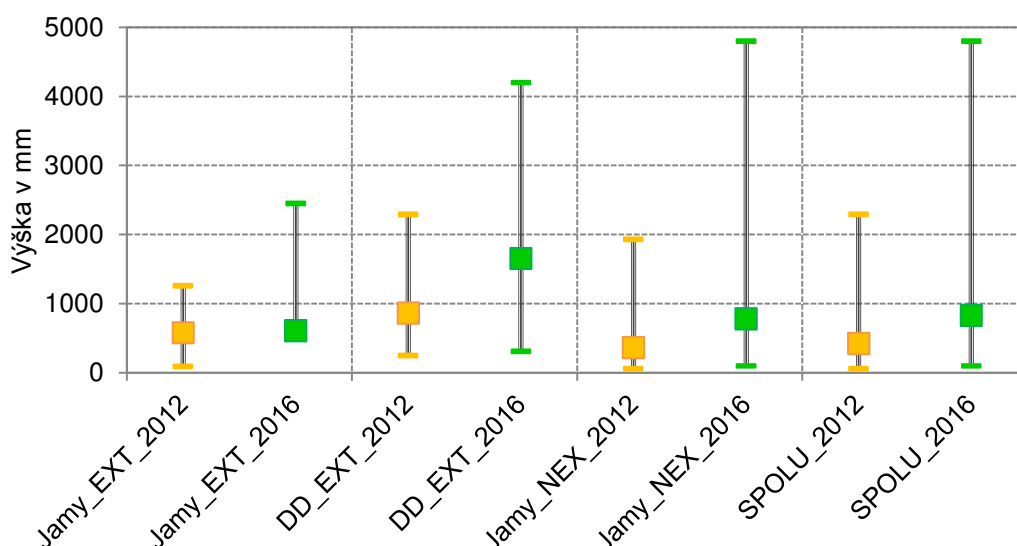
Lokalita	Plocha	Kruh	Počet uhynutých jedincov
DD_EXT	13	30	1
Jamy_NEX	004	k9	5
		k15	1
	005	k33	1
		k35	1
		k37	1
	009	k46	2
	012	67	1
013	84	1	

Tab. č. 7 Mortalita smrekového zmladenia na monitorovacích lokalitách.

Rast smrekového zmladenia

Zo 460 jedincov z roku 2012 bola najnižšia nameraná výška 60 mm a naopak najvyššia výška dosahovala hodnotu 2290 mm. Medián nameraných výšok z roku 2012 sa zvýšil z 425 mm na 835 mm (rok 2016). V roku 2016 bolo zmeraných 389 výšok s najnižšou hodnotou 100 mm a najvyššou 4800 mm.

Zistilo sa, že najväčší medián výšky z meraní 2016 bol zaznamenaný na extrahovanej lokalite Danielov dom (1655 mm). Pre porovnanie bol medián nameraných výšok na extrahovanej lokalite Jamy 610 mm a na neextrahovanej lokalite Jamy 780 mm. Nasledujúci graf č. 9 obsahuje najmenšie a najväčšie výšky a tiež mediány výšok. Podrobné údaje sú priložené v Prílohe 7.2.



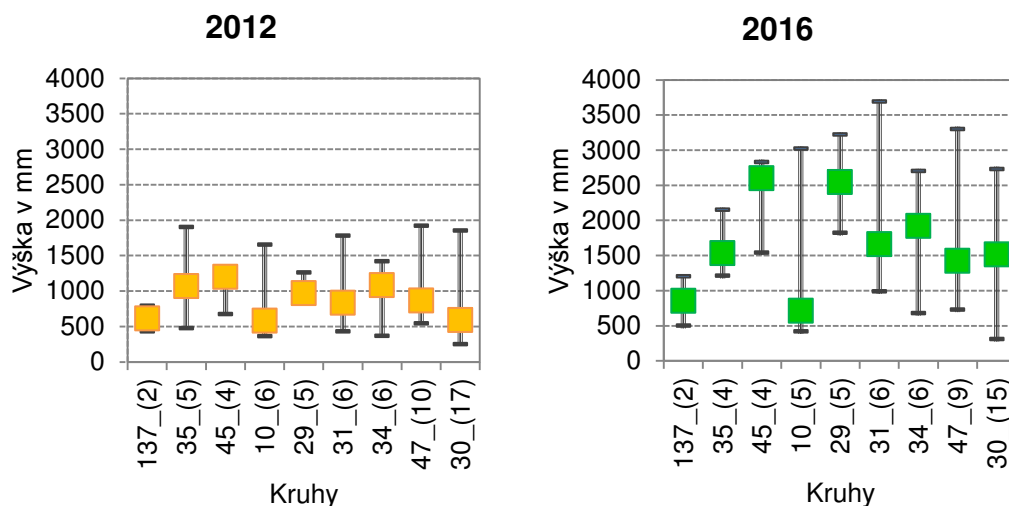
Graf č. 9 Zobrazenie výšok smrekového zmladenia na lokalitách za obdobie 2012-2016. Graf znázorňuje najmenšiu a najväčšiu nameranú výšku a medián všetkých nameraných výšok.

Z grafu je možné vidieť, že najväčší medián výšky je zaznamenaný na lokalite DD_EXT. Rovnakým spôsobom boli skúmané aj kruhy, na ktorých bolo nájdené smrekové zmladenie. Z meraní 2016 bolo nájdených 389 smrekov na 74 kruhoch. Najväčší počet kruhov so smrekovým zmladením bolo zaznamenaných na lokalite Jamy_NEX (59 kruhov). Na lokalite DD_EXT boli smrekové zmladenia nájdené na 11 kruhoch. V kruhoch bolo nájdených 1 až 15 smrekov. Rozpätie výšok sa tu pohybovalo od 320 mm do 4200 mm. Pre

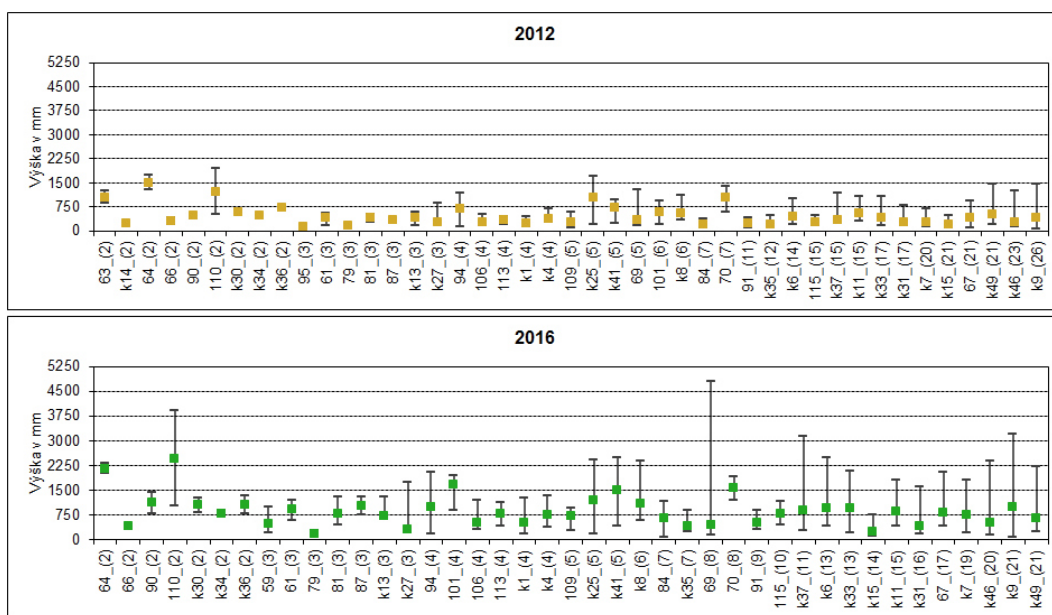
porovnanie sa extrahovanej lokalite Danielov dom v roku 2012 medián výšky pohyboval v rozpätí od 550 mm do 2290 mm.

Neextrahovaná lokalita Jamy, ktorá sa vyznačovala najvyšším počtom smrekov má v porovnaní s vyťaženu oblasťou Danielov dom medián nameraných výšok menší. Zatiaľ čo medián výšky na lokalite DD_EXT bol 1655 mm, vypočítaná hodnota na neextrahovanej lokalite bola viac než o polovicu menšia (780 mm). V kruhoch, ktorých bola hustota smrekového zmladenia menšia, boli namerané výšky väčšie ako na kruhoch, kde bol zaznamenaný väčší počet jedincov. Rozpätie výšok sa na lokalite Jamy_NEX pohybovalo od 100 do 4800 mm (pre porovnanie bolo v roku 2012 výškové rozpätie 60 - 1930 mm). V Prílohe 7.2 je priložená tabuľka, ktorá poskytuje konkrétne informácie o každom kruhu, v ktorom bolo nájdené smrekové zmladenie.

Pre získané hodnoty výšok jedincov smreku boli zostrojené grafy pre rok 2012 a následne tiež pre rok 2016. Do grafického znázornenia extrahovanej lokality Danielov dom boli pridané aj dáta z lokality Jamy_EXT, kde bolo nájdených len 5 smrekov. Medián výšky sa na tejto monitorovacej lokalite zvýšil z 580 mm na 610 mm. V grafickom znázornení sú zobrazené kruhy s počtom premeraných smrekov dva a viac. Kruhy, ktoré obsahovali iba jeden smrek by grafické znázornenie skreslili. Z uvedených grafov je možné vidieť, že mediány výšok na extrahovaných lokalitách sa za obdobie štyroch rokov zmenili výraznejšie ako mediány na neextrahovanej lokalite Jamy. Na Jamy_NEX bolo zistených niekoľko kruhov, kde sa výšky zmenili výraznejšie, ale prevláda množstvo kruhov, s menším mediánom výšok. Niektoré kruhy nebolo možné porovnať, pretože jedinci smreku neboli nájdení, alebo naopak boli nájdení noví, ktorí v roku 2012 neboli zaznamenaní.



Graf č. 10 Porovnanie nameraných výšok 2012 – 2016 na kruhoch extrahovaných lokalít. Zobrazené sú kruhy, v ktorých boli nájdené minimálne dva smrek. Kruhy sú zoradené podľa počtu smrekového zmladenia. Popis kruhu zahŕňa názov kruhu a počet smrekov (v zátvorke).

