

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



Diplomová práce

**Stav horských smrčín po kůrovcové
kalamitě na Šumavě**

Autor: Jiří Sládek

Obor: LES

Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

Praha 2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jiří Sládek

Lesní inženýrství

Název práce

Stav horských smrčín po kůrovcové kalamitě na Šumavě

Název anglicky

State of mountain spruce stands after bark beetle in Šumava Mountains

Cíle práce

Získat poznatky o stavu porostů horských smrčín po kůrovcové kalamitě v gradientu hory Plechý v NP Šumava s akcentem na odumřelé dřevo a přirozenou obnovu.

Metodika

- Rozbor problematiky struktury a vývoje horských smrčín v ČR obecně se zaměřením na klimaxové smrčiny na Šumavě s akcentem na kůrovcovou disturbanci.
- Charakteristika zájmové oblasti NP Šumava a zejména pak stanovištních a porostních poměrů v horských smrčínách.
- Výběr a charakteristika 3 trvalých výzkumných ploch o velikosti 50×50 m v gradientu hory Plechý.
- Standardní biometrická měření všech jedinců stromového patra, odumřelého dřeva a přirozené obnovy na TVP.
- Aplikace standardních biometrických a matematicko-statistických metod.
- Vyhodnocení stavu porostů, kvantity a kvality odumřelého dřeva a přirozené obnovy na 3 TVP v gradientu hory Plechý s akcentem na přírodě blízký management.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 50 stran textu.

Klíčová slova

horské smrčiny, struktura porostů, destrukce porostů, odumřelé dřevo, přirozená obnova, NP Šumava

Doporučené zdroje informací

- Král, J., Vacek, S., Vacek, Z., Putalová, T., Bulušek, D., Štefančík, I. (2015): Structure, development and health status of spruce forests affected by air pollution in the western Krkonoše Mts. in 1979–2014. *Forestry Journal*, 61(3): 175-187.
- Malík, K., Remeš, J., Vacek, S., Štícha, V. (2014): Development and Dynamics of Mountain Spruce (*Picea abies* /L./ Karsten) Stand Regeneration. *Journal of Forest Science*, 60: 2: 61–69.
- Poleno Z., Vacek, S. et al. (2007): Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 464 s.
- Poleno Z., Vacek, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 952 s.
- Poleno Z., Vacek, S. et al. (2011): Pěstování lesů I. Ekologické základy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 320 s.
- Štícha, V., Kupka, I., Zahradník D., Vacek, S. (2010): Influence of micro-relief and weed competition on natural regeneration of mountain forests in the Šumava Mountains. *Journal of Forest Science*, 56: 5: 218–224.
- Vacek, S., Krejčí, F., Matějka, K., Podrázský, V., Remeš, J., Ulbrichová, I., Zatloukal, V., Simon, J., Minx, T., Jankovský, L., Turčáni, M., Lepšová, A., Starý, J., Viewegh, J., Bednařík, J., Malík, K., Bílek, L., Štícha, V., Semelová, V., Vokoun, J., Mikeska, M., Prausová, R., Ešnerová, J., Mánek, J., Kučera, A., Vojtěch, O., Jakuš, R., Kozel, J., Malík, V., Vojtíšek, R., Baláš, M. (2009): Lesní ekosystémy v národním parku Šumava. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 512 s.
- Vacek S., Moucha P. et al. (2012): Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 896 s.
- Vacek S., Simon J., Remeš, J. et al. (2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 2007, 447 s.
- Vacek S., Vacek Z., Schwarz O. et al. (2009): Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. *Folia Forestalia Bohemica*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., č. 11, 288 s.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Konzultant

Ing. Karel Malík, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 3. 5. 2018

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 12. 02. 2019

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Stav horských smrčín po kůrovcové kalamitě na Šumavě“ vypracoval samostatně a použil jen prameny, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury. Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne: 15.4.2019

Podpis:

Poděkování:

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Zdeňkovi Vackovi Ph.D., vedoucímu diplomové práce za odborné vedení, poskytnuté informace a zejména trpělivost při zpracovávání této práce.

Stav horských smrčín po kůrovcové kalamitě na Šumavě

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá zhodnocením struktury a vývoje horských smrkových porostů (*Picea abies* L.) jak z obecného hlediska, tak konkrétně porostů v I. zóně Šumavského národního parku ve výškovém gradientu hory Plechý na lesním hospodářském celku Plešný. V první části této práce je proveden rozbor problematiky struktury a vývoje horských smrčín v České republice obecně se zaměřením na klimaxové smrčiny na Šumavě s akcentem na přirozenou obnovu, odumřelé dřevo, zdravotní stav lesních porostů a režim disturbancí, zejména vítr a lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.). Druhá část práce pojednává o obecné charakteristice a popisu zájmového území z hlediska stanovištních a porostních poměrů a dále uvedení jednotlivých použitých metodických postupů, týkajících se zejména zhodnocení struktury a vývoje porostů včetně diverzity, odumřelého dřeva a přirozené obnovy. Výsledková část obsahuje vyhodnocení stavu smrkových porostů, kvantity a kvality odumřelého dřeva a přirozené obnovy na 3 trvale výzkumných plochách (TVP 18, 19 a 20) o velikosti 50 × 50 m na základě standardních biometrických měření všech jedinců stromového patra, odumřelého dřeva a přirozené obnovy. Dynamika porostů byla hodnocena na základě porovnání naměřených údajů v roce 2018 a historických dat o struktuře porostů z roku 2004. Z této práce vyplývá, že se porosty na všech TVP v roce 2004 nacházely převážně na hranici stádia optima a rozpadu. Následkem kůrovcové gradace po větrné kalamitě v roce 2007 došlo v průběhu dvou let ke kompletnímu odumření stromového patra a nyní se porosty nachází ve stádiu dorůstání. V roce 2018 se zásoba tlejícího dřeva pohybovala v rozmezí 354–556 m³.ha⁻¹, což činilo 100 % z celkové zásoby porostu, tedy živých i mrtvých stromů. Počet jedinců přirozené obnovy se pohyboval v rozmezí 280–1000 ks.ha⁻¹, z čehož jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.) představoval v průměru 71 % a smrk ztepilý 29 %. Mikrostanoviště a mikrorelief má signifikantní vliv na růst přirozené obnovy. Porost po kůrovcové kalamitě má dobrou regenerační schopnost a z hlediska dalšího vývoje je budoucí porost zajištěn.

Klíčová slova

horské smrčiny, struktura porostů, destrukce porostů, odumřelé dřevo, přirozená obnova, NP
Šumava

State of mountain spruce stands after bark beetle in Šumava

Abstract

This diploma thesis deals the structure and development of mountain spruce stands (*Picea abies*), both in general and in particular, stands in the first zone of the Šumava National Park on the site Plechý mountain gradient of LHC Plešný. The first part, is an analysis of the problems of structure and development of mountain spruce stands in the Czech Republic with a general focus on climax spruce stands in the Bohemian Forest with the emphasis on natural regeneration, dead wood, state of health of forest stands and disturbance regime, especially wind and spruce bark beetle (*Ips typographus*). The second part is mainly a description of the area in terms of habitat and the forest stand conditions, with their different methodologies evaluated in structure and development, including diversity, dead wood and natural regeneration. The result part contains the evaluation of the state of mountain spruce stands, the quantity and quality of dead wood and the natural regeneration on 3 permanently research areas (TVP 18, 19 and 20) with the size of 50 × 50 m on the basis of standard biometric measurements of all individuals of tree floor, dead wood and natural regeneration. The stand dynamics were evaluated on the basis of comparison of measured data in 2018 and historical data on the structure of stands in 2004. From this work it follows that the stands on all TVP in 2004 were predominantly at the edge of the optimum and disintegration stage. As a result of the bark beetle gradation after the wind calamity in 2007, the tree floor dies completely within two years and now stands are in the stage of growing up. In 2018, the rotting wood stock ranged between 354-556 m³.ha⁻¹, which was 100% of the total stock of live and dead trees. The number of individuals in the natural recovery ranged from 280 to 1 000 pieces.ha⁻¹, of which the Mountain ash (*Sorbus aucuparia*) averaged 71% and Norway spruce 29%. The micro-site and the microrelief have a significant effect on the growth of natural recovery. The bark beetle calamity has good regenerative capacity and future growth is ensured from the point of view of further development.

Key words

mountain spruce forest, stand structure, stand destruction, deadwood, natural regeneration,
Šumava National Park

Obsah

1. ÚVOD	14
2. CÍLE PRÁCE	15
3. ROZBOR PROBLEMATIKY	16
3.1. VÝVOJ LESNÍCH POROSTŮ	16
3.1.1. <i>Velký vývojový cyklus lesa</i>	17
3.1.2. <i>Malý vývojový cyklus lesa</i>	18
3.1.3. <i>Dynamika horských smrkových lesů</i>	19
3.2. STRUKTURA LESNÍCH POROSTŮ.....	20
3.2.1. <i>Druhová struktura lesních porostů</i>	22
3.2.2. <i>Věková struktura lesních porostů</i>	22
3.2.3. <i>Prostorová struktura lesních porostů</i>	23
3.3. PŘIROZENÁ OBNOVA LESA	24
3.3.1. <i>Vývoj a předpoklady přirozené obnovy</i>	24
3.3.2. <i>Specifika přirozené obnovy</i>	27
3.3.3. <i>Přednosti přirozené obnovy</i>	28
3.3.4. <i>Nevýhody přirozené obnovy</i>	29
3.4. ODUMŘELÉ DŘEVO.....	30
3.4.1. <i>Význam odumřelého dřeva</i>	31
3.5. ZDRAVOTNÍ STAV LESNÍCH POROSTŮ	32
3.5.1. <i>Zdravotní stav lesních porostů pod vlivem imisí</i>	33
3.6. REŽIM DISTURBANCÍ.....	34
3.6.1. <i>Abiotické disturbance</i>	35
3.6.2. <i>Biotické disturbance</i>	39
3.7. HLAVNÍ DŘEVINY HORSKÝCH POLOH	45
3.7.1. <i>Smrk ztepilý</i>	45
3.7.2. <i>Jeřáb ptačí</i>	48
3.7.3. <i>Bříza bělokorá</i>	51
4. MATERIÁL A METODIKA	55
4.1. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉ LOKALITY	55

4.1.1.	<i>Obecná charakteristika</i>	55
4.1.2.	<i>Přírodní poměry</i>	56
4.1.3.	<i>Geologické a pedologické podmínky</i>	56
4.1.4.	<i>Klimatické a hydrologické poměry</i>	58
4.1.5.	<i>Vegetační stupňovitost a soubory lesních typů</i>	59
4.1.6.	<i>Druhová a věková skladba</i>	61
4.1.7.	<i>Zdravotní stav lesních porostů</i>	63
4.1.8.	<i>Charakteristika zájmové lokality Plechý</i>	65
4.1.9.	<i>Lokalizace trvale výzkumných ploch</i>	66
4.2.	METODIKA	67
4.2.1.	<i>Sběr dat</i>	67
4.2.2.	<i>Analýza dat</i>	69
5.	VÝSLEDKY	75
5.1.	TVP 18	75
5.1.1.	<i>Stanovištní a porostní poměry</i>	75
5.1.2.	<i>Struktura a vývoj lesního porostu</i>	76
5.1.3.	<i>Diverzita</i>	81
5.1.4.	<i>Odumřelé dřevo</i>	86
5.1.5.	<i>Přirozená obnova</i>	87
5.2.	TVP 19	90
5.2.1.	<i>Stanovištní a porostní poměry</i>	90
5.2.2.	<i>Struktura a vývoj lesního porostu</i>	91
5.2.3.	<i>Diverzita</i>	96
5.2.4.	<i>Odumřelé dřevo</i>	101
5.2.5.	<i>Přirozená obnova</i>	102
5.3.	TVP 20	105
5.3.1.	<i>Stanovištní a porostní poměry</i>	105
5.3.2.	<i>Struktura a vývoj lesního porostu</i>	106
5.3.3.	<i>Diverzita</i>	112
5.3.4.	<i>Odumřelé dřevo</i>	117
5.3.5.	<i>Přirozená obnova</i>	118

6. DISKUZE	122
7. ZÁVĚR	124
8. LITERATURA.....	125
9. PŘÍLOHY.....	132
9.1. SEZNAM TABULEK	132
9.2. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	133

1. Úvod

Horské smrkové lesy mírného pásu v České republice a ve střední Evropě představují významnou část lesů (Svoboda et al., 2010). Počátek těchto lesů se datuje od konce posledního glaciálu a je pro ně charakteristická dlouhá délka života (Korpel', 1991). V těchto lesích probíhá růstová, ekologická, cenotická a stadiální odlišnost, která se zdá být na první pohled náhodná, avšak po podrobnější studii složek celku vychází najevo, že probíhá na základě neustálého vývoje, a že i ty nejkomplicovanější změny jsou projevem platných zákonitostí příslušného lesního společenstva (Korpel', 1989). Les je vůdčím ekosystémem podmiňujícím stav ostatních kontaktních ekosystémů v NP Šumava. Existují zde značné rozdíly v procesu dynamiky ontogeneze v lesích víceméně přírodních a antropicky silněji ovlivňovaných. Lesy blízké přirozeným se vyznačují dynamikou téměř výhradně ovlivňovanou přírodními faktory. Donedávna hospodářsky ovlivňované lesy se liší nejen autochtonností dřevin, prostorovou výstavbou, ale především dispozicí a reakcí na rušivé podněty přírodních faktorů (Stolina, 1995). Pokud by se tyto smrkové porosty přestaly obhospodařovat, jejich vývoj bude probíhat jen pod vlivem přírodních faktorů. Najednou se začnou uplatňovat vlivy, které byly hospodářskými zásahy značně eliminovány. Porosty nepřipravené na novou situaci budou reagovat způsobem, který je adekvátní okolnostnímu potenciálu a budou podléhat rušivým účinkům vnějších faktorů (Hladilin, 1996). Struktura je ovlivňována zejména režimem disturbancí, které narušují jejich stabilitu. Ovšem to, co se jeví jako destrukce z pohledu jednotlivých stromů nebo populací, vypadá zcela jinak v kontextu celého ekosystému (Čada et al., 2013). Vichřice a následně i lýkožrout smrkový v minulosti vždy ovlivňovaly dynamiku horských lesů ve střední Evropě (Svoboda, 2008). Jednou z nejdůležitějších podmínek další existence šumavských lesů je úspěšná obnova lesních porostů. Je pravděpodobné, že v horských smrkových lesích se sníženou ekologickou stabilitou se obnova přirozeně odehrává až po velkoplošném rozpadu. V NP Šumava je přirozená obnova jedním ze základních prvků managementu a budoucího vývoje lesů (Štícha et al., 2013).

2. Cíle práce

Hlavním cílem práce je zhodnocení struktury a vývoje smrkových porostů v I. zóně Šumavského národního parku ve výškovém gradientu hory Plechý na LHC Plešný poblíž Nové Pece s akcentem na přírodě blízký management.

V první části práce se jedná především o rozbor problematiky struktury a vývoje horských smrčín v ČR obecně se zaměřením na klimaxové smrčiny na Šumavě s akcentem na přirozenou obnovu, odumřelé dřevo, zdravotní stav lesních porostů a režim disturbancí, zejména vítr a lýkožrouta smrkového.

Ve druhé části práce jde především o obecnou charakteristiku a popis zájmového území z hlediska stanovištních a porostních poměrů a dále uvedení jednotlivých použitých metodických postupů, týkajících se zejména zhodnocení struktury a vývoje porostů včetně diverzity, odumřelého dřeva a přirozené obnovy.

Stěžejními cíli práce je vyhodnocení stavu porostů, kvantity a kvality odumřelého dřeva a přirozené obnovy včetně vlivu mikrostanoviště a mikroreliefu na 3 trvale výzkumných plochách (TVP 18, 19 a 20) o velikosti 50 × 50 m na základě standardních biometrických měření všech jedinců stromového patra, odumřelého dřeva a přirozené obnovy a následná aplikace standardních biometrických a matematicko – statistických metod. V poslední řadě dochází z hlediska dynamiky porostů k porovnání struktury porostů v roce 2004 a naměřenými údaji v roce 2018.

3. Rozbor problematiky

3.1. Vývoj lesních porostů

Jednotlivé složky přírodního lesa v užších a širších časových úsecích vznikají, rostou, vyvíjí se, kvalitativně a kvantitativně se mění a zanikají. Při překonávání protikladů podle vnitřních zákonitostí se přizpůsobují prostředí. Probíhá zde růstová, stádiová, cenotická a ekologická diferenciacie. Ta se na první pohled zdá být náhodná, avšak při podrobnějším studiu a hlubším rozboru organismů jako složek celku se zjišťuje, že probíhá zákonitě v rámci nepřetržitého vývoje. I ty nejkomplicovanější změny v dřevinných a nedřevinných složkách jsou v detailech jen zvláštním projevem širše platných zákonitostí lesa (Korpel', 1989).

V průběhu fylogenetického vývoje se lesy vyvinuly v relativně druhově bohaté a ekologicky stabilní ekosystémy, jejichž prostorová, věková a druhová skladba spolu s genetickým složením závisí na attributech biotických a abiotických složek prostředí. Procesy vzniku a disturbance části přírodních lesních ekosystémů jsou v průběhu malého vývojového cyklu lesa dány základními dřevinami. Vlastnosti těchto dřevin hrají důležitou roli k pochopení dynamiky přírodních lesů. Zároveň se však jedná i o kritéria k určení úlohy, kterou jednotlivé dřeviny v hospodářském lese mají (Poleno, 1993). Střídání jednotlivých vývojových stádií a fází v rámci vývojového cyklu přírodního lesa představuje dynamiku a různou míru využívání jeho růstového a produkčního prostoru. Tento proces je vede následně k výrazné změně jak vertikální, tak i horizontální struktury v průběhu vývojového cyklu (Gratzer et al., 2004).

Existuje velké množství vývojových klasifikací, které vycházejí ze skladby a struktury porostu, růstových fází nebo jeho fysiognomických vlastností (O'Hara, 1996). Pro systémové hodnocení změn dřevinného porostu v přírodním lese má zásadní význam existence dvou vývojových cyklů lesa (Korpel', 1989). Prvním je velký vývojový cyklus lesa charakterizovaný sekundární sukcesí probíhající na rozsáhlé ploše řádově v hektarech (velkoplošný vývoj lesa) a v časovém rozpětí desetiletí. Druhým je malý vývojový cyklus

lesa probíhající v rámci klimaxu na malých plochách (maloplošný vývoj lesa) a v časových periodách staletí (Poleno et al., 2007).

3.1.1. Velký vývojový cyklus lesa

Velký vývojový cyklus je započat následkem silné disturbance, kdy je půda zbavena souvislého lesního porostu (Poleno et al., 2007). Tyto disturbance jsou způsobovány lesními požáry (Frelich, 2002), silnými větry (Sousa, 1984), kalamitním přemnožením hmyzích škůdců (Kulakowski et al., 2004) či dřevokaznými houbami (Vacek et al., 2008). Sekundární sukcese je započata postupným osídlováním náhle odkryté lesní plochy po disturbance svétlomilnými pionýrskými dřevinami. Tím se formuje tzv. les přípravný (Poleno et al., 2007).

Tyto dřeviny, jež se vyznačují včasnou a každoročně bohatou úrodou semen, menší růstovou vytrvalostí, rychlým růstem v mládí a kratším fyzickým věkem (Korpel', 1989). Jedná se zejména břízu, jeřáb, osiku, olše, jeřáb a borovice (Poleno et al., 2007). Tyto dřeviny pozitivně ovlivňují vláhový a tepelný režim růstového prostoru a tvorbu humusu. Tím pozměňují tento prostor do takové míry, že opět získává charakter lesního prostředí (Korpel', 1989). Pozvolna se tak připravují podmínky pro nástup dřevin klimaxového lesa, které jsou náročnější z hlediska zastínění, zejména v mládí. Jedná se především o smrk, jedli či buk (Poleno et al., 2007). Tyto klimaxové dřeviny nesnesou extrémní podmínky odkrytých ploch, a naopak jim nevadí poměrně vysoké zastínění a konkurence jiných jedinců (Korpel', 1989). Postupnou přirozenou obnovou těchto dřevin pod lesem přípravným vzniká tzv. les přechodný, většinou dvouetážový (Poleno et al., 2007). Pomalejším, avšak vytrvalejším výškovým růstem dorůstají a předrůstají vrstvu pionýrských dřevin a silným cloněním zabraňují jejich opětovné obnově (Korpel', 1989). Velký vývojový cyklus je uzavírán lesem závěrečným. (Poleno et al., 2007). Ten je v daných podmínkách zpravidla nejstabilnějším a nejproduktivnějším typem ekosystému, jenž se na dané lokalitě může vytvořit (Korpel', 1989).

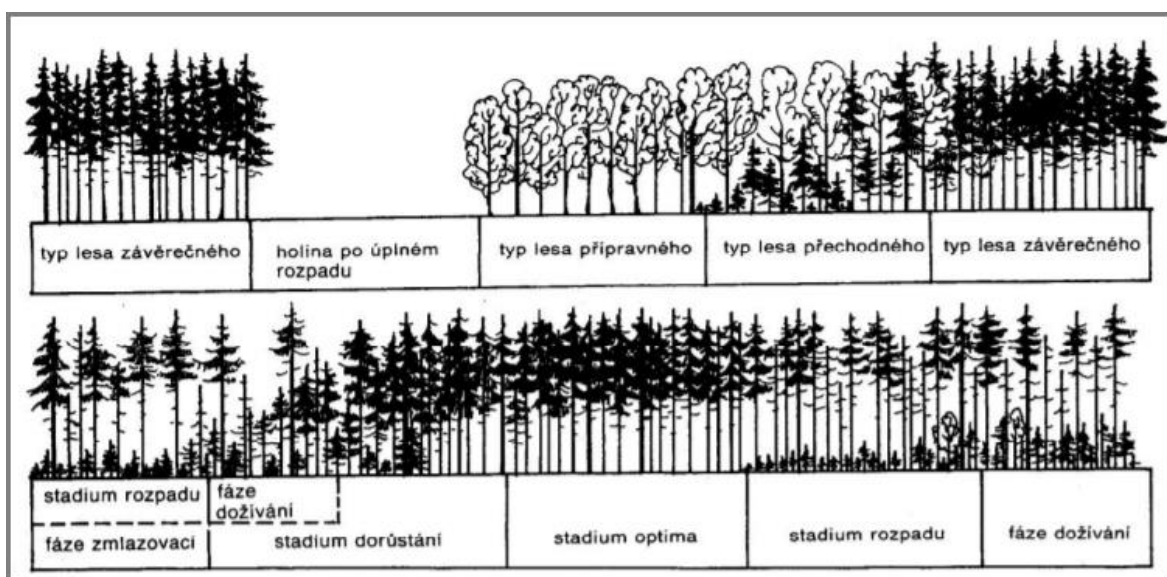
3.1.2. Malý vývojový cyklus lesa

Stádium klimaxového lesa může trvat teoreticky bez omezení. To ovšem v žádném případě neznamená jeho neměnnost. V rámci klimaxu dochází k cyklickému střídání vývojových stádií a četných fází v jejich rámci. Střídání těchto stádií je zahrnuto v tzv. malém vývojovém cyklu přírodního lesa. Jedná se o stádium dorůstání, optima a rozpadu (Korpel' et al., 1995).

Ve stádiu dorůstání stromy převážně mladých generací intenzivně uplatňují své růstové schopnosti. V postavení střední a spodní vrstvy mají vysoký stupeň zápoje a vysokou vitalitu. Horní vrstva stromů má nepatrnou mortalitu, počet živých stromů je přiměřený spolu s porostní zásobou (Korpel', 1989). Postupně dochází k snižování objemu odumřelého dřeva, který je v tomto stádiu nejvyšší. Výrazně klesá i počet jedinců přirozenou autoredukci, naopak porostní zásoba a objemový přírůst se rychle zvyšují (Vacek et al., 2016). Porosty mají největší výškovou, tloušťkovou a prostorovou diferenciaci (Korpel', 1991). Menší mezery, které vznikly v zápoji porostu po vypadnutí zbytku stromů předcházejícího cyklu anebo náhodným předčasným odumřením jednotlivých silných stromů nového cyklu se opět zapojí (Korpel', 1989). V tomto stádiu se struktura porostů podobá lesu výběrnému (Korpel' et al., 1995).

Následně se původně výškově rozdílný porost z dřívější značné různověkosti vyrovná a les se dostává do stádia optima. V tomto stádiu je dosaženo maximální porostní zásoby. Výškový růst se zastavil a běžný objemový přírůst se silně zmenšil. Stádium optima také charakterizuje malý počet stromů na plošné jednotce, ztráta vrstevnatosti, citelně zvýšená mortalita nejsilnějších stromů a částečně rozvolněný zápoj (Korpel', 1989). Převládají stromy nejvyšších tloušťkových tříd (Vacek et al., 2007b). Vzhled porostu je podobný horizontálně zapojenému stejnověkému lesu. To se ovšem netýká slunných a stinných společenstev na extrémních stanovištích typu skalnatých svahů, vysokých poloh atd. Zde se nemůže vytvořit souvislý horizontální zápoj a podmínky pro obnovu existují prakticky v průběhu celého vývojového cyklu (Korpel', 1989). V tomto stádiu se porost velmi podobá lesu hospodářskému blížícímu se mýtní zralosti (Korpel' et al., 1995).

Ve fázi rozpadu začínají přestárlé stromy hynout. Zásoba porostu rapidně klesá, protože odumírání početných mohutných stromů nemůže být nahrazené přírůstkem jedinců nové generace (Korpel', 1989). Dochází k postupnému nárůstu objemu odumřelého dřeva a ke zvyšování počtu jedinců nové generace lesa (Vacek et al., 2007b). Zásoba je také nepravidelně rozmístěná a skupiny stromů jsou prolínány mezerami či nastupující obnovou (Korpel', 1989). Při pomalém průběhu stádia rozpadu dochází k obnově stinných dřevin s charakterem podrovní obnovy, při rychlém rozpadu by mohlo dojít k obnově přípravných dřevin. Porost se tak dostává na začátek vývojového cyklu (Vacek et al., 2007b).



Obr. 1: „Velký“ vývojový cyklus přírodních smrčín v boreální tajze (obr. nahoře) a „malý“ vývojový cyklus (obr. dole) v horských smrčínách Slovenska (podle Jeníka 1995).

3.1.3. Dynamika horských smrčkových lesů

Horské smrčkové lesy se často nachází na nepřístupných místech, což přispívá k neúplnému chápání jejich dynamiky (Čada et al., 2016). V evropském kontextu není dynamika zcela pochopena dodnes a disturbance velkých rozsahů nebyly dříve chápány jako její přirozená součást (Brúna et al., 2013). V druhé polovině 20. století nastala zásadní změna v chápání přirozených smrčkových lesů a dynamiky vegetace. Přešlá představa popisovala přirozený les jako samoregulující se a vysoce stabilní entitu. Disturbance byly v tomto pojetí chápány jako vnější události, vychylující systém z rovnováhy a vyvolávající sukcesi směřující ke konečnému stabilnímu společenstvu, tedy klimaxu. Tato teorie byla zavržena

zjištěním, že druhovou, věkovou a prostorovou strukturu lesa utváří různé typy narušení a existující typy krajin, kde les nedosahuje rovnovážného stavu právě v důsledku těchto disturbancí ani na velkých plochách (Čada et al., 2013). Dynamika porostu je studována nejen na základě trvalých výzkumných ploch či lidskou pamětí, ale také pomocí dendrochronologických analýz, například pomocí odvrtávání letokruhů, či dochovaných archivních materiálů, ať už jde o nejrůznější porostní mapy, hospodářské knihy či historické průzkumy a jejich možné vzájemné porovnání (Brůna et al., 2013). Tyto materiály je však nutno brát s rezervou, protože informace, které obsahují, mohou být neúplné (Čada et al., 2013). Tyto lesy se vyznačují dlouhou délkou života a s ní spojenými dlouhými vývojovými fázemi, stádii a vývojovými cykly. Vývojový cyklus v závislosti na nadmořské výšce a stanovištních podmínkách trvá od 300 do 400 let. V závislosti na nadmořské výšce se značně odlišuje i struktura těchto lesů (Korpel', 1991).

3.2. Struktura lesních porostů

V původním slova smyslu pojem struktura označuje sestavení určitého celku s do jisté míry vyvinutým vnitřním uspořádáním. Z hlediska lesnické ekologie lesní struktury zahrnují veškeré biotické a abiotické složky lesních ekosystémů (Mikeska et al., 2007). Ke stěžejním prvkům trvale udržitelného obhospodařování lesů patří v našich podmínkách vytvoření optimální struktury lesních ekosystémů a diferencovaný přechod od plošného přes skupinovitý až individuální způsob hospodaření. Dále podpora a využívání spontánních procesů – zvláště pak přirozené obnovy, kompetice i dalších principů tzv. biologické autoregulace (Poleno, 1997). Korpel', (1991) popisuje strukturu porostu jako souhrn vnitřních a vnějších znaků charakterizujících celé vnitřní uspořádání porostu, tzn. obraz stavu porostu zaznamenaný v jistém okamžiku. Jedná se o statické zachycení kvalitativních a kvantitativních znaků jako výslednice vývoje a růstu porostu. Strukturně bohaté lesní ekosystémy vykazují víceetážovou až stupňovitou stavbu porostu. Oproti lesům strukturně chudým se zpravidla vyznačují vyšší odolností vůči působení biotických a abiotických činitelů. Ve smyslu hospodářské úpravy lesa se lesní struktury vztahují na živé, vertikálně nebo horizontálně uspořádané složky lesního celku (Mikeska et al., 2007). Ovlivňovány jsou zejména režimem disturbancí, které narušují jejich stabilitu. Ovšem to, co se jeví jako destrukce z pohledu jednotlivých stromů nebo populací, vypadá zcela jinak v kontextu

celého ekosystému. Z hlediska struktury, biodiverzity či obnovy jsou tyto disturbance zásadní (Čada et al., 2013). K nejzásadnějším patří extrémní klimatické podmínky při horní hranici lesa, které strukturu porostu výrazně ovlivňují. Postupem do vyšších poloh se například zmenšuje zápoj. S klimatickými vlivy souvisí i sporadická a nepravidelná obnova smrku odrůstajícího na odumřelém dřevě (Míchal, 1983). Nedílnou součástí přirozenosti a kvality struktury lesa tvoří i genetická struktura porostu, tzn. zastoupení autochtonních či stanovištně odpovídajících jedinců, popřípadě jedinců se sukcesní nebo klimaxovou strategií (Mikeska et al., 2007). Struktura porostu je podle prací Korpel' (1991) a Vacek et al. (2016) charakterizována jeho skladbou, posuzovanou z různých hledisek:

- původ porostu (vegetativní, generativní)
- druhové složení porostu
- smíšení porostu
- věkové členění porostu
- tloušťkové a výškové členění porostu
- zápoj porostu
- prostorové členění porostu
- genetickou skladbou porostu

Původ porostu a jeho jednotlivých složek se dělí na semenný nebo vegetativní, případně smíšený. Na základě původu porostu se dále rozlišují na jedné straně porosty autochtonní, tj. původní, představující nejproduktivnější a nejodolnější formu příslušného druhu a na druhé straně porosty alochtonní, tj. nepůvodní (Korpel', 1991). Není pravidlem, že nepůvodní dřeviny jsou vždy stanovištně nevhodné (Vacek et al., 2009). Při přenesení druhu či jeho ekotypu do podobných klimatických a stanovištních podmínek, mohou být tyto dřeviny vhodné a naopak. Vhodnost je posuzována z hlediska stavu a zlepšování, nebo naopak zhoršování stanoviště. Dále je vhodnost posuzována z hlediska zdravotního stavu a vitality zkoumaných dřevin. Významnou roli hraje i zastoupení jednotlivých proveniencí a genetická skladba populací (Korpel', 1991).

3.2.1. Druhová struktura lesních porostů

Druhová struktura porostu je výčet druhů dřevin a jejich zastoupení v porostu. Druhová skladba společně s celkovou strukturou tvoří hlavní složky porostů, jež vzájemně ovlivňují funkci lesních ekosystémů (Crow et al., 2002). Porosty se dělí na jehličnaté a listnaté a porosty smíšené nebo nesmíšené. Zastoupení dřevin v druhové skladbě se stanoví jako plošný podíl jednotlivých dřevin v porostu (Vacek et al., 2016). Hlavní dřeviny mají zastoupení větší než 30 %, přimíšené 10-30 % a vtroušené do 10 %. Ve smíšeném porostu mohou být jednotlivé dřeviny různě rozmístěné. Forma smíšení může být jednotlivá, hloučkovitá (do 0,01 ha), skupinkovitá (0,01-0,20 ha), skupinovitá (0,20-0,50 ha) nebo plošná (přesahující 0,50 ha). U umělých kultur se pak vyskytuje forma smíšení jednotlivá, řadová a pásová (Korpel', 1991). Druhová struktura je posuzována ze tří úrovní: druhová bohatost, druhová vyrovnanost a druhová heterogenita. Druhová bohatost vyjadřuje počet druhů v daném porostu. Druhová vyrovnanost vyjadřuje relativní zastoupení jednotlivých druhů v daném porostu a druhová heterogenita zahrnuje jak druhovou bohatost, tak i vyrovnanost (Vacek et al., 2018).

3.2.2. Věková struktura lesních porostů

Věková skladba porostu je charakterizována věkovým členěním, resp. rozdíly věku stromů jednoho nebo více druhů dřevin tvořící porost. Z hlediska nejzákladnějšího typu členění se lesní porosty klasifikují jako stejnověké a různověké. Věková diferenciacie lesního porostu může mít značný rozsah. Vyjadřuje se ve věkových stupních nebo třídách a její změny poskytují důležité informace pro řízení vývoje porostu (Korpel', 1991). Věková skladba je i důležitou populační charakteristikou, která ovlivňuje jak životnost, tak i mortalitu, popř. délku vývojového cyklu či života porostu (Vacek et al., 2007). Ve stabilní věkové struktuře různověkého přírodního lesa převažují početně jedinci v nejmladších věkových stupních (Průša, 1985).

V důsledku odlišných růstových schopností a věkových rozdílů jednotlivých druhů dřevin v každém porostu postupně vznikají rozdíly jak výškové, tak i tloušťkové. Tloušťková struktura lesního porostu je v zásadě rozdělení počtu stromů do jednotlivých

tloušťkových tříd a představuje základní informaci z hlediska managementu lesních porostů v hospodářských lesích (Korpel', 1991). Podle věku porostu a jeho vzhledu, který s věkem souvisí, se rozlišují růstové a vývojové fáze lesa (Poleno et al., 2007). Růstové fáze jsou rozdílné dlouhotrvající úseky života přirozeně nebo uměle založeného porostu, které jsou charakteristické podobnými hlavními znaky vnějšího vzhledu a vnitřními biologickými vlastnostmi vývojového charakteru, rámcově i pěstebním programem. V porostech vzniklých přirozenou, umělou nebo kombinovanou obnovou se rozlišuje sedm základních růstových fází:

- nálet (střední porostní výška do 0,5 m),
- nárost a kultura odrostlá (střední porostní výška od 0,6 do 1,3 m),
- mlazina (střední porostní výška od 1,3 m, $d_{1,3} < 5$ cm),
- tyčkovina ($d_{1,3}$ 6-12 cm),
- tyčovina ($d_{1,3}$ 13-19 cm),
- nastávající kmenovina ($d_{1,3} > 20$ cm),
- vyspělá kmenovina ($d_{1,3} > 36$ cm) (Vacek et al., 2016).

3.2.3. Prostorová struktura lesních porostů

Prostorová struktura porostu je posuzovaná ve směru horizontálním a vertikálním. Z hlediska horizontální struktury se sleduje hustota porostu, zakmenění a zápoj. U zápoje se dále sleduje stupeň zápoje a plocha korunových projekcí. Z hlediska vertikální struktury je to tvorba jednoho nebo více porostních pater a v jejich rámci porostních vrstev (Vacek, 1982). Zápoj představuje prolínání korun a vzájemný dotyk v korunové vrstvě (Vacek et al., 2018). Dle způsobu dotyku a vzájemného rozmístění korun okolních stromů rozeznává Korpel' (1991) čtyři druhy zápoje:

- horizontální – koruny stromů uspořádané v jedné vrstvě,
- stupňovitý – koruny vytvářejí několik dílčích vrstev umístěných vedle sebe,
- diagonální – plynulý přechod mezi různě vysokými jedinci,
- vertikální – koruny rozmístěné v rámci celého produkčního prostoru.

Dle volnosti a těsnosti dotyku korun může být zápoj dále rozdělen na různé stupně zápoje:

- stísněný (přehuštěný) – vzájemné přehuštění korun, až deformace,
- dokonalý (úplný) – dotýkání a ovlivňování korun,
- uvolněný – koruny se zřetelně ovlivňují, ale nedotýkají se,
- volný – koruny se neovlivňují, nedotýkají, ale v korunová klenba je bez mezer,
- přerušovaný – absence 1 až 2 jedinců s průměrně velkými korunami,
- mezernatý – pomístní vznik mezer o velikosti 3 a více průměrně velkých korun, (Korpel', 1991).

Z hlediska vertikální struktury je sledována tvorba jedné nebo více porostních vrstev a v jejich rámci pak porostní etáže a vrstvy (Vacek, 1982). Růstový prostor se u porostu rozděluje na tři porostní vrstvy vždy dle jednotlivých třetin výšky porostu. Jedná se o vrstvu spodní (podúrovňovou), střední (úrovňovou) a horní (nadúrovňovou). Porostní etáže představují výraznější výškový odstup dvou či více dílčích souborů stromů v růstovém prostoru (Korpel', 1991).

3.3. Přirozená obnova lesa

3.3.1. Vývoj a předpoklady přirozené obnovy

Se zřetelem na původ se přirozená obnova dělí na generativní a vegetativní. U generativní obnovy jedinci vznikají z nalítaných či opadaných semen vlastního mateřského, nebo sousedního porostu. V případě vegetativní obnovy jedinci následného porostu vznikají z kořenových výmladků, případně zakořeněných větví (Korpel' 1991).

Obnova v pralesovitých a přírodních lesích vždy probíhala samovolně během celé existence lesa (Kupka, 2008). Přirozená obnova lesa zaznamenala velký rozvoj ve dvacátých a třicátých letech 20. století na lokální bázi. Početné exkurze lesníků směřovaly pouze do míst, kde přirozená obnova sklízela největší úspěchy, avšak přenášení osvědčených postupů na jiné lokality selhávalo (Vacek et al., 2009). Pouze ekologicky analyzované šetření může poskytnout spolehlivou informaci o možném přenosu úspěšných výsledků do odlišných

oblastí. Aby bylo možné cílevědomě usměrňovat působení přírodních sil, musí lokální porostní a stanovištní analýzy vytvořit základnu pro odpovídající pružné přizpůsobování obnovných postupů (Poleno, 1993).

Prvním předpokladem přirozené obnovy je opad lehkého a okřídleného semene některé dřeviny v obnovovaném porostu, které snadno roznáší vítr do značných vzdáleností. Proto v tomto typu lesa vždy nalézáme nálet (Vacek et al., 2018). Nejvíce náletu se zde vyskytuje ve stádiu jeho rozpadu, tj. v procesu odumírání fyziologicky dožívajících stromů (Kupka, 2008). Po vichřicích zůstávají vyvrácené a popadané stromy. Na obnažených místech půdy po vyvrácených kořenech se otevírá prostor pro rostliny, které jsou schopné dostatečně konkurovat ostatním vzrostlým druhům (Šantrůčková, 2010). K těmto podmínkám jsou nejtolerantnější tzv. přípravné dřeviny. Jedná se zejména o břízu, olši, jeřáb, ale do značné míry také borovici a ve vhodných podmínkách i modřín (Vacek et al., 2018). Vývoj a přežívání semenáčků může být ovlivňován celou řadou biotických a abiotických faktorů. K nejvýznamnějším se řadí mráz, poškození zvěří, pohyb sněhu, konkurence přízemní vegetace (Zenáhlíková et al., 2011) nebo populační dynamikou stromového patra (Korpel', 1991). V případě přirozené obnovy po kůrovci dochází k postupnému prosvětlení opadem jehličí dospělých stromů, následně větviček a naposled větších větví. Povrch půdy je prosvětlený, a navíc s dostatkem živin tlejícího dřeva, což v globálu tvoří příhodné podmínky pro vyklíčení semen (Šantrůčková, 2010). Nejvhodnějším obnovným způsobem je způsob podrostní, uplatňující některou formu clonné nebo výběrné seče. Nelze však vyloučit ani možnost přirozené obnovy při holosečné obnově, buďto ponecháním výstavků nebo semeny nalétnutými ze sousedních porostů. Není-li holoseč příliš velká, daří se přirozená obnova i na holinách (Vacek et al., 2018).

Druhým důležitým předpokladem je vhodný stav půdy pro klíčení semene, vzejití semenáčků a počáteční přežití. Tomu napomáhá především biologická příprava půdy, která realizuje cílevědomou těžbou dřeva, aby se především upravil zápoj porostu (Vacek, 1981). Pravděpodobnost přežití semen přezimujících na povrchu hrabanky, humusu či půdy lze ovlivnit úpravou stavu půdního povrchu, jenž vytváří podmínky pro škodlivé organismy. Na půdách se surovým nadložním humusem nebo hustou trávou dochází během zimy k vysokým ztrátám. Příprava půdy, kterou se pomístně nebo v pruzích odkryje minerální

půda, může tyto ztráty snížit. Pravděpodobnost přežití semen lze také ovlivnit pokrytím opadaných semen tenkou vrstvou minerální půdy, kdy se sníží ztráty vyschnutím, ale též ptactvem (Vacek et al., 2018).

Třetím faktorem je příznivý stav porostního mikroklimatu, vhodné klimatické podmínky a příznivý průběh povětrnosti počínaje opadem semen konče vzejitím semenáčků a jejich přežití prvního vegetačního období. První dva faktory může lesní hospodář významně ovlivnit, avšak již méně lze ovlivnit tento třetí předpoklad (do určité výše porostní mikroklima (Vacek et al., 2018).

Čtvrtým a zároveň nejdůležitějším předpokladem je výskyt semenného roku. Tento faktor může lesní hospodář ovlivňovat prakticky jen nepřímo, a ne příliš výrazně, při výchově porostů dlouhodobou kontinuální podporou péče o zdárný vývoj korun stromů. Úspěch přirozené obnovy je podmíněn tím, že se všechny uvedené podmínky musí střetnout v příznivé konstelaci naráz (Vacek et al., 2016).

Jednotlivé etapy přirozené obnovy mohou probíhat plynule pouze za předpokladu, že dojde k vytvoření příznivých podmínek. Rozeznávání a plošné vymezování vhodných podmínek pro klíčení a přežívání semenáčků je náročné. Tyto podmínky není možné vytvářet či usměrňovat bez použití vhodných indikátorů pro stav půdy a znaků porostní struktury (Vacek et al., 2016).

Pro počáteční etapu nástupu přirozené obnovy můžeme rozlišovat tři fáze podmínek obnovy:

- Předčasná fáze – přirozená obnova se dostavuje v době, kdy pro ni příznivé podmínky ještě nenastaly. Semena mohou vyklíčit, ale vzešlé semenáčky pro ještě nevhodný stav půdních a mikroklimatických podmínek velice často hynou. Úpravou struktury porostů (zejména zápoje) provedením cílevědomé těžby je možno někdy ještě situaci příznivě ovlivnit.

- Optimální fáze, která se projevuje příznivou konstelací půdních a mikroklimatických podmínek pro klíčení semene i vzcházení a přežívání semenáčků.

- Promeškaná fáze, jestliže podmínky porostního prostředí pro nástup přirozené obnovy již zanikly, zejména vlivem nástupu buřene. Situaci je nutno řešit mechanickou nebo chemickou cestou, popř. uplatněním umělé obnovy. Počítat s opakovaným nasemeněním bez úpravy podmínek nelze (Vacek et al., 2018).



Obr. 2: Přirozená obnova na tlejícím dřevě, Shuttershock, Josef Havlín, 2017.

3.3.2. Specifika přirozené obnovy

Celkový průběh přirozené obnovy trvá zpravidla déle než při obnově umělé. Vše začíná vhodně načasovanou fruktifikací semenných stromů a končí dosažením fáze mlaziny. Všechny přirozené procesy, které zároveň probíhají, musí představovat jeden souvislý sled (Vacek et al., 1995). Přirozená obnova se nejčastěji dostavuje v chladnějších oblastech středních a vyšších poloh, jež jsou bohatší na srážky. Na těchto vláhově příznivých stanovištích je pro dosažení a vývoj přirozené obnovy méně rizikových momentů, než ke slunci a větru exponovaných nebo níže položených lokalitách (Vacek et al., 2018). Horské smrčiny rostoucí v chladném a vlhkém prostředí se neobnovují kontinuálně. Pro vykvetení a produkci semene vyžaduje smrk ztepilý dva po sobě jdoucí teplotně a vlhkostně příznivé

roky. Ovšem takováto situace nastává v horských podmínkách nepravidelně, a to zhruba jednou za pět let. Semenáčky v zapojeném lese ve svém vývoji téměř vždy stagnují. Čas pro jejich růst se navrhne až s dostatkem světla, kdy odumírá stromové patro. Letokruhy takovýchto jedinců jsou oproti stromům vyvíjejících se již od počátku velmi husté (Jonášová, 2013).

Často diskutovaným problémem je přirozená obnova stanovištně nepůvodních dřevin. Zpravidla se k nim zaujímá zcela negativní stanovisko (které se v praxi často jen těžko realizuje). Pokud nejde o agresivní dřeviny (např. akát, pajasan apod.), není toto zcela negativní stanovisko namístě. Je možné i nálet stanovištně nevhodné dřeviny využít jako dřeviny zápojné, poněvadž v těchto náletech se velice často aspoň sporadicky objevují i nálety cílových dřevin. Nejčastěji jde o nežádoucí nálety smrku v nižších vegetačních stupních, v nichž se dostavují – často ve zdánlivě zanedbatelné míře nálety buku, jedle, habru, ale i borovice nebo modřínu. Je třeba si uvědomit, že jde o nálety smrku v nižších vegetačních stupních, zpravidla s nízkou sumou srážek, takže smrk nemá v těchto podmínkách plnou vitalitu (Vacek et al., 2009). Aby mohl být lesníkův výchovný zásah v tomto nízkém věku omezen na minimum, je možno pro smrk vytvořit dále zhoršené podmínky, a to především udržováním relativně vysokého zápoje horní etáže. Tím se udržuje vysoký přírůst např. jedle nebo buku a v náletech smrku dochází ke snížení přírůstu zbývajících jedinců a autoredukci. To znamená že nálety stinných dřevin budou již po první pomoci lesníka předrůstat nálety smrku samy (Poleno et al., 2009).

