

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Šebek

Lesnictví  
Provoz a řízení myslivosti

Název práce

**Dynamika borového lesa**

Název anglicky

**Pine forest dynamics**

---

### Cíle práce

Prvním cílem práce bude shrnout dosavadní vědecké znalosti o dynamice přirozených borových lesů se zaměřením na lesy s borovicí lesní. Cílem bude zhodnotit jakým způsobem se mění a co ovlivňuje strukturu borových lesů. Druhým cílem práce bude popsat minulý vývoj borového porostu v Jeseníkách na základě věkové struktury získané pomocí letokruhové analýzy.

### Metodika

V rámci prvního cíle bude zpracován rozbor literatury (literární rešerše) s důrazem na aktuální domácí i zahraniční vědeckou literaturu. V rámci druhého cíle budou změřeny stromy na vybrané lokalitě v Jeseníkách a určena jejich tloušťka, výška a věk (pomocí letokruhové analýzy). Práce bude sestávat z terénního odběru vzorků, přípravy vzorků pro měření a měření šířek letokruhů v laboratoři. Pro interpretaci minulého vývoje porostu bude předně použita věková struktura stromů.

Harmonogram zpracování:

Květen 2019 — Zadání BP

Léto/podzim 2019 — Studium literatury, terénní a laboratorní práce

Prosinec 2019 — Odevzdání osnovy práce a kostry literárních zdrojů školiteli

Zima 2019/2020 — Příprava textu BP

Březen 2020 — Konzultace finální podoby práce se školitelem

Duben 2020 — Předložení práce

## Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

## Klíčová slova

Disturbance, dendrochronologie, Pinus sylvestris, přirozený les.

---

## Doporučené zdroje informací

- Adámek, M., Hadincová, V. and Wild, J., 2016. Long-term effect of wildfires on temperate Pinus sylvestris forests: Vegetation dynamics and ecosystem resilience. *Forest ecology and management*, 380, pp.285-295.
- Agren, J. and Zackrisson, O., 1990. Age and size structure of Pinus sylvestris populations on mires in central and northern Sweden. *The Journal of Ecology*, pp.1049-1062.
- Bobek, P., Svobodová, H.S., Werchan, B., Švarcová, M.G. and Kuneš, P., 2018. Human-induced changes in fire regime and subsequent alteration of the sandstone landscape of Northern Bohemia (Czech Republic). *The Holocene*, 28(3), pp.427-443.
- Čada, V., 2017. Dendrometrická a dendrochronologická analýza lesních porostů na SV svahu Pradědu (I. zóna CHKO Jeseníky) a v PR Suchý vrch. Závěrečná zpráva depon. AOPK ČR.
- Engelmark, O., Kullman, L. and Bergeron, Y., 1994. Fire and age structure of Scots pine and Norway spruce in northern Sweden during the past 700 years. *New Phytologist*, 126(1), pp.163-168.
- Frelich, L.E., 2002. *Forest dynamics and disturbance regimes: studies from temperate evergreen-deciduous forests*. Cambridge University Press.
- Niklasson, M., Zin, E., Zielonka, T., Feijen, M., Korczyk, A.F., Churski, M., Samojlik, T., Jędrzejewska, B., Gutowski, J.M. and Brzeziecki, B., 2010. A 350-year tree-ring fire record from Białowieża Primeval Forest, Poland: implications for Central European lowland fire history. *Journal of Ecology*, 98(6), pp.1319-1329.
- Panayotov, M., Gogushev, G., Tsavkov, E., Vasileva, P., Tsvetanov, N., Kulakowski, D. and Bebi, P., 2017. Abiotic disturbances in Bulgarian mountain coniferous forests—an overview. *Forest ecology and management*, 388, pp.13-28.
- Schelhaas, M.J., Nabuurs, G.J. and Schuck, A., 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology*, 9(11), pp.1620-1633.
- Speer, J.H., 2010. *Fundamentals of tree-ring research*. University of Arizona Press.
- 

## Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

## Vedoucí práce

Ing. Vojtěch Čada, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

**prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 01. 03. 2020

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ  
UNIVERZITA V PRAZE**

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

Katedra ekologie lesa



Bakalářská práce

**Dynamika borového lesa**

Pine forest dynamics

Autor: Jiří Šebek

Obor: BPRM

Vedoucí práce: Ing. Vojtěch Čada Ph.D.

Rok: 2020

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Vojtěchu Čadovi Ph.D. za jeho odborný dohled a trpělivost při vedení mé práce.