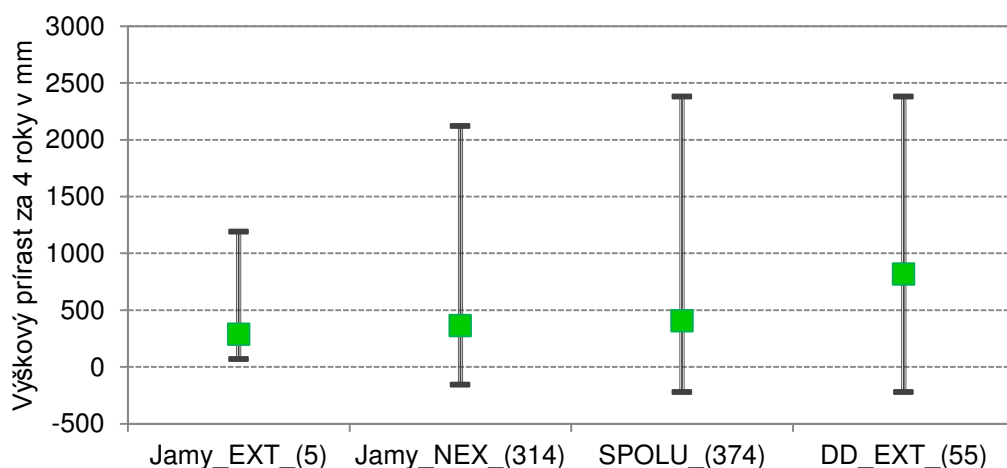


Graf č. 11 Porovnanie nameraných výšok 2012 – 2016 na kruhoch neextrahovanej lokality. Zobrazené sú kruhy, v ktorých boli nájdené minimálne dva smrek. Kruhy sú zoradené podľa počtu smrekového zmladenia. Popis kruhu zahŕňa názov kruhu a počet smrekov (v zátvorke).

Prírast smrekového zmladenia

Bolo zistené, že lokalita DD_EXT bola charakteristická väčším prírastom a mediánom nameraných výšok ako lokalita Jamy_NEX. Oproti tomu však mala lokalita Jamy_NEX väčšiu variabilitu zaznamenaných výšok. Väčšie rozpätie výšok tak vytvára aj výškovo diferencovanejší porast, ktorý prispieva z lesníckeho hľadiska k vyššej stabilite porastu.

Na základe nameraných výšok počas terénneho výskumu 2016 a poskytnutých dát z posledných meraní 2012 bol stanovený prírast. Spolu 374 porovnateľných smrekov z celej oblasti malo za štyri roky priemerný prírast 406,5 mm. Odlišné dáta boli zistené pre jednotlivé lokality v oblasti. Najvyšší priemerný prírast bol na lokalite DD_EXT, a to až 820 mm. Skúmaných tu bolo 55 porovnateľných smrekov. Naopak na lokalite Jamy_NEX, kde bolo nájdených smrekov najviac, bol priemerný prírast výrazne nižší (365 mm z 314 porovnateľných smrekov). Najmenší prírast bol zistený na extrahovanej lokalite Jamy (290 mm na skúmaných 5 smrekoch). Je nutné pripomenúť, že na zmienenej lokalite nebola nájdená jedna z dvoch monitorovacích plôch. Graf č. 12 zobrazuje minimálny, maximálny prírast a medián prírastu pre celú skúmanú oblasť a jednotlivé lokality. Dáta sú zoradené podľa výšky zisteného mediánu prírastu.

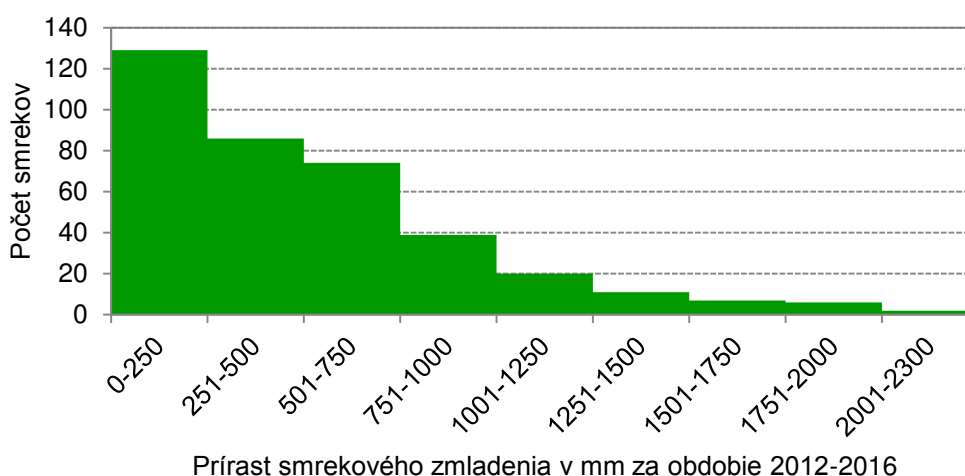


Graf č. 12 Zobrazenie priemerného prírastu za obdobie štyroch rokov. Priemerný prírast bol vypočítaný z 374 porovnateľných jedincov.

Pri zameraní na priemerný prírast v kruhoch bolo zistené nasledovné. Na lokalite DD_EXT bol stanovený prírast na 9 porovnateľných kruhoch.

Priemerný prírast sa pohyboval v rozpätí 240 – 1910 mm. Hustota smrekového zmladenia v kruhoch bola prevažne nízka (1 – 9 smrekov). Iba v jednom kruhu bolo zaznamenaných až 15 jedincov, kde bol priemerný prírast 730 mm. Na lokalite Jamy_NEX bol prírast stanovený na 56 porovnateľných kruhoch. Hustota smrekového zmladenia tu bola oproti Danielovmu domu výrazne vyššia. Zaznamenaných bolo maximálne až 26 jedincov v jednom kruhu. Najmenší prírast mal iba 20 mm a najväčší 1760 mm. Na neextrahovanej lokalite boli väčšie prírasty namerané v kruhoch, kde sa nachádzal nízky počet smrekov (najčastejšie jeden).

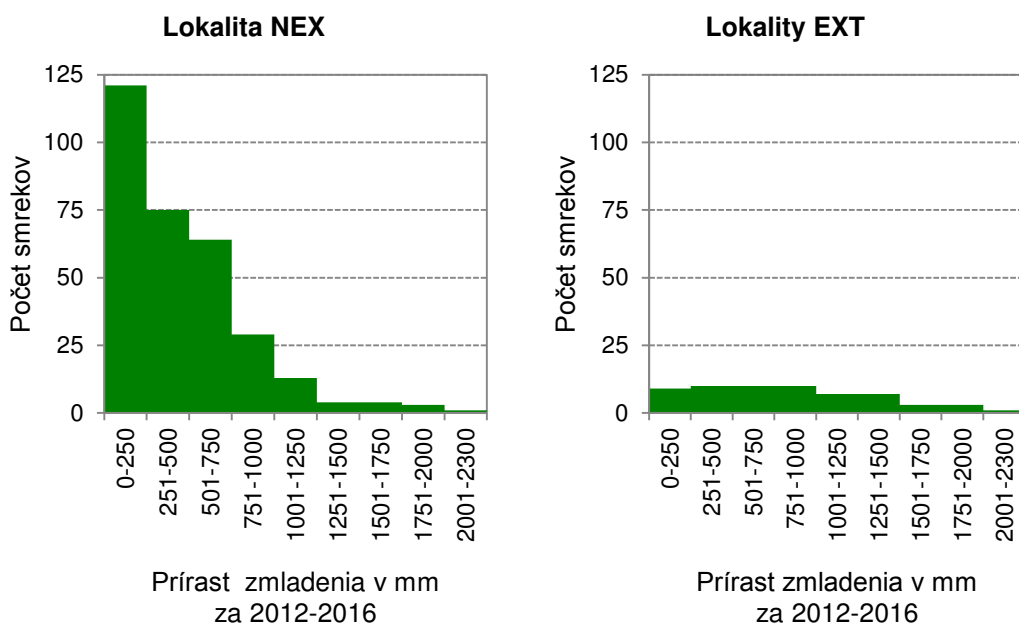
Zistené hodnoty prírastu smrekového zmladenia boli zoradené podľa veľkosti do skupín. Vytvorený bol histogram prírastu, na základe ktorého bolo zistené, že najviac jedincov zmladenia spadalo do skupiny prírastu 0-250 mm (129 smrekov) a skupiny 251-500 mm (86 smrekov). S vyšším prírastom sa počet smrekov znižoval. Nasledujúce grafické znázornenie poukazuje na všetky skupiny zisteného prírastu pre celú oblasť. Použití boli všetci 374 porovnateľní jedinci.



Graf č. 13 Histogram prírastu, ktorý zobrazuje počty smrekov v závislosti na príraste v mm za obdobie štyroch rokov (2012 – 2016).

Rovnakým spôsobom boli spracované prírasty smrekového zmladenia pre skúmané lokality. Z dôvodu malého počtu prírastov na lokalite Jamy_EXT boli tieto prírasty pričlenené k lokalite DD_EXT. Z nasledujúcich histogramov je viditeľné, že významný podiel prírastov (smrekového zmladenia) je na lokalite Jamy_NEX. Histogram zobrazuje obdobné výsledky ako histogram

pre celú monitorovaciu oblasť, príčinou je veľká prevaha smrekového zmladenia na neextrahovanej lokalite (314 jedincov). Prírasty extrahovaných lokalít sú zaznamenané na malom počte smrekového zmladenia (60 jedincov) a vykazujú približne rovnomerne rozvrhnuté hodnoty.



Graf č. 14 Histogramy prírastu pre neextrahovanú lokalitu Jamy a extrahované lokality Danielov dom a Jamy. Zobrazenie prírastu v mm je za obdobie štyroch rokov (2012 – 2016).

4. Diskusia

4.1. Biodiverzita vegetácie

Druhovú bohatosť vegetácie

Výskyt druhov vegetácie závisí na rôznych faktoroch, biotických či abiotických. Už počas minulých výskumov bolo zistené, že rozhodujúcim faktorom pre produkciu bylinnej biomasy je teplota vzduchu, konkurencia a vlhkosť (Fleischer, Homolová 2011). Dôležité je mikrostanovište na skúmaných plochách. Už v minulom výskume lokalít bola nameraná vyššia vlhkosť na neextrahovanej lokalite (v machoch, kmeňoch, hrabanke, konároch a stojacích suchároch) a jej vlhších miestach v poraste. Naopak nižšia vlhkosť bola zaznamenaná v kríkoch, trávach a machoch extrahovaných lokalít (Michalová 2012). Táto skutočnosť bola potvrdená aj pri výskume v roku 2010 (Křížová a kol. 2010).

Vegetačné zloženie zistené počas výskumu 2016 odpovedá zisteným teóriám. Na polome bolo zaznamenané výraznejšie zastúpenie vlhkomilnejších druhov (*Oxalis acetosella*, *Dryopteris dilatata*, *Dryopteris filix-mas* a *Athyrium distentifolium*), ktoré odpovedajú druhovému zloženiu pôvodného lesa. Naopak druhové zloženie vyťažených lokalít odpovedá suchším a svetlomilnejším druhom (*Calamagrostis villosa*, *Calluna vulgaris*, *Epilobium angustifolium*, *Vaccinium vitis-idaea* a iné). Druhy *Vaccinium myrtillus* a *Vaccinium vitis-idaea* sa spoločne vyskytovali na tienistých svahoch severných a východných orientácií, kde bol zaznamenaný aj najhlbší profil nadložného humusu. Pôdna vlhkosť sa prejavila na pokryvnosti vegetácie, nie však na počte smrekového zmladenia (Michalová 2012).