3.3.3. Přednosti přirozené obnovy

Po splnění všech požadavků pro přirozenou obnovu je možné uvést tyto její přednosti:

- Dobré přizpůsobení obnovy poměrům na mikrostanovištích, kterých nelze docílit jinak.
- Zachování autochtonních (původních pro dané území), ale i alochtonních (nepůvodních pro dané území) populací, jež se na daném stanovišti osvědčily. Neplatí vždy, že nepůvodní dřevina je stanovištně nevhodná. Přirozená obnova na těchto stanovištích

osvědčených a odpovídajících porostech vylučuje riziko použití reprodukčního materiálu stanovištně nevhodného, získaného s řadou nejistot při jeho nákupu.

- Nerušený růst náletových semenáčků na přirozeně vybraných místech. Zde nedochází k poškozování kořenového systému jako při výsadbě. V důsledku toho se nálety a nárosty vyvíjejí s větší stabilitou než vysazené kultury.

- Při vysokém počtu náletových semenáčků nehrají škody zvěří významnou roli.

- Možnost získávání semenáčků z náletů, a to k přímé výsadbě do mezernatých částí porostu, nebo k zaškolkování jednoletých semenáčků ve školce či semeništi.

- Ušetření nákladů na síji nebo sadbu. Přirozená obnova sice není zcela zdarma, protože se často provádí příprava půdy. Později probíhá vylepšování mezer. Přes to všechno je úspora nákladů značná (Vacek et al., 2009).

Vychází-li se toho, že se přirozená obnova nejčastěji dociluje při výběrném, podrobném nebo výstavkovém hospodářství, jsou spojeny s tímto obnovným postupem další přednosti, zvláště zvýšený hodnotový přírůst na postupně prosvětlovaném mateřském porostu (Vacek et al., 2018).

3.3.4. Nevýhody přirozené obnovy

- Závislost na fruktifikaci stromů. Semenné roky se u dřevin dostávají nepravidelně, většinou až s odstupem několika let. Téměř každoročně plodí javory, habr, břízy, lípy a olše. Každým druhým rokem mívají bohatší úrodu semen borovice a modřín. U ostatních dřevin bývají intervaly semenných let delší. Při delších intervalech semenných roků dochází k tomu, že bývá v mezidobí slabší úroda, při které se nevyplatí osivo sbírat.

- Nerovnoměrnost hustoty přirozených náletů. Je třeba doplňovat mezery, které se vytváří stejně jako skupiny přehoustlých náletů. Opomenutím tohoto faktoru může dojít k snižování kvality okrajových jedinců okolo vzniklé mezery. Většinou se jedná o předrosty, často s jednostranným zavětvením.

- Přirozená obnova je produktem zejména těch dřevin, které se nachází v mateřském porostu. Jedná se o nevýhodu zejména u monokultur. Ovšem i ve smrkové monokultuře se mohou v přehoustlých náletech vyskytovat náletové semenáčky jiných druhů dřevin, což je vysvětleno počínáním ptactva či jiných druhů živočichů, např. veverky, či hraboše.

Okřídlená semena mohou být na tuto plochu zanesena větrem i z okolích porostů (Vacek et al., 2009).

3.4. Odumřelé dřevo

Při pohledu na les jako lesní ekosystém je třeba chápat, že jeho součástí nejsou pouze jen živé stromy, ale také stromy odumřelé, jež patří ke klíčovým faktorům biodiverzity lesních ekosystémů (Vacek et al., 2018). Pojmem odumřelé dřevo se rozumí různé formy stojícího či ležícího dřeva, vznikající odumřením stromů v lese. Zahrnuje odumřelé části živých stromů, jako jsou například stojící mrtvé kmeny, dutiny kmenů, suché větve, pahýly souší, celé ležící kmeny, pařezy, ležící silné a slabé větve či ležící kusy fragmentového dřeva (Bače et al., 2016). Tlející dřevo lesních ekosystémů hraje důležitou roli jako nezpochybnitelná součást vývojových stádií a fází původních, přirozených, přírodních či přírodě blízkých lesů (Průša, 1985). Přítomnost tlejících ležících klád a starých živých, stojících rozpadajících se suchých stromů patří na první pohled k jedním z hlavních rozdílů mezi lesem přírodním a hospodářským. V přírodních lesích se v závislosti na fázi vývoje nalézá až několik stovek m³ tlejícího dřeva. V hospodářských lesích se jedná o minimum (Svoboda, 2005). Objem odumřelého dřeva v určitém porostu závisí na produktivitě stanoviště, klimatických podmínkách, vývojovém cyklu, druhové skladbě lesa, režimu přírodních disturbancí a lidské intervenci v hospodářských lesích. Forma a způsob, jakým se mrtvé dřevo rozkládá v průběhu času, jsou dány příčinou smrti jako je například zlom, konkurence, vyvrácení, napadení hmyzem a kořenovou hnilobou. Prochází náročným procesem rozkladu, charakterizující se mnoha fyzikálními a biologickými jevy, jako jsou například louhování, biologická respirace a fragmentace. Je postupně obsazováno různými organismy, zejména dřevokaznými houbami. Proces rozkladu je ovlivňován vlhkostí, teplotou, poměrem O₂ a CO₂ v ovzduší, nebo kvalitativními vlastnostmi (Bače et al., 2016). Trvá několik desetiletí, než je mrtvé dřevo rozloženo tak, aby bylo schopné semenáčkům poskytnout potřebné látky (Svoboda et al., 2010). Pro určení rozkladu souší používá Spetich et al. (2002) a Maser et al. (1988) čtyřčlennou stupnici. Základem této stupnice jsou charakteristické znaky popisující stav koruny, kmene a kůry. Třída jedna představuje čerstvě odumřelé stromy, třída čtyři obzvláště rozložené stojící kmeny či jejich části. Pro určení stupně rozkladu ležících klád využívá Spetich et al. (2002) a Maser et al. (1988) pětičlennou

stupnici. Charakteristickým znakem této stupnice je tvar dřeva, barva dřeva, struktura dřeva, kůra, množství větví a dotyk ležícího mrtvého dřeva s povrchem půdy. Třída jedna představuje čerstvě padlé kmeny nenaznačující projev rozkladu. Třída pět naopak označuje mrtvé dřevo, jež se stává součástí půdního profilu.



Obr. 3: Odumřelé dřevo horské smrčiny na Šumavě, Václav Štětina, 2014.

3.4.1. Význam odumřelého dřeva

Mrtvé dřevo tvoří nepostradatelnou součást řady ekosystémů (Horák, 2007). Odstranění mrtvého dřeva z lesního ekosystému může výrazně ovlivnit průběh přirozené obnovy a biodiverzitu porostu (Svoboda et al., 2010). Závislost zmlazení dřevin na mrtvém dřevě je v některých lesích stoprocentní. U některých případů semenáčky obsahují pouze ležící kmeny svého vlastního druhu (Bače et al., 2016). V přírodních procesech je jeho úloha nezastupitelná. Poskytuje zdroj potravy a úkryt pro mnoho živočichů létavých i nelétavých (Horák, 2007). Pro semenáčky smrku představuje mrtvé dřevo ochranu před konkurencí bujných trav a příznivé teplotní podmínky, jelikož sníh na něm roztává mnohem dříve než na okolním podkladě. V neposlední řadě jsou v něm obsaženy živiny (Jonášová, 2013). Má příznivý vliv na chemické a fyzikální vlastnosti půdy, ovlivňuje různorodost a strukturu biotopů lesních ekosystémů, a také biologickou diverzitu všech složek lesního ekosystému. Dále má vliv na tvar, funkci a strukturu vodních toků včetně morfologie svahů a v neposlední

řadě působí na dlouhodobý koloběh uhlíku. Tlející dřevo může v porovnání s půdou mít relativně vysokou schopnost retence vody a v období, kdy je nedostatek srážek, slouží jako zásobárna vláhy. Může v něm být relativně vysoký obsah minerálních látek a také se zde mohou vytvářet různé symbiotické vazby, zlepšující výživu semenáčků (Svoboda, 2005). Odstraněním mrtvého dřeva z lesního ekosystému dochází ke snížení schopnosti přirozené obnovy a biodiverzity. Proto je vždy nutné tuto možnost pečlivě zvážit (Svoboda et al., 2010).

3.5. Zdravotní stav lesních porostů

Z hlediska studie vývoje a struktury lesních ekosystémů je také nutná znalost zdravotního stavu porostu a jeho vývoje v rámci jednotlivých vývojových stádií a fází (Vacek et al., 2007a). Schopnost biocenózy snášet zátěž závisí zejména na rozmnožovací schopnosti dominujících populací směroplatných pro ekosystémový provoz, na jejím druhovém složení, na věkové rozrůzněnosti populací a schopnosti zotavit se po škodlivé míře zátěže. Při dlouhodobé a trvale se opakující zátěži, např. imise škodlivých plynů nebo extrémní klimatické situace je pro ekosystém snadnější se udržet v ustáleném stavu spíše než u nepravidelně nastávajících poruch (Larcher, 1988). Od 50. let 20. století dochází vlivem energetické a průmyslové činnosti i dopravy ke značné produkci škodlivých látek znečišťujících ovzduší. To má zásadní vliv na zdravotní stav lesních ekosystémů (Vacek et al., 2008). Ekosystémy horských oblastí mohou být náchylnější ke znečištění ovzduší oproti systémům v nižších nadmořských výškách. Synergické působení vysokého a dlouho trvajícího znečištění ovzduší společně s klimatickými stresy mohou vést dokonce k rozsáhlému odumírání na těchto stanovištích (Putalová et al., 2019). Výskyt mnoha symptomů poškození lesních ekosystémů, které byly způsobeny ne zcela objasněnými faktory, byl zaznamenán v Evropě zejména v období let 1970-1980. Rychlý rozvoj těchto symptomů, jejich rozdělení v prostoru a čase, jakož i vzájemná závislost jejich dopadu na lesní společenstva vedly k popisu tohoto stavu jako syndromu neznámého úbytku lesů (Vacek et al., 2016).

3.5.1. Zdravotní stav lesních porostů pod vlivem imisí

Lesní porosty jsou vlivem rozvoje a průmyslu a technologií neustále vystavovány silnému antropickému tlaku. Specifikum oblastí mírného pásma je dáno tím, že vedle lesních ekosystémů se postupně působením člověka zformovaly i umělé ekosystémy, jejichž součástí jsou urbanizované a industrializované zóny, které jsou charakteristické vysokým znečištěním ovzduší různou škálou cizorodých chemických látek. Toxické látky tvořené pevnými a plynnými produkty z technologických a spalovacích procesů před vstupem do ovzduší se nazývají emise. Pokud tyto látky pronikají do prostředí lesních ekosystémů, nazývají se imise a vyjadřují se váhovým množstvím přepočteným na určitý objem vzduchu. Imise zachycená nebo uložená v lesním ekosystému nebo na zemském povrchu je označována jako depozice (Hadaš, 2002).

Největší hrozbou pro lesní ekosystémy v horských polohách ČR bylo průmyslové znečištění ovzduší především SO_2 (Vacek et al., 2007a). Spalováním fosilních paliv se do ovzduší uvolňují oxidy síry a dusíku a kouřové plyny, v atmosféře reagující s vodou. Dochází tak ke vzniku naředěné kyseliny sírové a dusičné. Ty padají s deštěm či sněhem na zem, poškozují vegetaci a zhoršují kvalitu půdy (Šantrůčková et al., 2010). Přímý kontakt asimilačních orgánů smrku s velmi koncentrovaným SO_2 poškozuje chlorofyl a jehličí uschne. Tento mechanismus je charakteristický v oblastech s extrémně vysokými koncentracemi SO_2 v ovzduší. Tímto způsobem hynuly v 60. – 80. letech minulého století lesy v Krušných horách, Jizerských horách a Krkonoších (Hruška et al., 2009). Nejvíce byly ohroženy stanovištně nevhodné – alochtonní smrkové porosty. Při tzv. imisních kalamitách bylo v Krkonoších smýceno ca 7000 ha lesních porostů. Naproti tomu autochtonní smrkové porosty, vyskytující se převážně v ochranných lesích, byly vůči imisím podstatně tolerantnější. Značnou toleranci proti imisím pak ve stoupajícím pořadí jeví smíšené, bukové a klečové porosty (Vacek et al., 2009). V posledních desetiletích se situace výrazně zlepšila, zejména díky odsíření tepelných elektráren (Král et al., 2015). Zatímco v r. 1988 činil objem SO_2 v ovzduší ca 2 mil. tun, do r. 1999 se snížil na 270 tis. tun (Slodičák et al., 2004). Výsledkem odumření porostů je přechodně extrémně zvýšený objem tlejícího dřeva jako substrátu, na kterém probíhají přirozené procesy rozkladu, které jsou významné pro obnovu ekosystémů. Imisní zatížení má zásadní vliv na mikrobiologické procesy v lesních

půdách, dochází k narušení mykorhiz a některé druhy z chemicky pozmeněného prostředí ustupují až mizí (Vacek et al., 2009).



Obr. 4: Defoliace smrkového porostu v Krušných horách, dostupné z ecmost.cz.

3.6. Režim disturbancí

Disturbance představují hlavní sílu, řídící dynamiku většiny lesních ekosystémů na světě (Frelich, 2002). Přírodní lesní disturbance jsou přirozenou a nedílnou součástí jeho dynamiky, protože existuje gradient narušení od slabých po silná, formující strukturu lesa a některé disturbance jsou podporovány nebo vyvolány zevnitř živou složkou ekosystému (Čada et al., 2013). S extrémnějšími sezónními výkyvy jsou překročeny hranice efektivní fyziologické nebo behaviorální odezvy lesích porostů (Sousa, 1984). Vliv disturbancí na dynamiku horského lesa byl do nedávné doby ve střední Evropě opomíjen (Svoboda, 2008). Předpokládalo se, že disturbance nemají pro rozvoj horských lesů žádný význam a jediné, co může dynamiku ovlivnit je činnost člověka a management (Brůna et al., 2013). Pravděpodobně jedním z důvodů byla malá rozloha původních lesů s možností studovat efekt disturbancí na dynamiku lesa. Dalším důvodem byl velký význam přikládáný stanovišti a jeho vlivu na vývoj lesa a jeho druhovou skladbu (Svoboda, 2008). Působením disturbancí jsou v největší míře ohroženy porosty starších věkových tříd (Brůna et al., 2013).

V horských smrččinách je takovýmto faktorem zejména vítr a kůrovec (Jonášová, 2013). Na základě faktorů, jako jsou velikost zasažené oblasti, síly působení, intenzity narušení, nebo frekvence rozdělil Frelich (2002) disturbance do 3 kategorií:

- Disturbance malé síly – jsou z hlediska výskytu nejčastější a likvidují jen menší části porostu, a to úrovňové stromy, podrost, nebo obojí, čímž dochází k nepravidelnému odumírání stromů na ploše. Pro strukturu porostu se stávají důležité z hlediska vytváření jemně mozaikového charakteru lesa. Působením ohně, výběrným způsobem těžby, odumíráním jednotlivých stromů, ale zejména vichřic dochází k vytvoření nepravidelných porostních mezer.

- Disturbance střední síly – zasahují větší části porostu. Nezničí vegetaci zcela, vždy záleží na druhu disturbance. Ohroženy jsou úrovňové stromy horního korunového patra nebo podrost. V případě působení vichřic přežijí semenáčky a mladé stromky. V případě požárů shoří podrost, ale vzrostlé stromy přežívají.

- Disturbance velké síly likvidují téměř celý porost, to znamená, jak podrost, tak i úrovňové stromy tvořící zápoj. Na základě tohoto působení se mění struktura celého ekosystému. Způsobovány jsou zejména silnými požáry či holosečnou těžbou.

Sousa (1984) rozděluje disturbance podle původu na abiotické a biotické. Do abiotických řadí vichřice, požáry, bouře, sucha, mrazy, záplavy, sesuvy půd a zemětřesení. Do biotických řadí herbivory, napadení houbami, zvěř, nebo antropogenní činnost.

3.6.1. Abiotické disturbance

3.6.1.1. Vítr

Je to jeden z nejdůležitějších činitelů narušení v dynamice mnoha mírných a tropických lesů, kde v korunách stromů vytváří mezery o různých velikostech (Sousa, 1984). Vítr zapříčiní každoročně v našich lesích nejvíce škod (Vacek et al., 2012a). Na území Šumavy se tato událost vyskytla v téměř každém sledovaném století a měla za následek narušení lesního ekosystému na rozsáhlých plochách (Svoboda et al., 2008). Řada

zaznamenaných polomů velkých polomů je velmi dlouhá, poslední významná epizoda byl orkán Kyrill, který udeřil v r. 2007. Dřeva, které se muselo v důsledku vzniklých polomů vytěžit bylo okolo 10 mil. m³, což je o něco více než polovina ročního etátu v České republice (Vacek et al., 2012a). Ohroženy jsou zejména porosty, pro které je charakteristický růst na svazích, nebo na půdách, kde kořenový systém není stabilní z důvodu materiálu v podloží, jako jsou například písčité půdy (Sousa, 1984). Disturbance sice způsobují destrukci části lesního ekosystému, ale zároveň se v lese po jejím působení vytváří řada nových struktur (Jonášová, 2013). Jsou to silné proudy vzduchu, které vznikají rozdílem tlaku ve vzduchu. Vítr vane z míst o vysokém tlaku do míst o nízkém tlaku, a tím dochází ke snaze tyto síly vyrovnat. K nejsilnějšímu působení dochází v horní části svahu, když je vítr v pravém úhlu k hřebeni (Frelich, 2002). Se zvětšující se vzdáleností od hřebenu se rozsah disturbance snižuje (Čada et al., 2016). Obrana lesních porostů před větrem je jistě obtížná, avšak do jisté míry možná. Metody, které se v hospodářských lesích využívají a které lze využít i v chráněných územích, jsou převážně preventivního charakteru, a proto spadají do náplně pěstování lesa, lesní těžby a hospodářské úpravy lesů. Obrana lesa před bouřkovými větrnými smrštěmi je v podstatě nemožná, protože tyto větrné jevy dosahují často takových intenzit, kterým neodolají ani mnohé stavby, natož lesní porosty (Vacek et al., 2012a). Frelich (2002) rozděluje tento typ disturbance na bouře přímého směru, tornáda a vichřice.

- Bouře přímého směru – jsou husté studené větry, které kolmo narážejí na zemský povrch. Při nárazu dojde k rozprsknutí do všech stran. Podle síly působení a velikostí porušené plochy tyto bouře rozděluje na tzv. downbursty, působící v řádu kilometrů a tzv. microbursty, působící v řádu desítek metrů. Nejsilnější downbursty mohou dosahovat 180–250 km/h.

- Tornádo – je rotující sloupec větru o průměrné šířce 100–220 m. Může však dosáhnout šířky až 2 km. Na stupnici Fujitovy škály (Fujita, 1971) dosahují stupně F0 – F5, což je 114–511 km/h. Pouze 3 % tornád dosahují stupně F4. Vyskytují se na všech místech mírného pásu, nejčastěji pak na území Severní Ameriky. U tornád dochází k vyvrácení stromů ve směru konvergentním, na rozdíl od bouří přímého směru, kde převládá směr divergentní.

- Vichřice – mají intenzitu větru menší než tornáda, nebo bouře přímého směru, zato však narušují velmi velké plochy v řádu až mil km².



Obr. 5: Následek orkánu Kyrill, Rakouská cesta Říjiště u Nové Pece, Adam Diviš, 2007.

3.6.1.2. Požár

Požár je definován jako každé nežádoucí hoření, šířící se nekontrolovatelně v prostoru a čase, při němž dochází k usmrcení či zranění osob a zvířat, ke škodám materiálních hodnot nebo životního prostředí (Holuša et al., 2018). Najdou však lesní ekosystémy, jež se bez požáru nemohou samy obnovovat. Například semena uschovaná v pevných plodech musí být narušena požárem, aby se otevřela a mohla vyklíčit (Šantrůčková, 2010). Oheň oslabuje žijící stromy a ty jsou proto náchylnější k různým infekcím způsobeným hmyzem (Frelich, 2002). Nejčastějším přírodním zdrojem požáru jsou blesky. Pravděpodobnost, že dojde ke vznícení po úderu bleskem je však asi 0,03 %. Jak velký požár bude a jestli vůbec k němu dojde je ovlivněno zejména obsahem vlhkosti ve dřevě, míra akumulace paliva, charakter krajiny nebo klima. Nejčastěji k němu dochází v období sucha (Sousa, 1984). Holuša et al., 2018 specifikuje lesní požáry do 4 kategorií:

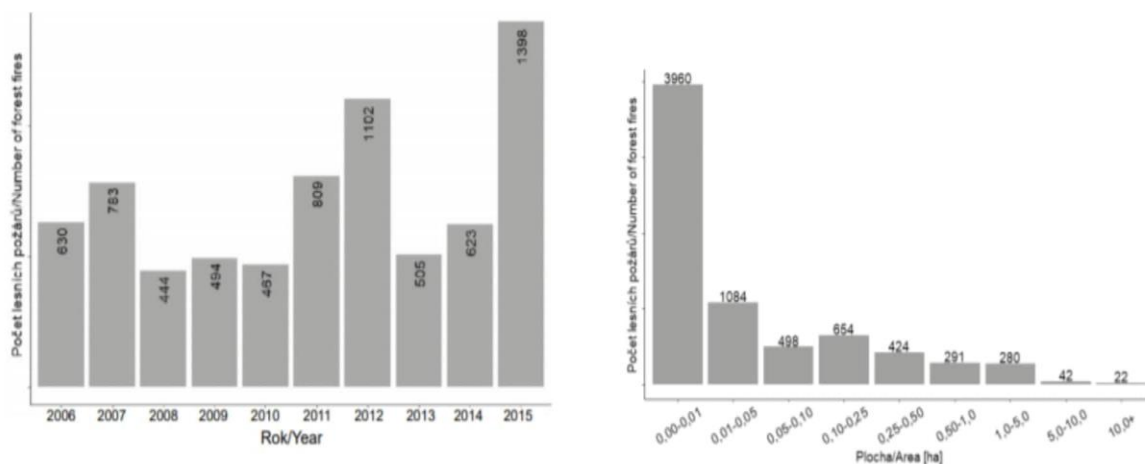
- Podzemní požár – se vyskytuje nejčastěji v místech s vysokou akumulací surového humusu, v ložiscích rašeliny aktivního vápence apod. Nevytváří prakticky žádný plamen.

Šíří se podél doutnajících kořenů zbylých pařezů. Ve žhnoucí rašelině dochází k poškození kořenů zdravých stromů, u nichž se zvyšuje labilita, možnost vývratu i úhynu.

- Pozemní požár – dochází při něm k zapálení půdního krytu v lese. V podmínkách střední Evropy se tento požár vyskytuje nejčastěji. Zdrojem požáru bývá nejčastěji suchá tráva, suché jehličí, ležící větve, nízké stromy a suché dřevo.

- Korunový požár – je nejnebezpečnějším druhem lesního požáru. Hlavní příčina spočívá v jeho velice rychlém šíření a těžké zvladatelnosti. Je charakteristický pro porosty, kde rostou hluboko zavětvené stromy a v podrostu je vysoká buřeň, mlazina, keře či další nárost.

- Požár kalamitní plochy – je vyznačován plochou požářiště, která není výškově diferenciována, tak jak je to běžné pro základní druhy lesních požárů. Plocha požářiště je tvořena vývraty, zlomy, stojícími zlomy, zbytky rozkládajících se stromů, hrabankou a bylinným krytem. Často bývá zničena lesní cestní síť, tudíž přístup k těmto plochám bývá možný často pouze pomocí letecké techniky.



Obr. 6: Vlevo početnost lesních požárů v období 2006-2015 z databáze lesních požárů HZS České republiky. Vpravo počty požárů podle vyhořelé plochy 2006–2015, dostupné ze serveru vulhm.cz.



Obr. 7: Lesní požár na Děčínsku, dostupné ze serveru aktuálně.cz.

3.6.2. Biotické disturbance

3.6.2.1. Antropogenní disturbance

Člověk je jednoznačně živý biotický činitel, který poškozují les natolik významně i razantně, a to tolika rozmanitými způsoby, že proto bývá pojednáván samostatně (Vacek et al., 2012a). Antropogenní činnost patří spolu s vichřicemi a kůrovcem k nejvýznamnějším druhům disturbance (Šantrůčková et al., 2010). Nejzávažnější škody, které člověk působí na lese nebo na chráněné přírodě, vznikají v důsledku aktivit, které používají pozemky způsobem neslučitelným jak se zásadami ochrany přírody, tak i lesního hospodářství. Jedná se například o stavbu nových komunikací, vodohospodářské stavby, těžba nerostů, extenzivní rekreační záměry, např. sluneční elektrárny, průmyslové zóny, developerské akce apod. V rámci lesnického managementu lze za škodu považovat i zakládání porostů ze sazenic nebo osiva neodpovídajících danému stanovišti, zanedbání včasných výchovných zásahů (prostrhávek a prořezávek), zanedbání ochrany kultur a mladých porostů vůči utlačující buřeni a zvěři. Již tyto chyby mohou vést ke zničení mladé kultury anebo v pozdějším věku k jejímu poškození nebo rozvrácení abiotickými vlivy (Vacek et al., 2012a). Těžké dřevozpracující stroje povrchově rozrušují půdu a ničí bylinné patro a ostatní vegetaci, například rozježděním rostlin a semenáčků či zasypáním štěpkou. Půda se tak stává

náchylnější k erozi. Na vytvořených cestách dochází k utužování půdy a funguje jako příhodná svodnice pro odtok vod, nesoucí s sebou i půdní částice. Dalším příkladem antropogenní disturbance jsou kyselé deště (Šantrůčková et al., 2010). Porosty v chráněných územích plní i kulturní a vzdělávací funkci, a z toho hlediska není možné zcela eliminovat vstup lidí do těchto území. Pokud není návštěvnost regulovaná jak z prostorového, tak i z časového hlediska, dochází k poškození porostů, a to zejména mladších. Vzrůstá také nebezpečí vzniku požárů (Vacek et al., 2012a).

3.6.2.2. Dřevokazné houby

Ve všech ekosystémech, ve kterých tvoří podstatnou složku rostliny, plní houby (ale nejen ony) důležitou roli reducentů – rozkladačů organických látek, v lesních společenstvech zejména opadanky a dřeva. V chráněných územích je tedy nutné na prvním místě chápat jejich roli jako nezbytnou a žádoucí. Některé z nich však mají schopnost napadat jiné dřeviny, a dokonce přivodit i jejich zánik (Vacek et al., 2012a). Výskyt onemocnění způsobených houbami každoročně závisí na průběhu počasí (Knížek et al., 2005). Choroby stromů působené houbami většinou nemívají tak prudký průběh jako problémy působené hmyzem. Jejich působení většinou není příliš nápadné, zato řadu problémů a ztrát, které v důsledku jejich činnosti vznikají, můžeme označit jako obecné a chronické. Zmíněné houbové choroby lze z praktického hlediska rozdělit do několika skupin, a to choroby postihující dřevo kořenů, kmene a větví, choroby zasahující korní, dělivá a vodivá pletiva a choroby postihující asimilační orgány (listí nebo jehličí). K tomu některé houby působí systémové nákazy, šířící se vodivými pletivy, ponejvíce aktivní části dřeva – bělí. Kromě toho houby napadají také semena a plody (Vacek et al., 2012a). Pro rozklad dřeva smrku ztepilého mají větší význam lignikolní druhy hub hnědé hniloby. Diverzita a sled lignikolních druhů hub na ležícím dřevě, které určují typy hniloby dřeva, charakter rozkladu bělové a jádrové části kmene, strukturu tlejícího dřeva, její rozpad a vodní kapacitu tlejícího dřeva, jsou primárně ovlivněny způsobem odumření stromu a jeho dalším osudem. Proto je velmi důležité ve vybraných porostech tlející dřevo zcela zachovat, nejen pro zdravý vývoj tamního lesa, ale také pro studijní účely (Vacek et al., 2008). Léčení houbových chorob je problematické a v mnoha případech platí, že jednou nakaženou rostlinu (strom) už vyléčit nelze, kdežto prevence mohou přinést o něco lepší výsledky. K efektivnímu zásahu do cyklu

přenosu nebo šíření spor hub, vzniku nákazy a rozvoje onemocnění je nutné velmi dobré poznání podmínek, které tento proces ovlivňují, i všech detailů v jeho průběhu. V řadě případů takové znalosti dosud chybí a prostředky k účinnému léčení nebo ochraně stromů před houbovými chorobami dosud nejsou známy (Vacek et al., 2012a).

Dle výzkumu Vacka et al., (2008) na šumavských smrčinách dominovaly především houby hnědé hniloby, jako jsou troudnatec pásovaný (*Fomitopsis pinicola* L.), outkovka řadová (*Antrodia serialis* L.), druhy bělochorošť (*Oligoporus* L.), trámovky (*Gloeophyllum* L.) a poprašky (*Coniophora* L.). Z řad hub bílé hniloby dominovaly druhy rodu václavka (*Armillaria* sp. L.) a kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum* L.).

3.6.2.3. Lýkožrout smrkový

Společně s větrem patří hmyz ve střední a západní Evropě k nejvýznamnějším činitelům ovlivňujícím dynamiku lesa (Kulakowski et al., 2004). Na smrku ztepilém se na území České republiky vyskytuje asi 30 druhů kůrovců, ovšem jen několik z nich náleží mezi škůdce. K nejznámějším patří lýkožrout smrkový (Švestka et al., 1998). Existuje příčinná souvislost mezi výskytem vichřic a populační dynamikou lýkožrouta smrkového. Po překročení prahových hodnot jeho populační hustota může dosáhnout stavu, kdy je následně schopný způsobit rozsáhlé narušení v živém porostu o větší ploše, než kterou poškodila vichřice (Svoboda, 2008). U antropogenně neovlivněných ploch horských smrčin není ani zřejmý způsob přirozené obnovy (Jonášová, 2001). Zprávy o jeho přemnožení v původních lesích ve střední Evropě pochází již ze sedmnáctého století. Zvláště příhodné podmínky ve smrkových monokulturách, jimiž byly nahrazeny či postupně změněny původní smíšené lesy, našel pro svůj vývoj ve dvacátém století (Skuhřavý, 2002). Lausch et al., (2013) označuje lýkožrouta smrkového za sekundárního škůdce, který nachází životní podmínky na oslabených stromech. Poslední velká kůrovcová kalamita proběhla následkem orkánu Kyrill v r. 2007 (Šantrůčková et al., 2010).

Lýkožrout smrkový je brouk z čeledi kůrovcovitých (*Scolitidae*, *Coleoptera*). Tento brouk je černé lesklé barvy, dlouhý jen 4,8 – 5,5 mm a široký 1,9 mm. Brouk, který se právě vylíhl z kukly je bílý, následně zežloutne a postupně tmavne. Vajíčko je nepatrné a eliptické,

larvy jsou bílé a beznohé. Kukla je mléčně bílá a zřetelně se rýsují nohy, tykadla i křídla. Horní a postranní části těla jsou posety velkým množstvím chloupků. Samice se od samců liší rýhami pod ústním ústrojím a hustotou chloupků na přední části štítu. Lýkožrout smrkový je jedním ze šesti zástupců tohoto rodu u nás. Nejvýznamnějším rozlišovacím znakem mezi jednotlivými druhy jsou žlutá ochlupení na hřbetní straně (Skuhravý, 2002).

Napadání stromů lýkožroutem smrkovým probíhá na základě chemických impulsů. Po dispersním letu samci hledají vhodné stromy pro založení potomstva. Jeden samec oplodní i více samic. Samec naletí na strom, zavrtá se a vytvoří tzv. snubní komůrku, kam láká samičky. Následně oplodněná matka hloubí s osou kmene tzv. matečnou chodbu, kam klade zhruba 50 vajíček. Z nich se líhnou larvy, hloubící postranní chodbičky. Na konci vytváří tzv. komůrku. Larva má během života tři instary. Po kuklení z komůrky vylézá dospělý brouk. Za příznivých teplot se během roku mohou vyvinout dvě až tři generace lýkožrouta smrkového. Poměr pohlaví je 1:1. Na jaře létá v pravé poledne, v létě pak v odpoledních hodinách, kdy nejsou teploty tak vysoké (Skuhravý, 2002). Zvýšení teploty může vést ke změně počtu generací za jeden rok, stejně tak jako doba přezimování (Lausch et al., 2013). Přezimování probíhá pod kůrou stojících stromů, nebo padlých kmenů zejména ve stádiu brouků. Během jednoho dne se mohou rozptýlit až do vzdálenosti 750 m. Vně lesa jsou brouci schopni letět až na vzdálenost osmi kilometrů (Skuhravý, 2002).



Obr. 8: Požerek lýkožrouta smrkového, 1 – snubní komůrka, 2 – matečná chodba, 3 – larvové chodby, 4 – kukelné komůrky, dostupné ze serveru pohoda.joiste.cz.

Lýkožrout smrkový je horský druh, který zaujímá obrovský areál v Evropě i Asii. Přizpůsobil se životu v nižších nadmořských výškách. Hlavní živnou dřevinou je smrk ztepilý. V Evropě, včetně České republiky, se objevuje i na dalších, původních i introdukovaných druzích smrku, modřínu, méně často pak i na jedli či borovici (Skuhravý, 2002).

Kontrolní metodou výskytu lýkožrouta smrkového je použití lapáků a lapačů. Ty mají kromě monitorovací a kontrolní funkce i funkci obrannou a hubící. Lapáky jsou zdravé, skácené a odvětvené smrky. Po celé délce se překrývají větvemi, zabraňující rychlému vysychání. Otrávené lapáky jsou polena sestavená do trojnožek. Povrch je ošetřen příslušným insekticidem a u vrcholu je zavěšen feromonový odparník. Dalším opatřením jsou feromonové lapače, sloužící k zachycování dospělců do pastí. Uvnitř je opět feromonový odparník (Skuhravý, 2002).



Obr. 9: Vlevo lapák, uprostřed otrávený lapák, vpravo lapač, dostupné ze serveru kurovcoveinfo.cz.

3.6.2.4. Škody zvěří

Škody zvěří jsou dlouhodobě sledovaný problém ochrany lesa a je velmi intenzivně diskutován (Čermák et al., 2007). Současně by měly být zahrnuty mezi škody působené člověkem, neboť rozhodujícím momentem je zde záměr myslivce – hospodáře se zvěří a praktického realizátora mysliveckého managementu. Záměrem myslivce je totiž obvykle velké množství zvěře, a to jak co do počtu, tak i do její druhové rozmanitosti. Pravdivost tohoto tvrzení lze doložit introdukcí nepůvodních druhů zvěře do naší krajiny (Vacek et al., 2012a). Neúměrně vysoké stavy, nevhodná sexuální a věková struktura, nevhodná rajonizace chovů – to vše vede k neúnosnému rozsahu škod. Kromě mysliveckého managementu se na eskalaci škod spolupodílejí také změny v lesním hospodářství, v posledních ca 50–100 letech, zejména přílišné uplatňování smrkového holosečného hospodaření a umělé obnovy lesa. V r. 1995 bylo na území ČR v nejmladších porostech poškozeno zvěří ca 32 % stromů, v r. 2000 to bylo 40 % a v r. 2005 již 44 %. Poškození okusem, ohryzem a loupáním ve středně starých porostech ve stejném období klesalo. V r. 1995 bylo poškozeno 31 % stromů, v r. 2005 to bylo 27 %. Ve smrkových porostech středního věku je však zvěří poškozováno stále cca 30 % stromů (Čermák et al., 2007). Problémem v lesních ekosystémech je také skutečnost, že herbivorní druhy spárkaté zvěře nepatří mezi typické spásáče a výhonky nebo kůra stromů tvoří podstatnou část jejich potravy. Proto se stává, že vysoké stavy spárkaté zvěře nebo pastva v lese zcela znemožní přirozenou obnovu lesa, a to nejprve citlivých dřevin, jako je buk nebo jedle (Vacek, 2017b). Naneštěstí se jedná právě o ty druhy dřevin, které jsou z hlediska biodiverzity a obnovy přírodě blízkého území velmi žádoucí. Proto je nutné považovat přirozenou obnovu těchto dřevin za ukazatel přiměřených stavů zvěře, přičemž relevantní ohodnocení tlaku zvěře na obnovu lesa je možné učinit pouze s pomocí kontrolních a srovnávacích ploch (Vacek et al., 2012a). Obnova je pod tíhou intenzivního okusu zpožďována, dřeviny ztrácí na kvalitě a přírůstu. Působením selektivního okusu dochází ke znatelným změnám dřevinné skladby a vzácné dřeviny s vyšší potravní atraktivitou jsou často z obnovy zcela vyloučeny (Vacek et al., 2014). Důsledky působení tohoto vlivu jsou zřejmé jak na úrovni hospodářské, tak i ekologické – omezování uplatnění přirozených adaptačních procesů a snižování druhové diverzity (Čermák et al., 2007).

Tab. 1: Škody zvěří v ČR, 1976–2005, dostupné ze serveru *vuhlm.cz*.

Rok	Škoda mil. Kčs	Rok	Škoda mil. Kčs	Rok	Škoda mil. Kčs	Rok	Škoda mil. Kčs	Rok	Škoda mil. Kč	Rok	Škoda mil. Kč
1976	30,8	1981	48,8	1986	54,5	1991	47,7	1996	53,8	2001	36,4
1977	35,3	1982	65,0	1987	47,4	1992	21,2	1997	61,1	2002	65,3
1978	57,4	1983	37,1	1988	35,9	1993	22,7	1998	8,2	2003	27,4
1979	35,2	1984	53,7	1989	22,5	1994	13,1	1999	25,8	2004	33,0
1980	33,4	1985	41,6	1990	21,2	1995	41,8	2000	36,4	2005	24,1

3.7. Hlavní dřeviny horských poloh

3.7.1. Smrk ztepilý

Smrk ztepilý je jednou z nejméně sledovaných dřevin z hlediska studia genetické variability (Vacek et al., 2008). Kmen je průběžný, přímý a má pravidelné přeslenité větvení (Úradníček et al., 1998). Dosah stáří je 300–400 let, výška kolem 50 m a kmen může mít v průměru až 1,5 m (Musil et al., 2003). Zachovává si kuželovitý a štíhlý vrchol až do vysokého věku. Větve na hlavních přeslenech bývají nejčastěji mírně visící a u konce často nahoru srpovitě zakřiveny. Tvar koruny je proměnlivý v závislosti na typu krajiny (Úradníček et al., 1998). Základním z jeho určujících znaků morfologické proměnlivosti je typ větví. Je určen charakteristickým poměrem tloušťkového a délkového přírůstu větví prvního řádu a úhlem nasazení ke kmeni, schopností tvořit náhradní výhony a uspořádáním větví druhého řádu (Vacek et al., 2007a). U horských typů může být koruna štíhlá s jemným větvením, avšak někdy bývá široká se silnými větvemi. Jehličí za normálních podmínek vytrvává 6 až 9 let (Úradníček et al., 1998). Kvete v dubnu až červnu. Samčí květy jsou dlouhé, žlutavě červené, stopkaté, umístěné mezi jednotlivými jehlicemi, obvykle ve střední, nebo dolní části koruny. Samičí květy jsou přisedlé, vzpřímené, zelené, nebo fialové barvy, umístěné v horní části koruny (Slávik, 2004). Smrk začíná plodit asi od 60. roku a plodné roky se opakují po 4 až 5 letech. Šišky jsou před dozráním nejčastěji vybarvené zeleně. Okraje šupin jsou různě tvarovány. Produkují velké množství semen (Úradníček et al., 1998). Semena jsou malá, 2–5 mm dlouhá, tmavě hnědá, opatřena křídly, která jsou na semeno upevněna lžičkovitě (Slávik, 2004). Ve druhém roce semenáčku opadnou děložní

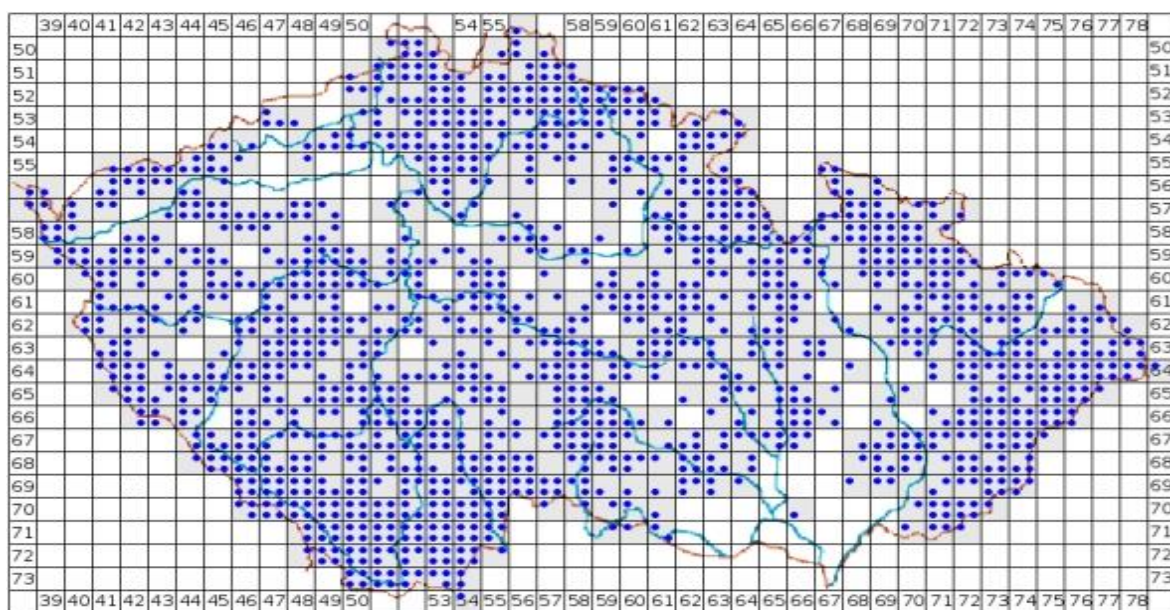
lístky a vyrostou jehlice. Přesleny se tvoří od třetího roku (Úradníček et al., 1998). Kořenový systém je plošný a rozložený při povrchu. Strom proto trpí vývraty a rychlým vyčerpáním vody z horního horizontu (Slávik, 2004). Paleta vnějších příznaků poškození je u smrku ztepilého poměrně široká, ať jde o akutní nebo chronická poškození (Vacek et al., 2007a). V extrémních podmínkách (při horní hranici lesa), reprodukce smrku může být nahrazena vegetativní cestou, prostřednictvím hřížení spodních poléhavých větví (Vacek et al., 2012b). Regenerační schopnost je při poškození nepatrná, proto je choulostivý na okus a mladé kmínky trpí vytloukáním a loupáním od zvěře. Po těchto zraněních sice neuhyne, ale zranění se stávají vstupní branou hniloby (Úradníček et al., 1998).

3.7.1.1. Rozšíření

Z hlediska areálu je smrk zastoupen na celé severní polokouli. Původní jsou pro něj vysoké polohy Evropy s přesahem do Asie. Asijský areál náleží smrku sibiřskému (*Picea obovata* L.). Vlastní Evropský areál je rozčleněn na dvě oddělené části. První oblast zaujímá téměř celou Skandinávii a zasahuje na jih k Pobaltí a odtud k východu přes evropskou část Ruska k Uralu (Úradníček et al., 1998). Druhá část zaujímá střední a jihovýchodní Evropu. Areál v této části není souvislý a rozpadá se na čtyři části, a to na Hercynsko – karpatskou oblast, Alpskou oblast, Dinárskou oblast a Rhodopskou oblast (Musil et al., 2003). Celá západní Evropa a Středomoří se nachází mimo areál smrku (Úradníček et al., 1998). Výškové rozšíření smrku je proměnlivé v závislosti na zeměpisné šířce (Musil et al., 2003). V severní Evropě roste v nížinách a pahorkatinách ve výšce do několika set metrů. V oblasti střední Evropy se stává podhorskou a horskou dřevinou dosahující zde až hranice lesa. Optimální polohy smrku jsou zde 600–1000 m n. m., avšak hranice lesa kolísá asi od 1300 (hercynská oblast) do 1500 m n. m. (východokarpatská oblast). V Rakouských Alpách jsou optimální výšky rozšíření smrku 800–1200 m n. m. I na tomto místě vystupuje smrk na hranici lesa do výšek 1700–1900 m n. m. K jihu vystupuje ještě výše. V Rhodopské oblasti, nebo v jižní části švýcarských Alp, což jsou nejteplejší části areálu, roste smrk dobře ve výškách 1600–1900 m n. m. a vystupuje k horní hranici lesa do výšek 2000–2100 m n. m. (Úradníček et al., 1998).

V ČR je smrk ztepilý rozšířen v oreofytiku a mezofytiku (Musil et al., 2003). Jedná se o horský smrk z hercynsko – karpatské oblasti, vyskytující se téměř ve všech našich pohořích od 550 do 1000 m n. m. a vystupuje na lesní hranici, pokud jí pohoří dosahují. Rozšířen je zejména v příhraničních a okrajových horách: Jeseníky, Orlické hory, Krkonoše, Jizerské hory, Krušné hory, Český les, Novohradské hory a Šumava. Jeho přirozené zastoupení je ve vnitrozemských horských skupinách, zejména pak v Brdech, Slavkovském lese, Dražanské vrchovině, Oderských vrších a na celé Českomoravské vrchovině. V teplých úvalech velkých řek typu dolní Pootaví a Poohří, Polabí (Úradníček et al., 1998). Jednou z přirozených lokalit, které jsou nejnižše položené jsou Labské písky v severních Čechách (Musil et al., 2003). V úvalech Moravy se smrk nevyskytuje, stejně tak chybí v Českém středohoří v Doubovských horách (Úradníček et al., 1998).

V posledních 200 letech byl smrk vlivem hospodaření druhotně rozšířen všude ve střední Evropě. Z tohoto důvodu tak byla většina původních dřevin vytlačena. V první polovině 19. století se smrk stal hlavní hospodářskou dřevinou (Úradníček et al., 1998).



