

STRUKTURA A MODELOVÝ VÝVOJ LESNÍCH POROSTŮ V NPR TRČKOV – CHKO ORLICKÉ HORY, ČESKÁ REPUBLIKA

ZDENĚK VACEK¹, STANISLAV VACEK¹, JIŘÍ REMEŠ¹,
IGOR ŠTEFANČÍK^{1,2}, DAN BULUŠEK¹, LUKÁŠ BÍLEK¹

¹Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 129, CZ – 165 21 Praha 6 - Suchbát, e-mail: vacekz@fld.czu.cz, vacekstanislav@fld.czu.cz, remes@fld.czu.cz, bulusek@fld.czu.cz, bilek@fld.czu.cz

²Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 2175/22, SK – 960 92 Zvolen, e-mail: stefancik@nlcsk.org

VACEK, Z., VACEK, S., REMEŠ, J., ŠTEFANČÍK, I., BULUŠEK, D., BÍLEK, D., 2013: The structure and model development of stands in NNR Trčkov – protected landscape area Orlické hory, Czech Republic. Lesnícky časopis - Forestry Journal, **59**(4): 248–263, 2013, 13 fig., tab. 8, ref. 13, ISSN 0323 – 1046. Original paper.

The paper deals with the research of structure and dynamic development of stands in National Nature Reservation Trčkov, located in Protected Landscape Area Orlické Mts. (Czech Republic). The research was carried out in spruce-beech stand with admixed fir and sycamore maple. Two permanent research plots (PRP 1 and PRP 2), for each with area of 0.25 hectare were chosen as an object of our research. FieldMap technology was used for field measurement. Compared PRP were characterized by the same typological, soil, phytocenology and stand parameters, but different method of protection against game damage. Results showed that deer is considered to be limiting factor for successful development of natural regeneration of autochthonous tree species. The tree species proportion of natural regeneration occurred in PRP 1 with fencing was sufficient, contrary to PRP 2 (outside fencing) owing to site and stand conditions. The results of biometric measurements and predicted simulation by Sibyla growth simulator showed multi-layer stand structure and productive spruce-beech stands with interspersed fir and sycamore maple. We also found depleted phase of regeneration according to frequency and tree species proportion, as well as beginning of grow up stadium, especially related to fir and sycamore proportion and/or beech and spruce. It is concluded that growth visualization and simulation confirmed the hypothesis about long-term effect of game to species, spatial and age structure and development of concerned autochthonous population.

Keywords: *mixed natural forest; structure; development; management; game*

1. Úvod

V lesích chráněných území při získávání užitků z lesa je management lesních ekosystémů v ČR vesměs postaven na co největším využívání přírodních sil až na uplatňování principů autoregulace (cf. VACEK, MOUCHA *et al.*, 2012). Při rozpracovávání metod péče o jednotlivé typy ekosystémů je třeba poznat, jak by se les na daných stanovištích samovolně vyvíjel. To není možné jinde než v původním či přírodním lese, ve kterém probíhají primární lidskou činností nerušené vývojové procesy. K tomuto účelu je třeba mít sít reprezentativních lesních rezervací pro nejrozšířenější

typy stanovišť a porostů. Pokud původní či přírodní les na škále nejrozšířenějších lesních biotopů neexistuje, tak mu je nutné dát k tomu dostatečný prostor alespoň v lesích přírodě blízkých, aby se vytvořil. K tomu je třeba velmi dlouhé doby. Ve většině případů je přípustné či žádoucí, aby se přírodě pomohlo vhodným přírodě blízkým managementem (LINDH, MUIR, 2004). Tímto se zkrátí doba k dosažení cílového stavu, kdy les bude moci být zcela ponechán samovolnému vývoji podle požadavků ochrany přírody (cf. GÖTMARK, 2009).

Podle práce BAUHHUS *et al.* (2009) potenciální výhody aktivního managementu lesních porostů spočívají na dvou základních předpokladech:

- aktivní management může urychlit přiblížení porostů k žádoucímu stavu (větší přirozenosti lesních porostů);
- aktivní obnova daných struktur typických pro závěrečná stadia přirozených lesů na rozdíl od pasivního přístupu nabízí dodatečnou výhodu vyšší předvídatelnosti a nižšího rizika stejně tak jako vyšší využití např. dřevní suroviny.

Z těchto principů vychází i péče o lesní ekosystémy v chráněných územích, které jsou v našich podmínkách vždy součástí kulturní krajiny s úzkými vazbami na okolí. V Orlických horách předmětem našeho dlouhodobého zájmu jsou zejména přírodní smrkobukové porosty s vtrošenou či přimíšenou jedlí bělokorou a javorem klenem v NPR Trčkov, NPR Bukačka, PR Černý důl, PR Pod Vrchmezím, PR Sedloňovský vrch a PR Zemská brána.

Jednou z podmínek pro zdárný ekologicky orientovaný management lesních ekosystémů je poznání zákonitostí struktury a vývoje modelových přírodě blízkých lesních porostů (KORPEL, 1993). Pokud odhlédneme od lokálních procesů ve společenstvech (vliv mikrostaniště, kompetice, herbivorie apod.), je druhová diverzita v přirozených lesních porostech významně závislá na schopnosti rostlin šířit se. Ukazuje se, že šíření četných rostlin, a tím jejich přítomnost na stanovištích, je často spjata s aktivitou velkých savců (HEINKEN, RAUDNITSCHKA, 2002). Interakce rostlin s biotickými vektory disperze mají velký význam pro druhové složení rostlinných společenstev, které lze s výhodou studovat pomocí dlouhodobých monitorovacích programů. Nadměrná aktivita zvěře v lesích byla opakovaně sledována jako faktor potlačující diverzitu lesního podrostu a regeneraci stromového patra (ROONEY, 2001). Na druhé straně platí, že vliv zvěře může v současnosti nahrazovat historickou lesní pastvu, jež se výrazně podílela na utváření skladby bylinného patra lesů současné kulturní krajiny (BELLEMARE *et al.*, 2002).

Předmětem tohoto příspěvku je však pouze NPR Trčkov, kde cílem práce bylo zhodnotit strukturu a vývoj dvou modelových lesních porostů v oplocené a neoplocené části jádrového území s akcentem na vliv spárkaté zvěře a vytvořit predikci jejich vývoje porostů s využitím růstového simulátoru Sibyla (FABRIKA, ĎURSKÝ, 2005), a to jako základ pro tvorbu přírodě blízkého managementu v obdobných stanovištních podmínkách, kde je třeba přistoupit k přestavbě porostů.

3. Materiál a metodika

3.1. Charakteristika zájmového území

NPR Trčkov se rozkládá na úpatí východního svahu Orlických hor cca 1,5 km severozápadně od Trčkova při státní hranici s Polskem v lesním oddělení 126 (A, B, C, D, E). Ochrana této lokality byla vyhlášena v r. 1982. Výměra NPR v majetku Colloredo-Mansfeld Opočno je 65,13 ha a ochranného pásma 22,56 ha. Leží v nadmořské výšce 760–920 m. Průměrná roční teplota lokality se pohybuje okolo 5,5 °C a úhrn srážek kolísá kolem 1000 mm. Geologické podloží tvoří převážně krystalické břidlice (svor, svorová rula) a jen částečně v nejnižších partiích glaukonitické pískovce. Z pedologického hlediska převažují kyselé kambizemě, které jsou v okolí pramenišť oglejené, místy přecházejí v gleje a v kryptopodzoly.

V rezervaci se vyskytují původní smrkjedlové populace s 63,7 % zastoupením smrku ztepilého (*Picea abies*), 33,9 % zastoupením buku lesního (*Fagus sylvatica*), 1,0 % zaujímá javor klen (*Acer pseudoplatanus*), 0,9 % jedle bělokorá (*Abies alba*) a zbytek (0,5 %) tvoří jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) a olše šedá (*Alnus incana*), topol osika (*Populus tremula*) a jilm horský (*Ulmus glabra*).

Věková struktura dřevin se pohybuje v rozmezí 1. až 21. věkového stupně, největší zastoupení mají 4., 5. a 18. stupně. Jádro rezervace tvoří geneticky velmi cenné produktivní smrkjedlobukové populace se značně diferencovanou prostorovou a věkovou strukturou a s relativně bohatou přirozenou obnovou dřevin stromového patra, zejména buku lesního, smrku ztepilého, javoru kleny i jedle bělokoré.

Zejména pak v jádru rezervace jsou porosty značně prostorově a věkově diferencované. Zde je možno většinou odlišit tři oddělené vývojové generace. Na velké části rezervace se však struktura blíží jednovrstevnému lesu hospodářskému se spontánní přirozenou obnovou.

Bylinné patro je tvořeno běžnými druhy smrkjedlobučin náležejícími především do podsvazu *Acerion* a částečně i *Eu-Fagion* a svazu *Luzulo-Fagion*.

Hlavním cílem ochrany této lokality je uchování přirozených společenstev a geneticky velmi cenných, vysoce produktivních smrkjedlobučin (ekotypy původního buku, smrku, jedle a kleny), které jsou značně poškozovány neúměrně vysokými stavy spárkaté zvěře.

3.2. Charakteristika trvalých výzkumných ploch (TVP)

TVP 1 se nachází na mírném svahu východní expozice v porostu 126A17b/4 v oplocence (0,6 ha) založené v roce 1983. Typologicky se jedná o LT 6S1 – svěží smrková bučina šťavelová (*Picceto-Fagetum oligomesotrophicum*) a z hlediska curyšsko-montpellierské školy se jedná o rost-

linnou asociaci *Calamagrostio villosae-Fagetum* Mikyška 1972. Půdním typem je kyselá mezotrofní modální kambizem. Z hlediska malého vývojového cyklu lesa se jedná o značně diferencovanou autochtonní smrkovou bučinu s vtroušenou jedlí bělokorou a javorem klenem v převážujícím stadiu optima, do něhož pomístně proniká stadium dorůstání. Nálety, nárosty a počáteční fáze stadia dorůstání zde evidentně nejsou poškozovány spárkatou zvěří.

TVP 2 – se nachází na mírném svahu severovýchodní expozice v porostu 126D17b/5b mimo oplocenku. Její typologické, půdní, fytoecologické i porostní charakteristiky jsou stejné jako na TVP 1. Pouze nálety, nárosty a jedinci počáteční fáze stadia dorůstání jsou zde evidentně poškozováni spárkatou zvěří.

3.3. Metodika terénního měření

Pro stanovení struktury stromového patra i přirozené obnovy dřevin lesních ekosystémů byla při zakládání 2 TVP o velikosti 50 × 50 m (0,25 ha) použita technologie FieldMap. Pomocí této sestavy byla zaměřena poloha všech jedinců stromového patra i přirozené obnovy. U stromového patra byly též změřeny výšky nasazení zelené koruny a obvod koruny, a to minimálně ve 4 směrech na sebe kolmých. Výčetní tloušťky stromového patra byly měřeny kovovou průměrkou s přesností na 1 mm a výšky stromů pomocí výškoměru laser Vertex s přesností na 0,1 m. U nárostů (tj. od 50 cm výšky) byly dále měřeny: výška, výška nasazení zelené koruny a šířka koruny pomocí výškoměrné tyče a metru s přesností na cm a tloušťka kořenového krčku šuplerou s přesností na mm. U juvenilních stadií studovaných dřevin (smrku ztepilého, jedle bělokoré, buku lesního a javoru kleny) byly v oplocence i mimo oplocenku v bezprostřední blízkosti sledovaných TVP odebrány vzorky k růstovým analýzám v počtu 5 kusů z každé varianty.