Pri porovnaní pokryvností druhov za obdobie piatich rokov boli zistené mierne zmeny. Všeobecne stúplo zastúpenie druhu *Calamagrostis villosa*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea* a tiež *Rubus idaeus*. Pokles bol zaznamenaný u druhov *Avenella flexuosa* a *Epilobium angustifolium*. Podrobnejšie zistenia sú k dispozícii v časti výsledkov druhovej bohatosti vegetácie.

Calamagrostis villosa a *Epilobium angustifolium* sú edifikátormi bylinného poschodia typických rúbaniskových druhov svetlomilných tráv na

extrahovaných lokalitách. Výrazný podiel tráv, hlavne *Calamagrostis villosa*, na extrahovaných lokalitách bol zaznamenaný aj počas skúmania v roku 2013 (Kalúz a kol.2013). Druhovú diverzitu zabezpečená pestrosťou mikrostanovišť na lokalite Jamy_NEX vytvára podmienky pre tieňomilnejšie druhy *Vaccinium myrtillus*, *Oxalis acetosella* a *Maianthemum bifolium*. Dominantným pre celú oblasť ale ostáva svetlomilný druh *Calamagrostis villosa*. Dôvodom môže byť mimoriadna variabilita druhu, ktorý v hustých trsoch dokáže účinne znížiť stratu vlhkosti výparov aj na extrahovaných lokalitách. Vysoká pokrývnosť tohto druhu vytvára mohutné vrstvy koreňov, odumretých a živých trsov, ktoré izolujú voči prestupu tepla (Křížová a kol. 2010). Stabilnejšie druhové zloženie na lokalite Jamy_NEX hovorí o relatívne plynulejšom priebehu sukcesie (Budzáková, Galvánek 2009).

Druh *Calluna vulgaris* obsadzoval vysychavé stanovištia extrahovaných lokalít, na ktorých bol zaznamenaný aj nízky počet zmladenia (Michalová 2012). V neextrahovanej oblasti je zaznamenaný nižší počet semenáčikov a mladých stromčekov smreku pri určitých druhoch papradí a tráv. Ide o druhy *Athyrium distentifolium*, *Avenella flexuosa* a *Calamagrostis villosa* (Budzáková a kol. 2009). Trávy podobné *Calamagrostis villosa* sú veľkými konkurentmi pre mladé zmladenie a iné druhy vegetácie (Fischer a kol. 2015).

Pokrývnosť machového poschodia a hrabanky

Pri analýze hrabanky za päť rokov bolo zistené, že na extrahovaných lokalitách bola pokrývnosť zvýšená v najväčšom rozsahu. Toto zistenie môže odpovedať skutočnosti, že sa za merané obdobie stúpila pokrývnosť drevín a tým sa zvýšil objem opadu na plochách. Na neextrahovanej lokalite stúpila pokrývnosť nevýrazne. Výraznejšie pokrývnosti hrabanky boli zaznamenané na lokalitách Jamy, kde sa vyskytuje najviac zmladenia.

Pri porovnaní výskytu machu za päť rokov bola zaznamenaná zmena pokrývností. Zaujímavý bol nárast pokrývnosti machu na DD_EXT, ktorý bol z lokalít najvýraznejší. Mohlo sa tak stať v dôsledku zvýšenej pokrývnosti zmladenia, ktorá spôsobila zatienenie prízemnej vegetácie. Vplyv svetla a vplyv smrekov na pokrývnosť machorastov sa prejavuje odlišne v závislosti od druhov machu (Glončák 2009). Najvyššia pokrývnosť machu sa

nachádzala na lokalite ponechanej na samovývoj. Na extrahovaných lokalitách boli zaznamenané nižšie hodnoty.

Na mikrostanovištiach machorastov a smrekového opadu sa najmladšie smrekové jedince vyskytujú najčastejšie (Glončák 2010). Táto teória sa potvrdila na lokalite Jamy_NEX, kde bol zaznamenaný najväčší výskyt machov a najvyšší počet smrekového zmladenia zo všetkých lokalít. Potvrdilo sa aj zistenie z predchádzajúceho výskumu na monitorovaných plochách. Zistilo sa, že s rastúcim zastúpením hrabanky a konárov klesala priemerná výška, hrúbka a vek smrekov. V machoch bolo nachádzané aj nižšie a tenšie zmladenie smreku (Michalová 2012). Toto zistenie potvrdzujú aj výsledky rozšírenia smreku v západných Karpatoch (Dovčiak a kol. 2007). Na neextrahovanej lokalite, kde je výskyt machu, hrabanky a konárov najväčší bola zistená menšia priemerná výška zmladenia ako na extrahovaných lokalitách s nižšou pokrývnosťou hrabanky a machu. V machoch (v rodoch *Dicranum*, *Pleurozium*, *Plagiomnium* a *Hypnum*) sa našlo početné zmladenie (Michalová 2012). Výskyt machorastov spolu so zmladením smreka súvisí s ich rastom na mŕtvom dreve vo vyšších stupňoch rozkladu (Glončák 2009). Machy sú známe ako najlepší podklad pre vznik prirodzenej obnovy, pretože obsahujú zásobu vlahy pre nálet a budúcu kultúru (Svoboda a kol. 1952).

Pokryvnosť drevín

Druhovú skladbu obnovy sa líšila v závislosti na managemente jednotlivých lokalít. Výrazné zastúpenie na monitorovacích plochách mali okrem smreku svetlomilné druhy *Larix decidua*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Sorbus aucuparia* a *Salix caprea*. Pri porovnaní stavu zastúpenia drevín na skúmaných plochách za päť rokov bol zistený najvýraznejší nárast pokrývnosti smreka, smrekovca a brezy.

Extrahované lokality mali väčšie zastúpenie smrekovca opadavého a borovice lesnej, naopak nevyťažaná lokalita vykazovala vyššie hodnoty u smreka obyčajného, brezy previsnutej a jarabiny vtáče. V malom rozsahu bola zaznamenaná aj vrba rakytová. Zastúpenie smrekovca a brezy bolo výraznejšie ako hodnoty ostatných drevín. Je známe, že počas sukcesného

vývoja lesa po disturbancii nastupujú pionierske, slnko tolerujúce dreviny, ktoré vytvárajú podmienky pre náročnejšie druhy drevín (Korpeľ a kol. 1991).

Podobné výsledky evidovali na plochách aj v roku 2010 (Fleischer, Homolová 2012). Výsledky potvrdzuje aj sledovanie revitalizácie kalamitiska (Šebeň a kol. 2011). Prirodzená obnova je priemerne veľmi bohatá z hľadiska počtu jedincov aj druhovej skladby. Potvrdil sa tiež výsledok, že podiel borovice a smrekovca je v prirodzenej obnove nízky, dominuje tu smrek, breza, jarabina a vŕba (Šebeň a kol. 2011).

Z výskumu je možné vyhodnotiť, že pokryvnosť prípravných drevín rýchlejšie stúpa na lokalite DD_EXT. Zvýšenie pokryvností drevín počas doby medzi meraniami môžu odpovedať skutočnosti, že prípravné dreviny po disturbancii vykazujú zrýchlený rast a veľkú regeneračnú schopnosť (Vodde a kol. 2015). Pre podobné dreviny ako je breza, štúdie ukázali, že zvýšené zastúpenie bude charakteristické pre niekoľko desaťročí (Ilisson a kol. 2007). Výskyt smrekovca a listnatých drevín v poraste napomáha odolnosti pomocou ich vetru priepustnou korunou. Druhová diverzita zvyšuje stabilitu porastu (Konôpka, Konôpka 2008).

4.2. Smrekové zmladenie

Hustota smrekového zmladenia

V priebehu štyroch rokoch vývoja bolo zistené, že počet smrekového zmladenia na skúmaných lokalitách klesol. Pri analýze početnosti smrekového zmladenia bol výrazne nižší počet jedincov zaznamenaný na extrahovaných lokalitách. Zníženie počtu smrekov ovplyvnila skutočnosť nenájdenia jednej z dvoch lokalít Jamy_EXT. Tým sa zmenšila výmera monitorovacej plochy, a tiež sa znížil počet jedincov smrekového zmladenia. Na extrahovaných lokalitách malo zmladenie pravidelné rozmiestnenie (Michalová 2012).

Najvyšší počet (hustota) jedincov smreku bol nezávisle v čase zaznamenaný na lokalite Jamy_NEX, na území ponechanom na samovývoj. V roku 2010 sa v skúmanej oblasti zistilo, že prirodzené zmladenie sa na kalamitných plochách vyznačuje vysokou variabilitou a výskytom v hlúčkoch. K priestorovej distribúcii prirodzeného zmladenia prispieva heterogenita mikroreliefových a vlhkostných pomerov (Fleischer, Homolová 2012).

Celková heterogenita v porastoch bola zaznamenaná na extrahovaných lokalitách nižšia ako v bezzásahovej oblasti (Michalová a kol. 2017). Na lokalite ponechanej na samovývoj pôsobí mŕtve drevo ako substrát pre obnovu novej generácie dreva. Plní funkciu zásobárne živín a chráni semenáčky pred konkurenčnou vegetáciou (Bače a kol. 2015). Na plochách s podielom mŕtveho dreva sa vyskytuje vysoký počet jedincov zmladenia (Svoboda 2005). Smrekové zmladenie osídľuje skôr drevnú hmotu vyšších rozkladových stupňov (Zielonka 2006).

Počas porovnávaného výskumu 2010-2011 boli tiež zaznamenané výraznejšie počty smrekov na bezzásahovej lokalite Jamy. Nachádzalo sa tu aj zmladenie najnižších vekových kategórií. Lesné byliny *Oxalis acetosella* a *Vaccinium vitis-idaea* mali pozitívny vplyv na počet smrekov na mikrostanovištiach so zastúpením lesných druhov. Vo vyťaženej oblasti prežilo len staršie zmladenie, mladšie bolo pravdepodobne zničené pri ťažbe (Michalová 2012). Na extrahovaných vyčistených plochách sa ľahšie šíria trávy, hlavne *Calamagrostis villosa*. Zabraňujú prirodzenej regenerácii smrekového zmladenia a znižujú počty smrekov na extrahovaných plochách (Michalová a kol. 2017).

Úmrtnosť

Z celkového súčtu jedincov uhynul za obdobie štyroch rokov nízky počet smrekového zmladenia. Pri monitoringu sa niekoľko smrekov nepodarilo nájsť, táto skutočnosť mohla do značnej miery skresliť výsledky mortality. Do mortality boli zahrnutí iba jedinci, ktorých úmrtnosť bola preukázaná. Vyššia úmrtnosť bola zaznamenaná na neextrahovanej lokalite. Je potrebné pripomenúť, že na lokalite Jamy_NEX sa ale vyskytuje väčší počet zmladenia ako na extrahovaných lokalitách.