Dále bych rád poděkoval svým rodinným příslušníkům za neskutečnou podporu a pochopení v dobách, kdy mi ho bylo zapotřebí.

Zvláštní dík patří i pracovníkům dendrochronologické laboratoře FLD, u kterých jsem měl tu čest načerpat cenné poznatky.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Dynamika borového lesa vypracoval samostatně pod vedením Ing. Vojtěcha Čady Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním své bakalářské 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..... dne.....

Podpis autora.....

## Abstrakt

Borové lesy jsou ucelený organismus. Mají schopnost vytvářet rostlinná společenstva na místech pro ostatní druhy dřevin nevhodné. V práci byly zkoumány dosavadní znalosti o dynamice přirozených borových lesů. V hlavní části práce byla provedena dendrochronologická analýza vybraných jedinců. Cílem bylo zjistit, jak reagují přirozené borové lesy na současné středoevropské klima, jak jsou odolné vůči biotickým i abiotickým činitelům a jaký lze předpokládat jejich další vývoj. Data byla sbírána pomocí systému Fieldmap ([www.fieldmap.cz](http://www.fieldmap.cz)). U všech jedinců byly mimo jiné změřeny výšky a tloušťky. Dále byly ze živých stromů odebrány vývrty přírůstovým nebozezem a laboratorní analýzou získány jejich přírůstové série.

Pomocí růstových změn a věkové struktury zkoumaných jedinců bylo zjištěno, že vybraný porost v Jeseníkách prošel několika vlnami obnovy, kdy nejvyšší nastala v letech 1810–1820 a zřejmě byla zapříčiněna silnou disturbancí. Tato disturbance způsobila rapidní zvýšení přírůstu a vyšší životaschopnost juvenilních jedinců po vyklíčení. To vedlo k vytvoření rozsáhlé skupiny stromů s věkem mezi 140-250 lety. Na ploše po disturbanci zřejmě následně vznikl hustý porost, tvořený zejména smrkem, borovicí a vtroušeně jedlí. Ten následně znemožnil vyklíčení dalším jedincům a tím začal počet jedinců klesat. Vlivem konkurence a za nepřítomnosti narušujících událostí lze předpokládat celkové postupné snižování přírůstu. Dále je možné předpokládat postupné zvyšování procenta zastoupení smrku v této lokalitě. Práce slouží jako podklad pro zkoumání borových lesů, jejich dynamiky a rovnováhy.

**Klíčová slova:** Disturbance, dendrochronologie, *Pinus sylvestris*, přirozený les, management zvěře

## **Abstract**

Pine forests are a complete organism. They have the ability to form plant communities in places unsuitable for other tree species. The current knowledge about the dynamics of natural pine forests was examined in this work. In the main part of the work, a dendrochronological analysis of selected individuals was performed. The aim was to find out how natural pine forests react to the current Central European climate, how they are resistant to biotic and abiotic factors and what their further development can be expected. Data were collected using the Fieldmap system ([www.fieldmap.cz](http://www.fieldmap.cz)). Among other things, heights and thicknesses were measured in all individuals. Furthermore, boreholes with incremental weevils were taken from living trees and their incremental series were obtained by laboratory analysis.

With the help of growth changes and the age structure of the examined individuals, it was found that the selected vegetation in the Jeseníky Mountains underwent several waves of renewal, when the highest occurred in 1810–1820 and was probably caused by strong disturbance. This disturbance caused a rapid increase in growth and higher viability of juveniles after germination. This led to the creation of a large group of trees with an age between 140–250 years. In the area after disturbance, a dense growth was probably formed, consisting mainly of spruce, pine and intruded fir. This subsequently made it impossible for other individuals to germinate, and the number of individuals began to decline. Due to competition and the absence of disruptive events, an overall gradual decline in growth can be expected. Furthermore, it is possible to assume a gradual increase in the percentage of spruce in this locality. The work serves as a basis for the study of pine forests, their dynamics and balance.