3.4. Zpracování dat

Vizualizace struktury studovaných porostů a simulace jejich vývoje byla provedena pomocí růstového modelu SIBYLA (FABRIKA, ĎURSKÝ, 2005). Výstupy růstových simulací mají grafickou a numerickou podobu. Legenda dřevin je na obrázku 1.

			
Smrk ztepilý ¹⁾	Jedle bělokorá ²⁾	Buk lesní ³⁾	Javor klen ⁴⁾

Obr. 1. Legenda barev dřevin růstového simulátoru SIBYLA
Fig. 1. Different colours of tree species used by growth simulator SIBYLA

¹⁾Norway spruce, ²⁾Silver fir, ³⁾European beech, ⁴⁾Sycamore maple

Modelování samovolného vývoje bylo provedeno pomocí uvedeného růstového simulátoru na dvou TVP ve smíšených porostech, pro které byla provedena vizualizace

a zhodnocení stavu porostů od jejich od jejich obnovy v roce 2012 a spočítána predikce vývoje po 10 letech s výhledem na 50 let za předpokladu samovolného vývoje v ekologicky stabilním prostředí. Pro větší statistickou významnost predikce bylo nastaveno opakování simulace 25× (5× opakování generování struktury, 5× opakování prognózy). Z výsledné hodnoty byl spočítán aritmetický průměr veličin z opakovaných simulací a následně byla zvolena simulace nejvíce se blížíci průměru.

Diverzita porostu ve vztahu k dřevinné skladbě, četnosti jejich zastoupení, horizontálnímu a vertikálnímu uspořádání byla hodnocena na úrovni následujících indexů a funkcí:

- index druhové různorodosti (entropie H') – (SHANNON, 1948) s rozpětím 0–1,
- index druhové vyrovnanosti (PIELOU, 1975) s rozpětím 0–1 společně s předchozím indexem jako relativní míra druhové diverzity porostu,
- standardizovaný Artenprofil index (PRETSCH, 2006) jako relativní míra diverzity udávající, nakolik se hodnocený porost blíží stavu maximální možné diverzity,
- index tloušťkové diferenciace (FÜLDNER, 1995) s rozpětím 0–1 ($TM_d > 0,7$ velmi silná tloušťková diferenciace),
- index výškové diferenciace (FÜLDNER, 1995) s rozpětím 0–1 ($TM_h > 0,7$ velmi silná výšková diferenciace) s předchozím indexem jako relativní míra diferenciace struktury porostu,
- agregační index podle CLARKA, EVANSE (1954) založený na průměrné vzdálenosti stromů ke svým nejbližším sousedům ($R < 1$ – shlukovitě, $R = 1$ – náhodné, $R > 1$ – pravidelné uspořádání porostu),
- Pielou-Mountfordův agregační index (PIELOU, 1959, MOUNTFORD, 1961) vycházející ze vzdálenosti od náhodně vybraného bodu k nejbližšímu stromu ($\alpha > 1$ – shlukovitě, $\alpha = 1$ – náhodné, $\alpha < 1$ – pravidelné uspořádání porostu),
- David-Moorův agregační index (DAVID, MOORE, 1954) založený na průměrném počtu stromů v kvadrátech dělící plochu ($CS > 1$ – shlukovitě, $CS = 1$ – náhodné, $CS < 1$ – pravidelné uspořádání porostu),
- L -funkce (RIPLEY, 1981) vyjadřují horizontální strukturu průběžně (modré čáry – náhodné rozdělení s 95 % interval spolehlivosti, černá linie pod tímto intervalem – pravidelné rozmístění, černá linie nad tímto intervalem – shlukovitě rozmístění),
- index porostní proměnlivosti (JAEHNE, DOHRENBUSCH, 1997) jako komplexní míra diverzity porostu ($B > 8$ – výrazně strukturované porosty).

Dále byly spočítány vývoj denzity stromového patra (taxační zápoj, biologický zápoj, zakmenění, index hustoty porostu), jeho biomasa a makroživiny (FABRIKA, ĎURSKÝ,

2005). Obsah chemických prvků a popela v biomase stromů byl stanoven podle práce BUBLINEC (1994) na základě jednotkového obsahu prvků v 10 mg.kg⁻¹ sušiny.

4. Výsledky

4.1. Přírozená obnova

TVP 1

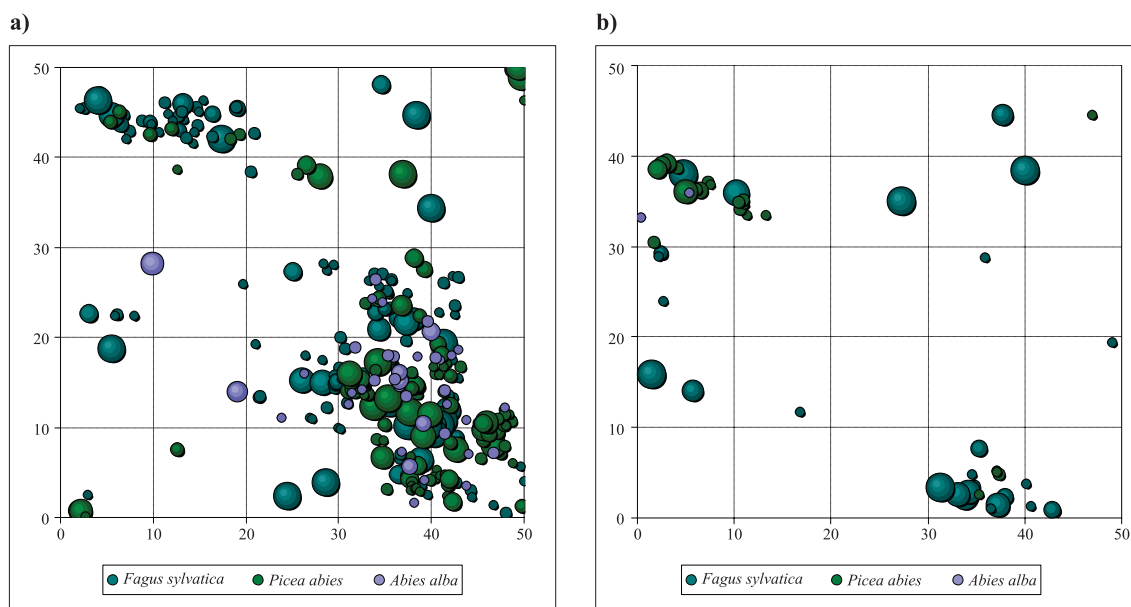
U náletu, tj. u přírozené obnovy do 50 cm výšky je v přepočtu na 1 ha u BK 4 380 jedinců, u SM 2 730, u JD 570, u KL 80, u JR 30 a u JL 20, tj. celkem 7 810 jedinců. U nárostu, tj. od 50 cm výšky je na TVP 1 v přepočtu na 1 ha u BK 532 jedinců, u SM 472 a u JD 156, tj. celkem 1 160 (obr. 2a). Celkový počet všech jedinců přírozené obnovy (náletu i nárostu) je na této ploše v přepočtu na 1 ha 8 970, z toho biologicky zajištěné obnovy je 13 %. Množství přírozeného zmlazení je diferencováno především podle zápoje stromového patra, podle charakteru půdního povrchu a pokryvnosti bylinného i mechového patra. Z toho vyplývá, že zastoupení dřevin přírozené obnovy na oplocené ploše je dostatečné vzhledem ke stanovištním a porostním poměrům.

trend s výškou nárůstů. Dílčí výjimkou je pouze poslední výšková třída (160,1–170 cm), která je 2 až 3krát větší než třídy předchozí.

V procesu vzniku přírozené obnovy a jejího vývoje se na relativně malých ploškách vlivem rozdílné struktury porostů mění ekologické podmínky pro vznik a přežívání náletů v tak široké škále, že se tu téměř vždy vyskytnou místa s příznivými podmínkami pro clonnou obnovu jednotlivých dřevin.

TVP 2

U náletu, tj. do 50 cm výšky je v přepočtu na 1 ha u BK 530 jedinců, u SM 620, u JD 20 a u KL 10, tj. celkem 1 180 jedinců. U nárostu, tj. od 50 cm výšky je na TVP 2 v přepočtu na 1 ha u BK 108 jedinců, u SM 88 a u JD 8, tj. celkem 204 (obr. 2b). Celkový počet všech jedinců přírozené obnovy (náletu i nárostu) je na této ploše v přepočtu na 1 ha 1 384 jedinců, z toho exemplářů nárostu je 15 %, které však v důsledku silného tlaku spárkaté zvěře nelze považovat za biologicky zajištěné. Bukové a smrkové zmlazení je soustředěno převážně do bioskupin. Jedle je vtroušena jednotlivě. V důsledku relativně silného zápoje

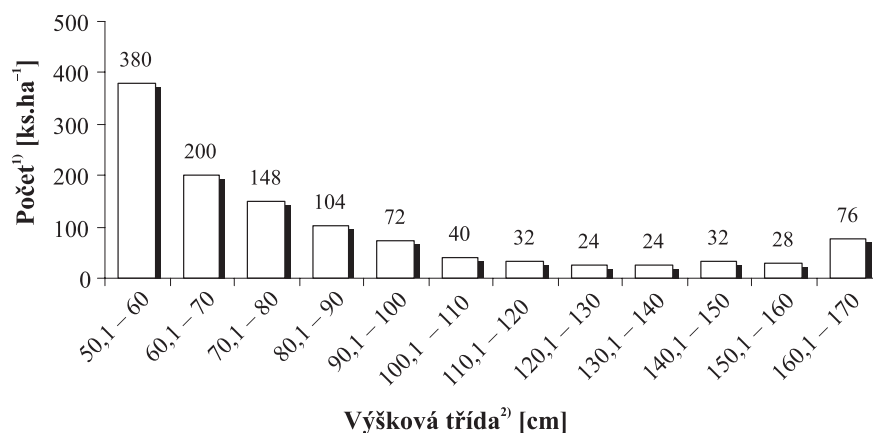


Obr. 2. Horizontální struktura přírozené obnovy (nárostů od 50 cm výšky) na TVP Trčkov 1 (a) a TVP Trčkov 2 (b)

Fig. 2. Horizontal structure of natural regeneration (advance regeneration > 50 cm of height) on PRP Trčkov 1 (a) and PRP Trčkov 2 (b)

V důsledku minimálního tlaku vysoké zvěře i při relativně silném zápoje horního stromového patra zde již dochází k vytváření výrazněji výškově a tloušťkově diferencovaného přírozeného zmlazení. Bukové a smrkové zmlazení je soustředěno převážně do výraznějších a větších bioskupin. Jedle je vtroušena jednotlivě. Zastoupení obnovy ve výškových třídách (obr. 3) má značně klesající

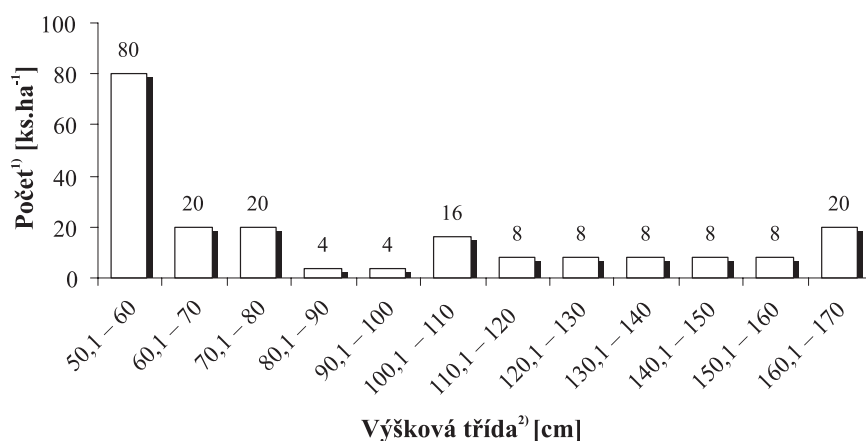
horního stromového patra a zejména pak silného tlaku vysokou zvěří zde téměř nedochází k vytváření výrazněji výškově a tloušťkově diferencovaného přírozeného zmlazení. Výšková struktura exemplářů nárostu je relativně vyrovnaná kromě první výškové třídy (50,1–60 cm), která 4 až 20krát převyšuje ostatní třídy (obr. 4). Jen velmi sporadicky dochází k přesunu z první výškové třídy nárostu do tříd vyšších, občas je tomu u SM, jen výjimečně u BK.