Štúdie ukazujú, že s rastúcou výškou a vekom mortalita zmladenia smreku klesá. Najvyššia úmrtnosť je zaznamenaná u jednoročných semenáčikov (Zenáhlíková a kol. 2011). Vysoká mortalita u týchto jedincov je preukázaná z dôvodu veľkého konkurenčného boja pri väčšom počte jedincov (Jadud' a kol. 2014). Táto teória sa potvrdila pri analýze úmrtnosti smrekového zmladenia. Výšky uhynutých smriečkov sa v roku 2012

pohybovali v rozpätí od 100 do 307 mm. Zistilo sa, že uhynuli menší jedinci v dôsledku veľkej konkurencie, uschnutím alebo zavalením iným stromom.

Rast a prírast smrekového zmladenia

Na základe pôsobenia biotických a abiotických faktorov v dobe medzi meraniami sa dalo očakávať, že sa na lokalitách zmení počet smrekov, hustota a tiež výšková variabilita. Výškový rast a prírast sú ovplyvňované hlavne klimatickými faktormi, a to priemernou teplotou a zrážkami (Vencurik a kol. 2013). Už priebežné prvé výsledky z hodnotenia rastových pomerov naznačovali, že v porastoch dochádza k zvýšenej tvorbe prírastu (Fleischer, Homolová 2012).

Ukázalo sa, že za obdobie štyroch rokov, boli zaznamenané hodnoty výšok a prírastu výraznejšie na DD_EXT s nízkym počtom zmladenia než na Jamy_NEX, kde bol počet jedincov oveľa vyšší. Bolo zistené, že lokalita DD_EXT bola charakteristická väčším prírastom a mediánom nameraných výšok ako lokalita Jamy_NEX. Oproti tomu však mala lokalita Jamy_NEX väčšiu variabilitu zaznamenaných výšok. Väčšie rozpätie výšok tak vytvára aj výškovo diferencovanejší porast, ktorý prispieva z lesníckeho hľadiska k vyššej stabilite porastu.

Porovnaním výsledkov z roku 2012 boli zistené podobné výsledky ako v roku 2016. Počas posledných meraní boli tiež najvyššie výšky zaevidované na lokalite DD_EXT. Lokalita Jamy mala namerané hodnoty výšok nižšie. Dá sa preto povedať, že sa za obdobie štyroch rokov vývoj rastu nemení.

Po prerastení vrstvy padlých stromov v bezzásahových oblastiach, ktorá tieni zmladeniu pod ním, sa dá u jedincov očakávať rýchlejšie tempo rastu (Ilisson a kol. 2007). Malé smriečky rastú pomaly a majú pomerne plytký koreňový systém, preto nie sú dobre vybavené súťažiť s prízemnou vegetáciou (Rozman a kol. 2015). Minulý výskum z roku 2010-2011 ukázal, že podmienky rúbanísk dovoľujú odrastanie skôr staršieho zmladenia. Rúbaniská však nepodporujú vznik zmladenia ani výskyt najnižších vekových kategórií (Michalová 2012). Je známe, že zmladenie rastie inak pod plným osvetlením než v zatičení pod zápojom.

Ďalšie výskumy smreku obyčajného po disturbanciách ukazujú, že zmladenie rastúce pod plným zápojom má regeneračnú hustotu vyššiu ale

výškovo homogénnu. Oproti tomu zmladenie na mikrostanovištiach ovplyvnených pokryvnosťou bylinnej vegetácie má regeneračnú hustotu nižšiu, ale s väčšou výškovou heterogenitou (Bače a kol. 2015). To znamená, že pre výskyt a vitalitu smrekového zmladenia je dôležité mikrostanovište. Rôzne faktory a podmienky konkrétneho mikrostanovišťa sa odzrkadľujú na raste jedincov.

Ak porovnáme obnovu skúmaných lokalít, je viditeľné, že neextrahovaná plocha dosahuje lepších výsledkov, než extrahovaná. Sledovanie rastovej dynamiky smrekových kultúr na Šumave tiež poukazuje na problémy spojené s umelou obnovou. Na základe extrémnych klimatických podmienok, odstránenia organickej hmoty a straty ochranného vplyvu materského porastu dochádza k značnému poškodeniu sadeníc, a tým k zníženiu rastu kultúr (Remeš, Ulbrichová 2001). Horské smrekové lesy postihnuté rôznymi disturbanciami sa všeobecne bez zásahu človeka dokážu obnovovať veľmi dobre (Jonášová, Matějková 2007).

Kritický pohľad na zber dát

Použitá metodika a dizajn zberu dát mala svoje výhody a nevýhody. V monitorovanej oblasti nebolo možné založiť rovnomerne rozmiestnené výskumné plochy z dôvodu mimoriadne členitého terénu a ťažkého prístupu k plochám (hlavne na lokalite ponechanej na samovývoj). Plochy však boli zakladané tak, aby rovnomerne pokryli vybrané lokality. Stredové body boli vždy umiestňované v údolí alebo na vyvýšenine. Pri zakladaní plôch sa dbalo o reprezentatívnosť, vyváženosť a pravidelnosť (Michalová 2012). Za výhodu môžeme považovať rôznorodosť výskytu vegetácie a drevnej biomasy v kruhoch. Na plochách sa vyskytovali kruhy so smrekovým zmladením, ale aj kruhy bez zmladenia. Tiež je nutné zdôrazniť, že odhadom zistené hodnoty počas meraní 2010-2011 sa môžu líšiť s hodnotami z meraní 2016. Môže za to fakt, že merania v teréne neprevádzali rovnakí pracovníci a každý z nich mal iný odhad. Preto je potreba brať namerané hodnoty ako približné a orientačné.

5. Záver

So zvýšením výskytu disturbancií v horských smrekových lesoch stúpol záujem o skúmanie problematiky prirodzenej obnovy lesa. Cieľom práce bolo porovnať sukcesiu lesa, obnovu vegetácie a drevín v oblastiach zasiahnutých veternou kalamitou, ktoré boli vyťažené alebo ponechané na samovývoj.

Výskum počas vegetačnej sezóny 2016 priniesol niekoľko poznatkov a potvrdil vývoj zasiahnutých porastov. Druhové zloženie vegetácie sa v porovnaní s uskutočneným monitoringom v sezóne roku 2010-2011 výrazne nezmenilo. Na polome sa potvrdilo zastúpenie vlhkomilnejších druhov, ktoré odpovedajú zloženiu pôvodného lesa. Na vyťažených lokalitách druhové zloženie odpovedá suchším a svetlomilnejším druhom.

Výskyt machu a hrabanky bol výraznejší v bezzásahovej oblasti, ktorá bola ponechaná na samovývoj. Zaujímavým výsledkom je výrazný nárast pokryvnosti hrabanky na extrahovanej lokalite, ktorý sa dá vysvetliť zväčšenou pokryvnosťou drevín a ich opadom. Druhové zloženie drevín sa na skúmaných lokalitách taktiež líšilo. Kým na extrahovaných lokalitách mal okrem smreku výrazné zastúpenie smrekovec a borovica, v lokalitách ponechaných na samovývoj vytvárali prímies so smrekom najmä breza, jarabina, vřba a smrekovec. Prirodzená obnova smeruje k druhovému zloženiu aké bolo pred kalamitou (smrek a smrekovec). Súčasné vyššie zastúpenie pionierskych drevín je len časovo obmedzeným stavom (Fleischer, Homolová 2012).

Podrobné zameranie na smrekové zmladenie v monitorovacej oblasti taktiež ukázalo niekoľko odlišností. Pri porovnaní hustoty zmladenia na lokalitách sa potvrdili výsledky z posledných meraní a ukázalo sa, že na bezzásahových plochách je výrazne vyšší počet jedincov ako na vyťažených lokalitách. Analýza výšok a prírastu za obdobie štyroch rokov ukázala, že smreký odrastajú rýchlejšie na extrahovaných lokalitách než na neextrahovanej. Oproti tomu bola na ponechanej lokalite zistená väčšia variabilita výšok jedincov, čo vytvára výškovo diferencovaný porast, ktorý má priaznivý vplyv na stabilitu lesa.

Výskum a monitoring smrekovcových smrečín na kalamitnom území môže do budúca vo veľkej miere prispieť k získaniu odpovedí a riešení neznámych otázok k disturbančnej ekológii. Po disturbancii vznikli obavy, či budú zdevastované porasty schopné naďalej plniť svoje funkcie. Keďže doteraz prevládal aktívny management, vyťaženie pokalamitného dreva z lesa, tak sa skúsenosť s pasívnym prístupom obnovy veľmi nenaskytla. Výsledky z výskumu na bezzásahovej lokalite ukazujú priaznivý vývoj nového porastu. Lokalita sa dokázala vyrovnáť s veternou disturbanciou a výsledky predpovedajú návrat lesa k pôvodnému stavu. Je naďalej nutné skúmať postihnuté oblasti a zaznamenávať zmeny, ktoré sa v porastoch odohrávajú. Preto je zaujímavým a žiaducim, aby sa sledoval vývoj lesných spoločenstiev v poškodených porastoch.

6. Zoznam použitej literatúry

BAČE R., JANDA P., SVOBODA M., 2009: *Vliv mikrostanoviště a horního stromového patra na stav přirozené obnovy v horském smrkovém lese na Trojmezí.* Silva Gabreta, 15(1): 67-84.

BAČE R., SVOBODA M., 2014: *Management mrtvého dřeva v hospodářských lesích.* Certifikovaná metodika, 39 s.

BAČE R., SVOBODA M., JANDA P., MORRISSEY R. C., WILD J., CLEAR J. L., ČADA V., DONATO D. C., 2015: *Legacy of Pre-Disturbance Spatial Pattern Determines Early Structural Diversity following Severe Disturbance in Montane Spruce Forests.* PloS one, 10(9), e0139214.

BUDZÁKOVÁ M., GALVÁNEK D., 2009: *Reforestation after wind disturbance in High Tatras.* In: 2009: *First interactive conference of young scientists Book of abstracts.* František Tetak – Studio F., 82 s.

BUDZÁKOVÁ M., MIČUDA R., GALVÁNEK D., LITTERA P., 2009: *Vyhodnotenie sukcesných zmien štyri roky po kalamite vo Vysokých Tatrách.* In: *Zborník recenzovaných príspevkov, Študentská vedecká konferencia,* Bratislava, 1252-1257 s.

DOVČIAK M., HRIVNÁK R., UJHÁZY K., 2008: *Seed rain and environmental controls on invasion of Picea abies into grassland.* Plant Ecology, 194: 135-148.

FISCHER A., FISCHER H. S., KOPECKÝ M., MACEK M., WILD J., 2015: *Small changes in species composition despite stand-replacing bark beetle outbreak in Picea abies mountain forests.* Canadian Journal of Forest Research, 45(9): 1164-1171.

FLEISCHER P., HOMOLOVÁ Z., 2011: *Dlhodobý výskum ekologických pomerov v spoločenstve smrekovcových smrečín vo Vysokých Tatrách po prírodných disturbanciách.* Lesn. Čas. – Forestry Journal, 57(4): 237-250, ISSN 0323-1046.

FLEISCHER P., HOMOLOVÁ Z., 2016: *Tatry ako objekt dlhodobého ekologického výskumu prírodných disturbancií*. Životné prostredie, 50(1): 40-43.