Obr. 10: Výskyt smrku ztepilého (modré tečky) v ČR, dostupné ze serveru florabase.cz.

3.7.1.2. Ekologické nároky

Smrk je světlomilná dřevina, v mládí snášejí zástin, což jednou z příčin, proč snadno vniká do porostů jiných dřevin a sám zaujímá jejich místo. Je značně náročný na půdní vlhkost, poněvadž má povrchový kořenový systém. Většina kořenové soustavy je soustředěna v půdním horizontu s pH 4–5. To je považováno za ideální hodnotu (Musil et al., 2003). Příznivá jsou pro něj rovnoměrně vlhká stanoviště, která jsou důležitá zejména pro smrkové mlaziny, mající velkou spotřebu vody. Se snižující se zásobou vody v podloží dochází k ochromení růstu (Úradníček et al., 1998). Z hlediska náročnosti na půdu a geologické podloží není smrk nijak zvlášť náročný, především na obsah živin (Musil et al., 2003). Dokonce vydrží na kyselých rašelinách a chudých křemičitých půdách, kde ovšem roste špatně. Špatně snáší i hůře provzdušněnou půdu. Ideální jsou svěží hlinitopísčité půdy. Vytvářením vrstvy surového humusu jsou porostem silně ovlivněni půdotvorní činitelé. Surový humus napomáhá podzolizaci. Ta je brzděna na vápencovém podloží. Je schopen snášet nízké teploty. Kromě pozdních mrazů v mládí mu nízké teploty neuškodí. Zcela opačně je to z hlediska vysokých teplot a nízké relativní vlhkosti vzduchu. Je přizpůsoben krátké vegetační době. Zvláště mu vyhovuje chladné a krátké léto (Úradníček et al., 1998). Náchylný je také na průmyslovou exhalaci (Král et al., 2015). Projevem úhynu porostů je u nás území Krkonoš, Krušných a Jizerských hor. Nehodí se tedy do městských parků (Úradníček et al., 1998). U nás se v současné době na přirozených stanovištích nalézá zhruba 1/5 porostů (Musil et al., 2003). Zde také v r. 2007 v zastoupení dřevin smrk představoval dominantní dřevinu s 54,5 % (Žárník et al., 2007).

3.7.2. Jeřáb ptačí

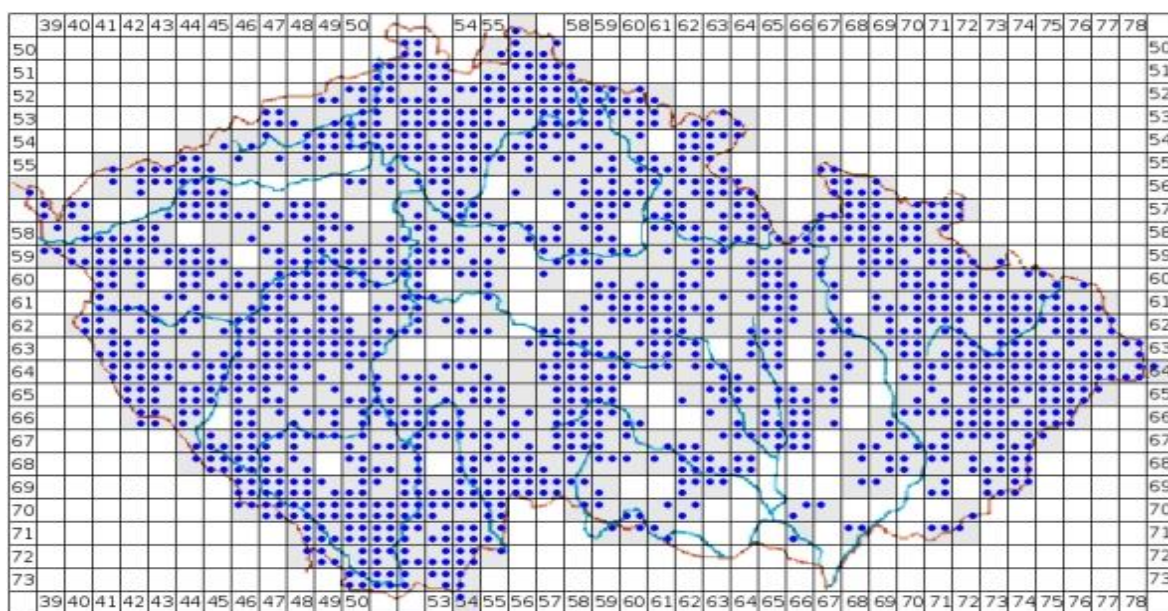
Jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia L.*) je strom menšího vzrůstu, někdy stromek s řídkou štíhlou korunou a rovným kmenem. Od kmenové báze rostou často silné výmladky. Dosahuje výšky 10–15 m s kmenem v průměru do 0,5 m. Dožívá se 100–150 let (Úradníček et al., 1996). Kořeny jsou v mládí hluboké, později povrchové, ale daleko sahající, dobře upevňující rostlinu i na skalnatém povrchu (Slávik et al., 2004). V pralesových porostech jsou běžné chůdovité kořeny jako následek vyklíčení na pařezech nebo trouchnivějších kmenech (Úradníček et al., 1996). Kůra je v mládí červenohnědá, později hnědošedá, lesklá

s mnoha příčnými lenticelami. Borka je tmavošedá a sloupovitě odlupčivá. Pupeny jsou poměrně velké, spirálovitě postaveny, poměrně velké hrotité s více pupenovými šupinami. Kvete v květnu až červnu. Květy jsou oboupohlavní a uspořádané do vzpřímených chocholíků. Plody jsou kulovité malvice, oranžové nebo červené barvy dozrávající na podzim v září až říjnu (Slávik et al., 2004). Olistění je řídké a soustředěné při okraji koruny. Na podzim se listy vybarvuje zářivě červeně. Začíná plodit mezi 10. a 20. rokem a plodí většinou každoročně. Klíčivost je dobrá pouze ze zcela čerstvého semene, jinak semeno přeléhává a klíčí nespolehlivě. Semeno klíčí dobře také po projití zaživacím traktem ptáků, a navíc je roznášeno na lesní paseky, světliny či jiná stanoviště. Semenáček má drobné eliptické děložní lístky a pouze trojčetné prvolisty. Více jařem se tvoří teprve na dalších listech. Růst je zpočátku rychlý, desetiletá rostlina může dosáhnout až 5 m výšky. Proto také jeřáb snadno obsazuje holé, zaburčené plochy v lese a tvoří tak dočasnou etáž pasek, podobně jako bříza. Výškový přírůst ve 20 letech již ochabuje a strom pak přirůstá v menší míře asi do 60 let. Jeřáb celkem dobře odolává větru a vývraty jsou občasné. Výmladnost je dobrá na kmeni i pařezu. Mladé kmínky bývají často otloukány srnčí zvěří, rány se dobře zavalují a hojí (Úradníček et al., 1996). V horských oblastech je obnova jeřábu silně eliminována okusem zvěře (Vacek et al., 2014).

3.7.2.1. Rozšíření

Jeřáb má obrovský euroasijský areál (Úradníček et al., 1996). Vyskytuje se ve všech vegetačních stupních. Maximum jeho výskytu v přirozených podmínkách je zejména v zakrslých smrčínách (Vacek et al., 2009). V Evropě roste od teplého Středomoří až po chladný sever, kromě Skotska, Iráku a na jihozápadě Pyrenejského poloostrova. Na východě zabírá nemalé rozlohy od tajgy až k Ochotskému moři. Ve východních oblastech při okraji areálu se popisují samostatné rasy i druhy. Výškové členění je v rámci areálu značné. Roste od nejnižších poloh přes pahorkatiny a horské polohy až k horní hranici lesa. Na severu areálu se vyskytuje od nížinných poloh do několika set metrů výšky. K jihu stoupá stále výše ho hor. Na území střední Evropy dosahuje k hranici lesa (1100–1400 m). V jižních Karpatech roste k 1700 m, v Balkánských pohořích stoupá na 2000 m, na Kavkaze a v Pontickém pohoří dosahuje výšek až 2500 m. V rámci výškového rozpětí je možné rozlišit nížinnou (suchomilnou, teplomilnou) rasu s ochlupacenými listy a horský (vlhkomilnou, chladnomilnou) ekotyp s lysými listy (Úradníček et al., 1996).

U nás je jeřáb rozšířen po celém území od nížin až k horní hranici lesa (Vacek, 2009a). V nižších polohách bývá zastoupen zejména na vřesovištích a v kyselých dubinách. Pravidelnou příměs tvoří v horských smrččinách především na kyselých, kamenitých až balvanitých podkladech při horní hranici lesa. Hojněji se vyskytuje v žulové oblasti Karpat a v okrajových horstvech Českých zemí. Jeho rozšíření je podporováno hospodařením v lesích. Ujímá se na druhotných dočasných stanovištích, jako jsou kalamitní holiny, paseky, výkopy nebo násypy. Často se také vyskytuje na kamenitých mezích, nelesní půdě a v písčovnách, kde má charakter průkopnické dřeviny. Ve špatně udržovaných lesích jeho účast stoupá (Úradníček et al., 1996).



Obr. 11: Výskyt jeřábu ptačího (modré tečky) v ČR, dostupné ze serveru florabase.cz.

3.7.2.2. Ekologické nároky

Jedná se světlomilnou dřevinu, v mládí snášející zástin. Podobně jako bříza patří mezi pionýrské dřeviny (Vacek et al., 2009). Snadno se proto uchytí i uvnitř porostů, kde jako spodní etáž vydrží řadu let. S pokračujícím věkem stoupají nároky na světlo, tudíž později snáší už jen slabé boční zastínění a udrží se jen ve volných skupinách nebo v řídkých porostech (Úradníček et al., 1996). Většinou se jedná o dřevinu přimíšenou nebo vtroušenou (Vacek et al., 2009). Zejména ve vyšších polohách se jedná o významnou průkopnickou

dřevinu (Slávik et al., 2004). Pokud jde o potřebu vody, má jeřáb ptačí má velké ekologické rozpětí. Vyrůstá na vysýchavých půdách a roste i na skalách. Na druhé straně mu nevedí nadbytek půdní vláhy. Udrží se i na bažinách, avšak nesnese záplavy. Není ani příliš choulostivý na pokles hladiny spodní vody a není náročný na vzdušnou vlhkost. Roste na nejrozmanitějších druzích půd, nejvíce mu však vyhovují kyselé půdy. Daří se mu na silně skeletovaných půdách až po balvanité sutě. Snese půdy obsahující silnou vrstvu surového humusu i půdy zrašeliněné. Opadem příznivě ovlivňuje humifikaci a špatně snáší zasolení (Úradníček et al., 1996). Pro jeřáb je typická neobyčejně široká ekologická amplituda, a to samé platí i pro amplitudu na klima. Poměrně dobře snáší rychlé střídání teplot. Odolává velmi drsným zimám i mrazovým polohám. Patří na čelní místo tolerance k imisně ekologickému stresu (Vacek et al., 2009).

3.7.3. Bříza bělokorá

Bříza bělokorá (*Betula pendula* L.) je středně velký strom s bílým, v mládí rovným, později zprohýbaným kmenem a řídkou, vejcovitou, nepravidelně utvářenou korunou. Maximální výška je až 25 m s průměrem kmene přes $\frac{3}{4}$ m. Na suchých stanovištích, které jsou pro ni typické, bývají dosažené rozměry vždy menší. Jedná se o krátkověkou dřevinu, dožívající se max. 100–150 let (Musil et al., 2005). Kmen je průběžný, větve bývají nepravidelně zvlněné s dlouhými, tenkými, mírně přehýbanými konci (Úradníček et al., 1998). Kořenový systém je mělký, silně rozvětvený a daleko sahající. Dobře tudíž upevňuje dřevinu v půdě. Kořeny se dobře přizpůsobují rozmanitému podkladu a udrží dřevinu i na skalách (Musil et al., 2005). Silnější kořeny bývají na povrchu viditelné zejména na mělkých půdách (Úradníček et al., 1998). Mladá kůra je červenohnědá, žlutohnědá až šedá. Borka je bílá s černými skvrnami a velmi často bývá hrubě rozpukaná (Haberer, 2004). Ve vyšším věku se ve spodní části kmene vytváří pevná kamenitá, hrubě rozpukaná černá borka. Listy jsou kosočtverečné až trojúhelníkovité s prodlouženým hrotem, dvojité pilovité a v mládí lepkavé. Kvete v březnu a v dubnu (Slávik et al., 2004). Samčí květy se zakládají již koncem loňského roku. Jsou úzce válcovité a vzpřímené, později visící a krátce stopkaté. Po opylení větrem opadávají. Samičí květy se vytvářejí na jaře, nejdříve jsou vzpřímené, později ovislé a mají purpurové blizny (Haberer, 2004). Druh plodí na volném prostranství již v 10–15 letech, v porostech po 20–30 letech. Plodí většinou každoročně a úroda semen bývá velmi

bohatá. Drobné nažky s blanitým křídlem mají malou klíčivost a podržují ji krátkou dobu. Semena jsou větrem roznášena na velkou vzdálenost. Semenáček je útlý, s drobnými dělohami a řídce pilovitými primárními listy. V prvním roce přirůstá nepatrně, avšak v dalších letech je růst velmi rychlý, takže v pátém roce může dosáhnout 3 m výšky. Ustává pak v 50. – 60. roce (Úradníček et al., 1998).

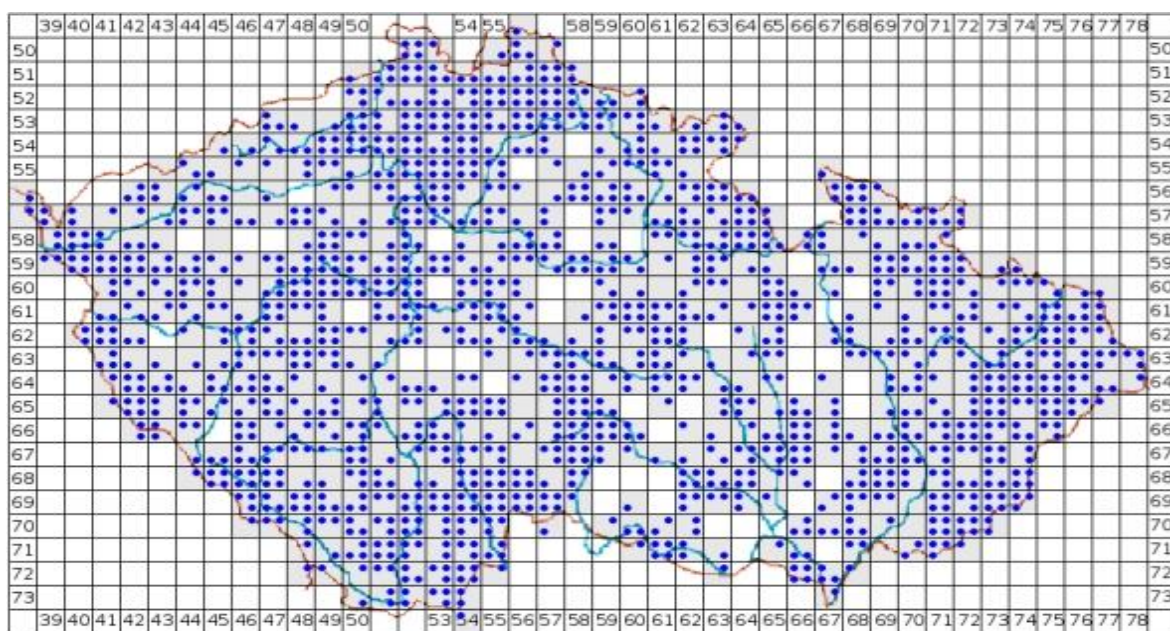
3.7.3.1. Rozšíření

Bříza bílá má rozsáhlý euroasijský areál, jehož hranice lze obtížně přesně stanovit, protože dochází k zaměnění s velmi podobnými druhy. Její areál představuje podstatnou část evropského kontinentu. Na severu jde ve Skandinávii až k polárnímu kruhu, zasahuje do povodí Severní Dviny u Barentsova moře a na poloostrov Kola. V asijské části areálu se severní hranice pohybuje na rozhraní lesa a lesotundry. Na jihu je rozšířen v celém horském systému Apenin, v horách Sicílie, v Pyrenejích a přilehlé severovýchodní části Španělska. Dále zaujímá rozlohu severní poloviny Balkánského poloostrova a nalézáme ji také na Korsice. V rámci asijského areálu zabíhá do stepních oblastí (Úradníček et al., 1998). Domácí druh představuje v celé západní Evropě včetně Britských ostrovů (Haberer, 2005). Na východě je hojná v rozlehlých oblastech evropské části Ruska, překračuje Ural a postupuje oblastmi lesnaté tajgy až na východ Sibíře do povodí Leny. V severní části areálu roste v nízkých polohách a tvoří podstatnou příměs porostů. Místy tvoří rozlehlé lesy. Směrem k jihu se vertikální rozšíření posunuje do vyšších poloh. Ve střední Evropě vystupuje v Hercynských pohořích na 700–900 m, v Alpách na 1400–1600 m a v Pyrenejích na 1300 m. V nejnižší části areálu na Etně dokonce přes 2000 m. Ve vyšších polohách jsou souvislé porosty břízy bílé vzácností (Úradníček et al., 1998). Přirozeně se vyskytuje skupinovitě v pásmu smíšených lesů s převahou dubu zimního (*Quercus petraea* L.) na extrémních skalnatých stanovištích. Velmi hojné jsou druhotné lokality na pasekách, požářištích a pastvinách (Haberer, 2005).

U nás je bříza bělokorá běžnou dřevinou na území celého státu od nejnižších poloh různě vysoko do hor, maximálně k horní hranici lesa. Většinou se jedná o druhotná stanoviště a přirozeně je zastoupena poměrně slabě. V Čechách jsou původní lokality

hojnější, např. v Děčínských stěnách, v severočeské pískovcové oblasti, na “kamenných mořích“ Šumavy nebo na skalách celého vltavského údolí. Podobné přirozené lokality se nachází i na Moravě, např. na skalních výspách zaříznutých údolí Oslavky, Rokytky, Jihlavy, horního toku Dyje atd. Vyskytuje se také na kyselých bažinatých mokřadech v nízkých polohách (Úradníček et al., 1998).

Bříza bělokorá patří mezi dřeviny, jejichž zastoupení vlivem činnosti člověka a hospodařením v lesích výrazně stoupl. Začátkem 19. století se bříza stala v lesnictví módní dřevinou a byla masově rozšiřována. V současnosti je známa především z druhotných stanovišť v zanedbaných lesích, ředinách, na lesních pastvinách, špatně udržovaných pařezinách a na neúspěšně zalesňovaných plochách. Je tedy zastoupena ve větší míře, než odpovídá původní rozšíření (Úradníček et al., 1998). V horských polohách má z ekologického a pěstebního hlediska značný význam (Vacek et al., 2009).



Obr. 12: Výskyt břízy bělokoré (modré tečky) v ČR, dostupné ze serveru florabase.cz.

3.7.3.2. Ekologické nároky

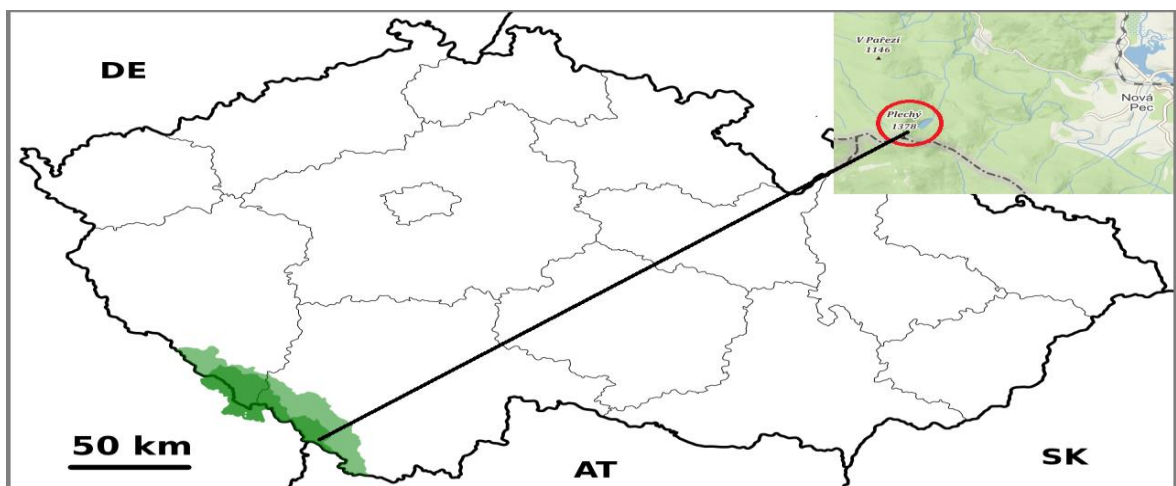
Jedná se o silně světlomilnou dřevinu nesnášející zástin a k dobrému vývoji vyžadující holou plochu (Musil et al., 2005). V tomto ohledu se jedná nejnáročnější dřevinu mezi naši listnáči. To má také za následek, že bývá postupně vyřazena ze všech mlazin, kde se nacházejí dřeviny snášející stín. Z hlediska spotřeby vláhy se vyskytuje na stanovištích, kde ji nemohou ohrozit jiné dřeviny (Úradníček et al., 1998). Jedná se především o lokality s krajním nedostatkem půdní vláhy, ale také i místa s nadbytečnou vlhkostí. V tomto ohledu je schopna se vyrovnat s velkými protiklady (Musil et al., 2005). Těžko však snáší změny v hladině spodní vody a záplavy nesnese. Není pro ni významná ani vzdušná vlhkost (Úradníček et al., 1998). Její nároky na půdu jsou minimální a je schopna se přizpůsobit nejrůznějším podkladům (Musil et al., 2005). Z hlediska výskytu nejvíce dominuje na kyselých horninách, extrémně kyselá stanoviště ale nesnese. Často roste na půdách písčitých a na skále. Její absence na vápencích a jiných živných horninách se vysvětluje tím, že nenachází vhodné plochy k uchycení a vyklíčení semene, avšak vysazená na těchto místech roste dobře (Úradníček et al., 1998). Pionýrský charakter se projevuje v tom, že schopna osídlovat nevyvinuté a surové půdy. Větší nebo menší zastoupení břízy v porostech bylo obecně, s výjimkou velmi chudých nebo podmáčených stanovišť, považováno za znak hospodářské extenzity (Vacek et al., 2009). K projevům klimatu je indiferentní (Musil et al., 2005). Odolává podzimním i jarním mrazům (Úradníček et al., 1998). Negativní vliv má na březové porosty imisní zátěž. V polovině 90. let 20. století bylo v několika horských imisních oblastech (Sudetská soustava, Krušné hory) pozorováno výrazné zhoršení zdravotního stavu, kdy došlo plošnému odumírání březových porostů (Vacek et al., 2009).

4. Materiál a metodika

4.1. Charakteristika zájmové lokality

4.1.1. Obecná charakteristika

Šumava je nejrozsáhlejší středoevropská hornatina hercynského masívu. Rozprostírá se na hranici Česka, Německa a Rakouska. S předhůřím zaujímá více než 5 000 km² (Vacek et al., 2008). Na našem území se jedná o 1671 km² (Anděra et al., 2003). V rámci ní se v centrální oblasti rozkládají Národní park Šumava (NPŠ) a Národní park Bavorský les. NPŠ z české strany lemují Chráněná krajinná oblast Šumava. Tato chráněná území téměř korespondují s Biosférickou rezervací Šumava pod patronací UNESCO. Na severozápadě Šumava navazuje na Český les a nedaleko jihovýchodního okraje na Novohradské hory. Na hřebenech dosahuje výšky v průměru kolem 1 000 - 1 100 m (Vacek et al., 2008). Na české straně je nejnižším bodem řeka Otava u Rejštejna s 550 m n. m. Nejvyšší horou je Plechý, jehož nadmořská výška je 1378 m (Anděra et al., 2003). Katastrální rozloha lesní oblasti činí 211 302 ha a při lesnatosti 66 % zaujímá plocha lesů 140 378 ha. Horské lesy zaujímají 95,6 % lesů této přírodní lesní oblasti. Rozloha NP Šumava zaujímá jednu čtvrtinu plochy přírodní lesní oblasti (PLO) (Vacek et al., 2008). Toto území bylo poprvé pojmenováno Klaudiem Ptolemaiem jako Gabreta, v keltském jazyce přeloženém jako Pohoří kozorohů. Jméno Šumava poprvé použil kronikář a humanista Antonio Bonfini v roce 1565 (Anděra et al., 2003).



Obr. 13: Zájmová lokalita Plechý na přehledové mapě ČR. Světle zelená značí CHKO Šumava, tmavě zelená Národní park Šumava, dostupné z mapy.cz.

4.1.2. Přírodní poměry

Šumava jako celek vyniká relativně nejméně narušenými a nejlépe zachovanými horskými ekosystémy. Navzdory různým lidským aktivitám, zvláště sklářství a dřevařství, datujícím se od středověku, zůstal tento horský systém územím s nejsouvislejšími lesy a rašeliništi ve střední Evropě. Ani periodicky se opakující větrné a následné kůrovcové kalamity ve smrkových porostech nikterak nesnižují unikátnost tohoto území (Vacek et al., 2008).

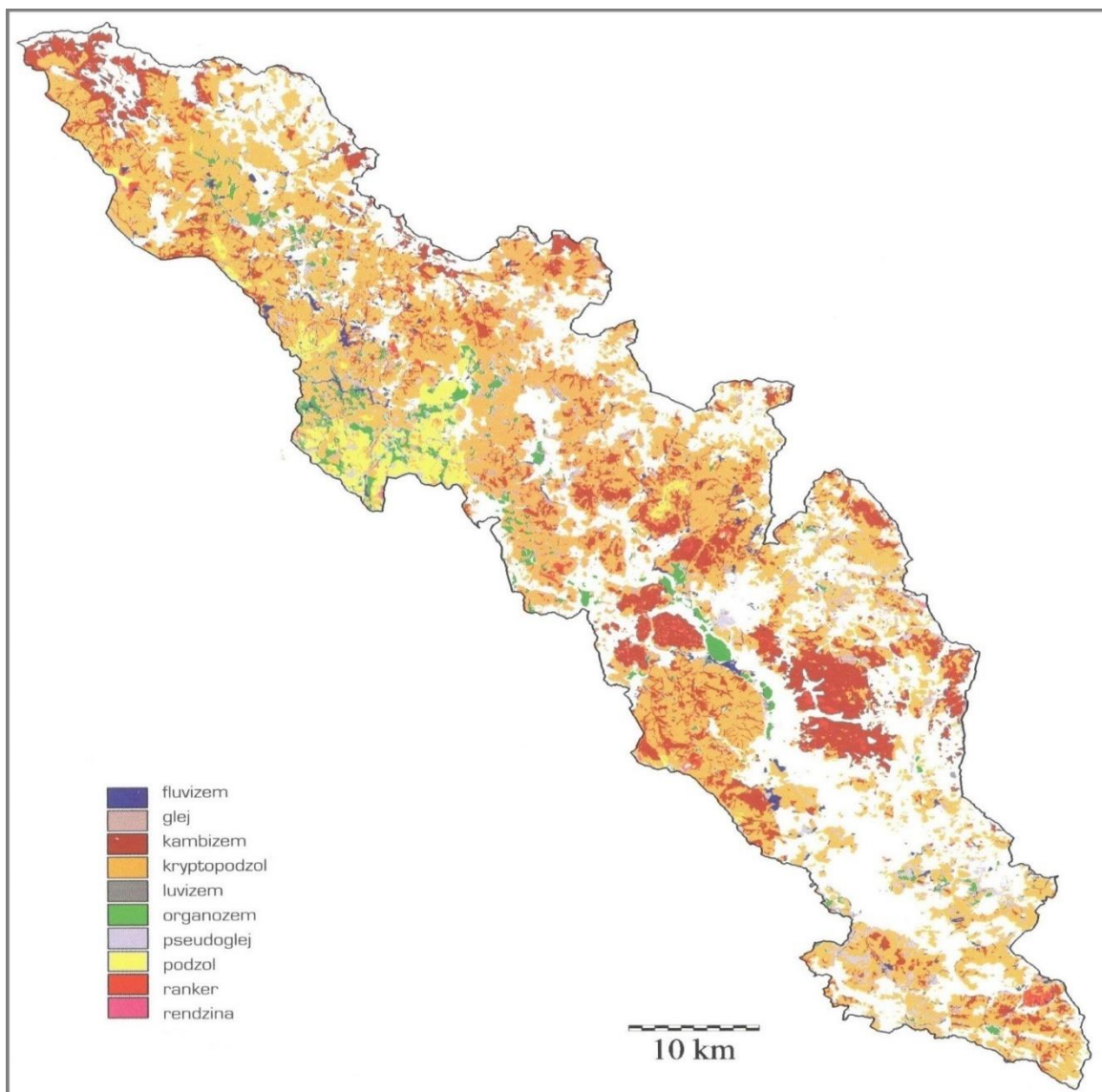
4.1.3. Geologické a pedologické podmínky

Z geologického hlediska se Šumava nachází na území Českého masivu v šumavské větvi moldanubické oblasti. Moldanubikum Šumavy se dělí na několik následujících základních jednotek: jednotvárná jednotka, pestrá jednotka, granulitové masivy, jednotka Královského hvozdu a jednotka kaplická. Společně jsou tvořeny metamorfity, jejichž vznik se datuje až do předprvotního období. K nejvýznamnějším patří ruly, ortoruly, paraluly, granuly, vápence a grafity. Z geomorfologického hlediska se Šumavská hornatina člení na celky Šumava, Šumavské podhůří, Novohradské hory a Novohradské podhůří (Anděra et al., 2003).

Na Šumavě je vyvinuta výšková půdní stupňovitost od podhorských až po horské půdy (Vacek et al., 2012a). Základní půdní skupinou jsou hnědé půdy, jejichž kyselost s nadmořskou výškou roste. Rovněž stoupá i stupeň podzolizace, který je větší na horské Šumavě. V nadmořské výšce kolem 550 m přechází do hnědých půd kyselých. V pásmu vrchovin přibližně nad 600 m se vyskytují převážně hnědé půdy silně kyselé. Hnědé půdy se nejčastěji vytvářejí na zvětralinách rul, svorů, granulitů, žul a příbuzných hornin. Hlavním půdotvorným procesem je zvětrávání, spojeno s hnědnutím a vznikem a přeměnami jílových nerostů, které mají v závislosti na nadmořské výšce různý průběh. V menším rozsahu se v šumavské oblasti vyskytují další typy půd, a to půdy nivní, půdy rašeliništní a rendziny (Anděra et al., 2003).

Tab. 2: Přehled půdních typů na Šumavě (Vacek et al., 2008). Údaje z OPRL – ÚHÚL Brandýs n. L.

Půdní typ	Subtyp	Výskyt	SLT	Podíl %
Ranker	modální	skalnaté, balvanité hřbety, svahy	5-7Y, 5-7Z	1,9
	modální hořečnatý	hadce	0C	
	kambický	suťové svahy (zahliněné), hřbety	5J, (5-6A)	
Rendzina	kambická	vápence (skeletnaté)	5C, 5W, (5A)	0,3
Kambizem	modální oligotrofní	různé svahy, hřbety	5K, 5S	19,6
	modální mezotrofní	(nižší horské polohy)	5-6B, 5-6D	
	dystrická podzolovaná	chudé polohy	5M	
	rankerová	kamenité svahy, hřbety (nižší horské polohy)	5-6F, 5N, 5A	
	oglejená	mírné svahy, plošiny	5O, 5U, 5-6V	
Kryptopodzol	modální	různé svahy a hřbety (střední horské polohy)	6-7M, 6-7K, 6-8S, 6H, 6I, 7B	61,5
	rankerový	kamenité svahy a hřbety (střední horské polohy)	6-8N, 7F	
	oglejený	sníženiny, plošiny, mírné svahy	6-8O, 7-8V	
Podzol	modální (horský)	svahy a hřbety nejvyšších poloh	8K, 8M, 8Z	4,2
Fluvizem		obohacené náplavy, aluvia potoků	3L, 5L, 6L	0,3
Luvizem	oglejená	plošiny, mírné svahy	5I, 5H	+
Pseudoglej	modální	plošiny, mírné svahy	5-8P, (6-8O)	3,4
	dystrický podzolovaný	plošiny, mírné svahy	5-8Q	
	glejový zrašelinělý	plošiny a sníženiny nejvyšších poloh	7T, 7G, 8G, 8T	
Glej	modální	terénní poklesliny	5-6G	5,0
	kambický	mírné svahy a nevýrazné sníženiny (svahová prameniště)	5Vg, 6G	
	histický	terénní poklesliny (vyšší polohy)	7-8T, 7-8G	
Organozem	fibrická	sníženiny	5-9R	3,8
	mesická	plošiny	0R	



Obr. 14: Pedologická mapa PLO – 13 Šumava (Vacek et al., 2012a). Podkladová data ÚHÚL Brandýs n L.

4.1.4. Klimatické a hydrologické poměry

Šumava náleží převážně do chladné oblasti, okrsku mírně chladného. Pouze nejvyšší partie pokrývá okrsek chladný. Nejnižší polohy pak patří do oblasti mírně teplé s mírně teplým, velmi vlhkým okrskem (Vacek et al., 2012a). Celkový ráz podnebí má přechodný charakter mezi podnebí oceánským a kontinentálním, v němž se projevují malé roční výkyvy teploty a poměrně vysoké srážky, které jsou během roku stejnoměrně rozloženy. Průměrná roční teplota se pohybuje v závislosti na nadmořské výšce od 3 do 6 °C. Nejnižší zaznamenaná teplota činila –41,6 °C v r. 1987, nejvyšší pak 36,8 °C v r. 1983. Průměrné roční

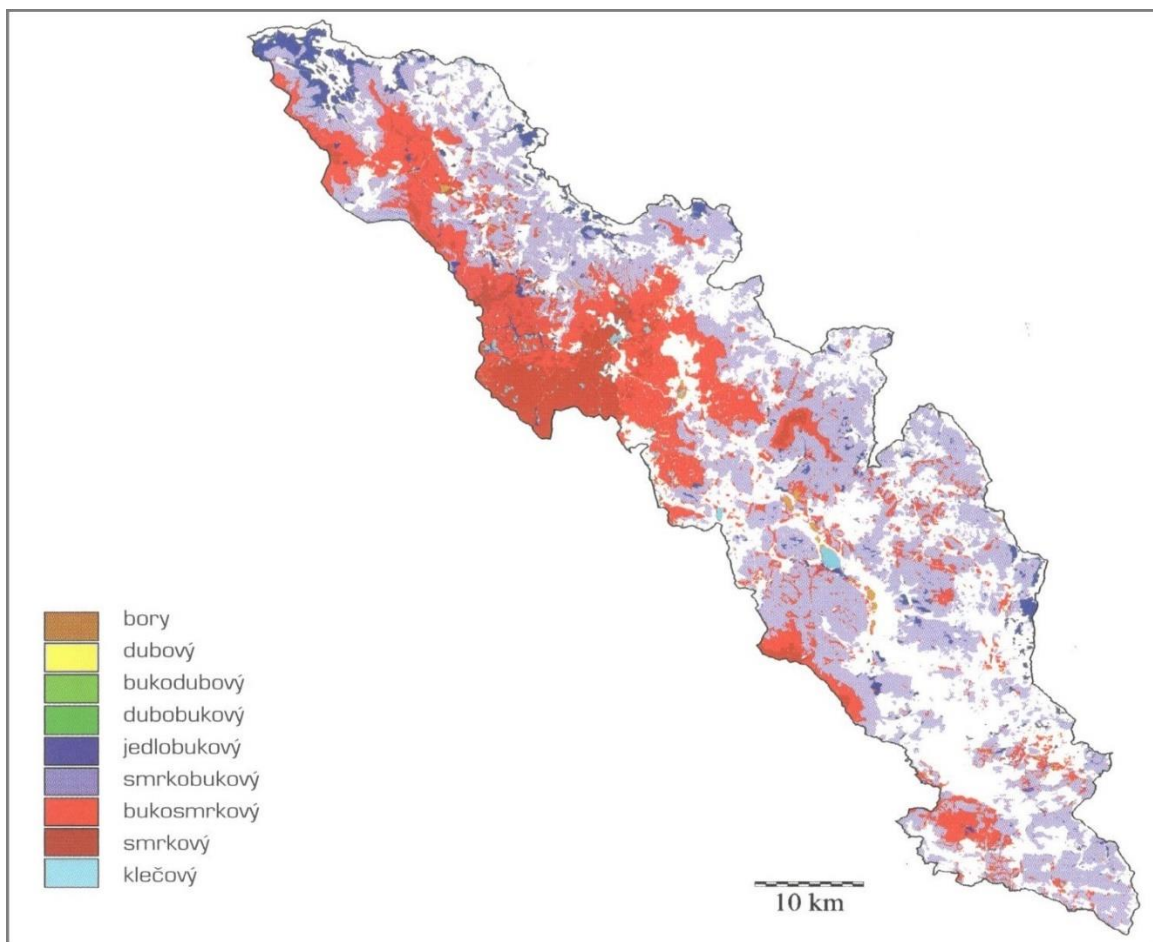
srážky činí 800–900 mm. V pohoří pramení i několik významných řek, jako jsou Vltava, Otava, Blanice nebo Volyňka. Za nejznámější umělý tok je považován Schwarzenberský kanál. Šumava je také charakteristická svými pěti ledovcovými jezery. Jsou to Černé jezero, Čertovo jezero, Prášilské jezero, Plešné jezero a jezero Laka. Relativní vlhkost vzduchu se v průměru pohybuje kolem 80 % (Anděra et al., 2003).

4.1.5. Vegetační stupňovitost a soubory lesních typů

Z hlediska vertikálního členění přirozené vegetace v nižších a středních horských polohách dominovaly acidofilní horské bučiny, na které výše navazovaly podmáčené smrčiny, vrchoviště a přirozená rašeliniště (Vacek et al., 2008). Rašeliniště jsou trvale zamokřené ekosystémy povrchovou či podpovrchovou vodou. Zamokřená biomasa se nemůže dostatečně rozkládat a tím vzniká rašelina. K nejznámějším rašeliništím patří Chalupská slat', Jezerní slat', Tříjezerní slat', nebo Soumarské rašeliniště (Anděra et al., 2003). V nejvyšších partiích dominují klimaxové smrčiny. Podél středních a horních částí toků se nacházely luhy a olšiny (Vacek et al., 2012a). Charakteristika lesních vegetačních stupňů (LVS) je patrná z Tab. 3 a jejich uspořádání vyplývá z Obr. 15. Nejrozšířenějšími LVS jsou LVS: 6. – smrkobukový (56,5 %) a 7. – bukosmrkový (29,2 %). Soubory lesních typů (SLT) jsou uvedeny v Tab. 4. Dominantními jsou SLT 6K – kyselá smrková bučina (24,0 %), 7K – kyselá buková smrčina (12,3 %), 6S – svěží smrková bučina (8,6 %) a 6V – vlhká smrková bučina (8,3 %).

Tab. 3: Charakteristika LVS v PLO 13 - Šumava (Vacek et al., 2008). Údaje z PLO – ÚHÚL Brandýs n. L.

Lesní vegetační stupně	Výměra ha	Zastoupení %	Nadmořská výška m	Průměrná teplota °C	Roční srážky mm	Vegetační doba dny
5 jedlobukový	6 177	4,4	450 – 700	5,5 – 6,5	800 – 980	130 – 140
6 smrkobukový	79 314	56,5	650 – 900	4,5 – 5,5	900 – 1 050	115 – 130
7 bukosmrkový	40 990	29,2	900 – 1 050	4,0 – 4,5	1 050 – 1 200	100 – 115
8 smrkový	12 072	8,6	1 050 – 1 350	2,5 – 4,0	1 200 – 1 400	60 – 100
9 klečový*	1 825	1,3	>1 050	< 2,5	>1 300	< 70



Obr. 15: Lení vegetační stupně v PLO 13 – Šumava (Vacek et al., 2008). Podkladová data ÚHÚL Brandýs n. L.

Tab. 4: Zastoupení SLT v PLO 13 – Šumava (% z 140 378 ha lesní plochy) (Vacek et al., 2008). Údaje z OPRL – ÚHÚL Brandýs n. L.

L V S	Ekologická řada																			%					
	extrémní		kyselá			živná						obohacená				oglejená		pod- máčená			raš.				
	Z	Y	M	K	N	I	S	F	C	B	W	H	D	A	J	L	U	V	O		P	Q	T	G	R
0	+								+															0,5	0,5
1																					+	+		+	
3															+									+	
5	+	0,1	0,1	1,4	0,3	+	1,3	+	+	0,1	+	+	+	0,1	0,5	0,1	+	0,2	0,2	+			+	+	4,4
6	0,1	0,9	0,3	24,0	4,5	1,0	8,6	0,4		2,1		0,2	0,9	2,0		0,1		8,3	1,7	0,6	+		0,4	0,4	56,5
7	0,1	0,4	0,1	12,3	1,7		2,6	0,1		+								2,4	3,2	1,7	+	0,4	3,2	1,0	29,2
8	0,1	0,2	0,1	4	0,4		0,2											0,3	0,3	0,2	0,8	0,1	0,7	1,2	8,6
9																							0,8	0,8	
Σ	0,3	1,6	0,6	41,7	6,9	1	12,7	0,5	+	2,2	+	0,2	0,9	2,1	0,5	0,2	+	11,2	5,4	2,5	0,8	0,5	4,3	3,9	100,0

Edafické kategorie

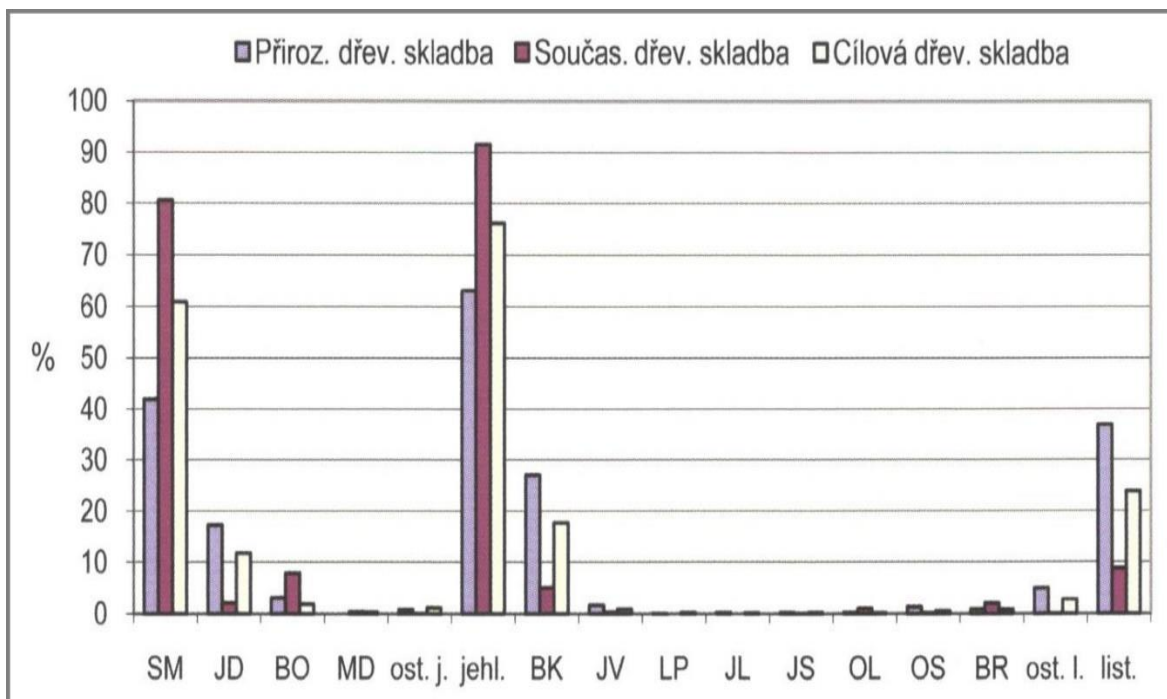
Z – zakrslá	A – acerózní kamenitá
Y – skeletová	J – acerózní suťová – skalnatá
M – chudá	L – lužní
K – kyselá	U – acerózní vlhká
N – kamenitá kyselá	V – vlhká
I – uléhavá kyselá	O – oglejená středně bohatá
S – středně bohatá svěží	P – oglejená kyselá
F – svahová kamenitá svěží	Q – oglejená chudá
C – vysychavá středně bohatá	T – podmáčená chudá
B – bohatá	G – podmáčená středně bohatá
H – hlinitá živná	R – rašelinná

4.1.6. Druhová a věková skladba

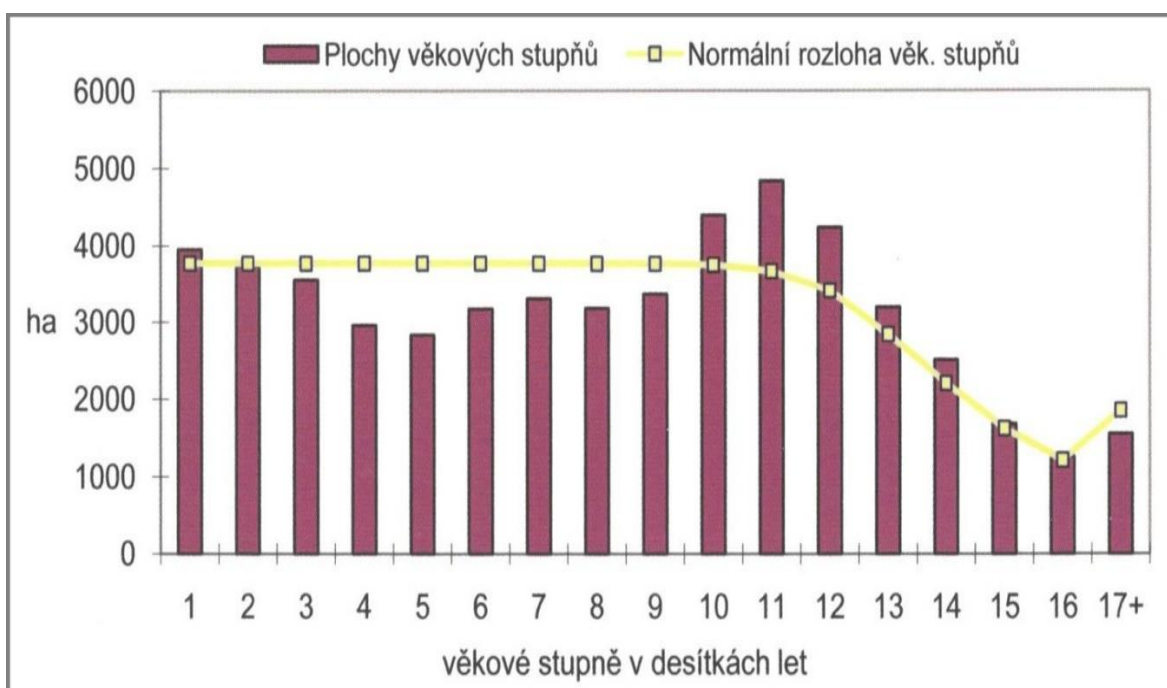
Porovnání přirozené, současné a cílové druhové skladby je patrné z Tab. 5 a Obr. 16. Největší disproporce mezi uvedenými stavy jsou u smrku ztepilého, jedle bělokoré a buku lesního. Plošné zastoupení věkových stupňů je v kontextu s normální rozlohou v NPŠ (Obr. 17) značně nevyrovnané. Mírný nadbytek I. věkového stupně je důsledek kůrovcových disturbancí. Věkové stupně 4. – 9. jsou výrazně podnormální. Nejnižší zastoupení vykazuje 5. stupeň. Věkové stupně 10–14 jsou značně nadnormální.