**Keywords:** Disturbance, dendrochronology, *Pinus sylvestris*, natural forest, game management

## Obsah

Seznam obrázků .....	10
Seznam grafů.....	11
1. Úvod.....	3
2. Co a jak ovlivňuje, a jak se mění struktura borových lesů.....	5
2.1. Determinace borového lesa .....	5
2.1.1 Druh borovice lesní ( <i>Pinus sylvestris</i> ) .....	7
2.1.2 České borové lesy .....	10
2.2. Dynamika v borových lesích.....	14
2.2.1 Požáry jako významná disturbance borových porostů.....	15
2.2.2 Poškození vichřicemi a sněhem .....	20
2.2.3 Poškození suchem .....	22
2.2.4 Poškození hmyzími škůdci.....	23
2.3. Bory a jejich vliv na spárkatou zvěř.....	25
2.3.1 Potravní nabídka v borových lesích .....	28
2.3.2 Borové porosty jako kryt pro zvěř .....	30
2.3.3 Borové lesy jako biotopy pro tetřeva hlušce ( <i>Tetrao urogallus</i> ).....	33
2.4. Dendrochronologická analýza současných borů.....	35
2.4.1 Dendroklimatická analýza.....	39
3. Metodika .....	40
3.1. Oblast výzkumu .....	40
3.2. Sběr dat.....	42
3.3. Zpracování dat.....	43
4. Výsledky .....	44
4.1 Struktura porostů v PR Borek u Domašova .....	44
4.2 Vznik a vývoj porostů v PR Borek u Domašova .....	49
4.3. Shrnutí výsledků.....	57



5. Diskuse.....	58
6. Závěr .....	60
7. Citovaná literatura.....	61
8. Přílohy.....	64
1. Charakteristika jednotlivých stromů v PR Borek u Domašova .....	64
2. Mapový zákres PR Borek u Domašova .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>

## Seznam obrázků

Obr. 1) Borovice lesní ( <i>Pinus sylvestris</i> ) uprostřed kamenného moře.....	6
Obr. 2) Borovice lesní na skalním výchozu; typický tvar větry ošlehaného stromu.....	8
Obr. 3) Typické borové stanoviště na pískovcových skalách na Kokořínsku.....	9
Obr. 4) Opad šišek pod jedním ze solitérních jedinců borovice lesní.....	10
Obr. 5) Zastoupení borů (lesní vegetační stupeň 0 – bory) v ČR (GIS – ÚHÚL Brandýs n. L. 2005) (MIKESKA, 2007) .....	13
Obr. 6) Opad šišek pod jedním ze solitérních jedinců borovice lesní.....	14
Obr. 7) Plocha lesních požárů v Evropě v letech 1960-2000 převzato (SCHELHASS, et al., 2003).....	17
Obr. 8) Roční počet lesních požárů v letech 1970-2000 převzato (SCHELHASS, et al., 2003).....	17
Obr. 9) Poškození vichřicemi v Evropě v letech 1850-2000 a rapidní nárůst poškozeného dřeva v letech 1950-2000 převzato (SCHELHASS, et al., 2003).....	21
Obr. 10) Poškození sněhem v Evropě v letech 1850-2000 převzato (SCHELHASS, et al., 2003).....	22
Obr. 11) Ostatní abiotické poškození v Evropě v letech 1900-2000 převzato (SCHELHASS, et al., 2003).....	22
Obr. 12) Borovice postižené letními přísuškami; nápadná proschlá a prorezivělá koruna; foto archiv autora.....	23
Obr. 13) Biotické poškození kromě kůrovců v Evropě v letech 1840-2000 převzato (SCHELHASS, et al., 2003).....	25
Obr. 14) Loupání spárkatou zvěří na ohnuté borovici.....	27
Obr. 15 A) Semenáč borovice lesní poškozený okusem spárkaté zvěře.....	29
Obr. 15 B) Nepoškozený semenáč borovice lesní.....	29
Obr. 16) Hustota hromádek trusu jelení zvěře ( <i>Cervus elaphus</i> ) (tmavé sloupce) a srnčí zvěře ( <i>Capreolus capreolus</i> ) (světlé sloupce) na 100 m <sup>2</sup> v různých lokalitách. T: houští; PS: tyčový les (mladé borovice); D: listnatý les (dospělý porost); P0: borový les bez podrostu; P1d: borový les s řídkým opadavým podrostem; P1s: borový les s řídkým smrkovým podrostem; P2d: borový les se středně hustým opadavým podrostem; P2s: borový les se středně hustým smrkovým podrostem; P3d: borový les s hustým opadavým podrostem; P3s: borový les s hustým smrkovým podrostem; převzato (BORKOWSKI, et al., 2008).....	31
Obr. 17) Hustoty hromádek trusu jelenovitých v plochách borovice (černé sloupce) a břízy (bílé sloupce) ve spálené oblasti Rudy Raciborskie převzato (BORKOWSKI, 2004).....	33
Obr. 18) Odběr vývrtu z borovice v terénu pomocí přírůstového nebozezu.....	37
Obr. 19) Zafixování odebraných vzorků na dřevěné desce bez drážky.....	38
Obr. 20) Charakteristika ekosystémů lokality PR Borek u Domašova převzato (HALFAR, et al., 2017).....	41