FLEISCHER P., ŠKVARENINA J., KOREŇ M., KUNCA V., 2007: *Ohrozenie tatranských lesov*. In: STŘELCOVÁ K., ŠKVARENINA J., BLAŽENEC M. (eds.), 2007: *Bioclimatology and natural hazards*. International Scientific Conference, Poľana nad Detvou, 9 s. ISBN 978-80-228-17-60-8.

GLONČÁK P., 2010: *Diverzita mikrostanovišť a ich vplyv na regeneráciu smreka a jarabiny vtáčeť v horských pralesoch Nízkych Tatier*. In: FERKO M., FARKAŠ P., VALACH M. (eds.), *Interaktívna Konferencia Mladých Vedcov 2010*, zborník abstraktov, Bratislava, s. 71.

GLONČÁK P., 2009: *Dynamika vegetácie prírodných horských smrečín*. Dizertačná práca, Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 91 s.

ILISSON T., KÖSTER K., VODDE F., JÖGISTE K., 2007: *Regeneration development 4-5 years after a storm in Norway spruce dominated forests, Estonia*. Forest Ecology and Management, 250(1):17-24.

JAĎUŇ J., PITTNER J., SNOPOKOVÁ Z., 2014: *Vplyv klimatických a svetelných faktorov na klíčenie a prežívanie semenáčikov jedle bielej (Abies alba Mill.) a smreka obyčajného (Picea abies l. Karst.) vo výberkovom lese*. In: 2014: *Zprávy lesníckeho výskumu*, 59(3): 167-174.

JANKOVIČ J., CELER S., ČABOUN V., FLEISCHER P., GUBKA P., HLAVÁČ P., CHROMEK I., JULÉNY J., KAMENSKÝ M., KOREŇ M., KRIŽOVÁ E., MAJLINGOVÁ A., MARHEFKA J., RAŠI R., RIZMAN I., SANIGA M., SCHWARZ M., SPITZKOPF P. ml., SUŠKOVÁ M., SZARKA P., ŠMELKO Š., ŠMELKOVÁ Ľ., ŠTEFANČÍK I., TOMA P., TUČEKOVÁ A., VLADOVIČ J., 2007: *Projekt revitalizácie lesných ekosystémov na území Vysokých Tatier postihnutom veternou kalamitou dňa 19. 11. 2004 (základné rámce a postupy revitalizácie postihnutého územia a následného manažmentu)*. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 76 s.

- JANKOVIČ J., 2010: *Koncepcia obnovy lesa vo Vysokých Tatrách v zmysle revitalizačného projektu*. In: KONÔPKA B., 2010: *Výskum smrečín destabilizovaných škodlivými činiteľmi*. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 341 s. ISBN 978-80-8093-124-7.
- JONÁŠOVÁ M., MATĚJKOVÁ I., 2007: *Natural regeneration and vegetation changes in wet spruce forests after a bark beetle outbreak*. Ecological Engineering, 23 s.
- KALÚZ S., VIDLIČKA Ľ., VRABEC M., 2013: *Matricový habitat smrekového lesa po deštruktívnom impakte a jeho fauna pôdnych roztočov (Acari)*. In: *Entomofauna carpathica*. Ústav zoológie SAV, Bratislava, 41-52 s.
- KONÔPKA J., KONÔPKA B., 2008: *Koncept stratégie ochrany lesa proti hlavným druhom abiotických škodlivých činiteľov*. Lesn. Čas. - Forestry Journal, 54(3): 193-212. ISSN 0323–10468.
- KORPEL' Š., PEŇÁZ J., SANIGA M., TESAŘ V., 1991: *Pestovanie lesa*. Príroda, Bratislava, 472 s. ISBN 80-07-00428-9.
- KREMER P. B., MUHLE H., 1998: *Lišejníky, mechorostry, kaprad'orostry*. IKAR, Praha, 286 s.
- KRIŽOVÁ E., CHOVANCOVÁ G., HOMOLOVÁ Z., 2010: *Primárna produkcia nadzemnej biomasy bylinnej vrstvy na kalamitných plochách v Tatranskom národnom parku*. In: 2010: *Acta Facultatis Forestalis Zvolen* 52(1): 7-26, ISSN 0231-5785.
- KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J. JUN., KAPLAN J., ŠTEPÁNEK J., 2002: *Klíč ke květeně České Republiky*. ACADEMIA, Praha, 928 s.
- KUNCA A., ZÚBRIK M., 2006: *Vetrová kalamita z 19. novembra 2004*. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 40 s. ISBN 80-8093-006-6.
- MICHALOVÁ Z., 2012: *Prírodzená obnova smrečín vo Vysokých Tatrách po veľkoplošnej disturbancii*. Diplomová práca, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, 85 s.

MICHALOVÁ Z., MORRISSEY R. C., WOHLGEMUTH T., BAČE R., FLEISCHER P., SVOBODA M., 2017: *Salvage-Logging after Windstorm Leads to Structural and Functional Homogenization of Understory Layer and Delayed Spruce Tree Recovery in Tatra Mts., Slovakia*. *Forests* 2017, 8(3): 15 s.

REMEŠ J., ULBRICHOVÁ I., 2001: *Růstová dynamika smrkových výsadeb na degradovaných stanovištích v extrémních polohách NP Šumava*. *Aktuality Šumavského výzkumu*, Srní, 153-157.

ROZMAN A., DIACI J., KRESE A., FIDEJ G., ROZENBERGAR D., 2015: *Forest regeneration Dynamics following bark beetle outbreak in Norway spruce stands: Influence of meso-relief, forest edge distance and deer browsing*. *Forest Ecology and Management*, 353: 196-207.

Slovenská lesnícka spoločnosť, Banská Bystrica. 2012: *Klimatické pomery Vysokých Tatier*. Scientica, s.r.o., Tatranská Lomnica, 110 s.

SVOBODA M., 2005: *Množství a struktura mrtvého dřeva a jeho význam pro obnovu lesa ve smrkovém horském lese v oblasti rezervace Trojmezna*. In: 2005: *Zprávy lesnického výzkumu*. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady, Strnady, 50(1): 33-45, ISSN 0322-9688.

Svoboda P., 1952: *Život lesa*. Brázda, Praha, 894 s.

ŠEBEŇ V., 2010: *Prirodzená obnova po kalamite z novembra 2004 vo Vysokých Tatrách*. In: KONÔPKA B., 2010: *Výskum smrečín destabilizovaných škodlivými činiteľmi*. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 341 s. ISBN 978-80-8093-124-7.

ŠEBEŇ V., BOŠEĽA M., KULLA L., 2011: *Terestrická sieť na sledovanie procesu revitalizácie tatranského kalamitiska a jeho okolia*. In: 2011: *Štúdie o Tatranskom národnom parku*, Zvolen, 10(43): 13-24.

VENCURIK J., KUCBEL S., SNOVKOVÁ Z., 2013: *Štruktúra, rast a klimatická senzitivita prirodzenej obnovy smreka obyčajného (Picea abies /L./ Karst.) a jedle bielej (Abies alba Mill.) vo výberkových lesoch severozápadných Karpát*. In: 2013: *Zprávy lesnického výzkumu*. 58(2): 123-130.

VODDE F., JÖGISTE K., ENGELHART J., FRELICH L. E., MOSER W. K., SIMS A., METSLAID M., 2015: *Impact of wind-induced microsites and disturbance severity on tree regeneration patterns: Results from the first post-storm decade*. *Forest Ecology and Management*, 348: 174-185.

WINTER M. B., AMMER CH., BAIER R., DONATO D. C., SEIBOLD S., MÜLLER J., 2014: *Multi-taxon alpha diversity following bark beetle disturbance: Evaluating multi-decade persistence of a diverse early-seral phase*. In: 2015: *Forest Ecology and Management*. Elsevier, 338: 32-45.

ZENÁHLÍKOVÁ J., SVOBODA M., WILD J., 2011: *Stav a vývoj prirodzenej obnovy pred a jeden rok po odumrení stromového patra v horském smrkovém lese na Trojmezne v Národním parku Šumava*. *Silva Gabreta*, 17(1): 37-54.

ZIELONKA T., 2006: *When does dead wood turn into a substrate for spruce replacement?* *Journal of vegetation science*. 17: 739-746.

ZÚBRIK M., MORAVČÍK M., HLÁSNY T., PAVLENDÁ P., KULLA L., KUNCA A., BUCHA T., BARKA I., KAJBA M., SAČKOV I., JANKOVIČ J., KONÔPKA B., GUBKA A., NIKOLOV CH., 2014: *Stav smrekových porastov Slovenska a návrh opatrení na zvýšenie ich stability a produkčnosti*. In: KUNCA A. (ed.), 2014: *Aktuálne problémy v ochrane lesa 2014*. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 195-209. ISBN 978-80-8093-184-1.

7. Zoznam obrázkov, tabuliek a grafov

Zoznam obrázkov:

Obr. č. 1 Vyznačenie trvalých monitorovacích lokalít DD_EXT, Jamy_NEX a Jamy_EXT (mapa Google maps).

Obr. č. 2 Nákras umiestnenia lokalít s fotodokumentáciou náhodne vybraných plôch na lokalitách DD_EXT, Jamy_NEX a Jamy_EXT.

Obr. č. 3 Schematické znázornenie formy založenia plôch na lokalitách.

Obr. č. 4 Schematické znázornenie nájdených kruhov za rok 2016.

Zoznam tabuliek:

Tab. č. 1 Nameraná celková pokrývnosť vegetácie na lokalitách v období meraní 2011 a 2016. Hodnoty pokrývnosti sú vyjadrené v percentách. Tabuľka obsahuje aj počet kruhov, na ktorých boli zaznamenané vegetačné snímky.

Tab. č. 2 Pokrývnosť machového poschodia na meraných lokalitách. Porovnanie dát z meraní 2011 a 2016.

Tab. č. 3 Pokrývnosť hrabanky na lokalitách. Porovnanie dát z meraní 2011-2016.

Tab. č. 4 Percentuálne pokrývnosti drevín vyskytujúcich sa na meraných lokalitách. Tabuľka obsahuje časové úseky meraní, rok 2011 a 2016.

Tab. č. 5 Počet smrekového zmladenia na lokalitách za merané obdobia. Obsahuje počty kruhov, na ktorých sa nachádzalo zmladenie a súčty nájdených a premeraných smrekov za dané obdobie.

Tab. č. 6 Vyjadrenie nájdených jedincov smreku v $\text{ks}\cdot\text{ha}^{-1}$. Plocha v ha bola prepočítaná z celkovej výmery plôch kruhov.

Tab. č. 7 Mortalita smrekového zmladenia na monitorovacích lokalitách.