Tab. 5: Porovnání přirozené, současné a cílové druhové skladby v % na Šumavě (Vacek et al., 2008). Údaje z OPRL – ÚHÚL Brandýs n. L.

SM	JD	BO	MD	ost.jehl.	jehl.	BK	JV	LP	JL	JS	OL	OS	BR	ost.list.	list.
Přirozená dřevinná skladba:															
41,9	17,3	3,1		0,8	63,1	27,0	1,7	0,1	0,3	0,3	0,3	1,4	0,9	4,9	36,9
Současná dřevinná skladba:															
80,7	2,0	7,9	0,5	0,1	91,2	5,0	0,4	+	+	0,1	1,0	0,2	2,0	0,1	8,8
Cílová dřevinná skladba:															
60,9	11,8	1,9	0,4	1,2	76,2	17,7	0,9	0,3	0,2	0,3	0,2	0,6	0,8	2,8	23,8



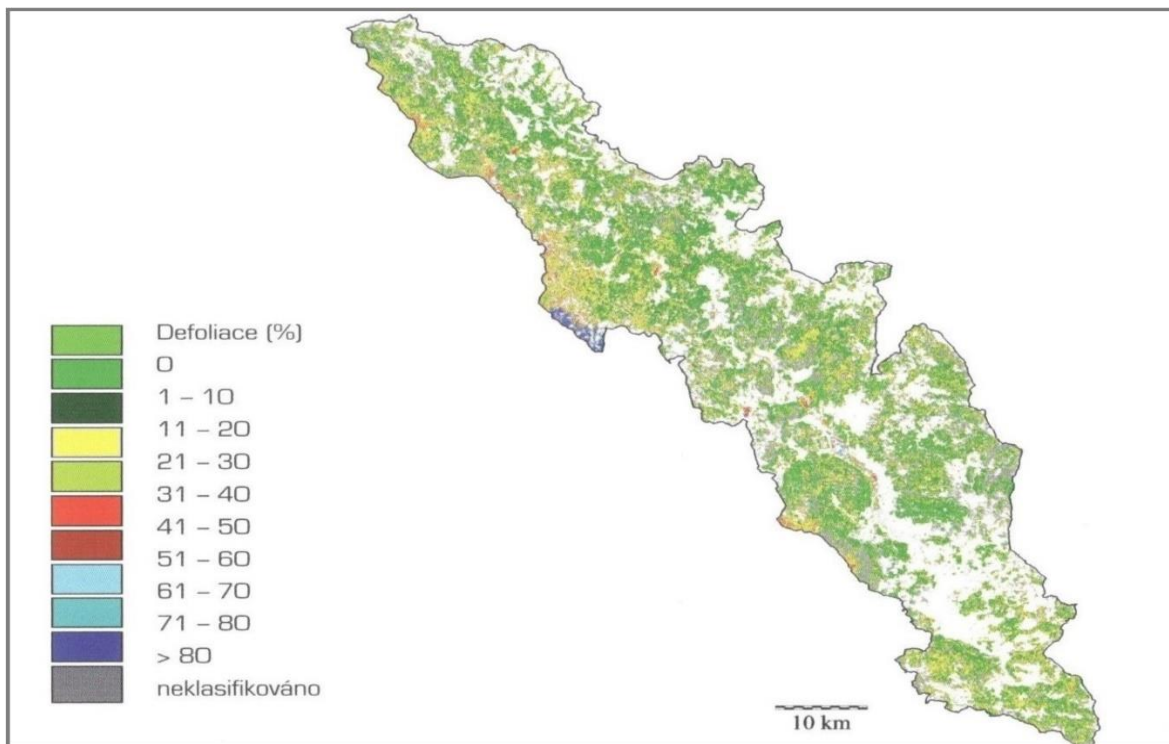
Obr 16: Přirozená, současná a cílová druhová skladba na Šumavě (Vacek et al., 2008). Data ÚHŮL Brandýs n. L.



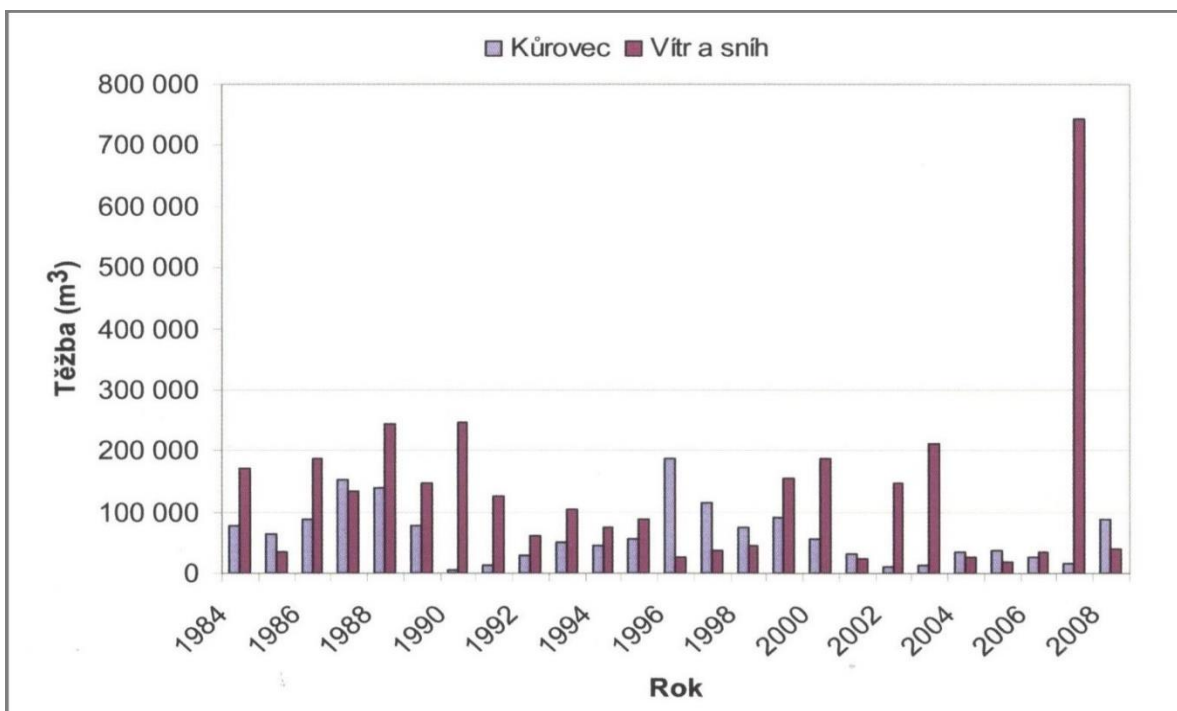
Obr. 17: Zastoupení ploch věkových stupňů v PLO 13 – Šumava (Vacek et al., 2008). Data ÚHŮL Brandýs n. L.

4.1.7. Zdravotní stav lesních porostů

Zdravotní stav šumavských lesních porostů je ovlivňován celou řadou faktorů. Nejdůležitějším z nich je původ porostů. Existují totiž značné rozdíly ve zdravotním stavu porostů u lesů víceméně přírodních a kulturních. Ty nejsou tak dobře adaptovány na místní podmínky prostředí. Zákonitě se to pak odráží v jejich zhoršeném zdravotní stavu. Po nástupu výrazného imisního zatížení v 80. až 90. letech minulého století zde v důsledku synergismu klimatických extrémů, imisí a biotických škůdců došlo ke značnému poškození lesních ekosystémů. Imisně ekologický stres se na tomto místě projevoval nejen symptomy poškození dřevinné složky ekosystémů, ale i výraznými změnami v mechovém a bylinném patře i v půdním prostředí. Zdravotní stav porostů byl lokálně zhoršený již v r. 1992 v nadmořských výškách převážně nad 1000 m n. m. Toto zhoršení lze přisuzovat postupujícímu imisnímu zatížení, které se projevovalo makroskopickými změnami na asimilačním aparátu (symptomy žloutnutí, nekrotizací či sníženým olistěním) (Vacek et al., 2000). Vývoj šumavských smrkových porostů je již zhruba 20 let narušován kůrovcovými disturbancemi. Jejich počátky sahají do r. 1983, kdy v Národním parku Bavorský les bylo vyhlášeno bezzásahové území s rozlohou 5500 ha. V letech 1983-1984 byly na obou stranách hranice rozsáhlé polomy, které nebyly včas zpracovány. V r. 1992 byla v sousedství bezzásahové zóny Národního parku Bavorský les vyhlášena bezzásahová zóna se stejným režimem v NP Šumava o rozloze 1400 ha. Explosivní kůrovcová gradace nastala v r. 1995 (Vinš et al., 1999). Od roku 1996 bylo započato s intenzivními opatřeními, v jejichž důsledku se zvyšoval rozsah holin. Těch vzniklo letech 1995–2001 ca 1400 ha (Vacek et al., 2008). Dynamika rozpadu šumavského smrkového lesa v tomto období vychází z vývoje nahodilých těžeb mezi lety 1984-2008. V tomto období bylo vytěženo 1 573 452 m³ dřeva napadeného kůrovcem a 3 277 314 m³ dřeva z nahodilých těžeb v důsledku působení větru a sněhu. V průběhu existence NP Šumava se jedná o vytěžení ca 970 tisíc m³ kůrovcového dřeva a vznik ca 2,5 tisíce holin v důsledku kůrovcového žíru (Vacek et al., 2008).



Obr. 18: Poškození lesních porostů v PLO 13 – Šumava v r. 1998 vyhodnocené na podkladě dat ze satelitních snímků LANDSAT (zpracování Stoklasa Tech) – (Vacek et al., 2008).



Obr. 19: Vývoj nahodilých těžeb v m³ podle příčin v letech 1984–2008 v NP Šumava (Vacek et al., 2008).

4.1.8. Charakteristika zájmové lokality Plechý

Plechý je nejvyšší šumavská hora na české straně vysoká 1 378 m rozprostírající se na česko – rakouské hranici. Jedná se o pátý nejvyšší vrchol Šumavy (Anděra et al., 2003).

Jeho vrchol se rozprostírá na strukturním hřbetu z dvojslídne žuly moldanubického plutonu. Na svazích, které jsou vyvinuty asymetricky, se nachází velké množství tvarů glaciální a periglaciální modelace. V severovýchodním svahu je zahlouben kar včetně ledovcového jezera. Jezerní stěna se suťovými proudy a skalními výchozy dosahuje téměř k samému vrcholu (Demek, 1987). Její výška činí 211 m. V blízkosti karového prahu jezera se rozprostírá moréna tvořená mrazovým zvětráváním rozpukanými mohutnými žulovými balvany (Anděra et al., 2003). Půdy v rámci TVP jeví výraznou dynamiku sledující nadmořskou výšku, pozici v rámci svahu a z nich vyplývající změny stanovištních podmínek. Na jejich stav má vliv dominance jednotlivých dřevin a stromové složky. Lze je charakterizovat jako půdy chudé, kyselé typů kambizemí, kryptopodzolů až rankerů s vysokým obsahem skeletu. Z hlediska půdního druhu se jedná o půdy lehké až středně těžké. Pro vysoké partie představuje nebezpečí introskeletová eroze. Ta je definována jako převážně vertikální propadávání a proplavování organických i anorganických půdních částic mezerami mezi skeletem do spodin zvětralinového pláště – do dutin mezi kameny a balvany na suťových stanovištích. S rostoucí expozicí a nadmořskou výškou roste acidita a extremita půd. Obecně pak klesá obsah bázi a živin (Podrázský, 2007).

Na vrcholu dochází k extrémním klimatickým podmínkám. Teplota v ročním průměru nedosahuje ani 3 °C a roční srážkové úhrny se pohybují mezi 1 400 – 1 700 mm. Sněhová pokrývka, která zde leží půl roku zde dosahuje až 250 cm. Pro tuto oblast jsou také charakteristické časté mlhy, větry a námrazy (Anděra et al., 2003).

Vrchol Plechého se nachází těsně pod horní hranicí lesa. Vyznačuje se přirozenou horskou smrčínou s příměsí jeřábu lesního, břízy bělokorá a chudým bylinným podrostem. Ten je tvořen zejména papratkou samičí, třtinou chloupkatou a plochami borůvčí (Anděra et al., 2003). Ve sledovaném období 1996–2007 se z hlediska lesnické typologie na TVP 19 a 20 nacházely soubory 8K – 8N – 8Y s dobrou půdní drenáží. Na těchto TVP probíhal

relativně pozvolný rozpad stromového patra a obnova porostu smrku zde byla poměrně intenzivní vzhledem k vývojovému stádiu porostu. Obě TVP leží v 7. LVS. TVP 18 představovala původní vegetaci smrkové bučiny (Vacek et al., 2008).

4.1.9. Lokalizace trvale výzkumných ploch

Lokalizace trvale výzkumných ploch na Lesní správě Stožec (dříve LS Plešný) je uvedena na Obr. 20. Jedná se o 9 TVP na LHC Plešný. Výzkumné plochy se nacházejí v I. zóně NP Šumava. Leží na jihovýchodním svahu vrcholu Plechý, při státní hranici s Rakouskou republikou. Byly založeny v r. 1996 a 1997 za přibližného zaměření. Až v r. 2004 bylo provedeno zaměření ploch technologií FieldMap. Jejím důsledkem je čtvercový tvar ploch. Velikost ploch je 50×50 m, tedy 0,25 ha. Všechny stromy na ploše, jejichž tloušťka byla větší než 4 cm, byly očíslovány. Okolní stromy a pahýly stojící již mimo plochu jsou označeny žlutým vodorovným pruhem přibližně v prsní výšce.

Pro účely diplomové práce byly vybrány TVP 18, 19 a 20. Tyto TVP se nachází v I. zóně NP Šumava.



Obr. 20: Lokalizace trvale výzkumných ploch 18, 19 a 20 na výškovém transektu Plechý, čerchovaná čára představuje hranici s Rakouskou republikou, dostupné z mapy.cz.

Tab. 6: Rozdělení lokalit a základní údaje pro každou lokalitu samostatně. Je zde uvedeno číslo výzkumné plochy, GPS souřadnice, nadmořská výška, expozice a sklon svahu.

TVP	GPS	Nadm. výška (m)	Expozice	Sklon svahu (°)
18	N48°46'17,3", E13°51'30,3"	1245	JV	25
19	N48°46'11,5", E13°51'49"	1313	JV	40
20	N48°46'11,4", E13°51'56,1"	1361	SV	5

4.2. Metodika

4.2.1. Sběr dat

4.2.1.1. Struktura a vývoj lesního porostu

Pro vyhodnocení struktury porostů na TVP 18, 19 a 20 byla použita metoda digitálního sběru dat FieldMap (IFER), což je systém vzájemně propojených přístrojů (laseru, elektronické buzoly, GPS a terénního počítače). Měření navazovalo na výzkum z roku 2004 stejnou metodou. Za porost se považoval každý strom na TVP, jehož výčetní tloušťka byla ≥ 5 cm. Touto technologií byla zaměřena pozice všech stromů, zaznamenán druh dřeviny, výčetní tloušťka a výška. Výčetní tloušťka byla změřena digitální průměrkou Mantax Digitech ve výšce 1,3 m, měřena ve dvou na sebe kolmých směrech a vyhodnocena jako průměr těchto hodnot s přesností na 1 mm. Výška byla změřena pomocí výškoměru Vertex Laser s přesností na 0,1 m. Dále byla u každého stromu zaznamenána korunová projekce ve čtyřech směrech na sebe kolmých a pomocí výškoměru či výškoměrné latě změřena výška nasazení zelené koruny s přesností 0,1 m.

4.2.1.2. Odumřelé dřevo

Na TVP 18, 19 a 20 byla provedena inventarizace ležícího mrtvého dřeva, stojících odumřelých stromů a pařezů metodou FieldMap navazující na měření stejnou metodou z roku 2004. Odumřelé dřevo bylo hodnoceno jak z kvantitativních, tak kvalitativních parametrů.

Při inventarizaci ležících kmenů (s délkou $l > 1$ m a s tloušťkou na užším konci $d > 7$ cm) byla zaznamenána pozice obou konců a dřevina. Při měření byl zjišťován průměr na obou koncích a stupeň rozkladu za předpokladu, že se kmeny nacházely uvnitř plochy. U kmenů ležících přes hranici TVP záleželo, kde se nacházela jejich pata. Pokud se pata nacházela uvnitř TVP, byť většinou objemu zasahovala za hranice, byl tento kmen započítán. V opačném případě, pokud se pata kmene nalézala za hranicí a většinou svého objemu kmen ležel na TVP, nebyl brán v potaz. Tloušťka na obou koncích byla měřena stejným způsobem jako porost.

Při inventarizaci stojících odumřelých stromů byla také zaznamenána pozice každého stromu na TVP a dřevina. Měřena byla výčetní tloušťka a výška stejným způsobem jako u živých stromů.

Za pařezy se považovali jedinci s výškou ≤ 150 cm. U každého pařezu byla zaměřena pozice a vysouvacím metrem byla změřena výška s přesností na 0,1 m a středová tloušťka stejným způsobem jako odumřelé dřevo. Třída rozkladu byla stanovena za základě stejné stupnice jako ležící tlející dřevo.



Obr. 21: Inventarizace odumřelého dřeva metodou FieldMap, Jiří Sládek, 2018.

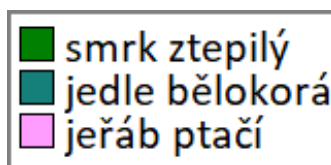
4.2.1.3. Přirozená obnova

Na TVP 18, 19 a 20 bylo hodnocení přirozené obnovy provedeno opět metodou FieldMap. Do přirozené obnovy byl zařazen každý jedinec, jehož výčetní tloušťka byla < 5 cm a výška ≥ 2 m. U každého jedince byla zaznamenána pozice a dřevina. Kromě změřené tloušťky a výšky byl doplněn údaj o mikrostanovišti – hrabanka, kapradiny [(paprátka horská (*Athyrium distentifolium* L.) a kaprad' rozložená (*Dryopteris dilatata* L.)], brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus* L.), třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa* L.), metlička křivolaká (*Avenella flexuosa* L.) a mikroreliefu (rovina, vyvýšenina, sníženina).

4.2.2. Analýza dat

Získaná data byla vyexportována z programu FieldMap do databáze MC Access a následně zpracována v tabelárním editoru MS Excel. Posléze byla jednotlivě uspořádána do tabelárních výstupů pro porost, ležící mrtvé dřevo a stojící souše, pařezy a přirozenou obnovu. Vyhodnocovaly se údaje o počtu stromů, objemu, zastoupení dřevin, zastoupení dřevin v tloušťkových třídách, korunových projekcí či zastoupení ve stupních rozkladu. Grafické výstupy byly zpracovány do sloupcových či koláčových grafů. Údaje v grafech byly v první řadě zpracovány ve vazbě na zastoupené dřeviny pro jednotlivé TVP.

Vizualizace, produkce a diverzita studovaných porostů byla provedena pomocí růstového modelu SYBILA (Fabrika, Ďurský 2005). Za počáteční vstupní údaje se považují informace o jednotlivých stromech (výšky, tloušťky, horizontální pozice, výška nasazení korun, průměr korun atd.). Výstupy mají grafickou a numerickou podobu. Grafická část je tvořena vizualizacemi stavu porostů v jednotlivých periodách a numerická část je tvořena interpretací údajů o struktuře porostů ve formě tabulek a grafů.



Obr. 22: Legenda barev dřevin simulátoru biodynamiky lesa SIBYLA.

Mapové výstupy byly zpracovány v programu ArcGIS (Esri). Vliv mikroreliefu a mikrostanoviště na růst přirozené obnovy smrku a jeřábu byl testován v programu STATISTICA 12 (StatSoft) pomocí analýzy rozptylu (ANOVA). Rozdíly byly následně hodnoceny dle Tukeyho HSD testu ($p = 0,05$). Ripleyovy L – funkce byly zpracovány programem PointPro (Zahradník, Puš, ČZU). Test významnosti odchylek byl proveden pomocí Monte Carlo simulací a střední hodnoty L – funkce byly odhadnuty jako průměry z 1999 vygenerovaných bodových struktur.

4.2.2.1. Struktura a vývoj lesního porostu

Z naměřených dendrometrických údajů byly následně vypočteny tyto ukazatele:

- počet stromů na hektar,
- druhové složení,
- zastoupení jednotlivých věkových tříd,
- průměrná výčetní tloušťka porostu jako aritmetický průměr tloušťek všech stromů,
- střední porostní výška jako aritmetický průměr výšek všech stromů,
- výtvarnice jako poměrné číslo vyjadřující podíl objemu stromu k objemu válce, jenž má se stromem společnou základnu a výšku,
- objem středního kmene,
- hektarová výčetní kruhová základna jak součet kruhových základem všech stromů,
- hektarová zásoba porostu,
- štíhlostní kvocient jako poměrné číslo mezi výškou a tloušťkou středního stromu.

4.2.2.2. Diverzita

U všech jedinců stromového patra byla zhodnocena horizontální struktura. Byl spočten Clark-Evansův agregační index (Clark, Evans, 1954) a Ripleyova L – funkce (Ripley, 1981; Penttinen et al., 1992), které reprezentují způsob rozmístění jedinců po ploše porostu. Na grafických výstupech černá linie zachycuje L – funkci pro reálné vzdálenosti

jedinců na TVP, silná modrá čára střední průběh pro náhodné rozdělení stromů v prostoru a dvě slabší středové křivky prezentují 95 % interval spolehlivosti. Když je černá linie rozdělení stromů pod tímto intervalem, tak indikuje tendenci jedinců k pravidelnému rozmístění, a pokud je nad tímto intervalem, tak k tendenci ke shlukovitosti.

Dále byly z hlediska hodnocení biodiverzity spočítány: index tloušťkové a výškové diference (Füldner, 1995), index druhové různorodosti (Shannon, 1948; Simpson, 1949), index druhové vyrovnanosti (Hill, 1973; Pielou, 1975), index druhové bohatosti (Margalef, 1958; Menhinick, 1964), Arten-profil index (Pretzsch, 2006) a index celkové porostní diverzity (Jaehne, Dohrenbusch, 1997). Kritéria agregačních, druhových, strukturálních a komplexních indexů jsou uvedeny v Tab. 7.

Tab. 7: Přehled indexů popisujících strukturu porostu a jejich interpretace.

Kritérium	Kvantifikátor	Označení	Reference	Hodnocení
Vertikální diverzita	Arten-profil index	A (Pi)	PRETZSCH 2006	rozpětí 0-1; vyrovnaná vertikální struktura $A < 0,3$, výběrný les $A > 0,9$
Strukturální diference	Tloušťková diference	TM_d (Fi)	FÜLDNER 1995	rozpětí 0-1; nízká TM $< 0,3$, střední TM = $0,3-0,5$, vysoká TM = $0,5-0,7$, velmi vysoká diference TM $> 0,7$
	Výšková diference	TM_h (Fi)	FÜLDNER 1995	
Horizontální struktura	Agregační index	R (C&Ei)	CLARK, EVANS 1954	střední hodnota R = 1, shlukovitost R < 1 , pravidelnost R > 1
Druhová diverzita	Druhová bohatost	R₁ (Mai)	MARGALEF 1958	minimum $R_{1,2} = 0$, vyšší $R_{1,2} =$ vyšší hodnota
		R₂ (Mei)	MENHINICK 1964	
	Druhová heterogenita	H' (Si)	SHANNON 1948	rozpětí 0-1; minimum $H' (\lambda) = 0$, maximum $H' = 1$ – pro 10 dřevin (Hertleyova míra)
		λ (Sii)	SIMPSON 1949	
Druhová vyrovnanost		E₁ (Pii)	PIELOU 1975	rozpětí 0-1; minimum E = 0, maximum E = 1
		E₅ (Hii)	HILL 1973	
Komplexní diverzita	Porostní diverzita	B (J&Di)	JAEHNE, DOHRENBUSCH 1997	monotónní struktura B < 4 , rovnoměrná struktura B = 4-6, nerovnoměrná struktura B = 6-8, různorodá struktura B = 8-9, velmi různorodá struktura B > 9

4.2.2.3. Odumřelé dřevo

Z naměřených dendrometrických údajů tlejících ležících kmenů byly následně vypočteny tyto ukazatelé:

- druhové složení,
- zastoupení tříd rozkladu,
- hektarová zásoba.

Pro určení stupně rozkladu tlejících ležících kmenů byla dle prací Spetich et al. (2002) a Maser et al. (1988) použita pětičlenná stupnice:

1. **Kmen nenarušený rozkladem** – Dřevo je mechanicky pevné, bez známek narušení uvnitř kmene a nesnadno narušitelné nožem. Na povrchu kmene se nevyskytují plodnice dřevokazných hub a také se nevyskytují epifytické mechy a trávy. Jedná se veskrze o kmeny čerstvě padlé a dobře zachovalé.
2. **Iniciální přechodná fáze rozkladu** – Na rozdíl od stupně 1 se na některých místech kmene již vyskytuje pokročilé tlení a může být zaznamenán výskyt plodnic dřevokazných hub. Dřevo je však mechanicky velmi pevné a nejeví známky rozsáhlého tlení uvnitř kmene. Kmen pak může být s kůrou nebo bez ní.
3. **Střední fáze rozkladu** – Na kmenech jsou již zřetelně patrné známky činnosti dřevokazných hub. Narušena je především běl. Hojněji se vyskytují také plodnice dřevokazných hub. Kmeny se vyskytují s kůrou i bez kůry. Pronikání nože do dřeva je na některých místech kmene snazší než u předešlých stupňů.
4. **Silně narušená přechodná fáze rozkladu** – Na kmenech se již vyskytují místa s totální destrukcí dřeva a mechanická pevnost je výrazně snížena. Pronikání nože do dřeva je již velmi snadné. Množství plodnic na povrchu kmene je značné. Na kmenech tohoto stupně se vyskytuje největší množství plodnic dřevokazných hub. Kůra může i nemusí být přítomna. Na některých kmenech se pak vyskytuje bohatý

porost epifytických mechů a hojně se vyskytují také semenáčky, především smrku, nalétnutých z okolního porostu

5. **Konečná fáze rozpadu** – Činností hub je dřevo mechanicky tak narušeno, že již ztrácí jakoukoli pevnost. Pronikání cizích předmětů je snadné po celém obvodu kmene. Dochází k práchnivění a posléze k rozpadu napadeného dřeva. Plodnice dřevokazných hub postupně mizí s postupující destrukcí dřeva. Na kmenech může být patrna ještě i kůra, která ovšem není se dřevem nikterak spojena, spíše pokrývá rozpadající se dřev. Na rozkládajícím se dřevě jsou často porosty bylin, především trav, vyskytuje se také zmlazení dřevin. Kmeny v této fázi postupně ztrácí na svém průřezu oválný tvar, postupně se rozkládají a stávají se součástí půdy.

Z naměřených dendrometrických údajů stojících souší byly následně vypočteny tyto ukazatelé:

- druhové složení,
- zastoupení tříd rozkladu,
- hektarová zásoba,
- druh zlomu.

Pro určení stupně rozkladu stojících souší byla dle prací Spetich et al. (2002) a Maser et al. (1988) použita následující čtyřčlenná stupnice:

1. **Kmen nenarušený rozkladem** – Dřevo je mechanicky pevné, bez známek narušení. Borka je pevně připevněna ke dřevu. Jedná se o stromy, které mají většinou pouze opadané jehličí.
2. **Počáteční fáze rozkladu** – Na kmeni je patrný proces tlení, dřevo je však stále mechanicky pevné. Místy chybí borka a suché větve začínají opadávat.

3. **Střední fáze rozkladu** – Kmen tleje ve vyšším rozsahu než u předchozí fáze. Kmen je již bez borky a většina větví již opadáva. Díky oslabení struktury dřeva ve vyšších místech mohou opadávat i korunové části.
4. **Silná fáze rozkladu** – V této fázi je mechanická pevnost skoro nulová. Většinou se jedná o nízké zlámané souše stojící spíše ze setrvačnosti. Na povrchu kmene se také vyskytují plodnice dřevokazných hub

Z naměřených dendrometrických údajů pařezů byly následně vypočteny tyto ukazatelé:

- druhové složení,
- zastoupení tříd rozkladu.

4.2.2.4. Přirozená obnova

Z naměřených dendrometrických údajů byly následně vypočteny tyto ukazatelé:

- počet jedinců na hektar,
- druhové složení,
- zastoupení jednotlivých výškových tříd,
- střední porostní výška jako aritmetický průměr výšek všech stromů,
- střední porostní výška a počet jedinců na jednotlivém typu mikrostanoviště,
- střední porostní výška a počet jedinců na jednotlivém typu mikroreliefu.

5. Výsledky

5.1. TVP 18

5.1.1. Stanovištní a porostní poměry

Jedinou dřevinou tvořící stromové patro je smrk ztepilý. Jedná se o stejnorodou klimaxovou smrčinu. Pokryvnost bylinného patra je asi 90 %. V horní části převažuje z 50 % brusnice borůvka v dolní části plochy se pak nachází kapradiny papratka horská a kaprad' rozložená. Dále také třtina chloupkatá. Významné je také zastoupení mechového patra (80 %). Porost je charakterizován převážně třemi etážemi. Horní etáž, která představovala původní stromové patro, jehož stáří bylo v r. 2004 odhadováno přes 200 let, odumřela v r. 2007 následkem kůrovcové gradace (Vacek et al., 2008). Ve střední etáži je zastoupen smrk ztepilý (100 %) o věku 20 let a ve spodní etáži smrk (98 %) a jedle bělokorá (*Abies alba* L.) (2 %) o věku 10 let. Střední výška porostu se pohybuje okolo 3,5 m u smrku a 3 m u jedle.



Obr. 23: Interiér TVP 18 v roce 2004, S. Vacek (vlevo) a interiér TVP 18 v roce 2017, K. Matějka (vpravo).

5.1.2. Struktura a vývoj lesního porostu

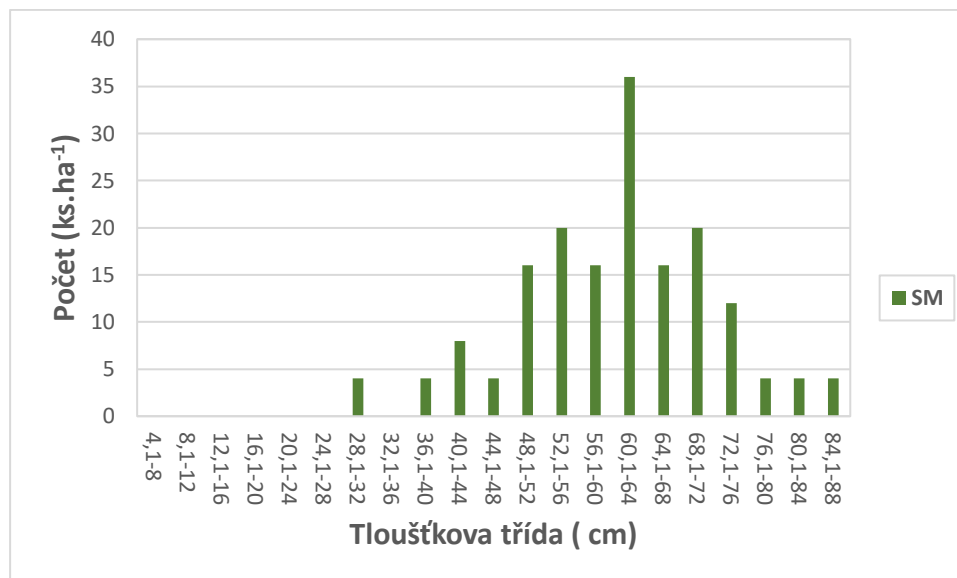
Na Obr. 24, 26, 28 a v Tab. 8 jsou znázorněny základní biometrické parametry smrkového porostu na TVP 18 v r. 2004. Z rozdělení tloušťkových četností a její pravostranné asymetrie lze usoudit, že se porost nachází ve stádu optima, až v počátečním stádiu rozpadu. Jedinou dřevinu zde představuje smrk (100 %; 168 ks.ha⁻¹). Ten je nejčastěji zastoupen v tloušťkové třídě 60–64 cm. Průměrná tloušťka porostu činí 57,6 cm. Zastoupeny jsou i třídy s dimenzí nad 60 cm. Naopak dimenze do 28 cm nejsou zastoupeny vůbec. S výčetní tloušťkou exponenciálně stoupá i výška. Průměrná výška činí 30,64 m. Štíhlostní kvocient exponenciálně klesá s výčetní tloušťkou. Porostní zásoba činí 516 m³.ha⁻¹.

Na Obr. 25, 27, 29, 30, 31 a v Tab. 8 jsou znázorněny základní biometrické parametry smrkového porostu na TVP 18 v r. 2018. Je zřejmé, že v období 15 let došlo k fatálnímu proředění porostu. Porost je ve stádiu dorůstání. Zastoupeny jsou pouze tloušťky do 16 cm, zejména pak tloušťková třída 4–8 cm. Vyšší dimenze zcela chybí. Kromě dominantního zastoupení smrku (98 %; 212 ks.ha⁻¹), se zde vyskytuje i jedle bělokorá (2 %; 4 ks.ha⁻¹). Průměrná tloušťka smrkového porostu činí 6,9 cm, u jedle pak 10,0 cm. Zřetelně stoupá i výška s výčetní tloušťkou porostu. Průměrná výška smrkového porostu činí 3,7 m, u jedle 3,2 m. Štíhlostní kvocient je v závislosti na výčetní tloušťce poměrně proměnlivý. Nasazení zelené koruny porostu je také proměnlivé, pohybuje se od 2 do 5 m. Průměrná délka zelené koruny činí 3,3 m. Délka koruny exponenciálně stoupá s výškou stromu. Porostní zásoba činí 1 m³.ha⁻¹.

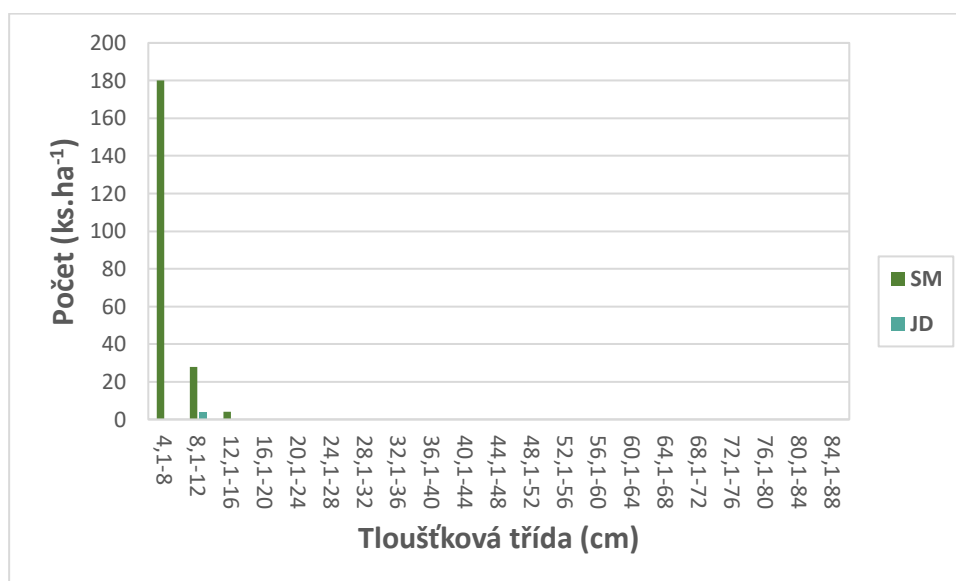
Tab. 8: Růstová tabulka vývoje pro porost na TVP 18.

Rok	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d
2004	196	57,6	30,60	0,386	3,073	168	43,8	516,0	0,532
2018	22	6,9	3,67	0,259	0,004	216	0,8	1,0	0,532

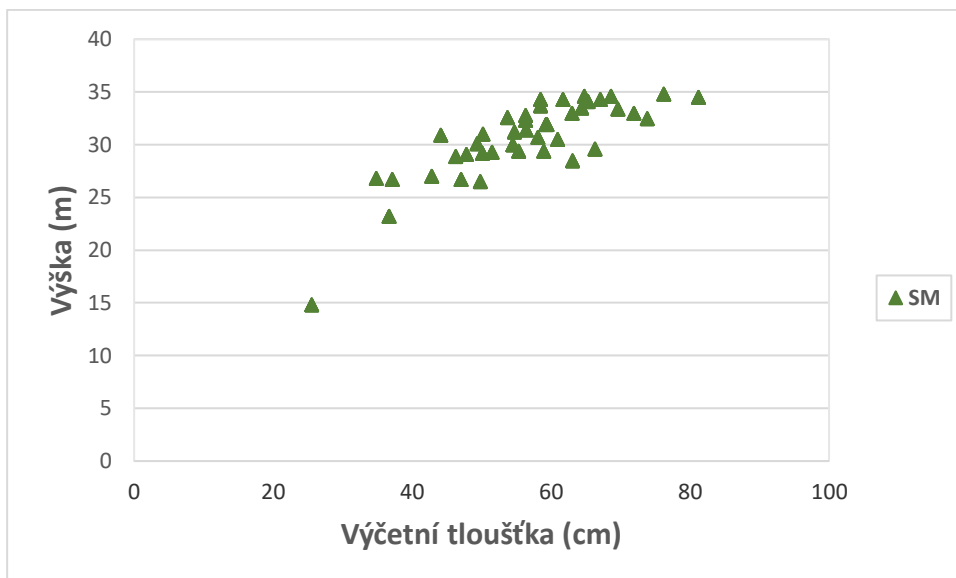
Vysvětlivky: t – průměrný věk porostu; d – průměrná výčetní tloušťka (cm); h – střední porostní výška (m); f – výtvarnice; v – průměrný objem stromu (m³); N – počet ks na 1 ha; G – výčetní kruhová základna (m².ha⁻¹); V – objem porostu (m³.ha⁻¹); h:d – štíhlostní kvocient.



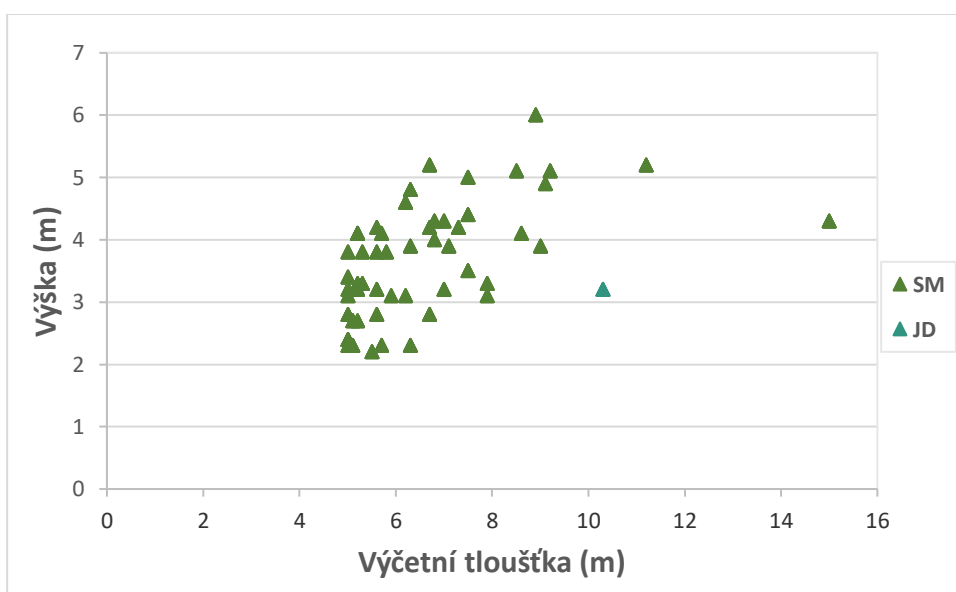
Obr. 24: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve stromovém patře smrkového porostu na TVP 18 v roce 2004 v přepočtu na 1 ha.



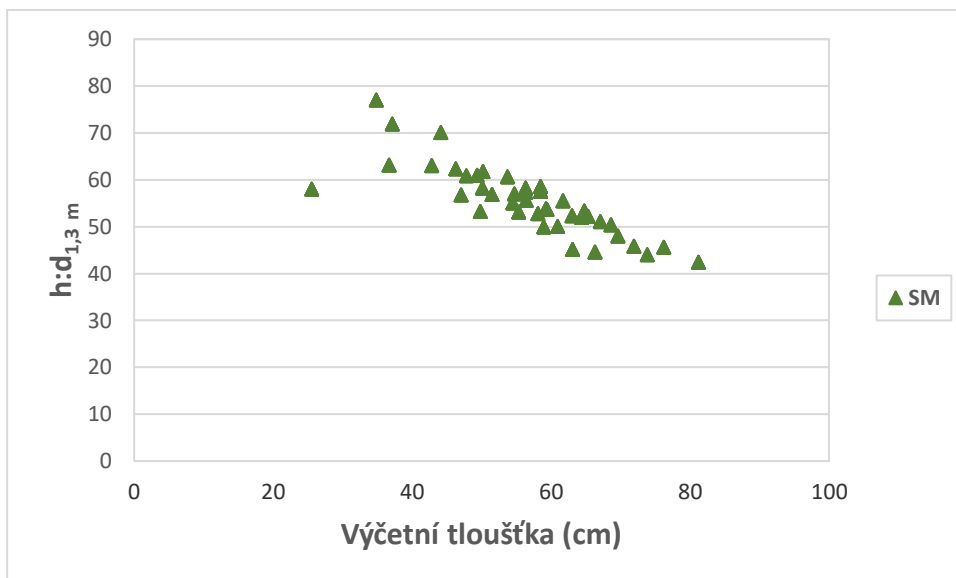
Obr. 25: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve stromovém patře smrkového porostu na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.



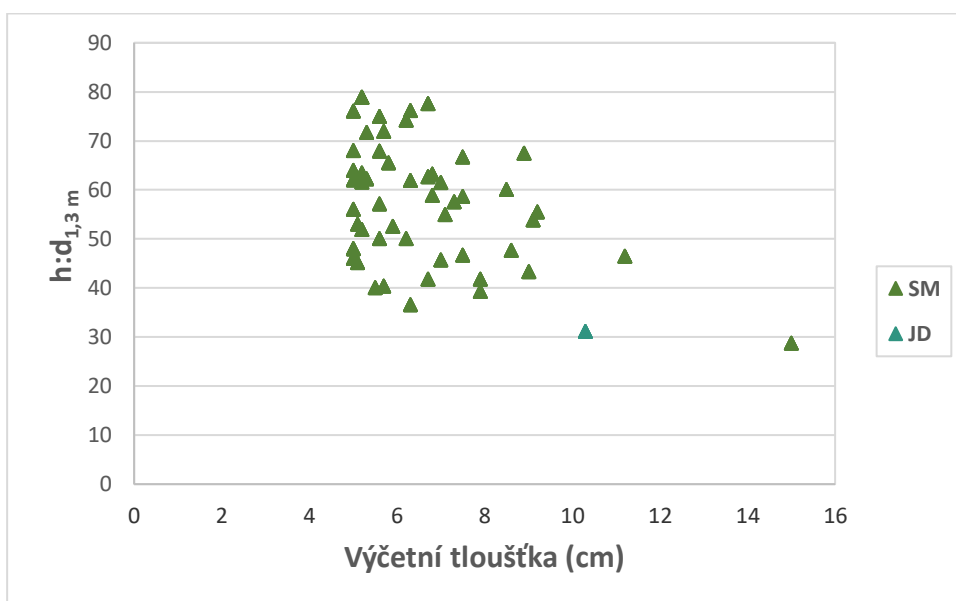
Obr. 26: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2004.



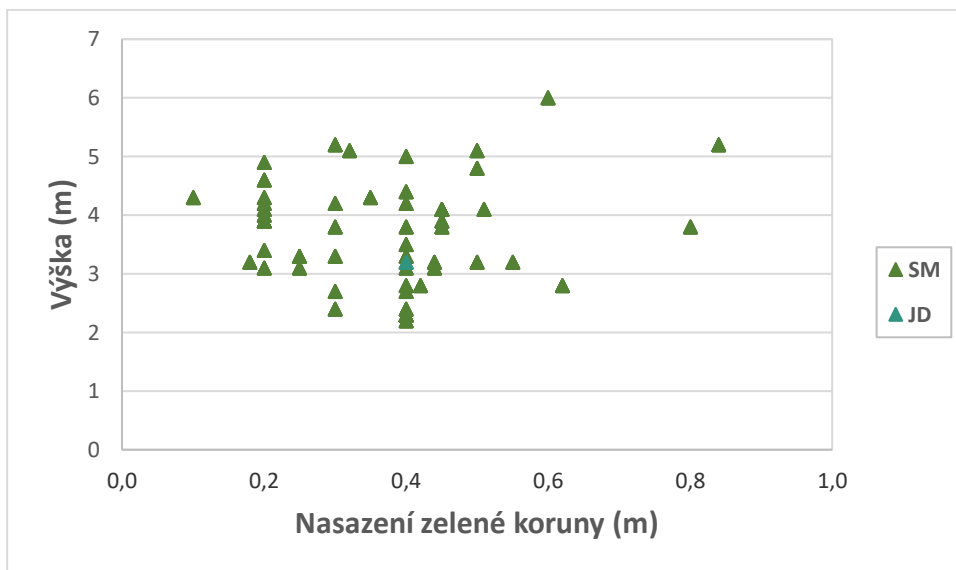
Obr. 27: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2018.