Obr. 3. Histogram výškové struktury přirozené obnovy (nárůstů od 50 cm výšky) na TVP Trčkov 1 v přepočtu na 1 ha

Fig. 3. Frequency of height structure of natural regeneration (advance regeneration > 50 cm of height) per hectare on PRP Trčkov 1

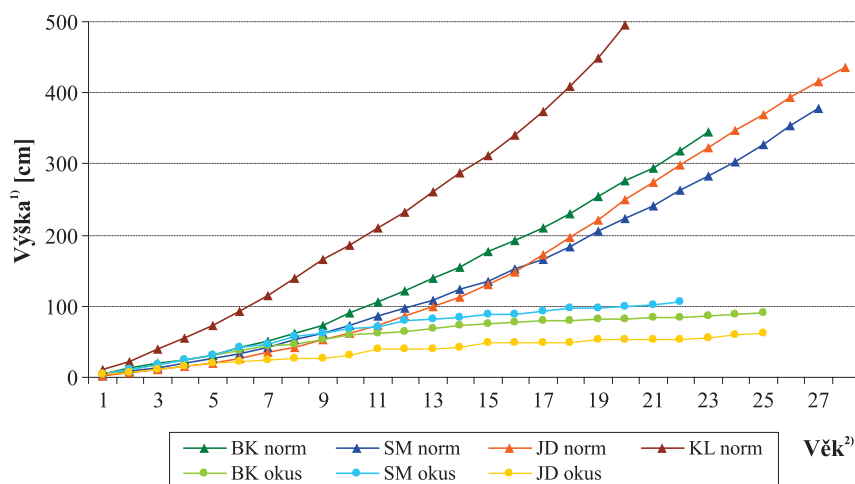
¹)Number of trees per hectare, ²)Height classes



Obr. 4. Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP Trčkov 2 v přepočtu na 1 ha.

Fig. 4. Frequency of height structure of natural regeneration per hectare on PRP Trčkov 2

¹)Number of trees per hectare, ²)Height classes



Obr. 5. Vývoj běžného výškového růstu jednotlivých dřevin v NPR Trčkov (průměrné hodnoty běžného trendu ve srovnání se sníženým růstem způsobeným okusem)

Fig. 5. Development of current height growth of tree species on NNR Trčkov (average values of current trend in comparison with decreased growth due to browsing)

Vysvětlivky – Explanatory notes: BK – buk – beech, SM – smrč – spruce, JD – jedle – fir, KL – klen – Sycamore maple, norm – běžný trend – current trend, okus – vliv zvěře – browsing effect.

4.2. Vliv spárkaté zvěře na přirozenou obnovu

Limitujícím faktorem pro úspěšnost přirozené obnovy je zde spárkatá zvěř, která silně poškozuje, až zcela likviduje přirozenou obnovu i výsadby na řadě míst v neoplocených částech rezervace. Nejvíce je to patrné z porovnání průměrných hodnot vývoje běžného výškového přírůstu vzorníků v oplocence a mimo oplocenku u javoru kleny (po okusu zvěří téměř neregeneruje), u jedle bělokoré, buku lesního, pomístně i u smrku ztepilého (obr. 5). Z obrázku je patrné, že v juvenilním stadiu (cca do 6–9 let) nejsou sledované dřeviny při skupinovité clonném způsobu obnovy zvěří v podstatě poškozovány. Jakmile začnou přesahovat výšku bylinného patra, jsou po řadu let pravidelně okusovány a jen v málo případech vlivu zvěře odrůstají. Tak např. buk lesní v 23 letech zde mimo dosah vlivu zvěře má průměrnou výšku kolem 345 cm, ale při silném okusu zvěří jen 86 cm (tj. cca 25 % běžné výšky). Podobně tomu je i u smrku ztepilého. Při běžném výškovém růstu v 23 letech dosahuje cca 283 cm a při silném okusu pouhých 107 cm (tj. 38 %). Podstatně horší situace je u jedle bělokoré, kde tyto hodnoty v 25 letech jsou 369 cm a 61 cm (tj. 17 %). Z hlediska regenerace je na tom celkově nejhůře javor klen, který po opakovaném okusu v průběhu 1–3 let uhynie.

4.3. Struktura a vývoj porostů

TVP 1

Prostorově a věkově značně diferencovaný autochtonní smrkobukový porost na TVP 1 je složen ze tří vrstev, které se místy vzájemně prolínají a mnohdy tak tvoří až výběrnou strukturu s výrazným vertikálním zápojem. V horní vrstvě tvoří vyžralou kmenovinu ve stadiu optima a ve střední vrstvě se nacházejí jedinci ve stadiu dorůstání až optima. Na prosvětlených místech se vyskytuje hojná přirozená obnova převážně pak buku lesního, smrku ztepilého, ale i jedle bělokoré. Horizontální struktura bohatě strukturovaného porostu je uvedena na obrázku 6a a histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin na obrázku 7. Jedinci stromového patra jsou na ploše rozmístění mírně pravidelně. Nejvíce jsou zastoupeny tloušťkové třídy 4–20 cm, nejméně pak třídy 32–56 cm, relativně hojně se vyskytují tloušťkové třídy od 56 cm a ani stromy nad 80 cm výčetní tloušťky nejsou výjimkou. Nejtlustší stromy tvoří výhradně smrk a jedle. Zastoupení buku lesního a smrku ztepilého je v nižších a středních třídách relativně vyrovnané a v největších pak převládá smrk ztepilý. Zastoupení dřevin jen rámcově odpovídá přirozené druhové skladbě v průběhu směny dřevin v rámci malého vývojového cyklu lesa.

Z cenotického hlediska smrk ztepilý v horním stromovém patře většinou dosahuje nadúrovňového postavení. Podobně tomu je i u jedle bělokoré. Výška buku i smrku ve stromovém patře průkazně stoupá s výčetní tloušťkou. Nasazení zelené koruny u buku je značně variabilní a převážně se pohybuje v rozmezí 2–8 m. Ve spodním stromovém patře smrku je to většinou v rozpětí 1–7 m a v horním stromovém patře 14–21 m. Štíhlostní kvocient u všech sledovaných dřevin klesá s výčetní tloušťkou, nejvýraznější pokles je přitom u nejslabších jedinců buku, ale je zde velká variabilita.

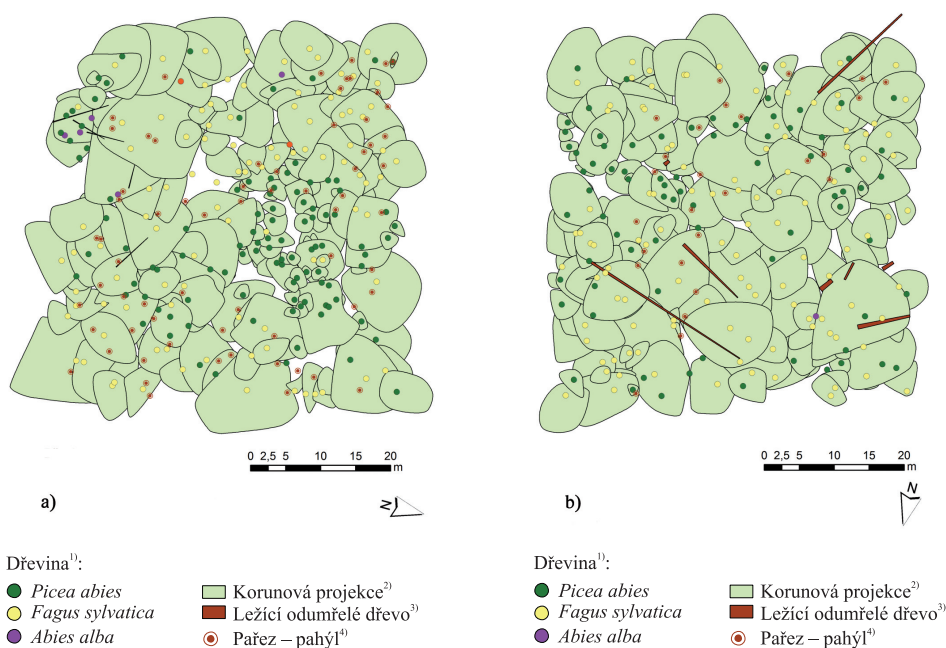
Porost má dobré autoregulační schopnosti, vyvíjí se úměrně vývojovým stadiím malého vývojového cyklu, a proto je možno ho ihned ponechat samovolnému vývoji.

TVP 2

Prostorově a věkově značně diferencovaný autochtonní smrkobukový porost na TVP 2 je složen ze tří vrstev, které se místy vzájemně prolínají a mnohdy tak tvoří až výběrnou strukturu s výrazným vertikálním zápojem. V horní vrstvě tvoří kmenovinu ve stadiu optima a ve střední vrstvě se nacházejí jedinci především ve stadiu dorůstání. Spodní vrstva přirozené obnovy (náletu a nárostu) je ve srovnání s TVP 1 relativně řídká. Horizontální struktura též bohatě strukturovaného porostu je uvedena na obrázku 6b a histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin na obrázku 8. Jedinci stromového patra jsou na ploše též rozmístění mírně pravidelně. Nejvíce jsou zastoupeny tloušťkové třídy 4–20 cm, přičemž zastoupení ve třídách 4–44 cm má výrazně klesající trend a výrazně v něm dominuje buk lesní nad smrkem ztepilým. Zastoupení ve třídách 48–76 cm je relativně vyrovnané s výraznou převahou smrku ztepilého.

Z cenotického hlediska smrk ztepilý v horním stromovém patře většinou dosahuje nadúrovňového postavení. Nejvyšší jedinci smrku dosahují výšky až 49 m. Nasazení zelené koruny u buku je značně variabilní a převážně se pohybuje v rozmezí 1–8 m. Ve spodním stromovém patře smrku je to většinou v rozpětí 2–5 m a v horním stromovém patře 1–23 m. Štíhlostní kvocient u všech sledovaných dřevin klesá s výčetní tloušťkou, velmi výrazný pokles je přitom u nejslabších jedinců buku, ale je zde velká variabilita.