## Seznam grafů

Graf A) rozdělení porostu lokality JB1 do tloušťkových tříd (po 5 cm) na ose y počet jedinců na lokalitě v jednotlivých tloušťkových třídách, osa x tloušťkové třídy, tloušťky smrku se pohybují od 10 do 75 cm, tloušťky borovice se pohybují od 10 do 75 cm, tloušťky jedle jsou v rozmezí 35–70 cm.....	44
Graf B) rozdělení výškových tříd (po 2 m) osa x výškové třídy (po 2 m), borovice se pohybuje v rozmezí 7-29 m, smrk 9-31 m a jedle 17-29 m.....	44
Graf C) věkové rozdělení jedinců na lokalitě JB1, osa y počet jedinců v jednotlivých věkových třídách, osa x věkové třídy jedinců po 10 letech; borovice má na dané ploše rozdělení 160-440 let, smrk má rozdělení 140-320 let a jedle se pohybuje v rozpětí 190-200 let.....	45
Graf D) rozdělení porostu lokality JB2 do tloušťkových tříd (po 5 cm) na ose y počet jedinců v jednotlivých tloušťkových třídách, osa x tloušťkové třídy, tloušťky smrku se pohybují od 10 do 75 cm, tloušťky borovice se pohybují od 35 do 60 cm, tloušťky jedle jsou v rozmezí 40–75 cm.....	46
Graf E) rozdělení porostu lokality JB2 do výškových tříd (po 2 m) osa x výškové třídy, osa y počet jedinců v jednotlivých výškových třídách, borovice se pohybuje v rozmezí 19-33 m, smrk 25-35 m a jedle 23-33.....	46
Graf F) věkové rozdělení jedinců na ploše JB2, osa y počet jedinců v jednotlivých věkových třídách, osa x věkové třídy jedinců po 10 letech; borovice má na dané ploše rozdělení 180-200 let, smrk má rozdělení 160-280 let a jedle se pohybuje v rozpětí 190-320 let.....	47
Graf G) rozdělení porostu lokality JB3 do tloušťkových tříd (po 5 cm) na ose y počet jedinců v jednotlivých tloušťkových třídách, osa x tloušťkové třídy, tloušťky smrku se pohybují od 10 do 80 cm, tloušťky borovice se pohybují od 25 do 80 cm, tloušťky jedle jsou v rozmezí 50–75 cm.....	47
Graf H) rozdělení výškových tříd (po 2 m) osa x výškové třídy po 2 m, borovice se pohybuje v rozmezí 17-33 m, smrk 29-35 m a jedle 23-33 m.....	48
Graf I) věkové rozdělení jedinců na ploše JB3, osa y počet jedinců v jednotlivých věkových třídách na ploše, osa x věkové třídy jedinců po 10 letech; borovice má na dané ploše rozdělení 180-420 let, smrk má rozdělení 180-390 let a jedle se pohybuje v rozpětí 200-440 let; z důvodu malého počtu stromů je na této lokalitě v každé věkové třídě po jednom jedinci.....	48
Graf J) věkové rozdělení všech tří referenčních ploch pro lokalitu Borek u Domašova, osa y počet jedinců v jednotlivých letopočetových třídách, osa x letopočty v desetiletých věkových třídách; na konci 17. století a přibližně v první polovině 19. století nastala rozsáhlá obnova, kterou zřejmě zapříčinila disturbance.....	49
Graf K) věkové rozdělení všech tří ploch v lokalitě Borek u Domašova, osa y počet jedinců v jednotlivých věkových třídách, osa x věk jedinců ve třídách po deseti letech; nejvyšší zastoupení je 140-250 let starých jedinců .....	50
Graf L) předpokládaná věková struktura v lokalitě Borek u Domašova s nejvyšším bodem v letech 1810-1820, kdy nastal vrchol obnovy a vyklíčilo nejvíce jedinců; předešlé vlny obnovy proběhly na přelomu let 1660-1670 a 1700-1710 19.....	50
Graf (M) průměrný přírůst borovice, jedle a smrku na lokalitě JB 1; osa y průměrná šířka letokruhů v (mm 0,3); osa x letopočty.....	51
Graf (N) průměrný přírůst borovice, jedle a smrku na lokalitě JB 2; osa y průměrná šířka letokruhů v (mm 0,3); osa x letopočty.....	52
Graf (O) průměrný přírůst borovice, jedle a smrku na lokalitě JB 3; osa y průměrná šířka letokruhů v (mm 0,3); osa x letopočty.....	53
Graf (P) přírůst nejstarších jedinců borovice, jedle a smrku na lokalitě JB 1; osa y šířka letokruhů v (mm 0,3); osa y letopočty; věk nejstarší borovice 433 let, smrku 313 let a jedle 309 let.....	54
Graf (Q) přírůst nejstarších jedinců borovice, jedle a smrku na lokalitě JB 2; osa y šířka letokruhů v (mm 0,3); osa y letopočty; věk nejstarší borovice 198 let, smrku 277 let a jedle 318 let.....	55
Graf (R) přírůst nejstarších jedinců borovice, jedle a smrku na lokalitě JB 3; osa y šířka letokruhů v (mm 0,3); osa y letopočty; věk nejstarší borovice 414 let, smrku 383 let a jedle 422 let.....	56