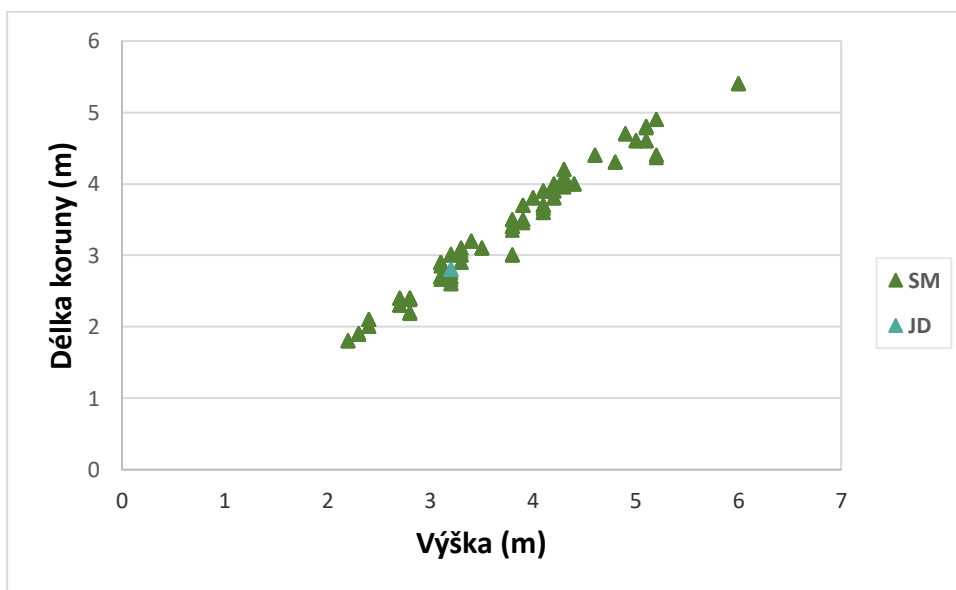
Obr. 28: Vztah mezi výčetní tloušťkou a štíhlostním kvocientem ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2004.



Obr. 29: Vztah mezi výčetní tloušťkou a štíhlostním kvocientem ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2018.



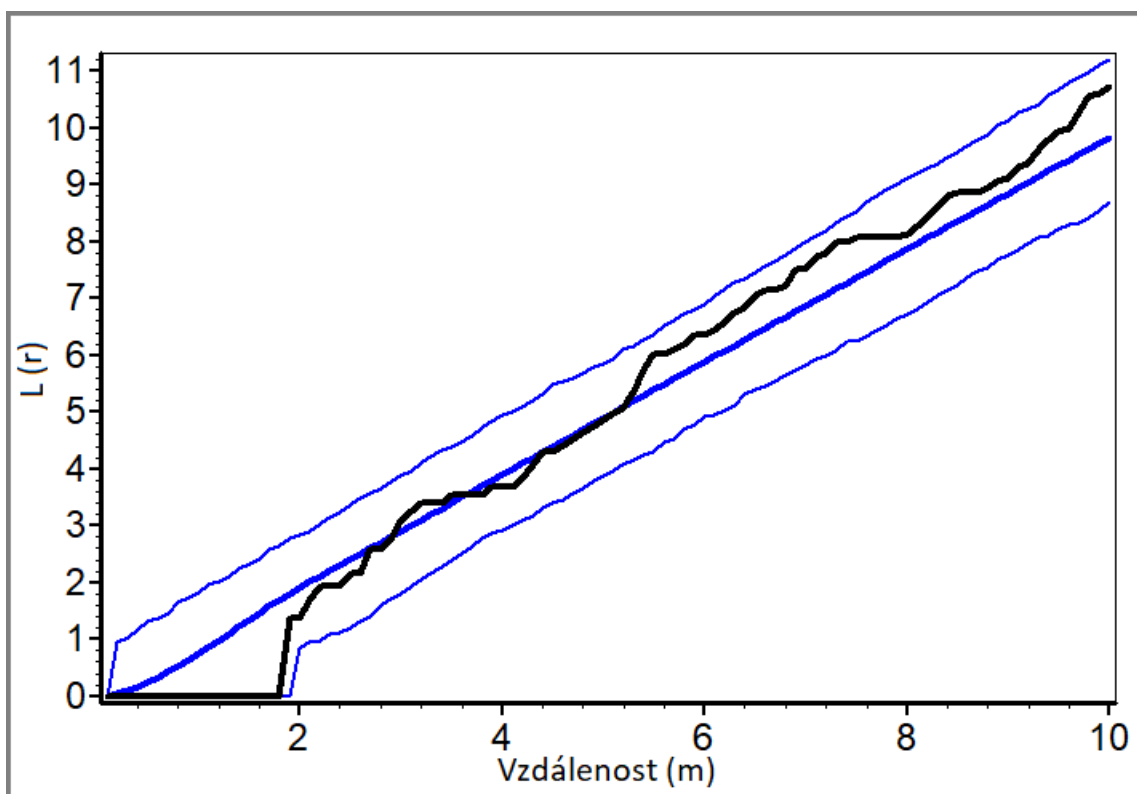
Obr. 30: Vztah mezi nasazením zelené koruny a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2018.



Obr. 31: Vztah mezi výškou stromů a délkou koruny ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2018.

5.1.3. Diverzita

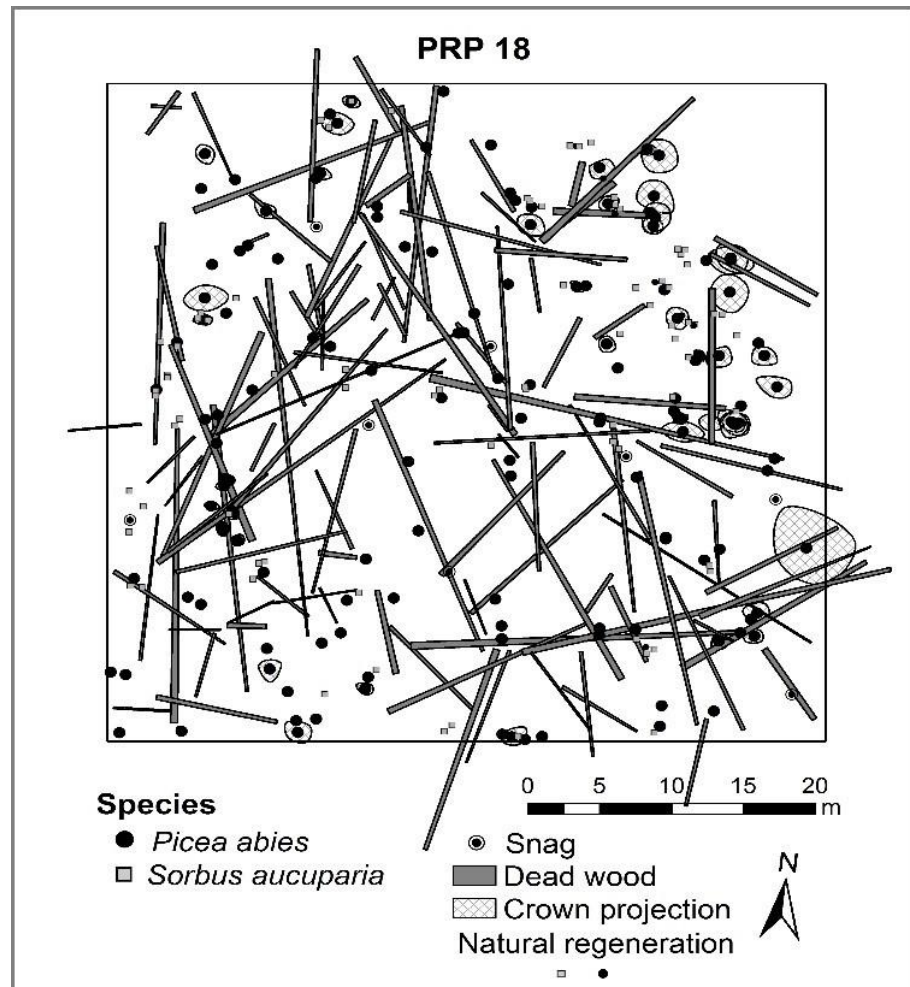
Na Obr. 32 je znázorněna horizontální struktura stromového patra smrkového porostu v r. 2004. Z výsledných hodnot Ripleyovy L – funkce vyplývá, že se jedná o náhodné rozmístění jednotlivých stromů na TVP. Vývoj hodnot agregáčnických, druhových, strukturálních a komplexních indexů je uveden v Tab. 9. Z hlediska vertikální diverzity se dle Arten-profil indexu jedná o vyrovnanou strukturu porostu. Tloušťková (TM_d) a výšková (TM_h) diferenciacie je nízká. Z hlediska horizontální struktury Clark – Evansův agregáčnický index vypovídá o tom, že se jedná o shlukovitý porost. Celkově se jedná o monotónní porostní výstavbu, kde dle B indexu tato nejnižšie položená TVP dosahovala v roce nejnižšie celkové porostní diverzity.



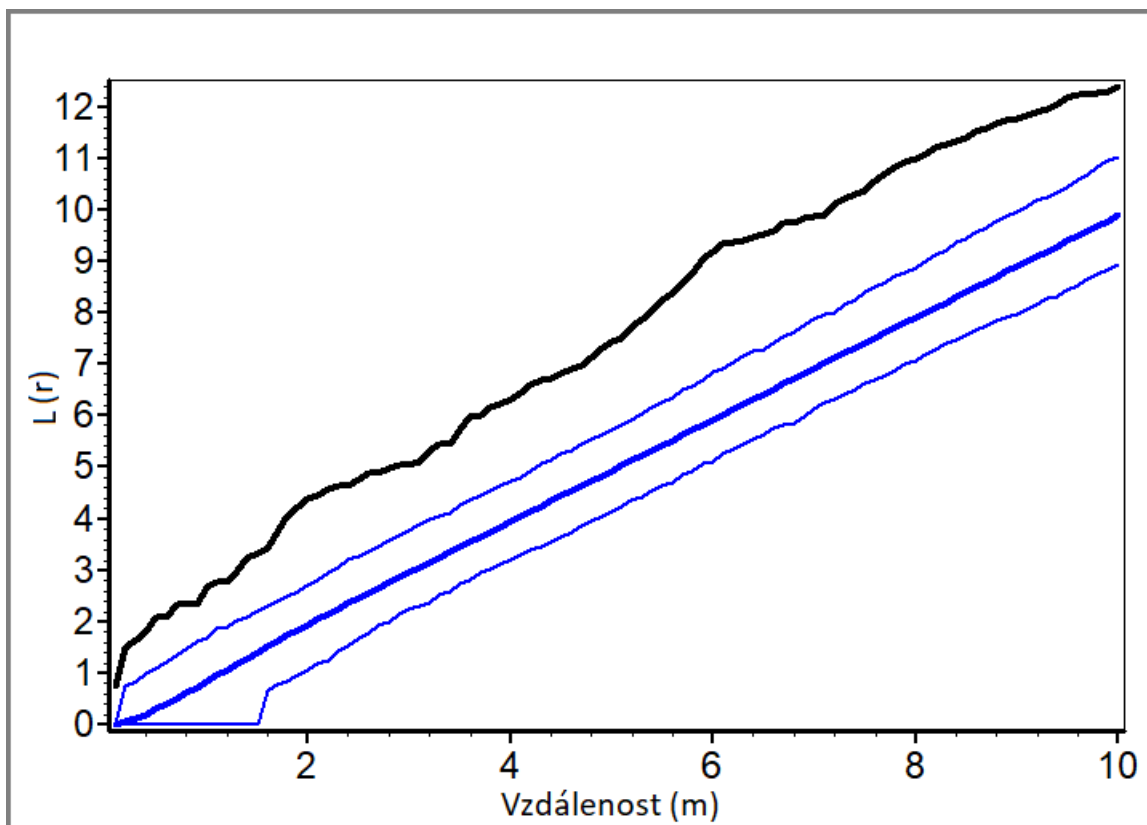
Obr. 32: Horizontální struktura stromového patra smrkového porostu na TVP 18 v roce 2004 vyjádřena L – funkcí.

Na Obr. 33 a 34 je znázorněna horizontální struktura stromového patra smrkového porostu v r. 2018. Z výsledných hodnot Ripleyovy L – funkce vyplývá, že se jedná o agregované rozmístění jednotlivých stromů na TVP. Vývoj hodnot agregáčnických, druhových, strukturálních a komplexních indexů je uveden v Tab. 9. Z hlediska vertikální diverzity

Arten-profil indexu se jedná o diferencovanou strukturu porostu. Tloušťková (TM_d) a výšková (TM_h) diference je nízká. Z hlediska horizontální struktury Clark – Evansův agregační index vypovídá o tom, že se jedná o shlukovitý porost. Ten je ovšem v porovnání s r. 2004 druhově bohatší (R_1 , R_2) a vyrovnanější (E_1 , E_5) kvůli výskytu jedle. Celková porostní diverzita (B) značí nerovnoměrnou strukturu.



Obr. 33: Horizontální struktura smrkového porostu na TVP 18 v roce 2018.

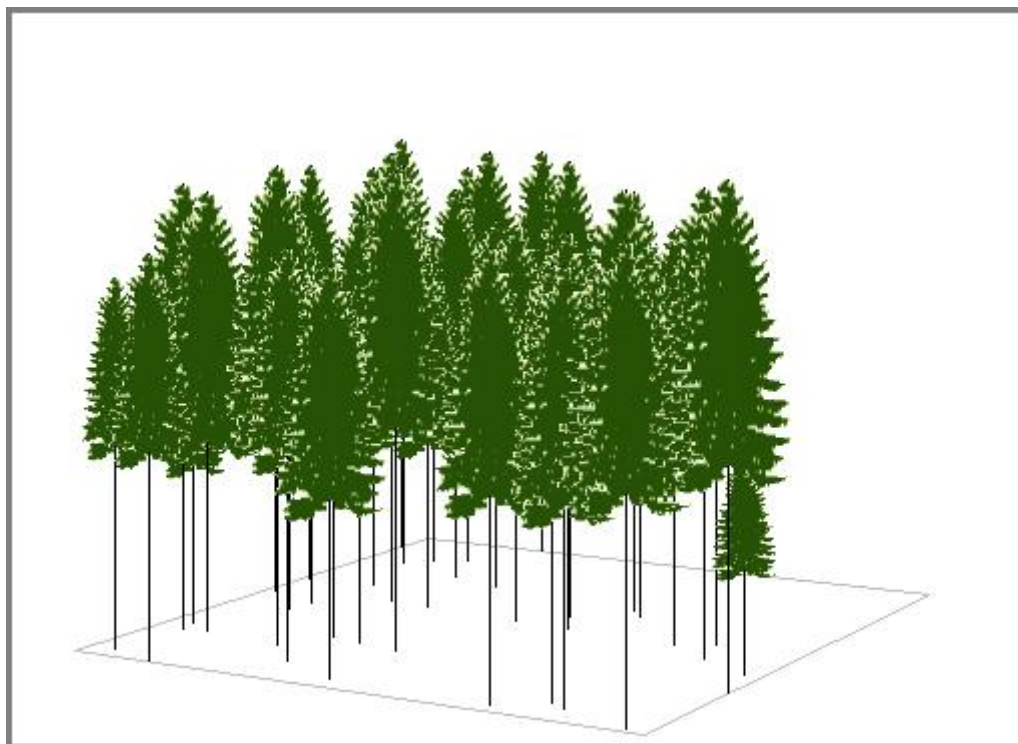


Obr. 34: Horizontální struktura stromového patra smrkového porostu na TVP 18 v roce 2018 vyjádřena L – funkcí.

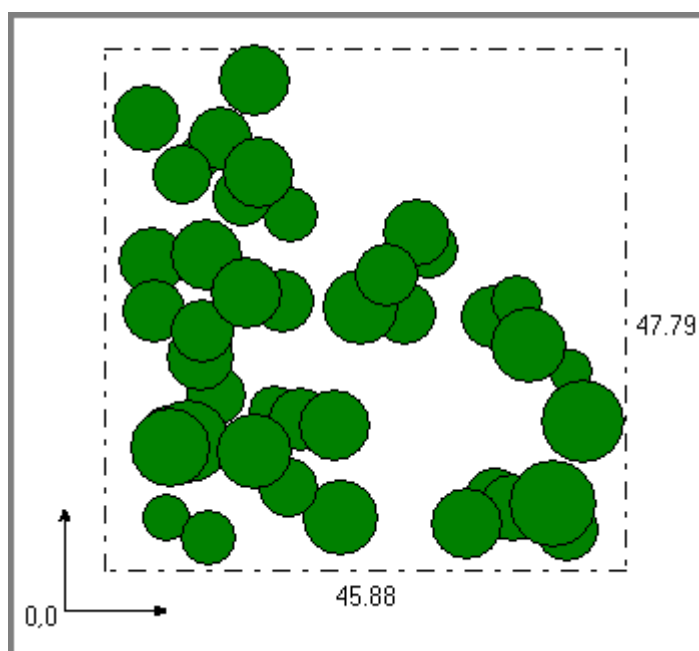
Tab. 9: Vývoj indexů stromového patra smrkového porostu na TVP 18.

Rok	Indexy										
	A (Pi)	TMd (Fi)	TMh (Fi)	R (C&Ei)	R ₁ (Mai)	R ₂ (Mei)	H' (Si)	λ (Sii)	E ₁ (Pii)	E ₅ (Hii)	B (J&Di)
2004	0,269	0,216	0,216	0,848	0	0,077	0	0	0	0	3,15
2018	0,578	0,148	0,168	0,576	0,186	0,136	0,074	0,0788	0,246	0,46	6,456

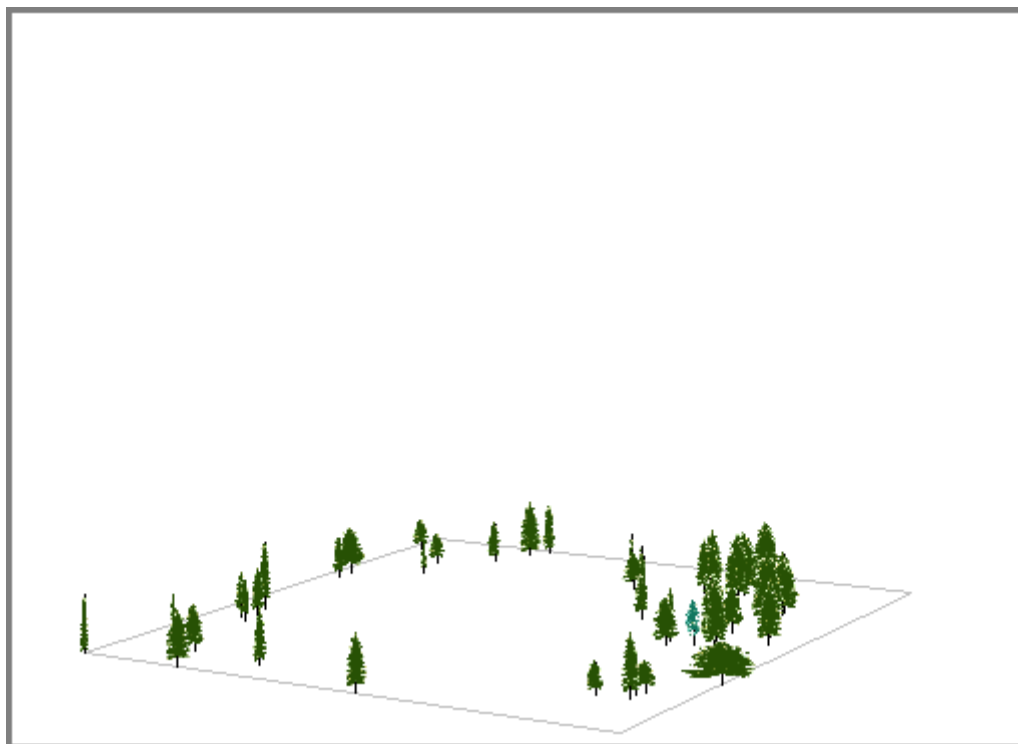
Vysvětlivky: A – Arten-profil index, TM_d – index tloušťkové diferenciace, TM_h – index výškové diferenciace, R – Clark-Evansův agregační index, R₁, R₂ – index druhové bohatosti, H' – index druhové různorodosti, E₁, E₅ – index druhové vyrovnanosti, B – index porostní proměnlivosti.



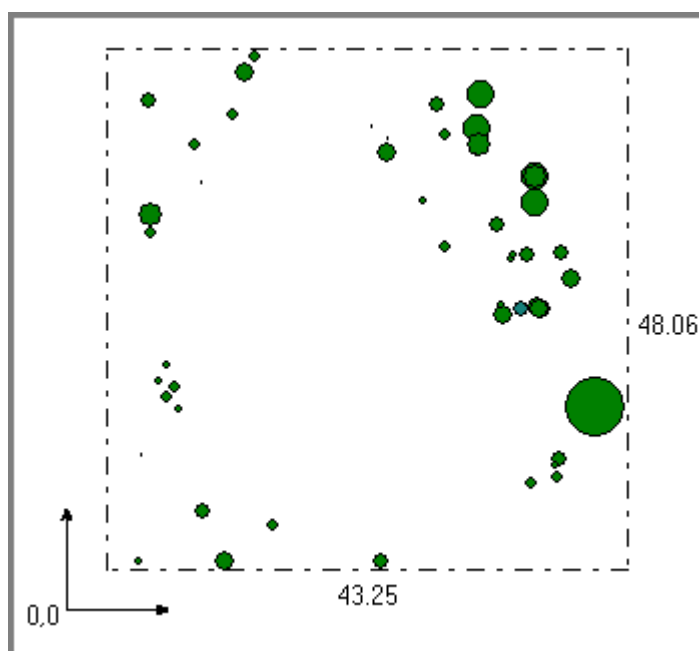
Obr. 35: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 18 v roce 2004 (Vacek et al., 2008).



Obr. 36: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 18 v roce 2004 (Vacek et al., 2008).



Obr. 37: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 18 v roce 2018.



Obr. 38: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 18 v roce 2018.

5.1.4. Odumřelé dřevo

V Tab. 10, 11, 12 a 13 jsou znázorněny základní parametry o odumřelém dřevě na TVP 18 v r. 2004. Zásoba odumřelého dřeva činí 80,61 m³ v přepočtu na hektar, z čehož 13,5 % představují stojící souše a 85,5 % dřevo ležící. To činí 13 % z celkové zásoby porostu (živých i odumřelých stromů). U stojících souší je zastoupen pouze II. (49 %; 5,76 m³.ha⁻¹) a III. (51 %; 5,91 m³.ha⁻¹) stupeň rozkladu. U ležícího odumřelého dřeva jsou zastoupeny všechny stupně rozkladu, z nichž dominantní je II. stupeň. Z hlediska zlomů u stojících souší je zastoupen pouze zlom vrškový (77 %; 28 ks.ha⁻¹) a korunový (23 %; 8 ks.ha⁻¹). U pařezů je zastoupen pouze II. (44 %; 20 ks.ha⁻¹) a III. (56 %; 24 ks.ha⁻¹) stupeň rozkladu.

V Tab. 10, 11, 12 a 13 jsou znázorněny základní parametry o odumřelém dřevě na TVP 18 v r. 2018. Zásoba odumřelého dřeva činí 556 m³ v přepočtu na hektar, z čehož 45 % představují stojící souše a 55 % dřevo ležící. To činí 100 % z celkové zásoby porostu (živých i odumřelých stromů). U stojících souší je zastoupen pouze III. (98 %; 247,41 m³.ha⁻¹) a IV. (5 %; 5,08 m³.ha⁻¹) stupeň rozkladu. U ležícího odumřelého dřeva je zastoupen III., IV. a V. stupeň rozkladu, z nichž dominantní je III. stupeň (72 %; 217,28 m³.ha⁻¹). Z hlediska zlomů u stojících souší jsou zastoupeny všechny typy, z nichž dominuje kmenový. U pařezů je z hlediska počtu kusů zastoupen pouze III., IV. a V. stupeň rozkladu.

Tab. 10: Vývoj odumřelého stojícího dřeva včetně stupňů rozkladu na TVP 18 v přepočtu na 1 ha.

Odumřelé dřevo stojící						
Rok	Dřevina	Stupeň rozkladu (m ³ .ha ⁻¹)				
		1	2	3	4	Celkem
2004	SM	0,00	5,76	5,91	0,00	11,67
2018	SM	0,00	0,00	247,41	5,08	252,49

Tab. 11: Vývoj stavu odumřelého stojícího dřeva a stupně rozkladu na TVP 18 v přepočtu na 1 ha.

Odumřelé dřevo ležící							
Rok	Dřevina	Stupeň rozkladu (m ³ .ha ⁻¹)					
		1	2	3	4	5	Celkem
2004	SM	35,4	13,13	3,86	15,03	1,52	68,94
2018	SM	0,00	0,00	217,28	80,20	6,03	303,51

Tab. 12: Zastoupení jednotlivých zlomů stojících souší na TVP 18 v přepočtu na 1 ha.

Zlomy stojících souší						
Rok	Dřevina	Typ zlomu (ks.ha ⁻¹)				
		Bez poškození	Vrškový	Korunový	Kmenový	Celkem
2004	SM	0	28	8	0	36
2018	SM	52	4	52	240	348

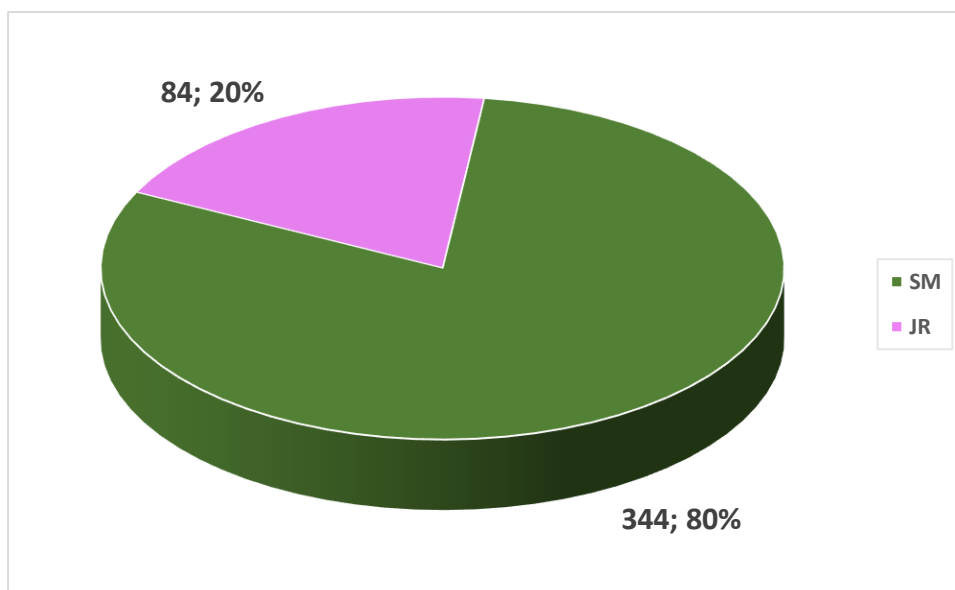
Tab. 13: Zastoupení jednotlivých stupňů rozkladu pařezů na TVP 18 v přepočtu na 1 ha.

Pařezy							
Rok	Dřevina	Stupeň rozkladu (ks.ha ⁻¹)					Celkem
		1	2	3	4	5	
2004	SM	20	0	24	0	0	44
2018	SM	0	0	16	8	8	32

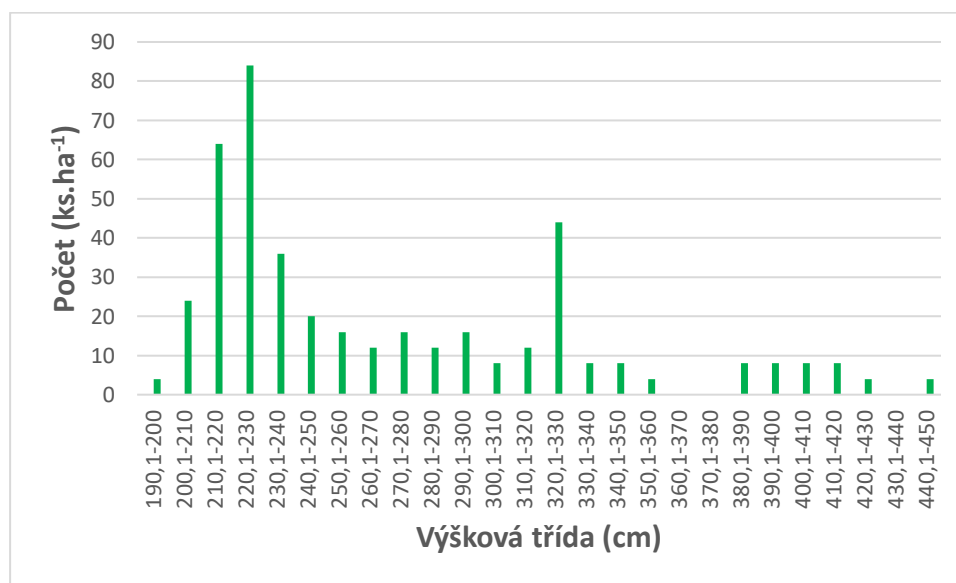
5.1.5. Přirozená obnova

Na Obr. 39, 40, 41, 42, 43 a v Tab. 14 a 15 jsou znázorněny základní biometrické parametry přirozené obnovy na TVP 18 v r. 2018. Dominantní dřevinou je smrk (80 %; 344 ks.ha⁻¹) a jeho příměs představuje jeřáb (20 %; 84 ks.ha⁻¹). Průměrná výška u smrku činí 270 cm, u jeřábu pak 230 cm. Obě dřeviny jsou nejčastěji zastoupeny ve výškových třídách 200–230 cm. Zastoupeny jsou i výšky nad 400 cm. Výšková hranice přirozené obnovy se zastavuje na 4,5 m. Z hlediska zastoupení na mikrostanovišti se obě dřeviny dominantně nachází na brusnici borůvce. Nejnížší zastoupení pak představuje hrabanka, na které se jeřáb ani nevyskytuje. Mikrostanoviště má signifikantní vliv na výškový růst smrku ($F_{2, 341} = 9,8$; $p < 0,001$). Signifikantně nejvyšší jedinci se vyskytují na hrabance (400 cm), naopak nejnížší v blízkosti třtiny (258 cm). Signifikantní vliv má mikrostanoviště i na výškový růst jeřábu ($F_{1, 82} = 10,3$; $p < 0,002$). Signifikantně nejvyšší jedinci se vyskytují na třtině (280 cm), naopak nejnížší na borůvce (230 cm). Z hlediska zastoupení na mikroreliefu smrk dominuje na rovině, nejméně pak na sníženině. Jeřáb je nejpočetnější na vyvýšenině, nejméně jedinců se nachází na rovině. Také mikrorelief má signifikantní vliv na výškový růst smrku ($F_{2, 341} = 6,3$; $p < 0,003$). Signifikantně nejvyšší jedinci se vyskytují na rovině (284 cm), nejnížší pak na sníženině (258 cm). Signifikantní vliv má mikrorelief i na výškový růst jeřábu ($F_{2, 81} =$

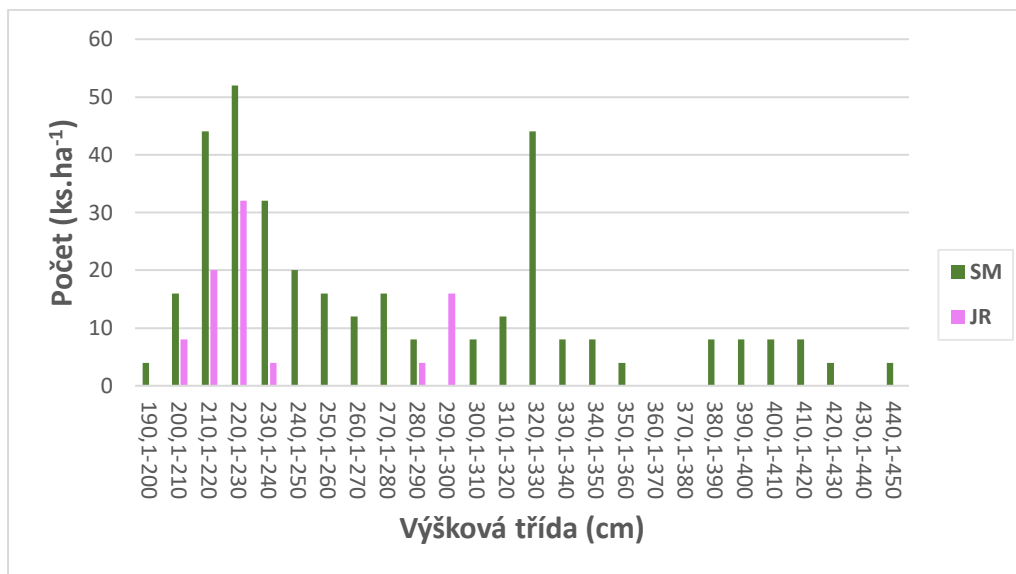
19,7; $p < 0,001$). Signifikantně nejvyšší jedinci se vyskytují na vyvýšenině (248 cm), nejnižší pak na sníženině (207 cm).



Obr. 39: Zastoupení dřevin přirozené obnovy na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.



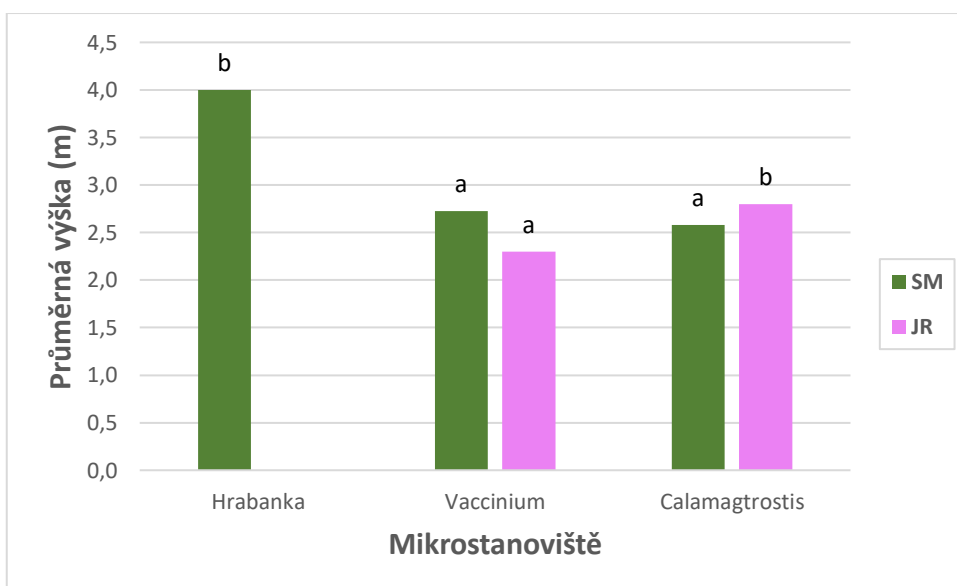
Obr. 40: Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.



Obr. 41: Histogram výškové struktury přirozené obnovy jednotlivých dřevin na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.

Tab. 14: Zastoupení jednotlivých dřevin přirozené obnovy na mikrostanovišti na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.

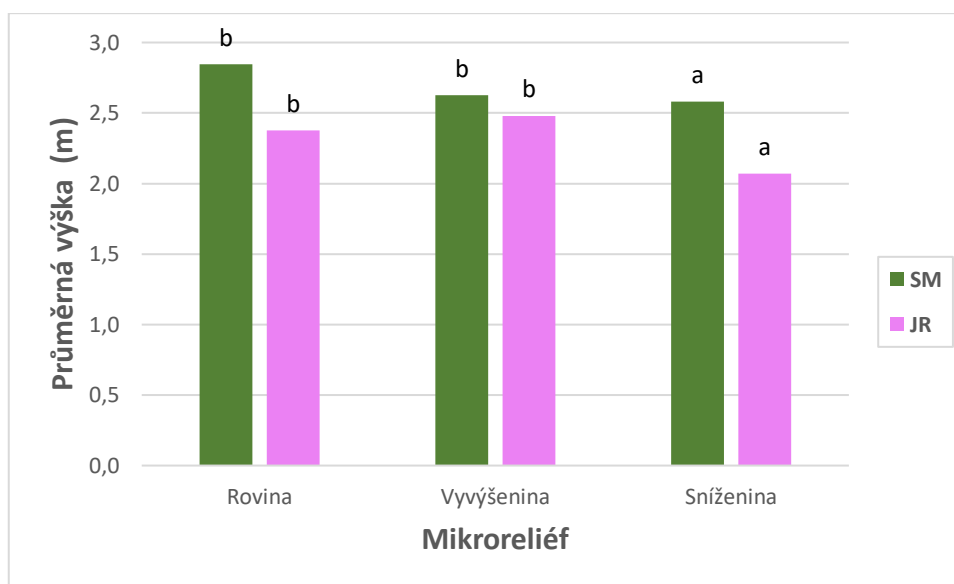
Dřevina	Mikrostanoviště (ks.ha ⁻¹)			
	Hrabanka	Borůvka	Třtina	Celkem
SM	4	284	56	344
JR	0	80	4	84



Obr. 42: Vztah mezi mikrostanovištěm a průměrnou výškou přirozené obnovy diferencované podle dřevin na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha. Signifikantní rozdíly dle průměrné výšky jsou označeny rozdílnými písmeny diferencované podle dřevin.

Tab. 15: Zastoupení jednotlivých dřevin přirozené obnovy na mikroreliefu na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.

Dřevina	Mikrorelief (ks.ha ⁻¹)			
	Rovina	Vyvýšenina	Sníženina	Celkem
SM	164	96	84	344
JR	16	40	28	84



Obr. 43: Vztah mezi mikrorelieфом a průměrnou výškou přirozeně diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha. Signifikantní rozdíly dle průměrné výšky jsou označeny rozdílnými písmeny diferencovaně podle dřevin.

5.2. TVP 19

5.2.1. Stanovištní a porostní poměry

Spodní část plochy je méně balvanitá. Porost je tvořen diferencovanou mezernatou klimaxovou smrčinou s vtroušeným jeřábem. Pokryvnost bylinného patra je 90 %. Je tvořeno zejména brusnicí borůvkou (95 %) a kapradinami (5 %). Mechové patro pokrývá 40–50 % plochy. Porost je charakterizován převážně třemi etážemi. Horní etáž, která představovala původní stromové patro, jehož stáří bylo v r. 2004 odhadováno okolo 150 let, odumřela v r. 2008 následkem kůrovcové gradace (Vacek et al., 2008). Ve střední etáži je

zastoupen smrk ztepilý (80 %) a jeřáb ptačí (20 %) o věku 30 let a ve spodní etáži smrk (90 %) a jeřáb (10 %). Střední výška porostu se pohybuje okolo 5 m u smrku i jeřábu.



Obr. 44: Interiér TVP 19 v roce 2006, S. Vacek (vlevo) a interiér TVP 19 v roce 2017, K. Matějka (vpravo).

5.2.2. Struktura a vývoj lesního porostu

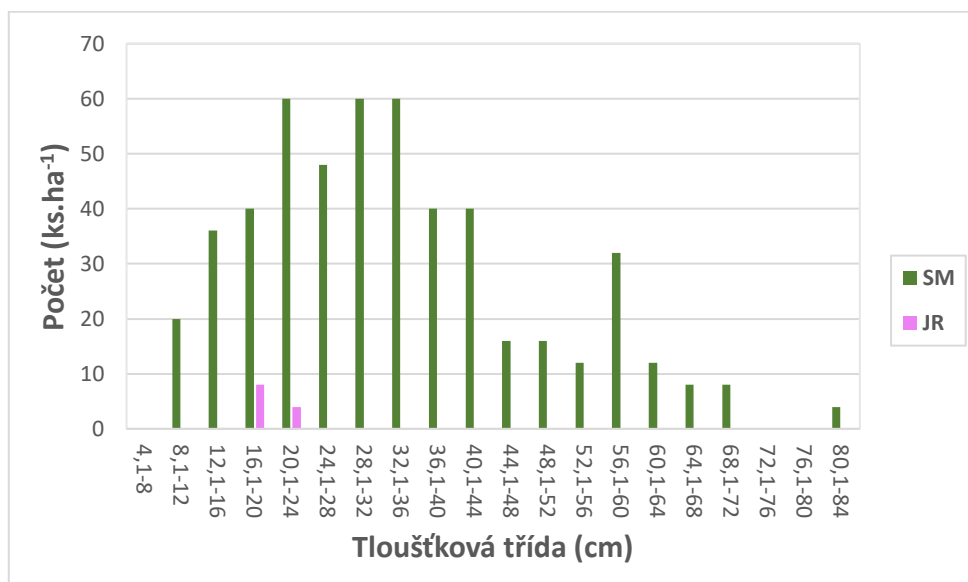
Na Obr. 45, 47, 47 a v Tab. 16 jsou znázorněny základní biometrické parametry smrkového porostu na TVP 19 v r. 2004. Z levostranně orientovaného rozložení tloušťkových četností lze usuzovat, že se struktura porostu blíží stádiu dorůstání. Dominantní dřevinu zde představuje smrk (98 %; $512 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$), příměs pak jeřáb ptačí (2 %, $12 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$). Smrk je nejčastěji zastoupen v tloušťkových třídách 20–36 cm. Několik jedinců dosahuje přes 80 cm. Protože přirozená obnova nepřekročila registrační hranici porostu, chybí zde tloušťková třída 4–8 cm. Průměrná tloušťka smrkového porostu činí 33,1 cm. S výčetní tloušťkou exponenciálně stoupá i výška smrkového porostu. U jeřábu se jedná o prudší růst. Průměrná výška smrkového porostu činí 15,18 m, u jeřábu pak 9,3 m. Štíhlostní kvocient je u menších tloušťkových dimenzí poměrně nevyrovnaný, avšak u jedinců výčetní tloušťkou nad 40 cm exponenciálně klesá. Porostní zásoba činí $342 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Na Obr. 46, 48, 50, 51, 52 a v Tab. 16 jsou znázorněny základní biometrické parametry smrkového porostu na TVP 19 v r. 2018. Je zřejmé, že v období 15 let došlo k fatálnímu proředění porostu. Porost je ve stádiu dorůstání. Zastoupeny jsou zde pouze tloušťky do 28 cm, zejména pak tloušťková třída 4–8 cm. Vyšší dimenze zcela chybí. Kromě dominantního zastoupení smrku (87 %; 56 ks.ha⁻¹), se zde vyskytuje i příměs jeřábu (13 %; 8ks.ha⁻¹). Průměrná tloušťka smrkového porostu činí 11,6 cm, u jeřábu 13 cm. Výška porostu exponenciálně stoupá s výčetní tloušťkou. Průměrná výška smrkového porostu činí 4,82 m, u jeřábu 5,3 m. Štíhlostní kvocient je v závislosti na výčetní tloušťce značně proměnlivý. Nasazení zelené koruny v závislosti na výšce porostu pozvolna stoupá. Pohybuje se od 2–8 m. Průměrná délka koruny u smrku činí 3,3 m, u jeřábu 3,9 m. Délka koruny exponenciálně stoupá s výškou stromu. Porostní zásoba činí 2 m³.ha⁻¹.

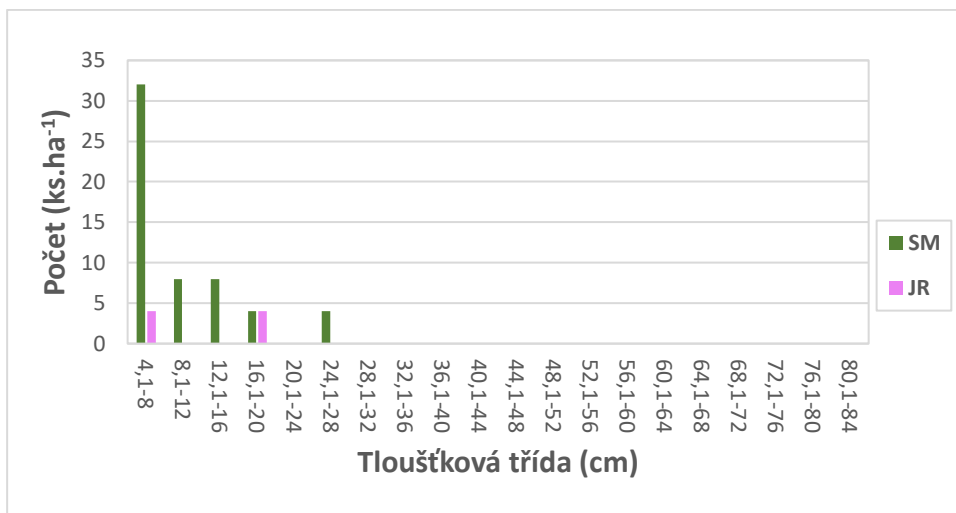
Tab. 16: Růstová tabulka vývoje pro porost na TVP 19.