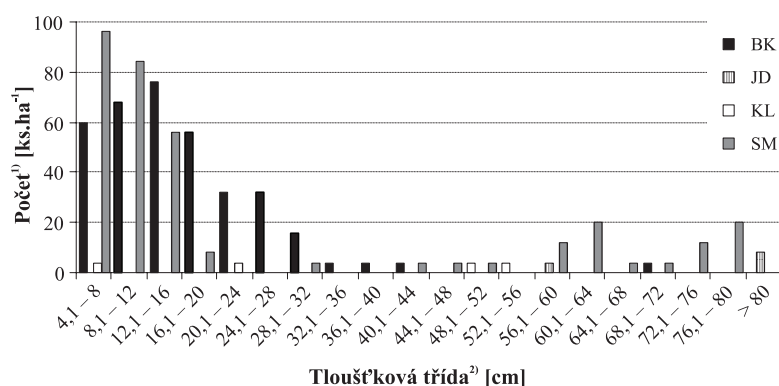
Porost má relativně dobré autoregulační schopnosti, ještě se vyvíjí úměrně vývojovým stadiím malého vývojového cyklu, i když je na ploše dlouhodobě silně redukována přirozená obnova, a to zejména javoru kleny a jedle bělokoré. Porost je možno ponechat samovolnému vývoji až po výraznější redukci spárkaté zvěře v této oblasti.



Obr. 6. Horizontální struktura porostu na TVP Trčkov 1 (a) a TVP Trčkov 2 (b)

Fig. 6. Horizontal structure of stand on PRP Trčkov 1 (a) and PRP Trčkov (b)

¹⁾Tree species, ²⁾Crown projection, ³⁾Lying dead wood, ⁴⁾Stump

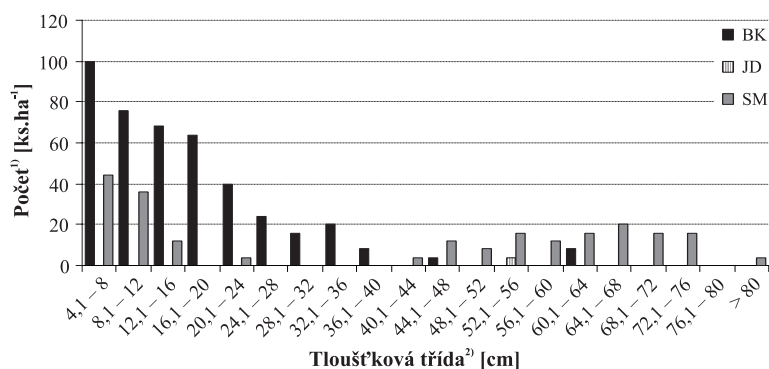


Obr. 7. Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve smíšeném porostu na TVP Trčkov 1

Fig. 7. Frequency of diameter classes according to tree species in mixed stand on PRP Trčkov 1

¹⁾Number of trees per hectare, ²⁾Diameter classes

Vysvětlivky – Explanatory notes: BK – buk – beech, SM – smrk – spruce, JD – jedle – fir, KL – klen – Sycamore maple.



Obr. 8. Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve smíšeném porostu na TVP Trčkov 2

Fig. 8. Frequency of diameter classes according to tree species in mixed stand on PRP Trčkov 2

¹⁾Number of trees per hectare, ²⁾Diameter classes

Vysvětlivky – Explanatory notes: BK – buk – beech, SM – smrk – spruce, JD – jedle – fir.

4.4. Růstové vizualizace a simulace vývoje porostu

Tabulka 1. Základní charakteristiky využitě pro simulaci
Table 1. Basic characteristics used for simulation

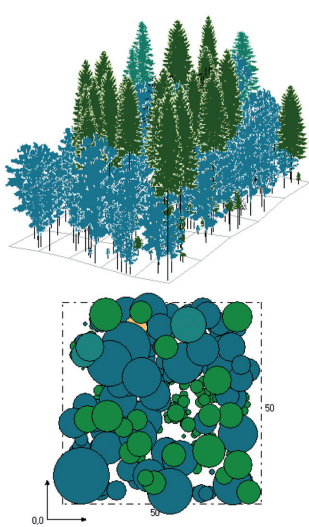
Nadmořská výška ¹⁾	Expozice ²⁾	Sklon ³⁾	Lesní typ ⁴⁾	Délka VO ⁵⁾	Průměrná teplota ve VO ⁶⁾	Roční teplotní amplituda ⁷⁾	Srážky ve VO ⁸⁾	Zásobenost vodou ⁹⁾	Zásobenost živinami ¹⁰⁾
810 m	V	16 °	6S1	115	11,2 °C	19,4 °C	530 mm	0,46	0,52

Vysvětlivky – Explanatory notes: VO – vegetační období (dny) – vegetation season (days).
¹⁾Altitude, ²⁾Exposition, ³⁾Slope, ⁴⁾Forest type, ⁵⁾Length of VO, ⁶⁾Mean temperature in VO, ⁷⁾Year temp. amplitude, ⁸⁾Precipitation in VO, ⁹⁾Soil moisture (0–1), ¹⁰⁾Soil nutrient supply (0–1)

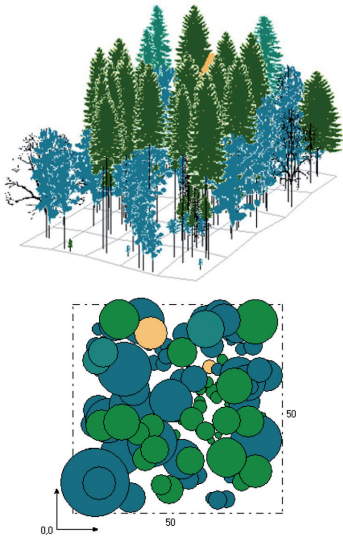
TVP 1

Růstové vizualizace a simulace vývoje autochtonního smrkobukového porostu na TVP 1 jsou zachyceny na obrazcích 9 a 10 a růstové tabulky vývoje pro sdružený smíšený porost podle hlavních dřevin a celkem při simulaci samovývoje jsou uvedeny v tabulce 2. V současnosti

(r. 2012) se jedná o prostorově a věkově výrazně diferencovaný smíšený porost buku lesního a smrku ztepilého s vtroušenou jedlí bělokorou a javorem klenem. Využití produkčního prostoru je zde dobré. Porost má dobré auto-regulační schopnosti, vyvíjí se úměrně vývojovým stadiím malého vývojového cyklu.



Obr. 9. Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP Trčkov 1 v roce 2012
Fig. 9. Visualization of current stage (2012) of mixed stand on PRP Trčkov 1



Obr. 10. Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP Trčkov 1 v roce 2062
Fig. 10. Expected development of mixed stand on PRP Trčkov 1 in 2062

Tabulka 2. Simulovaný vývoj porostních veličin pro sdružený smíšený porost na TVP Trčkov 1 při simulaci samovývoje
Table 2. Simulated development of stand parameters of total mixed stand on PRP Trčkov 1 for self-development simulation

Celkem – Total													
Rok ¹⁾	t	d _{1,3} ± σ	h	h ₉₅	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2012	145	26.5 ± 20	13.73	37.6	0.93	0.703	932	51.4	656	51.8	0.00	4.52	656
2022	157	29.0 ± 21	15.67	38.3	0.82	0.849	816	54.0	693	54.0	7.35	4.65	730
2032	167	31.3 ± 22	17.09	38.8	0.75	0.989	728	55.8	720	54.6	7.35	4.81	803
2042	177	34.2 ± 24	18.49	39.0	0.70	1.190	636	58.4	757	54.1	7.40	4.95	877
2052	187	37.8 ± 26	19.78	39.4	0.66	1.473	565	62.4	819	52.3	7.20	5.09	951
2062	198	42.8 ± 28	21.43	40.2	0.62	2.326	456	65.5	871	50.1	6.90	5.16	1 021
Smrk – Spruce													
Rok ¹⁾	t	d _{1,3} ± σ	h	h ₉₅	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2012	158	29.9 ± 23	12.44	38.4	1.06	0.926	448	31.4	415	41.6	0.00	2.63	415
2022	167	34.2 ± 26	15.03	39.2	0.89	1.227	372	34.0	457	43.9	4.25	2.74	458
2032	177	37.7 ± 28	17.08	40.0	0.78	1.499	332	36.8	498	45.3	4.15	2.82	500
2042	187	40.5 ± 29	18.41	39.7	0.73	1.730	300	38.4	519	45.5	4.10	2.89	541
2052	197	43.8 ± 31	19.88	40.3	0.67	2.031	276	41.4	561	45.4	4.10	2.95	582
2062	207	49.7 ± 33	22.08	40.6	0.61	2.624	228	43.9	598	44.4	4.10	3.01	623

Rok ¹⁾	t	$d_{1.3} \pm \sigma$	h	h_{95}	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2012	94	19.9 ± 13	14.56	24.0	0.74	0.338	456	14.2	154	73.2	0.00	1.64	154
2022	105	20.2 ± 12	15.59	23.9	0.67	0.335	424	13.6	142	77.2	2.25	1.69	177
2032	104	20.3 ± 11	16.54	24.3	0.59	0.316	372	12.0	118	81.5	2.10	1.91	199
2042	110	22.5 ± 11	18.16	24.9	0.55	0.394	308	12.2	121	80.7	2.10	1.99	219
2052	121	25.1 ± 12	19.12	25.6	0.54	0.513	256	12.7	131	76.2	2.00	1.99	241
2062	132	27.8 ± 13	19.87	26.2	0.53	0.647	208	12.6	135	71.5	1.70	1.96	259

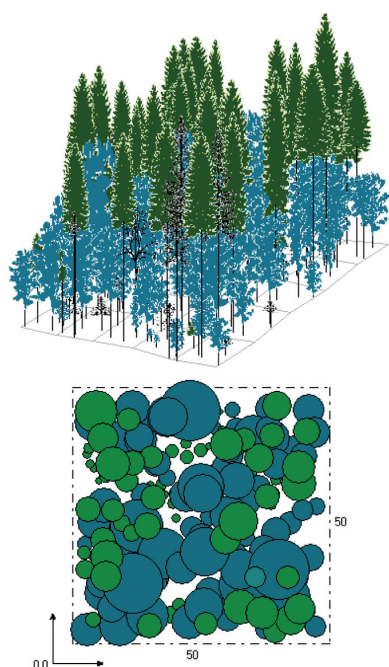
Vysvětlivky – Explanatory notes: t – průměrný věk porostu – average stand age; $d \pm \sigma$ – průměrná výčetní tloušťka $\pm$ odchylka (cm) – mean dbh $\pm$ deviation (cm); h – střední porostní výška (m) – mean height (m); h_{95} – horní 95 % porostní výška (m) – top 95 % height (m); f – výtvarnice – form factor; v – průměrný objem stromu (m^3) – average tree volume (m^3); N – počet stromů na 1 ha – number of trees per hectare; G – výčetní kruhová základna ($m^2 \cdot ha^{-1}$) – basal area ($m^2 \cdot ha^{-1}$); V – objem porostu ($m^3 \cdot ha^{-1}$) – stand volume ($m^3 \cdot ha^{-1}$); h:d – štíhlostní kvocient – slenderness quotient; CBP – celkový běžný přírůst ($m^3 \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$) – total current increment; CPP – celkový průměrný přírůst ($m^3 \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$) – total average increment; COP – celková objemová produkce ($m^3 \cdot ha^{-1}$) – total volume production.