## 1. Úvod

Lesy byly, jsou a budou nedílnou součástí pevniny. Dle svého stanoviště mají svoji jedinečnou charakteristiku a životní strategie. Jedná se o silný, ucelený organismus se schopností adaptovat se na nejrůznější přírodní podmínky. Mnoho organismů je vázáno na lesní prostředí, které tvoří významnou část našich i světových ekosystémů. Z tohoto pohledu je les jedinečnou pokladnicí biodiverzity.

Lesů neovlivněných, nebo jen lehce ovlivněných člověkem je velmi málo. Člověk jako činitel má na lesy všude ve světě zásadní vliv. Proto na ně nesmí zapomínat a brát je jako samozřejmost, která nemá hlubší význam. Les plní mnoho produkčních i mimoprodukčních funkcí, které člověk využívá.

Je samozřejmostí, že každý živý organismus musí po čase odumřít. V přírodních podmínkách se tomu tak děje za působení abiotických a biotických činitelů. Odumřením starého lesního porostu se však vytvoří podmínky pro vznik porostu nového. Tímto dojde k obnově a pokračování lesního cyklu.

Odumření porostu je proces, na který jsou lesní ekosystémy již od svého vzniku adaptovány. Jedná se o nedílnou součást jejich obnovy.

Borovice lesní (*Pinus sylvestris L.*) má v naší oblasti po smrku druhé nejčetnější zastoupení. A to asi 18 %. Její rozšíření je především závislé na specifických půdních podmínkách. Dále tomu také přispělo, že má využití jako důležitá hospodářská dřevina a ochranná dřevina. Její nálety často tvoří ochranné lesy či lesy zvláštního určení. Přírozené borové lesy velmi dobře plní půdo-ochrannou funkci. Růstem na příkrých svazích je zpevňují a zabraňují vodní i větrné erozi. Tyto lesy také skýtají mnohdy jedinečnou biodiverzitu. Je však nutné brát na vědomí i nebezpečí biotických činitelů (SLODIČÁK, et al., 2013; KADLUS, 2003).

Borové porosty lze specifikovat jako porosty, čistě nebo převážně borové. Příměs jiných druhů dřevin v borových porostech zvyšuje stabilitu těchto porostů. Nejčastější dřeviny v příměsi jsou dub, bříza, jíva, smrk, jedle případně další listnáče jako např. jeřáb (SLODIČÁK, et al., 2013).

Tato bakalářská práce je zaměřená na strukturu a dynamiku borových lesů.

Cílem práce bude shrnout dosavadní vědecké znalosti o dynamice přirozených borových lesů se zaměřením na lesy s borovicí lesní (*Pinus sylvestris*). Zhodnotit jakým způsobem se mění a co ovlivňuje strukturu borových lesů. Zároveň popsat minulý vývoj borového porostu v Jeseníkách na základě věkové struktury získané pomocí letokruhové analýzy.