Rok	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d
2004	155	33,1	15,18	0,499	0,651	524	45,2	342	0,459
2018	22	11,6	4,82	0,538	0,027	64	0,7	2	0,416

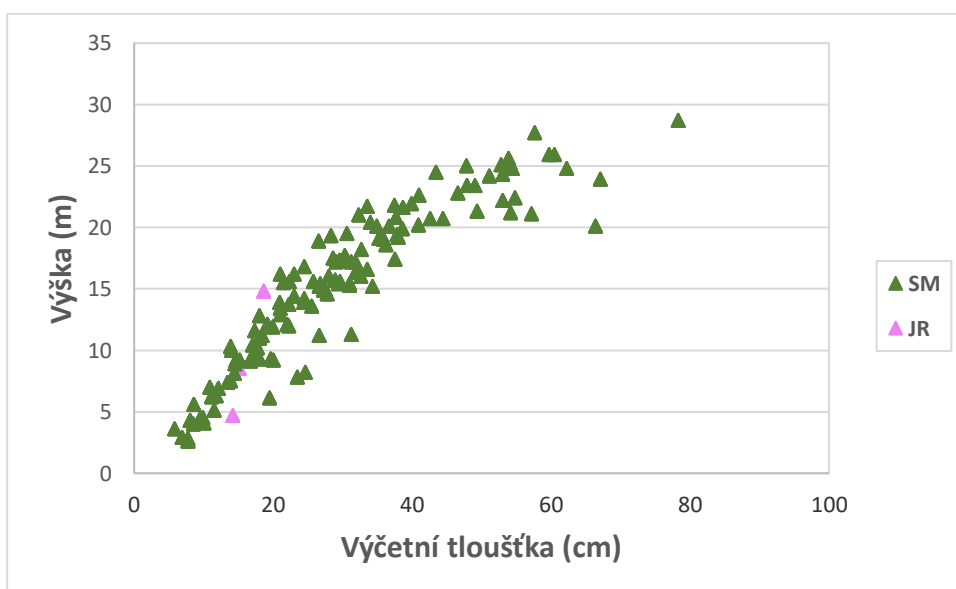
Vysvětlivky: t – průměrný věk porostu; d – průměrná výčetní tloušťka (cm); h – střední porostní výška (m); f – výtvarnice; v – průměrný objem stromu (m³); N – počet ks na 1 ha; G – výčetní kruhová základna (m².ha⁻¹); V – objem porostu (m³.ha⁻¹); h:d – štíhlostní kvocient.



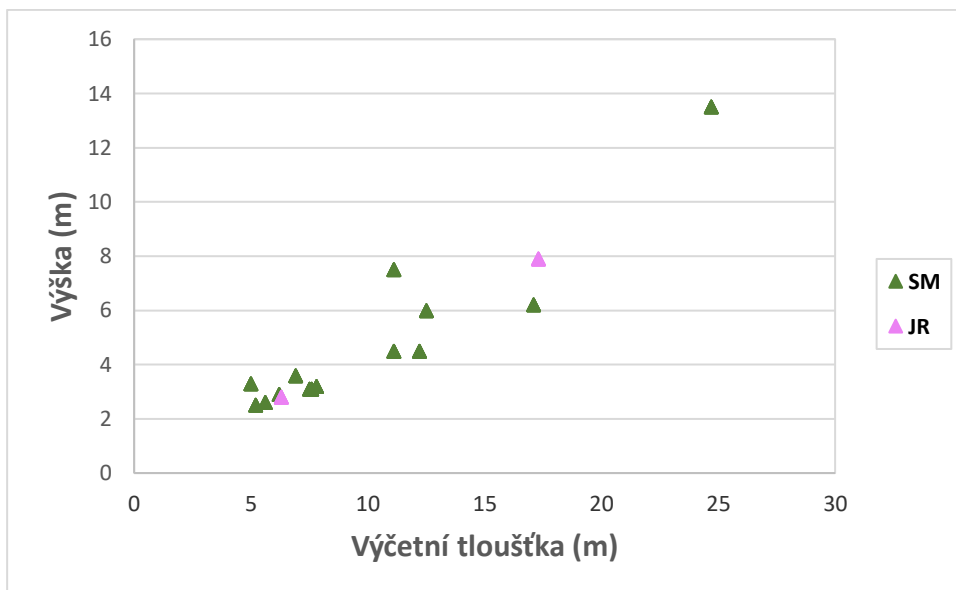
Obr. 45: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve stromovém patře smrkového porostu na TVP 19 v roce 2004 v přepočtu na 1 ha.



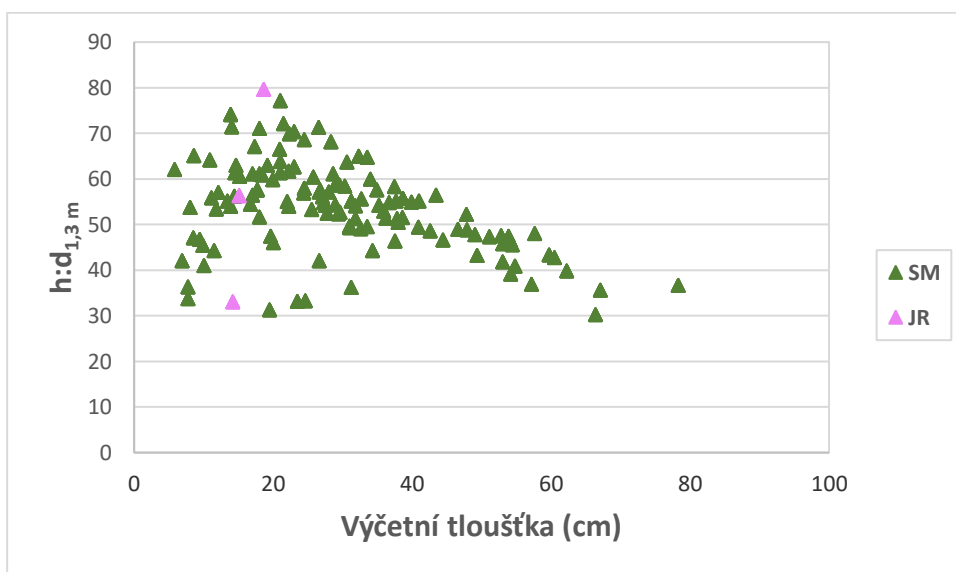
Obr. 46: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve stromovém patře smrkového porostu na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.



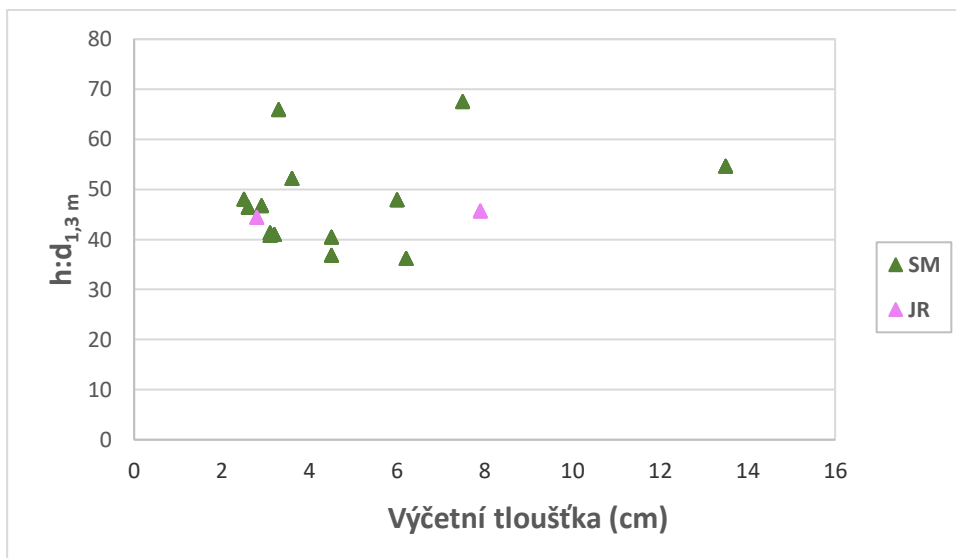
Obr. 47: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2004.



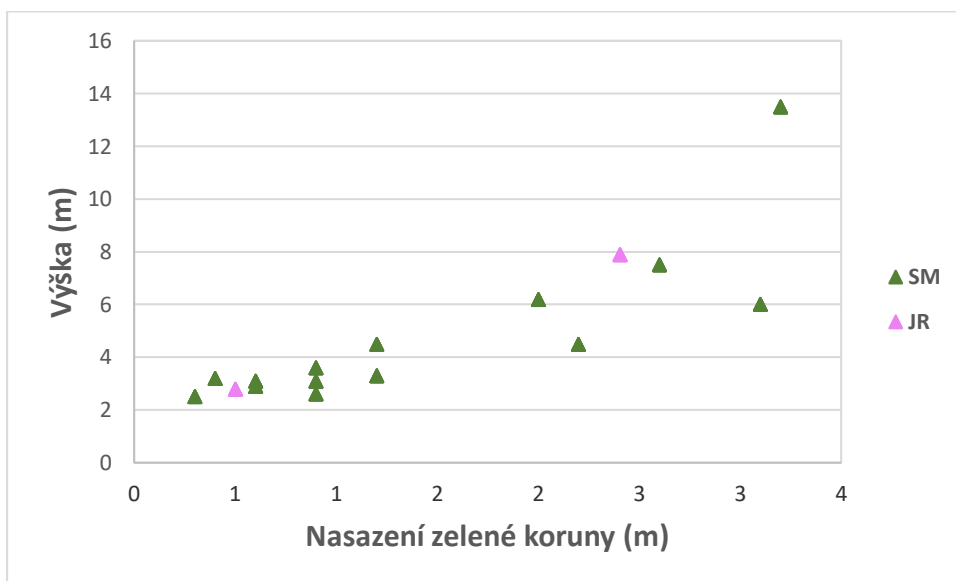
Obr. 48: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2018.



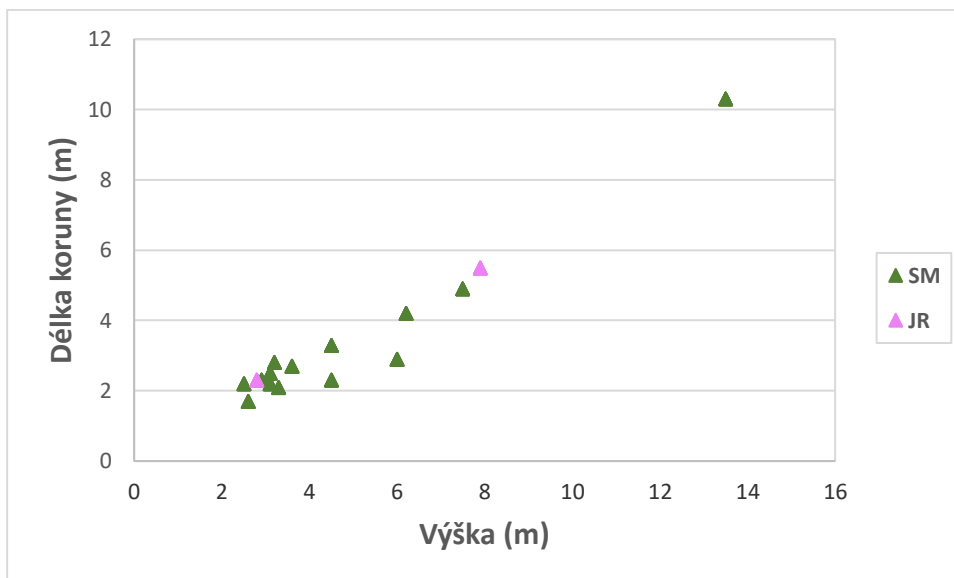
Obr. 49: Vztah mezi výčetní tloušťkou a štíhlostním kvocientem ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2004.



Obr. 50: Vztah mezi výčetní tloušťkou a štíhlostním kvocientem ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2018.



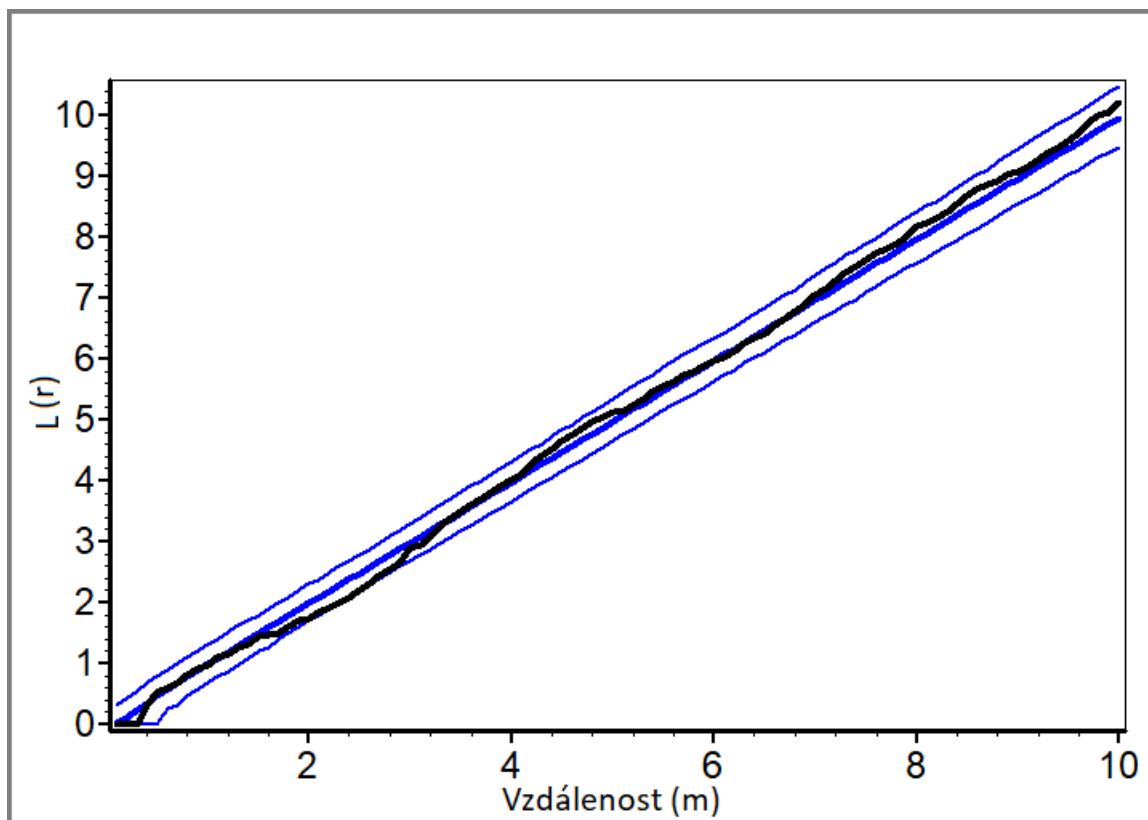
Obr. 51: Vztah mezi nasazením zelené koruny a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2018.



Obr. 52: Vztah mezi výškou stromů a délkou koruny ve smrkovém porostu diferencované podle dřevin na TVP 19 v roce 2018.

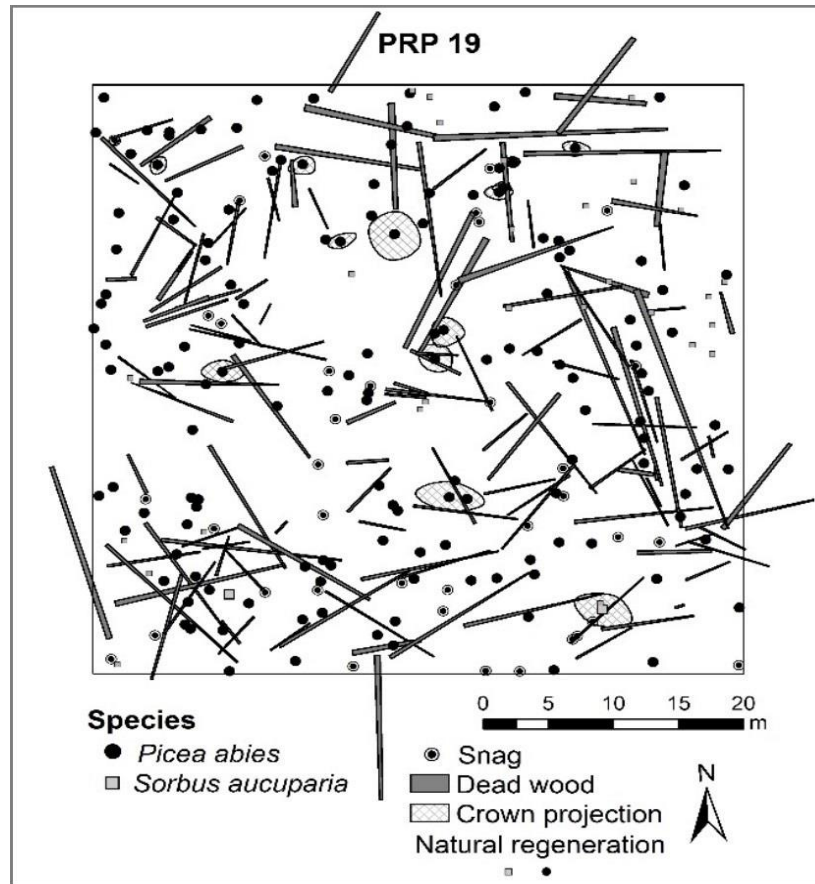
5.2.3. Diverzita

Na Obr. 53 je znázorněna horizontální struktura stromového patra smrkového porostu v r. 2004. Z výsledných hodnot Ripleyovy L – funkce vyplývá, že se jedná o náhodné rozmístění jednotlivých stromů na TVP. Vývoj hodnot agregčních, druhových, strukturálních a komplexních indexů je uveden v Tab. 17. Z hlediska vertikální diverzity se dle Arten-profil indexu jedná o diferencovanou strukturu porostu. Tloušťková (TM_d) a výšková (TM_h) diferenciaci nabývá středních hodnot. Z hlediska horizontální struktury Clark – Evansův agregční index vypovídá o tom, že se jedná o náhodné rozmístění stromů v porostu. Ten je zároveň druhově chudý (R_1 , R_2) a nevyrovnaný (E_1 , E_5). Index porostní proměnlivosti (B) poukazuje na nerovnoměrnou výstavbu.

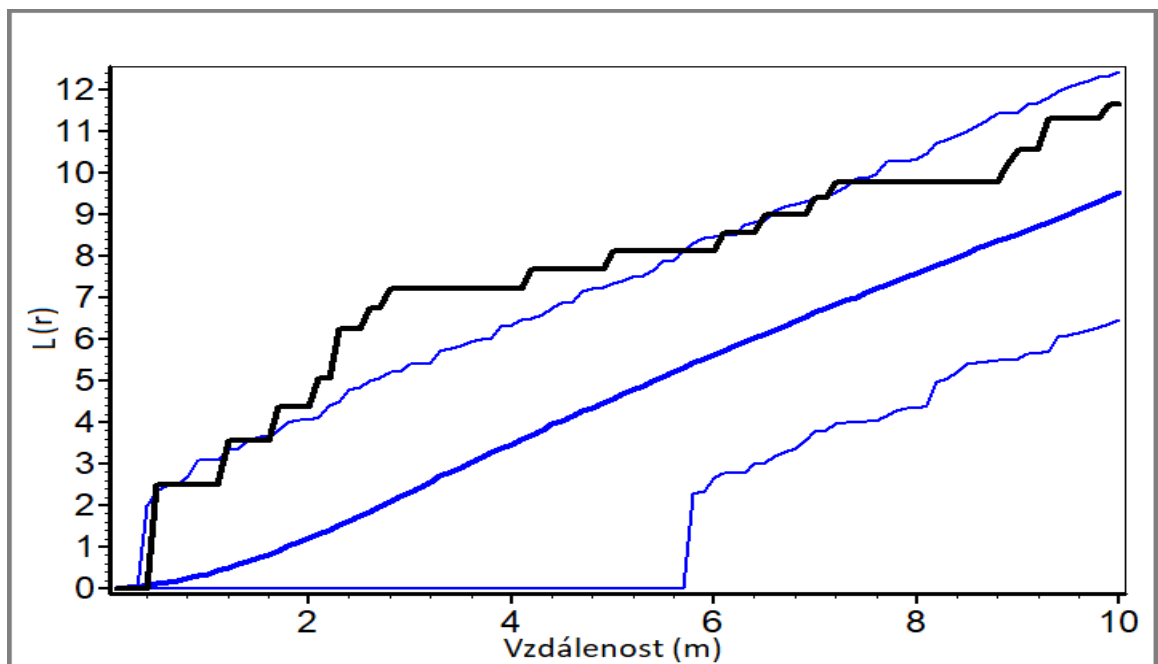


Obr. 53: Horizontální struktura stromového patra smrkového porostu na TVP 19 v roce 2004 vyjádřena L – funkcí.

Na Obr. 54 a 55 je znázorněna horizontální struktura stromového patra smrkového porostu v r. 2018. Z výsledných hodnot Ripleyovy L – funkce vyplývá, že se jednotlivé stromy na TVP pohybují na hranici náhodného a agregovaného rozmístění. Agregovanost je patrná především u jedinců s kratšími rozestupy. S přibývajícím rozestupem tento trend klesá a rozmístění je náhodné. Vývoj hodnot agregačních, druhových, strukturálních a komplexních indexů je uveden v Tab. 17. Z hlediska vertikální diverzity se dle Arten-profil indexu jedná o diferencovanější strukturu porostu než v r. 2004. Tloušťková (TM_d) a výšková (TM_h) diference je nízká. Z hlediska horizontální struktury Clark – Evansův agregační index vypovídá o tom, že se jedná o shlukovitý porost. Ten je ovšem v porovnání s r. 2004 druhově bohatší (R_1 , R_2) a vyrovnanější (E_1 , E_5). Také celková diverzita (B) porostu je vyšší.



Obr. 54: Horizontální struktura smrkového porostu na TVP 19 v roce 2018.

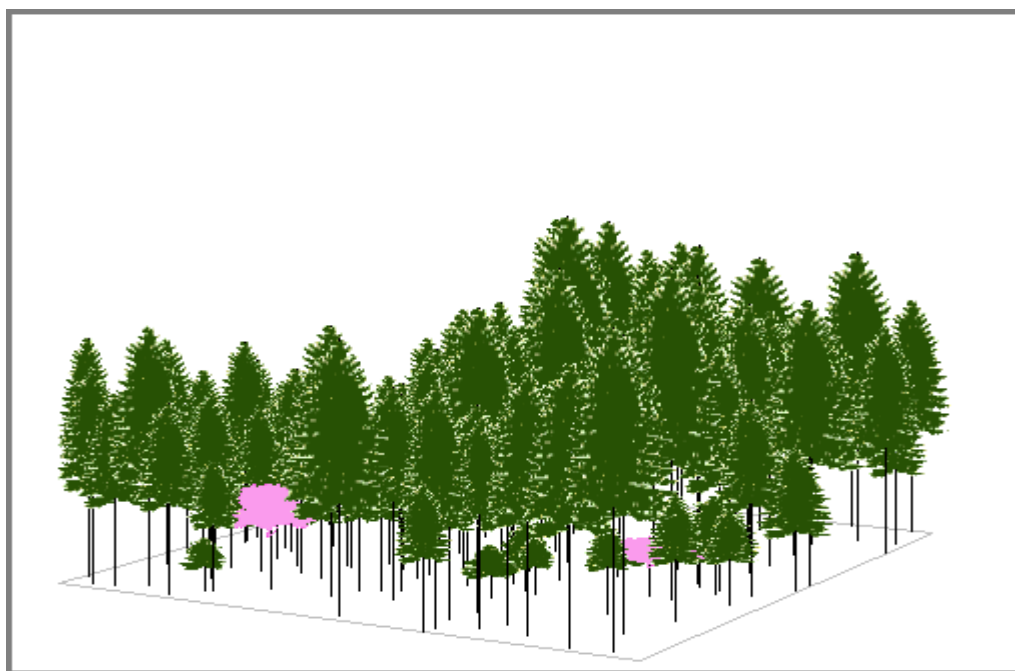


Obr. 55: Horizontální struktura stromového patra smrkového porostu na TVP 19 v roce 2018 vyjádřena L -funkcí.

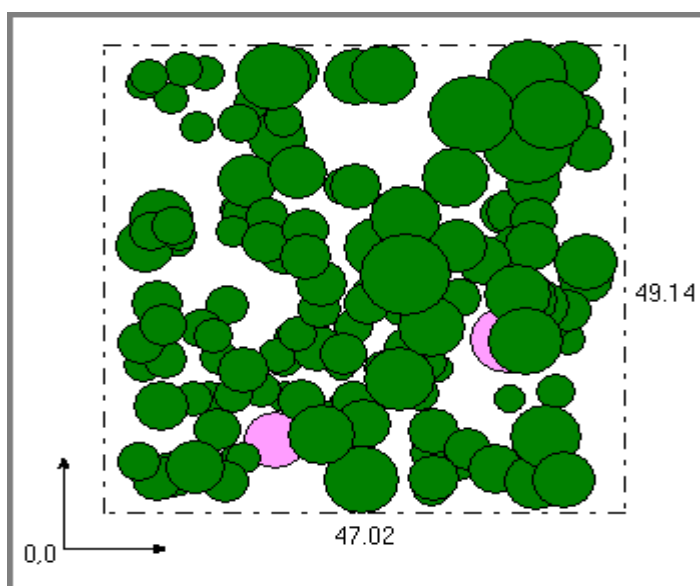
Tab. 17: Vývoj indexů stromového patra smrkového porostu na TVP 19.

Rok	Indexy										
	A (Pi)	TMd (Fi)	TMh (Fi)	R (C&Ei)	R ₁ (Mai)	R ₂ (Mei)	H' (Si)	λ (Sii)	E ₁ (Pii)	E ₅ (Hii)	B (J&Di)
2004	0,545	0,329	0,306	1,006	0,16	0,087	0,015	0,0107	0,05	0,308	6,109
2018	0,68	0,314	0,332	0,671	0,24	0,25	0,19	0,2669	0,631	0,663	6,438

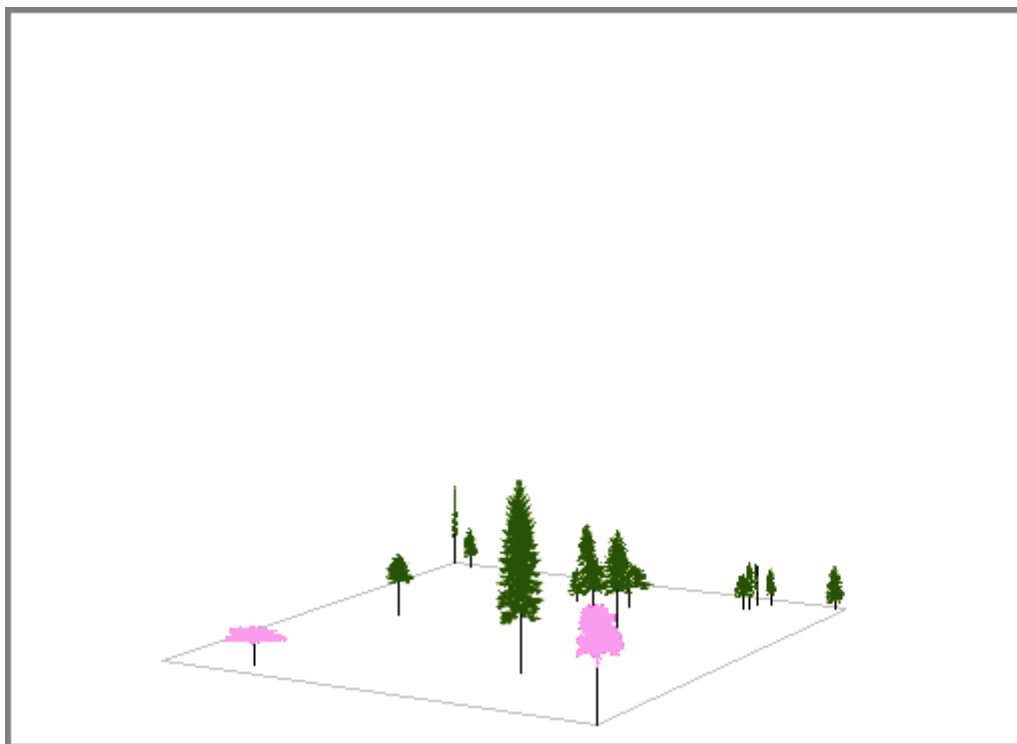
Vysvětlivky: A – Arten-profil index, TM_d – index tloušťkové diferenciace, TM_h – index výškové diferenciace, R – Clark-Evansův agregační index, R₁, R₂ – index druhové bohatosti, H', λ – index druhové různorodosti, E₁, E₅ – index druhové vyrovnanosti, B – index porostní proměnlivosti.



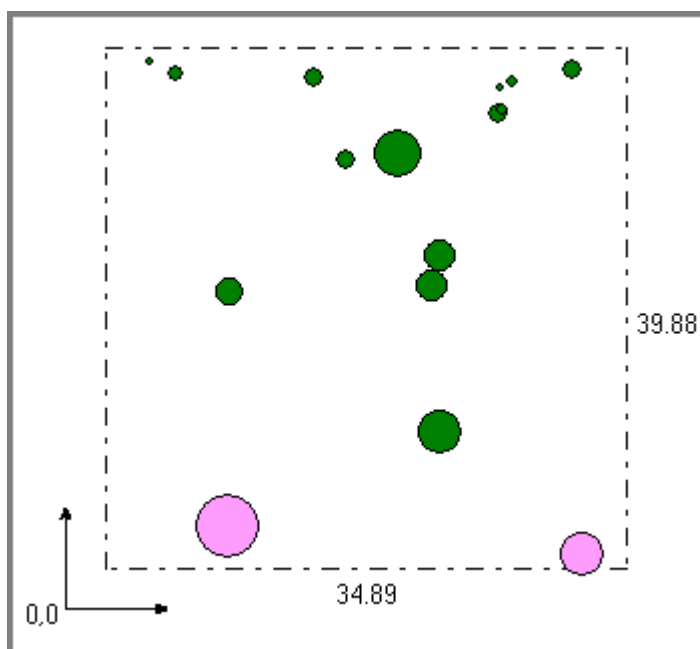
Obr. 56: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 19 v roce 2004 (Vacek et al., 2008).



Obr. 57: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 19 v roce 2004 (Vacek et al., 2008).



Obr. 58: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 19 v roce 2018.



Obr. 59: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 19 v roce 2018.

5.2.4. Odumřelé dřevo

V Tab. 18, 19 a 20 jsou znázorněny základní parametry o odumřelém dřevě na TVP 19 v r. 2004. Zásoba odumřelého dřeva činí 64,72 m³ v přepočtu na hektar, z čehož 51 % představují stojící souše a 49 % dřevo ležící. To činí 16 % celkové zásoby porostu (živých i odumřelých stromů). U stojících souší jsou zastoupeny všechny stupně rozkladu, zejména III. (63 %; 20,82 m³.ha⁻¹). U ležícího odumřelého dřeva není zastoupen pouze I. stupeň. Dominuje zde IV. (66 %; 21 m³.ha⁻¹). Z hlediska zlomů u stojících souší jsou zastoupeny všechny typy a nejvyšší podíl představují vrškový (51 %; 80 ks.ha⁻¹) a korunový (41 %; 64 ks.ha⁻¹).

V Tab. 18, 19, 20 a 21 jsou znázorněny základní parametry o odumřelém dřevě na TVP 19 v r. 2018. Zásoba odumřelého dřeva činí 353,92 m³ v přepočtu na hektar, z čehož 51 % představují stojící souše a 49 % dřevo ležící. To činí 99 % z celkové zásoby porostu (živých i odumřelých stromů). U stojících souší není zastoupen pouze I. stupeň rozkladu. Nejvyšší podíl má III. stupeň (98 %; 175,58 m³.ha⁻¹). U ležícího odumřelého dřeva není zastoupen pouze II. stupeň rozkladu. Dominantní je III. (65 %; 113,75 m³.ha⁻¹). Z hlediska zlomů u stojících souší jsou zastoupeny všechny typy, z nichž dominuje kmenový (64 %; 332 ks.ha⁻¹). U pařezů jsou z hlediska počtu kusů zastoupeny všechny stupně rozkladu až na II. Nejpočetnější je IV. stupeň (44 %; 68 ks.ha⁻¹).

Tab. 18: Vývoj odumřelého stojícího dřeva včetně stupňů rozkladu na TVP 18 v přepočtu na 1 ha.

Odumřelé dřevo stojící						
Rok	Dřevina	Stupeň rozkladu (m ³ .ha ⁻¹)				Celkem
		1	2	3	4	
2004	SM	1,15	10,47	20,82	0,59	33,03
2018	SM	0,00	2,22	175,58	2,22	180,02

Tab. 19: Vývoj stavu odumřelého stojícího dřeva a stupně rozkladu na TVP 19 v přepočtu na 1 ha.

Odumřelé dřevo ležící							
Rok	Dřevina	Stupeň rozkladu (m ³ .ha ⁻¹)					Celkem
		1	2	3	4	5	
2004	SM	0,00	6,68	0,19	21,00	3,82	31,69
2018	SM	0,72	0,00	113,75	50,92	8,51	173,90

Tab. 20: Zastoupení jednotlivých zlomů stojících souší na TVP 19 v přepočtu na 1 ha.

Zlomy stojících souší						
Rok	Dřevina	Typ zlomu				Celkem
		Bez poškození	Vrškový	Korunový	Kmenový	
2004	SM	4	80	64	8	156
2018	SM	120	8	56	332	516

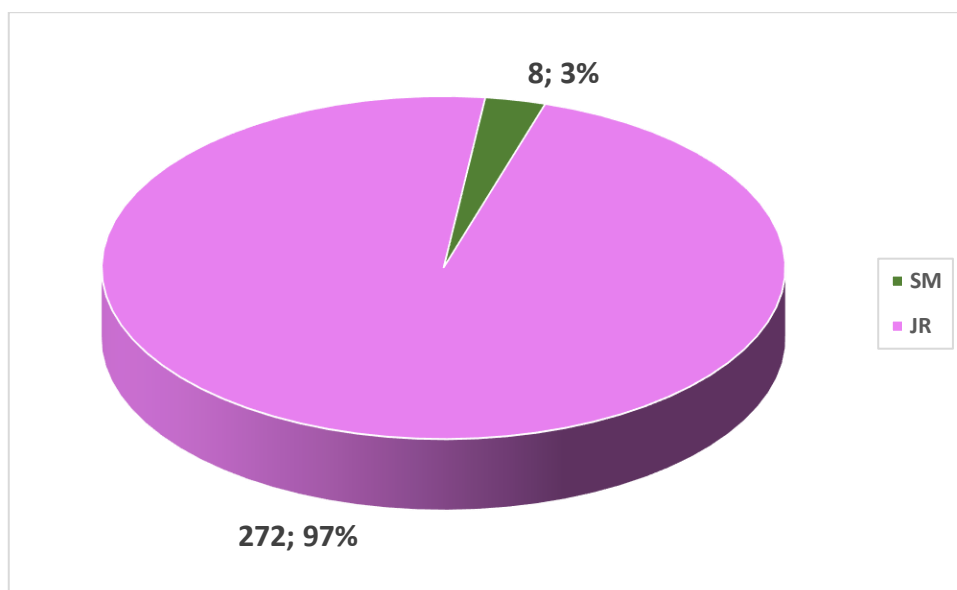
Tab. 21: Zastoupení jednotlivých stupňů rozkladu pařezů na TVP 19 v přepočtu na 1 ha.

Pařezy							
Rok	Dřevina	Stupeň rozkladu (ks.ha ⁻¹)					Celkem
		1	2	3	4	5	
2018	SM	4	0	60	68	24	156

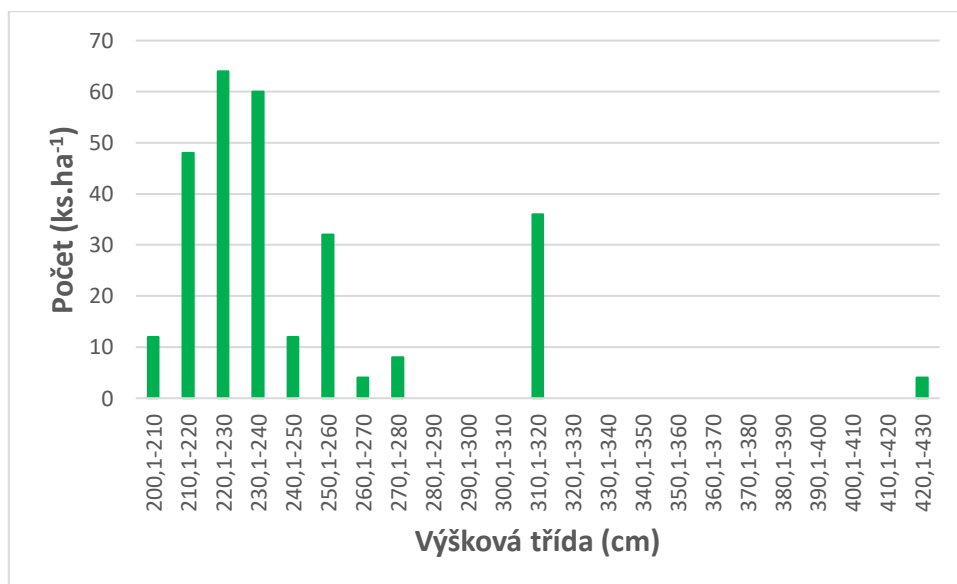
5.2.5. Přírozená obnova

Na Obr. 60, 61, 62, 63, 64 a v Tab. 22 a 23 jsou znázorněny základní biometrické parametry přírozené obnovy na TVP 18 v r. 2018. Dominantní dřevinou je jeřáb (97 %; 272 ks.ha⁻¹) a jeho příměs představuje smrk (3 %; 8 ks.ha⁻¹). Průměrná výška u jeřábu činí 240 cm, u smrku pak 220 cm. Jeřáb je nejčastěji zastoupen ve výškových třídách 210–240 cm. Smrk je zastoupen pouze ve výškové třídě 210–220 a 230–240 cm. Výšková hranice přírozené obnovy se zastavuje na 430 cm. Z hlediska zastoupení na mikrostanovišti se obě dřeviny dominantně nachází na brusnici borůvce. Nejnížší zastoupení pak představuje hrabanka, na které se smrk ani nevyskytuje. Mikrostanoviště nemá signifikantní vliv na výškový růst jeřábu ($F_{1, 27} = 0,28$; $p > 0,05$). Nejvyšší průměrnou výšku jeřáb zaznamenává na brusnici borůvce (241 cm), nejnížší pak na hrabance (237 cm). Průměrná výška smrku na brusnici borůvce činí 220 cm. Z hlediska zastoupení na mikroreliefu jeřáb dominuje na

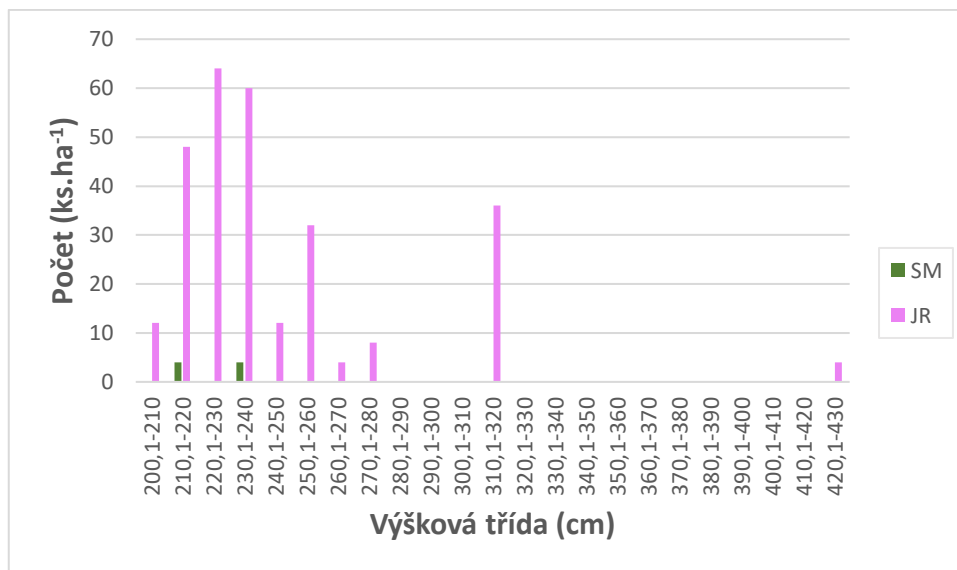
vyvýšenině, nejméně pak na rovině. Smrk se ve stejném zastoupení nachází na rovině i vyvýšenině. Mikrorelief má signifikantní vliv na výškový růst jeřábu ($F_{2, 269} = 42,30$; $p < 0,01$). Signifikantně nejvyšší jedinci se vyskytují na sníženině (267 cm), nejnižší pak na vyvýšenině (224 cm). Průměrná výška smrku je na rovině i vyvýšenině poměrně vyrovnaná, ca 220 cm.



Obr. 60: Zastoupení dřevin přirozené obnovy na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.



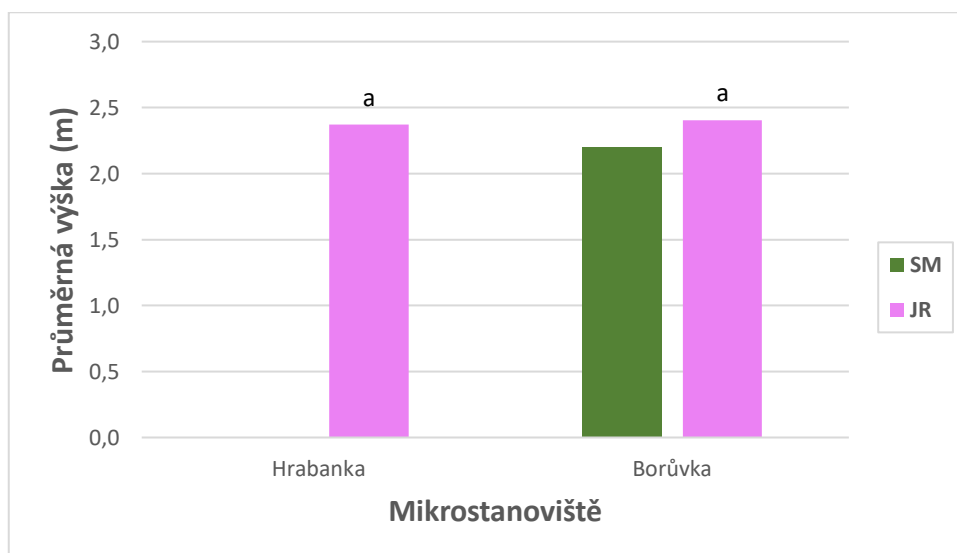
Obr. 61: Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.



Obr. 62: Histogram výškové struktury přirozené obnovy jednotlivých dřevin na TVP 19 v roce 2019 v přepočtu na 1 ha.

Tab. 22: Zastoupení jednotlivých dřevin přirozené obnovy na mikrostanovišti na TVP 19 v roce 2019 v přepočtu na 1 ha.

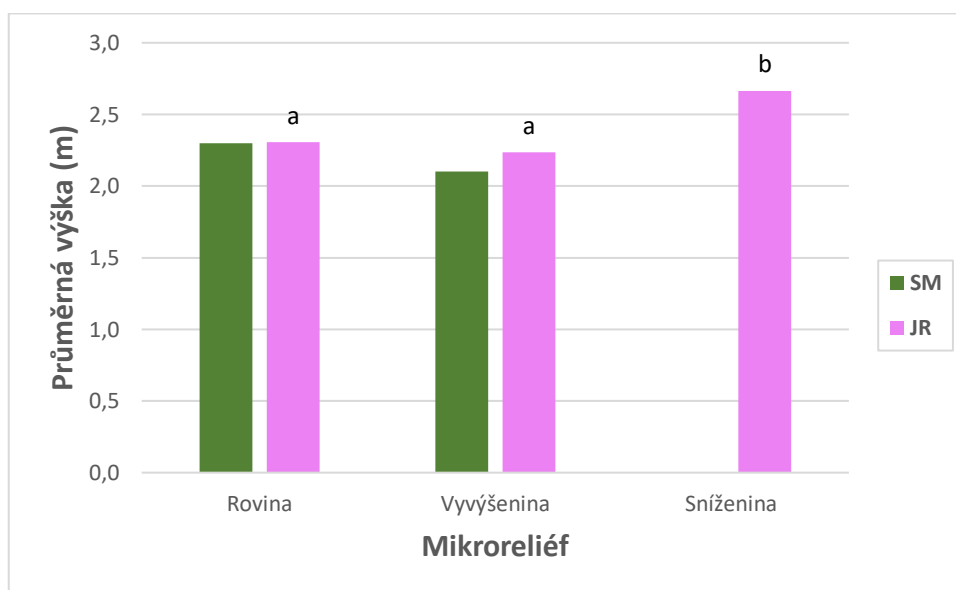
Dřevina	Mikrostanoviště (ks.ha ⁻¹)		
	Hrabanka	Borůvka	Celkem
SM	0	8	8
JR	40	232	272



Obr. 63: Vztah mezi mikrostanovištěm a průměrnou výškou přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha. Signifikantní rozdíly dle průměrné výšky jsou označeny rozdílnými písmeny diferencovaně podle dřevin.

Tab. 23: Zastoupení jednotlivých dřevin přirozené obnovy na mikroreliefu na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.

Dřevina	Mikrorelief (ks.ha ⁻¹)			
	Rovina	Vyvýšenina	Sníženina	Celkem
SM	4	4	0	8
JR	76	104	92	272



Obr. 64: Vztah mezi mikrorelieфом a průměrnou výškou přirozené diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha. Signifikantní rozdíly dle průměrné výšky jsou označeny rozdílnými písmeny diferencovaně podle dřevin.

5.3. TVP 20

5.3.1. Stanovištní a porostní poměry

Jedinou dřevinou stromového patra je zde smrk ztepilý. Opět se jedná o klimaxovou dřevinu. Pokryvnost bylinného patra je 95 % a je velmi nehomogenní. Nejvíce je zde zastoupena metlička křivolaká (75 %), kapradiny (15 %) a brusnice borůvka (10 %). Porost je charakterizován převážně dvěma etážemi. Horní etáž, která představovala původní stromové patro, jehož stáří bylo v r. 2004 odhadováno přes 150 let, odumřela v r. 2008

následkem kůrovcové gradace (Vacek et al., 2008). Ve spodní etáži je zastoupen smrk ztepilý (62 %) a jeřáb ptačí (38 %) o věku 10 let. Střední výška porostu se pohybuje okolo 3,5 m u smrku i jeřábu.



Obr. 65: Interiér TVP 20 v roce 2006, S. Vacek (vlevo) a interiér TVP 20 v roce 2017, K. Matějka (vpravo).