¹⁾Year

TVP 2

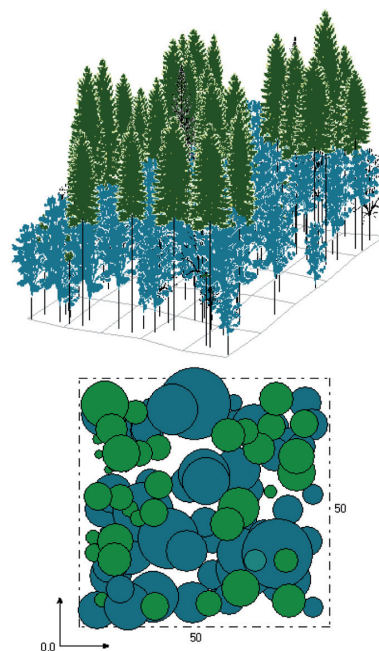
Růstové vizualizace a simulace vývoje autochtonního smrkobukového porostu na TVP 2 jsou zachyceny na obrázcích 11 a 12 a růstové tabulky vývoje pro sdružený smíšený porost podle hlavních dřevin a celkem při simulaci samovývoje jsou uvedeny v tabulce 3. V současnosti (r. 2012) se jedná o prostorově a věkově relativně diferencovaný smíšený porost buku lesního a smrku ztepilého s vtroušenou

jedlí bělokorou. Využití produkčního prostoru je zde ve střední a horní porostní vrstvě ještě dobré, naproti tomu spodní porostní vrstva (nálety a nárosty) je výrazně redukována až decimována zejména okusem spárkatou zvěří. V porostu se při dlouhodobém výrazném vlivu zvěře začíná projevovat nedostatečný počet odrůstajících jedinců ve fázi obnovy a v počátcích stadia dorůstání, a to zejména u javoru klenu a jedle bělokoré.



Obr. 11. Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP Trčkov 2 v roce 2012

Fig. 11. Visualization of current stage (2012) of mixed stand on PRP Trčkov 2



Obr. 12. Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP Trčkov 2 v roce 2062

Fig. 12. Expected development of mixed stand on PRP Trčkov 2 in 2062

Tabulka 3. Simulovaný vývoj porostních veličin pro sdružený smíšeného porostu na TVP Trčkov 2 při simulaci samovývoje
Table 3. Simulated development of stand parameters of total mixed stand on PRP Trčkov 2 in self-development simulation

Celkem – Total

Rok	t	$d_{1,3} \pm \sigma$	h	h_{95}	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2012	140	30.8 ± 21	17.20	40.2	0.79	1.01	780	57.8	794	55.8	0.00	5.67	794
2022	154	33.4 ± 22	19.23	40.7	0.72	1.21	672	58.9	817	57.6	7.85	5.68	874
2032	165	36.3 ± 23	20.74	41.5	0.67	1.44	584	60.3	846	57.1	7.65	5.76	951
2042	176	40.4 ± 25	22.38	42.2	0.63	1.82	484	61.7	882	55.4	7.30	5.84	1 027
2052	186	41.9 ± 26	23.04	42.5	0.62	1.96	452	62.2	889	55.0	7.05	5.9	1 097
2062	195	45.1 ± 27	24.43	42.7	0.58	2.28	420	66.8	958	54.2	7.05	5.99	1 168

Smrk – Spruce

Rok	t	$d_{1,3} \pm \sigma$	h	h_{95}	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2012	149	42.3 ± 27	21.25	42.3	0.69	2.06	312	43.7	645	50.2	0.00	4.32	644
2022	166	49.6 ± 28	26.05	43.0	0.57	2.88	224	43.1	645	52.5	5.35	4.21	699
2032	176	52.1 ± 30	27.02	43.7	0.55	3.19	216	45.8	689	51.9	5.35	4.27	751
2042	186	55.5 ± 31	28.42	44.3	0.53	3.63	200	48.0	726	51.2	5.25	4.33	806
2052	195	56.8 ± 32	28.71	44.7	0.52	3.82	196	49.4	748	50.5	5.05	4.39	856
2062	205	61.2 ± 32	30.76	45.3	0.49	4.44	180	52.6	799	50.3	5.15	4.42	907

Buk – Beech

Rok	t	$d_{1,3} \pm \sigma$	h	h_{95}	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2012	97	19.1 ± 11	14.34	24.6	0.72	0.296	464	13.3	137	75.1	0.00	1.42	138
2022	106	20.5 ± 12	15.66	25.4	0.68	0.355	444	14.7	158	76.4	2.25	1.52	161
2032	112	21.6 ± 12	16.88	26.2	0.63	0.389	364	13.3	142	78.1	2.10	1.63	183
2042	123	23.8 ± 13	17.91	26.9	0.62	0.497	280	12.4	139	75.3	1.90	1.65	203
2052	124	24.1 ± 12	18.46	26.7	0.57	0.481	252	11.4	121	76.6	1.80	1.78	221
2062	133	26.2 ± 12	19.44	27.5	0.56	0.587	236	12.7	139	74.4	1.75	1.80	239

Vysvětlivky – Explanatory notes: viz tabulka 2 – see Table 2.

4.5. Strukturální diferenciacie porostu TVP 1

Vývoj hodnot strukturálních indexů stromového patra na TVP 1 je uveden v tabulce 4 a vývoj jeho denzity v tabulce 5. Horizontální struktura stromového patra tohoto porostu byla v r. 2012 náhodná. S pokračující dynamikou ve stadiu pokročilého optima tento trend zpočátku víceméně setrvává, později mírně mění na shlukovité rozmístění. Z obrázku 13a vyplývá, že náhodné rozmístění stromů převládá při rozestupu do 4 m, při větší vzdálenosti se jedná již o shlukovitou strukturu, jež je ovlivněna dorůstající dolní etáží (dle všech tří indexů přirozená obnova výrazně agregovaná). Porost se vyznačuje střední prostorovou diverzitou, jež se bude postupně snižovat. Porostní proměnlivost tohoto bohatě strukturovaného porostu bude pravděpodobně pozvolna klesat, ale i v průběhu sledovaných let bude stále relativně vysoká. Střední tloušťková diferenciacie porostu se v blízké budoucnosti nebude s mírnými oscilacemi výrazně měnit. U střední výškové diferenciacie dojde k pozvolnému poklesu. Porost se vyznačuje vysokou, resp. střední (z hlediska druhové různorodosti) druhovou diverzitou a v budoucnosti se předpokládá mírný pokles.

Jednotlivé charakteristiky denzity porostu si aktuálně i v průběhu predikce udržují velmi vysokou úroveň. Téměř prostorový dokonalý, místy až stísněný zápoj se v průběhu let společně s indexem hustoty patrně nebude zásadně měnit. Naproti tomu pozvolna rostoucímu zakmenění poukazuje na porost stále více využívající svůj produkční prostor. Celková plocha korunových projekcí v přepočtu na 1 ha v současnosti dosahuje 2,35 ha.

V současnosti zásoba hroubí sdruženého porostu je $656 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, z toho 415 m^3 připadá na smrk a 154 m^3 na buk (zbytek je podíl jedle a javoru klenu). V roce 2062 se předpokládá dokonce o $215 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ vyšší. Počet jedinců stromového patra je $932 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$, z toho 448 ks připadá na smrk a 456 ks na buk (zbytek je jedle a javor klen). Podíl zastoupení obou dřevin stromového patra se zde za 50 let téměř nezmění. Produkční schopnosti porostu jsou vzhledem ke stanovištním a porostním poměrům velmi dobré. Celkový běžný přírůst je v r. 2012 přibližně $7,4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ a celkový průměrný přírůst $4,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. V průběhu 50 let dojde k redukci původního počtu stromů přibližně o 51 %.

Tabulka 4. Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP Trčkov 1 při simulaci samovývoje**Table 4.** Development of tree layer indexes of mixed stand on PRP Trčkov 1 in self-development simulation

Rok ¹⁾	H' (Si)	E (Pii)	A (Pri)	TM _d (Fi)	TM _h (Fi)	R (C&Ei)	α (P&Mi)	CS (D&Mi)	B (J&Di)
2012	0.400	0.663	0.579	0.501	0.444	1.092	1.024	0.073	8.607
2022	0.394	0.654	0.551	0.503	0.403	1.025	1.207	0.190	8.327
2032	0.383	0.636	0.517	0.463	0.357	1.006	1.229	0.201	7.962
2042	0.387	0.643	0.519	0.473	0.347	0.969	1.339	0.298	7.854
2052	0.386	0.641	0.511	0.472	0.348	0.992	1.212	0.201	7.783
2062	0.384	0.638	0.498	0.528	0.375	0.995	1.129	0.137	7.731

Vysvětlivky – explanatory notes: H' – index druhové různorodosti (entropie H') – index of species diversity (entropy), E – index druhové vyrovnanosti – index of species equability, A – Arten-profil index – Arten-profile index, TM_d – index tloušťkové diferenciace – index of diameter differentiation, TM_h – index výškové diferenciace – index of height differentiation, R – Clark-Evansův agregační index – Clark-Evans index of aggregation, α – Pielou-Mountfordův index – Pielou-Mountford index, CS – David-Moorův index – David-Moore index, B – index porostní proměnlivosti – index of stand changeability.

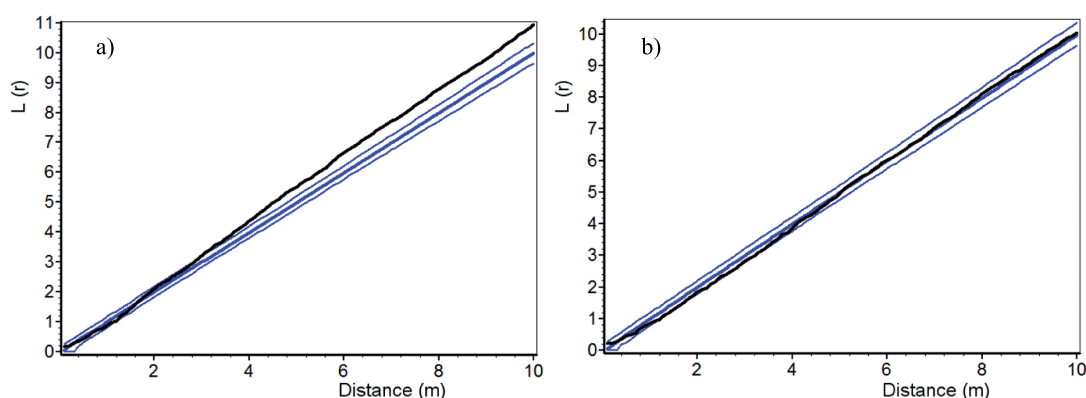
¹⁾Year

Tabulka 5. Vývoj hustoty stromového patra smíšeného porostu na TVP Trčkov 1 a 2 při simulaci samovývoje**Table 5.** Development of tree layer density of mixed stand on PRP Trčkov 1 and 2 in self-development simulation

Rok ¹⁾	TVP 1 ²⁾				TVP 2 ²⁾			
	CC	CP	SD	SDI	CC	CP	SD	SDI
2012	0.92	2.35	0.82	0.84	0.92	2.20	0.87	0.88
2022	0.92	2.36	0.81	0.86	0.92	2.22	0.89	0.87
2032	0.91	2.32	0.82	0.86	0.91	2.15	0.89	0.86
2042	0.91	2.33	0.84	0.87	0.89	2.04	0.90	0.85
2052	0.91	2.34	0.90	0.89	0.89	2.00	0.88	0.84
2062	0.91	2.29	0.91	0.90	0.90	2.11	0.90	0.89

Vysvětlivky – Explanatory notes: CC – stupeň zápoje (taxační zápoj) – canopy density (mensurational density), CP – korunové projekce (biologický zápoj) – crown projection (biological canopy), SD – zakmenění – stocking, SDI – index hustoty porostu – index of stand density.