*„Hříchy proti přírodě v zemědělství postihnou většinou hříšníka samotného, hříchy proti přírodě v lese postihnou pravidelně až další generace.“*

Felix von Horstein

## 2. Co a jak ovlivňuje, a jak se mění struktura borových lesů

### 2.1. Determinace borového lesa

Přirozené borové lesy, kterými se bude tato práce zabývat, jsou lesy, kde dominuje borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Tyto lesy rostou převážně na propustných substrátech, nebo na rašeliništích. Ekologicky plastická borovice lesní ustupuje (díky slabé schopnosti konkurovat dalším druhům) na extrémní stanoviště azonální povahy. Jedná se o kamenná moře, váte písiky, exponovaná a extrémní stanoviště, rašeliniště a sutě. Tato stanoviště jsou jen obtížně přístupná zásahu člověka. Tento důvod proto utvářel společenstva blízká současným.

Současné přirozené bory jsou výsledkem vývoje asi 10 000 roků v postglaciálním období (asi 11 000 – 10 000 let př. n. l.). Borovice lesní spolu s břízou bělokorou (*Betula pendula*), byly v raném postglaciálu nejrozšířenějšími dřevinami. Vyskytovaly se v polohách od nížin až do hor. Její současné výskyty jsou v podstatě zbytky – relikty - z postglaciálního období na ekotopech, které nemohly být z edafických důvodů osídleny jinými dřevinami. Tato azonální společenstva se postupně vyvíjela od preboreálu (asi 8000 let př. n. l.) a zůstala zachována na extrémních stanovištích s omezenou konkurencí listnatých i jehličnatých dřevin. Na některých stanovištích jí velmi konkuruje i smrk a jedle. Jedle svojí preferencí stínu a relativně pomalým růstem není tak závažný konkurent jako smrk. Vytlačována je zejména smrkem, který má v horských lesích lepší zmlazovací schopnosti než borovice. Tvoří větší šišky s více semeny a je méně náročný na světlo (MIKESKA, 2007; KADLUS, 2003; PRŮŠA, 1990).

Borovice lesní je naše druhá nejčastější hospodářská dřevina. Podle lesnické typologie se odhaduje její přirozené zastoupení na přibližně 5,6 %. V cílovém složení se však její zastoupení příliš neliší od současného a jedná se o 16,6 %. Jejího nejlepšího potenciálu lze dosáhnout na hospodářském souboru (13) přirozená borová stanoviště. Borovice se svým nultým vegetačním stupněm prochází napříč všemi ostatními lesními vegetačními stupni. Jedle se smrkem se soustřeďují od pátého LVS do osmého LVS v takzvané „Hercynské směsi“, kdy je k jedli a smrku v příměsí ještě buk lesní. V těchto porostech má borovice funkci zpevňovacích prvků. Svým kořenovým systémem a pevným kmenem dobře odolává silným větrům (KADLUS, 2003).



Obr. 1) Borovice lesní (*Pinus sylvestris*) uprostřed kamenného moře; foto archiv autora

Reliktní bory rozlišujeme v Evropě do tří skupin podle geografického umístění na:

**Kontinentální východoevropské až jihosibiřské bory** rostoucí v kontaktu se suchomilnými doubravami na šterkopísčitých terasách větších řek (třída *Pulsatillo-Pinetea sylvestris*, svaz *Pulsatillo-Pinion*). Na těchto stanovištích je hojný koniklec luční (*Pulsatilla pratensis*). Jejich okrajové rozšíření v Alpách se váže na srážkový stín vnitroalpských údolí. V České republice jsou zastoupeny pravděpodobně jen ve fragmentech v České křídové tabuli (MIKESKA, 2007; KUČERA, 1999; SPOHNOVÁ, et al., 2010; PRŮŠA, 1990; SKOUMALOVÁ, et al., 2018).

**Reliktní bory** na opukových, vápencových a dolomitových horninách a na serpentinech (tř. *Erico-Pinetea*, svaz *Erico-Pinion*). Zde na těchto lokalitách je rozšířený vřesovec pleťový (*Erica carnea*). Rozšíření je od Balkánu přes vápencová předhůří Alp až do střední Evropy (u nás někdy označované jako dealpínské bory); v Českém masívu se vyskytují jen místy na výchozech krystalických vápenců a na vápnatých opukových hranách České křídové tabule. Tyto lesy nemají, co se rozlohy týče velký význam. Často se jedná o součásti CHKO či maloplošných chráněných území. Naopak z hlediska

biodiverzity je jejich význam neopomenutelný (MIKESKA, 2007; KUČERA, 1999; PRŮŠA, 1990).