5.3.2. Struktura a vývoj lesního porostu

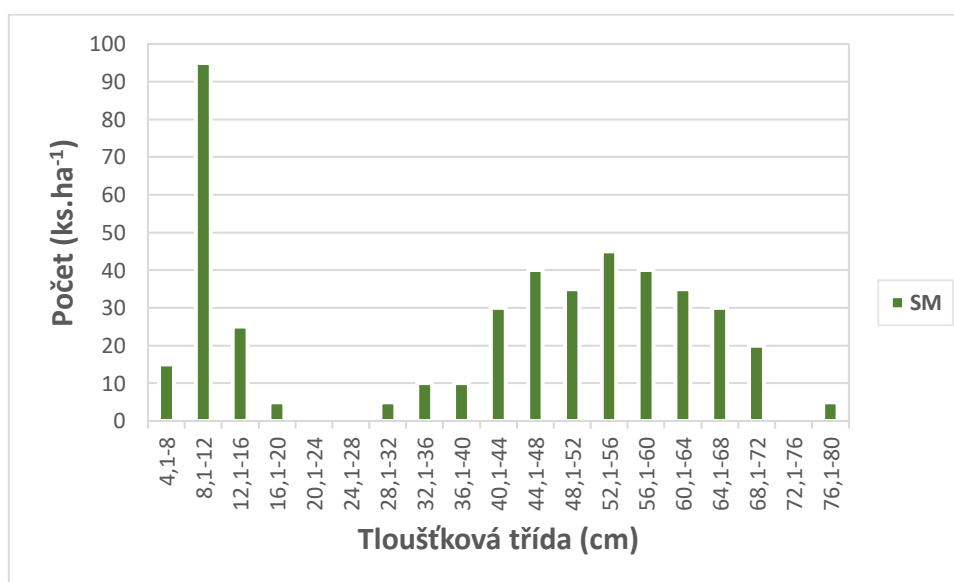
Na Obr. 66, 68, 70 a v Tab. 24 jsou znázorněny základní biometrické parametry smrkového porostu na TVP 20 v r. 2004. Současná struktura porostu odpovídá přechodu mezi stádiem optima a stádiem rozpadu s probíhající fází obnovy porostu. Jedinou dřevinu zde představuje smrk (100 %; 312 ks.ha⁻¹), který je nejčastěji zastoupen v tloušťkových třídách 8–12 a 52–56 cm. Několik jedinců dosahuje přes 76 cm. Průměrná tloušťka smrkového porostu činí 45,2 cm. S výčetní tloušťkou exponenciálně stoupá i výška porostu. Průměrná výška porostu činí 16,2 m. Štíhlostní kvocient s přibývajícím výčetním tloušťkou exponenciálně klesá, zejména u vyšších dimenzí. Nasazení zelené koruny je v závislosti na výšce porostu poměrně nevyrovnané. Pohybuje se v rozmezí 15–25 m. Průměrná délka koruny činí 7,3 m. Délka koruny v závislosti na výšce stromu prudce stoupá. Porostní zásoba činí 359 m³.ha⁻¹.

Na Obr. 67, 69, 71, 72, 73 a v Tab. 24 jsou znázorněny základní biometrické parametry smrkového porostu na TVP 20 v r. 2018. Je zřejmé, že v období 15 let došlo k fatálnímu proředění porostu. Porost je ve stádiu dorůstání. Zastoupeny jsou zde pouze tloušťky do 16 cm, zejména pak tloušťková třída 4–8 cm. Vyšší dimenze zcela chybí. Kromě nadpolovičního zastoupení smrku (62 %; 64 ks.ha⁻¹), se zde vyskytuje i hojné zastoupení jeřábu (38 %; 40ks.ha⁻¹). Průměrná tloušťka smrkového porostu činí 7,7 cm, u jeřábu pak 6,2 cm. Výška porostu pozvolna stoupá s výčetní tloušťkou. Průměrná výška smrkového porostu činí 3,6 m, u jeřábu 3,7 m. Štíhlostní kvocient je v závislosti na výčetní tloušťce do určité míry proměnlivý, avšak klesá. Nasazení zelené koruny je v závislosti na výšce porostu poměrně vyrovnané. Pohybuje se v rozmezí 3–4 m. Průměrná délka koruny u smrku činí 2,6 m, u jeřábu 2,9 m. Délka koruny prudce stoupá s výškou stromu. Porostní zásoba činí 0 m³.ha⁻¹.

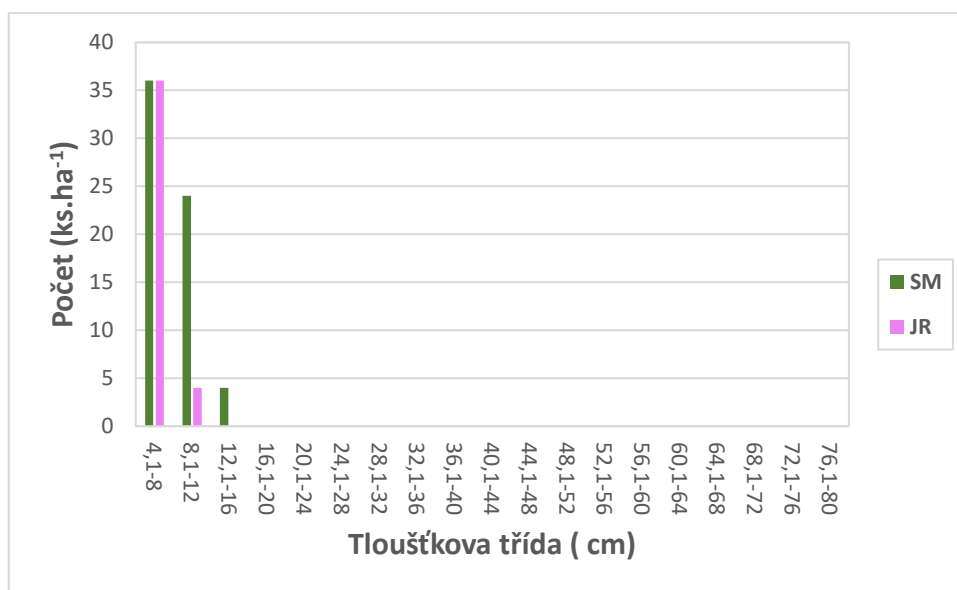
Tab. 24: Růstová tabulka vývoje pro porost na TVP 20.

Rok	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d
2004	156	45,2	16,2	0,443	1,15121	312	50	359	0,358
2018	22	7,7	3,56	0,237	0,00393	104	0,5	0	0,462

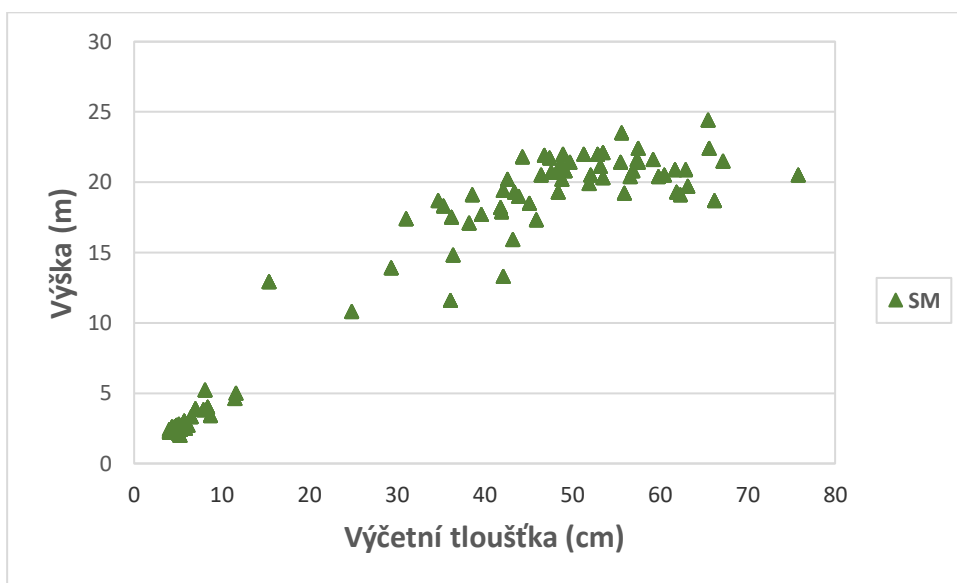
Vysvětlivky: t – průměrný věk porostu; d – průměrná výčetní tloušťka (cm); h – střední porostní výška (m); f – výtvarnice; v – průměrný objem stromu (m³); N – počet ks na 1 ha; G – výčetní kruhová základna (m².ha⁻¹); V – objem porostu (m³.ha⁻¹); h:d – štíhlostní kvocient.



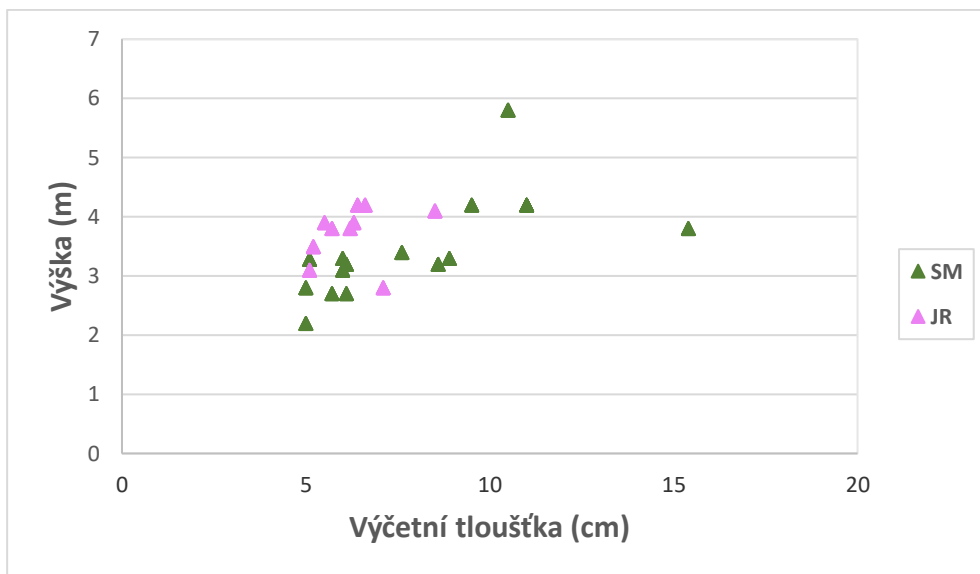
Obr. 66: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve stromovém patře smrkového porostu na TVP 20 v roce 2004 v přepočtu na 1 ha.



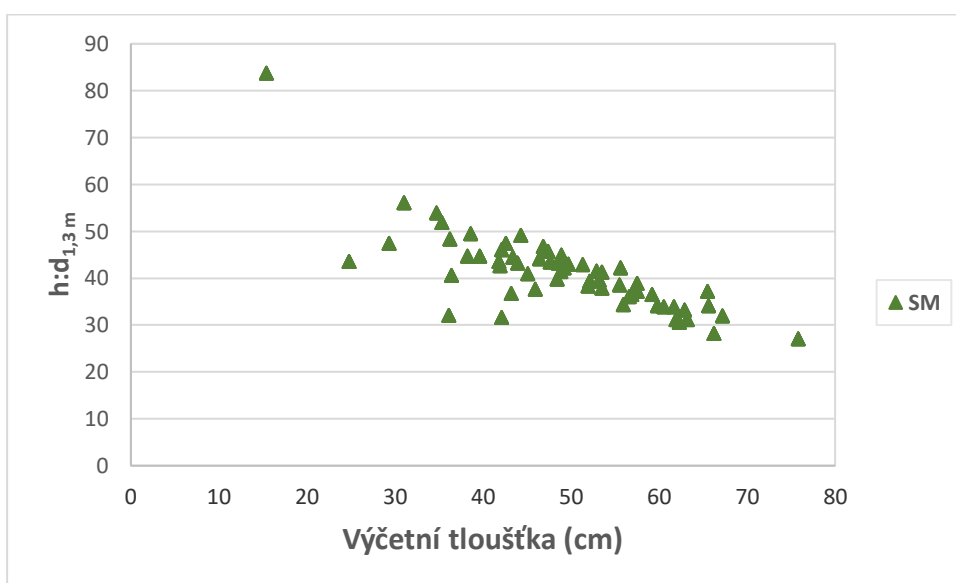
Obr. 67: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve stromovém patře smrkového porostu na TVP 20 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.



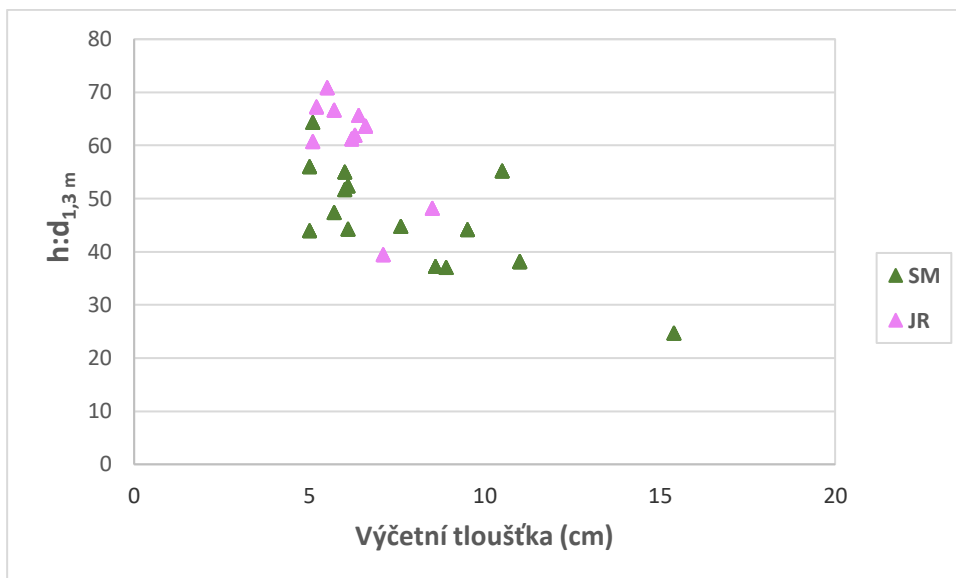
Obr. 68: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2004.



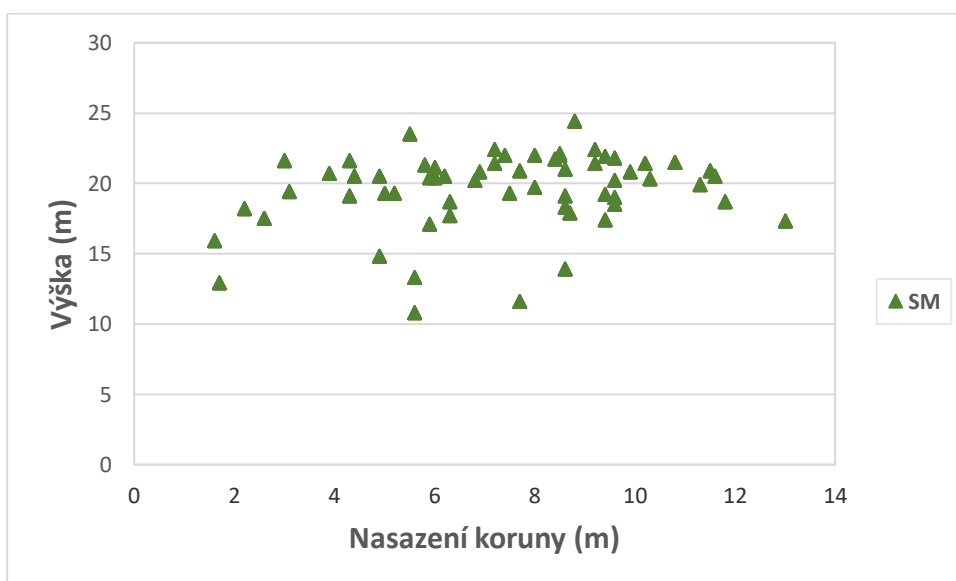
Obr. 69: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2018.



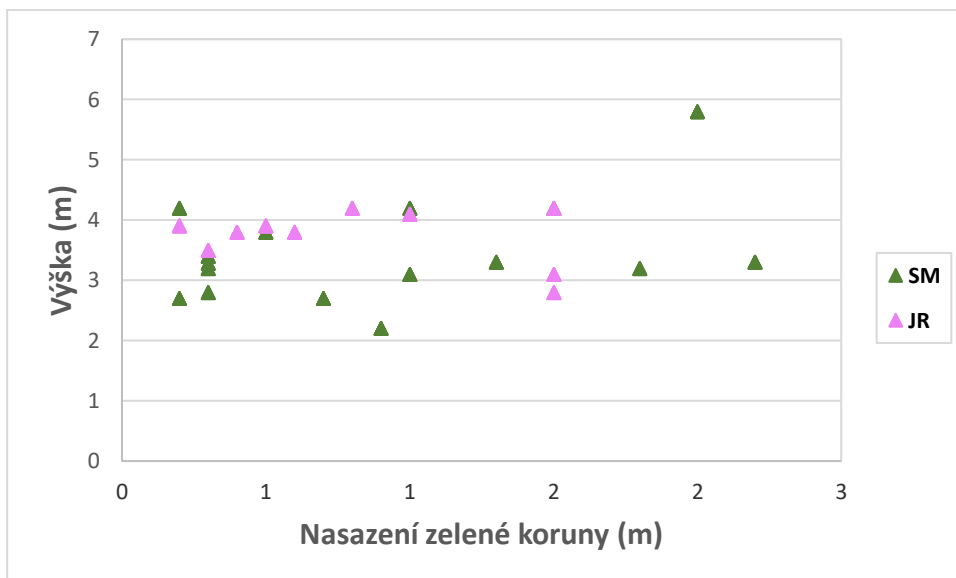
Obr. 70: Vztah mezi výčetní tloušťkou a štíhlostním kvocientem ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2004.



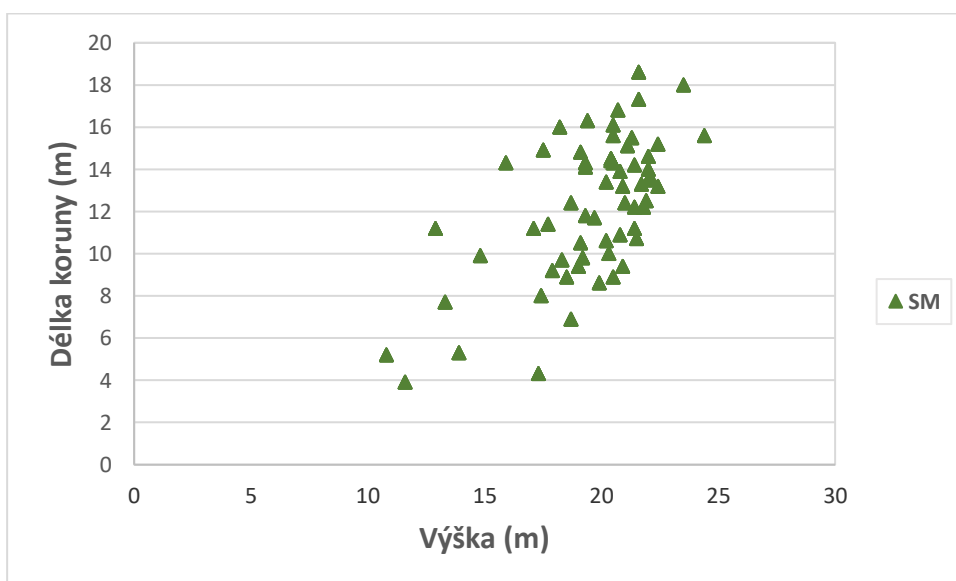
Obr. 71: Vztah mezi výčetní tloušťkou a štíhlostním kvocientem ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2018.



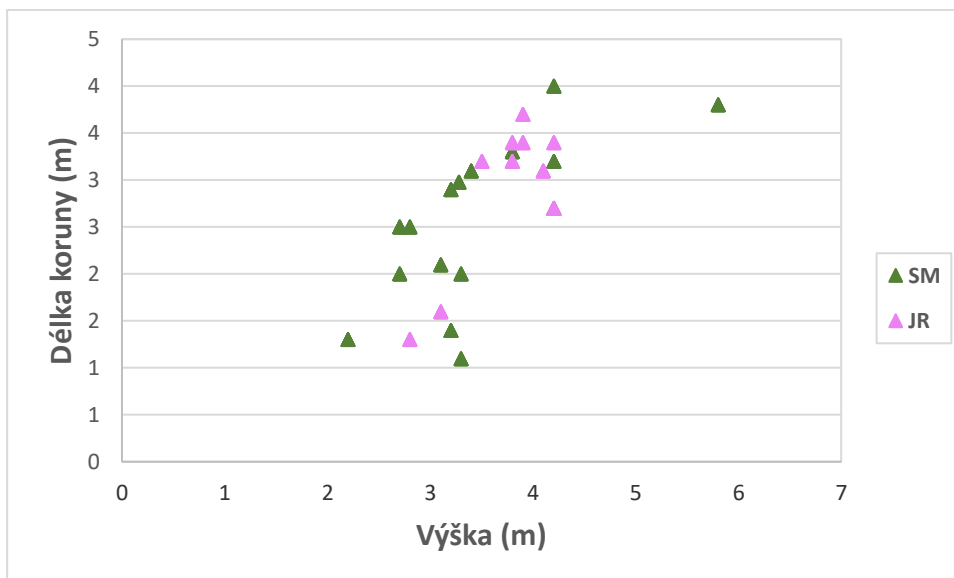
Obr. 72: Vztah mezi nasazením zelené koruny a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2004.



Obr. 73: Vztah mezi nasazením zelené koruny a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2018.



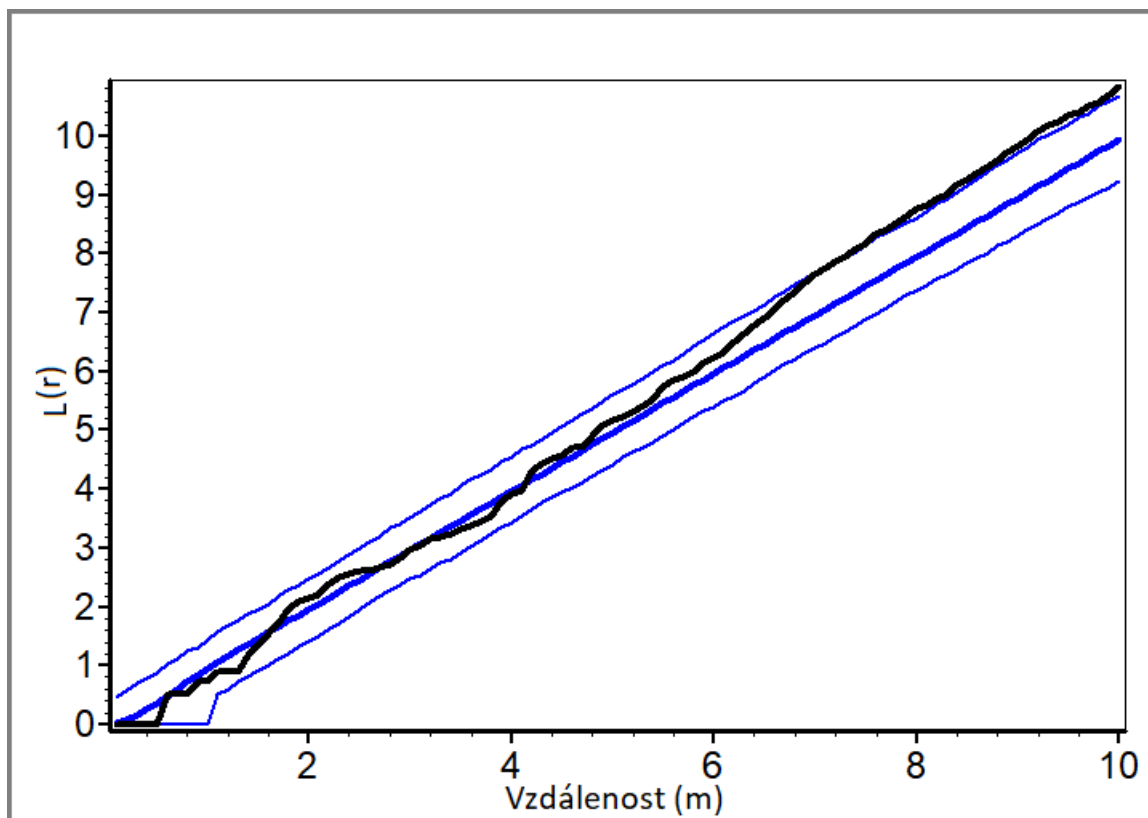
Obr. 74: Vztah mezi výškou stromů a délkou koruny ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2004 v přepočtu na 1 ha.



Obr. 75: Vztah mezi výškou stromů a délkou koruny ve smrkovém porostu diferencované podle dřevin na TVP 20 v roce 2018.

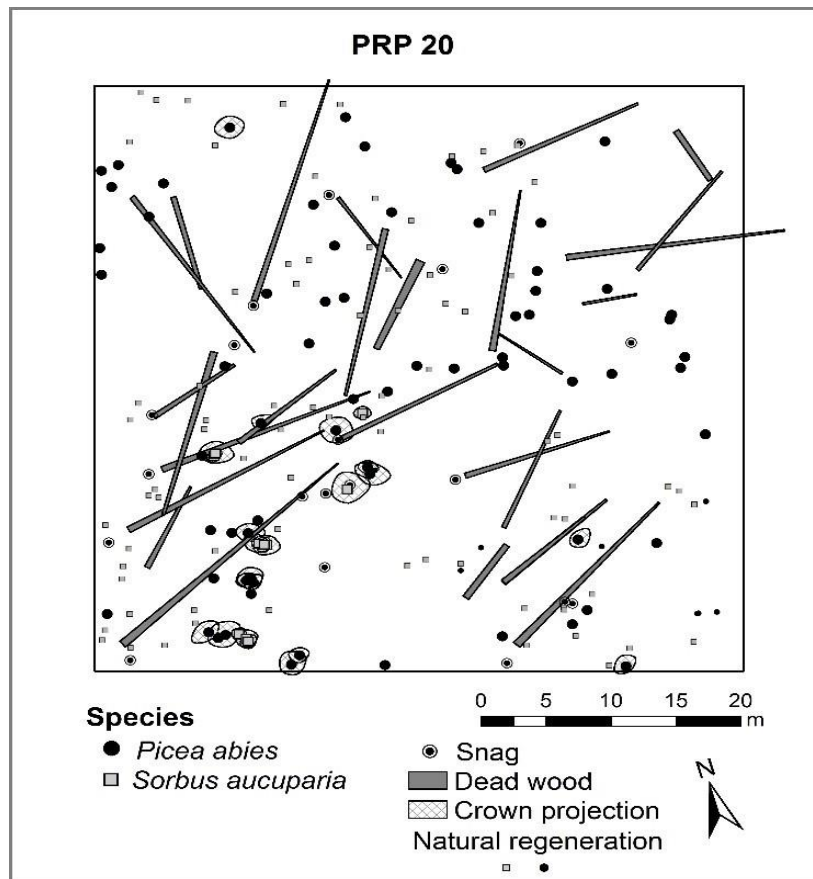
5.3.3. Diverzita

Na Obr. 76 je znázorněna horizontální struktura stromového patra smrkového porostu v r. 2004. Z výsledných hodnot Ripleyovy L – funkce vyplývá, že se jedná o náhodné rozmístění jednotlivých stromů na TVP, avšak s přibývajícím rozestupem jedinců má trend tendenci přecházet k agregovanému rozmístění. Vývoj hodnot agregčních, druhových, strukturálních a komplexních indexů je uveden v Tab. 25. Z hlediska vertikální diverzity se dle Arten-profil indexu jedná o diferencovanou strukturu porostu přibližující se k výběrnému typu lesa. Tloušťková a výšková diference nabývá nízkých hodnot. Z hlediska horizontální struktury Clark – Evansův agregační index vypovídá o tom, že se jedná o náhodné rozmístění stromů v porostu.

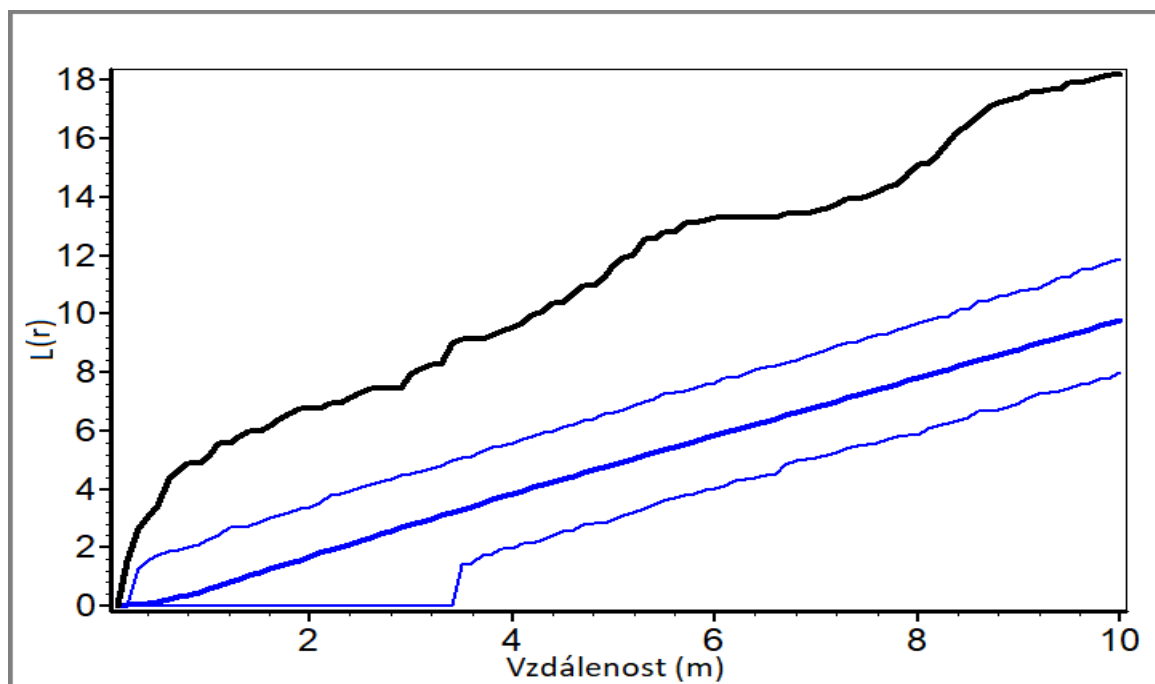


Obr. 76: Horizontální struktura stromového patra smrkového porostu na TVP 20 v roce 2004 vyjádřena L – funkcí.

Na Obr. 77 a 78 je znázorněna horizontální struktura stromového patra smrkového porostu v r. 2018. Z výsledných hodnot Ripleyovy L – funkce vyplývá, že se jedná o agregované rozmístění jednotlivých stromů na TVP. S přibývajícím rozstupem tento trend klesá a rozmístění je náhodné. Vývoj hodnot agregčních, druhových, strukturálních a komplexních indexů je uveden v Tab. 25. Z hlediska vertikální diverzity se jedná o mírně diferencovanější strukturu porostu než v r. 2004. Tloušťková (TM_d) a výšková (TM_h) diferenciacie je nízká. Z hlediska horizontální struktury Clark – Evansův agregační index vypovídá o tom, že se jedná o shlukovitý porost. Ten je ovšem v porovnání s r. 2004 druhově bohatší (R_1 , R_2) a vyrovnanější (E_1 , E_5). Celková diverzita prostu (B) je taktéž vyšší oproti r. 2004 a dosahuje nerovnoměrné výstavby.



Obr. 77: Horizontální struktura smrkového porostu na TVP 20 v roce 2018.

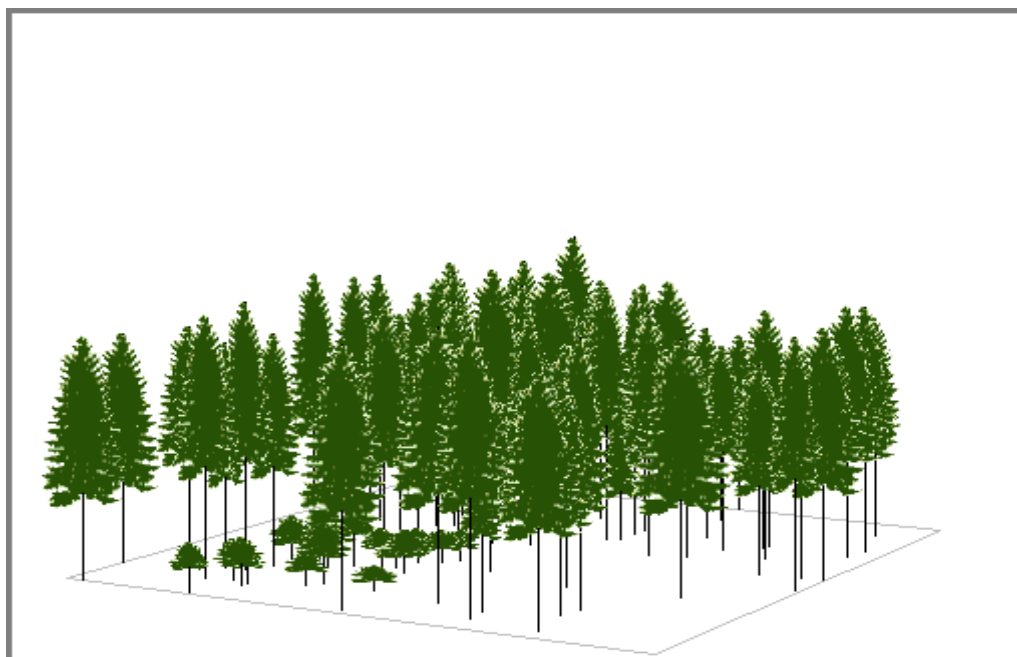


Obr. 78: Horizontální struktura stromového patra smrkového porostu na TVP 20 v roce 2018 vyjádřena L – funkcí.

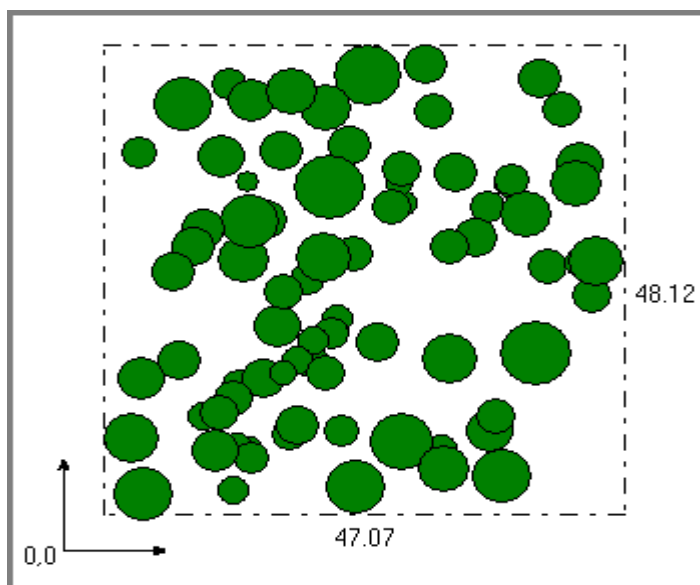
Tab. 25: Vývoj indexů stromového patra smrkového porostu na TVP 20.

Rok	Indexy										
	A (Pi)	TMd (Fi)	TMh (Fi)	R (C&Ei)	R ₁ (Mai)	R ₂ (Mei)	H' (Si)	λ (Sii)	E ₁ (Pii)	E ₅ (Hii)	B (J&Di)
2004	0,623	0,258	0,208	1,005	0	0,057	0	0	0	0	5,562
2018	0,639	0,29	0,155	0,443	0,215	0,196	0,249	0,3842	0,827	0,806	5,913

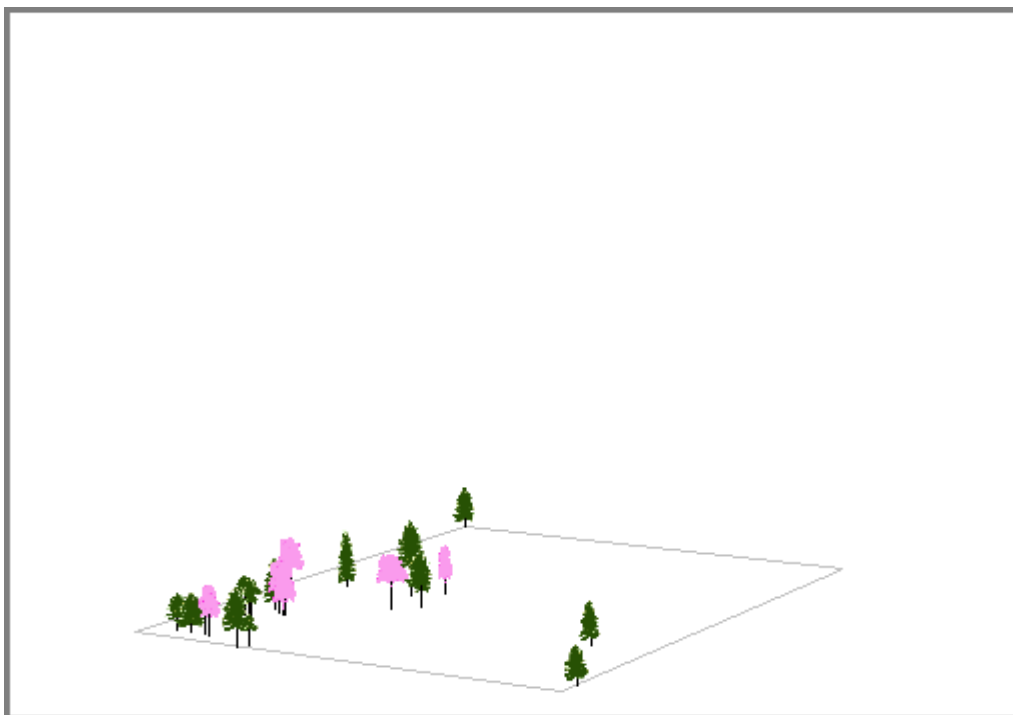
Vysvětlivky: A – Arten-profil index, TM_d – index tloušťkové diferenciace, TM_h – index výškové diferenciace, R – Clark-Evansův agregační index, R₁, R₂ – index druhové bohatosti, H' , λ – index druhové různorodosti, E₁, E₅ – index druhové vyrovnanosti, B – index porostní proměnlivosti.



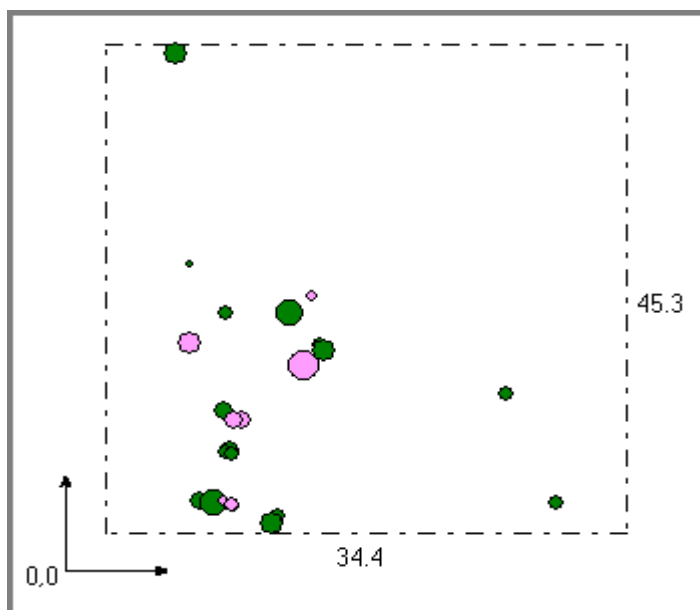
Obr. 79: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 20 v roce 2004 (Vacek et al., 2008).



Obr. 80: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 20 v roce 2004 (Vacek et al., 2008).



Obr. 81: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 20 v roce 2018.



Obr. 82: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 20 v roce 2018.

5.3.4. Odumřelé dřev

V Tab. 26, 27 a 28 jsou znázorněny základní parametry o odumřelém dřevě na TVP 20 v r. 2004. Zásoba odumřelého dřeva činí 165,10 m³ v přepočtu na hektar, z čehož 62 % představují stojící souše a 38 % dřev ležící. To činí 38 % z celkové zásoby porostu (živých i odumřelých stromů). U stojících souší je zastoupen II. (29 %; 30,11 m³.ha⁻¹) a III. (71 %; 72,74 m³.ha⁻¹) stupeň rozkladu. U ležícího odumřelého dřeva je zastoupen pouze II., III. a IV. stupeň rozkladu, z nichž dominuje III. (59 %; 36,83 m³.ha⁻¹). Z hlediska zlomů u stojících souší dominují vrškový (39 %; 44 ks.ha⁻¹) a korunový (57 %; 64 ks.ha⁻¹).

V Tab. 26, 27, 28 a 29 jsou znázorněny základní parametry o odumřelém dřevě na TVP 20 v r. 2018. Zásoba odumřelého dřeva činí 365,39 m³ v přepočtu na hektar, z čehož 67 % představují stojící souše a 33 % dřev ležící. To činí 100 % z celkové zásoby porostu (živých i odumřelých stromů). U stojících souší není zastoupen pouze I. stupeň rozkladu. Nejvyšší podíl má III. stupeň (88 %; 217,41 m³.ha⁻¹). U ležícího odumřelého dřeva je zastoupen III., IV. a V. stupeň rozkladu, z nichž dominantní je III (65 %; 77,40 ks.ha⁻¹). Z hlediska zlomů u stojících souší jsou zastoupeny všechny typy, z nichž dominuje kmenový. Stejný počet jedinců představují i souše zlomem nepoškozené. U pařezů je z hlediska počtu kusů zastoupen III., IV. a V. stupeň rozkladu s dominancí III. (72 %; 52 ks.ha⁻¹).

Tab. 26: Vývoj odumřelého stojícího dřeva včetně stupňů rozkladu na TVP 20 v přepočtu na 1 ha.

Odumřelé dřev stojící						
Rok	Dřevina	Stupeň rozkladu (m ³ .ha ⁻¹)				Celkem
		1	2	3	4	
2004	SM	0,00	30,11	72,74	0,00	102,85
2018	SM	0,00	12,91	217,41	15,72	246,04

Tab. 27: Vývoj stavu odumřelého ležícího dřeva a stupně rozkladu na TVP 20 v přepočtu na 1 ha.

Odumřelé dřevo ležící							
Rok	Dřevina	Stupeň rozkladu (m ³ .ha ⁻¹)					Celkem
		1	2	3	4	5	
2004	SM	0,00	7,47	36,83	17,95	0,00	62,25
2018	SM	0,00	0,00	77,40	37,30	4,65	119,35

Tab. 28: Zastoupení jednotlivých zlomů stojících souší na TVP 20 v přepočtu na 1 ha.

Zlomy stojících souší						
Rok	Dřevina	Typ zlomu				Celkem
		Bez poškození	Vrškový	Korunový	Kmenový	
2004	SM	0	44	64	4	112
2018	SM	68	20	52	68	208

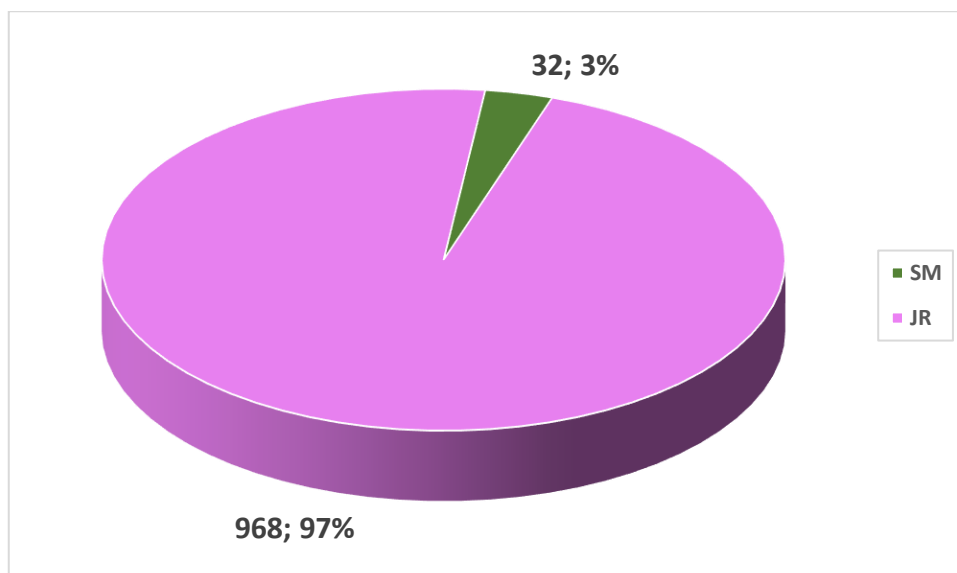
Tab. 29: Zastoupení jednotlivých stupňů rozkladu pařezů na TVP 20 v přepočtu na 1 ha.