¹⁾Year, ²⁾PRP

**Obr. 13.** Horizontální struktura porostu na TVP Trčkov 1 (a) a TVP Trčkov 2 (b) vyjádřená L-funkcí**Fig. 13.** Horizontal stand structure on PRP Trčkov 1 (a) and PRP Trčkov 2 (b) defined by L-function

TVP 2

Vývoj hodnot strukturálních indexů stromového patra na TVP 2 je uveden v tabulce 6 a vývoj jeho hustoty v tabulce 5. Horizontální struktura stromového patra tohoto porostu byla v r. 2012 v podstatě náhodná až nevýrazně pravidelná (podle Pielou-Mountfordova indexu) a s pokračující dynamikou ve stadiu pokročilého optima se tento trend rozmístění mírně mění k pravidelnosti. Náhodné rozmístění při rozestupu do 1 m a od 4 m vyplývá i z L-funkce uvedené na obrázku 13a. Při vzdálenosti 1–4 m jsou stromy na ploše rozmístěny pravidelně. Porostní proměnlivost je na počátku sledování velmi vysoká, postupně však bude docházet k jejímu poklesu. Tloušťková diferenciace porostu je relativně vysoká a nadále si udržuje vyrovnaný

charakter, oproti tomu u střední výškové diferenciace se ještě očekává její snížení. Porost se vyznačuje nízkou až střední druhovou diverzitou, jenž je výrazně nižší než na oplocené TVP Trčkov 1 (druhová různorodost nižší o 34 %) a v budoucnosti její stav bude ještě stále klesat, pokud se nepodaří eliminovat škody spárkatou zvěří.

Jednotlivé charakteristiky hustoty porostu si aktuálně i v průběhu predikce udržují velmi vysokou úroveň. Téměř dokonalý, místy až stísněný zápoj se bude v průběhu let mírně snižovat. Naproti tomu poměrně vysoké zakmenění a index hustoty se v průběhu vývoje nebude zřetelně měnit. Celková plocha korunových projekcí v přepočtu na 1 ha přesahuje 2,11 ha.

V současnosti zásoba hroubí sdruženého porostu je 794 m³.ha⁻¹, z toho 645 m³ připadá na smrk a 137 m³ na buk (zbytek je podíl jedle). V roce 2062 se předpokládá 958 m³.ha⁻¹. Počet jedinců stromového patra je 780 ks.ha⁻¹, z toho 312 ks připadá na smrk a 464 ks na buk (zbytek je jedle). Procentuální podíl zastoupení obou dřevin se za 50 let změní jen minimálně (o 3 % ve prospěch smrku

ztepilého). Produkční schopnosti porostu jsou vzhledem ke stanovištním a porostním poměrům velmi dobré. Celkový běžný přírůst se v roce 2012 pohybuje okolo 7,9 m³.ha⁻¹.rok⁻¹ a celkový průměrný přírůst okolo 5,7 m³.ha⁻¹.rok⁻¹. V průběhu 50 let dojde k redukci původní počtu 780 na 420 stromů na hektar (pokles o 47 %).

Tabulka 6. Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP Trčkov 2 při simulaci samovývoje

Table 6. Development of tree layer indexes of mixed stand on PRP Trčkov 2 in self-development simulation

Rok ¹⁾	H' (Si)	E (Pii)	A (Pri)	TM _d (Fi)	TM _h (Fi)	R (C&Ei)	a (P&Mi)	CS (D&Mi)	B (J&Di)
2012	0.266	0.558	0.607	0.551	0.482	1.092	0.882	-0.151	7.668
2022	0.277	0.581	0.616	0.562	0.433	1.077	0.964	-0.192	7.736
2032	0.267	0.560	0.602	0.568	0.427	1.031	0.945	-0.161	7.474
2042	0.257	0.539	0.584	0.545	0.395	1.060	0.950	-0.212	7.339
2052	0.233	0.488	0.553	0.557	0.396	1.079	0.985	-0.233	7.078
2062	0.228	0.478	0.546	0.556	0.415	1.117	0.954	-0.324	6.855

Vysvětlivky – Explanatory notes: viz. tabulka 4 – see Table 4.

4.6. Biomasa a její tvorba

TVP 1

V tabulce 7 je uvedeno množství biomasy a makroživin na TVP Trčkov 1. Obsah biomasy hlavního porostu se stoupajícím věkem zvyšuje, v r. 2012 dosahuje 426 482 kg sušiny.ha⁻¹, z čehož kořeny a pařezy s kůrou z celkového množství biomasy tvoří 19 %, kůra kmenů 3 %, větve s kůrou 11 % a asimilační orgány 3 %. Největšího množství biomasy dosahuje dřevo kmenů (272 654 kg.ha⁻¹), jenž tvoří více než polovinu z celkové hmotnosti sušiny na hektar (64 %). Potenciální objem vytranspirované vody se v r. 2012 pohybuje okolo 2 428 m³.ha⁻¹.rok⁻¹, tj. 243 mm.rok⁻¹, množství spotřebovaného CO₂ dosahuje cca 818 t.ha⁻¹, vyprodukovaného O₂ 596 t.ha⁻¹ a popela 5,8 t.ha⁻¹. Mezi nejvýznamnější zastoupené stopové prvky se řadí magnézium (101 kg.ha⁻¹) a železo (52 kg.ha⁻¹). Nejvíce zastoupeným toxickým prvkem je chlor (24 kg.ha⁻¹), z ostatních prvků potom křemík (614 kg.ha⁻¹) a hliník (62 kg.ha⁻¹).

Tabulka 7. Množství makroživin a biomasy smíšeného porostu na TVP Trčkov 1 při simulaci samovývoje

Table 7. Amount of macronutrients and biomass in mixed stand on PRP Trčkov 1 in self-development simulation

Rok ¹⁾	Makroživiny ²⁾							Biomasa ³⁾
	C	N	P	K	Ca	Mg	S	
2012	223 412	818	61	375	1 020	140	102	426 482
2022	230 654	825	60	373	1 031	139	105	440 140
2032	235 775	833	60	367	1 043	136	107	449 711
2042	246 781	875	62	384	1 092	141	112	470 692
2052	264 537	931	66	408	1 161	151	120	504 493
2062	276 971	954	67	416	1 192	155	126	528 057

Vysvětlivky – Explanatory notes: makroživiny (kg.ha⁻¹) – macronutrients, biomasa (kg sušiny.ha⁻¹) – biomass.

¹⁾Year, ²⁾Macronutrients, ³⁾Biomass

TVP 2

V tabulce 8 je uvedeno množství biomasy a makroživin na TVP Trčkov 2. Obsah biomasy hlavního porostu se stoupajícím věkem zvyšuje, v r. 2012 se pohybuje okolo 500 685 kg sušiny.ha⁻¹, z čehož dřevo kmene tvoří 325 196 kg.ha⁻¹. Během 50 let dojde přibližně k nárůstu biomasy o 77 964 kg.ha⁻¹. Potenciální objem vytranspirované vody v r. 2012 dosahuje 2 737 m³.ha⁻¹.rok⁻¹, tj. 274 mm.rok⁻¹, množství spotřebovaného CO₂ je cca 961 t.ha⁻¹, vyprodukovaného O₂ 699 t.ha⁻¹ a popela 6,5 t.ha⁻¹. Mezi nejvýznamnější zastoupené stopové prvky se řadí magnézium (125 kg.ha⁻¹) a železo (57 kg.ha⁻¹). Nejvíce zastoupeným toxickým prvkem je chlor (29 kg.ha⁻¹), z ostatních prvků potom křemík (633 kg.ha⁻¹) a hliník (65 kg.ha⁻¹).

Tabulka 8. Množství makroživin a biomasy smíšeného porostu na TVP Trčkov 2 při simulaci samovývoje

Table 8. Amount of macronutrients and biomass in mixed stand on PRP Trčkov 2 in self-development simulation

Rok ¹⁾	Makroživiny ²⁾							Biomasa ³⁾
	C	N	P	K	Ca	Mg	S	
2012	262 478	937	67	414	1 174	153	119	500 685
2022	270 315	968	70	433	1 211	161	123	515 734
2032	274 882	968	69	426	1 212	157	125	524 251
2042	282 258	980	69	428	1 228	158	128	538 174
2052	283 004	988	69	425	1 236	155	129	539 521
2062	303 530	1 053	73	455	1 316	167	138	578 649

Vysvětlivky – Explanatory notes: viz. tabulka 7 – see Table 7.

5. Diskuze

Z historických dokladů vyplývá, že studované smrkojedlobukové porosty byly v průběhu 16. až 18. století ovlivňovány pastvou dobytka v lese (cf. VACEK, MOUCHA *et al.*, 2012), což mohlo mít vliv na snížení podílu stínomilných a zejména

pak listnatých dřevin a na udržování některých světlomilných druhů (cf. HEINKEN, RAUDNITSCHKA, 2002).

Druhovú skladbu je jedním z charakteristických rysů studovaných lesních porostů v NPR Trčkov v CHKO Orlické hory. TVP Trčkov 1 a TVP Trčkov 2 reprezentují smrkobukové porosty s příměsí jedle bělokoré a javoru klenu. Zastoupení dřevin na TVP je velmi podobné s dominantním bukem a smrkem, buk zde má zastoupení od 42–49 %, smrk 42–47 %. Jedle může dosahovat zastoupení až 16 %. Při srovnání zastoupení jednotlivých dřevin se smíšenými přírodě blízkými lesními porosty z lesní rezervace Lom v Bosně a Hercegovině, kde je zastoupení jednotlivých dřevin: buk 60,5 %, jedle 24,9 %, smrk 14,1 % (MOTTA *et al.*, 2011), je na lokalitě Trčkov zejména výrazně vyšší zastoupení smrku především na úkor jedle. Podobný trend zjistil na Slovensku KORPEL (1993) v NPR Skalná Alpa, kde zastoupení smrku (65 %) převyšovalo podíl jedle (10 %). Též VRŠKA *et al.* (2009) z bukojedlových porostů po celých Karpatech (Razula, Salajka, Mionší /CZ/, Badín, Dobroč, Stružica /SK/, Pop Ivan /UA/) dokládají snižující se podíl jedle bělokoré v těchto rozsáhlých lesních rezervacích. Např. v Mionší byl zaznamenán pokles v zastoupení jedle o 80 % za 47 let a na Salajce o 40 % za 20 let. Výrazný úbytek jedle zde není zapříčiněn cyklickou směnou dřevin, ale je dán nerovnováhou mezi predátory a vysokými stavy spárkaté zvěře, které limitují zdárné odrůstání jedlového zmlazení. Diametrálně odlišný trend naproti tomu ukazuje intenzivně se zvyšující podíl zmlazení buku (až o 310 % v počtu ks.ha⁻¹) v mezerách, vytvořených po odumírání jedle v horní etáži. Podobně je tomu podle práce FIRM *et al.*, (2009) ve smrkojedlobukových porostech ve Slovinských Alpách, kde za posledních 54 let došlo k poklesu podílu jedle o 13 % ve prospěch buku, u smrku je podíl víceméně konstantní. Kruhovú základnu živých stromů je 59,4 m².ha⁻¹ a je téměř totožná s TVP 1 v Trčkově (57,8 m².ha⁻¹), avšak kruhovú základnu odumřelých stromů je o 28 % nižší (5,5 m².ha⁻¹).