**Oligotrofní bory** patří k boreálním jehličnatým lesům (tř. *Vaccinio-Piceetea*). Typickým bylinným zástupcem je zde rod brusnice (*Vaccinium sp.*) Jedná se o bory rostoucí na půdách s nízkým obsahem živin. Tvoří skupinu zahrnující primární reliktní bory silikátových skal, písčitých půd a rašelinné bory (svaz *Dicrano-Pinion*). Rašelinné bory disponují rodem dvouhrotec velký (*Dicranum majus*). Uvedené druhy na těchto stanovištích tvoří husté koberece. První dvě skupiny se u nás vyskytují vyloženě okrajově, třetí skupina zde má poměrně běžné zastoupení (MIKESKA, 2007; KUČERA, 1999; PRŮŠA, 1990).

### 2.1.1 Druh borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

Borovice lesní je cévnatá, nahosemenná, jehličnatá dřevina patřící do čeledi borovicovitých. Její habitus je proměnlivý dle stanoviště, na kterém roste. Může dorůstat výšky 35-40 metrů. V dolní polovině kmene má silnou rozpukanou borku. V horní polovině je borka odlupčivá a slabší. Pod tenkou vrstvou borky se nachází již zelená „živá“ kůra (SPOHNOVÁ, et al., 2010).

Kořenový systém se vyznačuje jedním hlavním kúlovým kořenem. Z něj vyrůstají do boků vedlejší kořeny. Boční kořeny se bohatě větví a lépe drží dřevinu v půdě.

Jehlice bývají dlouhé 3-8 cm. Jsou podélně zkroucené. Tento druh má jehlice po dvou kusech ve svazečku. Zakončeny jsou ostrou špičkou. Borovice si udržuje v koruně tři ročníky jehlic (SPOHNOVÁ, et al., 2010).

Patří mezi jednodomé rostliny. Doba kvetení je duben až červen asi v patnácti letech života. Věk, kdy kvete se liší podle podmínek, ve kterých daný jedinec roste (množství světla, srážek). Samčí šištice jsou sírově žluté, samičí jsou červené. Rostou na nejvíce osluněných a vitálních větvích (SPOHNOVÁ, et al., 2010).

Pyl se šíří vzduchem (anemochorie). Po usednutí pylového zrna nedojde ihned k oplození a vývoji semen. Samičí šištice se na rok mění v tzv. konelety, nevyvinuté šištičky velikosti zhruba zrnka hrachu. Až druhý rok pylové zrnko vyklíčí a nastává oplození, po němž začínají dorůstat 3-8 cm dlouhé, kuželovité vejcovité šišky. Ty během podzimu dozrávají a začínají se otevírat. Hlavní spad semen je až brzy z jara následujícího roku. Během léta, prázdné šišky ze stromů opadávají (SPOHNOVÁ, et al., 2010).



Semena borovice lesní jsou hnědá až černá. Semeno objímá vidličkovitě křídélko, díky kterému se lépe šíří. Semenáče mají první ročník jehlic jednotlivě na ose kmínku. Borovice se může dožít stáří 300 až 350 (mimořádně i více) let.

Borovice lesní je mnohdy opomíjenou dřevinou. V nepatrné a nevýrazné morfologii se však skrývá neskutečný potenciál. Tato dřevina má zpravidla k délce kmene velmi malou a často i nepatrnou korunu.



Obr. 2) Borovice lesní na skalním výchozu; typický tvar větry ošlehaného stromu; foto archiv autora



Obr. 3) Typické borové stanoviště na pískovcových skalách na Kokořínsku; foto archiv autora

Na vhodných stanovištích vytváří dlouhé štíhlé kmeny. Co je však úchvatné je její ekologická valence. Má schopnost růst na místech, pro jiné dřeviny neobyvatelné (Obr. 3). Pro naše předky měla velký význam. Používala se v lampářství, kdy z dehtu z borového dřeva byl rafinován lampový olej. (MIKESKA, 2007); (SPOHNOVÁ, et al., 2010).

Pro rychlý růst v mládí a časnou plodnost (Obr. 4) solitérních jedinců bývá též označována jako dřevina pionýrská. Na rozdíl od např. topolů nebo vrb, se ale borovice vyznačuje vyšším dosažitelným věkem a také dřevem poskytujícím výborné fyzikální vlastnosti (pevnost, trvanlivost). To byl zřejmě také jeden z důvodů rostoucího zastoupení borovice u nás. (KADLUS, 2003).