Zoznam grafov:

- Graf č. 1** Grafická legenda siedmich vybraných druhov.
- Graf č. 2** Grafické znázornenie najvýraznejších pokryvností vegetácie na celej monitorovacej oblasti. Pokryvnosti boli stanovené ako priemery nameraných hodnôt.
- Graf č. 3** Grafické znázornenie najvyšších pokryvností druhov vegetácie na lokalitách. Pokryvnosti boli stanovené ako priemery nameraných hodnôt.
- Graf č. 4** Graficky znázornená pokryvnosť machového poschodia na meraných lokalitách. Porovnanie dát z meraní 2011-2016.
- Graf č. 5** Graficky znázornená pokryvnosť hrabanky na meraných lokalitách. Porovnanie dát z meraní 2011-2016.
- Graf č. 6** Priemerná pokryvnosť zaznamenaných drevín pre celú oblasť a jednotlivé lokality v roku 2016.
- Graf č. 7** Pokryvnosť drevinného zmladenia za časový úsek 2011-2016 pre celú oblasť.
- Graf č. 8** Histogram nameraných výšok v období 2012 zobrazuje výšky smrekového zmladenia živých jedincov a výšky uhynutých jedincov.
- Graf č. 9** Zobrazenie výšok smrekového zmladenia na lokalitách za obdobie 2012-2016. Graf znázorňuje najmenšiu a najväčšiu nameranú výšku a medián všetkých nameraných výšok.
- Graf č. 10** Porovnanie nameraných výšok 2012 – 2016 na kruhoch extrahovaných lokalít. Zobrazené sú kruhy, v ktorých boli nájdené minimálne dva smrek. Kruhy sú zoradené podľa počtu smrekového zmladenia. Popis kruhu zahrňuje názov kruhu a počet smrekov (v zátvorke).

- Graf č. 11** Porovnanie nameraných výšok 2012 – 2016 na kruhoch neextrahovanej lokality. Zobrazené sú kruhy, v ktorých boli nájdené minimálne dva smrek. Kruhy sú zoradené podľa počtu smrekového zmladenia. Popis kruhu zahŕňa názov kruhu a počet smrekov (v zátvorke).
- Graf č. 12** Zobrazenie priemerného prírastu za obdobie štyroch rokov. Priemerný prírast bol vypočítaný z 374 porovnateľných jedincov
- Graf č. 13** Histogram prírastu, ktorý zobrazuje počty smrekov v závislosti na príraze v mm za obdobie štyroch rokov (2012 – 2016).
- Graf č. 14** Histogramy prírastu pre neextrahovanú lokalitu Jamy a extrahované lokality Danielov dom a Jamy. Zobrazenie prírastu v mm je za obdobie štyroch rokov (2012 – 2016).

8. Prílohy

8.1. Biodiverzita vegetácie

Druhovú bohatosť vegetácie

Zoznam používaných skratiek v texte:

CalVil	<i>Calamagrostis villosa</i>
AveFle	<i>Avenella flexuosa</i>
VacMyr	<i>Vaccinium myrtillus</i>
VacVit	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>
CalVul	<i>Calluna vulgaris</i>
EpiAng	<i>Epilobium angustifolium</i>
LuzLuz	<i>Luzula luzuloides</i>
RubIda	<i>Rubus idaeus</i>
OxaAce	<i>Oxalis acetosella</i>
HomAlp	<i>Homogyne alpina</i>
CalAru	<i>Calamagrostis arundinacea</i>
MaiBif	<i>Maianthemum bifolium</i>
MelPra	<i>Melampyrum pratense</i>
CarCan	<i>Carex canescens</i>
UrtDio	<i>Urtica dioica</i>
GalSpe	<i>Galeopsis speciosa</i>
VerOff	<i>Veronica officinalis</i>
PotEre	<i>Potentilla erecta</i>
DryFil	<i>Dryopteris filix-mas</i>
DryDil	<i>Dryopteris dilatata</i>
SenOva	<i>Senecio ovatus</i>
AthDis	<i>Athyrium distentifolium</i>

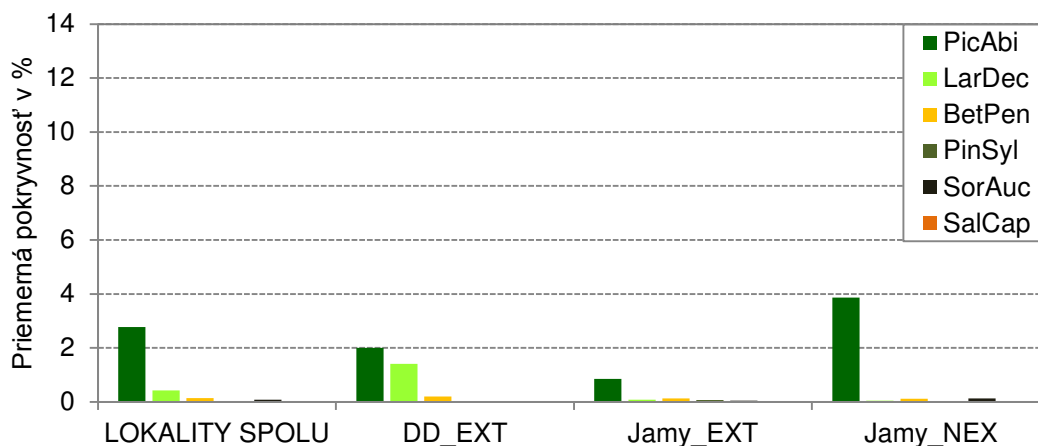
PicAbi	<i>Picea abies</i>
LarDec	<i>Larix decidua</i>
BetPen	<i>Betula pendula</i>
PinSyl	<i>Pinus sylvestris</i>
SorAuc	<i>Sorbus aucuparia</i>
SalCap	<i>Salix caprea</i>
SamNig	<i>Sambucus nigra</i>

Namerané hodnoty pokryvností vegetácie pre celú oblasť a pre lokality samostatne. Pokryvnosti sú vyjadrené ako priemery zistených hodnôt.

Druhy	LOKALITY SPOLU		DD_EXT		Jamy_EXT		Jamy_NEX	
	2011	2016	2011	2016	2011	2016	2011	2016
CalVil	22,12	25,64	25,89	32,41	28,84	29,05	17,77	21,45
AveFle	20,60	11,39	18,70	14,25	27,17	15,20	19,23	9,19
VacMyr	8,27	11,46	6,39	1,03	9,68	18,20	8,73	15,67
VacVit	0,46	6,75	0,35	17,20	0,18	0,00	0,62	2,55
CalVul	0,53	2,05	0,61	4,70	0,15	0,15	0,62	1,01
EpiAng	12,35	6,94	14,22	12,13	12,00	0,78	11,51	5,38
LuzLuz	1,14	0,53	2,68	1,00	0,90	0,93	0,44	0,21
Rublde	1,99	12,07	0,41	8,11	4,48	3,83	1,91	15,68
OxaAce	0,47	0,59	0,00	0,00	0,00	0,03	0,87	1,01
HomAlp	0,11	0,11	0,13	0,00	0,01	0,00	0,13	0,19
CalAru	0,05	0,38	0,11	0,00	0,13	3,50	0,00	0,00
MaiBif	0,05	1,30	0,08	1,98	0,01	1,78	0,04	0,85
MelPra	0,13	0,27	0,38	0,88	0,00	0,00	0,05	0,00
CarCan	0,01	0,37	0,05	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00
UrtDio	0,03	0,11	0,05	0,27	0,03	0,25	0,02	0,00
GalSpe	0,16	0,01	0,58	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00
VerOff	0,00	0,06	0,02	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
PotEre	0,00	0,03	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
DryFil	0,00	2,05	0,00	0,50	0,00	2,30	0,00	2,81
DryDil	0,10	0,09	0,00	0,00	0,17	0,00	0,13	0,15
SenOva	0,02	0,01	0,02	0,00	0,06	0,03	0,00	0,02
AthDis	0,13	0,14	0,09	0,00	0,03	0,00	0,18	0,25

Pokryvnosť drevín

Grafické znázornenie zaznamenaných priemerných pokryvností drevín pre celú oblasť a jednotlivé lokality v roku 2011.



8.2. Smrekové zmladenie

Hustota smrekového zmladenia

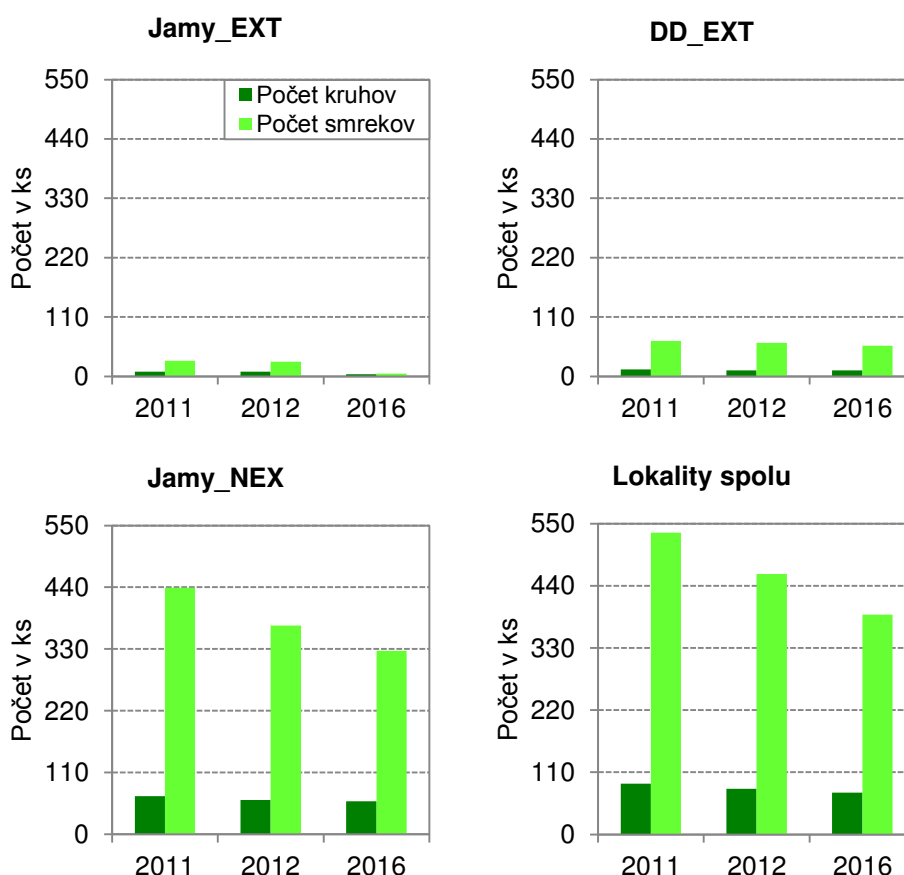
Vyjadrenie hustoty smrekového zmladenia na monitorovacích plochách pre uskutočnené merania.