Též z práce KLOPCIC *et al.* (2010) vyplývá postupné stárnutí populace jedle spolu s nedostatečným dorůstáním mladých jedlí vlivem silného tlaku zvěře ve smíšených porostech ve Slovinsku. Porovnávána byla přirozená obnova v oplocené části porostu (před 35 lety) a v neoplocené části porostu, přičemž k největšímu poškození až eliminaci jedlového zmlazení zvěří docházelo ve výškových třídách od 20 do 50 cm a vyšší zmlazení se zde již v důsledku okusu nevyskytovalo. Na oplocené lokalitě byla hustota přirozené obnovy jedle 4,8krát vyšší než v neoplocené části. Z tohoto pohledu je v NPR Trčkov tento rozdíl ještě výraznější – v oplocence je podíl zmlazení jedle 19,5krát vyšší než mimo oplocení a i celkový počet všech jedinců obnovy v oplocence je 5,7krát vyšší, což jednoznačně dokumentuje vliv spárkaté zvěře na přirozenou obnovu nejen jedle, ale i ostatních dřevin.

Přirozená obnova (nálet i nárost) dosahuje na ploše chráněné oplocením v Trčkově v přepočtu na 1 ha 8 970 jedinců. Množství jedinců přirozeného zmlazení je diferencováno především podle zápoje stromového patra, podle charakteru půdního povrchu a pokryvnosti bylinného i mechového patra. Z toho vyplývá, že zastoupení dřevin přirozené obnovy na oplocené ploše je dostatečné vzhledem ke stanovištním a porostním poměrům. Na neoplocené ploše je dlouhodobě silně redukována přirozená obnova, a to zejména javoru klenu a jedle bělokoré. Významný tlak zvěře tak negativně působí na druhové složení těchto cenných autochtonních porostů.

Výrazně větší početnost i pokryvnost přirozené obnovy (náletu i nárostu) byla zjištěna na oplocené ploše, kde jedinci zdárně odrůstají tlaku vysoké zvěře. Naproti tomu na neoplocené ploše dochází nejen ke snižování početnosti a pokryvnosti přirozené obnovy, ale i k ovlivňování jejich druhové skladby. K největšímu poškození až eliminaci dřevin fáze obnovy až počátku stadia dorůstání zde dochází u javoru klenu a jedle bělokoré. K podobným poznatkům o škodách spárkatou zvěří na přirozené obnově ve srovnatelných smíšených porostech dospěli VACEK, VACEK, SCHWARZ, O. *et al.* (2009) v Krkonoších.

JAWORSKI, KOŁODZIEJ, PORADA (2002), kteří se zabývají výzkumem v Západních Karpatech v Polsku, potvrzují také klesající zastoupení jedle v rozmezí 4–15 % v závislosti na stanovišti během posledních let. Jedle ustupuje především na úkor buku, jehož přirozená obnova poměrně velmi dobře prosperuje. Jako jednu z příčin ústupu jedle uvádí JAWORSKI, KOŁODZIEJ, PORADA (2002) destruktivní vliv vysoké zvěře na její přirozenou obnovu. BOTTERO *et al.* (2011) ve smíšených přírodě blízkých lesích v lesní rezervaci Lom v Bosně a Hercegovině zaznamenali velmi výrazný úbytek jedle vzhledem k zastoupení jedinců v jednotlivých růstových a vývojových stadiích. U jedinců ve výškovém rozmezí 10–100 cm má jedle na této lokalitě zastoupení až 67 %, buk pouze 17 % a smrk 10 %. U jedinců s výškou přes 100 cm a s výčetní tloušťkou do 7,5 cm však již výrazně dominuje buk, jehož zastoupení je 74 % a jedle má jen pouhých 18 %, u zastoupení smrku jsou zde změny málo patrné. Patrný úbytek jedle ve smíšených porostech je zaznamenán i na Slovensku, jedle bělokorá je nahrazována v porostech taktéž především bukem lesním (ŠTEFANČÍK, ŠTEFANČÍK, 2002, ŠTEFANČÍK, 2006). Rovněž SANIGA *et al.* (2013) konstatují produkční a funkční prosazování buku lesního v produkčním prostoru pralesa v NPR Skalná Alpa ve všech vývojových stadiích. Podobný trend byl zjištěn i ve smíšených porostech (smrk, jedle buk) v Dobrošském pralesi na Slovensku (SANIGA, 1999).

Též VRŠKA *et al.* (2001) prezentují změny prostředí a dynamiky vývoje dřevinné složky ekosystémů v přírodních lesích Šumavy a přitom se zabývají otázkou nadměrných

stavů spárkaté zvěře ve vztahu ke konkurenceschopnosti hlavních dřevin v přirozené obnově – jedle bělokoré, buku lesního a smrku ztepilého. Kladou si přitom otázku oprávněnosti a smysluplnosti použití oplocení jako nástroje managementu v lesních rezervacích. Na základě výsledků opakovaných šetření přitom i přes všechny diskutabilní důsledky docházejí k závěru, že úplné oplocení pralesů je zde v současné době jediné řešení, které zajišťuje jeho relativně přirozený samovolný vývoj. Dále pak zdůrazňují, že v pralese je třeba udržovat oplocení v provozuschopném stavu a podle možností vytlačovat ven zvěř, která do oplocení pronikne. K podobným závěrům dochází i DIACI *et al.* (2010), který výzkumem smíšených lesů smrku, jedle a buku ve Slovinsku dokládá, že úbytek jedle zde není způsoben pouze devastací přirozené obnovy býložravci, ale také znečištěním ovzduší (emisemi SO₂), na které je jedle relativně citlivá. Obdobné poznatky vlivu znečištění ovzduší na zdravotní stav a ústup porostů jedle bělokoré v Krkonoších uvádí VACEK *et al.* (2007).

Jednotlivé plochy mají zásobu v přepočtu na 1 ha 656 m³ (TVP 1) a 794 m³ (TVP 2). Zásoba porostů je při srovnání s lokalitou Jawornik I ze smíšených porostů z polského národního parku Bieszczady jejichž výzkumem se zabývají JAWORSKI, KOŁODZIEJ, PORADA (2002), téměř o 200 m³.ha⁻¹ vyšší. Naopak mírně vyšší zásoby dosahují smíšené porosty v Srbské rezervaci Račanska Šljivovica, kde je zásoba přibližně 800,3 m³.ha⁻¹. Porostní zásoba v této rezervaci se navíc v posledních letech mírně zvětšuje (PANTIČ *et al.*, 2011). Též v NPR Dobroč na Slovensku je podle práce SANIGA, SCHUTZ (2002) zásoba jedlobukosmrkového porostu cca o 20 m³ vyšší než činí průměr na obou TVP v Trčkově. Zde se však na základě predikce vývoje porostů pomocí růstového simulátoru Sibyla do budoucna očekává nárůst porostní zásoby.

Výsledná hodnota spolehlivosti simulace budoucího vývoje je závislá na chybě růstového simulátoru vyjadřující odklon následně vymodelovaného porostu od jeho skutečného stavu. Autoři růstového simulátoru biodynamiky lesa Sibyla (FABRIKA, ĎURSKÝ, 2005) uvádějí, že na statistické hladině významnosti 95% pro interval předpovědi 50 let střední chyba hektarové zásoby je pro stejnověký nesmíšený porost generovaný ze stromových údajů včetně souřadnic ± 5 % a u nesmíšeného nestejnověkého porostu generovaného z porostních údajů už ± 15 % (chyba střední tloušťky ± 8 %, střední výšky ± 6 %). V našem případě při zohlednění komplexnosti vstupních dat je střední chyba oproti druhému příkladu ještě snížena.

Na obou plochách se vyskytuje prostorově a věkově značně diferencovaný autochtonní smrkobukový porost, který je složen ze tří vrstev, které se místy vzájemně prolínají a mnohdy tak tvoří až výběrnou strukturu s výrazným vertikálním zápojem. Z oblasti národního parku

Bieszczady v Polsku obdobně výrazně diferencované smíšené porosty popisuje JAWORSKI, KOŁODZIEJ, PORADA (2002). Značně diferencované smíšené porosty jsou i v polské části Krkonoš v lokalitě Chojnik. Na této lokalitě je oproti NPR Trčkov výrazně vyšší zastoupení jedle, které dosahuje 30 % v horní etáži a poměrně hojně zastoupena je i v etáži střední a spodní (VACEK, VACEK, SCHWARZ *et al.*, 2009, 2010).

6. Závěr

Národní přírodní rezervace Trčkov v SZ části CHKO Orlické náleží k nejcennějším zbytkům přírodních lesů této oblasti. V průběhu malého vývojového cyklu lesa (cf. KORPEL, 1993), tj. třech základních vývojových stadií přirozených fragmentů porostů na studovaných plochách, byly zjištěny průkazné změny v jejich horizontální struktuře, které směřují od mírně až výrazně shlukovitěho uspořádání jedinců dřevinné složky ekosystémů ve fázi obnovy i ve stadiu dorůstání až k náhodnému i mírně pravidelnému rozmístění jedinců ve stadiu optima.

Limitujícím faktorem zdárného vývoje přirozené obnovy autochtonních dřevin je vysoká zvěř. Vyplývá nejen z počtu jedinců náletu a nárostů i z růstových analýz vzorníků hlavních dřevin (buku lesního, smrku ztepilého, javoru kleny a jedle bělokoré). Jedinci o věku 22–25 let, kteří byli silně poškozeni okusem, dosahují pouze 17–38 % výšky jedinců okusem v podstatě neovlivňovaných. K největším škodám přitom dochází u javoru kleny a jedle bělokoré. Proto je nezbytné přirozené zmlazení a nejlépe celé kultury chránit oplocením a zároveň radikálně přistoupit k redukci spárkaté zvěře na úroveň ekologicky únosných škod. Jen tak lze totiž zajistit obnovu a stabilizaci zbytků přírodních lesů v těchto velmi cenných přírodních rezervacích. Jedná se totiž o velmi cenná chráněná území, kde se zvěř nechová, ale kde zvěř přežívá.

Z výsledků biometrických měření vyplývá, že se jedná o bohatě strukturované, produktivní smrkobukové porosty s vtroušenou jedlí bělokorou a javorem klenem, v nichž je na neoplocené ploše oproti oplocené početně i druhově ochuzena fáze obnovy a počátky stadia dorůstání. Byla tak potvrzena hypotéza o dlouhodobém vlivu zvěře na druhovou, prostorovou a věkovou strukturu a vývoj studovaných autochtonních populací.