Pařezy							
Rok	Dřevina	Stupeň rozkladu (ks.ha ⁻¹)					Celkem
		1	2	3	4	5	
2018	SM	0	0	52	16	4	72

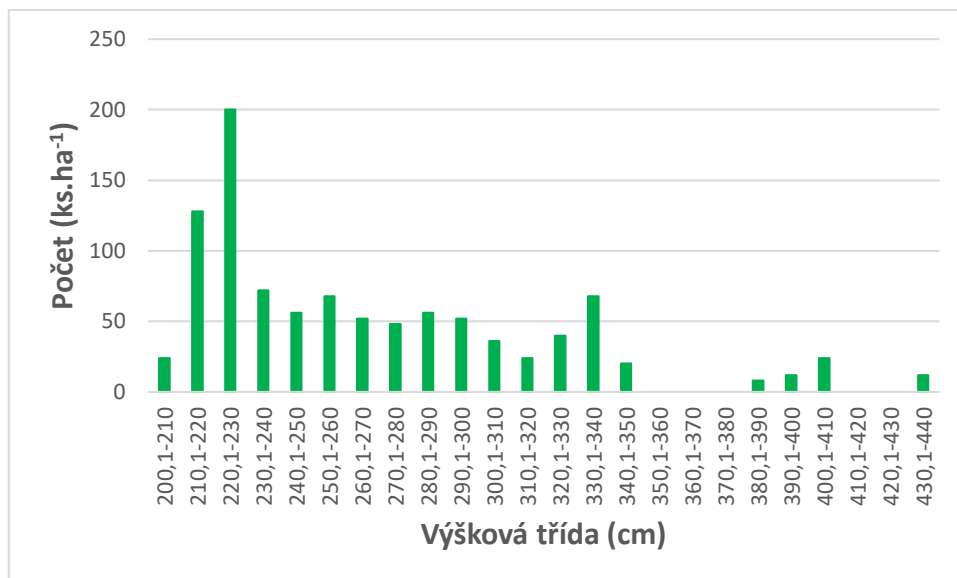
5.3.5. Přirozená obnova

Na Obr. 83, 84, 85, 86, 87 a v Tab. 30 a 31 jsou znázorněny základní biometrické parametry přirozené obnovy na TVP 20 v r. 2018. Dominantní dřevinou je jeřáb (97 %; 968 ks.ha⁻¹) a jeho příměs představuje smrk (3 %; 32 ks.ha⁻¹). Průměrná výška u jeřábu činí 260 cm, u smrku pak 230 cm. Jeřáb je nejčastěji zastoupen ve výškových třídách 210–230 cm. Smrk je nejčastěji zastoupen ve výškové třídě 220–230 cm. Výšková hranice přirozené obnovy se zastavuje na 440 cm. Z hlediska zastoupení na mikrostanovišti se obě dřeviny dominantně nachází na brusnici borůvce. Jeřáb ze 70 %, smrk dokonce z 87 %. Nejméně se pak jeřáb vyskytuje na hrabance. Smrk se kromě brusnice borůvky vyskytuje minimálně jen

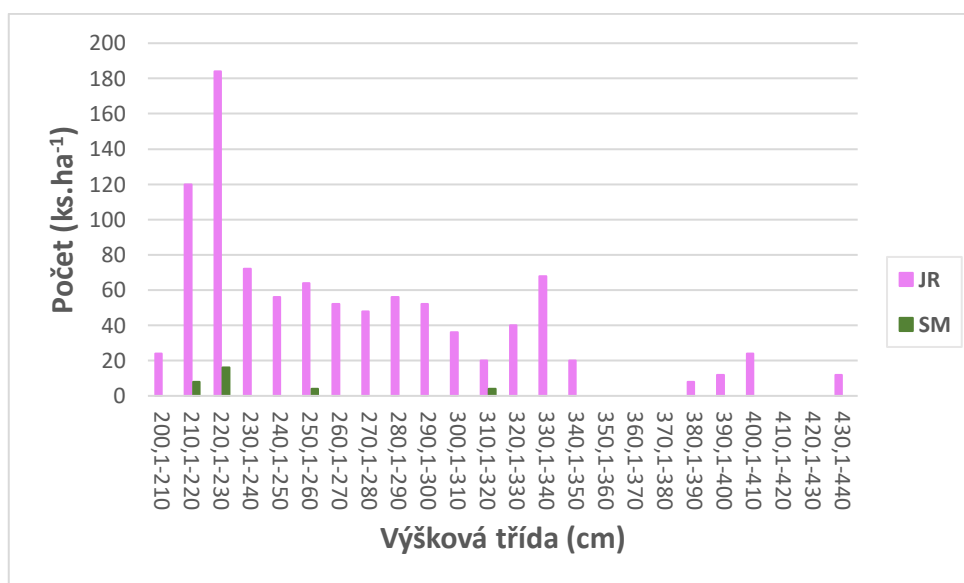
na kapradinách. Mikrostanoviště má signifikantní vliv na výškový růst jeřábu ($F_{5, 96} = 27,4$; $p < 0,01$). Signifikantně nejvyšší jedinci se vyskytují na třtině (290 cm), naopak nejnižší na kapradině (204 cm). Na výškový růst smrku signifikantní vliv mikrostanoviště nemá. Smrk dosahuje nejvyšší průměrné výšky 2,3 m na brusnici borůvce, nejnižší 2,1 m pak na kapradinách. Z hlediska zastoupení na mikroreliéfu jeřáb dominuje na rovině, nejméně pak na vyvýšenině. U smrku se jedná o stejný případ. Mikroreliéf má signifikantní vliv na výškový růst jeřábu ($F_{2, 97} = 20,97$; $p < 0,01$). Signifikantní rozdíl je mezi všemi typy mikroreliéfu. Nejvyšší jedinci se vyskytují na rovině (271 cm), nejnižší pak na vyvýšenině (244 cm). Průměrná výška smrku je na všech typech mikroreliéfu vyrovnaná (ca 220 cm) a mikroreliéf nemá signifikantní vliv na výškový růst.



Obr. 83: Zastoupení dřevin přirozené obnovy na TVP 20 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.



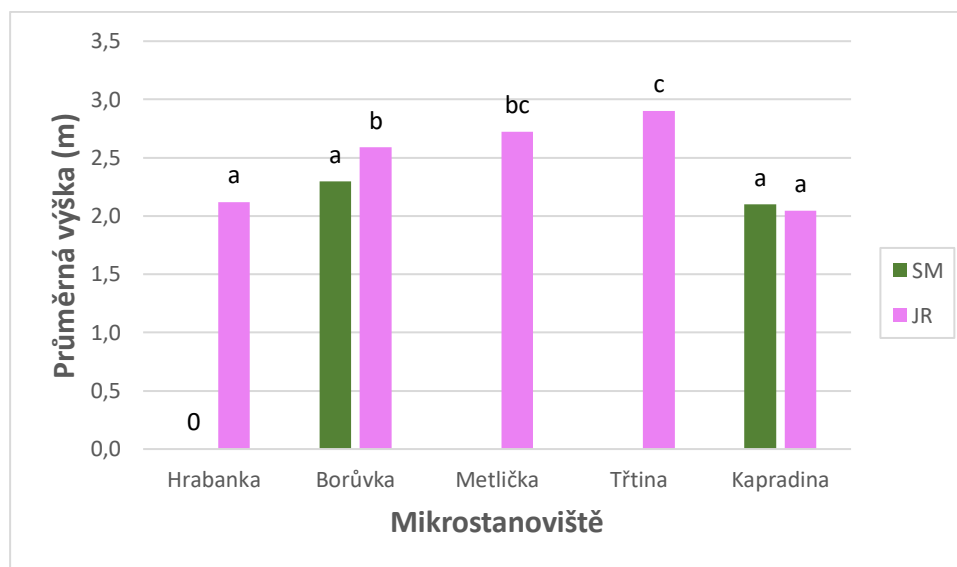
Obr. 84: Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 20 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.



Obr. 85: Histogram výškové struktury přirozené obnovy jednotlivých dřevin na TVP 20 v roce 2019 v přepočtu na 1 ha.

Tab. 30: Zastoupení jednotlivých dřevin přirozené obnovy na mikrostanovišti na TVP 20 v roce 2019 v přepočtu na 1 ha.

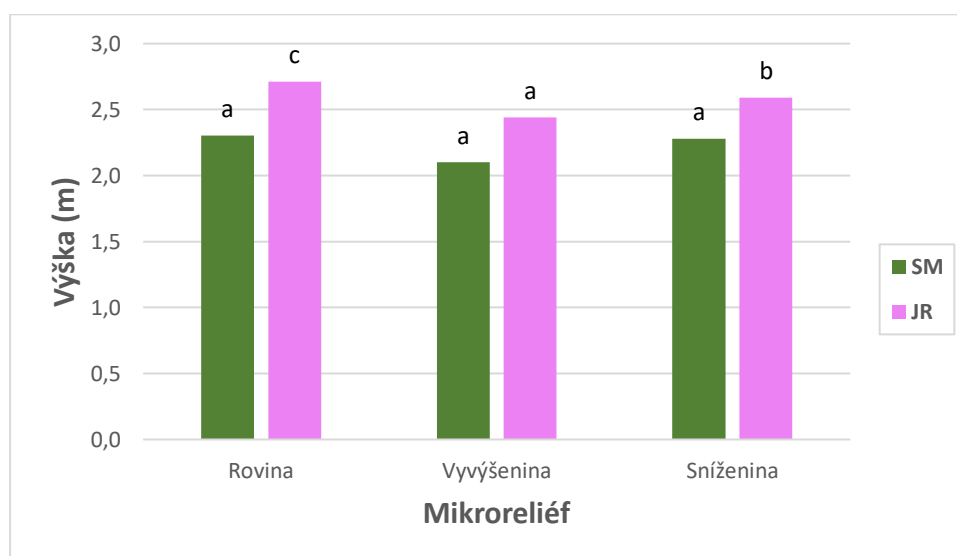
Dřevina	Mikrostanoviště (ks.ha ⁻¹)					Celkem
	Hrabanka	Borůvka	Metlička	Třtina	Kapradiny	
SM	0	28	0	0	4	32
JR	8	700	68	132	60	968



Obr. 86: Vztah mezi mikrostanovištěm a průměrnou výškou přirozené obnovy diferencované podle dřevin na TVP 20 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha. Signifikantní rozdíly dle průměrné výšky jsou označeny rozdílnými písmeny diferencované podle dřevin.

Tab. 31: Zastoupení jednotlivých dřevin přirozené obnovy na mikroreliefu na TVP 20 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha.

Dřevina	Mikrorelief (ks.ha ⁻¹)			
	Rovina	Vyvýšenina	Sníženina	Celkem
SM	20	4	8	32
JR	388	252	328	968



Obr. 87: Vztah mezi mikrorelieфом a průměrnou výškou přirozené diferencované podle dřevin na TVP 20 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha. Signifikantní rozdíly dle průměrné výšky jsou označeny rozdílnými písmeny diferencované podle dřevin.

6. Diskuze

Porost na TVP 18 se vyznačuje přechodem mezi acidofilní bukovou smrčinou a klimaxovou smrčinou. TVP 19 a 20 náleží pouze klimaxovým smrčinám. V r. 2004 na TVP 18 a 20 představoval jedinou dřevinu smrk ztepilý. Na TVP 18 dominantnímu smrku tvořil z 2 % příměs jeřáb ptačí. Z hlediska počtu stromů na všech studovaných TVP smrk představoval v průměru $330 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$, což je srovnatelné s počtem smrku v obdobných podmínkách v Krkonoších (Vacek et al., 2010). Průměrná tloušťka smrku na všech stanovištích činila 45,3 cm a výška 21 m. Z rozdělení tloušťkových četností a jejich asymetrií lze usuzovat, že porosty se nacházely převážně na hranici stádia optima a rozpadu. Průměrná zásoba porostů činila $406 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, tj. 72 % z celkové zásoby porostů (živých i odumřelých stromů). Například porostní zásoba klimaxových smrčin v Krkonoších s porovnatelnou nadmořskou výškou (1 160 – 1250 m n. m.) se pohybovala v nižším rozmezí $114\text{--}548 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Putalová et al., 2019). Tato situace se však změnila vlivem kůrovcové gradace vyvolané následky ničivé bouře Kyrill, která se přehnala v noci z 18. na 19. ledna 2007 přes území Šumavy. V průběhu dvou let došlo ke kompletnímu odumření horní etáže, tvořící stromové patro. V r. 2018. se porosty na všech TVP nacházely ve stádiu dorůstání. Zatímco z hlediska horizontální struktury v r. 2004 agregační index R (C&Ei) vypovídal o tom, že se na všech TVP jednalo o náhodné rozmístění stromů v porostech, v r. 2018 se jednalo o rozmístění shlukovité. Náhodnému rozmístění dle R (C&Ei) se stejnými hodnotami odpovídají i porosty v Přírodní rezervaci Černý důl v Orlických horách (Vacek, 2017a) či přírodě blízké porosty v Krkonošském národním parku (Vacek et al., 2010). Dominantnímu smrku, který v průměru dosahuje $110 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$, tvořil příměs jeřáb v průměru s $24 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$. Podobné zastoupení smrku se vyskytuje podobně v Julských Alpách (Firm, 2009). Průměrný věk porostů činil 22 let. Z hlediska tloušťkové diferenciacie je zastoupena především tloušťková třída 4–8 cm. Dimenze nad 20 cm se až na výjimky nevyskytují skoro vůbec. V současnosti průměrná porostní zásoba činí 0 % z celkové zásoby porostu (živých i odumřelých stromů) kvůli počátečnímu stádiu dorůstání.

Odumřelé dřevo lesních ekosystémů hraje důležitou roli jako nezpochybnitelná součást vývojových stádií a fází původních, přirozených, přírodních či přírodě blízkých lesů (Průša, 1985). Odstranění mrtvého dřeva z lesního ekosystému může výrazně ovlivnit

průběh přirozené obnovy a biodiverzitu porostu (Svoboda, 2008). Na všech TVP se v r. 2018 nacházelo v průměru $425 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ odumřelého dřeva. Stejná zásoba se nachází i na nedaleké Trojmezské hoře na Šumavě (Svoboda, 2008), avšak je to dvojnásobek množství nacházejícího se v podobných podmínkách například v Badínském pralese na Slovensku (Saniga, 1999). Oproti r. 2004 došlo ke čtyřnásobnému navýšení, protože se v tomto roce jednalo v průměru o $105 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. To je množství odpovídající podobným podmínkám v Bieloweszském pralese v Polsku (Bobiec, 2002). Při porovnání s horskými smrčínami ve stádiu počátečního rozpadu v oblasti Vosecké boudy v Krkonoších byla zjištěna dosud nižší průměrná zásoba odumřelého dřeva ($79 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) (Král et al., 2015.). Podíl odumřelého dřeva z celkové zásoby porostu (živých i odumřelých stromů) v roce 2018 činil v průměru 100 %, což je v porovnání s r. 2004 opět čtyřnásobek. Tehdy podíl tvořil 28 %. Stejně množství ležícího dřeva představuje karpatský prales Rožok na Slovensku (Saniga et al., 2001). Ležící odumřelé dřevo představovalo v r. 2018 v průměru 56 % z celkové zásoby odumřelého dřeva, zbytek tvořily stojící souše, obdobně jako procentální podíl (54 %) z horských smrčín v Krkonoších (Král et al., 2015). V r. 2004 tento podíl představoval 45 %. Králíček et al. (2017) z Orlických hor uvádí vyšší podíl ležícího odumřelého dřeva v rozmezí 73-83 %.

Z hlediska jedinců splňující kritéria přirozené obnovy se na výzkumných plochách v r. 2018 vyskytoval pouze smrk ztepilý a jeřáb ptačí. Smrk dominoval pouze na TVP 18, kde s $344 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$ tvořil 80 % v zastoupení dřevin. S přibývajícím nadmořskou výškou se však situace změnila. Na TVP 19 a 20 absolutně převládal jeřáb, v průměru s $620 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$ tvořil 97% zastoupení a smrk se 3 % vytvářel příměs. Porovnatelné zastoupení těchto dřevin, jako na nejnižše položené TVP 18, bylo zjištěno také na Šumavě na Blatném vrchu (1 240 – 1 260 m n. m.), kde podíl smrku tvořil 91%, resp. 9% jeřáb (Malík et al., 2014). Například v obdobných podmínkách v Krkonoších z hlediska zastoupení přirozené obnovy představuje smrk 53 % a jeřáb pouze 1 % (Vacek, 2007c). Kromě těchto dvou dřevin se na všech TVP vyskytovala i bříza bělokorá. Ta však z hlediska nepřekročení registrační hranice přirozené obnovy nebyla brána pro tento výzkum v potaz. Výška obou dřevin na všech TVP byla v průměru vyrovnaná a činila cca 240 cm. Z hlediska výškové struktury na všech TVP dominovaly výškové třídy 210–240 cm. Pouze na TVP 18 má mikrostanoviště i mikroreliéf signifikantní vliv na výškový růst smrku i jeřábu. Nejvyšší průměrná výška smrku byla zjištěna na hrabance, obdobně jako na lokalitě Modrava (Štícha et al. 2010), naopak nejnižší

průměrná výška byla naměřena v konkurenci *Calamagrostis vilosa*. Signifikantní negativní vliv hustého pokryvu trav na výškový růst přirozené obnovy byl zjištěn také v Krkonoších (Vacek et al. 2017). Štícha et al. (2010) dále uvádí, že z hlediska mikroreliefu signifikantně nejnižší výška obnovy smrku byla naměřena na vyvýšeninách, shodně jako na zkoumané TVP 20. Naopak nejvyšší průměrná výška přirozené obnovy smrku a jeřábu na studovaných TVP byla zjištěna na rovině.

7. Závěr

Výměna stromových generací v horské smrčíně často neprobíhá podle modelu malého vývojového cyklu. Nedojde-li k narušení půdního povrchu, neuplatňuje se ani velký vývojový cyklus. Opakovaný velkoplošný rozpad smrkových porostů na Šumavě lze považovat za prokázaný ve více jak posledních třech tisících letech. Horské smrkové lesy jsou přirozeně rozvolněné, a proto jsou stromy často zavětveny až k zemi i ve vysokém stáří, díky čemuž se kromě větru zvyšuje jejich odolnost vůči lýkožroutu smrkovému. Ten je klíčovým druhem dynamiky horských lesů, ale současně i patogenem v kulturních lesích střední Evropy. Právě to je příčinou sporů mezi ekology, pracovníky ochrany přírody a většinou klasických lesníků. Tato práce se zabývala právě vývojem a dynamikou horských smrkových porostů na trvale výzkumných plochách v I. zóně Šumavského národního parku v gradientu hory Plechý ponechaných samovolnému vývoji. Tyto plochy obecně hrají nezbytnou roli z hlediska výzkumu pro zjišťování nových poznatků, které mohou být později aplikovány například v lesích hospodářských, zejména pokud se jako v tomto případě nachází na bezzásahových územích, které patří k nejcennějším lokalitám pro výzkum vůbec. Důsledkem gradace lýkožrouta smrkového způsobené větrnou disturbancí porostů v r. 2007 došlo v následujících letech ke kompletnímu odumření stromového patra. To vedlo ke slabému rozkolísání druhové skladby porostů. Přirozená obnova smrku ztepilého a jeřábu ptačího je dostačující ke vzniku následné generace přírodě blízkého lesa. Pro dosažení tohoto cíle hraje významnou roli i podpora dalších přimíšených dřevin, například jedle bělokoré či břízy bělokoré.

8. Literatura

- BAČE, R., SVOBODA, M.,** 2016: Management mrtvého dřeva v hospodářských lesích. 44 s.
- BOBIEC, A.,** 2002: Living stands and dead wood in the Bialowieza forest: suggestions for restoration management. *Forest Ecology and Management* 165: 125–140.
- BRŮNA, J., WILD, J., SVOBODA, M., HEURICH, H., MÜLLEROVÁ, J.,** 2013: Impacts and underlying factors of landscape-scale, historical disturbance of mountain forest identified using archival documents. *For. Ecol. Manage.* 305, 294–306.
- CLARK, P. J., EVANS, F. C.,** 1954: Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, 35: 445–453.
- CROW, T. R., BUCKLEY, D. S., NAURETZ, E. A., ZÁSADA, J. C.,** 2002: Effects of management on the composition and structure of northern hardwood forests in Upper Michigan. *Forest science*, 48: 129–145.
- ČADA, V., BRŮNA, J., SVOBODA, M., WILD, J.,** 2013: Dynamika horských smrčín na Šumavě. *Živa*, č.5, roč. 2013, 213–216.
- ČADA, V., MORRISSEY, R., MICHALOVÁ, Z., BAČE, R., JANDA, P., SVOBODA, M.,** 2016: Frequent severe natural disturbances and non-equilibrium landscape dynamics shapes the mountain spruce forest in central Europe. *Forest Ecology and Management*, 169-178.
- ČERMÁK, P., MRKVA, R.,** 2007: Škody zvěří – neřešený eskalující problém. *Zpravodaj ochrany lesa*, 39-45.
- DEMEK, J.,** 1987: Hory a nížiny – zeměpisný lexikon ČSR. Academia Praha, 406 s.
- FABRIKA, M., ĎURSKÝ, J.,** 2005: Algorithms and software solution of thinning models for SIBYLA growth simulator. *Journal of Forest Science*, 51: 10: 431–445.
- FIRM, D., NAGEL, A. T., DIACI, J.,** 2009: Disturbance history and dynamics of an old-growth mixed species mountain forest in the Slovenian Alps. *Forest Ecology and Management*, s. 1893-1901.
- FRELICH, E.,** 2002: *Forest Dynamics and Disturbance Regimes*. 261 s.
- FUJITA, T.T.,** 1971: Proposed characterization of tornadoes and hurricanes by area and intensity. SMRP research paper, vol. 91. University of Chicago. 42 pp.
- FÜLDNER, K.,** 1995: Strukturbeschreibung in Mischbeständen. *Forstarchiv* 66. s. 235-606.

- GRATZER, G., DARABANT, A., CHHETRI, P. B., et al.**, 2004: Interspecific variation in the response of growth, crown morphology and survivorship to light for six tree species in the conifer belt of the Bhutan Himalayas. *Canadian Journal of Forest Research* 1093-1107.
- HABERER, M.**, 2004: Atlas okrasných rostlin. 499 s.
- HADAŠ, P.**, 2002: Emise, imise, depoziční toky a poškozování lesních porostů. *Lesnická práce*, č. 10/02.
- HILL, M.O.**, 1973: Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54: 427–432.
- HLADILIN, V.**, 1996: Péče o lesní ekosystémy Národního parku Šumava. *Silva Gabreta*, Vimperk 227-230.
- HOLUŠA, J., BERČÁK, R., LUKÁŠOVÁ, K., et al.**, 2018: Lesní požáry v České republice – definice, rozdělení: review. *Zprávy lesnického výzkumu*, 63, 102-111.
- HORÁK, J.**, 2007: Proč je důležité mrtvé dřevo? 20 s.
- HRUŠKA, J., OULEHLE, F., KRÁM, P., SKOŘEPOVÁ, I.**, 2009: Účinky kyselého deště na lesní a vodní ekosystémy 2. Vliv depozic síry a dusíku na půdy a lesy. *Živa*, č. 3, roč. 2009, 141–144.
- JAHNE, S., DOHRENBUSCH, A.**, 1997: Ein Verfahren zur Beurteilung der Bestandesdiversität. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 116: 333–345.
- JENÍK, J.**, 1995: Ekosystémy. Úvod do organizace zonálních a azonálních biomů. Univerzita Karlova, Praha. 135 s.
- JONÁŠOVÁ, M.**, 2001: Regenerace horských smrčín na Šumavě po velkoplošném napadení lýkožroutem smrkovým. *Aktuality šumavského výzkumu*, Vimperk, 161-164.
- JONÁŠOVÁ, M.**, 2013: Přírodní disturbance – klíčový faktor obnovy horských smrčín. *Živa*, č. 5, 216-219.
- KNÍŽEK, M.**, 2005: Zpravodaj ochrany lesa, Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí Škodliví činitelé v lesích Česka 2014/2015. 67 s.
- KORPEL', Š.**, 1989: *Pralesy Slovenska*. 328 s.
- KORPEL', Š.**, 1991: *Pestovanie lesa*. Bratislava, *Príroda*, 465 s.
- KORPEL', Š., SANIGA, M.**, 1995: *Přírodě blízké pestovanie lesa*. LF TU, Zvolen, 159 s.
- KRÁL, J., VACEK, S., VACEK, Z., PUTALOVÁ, T., BULUŠEK, D., & ŠTEFANČÍK, I.**, 2015: Structure, development and health status of spruce forests affected by air pollution in the western Krkonoše Mts. in 1979–2014. *Forestry Journal*, 61(3), 175-187.

- KRÁLÍČEK, I., VACEK, Z., VACEK, S., REMEŠ, J., BULUŠEK, D., KRÁL, J., & PUTALOVÁ, T., 2017:** Dynamics and structure of mountain autochthonous spruce-beech forests: impact of hilltop phenomenon, air pollutants and climate. *Dendrobiology*, 77, 119-137.
- KULAKOWSKI D., BEBI P., 2004:** Range of variability of unmanaged subalpine forests. *Forum Für Wissen*, 47-54.
- KUPKA, I., 2008:** Pěstování lesů I. Česká zemědělská univerzita v Praze, 150 s.
- LARCHER, W., 1988:** Fyziologická ekologie rostlin. Praha, Academia, 368 s.
- MALÍK, K., REMEŠ, J., VACEK, S., ŠTÍCHA, V., 2014:** Development and dynamics of mountain spruce (*Picea abies* [L.] Karsten) stand regeneration. *Journal of Forest Science*, 60(2), 61-69.
- MARGALEF, R., 1958:** Information theory in ecology. *General Systematics*, 3: 36–71.
- MASER, CH., CLINE, S. P., CROMACK, K. JR., TRAPPE J. M., HANSEN, E., 1988:** What we know about large trees that fall to the forest floor. U. S. Department of Agriculture. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-229, 153 s.
- MENHINICK, C. F., 1964:** A comparison of some species–individuals diversity indices applied to samples of field insects. *Ecology*, 45: 859–861.
- MIKESKA, M., VACEK, S., 2007a:** Struktura porostů a trvale udržitelné hospodaření v lese. Lesnická práce č. 11/07.
- MÍCHAL, I., 1983:** Dynamika přírodního lesa I až VI. *Živa*, roč. 1983, č. 1-4.
- MUSIL, I., HAMERNÍK, J., 2003:** Lesnická dendrologie 1. Jehličnaté dřeviny: Přehled nahosemenných (i výtrusných dřevin). Česká zemědělská univerzita v Praze, 177 s.
- MUSIL, I., MÖLLEROVÁ, J., 2005:** Listnaté dřeviny. Přehled dřevin v rámci systému rostlin krytosemenných. Česká zemědělská univerzita v Praze, 82 s.
- O'HARA, K., LATHAM, P. A., HESSBURG, P., SMITH, B. G., 1996:** A structural classification for in-land Northwest forest vegetation. *Western Journal of Applied Forestry*, 97-102 s.
- PENTTINEN, A., STOYAN, D., HENTTONEN, H., 1992:** Marked Point Processes in Forest Statistics. *Forest Science*, 38 (4): 806–824.
- PIELOU, E.C., 1975:** Ecological diversity. New York: Wiley, pp. 165.
- PODRÁZSKÝ, V., 2007:** Stav lesních půd ve výškovém transektu na lokalitě Plechý – NP Šumava. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 53: 333–345.

- POLENO, Z.**, 1993: Ekologicky orientované pěstování lesů. *Lesnictví-Forestry*, 475–480.
- POLENO, Z.**, 1997: Trvale udržitelné obhospodařování lesů. Praha, 105 s.
- POLENO, Z., VACEK, S. a kol.**, 2007: Pěstování lesů I. - Ekologické zásady pěstování lesů. *Lesnická práce*, 320 s.
- POLENO, Z., VACEK, S., a kol.**, 2009: Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce*, s. r. o., 952 s
- PRETZSCH, H.**, 2006: Wissen nutzbar machen für das Management von Waldökosystemen. *Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald*, 61: 1158–1159.
- PRŮŠA, E.**, 1985: Die böhmischen und mährischen Urwalder – ihre Struktur und Ökologie. Verlag der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Praha, 580 s.
- PUTALOVÁ, T., VACEK, Z., VACEK, S., ŠTEFANČÍK, I., BULUŠEK, D., & KRÁL, J.**, 2019: Tree-ring widths as an indicator of air pollution stress and climate conditions in different Norway spruce forest stands in the Krkonoše Mts. *Central European Forestry Journal*, 65(1), 21-33.
- RIPLEY, B. D.**, 1981: *Spatial statistics*. New York, John Wiley & Sons, 252 s.
- SANIGA, M.**, 1999: Struktura, produkčne pomery a regeneracne procesy Badinskeho pralesa (Structure, production conditions and regenerative processes in the Badín virgin forest). *J. For. Sci.* 45 (3), 121–130.
- SANIGA, M., SCHÜTZ, J. P.**, 2001: Dynamics of changes in dead wood share in selected beech virgin forests in Slovakia within their development cycle. *J. For. Sci.* 47 (12), 557–565.
- SHANNON, C. E.**, 1948: A mathematical theory of communications. *Bell. Syst. Techn. J.*, 27: 379–423.
- SKUHRAVÝ, V.**, 2002: *Lýkožrout smrkový a jeho kalamity*. 196 s.
- SLÁVIK, M.**, 2004: *Lesnická dendrologie*. Česká zemědělská univerzita v Praze, 80 s.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.**, 2004: Norway spruce thinning experiment Polom (Eastern Bohemia) after 22 years of observation. *Journal of forest science*, 1-10.
- SIMPSON, H.**, 1949: Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- SOUSA LAUSCH, A., HEURICH H., FAHSE, L.**, 2013: Spatio-temporal infestation patterns of *Ips typographus* (L.) in the Bavarian Forest National Park, Germany. *Ecol Indic* 31, 73-81.

- SPETICH, A. M., LEICHTY, O. H., STANTURF, J. A., MARION, D. A., et al., 2002:** Coarse woody debris of a prerestoration shortleaf pine-bluestem forest. In: Outcalt K. W. (ed.), Proceedings of the Eleventh Biennial Southern Silvicultural Research Conference Gen. Tech.Rep., SRS-48, 615–619.
- STOLINA, M., 1995:** Stanovisko k materiálům projednaným na vědecké sekci rady N Šumava 11. 4. 1995: 1-12.
- SVOBODA, M., 2005:** Význam tlejícího dřeva v lese na příkladu horské smrčiny. Lesnická práce, roč. 84, č. 5.
- SVOBODA, M., 2008.** Mrtvé dřevo – přehled dosavadních poznatků. Průběžná zpráva za řešení projektu 2B06012 Management biodiversity v Krkonoších a na Šumavě v roce 2006. 25 s.
- SVOBODA, M., FRAVER, S., JANDA, P., BAČE, R., ZENÁHLÍKOVÁ, J., 2010:** Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. 105-108.
- ŠANTRŮČKOVÁ, H., VRBA, J., 2010:** Co vyprávějí horské smrčiny. 153 s.
- ŠTEFANČÍK, I., 2016:** Dynamika a management přírodních a přírodě blízkých lesů. Česká zemědělská univerzita v Praze, 257 s.
- ŠTÍCHA, V., KUPKA, I., ZAHRADNÍK, D., VACEK, S., 2010:** Influence of micro-relief and weed competition on natural regeneration of mountain forests in the Šumava Mountains. Journal of forest science, 56(5), 218-224.
- ŠTÍCHA, V., MATĚJKA, K., BÍLEK, L., MALÍK, K., VACEK, S., 2013:** Obnova smrkového lesa po gradaci lýkožrouta v Národním parku Šumava. Zprávy lesnického výzkumu, 58, 131-137.
- ŠVESTKA, M., HOCHMUT, R., JANČAŘÍK, V., 1998:** Praktické metody v ochraně lesa. Lesnická práce, 309 s.
- VACEK, S., 1981:** Vyhlídky na úspěch přirozené obnovy v ochranných horských lesích Krkonoš. Lesnická práce, 118-124.
- VACEK, S., 1982:** Ekologické aspekty dekompozice biomasy v autochtonních ochranných smrčinách. Zprávy lesnického výzkumu, 5–11.
- VACEK, S., LOKVENC, T., SOUČEK, J., 1995:** Přirozená obnova lesních porostů. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe. Praha, MZe ČR, č. 20: 1–46.

- VACEK, S., MAYOVÁ, J., 2000:** Zdravotní stav lesních porostů na TVP Šumava. In Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Sborník z celostátní konference. Kostelec nad Černými lesy, Česká zemědělská univerzita v Praze, s. 142-152.
- VACEK, S., a kol., 2007a:** Zdravotní stav a dynamika lesních ekosystémů Krkonoš pod stresem vyvolaným znečištěním ovzduší. Folia forestalia Bohemica. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 216 s.
- VACEK, S., VACEK, Z., REMEŠ, J., BÍLEK, L., BALÁŠ, M., PODRÁZSKÝ, V., VACEK, S., SIMON, J., REMEŠ, J., et al., 2007b:** Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Kostelec nad Černými lesy. Lesnická práce, s. r. o., 447 s.
- VACEK, S., SIMON, J., MINX, T., PODRÁZSKÝ, V., BALCAR, Z., 2007c:** Struktura a vývoj lesních ekosystémů v Krkonoších. Opera corcontica, 44: 415–424.
- VACEK, S., KREJČÍ, F., a kol., 2008:** Lesní ekosystémy v národním parku Šumava. Lesnická práce s. r. o., 511 s.
- VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ, O., a kol., 2009a:** Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Folia Forestalia Bohemica, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., č. 9, 288 s.
- VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ, O., a kol., 2010:** Struktura a vývoj lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Lesnická práce s. r. o., 568 s.
- VACEK, S., MOUCHA, P., a kol., 2012a:** Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR. MŽP, 896 s.
- VACEK, S., HEJCMANOVÁ, P., & HEJCMAN, M., 2012b:** Vegetative reproduction of *Picea abies* by artificial layering at the ecotone of the alpine timberline in the Giant (Krkonoše) Mountains, Czech Republic. Forest Ecology and Management, 263, 199-207.
- VACEK, S., VACEK, Z., REMEŠ, J., BÍLEK, L., BALÁŠ, M., PODRÁZSKÝ, V., ŠTEFANČÍK, I., 2016:** Dynamika a management přírodních a přírodě blízkých lesů. 257 s.
- VACEK, S., a kol., 2018:** Pěstování lesů. 391 s.
- VACEK, Z., VACEK, S., BÍLEK, L., KRÁL, J., REMEŠ, J., BULUŠEK, D., & KRÁLÍČEK, I., 2014:** Ungulate impact on natural regeneration in spruce-beech-fir stands

in Černý důl nature reserve in the Orlické Hory mountains, case study from central Sudetes. *Forests*, 5(11), 2929-2946.

VACEK, Z., 2017a: Structure and dynamics of spruce-beech-fir forests in Nature Reserves of the Orlické hory Mts. in relation to ungulate game. *Cent. Eur. For. J.* 63: 23–34.

VACEK, Z., 2017b: Structure and dynamics of spruce-beech-fir forests in Nature Reserves of the Orlické hory Mts. in relation to ungulate game. *Central European Forestry Journal*, 63(1), 23-34.

VACEK, Z., BULUŠEK, D., VACEK, S., HEJCMANOVÁ, P., REMEŠ, J., BÍLEK, L., ŠTEFANČÍK, I., 2017: Effect of microrelief and vegetation cover on natural regeneration in European beech forests in Krkonoše national parks (Czech Republic, Poland). *Austrian Journal of Forest Science*, 134, 75-96.

VINŠ, B., et al., 1999: *Ochrana přírody a péče o les v Národním Parku Šumava*. Praha, MŽP, 56 s.

ÚRADNÍČEK, L., CHMELAŘ, J., 1996: *Dendrologie lesnická: Listnáče II. 3. část*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 138 s.

ÚRADNÍČEK, L., CHMELAŘ, J., 1998: *Dendrologie lesnická: Listnáče I. 2. část*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 138 s.

ZENÁHLÍKOVÁ, J., SVOBODA, M., WILD, J., 2011: The state and development of natural regeneration before and one year after a dieback in the three layer of a mountain spruce forest in the Trojmezna area of the Šumava National Park. *Silva Gabreta, Vimperk* 37-54.

ŽÁRNÍK, M., KRÍSTEK, Š., 2007: Aktuální versus přirozené rozšíření smrku ztepilého v ČR, *Vesmír* č. 86, 778-779.

9. Přílohy

9.1. Seznam tabulek

Tab. 1: Škody zvěří v ČR, 1976–2005

Tab. 2: Přehled půdních typů na Šumavě

Tab. 3: Charakteristika LVS v PLO 13 - Šumava

Tab. 4: Zastoupení SLT v PLO 13 – Šumava

Tab. 5: Porovnání přirozené, současné a cílové druhové skladby v % na Šumavě

Tab. 6: Rozdělení lokalit a základní údaje pro každou lokalitu samostatně. Je zde uvedeno číslo výzkumné plochy, GPS souřadnice, nadmořská výška, expozice a sklon svahu

Tab. 7: Přehled indexů popisujících strukturu porostu a jejich interpretace

Tab. 8: Růstová tabulka vývoje pro porost na TVP 18

Tab. 9: Vývoj indexů stromového patra smrkového porostu na TVP 18

Tab. 10: Vývoj odumřelého stojícího dřeva včetně stupňů rozkladu na TVP 18 v přepočtu na 1 ha

Tab. 11: Vývoj stavu odumřelého stojícího dřeva a stupně rozkladu na TVP 18 v přepočtu na 1 ha

Tab. 12: Zastoupení jednotlivých zlomů stojících souší na TVP 18 v přepočtu na 1 ha

Tab. 13: Zastoupení jednotlivých stupňů rozkladu pařezů na TVP 18 v přepočtu na 1 ha

Tab. 14: Zastoupení jednotlivých dřevin přirozené obnovy na mikrostanovišti na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Tab. 15: Zastoupení jednotlivých dřevin přirozené obnovy na mikroreliéfu na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Tab. 16: Růstová tabulka vývoje pro porost na TVP 19

Tab. 17: Vývoj indexů stromového patra smrkového porostu na TVP 19

Tab. 18: Vývoj odumřelého stojícího dřeva včetně stupňů rozkladu na TVP 19 v přepočtu na 1 ha

Tab. 19: Vývoj stavu odumřelého stojícího dřeva a stupně rozkladu na TVP 19 v přepočtu na 1 ha

Tab. 20: : Zastoupení jednotlivých zlomů stojících souší na TVP 19 v přepočtu na 1 ha

Tab. 21: Zastoupení jednotlivých stupňů rozkladu pařezů na TVP 19 v přepočtu na 1 ha

Tab. 22: Zastoupení jednotlivých dřevin přirozené obnovy na mikrostanovišti na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Tab. 23: Zastoupení jednotlivých dřevin přirozené obnovy na mikroreliefu na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Tab. 24: Růstová tabulka vývoje pro porost na TVP 20

Tab. 25: Vývoj indexů stromového patra smrkového porostu na TVP 20

Tab. 26: Vývoj odumřelého stojícího dřeva včetně stupňů rozkladu pařezů na TVP 20 v přepočtu na 1 ha

Tab. 27: : Vývoj stavu odumřelého stojícího dřeva a stupně rozkladu na TVP 19 v přepočtu na 1 ha

Tab. 28: Zastoupení jednotlivých zlomů stojících souší na TVP 20 v přepočtu na 1 ha

Tab. 29: Zastoupení jednotlivých stupňů rozkladu na TVP 20 v přepočtu na 1 ha

Tab. 30: Zastoupení jednotlivých dřevin přirozené obnovy na mikrostanovišti na TVP 20 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Tab. 31: Zastoupení jednotlivých dřevin přirozené obnovy na mikroreliefu na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

9.2. Seznam obrázků

Obr. 1: „Velký“ vývojový cyklus přírodních smrčín v boreální tajze (obr. nahoře) a „malý“ vývojový cyklus (obr. dole) v horských smrčínách Slovenska

Obr. 2: Přirozená obnova na tlejícím dřevě

Obr. 3: Odumřelé dřevo horské smrčiny na Šumavě

Obr. 4: Defoliace smrkového porostu v Krušných horách

Obr. 5: Následek orkánu Kyrill

Obr. 6: Vlevo početnost lesních požárů v období 2006-2015 z databáze lesních požárů HZS České republiky. Vpravo počty požárů podle vyhořelé plochy 2006–2015

Obr. 7: Lesní požár na Děčínsku

Obr. 8: Požerek lýkožrouta smrkového, 1 – snubní komůrka, 2 – matečná chodba, 3 – larvové chodby, 4 – kukelné komůrky

Obr. 9: Vlevo lapák, uprostřed otrávený lapák, vpravo lapač

Obr. 10: Výskyt smrku ztepilého (modré tečky) v ČR

- Obr. 11: Výskyt jeřábu ptačího (modré tečky) v ČR
- Obr. 12: Výskyt břízy bělokoré (modré tečky) v ČR
- Obr. 13: Zájmová lokalita Plechý na přehledové mapě ČR. Světle zelená značí CHKO Šumava, tmavě zelená Národní park Šumava
- Obr. 14: Pedologická mapa PLO – 13 Šumava
- Obr. 15: Lení vegetační stupně v PLO 13 – Šumava
- Obr. 16: Přirozená, současná a cílová druhová skladba na Šumavě
- Obr. 17: Zastoupení ploch věkových stupňů v PLO 13 – Šumava
- Obr. 18: Poškození lesních porostů v PLO 13 – Šumava
- Obr. 19: Vývoj nahodilých těžeb v m³ podle příčin v letech 1984–2008 v NP Šumava
- Obr. 20: Lokalizace trvalých výzkumných ploch 18, 19 a 20 na výškovém transektu Plechý, čerchovaná čára představuje hranici s Rakouskou republikou
- Obr. 21: Inventarizace odumřelého dřeva metodou FieldMap
- Obr. 22: Legenda barev dřevin simulátoru biodynamiky lesa SIBYLA
- Obr. 23: Interiér TVP 18 v roce 2006, S. Vacek (vlevo) a interiér TVP 19 v roce 2017, K. Matějka (vpravo)
- Obr. 24: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve stromovém patře smrkového porostu na TVP 18 v roce 2004 v přepočtu na 1 ha
- Obr. 25: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve stromovém patře smrkového porostu na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha
- Obr. 26: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2004
- Obr. 27: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2018
- Obr. 28: Vztah mezi výčetní tloušťkou a štíhlostním kvocientem ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2004
- Obr. 29: Vztah mezi výčetní tloušťkou a štíhlostním kvocientem ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2018
- Obr. 30: Vztah mezi nasazením zelené koruny a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2018
- Obr. 31: Vztah mezi výškou stromů a délkou koruny ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2018

Obr. 32: Horizontální struktura stromového patra smrkového porostu na TVP 18 v roce 2004 vyjádřena L – funkcí

Obr. 33: Horizontální struktura smrkového porostu na TVP 18 v roce 2018

Obr. 34: Horizontální struktura stromového patra smrkového porostu na TVP 18 v roce 2018 vyjádřena L – funkcí

Obr. 35: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 18 v roce 2004

Obr. 36: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 18 v roce 2004

Obr. 37: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 18 v roce 2018

Obr. 38: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 18 v roce 2018

Obr. 39: Zastoupení dřevin přirozené obnovy na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Obr. 40: Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Obr. 41: Histogram výškové struktury přirozené obnovy jednotlivých dřevin na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Obr. 42: Vztah mezi mikrostanovištěm a průměrnou výškou přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha. Signifikantní rozdíly dle průměrné výšky jsou označeny rozdílnými písmeny diferencovaně podle dřevin

Obr. 43: Vztah mezi mikrorelíefem a průměrnou výškou přirozené diferencovaně podle dřevin na TVP 18 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha. Signifikantní rozdíly dle průměrné výšky jsou označeny rozdílnými písmeny diferencovaně podle dřevin

Obr. 44: Interiér TVP 19 v roce 2006, S. Vacek (vlevo) a interiér TVP 19 v roce 2017, K. Matějka (vpravo)

Obr. 45: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve stromovém patře smrkového porostu na TVP 19 v roce 2004 v přepočtu na 1 ha

Obr. 46: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve stromovém patře smrkového porostu na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Obr. 47: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2004

Obr. 48: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2018

Obr. 49: Vztah mezi výčetní tloušťkou a štíhlostním kvocientem ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2004

Obr. 50: Vztah mezi výčetní tloušťkou a štíhlostním kvocientem ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2018

Obr. 51: Vztah mezi nasazením zelené koruny a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2018

Obr. 52: Vztah mezi výškou stromů a délkou koruny ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2018

Obr. 53: Horizontální struktura stromového patra smrkového porostu na TVP 19 v roce 2004 vyjádřena L – funkcí

Obr. 54: Horizontální struktura smrkového porostu na TVP 19 v roce 2018

Obr. 55: Horizontální struktura stromového patra smrkového porostu na TVP 19 v roce 2018 vyjádřena L – funkcí

Obr. 56: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 19 v roce 2004

Obr. 57: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 19 v roce 2004

Obr. 58: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 19 v roce 2018

Obr. 59: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 19 v roce 2018

Obr. 60: Zastoupení dřevin přirozené obnovy na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Obr. 61: Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Obr. 62: Histogram výškové struktury přirozené obnovy jednotlivých dřevin na TVP 19 v roce 2019 v přepočtu na 1 ha

Obr. 63: Vztah mezi mikrostanovištěm a průměrnou výškou přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha. Signifikantní rozdíly dle průměrné výšky jsou označeny rozdílnými písmeny diferencovaně podle dřevin

Obr. 64: Vztah mezi mikrorelíefem a průměrnou výškou přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na TVP 19 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha. Signifikantní rozdíly dle průměrné výšky jsou označeny rozdílnými písmeny diferencovaně podle dřevin

Obr. 65: : Interiér TVP 20 v roce 2006, S. Vacek (vlevo) a interiér TVP 20 v roce 2017, K. Matějka (vpravo)

Obr. 66: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve stromovém patře smrkového porostu na TVP 20 v roce 2004 v přepočtu na 1 ha

Obr. 67: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve stromovém patře smrkového porostu na TVP 20 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Obr. 68: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2004

Obr. 69: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2018

Obr. 70: Vztah mezi výčetní tloušťkou a štíhlostním kvocientem ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2004

Obr. 71: Vztah mezi výčetní tloušťkou a štíhlostním kvocientem ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2018

Obr. 72: Vztah mezi nasazením zelené koruny a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2004

Obr. 73: Vztah mezi nasazením zelené koruny a výškou stromů ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2018

Obr. 74: Vztah mezi výškou stromů a délkou koruny ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2004

Obr. 75: Vztah mezi výškou stromů a délkou koruny ve smrkovém porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2018

Obr. 76: Horizontální struktura stromového patra smrkového porostu na TVP 20 v roce 2004 vyjádřena L – funkcí

Obr. 77: Horizontální struktura smrkového porostu na TVP 20 v roce 2018

Obr. 78: Horizontální struktura stromového patra smrkového porostu na TVP 20 v roce 2018 vyjádřena L – funkcí

Obr. 79: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 20 v roce 2004

Obr. 80: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 20 v roce 2004

Obr. 81: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 20 v roce 2018

Obr. 82: Vizualizace stavu smrkového porostu na TVP 20 v roce 2018

Obr. 83: Zastoupení dřevin přirozené obnovy na TVP 20 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Obr. 84: Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 20 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha

Obr. 85: Histogram výškové struktury přirozené obnovy jednotlivých dřevin na TVP 20 v roce 2019 v přepočtu na 1 ha

Obr. 86: Vztah mezi mikrostanovištěm a průměrnou výškou přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha. Signifikantní rozdíly dle průměrné výšky jsou označeny rozdílnými písmeny diferencovaně podle dřevin

Obr. 87: Vztah mezi mikrorelíéfem a průměrnou výškou přirozené diferencovaně podle dřevin na TVP 20 v roce 2018 v přepočtu na 1 ha. Signifikantní rozdíly dle průměrné výšky jsou označeny rozdílnými písmeny diferencovaně podle dřevin