Plocha		2011	2012	2016
LOKALITY SPOLU	Plocha v m ²	643,7	643,7	574,6
	Plocha v ha	0,06437	0,06437	0,05746
	Počet ks.ha⁻¹	8296	7162	6770
DD_EXT	Plocha v m ²	175,8	175,8	175,8
	Plocha v ha	0,01758	0,01758	0,01758
	Počet ks.ha⁻¹	3754	3527	3242
Jamy_EXT	Plocha v m ²	125,6	125,6	62,8
	Plocha v ha	0,01256	0,01256	0,00628
	Počet ks.ha⁻¹	2309	2150	796
Jamy_NEX	Plocha v m ²	342,3	342,3	336,0
	Plocha v ha	0,03423	0,03423	0,03360
	Počet ks.ha⁻¹	12825	10868	9732

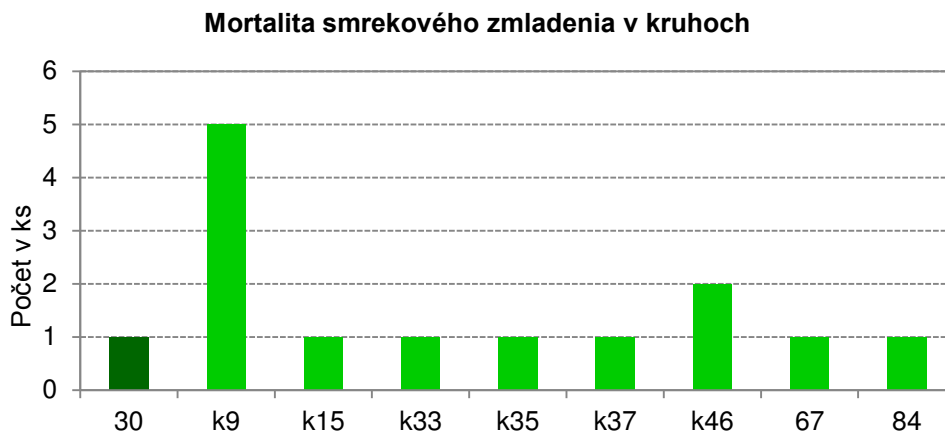
Percentuálne vyjadrenie nájdených jedincov počas prebehnutých meraní v roku 2011, 2012 a 2016.

Plocha	Počet kruhov 2011	Počet PA 2011	Počet kruhov 2012	Počet PA 2012	Počet kruhov 2016	Počet PA 2016	% nájdených jedincov
LOKALITY SPOLU	90	534	81	461	74	389	72,9
DD_EXT	13	66	11	62	11	57	86,4
Jamy_EXT	9	29	9	27	4	5	17,2
Jamy_NEX	68	439	61	372	59	327	74,5

Grafické znázornenie počtu smrekového zmladenia na monitorovacích plochách. V grafoch sú vyjadrené hodnoty v kusoch jedincov počas jednotlivých meraní a počty kruhov, v ktorých bolo smrekové zmladenie nájdené.



Úmrtnosť



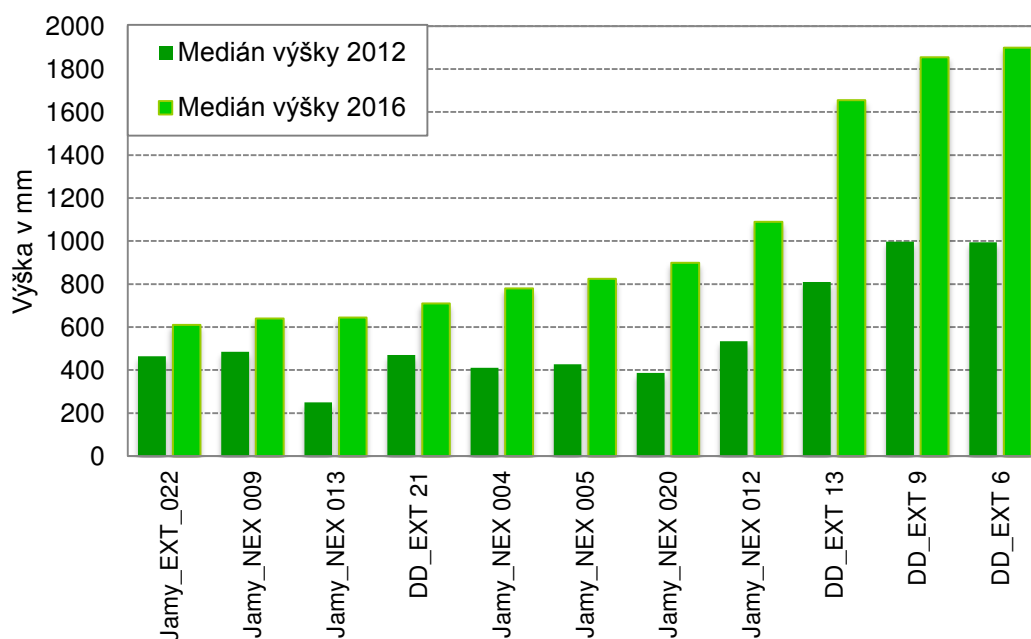
Grafické znázornenie uhynutých jedincov smreku v kruhoch.

Zoznam uhynutých jedincov smreku s podrobnými informáciami lokalite, ploche, kruhu a výškach z posledných meraní.

Lokalita	Plocha	Kruh	Číslo PA	Výška 2011 v mm	Výška 2012 v mm
Jamy_NEX	013	84	404	80	100
Jamy_NEX	004	k15	136	90	120
Jamy_NEX	004	k9	80	95	135
Jamy_NEX	005	k33	181	115	165
Jamy_NEX	009	k46	514	150	180
Jamy_NEX	005	k35	195	135	190
Jamy_NEX	004	k9	77	80	220
Jamy_NEX	012	67	366	190	227
Jamy_NEX	004	k9	74	140	230
DD_EXT	13	30	260	150	260
Jamy_NEX	004	k9	75	210	270
Jamy_NEX	009	k46	230	240	270
Jamy_NEX	004	k9	81	200	290
Jamy_NEX	005	k37	207	222	307

Rast smrekového zmladenia

Grafické vyjadrenie priemernej výšky smrekového zmladenia na plochách všetkých lokalít spolu. Hodnoty sú zoradené podľa mediánu výšky z 2016.



Grafické znázornenie zmeny výšky zmladenia 2012-2016.

Prírast smrekového zmladenia

Vyjadrenie prírastu smrekového zmladenia na plochách všetkých lokalít za obdobie 2012-2016. Tabuľka obsahuje aj súčty zaznamenaných smrekov.

Prírast na plochách (374 smrekov)

Plocha	Medián výšky 2012	Medián výšky 2016	Prírast	Počet smrekov
Jamy_NEX_009	485,0	640	175,0	46
Jamy_NEX_013	250,0	645	280,0	32
DD_EXT_21	470,0	710	280,0	5
DD_EXT_21	470,0	710	280,0	5
Jamy_EXT_022	465,0	610	290,0	5
Jamy_NEX_005	427,5	825	297,5	62
Jamy_NEX_004	410,5	780	378,0	100
Jamy_NEX_020	387,5	900	510,0	34
Jamy_NEX_012	535,0	1090	510,0	40
DD_EXT_9	997,5	1855	777,5	10
DD_EXT_13	810,0	1655	852,5	26
DD_EXT_6	995,0	1900	905,0	13

Namerané výšky z meraní 2012 a 2016

Lokalita	Plocha	Kruh	Počet PA 2012	Najväčšia výška	Najmenšia výška	Medián výšky 2012
SPOLU	-	-	460	2290	60	425
DD_EXT	-	-	62	2290	250	865
Jamy_EXT	-	-	27	1260	90	580
Jamy_NEX	-	-	371	1930	60	365
DD_EXT	1	55	1	550	550	550
DD_EXT	6	45	4	1320	673	1195
DD_EXT	6	47	10	1920	540	862,5
DD_EXT	9	34	6	1420	365	1080
DD_EXT	9	35	5	1900	475	1065
DD_EXT	10	38	1	2290	2290	2290
DD_EXT	13	29	5	1260	840	965
DD_EXT	13	30	17	1850	250	585
DD_EXT	13	31	6	1780	428	830
DD_EXT	13	32	1	1360	1360	1360
DD_EXT	16	22	0	0	0	0
DD_EXT	21	10	6	1655	360	580
Jamy_NEX	004	k1	4	434	136	220
Jamy_NEX	004	k2	1	645	645	645
Jamy_NEX	004	k4	4	690	262	395,5
Jamy_NEX	004	k6	14	1020	180	447
Jamy_NEX	004	k7	20	690	126	262,5
Jamy_NEX	004	k8	6	1120	365	532,5
Jamy_NEX	004	k9	26	1445	60	405
Jamy_NEX	004	k10	1	940	940	940
Jamy_NEX	004	k11	15	1095	330	530
Jamy_NEX	004	k12	1	285	285	285
Jamy_NEX	004	k13	3	605	150	404
Jamy_NEX	004	k14	2	240	181	210,5
Jamy_NEX	004	k15	21	484	95	210
Jamy_NEX	004	k18	1	545	545	545
Jamy_NEX	004	k19	1	715	715	715
Jamy_NEX	005	k25	5	1710	180	1040
Jamy_NEX	005	k27	3	850	240	250
Jamy_NEX	005	k28	1	670	670	670
Jamy_NEX	005	k30	2	590	545	567,5
Jamy_NEX	005	k31	17	790	170	262,5
Jamy_NEX	005	k32	1	205	205	205
Jamy_NEX	005	k33	17	1070	162	430
Jamy_NEX	005	k34	2	525	420	472,5
Jamy_NEX	005	k35	12	485	130	195
Jamy_NEX	005	k36	2	750	720	735
Jamy_NEX	005	k37	15	1160	245	360

Lokalita	Plocha	Kruh	Počet PA 2012	Najväčšia výška	Najmenšia výška	Medián výšky 2012
Jamy_NEX	009	k41	5	1000	220	720
Jamy_NEX	009	k46	23	1240	140	280
Jamy_NEX	009	k48	1	1890	1890	1890
Jamy_NEX	009	k49	21	1470	210	500
Jamy_NEX	012	59	0	0	0	0
Jamy_NEX	012	61	3	550	170	430
Jamy_NEX	012	63	2	1250	855	1052,5
Jamy_NEX	012	64	2	1730	1280	1505
Jamy_NEX	012	65	1	900	900	900
Jamy_NEX	012	66	2	425	190	307,5
Jamy_NEX	012	67	21	920	110	412,5
Jamy_NEX	012	69	5	1260	165	337
Jamy_NEX	012	70	7	1405	560	1040
Jamy_NEX	012	71	1	1420	1420	1420
Jamy_NEX	012	72	1	125	125	125
Jamy_NEX	012	73	1	835	835	835
Jamy_NEX	013	78	0	0	0	0
Jamy_NEX	013	79	3	190	170	175
Jamy_NEX	013	81	3	520	245	400
Jamy_NEX	013	83	1	122	122	122
Jamy_NEX	013	84	7	380	100	185
Jamy_NEX	013	87	3	415	310	365
Jamy_NEX	013	90	2	555	380	467,5
Jamy_NEX	013	91	11	400	105	227
Jamy_NEX	013	94	4	1190	145	710
Jamy_NEX	013	95	3	190	102	125
Jamy_NEX	020	98	1	200	200	200
Jamy_NEX	020	101	6	940	190	575
Jamy_NEX	020	105	1	1350	1350	1350
Jamy_NEX	020	106	4	520	175	297,5
Jamy_NEX	020	108	1	445	445	445
Jamy_NEX	020	109	5	598	112	280
Jamy_NEX	020	110	2	1930	505	1217,5
Jamy_NEX	020	113	4	455	200	355
Jamy_NEX	020	114	1	1430	1430	1430
Jamy_NEX	020	115	15	480	164	250
Jamy_NEX	020	116	1	325	325	325
Jamy_EXT	022	137	1	330	330	330
Jamy_EXT	022	138	1	465	465	465
Jamy_EXT	022	143	1	1260	1260	1260
Jamy_EXT	022	151	2	790	430	610
Jamy_EXT	022	155	1	310	310	310
Jamy_EXT	022	156	16	1190	90	580