Poděkování

Příspěvek vznikl díky podpoře projektu TA02020873 – Ekologicky opodstatněný management lesních ekosystémů v Krkonošském národním parku podle typů vývoje lesa.

Literatura

BAUHUS, J., PUETTMANN, K., MESSIER, C., 2009: Silviculture for old-growth attributes. *Forest Ecology and Management*, 258: 525–537.

- BELLEMARE, J., MOTZKIN, G., FOSTER, D. R., 2002: Legacies of the agricultural past in the forest present: an assessment of historical land-use effects on rich mesic forests. *Journal of Biogeography*, 29: 1401-1420.
- BOTTERO, A., GARBARINO, M., DUKIC, V., GOVEDAR, Z., LINGUA, E., NAGEL, T.A., MOTTA, R., 2011: Gapphase dynamics in the old-growth forest of Lom, Bosnia and Herzegovina. *Silva Fennica*, 45(5): 875-887.
- BUBLINEC, E., 1994: Koncentrácia, akumulácia a kolobeh prvkov v bukovom a smrekovom ekosystéme. *Acta Dendrobiologica*, Zvolen: Ústav ekológie lesa Slovenskej akadémie vied, 85 s.
- CLARK, P., EVANS, F. C., 1954: Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationship in populations. *Ecology*, 35: 445-453.
- DAVID, F. N., MOORE P. G., 1954: Notes on contagious distributions in plant populations. *Annals of Botany of London*, 18: 47-53.
- DIACI, J., ROZENBERGAR, D., BONCINA, A., 2010: Stand dynamics of Dinaric old-growth forest in Slovenia: Are indirect human influences relevant? *Plant Biosystems*, 144: 194-201.
- FABRIKA, M., ĎURSKÝ, J., 2005: Stromové rastové simulátory. Zvolen: EFRA, 112 s.
- FIRM, D., NAGEL, T.A., DIACI, J., 2009: Disturbance history and dynamics of an old-growth mixed species mountain forest in the Slovenian Alps. *Forest Ecology and Management*, 257: 1893-1901.
- FÜLDNER, K., 1995: Strukturbeschreibung in Mischbeständen. *Forstarchiv*, 66: 235-606.
- GÖTMARK, F., 2009: Experiments for alternative management of forest reserves: effects of partial cutting on stem growth and mortality of large oaks. *Canadian Journal of Forest Research*, 39: 1322-1330.
- HEINKEN, T., RAUDNITSCHKA, D., 2002: Do wild ungulates contribute to the dispersal of vascular plants in Central European forests by epizoochory? A case study in NE Germany. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 121: 179-194.
- JAEHNE, S. C., DOHRENBUSCH, A., 1997: Ein Verfahren zur Beurteilung der Bestandesdiversität. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 116: 333-345.
- JAWORSKI, A., KOŁODZIEJ, ZB., PORADA, K., 2002: Structure and dynamics of stands of primeval character in selected areas of the Bieszczady National Park. *Journal of Forest Science*, 48(5): 185-201.
- KLOPIC, M., JERINA, K., BONCINA, A., 2010: Long-term changes of structure and tree species composition in Dinaric uneven-aged forests: are red deer an important factor? *European Journal of Forest Research*, 129: 277-288.
- KORPEL, Š., 1993: Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart: GfV, 330 s.
- LINDH, B. C., MUIR, P. S., 2004: Understory vegetation in young Douglas-fir forests: does thinning help restore old-growth composition? *Forest Ecology and Management*, 192: 285-296.
- MOUNTFORD, M. D., 1961: On E. C. Pielou's index of nonrandomness. *Journal of Ecology*, 49: 271-275.
- MOTTA, R., BERRETTI, R., CASTAGNERI, D., VOJISLAV, D., GARBARINO, M., GOVEDAR, Z., LINGUA, E., MAUNAGA, Z., MELONI, F., 2011: Toward a definition of the range of variability of central European mixed *Fagus-Abies-Picea* forests: the nearly steady-state forest of Lom (Bosnia and Herzegovina). *Canadian Journal of Forest Research*, 41: 1871-1884.
- PANTIČ, D., MEDAREVIČ, M., BANKOVIČ, S., OBRADOVIČ, S., ŠLUJKIČ, B., PEŠIČ, B., 2011: Structural, production and dynamic characteristics of the strict forest reserve Račanska Šljivovica on Mt. Tara. *Bulletin of the Faculty of Forestry*, 103: 93-114.
- PIELOU, E.C., 1959: The use of point-to-plant distances in the study of the pattern of plant populations. *Journal of Ecology*, 47: 607-613.
- PIELOU, E. C., 1975: Ecological diversity. New York: Wiley, 165 s.
- PRETZSCH, H., 2006: Wissen nutzbar machen für das Management von Waldökosystemen. *Allgemeine Forstzeitschrift/ Der Wald*, 61: 1158-1159.
- RIPLEY, B. D., 1981: Spatial statistics. New York, John Wiley & Sons, 252 p.
- ROONEY, T. P., 2001: Deer impacts on forest ecosystems: a North American perspective. *Forestry*, 74: 201-208.
- ROONEY, T. P., 2001: Deer impacts on forest ecosystems: a North American perspective. *Forestry*, 74: 201-208.
- SANIGA, M., 1999: Štruktúra, produkčné a regeneračné procesy Dobrošského pralesa. *Vedecké štúdie 2/1999/A*. Zvolen, Technická univerzita: 64 s.
- SANIGA, M., SCHUTZ, J. P., 2002: Relation of dead wood course within the development cycle of selected virgin forests in Slovakia. *Journal of Forest Science*, 48: 12: 513-528.
- SANIGA, M., ZRAK, J., PITTNER, J., BALANDA, M., 2013: Štruktúra, produkcia, regeneračné procesy a disturbačný režim prírodného lesa v NPR Skalná Alpa. Zvolen, TU, 68 s.
- SHANNON, C. E., 1948: A mathematical theory of communications. *Bell. Syst. Techn. J.*, 27: 379-423.
- ŠTEFANČÍK, I., 2006: Changes in tree species composition, stand structure, qualitative and quantitative production of mixed spruce, fir and beech stand on Stará Píla research plot. *Journal of Forest Science*, 52(2): 74-91.
- ŠTEFANČÍK, I., ŠTEFANČÍK, L., 2002: Assessment of long-term tending in mixed stands of spruce, fir and beech on research plot Korytnica. *Journal of Forest Science*, 48(3): 100-114.
- VACEK, S. *et al.*, 2007: Zdravotní stav a dynamika lesních ekosystémů Krkonoš pod stresem vyvolaným znečištěním ovzduší. *Folia forestalia Bohemica*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, č. 4, 216 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, č. 11, 288 s.
- VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ, O. *et al.*, 2010: Struktura a vývoj lesních na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 567 s.
- VACEK, S., MOUCHA, P. *et al.*, 2012: Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 896 s.

VRŠKA, T., ADAM, D., HORT, L., KOLÁŘ, T., JANÍK, D., 2009: European beech (*Fagus sylvatica* L.) and silver fir (*Abies alba* Mill.) rotation in the Carpathians – a developmental cycle or a linear trend induced by man? *Forest Ecology and Management*, 258: 347-356.

VRŠKA, T., HORT, L., ODEHNALOVÁ, P., ADAM, D., HORAL, D., 2001: Boubín virgin forest after 24 years (1972–1996) – development of tree layer. *Journal of Forest Science*, 47: 439-456.

Summary

National Nature Reserve Trčkov is located in the north-western part of the Protected Landscape Area Orlické hory representing autochthonous tree populations of spruce-fir-beech forests. The main objective of nature protection in this area is conservation of natural, genetically very valuable and highly productive spruce-fir-beech forests (ecotypes of autochthonous populations of beech, spruce, fir and sycamore maple), which are at present to a great extent continually damaged by high numbers of ungulate browsers.

Data were collected from two 0.25 ha (50 × 50 m) permanent research plots (PRP). Typologically, there represented forest type group 6S1 – *Picceto-Fagetum oligomesotrophicum*, which corresponds to the unit of Zurich-Montpellier vegetation classification *Calamagrostio villosae-Fagetum* Mikyška 1972.

PRP 1 was fenced, whereas PRP 2 was unfenced. Within each PRP mature trees and tree regeneration were mapped using Field-Map technology (IFER-Monitoring and Mapping Solutions Ltd.). Forest structure was visualized and the prediction of forest stand development was performed using growth model SIBYLA (FABRIKA, ĎURSKÝ, 2005) in 10 years steps for the total period of 50 years. Forest stand diversity in relation to tree species composition, frequency of particular tree species, horizontal and vertical structure was analyzed using Clark-Evans aggregation index (CLARK, EVANS, 1954), Pielou-Mountford aggregation index (PIELOU, 1959, MOUNTFORD 1961), David-Moore aggregation index (DAVID, MOORE, 1954), standardized Artenprofil index (PRETSCH, 2006), stand diversity index (JAEHNE, DOHRENBUSCH, 1997), diameter differentiation index (FÜLDNER, 1995), height differentiation index (FÜLDNER, 1995), crown differentiation index (JAEHNE, DOHRENBUSCH, 1997), Pielou's tree species evenness index (PIELOU, 1975), Shannon's tree species heterogeneity index (SHANNON, 1948) and *L*-function (RIPLEY 1981).

Further stand density development (crown projection area, stocking and stand density index), its biomass and macronutrients (FABRIKA, ĎURSKÝ, 2005) were calculated. The content of chemical elements in trees was calculated according to BUBLINEC (1994) using the unit content of elements in 10 mg.kg⁻¹ of dry matter.

In the course of so called small forest development cycle (cf. KORPEL, 1993), i.e. in three principal development phases present in the study area, significant differences in horizontal structure of forest stands were confirmed: regeneration phase and aggradation phase are characterized by aggregation of tree individuals, whereas optimal phase is characterized by regular to random distribution of trees (Fig. 2a, 2b, 6a, 6b, Table 4, 5).

The main limiting factor for successful regeneration and development of studied autochthonous forest stands are high numbers of ungulate browsers, mainly red deer in the locality. This is mainly confirmed by numbers of seedlings and saplings and by growth analyses of sample trees (beech, spruce, sycamore maple, fir). Individuals of age from 22 to 25 years reach only 17 – 38% of heights of individuals protected against browsing (Fig. 5). Highest browsing was stated on sycamore maple and silver fir. Consequently natural regeneration and young forest stands should be protected by fencing against ungulate browsing. In a long-term view reduction of high numbers of red deer to ecologically acceptable levels is the only way to regenerate and stabilize natural forests remnants in these very valuable nature reserves.

Biometrical measurements and following visualizations of the growth model Sibyla (Table 2 and 3, Fig. 6a – 12) have shown that studied stands are characterized by high structural differentiation, high production and admixture of silver fir and sycamore maple. Regeneration phase and aggradation phase are less represented both in numbers of tree individuals and species heterogeneity on unfenced plot compared to fenced plot (Fig. 2a and 2b). The highest decline was confirmed in the case of silver fir, sycamore maple but also beech and spruce were negatively influenced. Thus, results from growth visualizations and simulations have confirmed long-term negative impact of ungulate browsers on the species, spatial and age structure and the development of studied autochthonous tree populations.

Translated by authors