Lokalita	Plocha	Kruh	Počet PA 2016	Najväčšia výška	Najmenšia výška	Medián výšky 2016
SPOLU	-	-	389	4800	100	830
DD_EXT	-	-	57	4200	310	1655
Jamy_EXT	-	-	5	2450	500	610
Jamy_NEX	-	-	327	4800	100	780
DD_EXT	1	55	1	320	320	320
DD_EXT	6	45	4	2830	1540	2595
DD_EXT	6	47	9	3300	730	1420
DD_EXT	9	34	6	2700	680	1920
DD_EXT	9	35	4	2150	1210	1530
DD_EXT	10	38	1	4200	4200	4200
DD_EXT	13	29	5	3220	1820	2540
DD_EXT	13	30	15	2730	310	1510
DD_EXT	13	31	6	3690	990	1660
DD_EXT	13	32	0	0	0	0
DD_EXT	16	22	1	1570	1570	1570
DD_EXT	21	10	5	3020	420	710
Jamy_NEX	004	k1	4	1250	180	530
Jamy_NEX	004	k2	1	1700	1700	1700
Jamy_NEX	004	k4	4	1340	370	770
Jamy_NEX	004	k6	13	2500	430	970
Jamy_NEX	004	k7	19	1810	230	780
Jamy_NEX	004	k8	6	2400	580	1115
Jamy_NEX	004	k9	21	3210	100	1000
Jamy_NEX	004	k10	1	2600	2600	2600
Jamy_NEX	004	k11	15	1810	440	850
Jamy_NEX	004	k12	1	700	700	700
Jamy_NEX	004	k13	3	1300	630	720
Jamy_NEX	004	k14	0	0	0	0
Jamy_NEX	004	k15	14	780	116	265
Jamy_NEX	004	k18	0	0	0	0
Jamy_NEX	004	k19	1	2240	2240	2240
Jamy_NEX	005	k25	5	2440	200	1200
Jamy_NEX	005	k27	3	1760	220	320
Jamy_NEX	005	k28	1	1740	1740	1740
Jamy_NEX	005	k30	2	1270	820	1045
Jamy_NEX	005	k31	16	1600	200	400
Jamy_NEX	005	k32	0	0	0	0
Jamy_NEX	005	k33	13	2100	220	950
Jamy_NEX	005	k34	2	900	700	800
Jamy_NEX	005	k35	7	910	250	400
Jamy_NEX	005	k36	2	1340	790	1065
Jamy_NEX	005	k37	11	3150	290	880

Lokalita	Plocha	Kruh	Počet PA 2016	Najväčšia výška	Najmenšia výška	Medián výšky 2016
Jamy_NEX 009	009	k41	5	2500	400	1520
Jamy_NEX 009	009	k46	20	2400	160	520
Jamy_NEX 009	009	k48	1	3650	3650	3650
Jamy_NEX 009	009	k49	21	2220	260	650
Jamy_NEX 012	012	59	3	990	210	500
Jamy_NEX 012	012	61	3	1190	580	940
Jamy_NEX 012	012	63	0	0	0	0
Jamy_NEX 012	012	64	2	2300	2000	2150
Jamy_NEX 012	012	65	1	1210	1210	1210
Jamy_NEX 012	012	66	2	500	300	400
Jamy_NEX 012	012	67	17	2060	400	820
Jamy_NEX 012	012	69	8	4800	170	470
Jamy_NEX 012	012	70	8	1900	1210	1565
Jamy_NEX 012	012	71	1	3100	3100	3100
Jamy_NEX 012	012	72	1	150	150	150
Jamy_NEX 012	012	73	1	1990	1990	1990
Jamy_NEX 013	013	78	1	570	570	570
Jamy_NEX 013	013	79	3	270	160	200
Jamy_NEX 013	013	81	3	1300	480	800
Jamy_NEX 013	013	83	1	230	230	230
Jamy_NEX 013	013	84	7	1180	100	650
Jamy_NEX 013	013	87	3	1280	770	1020
Jamy_NEX 013	013	90	2	1460	800	1130
Jamy_NEX 013	013	91	9	880	320	530
Jamy_NEX 013	013	94	4	2050	200	975
Jamy_NEX 013	013	95	1	240	240	240
Jamy_NEX 020	020	98	1	710	710	710
Jamy_NEX 020	020	101	4	1950	900	1665
Jamy_NEX 020	020	105	1	2180	2180	2180
Jamy_NEX 020	020	106	4	1200	300	540
Jamy_NEX 020	020	108	1	1170	1170	1170
Jamy_NEX 020	020	109	5	950	270	720
Jamy_NEX 020	020	110	2	3900	1030	2465
Jamy_NEX 020	020	113	4	1130	430	815
Jamy_NEX 020	020	114	1	2650	2650	2650
Jamy_NEX 020	020	115	10	1170	480	805
Jamy_NEX 020	020	116	1	730	730	730
Jamy_EXT 022	022	137	0	0	0	0
Jamy_EXT 022	022	138	1	610	610	610
Jamy_EXT 022	022	143	1	2450	2450	2450
Jamy_EXT 022	022	151	2	1200	500	850
Jamy_EXT 022	022	155	1	600	600	600
Jamy_EXT 022	022	156	0	0	0	0

Prírast zmladenia za štyri roky

Lokalita	Plocha	Kruh	Najväčší prírast	Najmenší prírast	Priemerný prírast 2012 2016	Počet PA prírast
SPOLU	-	-	2380	-220	406,5	374
DD_EXT	-	-	2380	-220	820	55
Jamy_EXT	-	-	1190	70	290	5
Jamy_NEX	-	-	2120	-155	365	314
DD_EXT	1	55	0	0	0	0
DD_EXT	6	45	1560	867	1375	4
DD_EXT	6	47	1380	190	650	9
DD_EXT	9	34	1280	315	920	6
DD_EXT	9	35	960	340	730	4
DD_EXT	10	38	1910	1910	1910	1
DD_EXT	13	29	2380	965	1575	5
DD_EXT	13	30	1470	-220	730	15
DD_EXT	13	31	1955	470	830	6
DD_EXT	13	32	0	0	0	0
DD_EXT	16	22	0	0	0	0
DD_EXT	21	10	1365	60	280	5
Jamy_NEX 004	k1		816	380	384	3
Jamy_NEX 004	k2		1055	1055	1055	1
Jamy_NEX 004	k4		650	108	374,5	4
Jamy_NEX 004	k6		1480	178	513	13
Jamy_NEX 004	k7		1220	10	480	19
Jamy_NEX 004	k8		1280	189	582,5	6
Jamy_NEX 004	k9		2120	10	420	19
Jamy_NEX 004	k10		1660	1660	1660	1
Jamy_NEX 004	k11		820	25	290	15
Jamy_NEX 004	k12		415	415	415	1
Jamy_NEX 004	k13		695	316	480	3
Jamy_NEX 004	k14		0	0	0	0
Jamy_NEX 004	k15		470	-10	73,5	14
Jamy_NEX 004	k18		0	0	0	0
Jamy_NEX 004	k19		1525	1525	1525	1
Jamy_NEX 005	k25		730	-20	20	5
Jamy_NEX 005	k27		910	-20	70	3
Jamy_NEX 005	k28		1070	1070	1070	1
Jamy_NEX 005	k30		680	275	477,5	2
Jamy_NEX 005	k31		810	-10	114	16
Jamy_NEX 005	k32		0	0	0	0
Jamy_NEX 005	k33		1030	58	426	13
Jamy_NEX 005	k34		375	280	327,5	2
Jamy_NEX 005	k35		740	7	145	7
Jamy_NEX 005	k36		620	40	330	2
Jamy_NEX 005	k37		1990	40	490	11

Lokalita	Plocha	Kruh	Najväčší prírast	Najmenší prírast	Priemerný prírast 2012 2016	Počet PA prírast
Jamy_NEX 009	009	k41	1500	130	800	5
Jamy_NEX 009	009	k46	1160	-70	210	19
Jamy_NEX 009	009	k48	1760	1760	1760	1
Jamy_NEX 009	009	k49	850	-20	160	20
Jamy_NEX 012	012	59	0	0	0	0
Jamy_NEX 012	012	61	640	410	510	3
Jamy_NEX 012	012	63	0	0	0	0
Jamy_NEX 012	012	64	720	570	645	2
Jamy_NEX 012	012	65	310	310	310	1
Jamy_NEX 012	012	66	110	75	92,5	2
Jamy_NEX 012	012	67	1140	25	300	17
Jamy_NEX 012	012	69	950	5	293	5
Jamy_NEX 012	012	70	650	-155	570	7
Jamy_NEX 012	012	71	1680	1680	1680	1
Jamy_NEX 012	012	72	25	25	25	1
Jamy_NEX 012	012	73	1155	1155	1155	1
Jamy_NEX 013	013	78	0	0	0	0
Jamy_NEX 013	013	79	100	-15	10	3
Jamy_NEX 013	013	81	780	235	400	3
Jamy_NEX 013	013	83	108	108	108	1
Jamy_NEX 013	013	84	800	65	532,5	6
Jamy_NEX 013	013	87	865	460	655	3
Jamy_NEX 013	013	90	905	420	662,5	2
Jamy_NEX 013	013	91	550	85	280	9
Jamy_NEX 013	013	94	860	55	265	4
Jamy_NEX 013	013	95	50	50	50	1
Jamy_NEX 020	020	98	510	510	510	1
Jamy_NEX 020	020	101	1010	510	910	4
Jamy_NEX 020	020	105	830	830	830	1
Jamy_NEX 020	020	106	680	125	242,5	4
Jamy_NEX 020	020	108	725	725	725	1
Jamy_NEX 020	020	109	515	158	265	5
Jamy_NEX 020	020	110	1970	525	1247,5	2
Jamy_NEX 020	020	113	67	230	460	4
Jamy_NEX 020	020	114	1220	1220	1220	1
Jamy_NEX 020	020	115	785	260	447,5	10
Jamy_NEX 020	020	116	405	405	405	1
Jamy_EXT 022	022	137	0	0	0	0
Jamy_EXT 022	022	138	145	145	145	1
Jamy_EXT 022	022	143	1190	1190	1190	1
Jamy_EXT 022	022	151	410	70	240	2
Jamy_EXT 022	022	155	290	290	290	1
Jamy_EXT 022	022	156	0	0	0	0