Obr. 4) Opad šišek pod jedním ze solitérních jedinců borovice lesní; foto archiv autora

### 2.1.2 České borové lesy

V České republice lze borové lesy rozčlenit do osmi kategorií. Kategorie jsou odvozené od půdních podmínek, podloží, nadmořské výšky a množství vody v půdě. Na tyto podmínky také reagují specifické druhy rostlin. Lze tedy podle příslušných rostlinných druhů determinovat kategorii borových lesů (MIKESKA, 2007).

1) **Kontinentální bory na štěrkopískových terasách a pahorcích** se u nás pravděpodobně dochovaly jen ve fragmentech, jejich výskyt lze rekonstruovat v Polabí. Zvláštní typ také představují bory rostoucí na vátých písčích s psamofyty např. kostřavou písčnou (*Festuca psammophila*). Jedná se o lokality na Mimoňsku a Dokesku, na vátých písčích v Polabí, na Třeboňsku a v dolním Pomoraví. Původní charakter však byl většinou již ovlivněn hospodařením (KUČERA, 1999; SKOUMALOVÁ, et al., 2018).

2) **Květnaté vápnomilné reliktní bory** obsahují typické dealpínské vápnomilné druhy, jako jsou lomikámen vždyživý (*Saxifraga paniculata*), válečka prapořitá (*Brachypodium pinnatum*), sasanka lesní (*Anemone sylvestris*). Chudší forma se ve fragmentu vyskytuje např. na krystalických sušicko-horažďovických vápencích (jinak

jsou zde náhradní borové kultury po subxerofilních doubravách). V podrostu rostou kromě výše uvedených druhů např. ostřice nízká (*Carex humilis*), bradáček vejčitý (*Listera ovata*) - (KUČERA, 1999; SKOUMALOVÁ, et al., 2018).

3) **Pěchavové hadcové bory** na hadcových rendzinách (resp. rankerech) ve středně teplých oblastech jsou kromě serpentinofytů a hadcových forem kostřavy ovčí (*Festuca ovina*) též dealpinské druhy jako pěchava vápnomilná (*Sesleria albicans*) a další druhy vápnomilných reliktních borů. Rostou na Mohelenských a Dolnokralovických hadcích. Jsou bohaté na lišejníky, např. u Dolních Kralovic byla mimo jiné nalezena také reliktní severská dutohlávka horská (*Cladonia stellaris*) - (KUČERA, 1999; SKOUMALOVÁ, et al., 2018).

4) **Květnaté hadcové bory** chladnějších oblastí mají u nás největší porosty ve Slavkovském lese (např. Pluhův bor, Vlček), Blanském lese (např. Holubovské hadce) a v Pošumaví (Miletínky). Kromě obligátních serpentinofytů, jako jsou sleziník hadcový (*Asplenium cuneifolium*), s. nepravý (*A. adulterinum*) a endemický rožec kuříčkolistý (*Cerastium alsinifolium*), které se vyskytují výhradně na hadcových skalkách, v nich rostou další druhy přítomné ve vřesovcových borech, jako jsou vřesovec masový (*Erica carnea*), vřes obecný (*Calluna vulgaris*), brusnice borůvka a brusnice brusinka (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*), a druhy vyšších poloh, třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) a sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*) typické pro výškový stupeň smrkových bučin. Z lišejníků jsou tu opět hojně zastoupeny zástupci rodu *Cladonia*. Na Vlčku se např. vyskytuje vzácná dutohlávka (*Cladonia turgida*) - (KUČERA, 1999; SKOUMALOVÁ, et al., 2018).

5) **Reliktní bory** rostoucí na hranách říčních kaňonů v oblasti mezofytika ve stupni doubrav jsou u nás nejtypičtější. Jedná se o charakteristická lokální společenstva, která lemují příhodná stanoviště (skalní výchozy) říčního systému Vltavy a jejích přítoků (Berounka, Sázava, Otava, Lužnice), přítoků Labe (Jizera, Pšovka) a na Moravě v Prebohemiku údolí Dyje a jejích přítoků (Jihlava, Oslava, Rokytná). Na silikátových horninách roste v podrostu řídké zapojených borovic (které jsou silně pokroucené a připomínají křivoles) několik acidotolerantních druhů, především keříky, metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), jestřábník bledý (*Hieracium pallidum*), j. vrcholičnatý (*H. cymosum*), celík zlatobýl (*Solidago virgaurea*), na jz. Moravě kručinka chlupatá (*Genista pilosa*) a některé teplomilnější petrofyty, jako jsou tařice skalní (*Aurinia saxatilis*) a

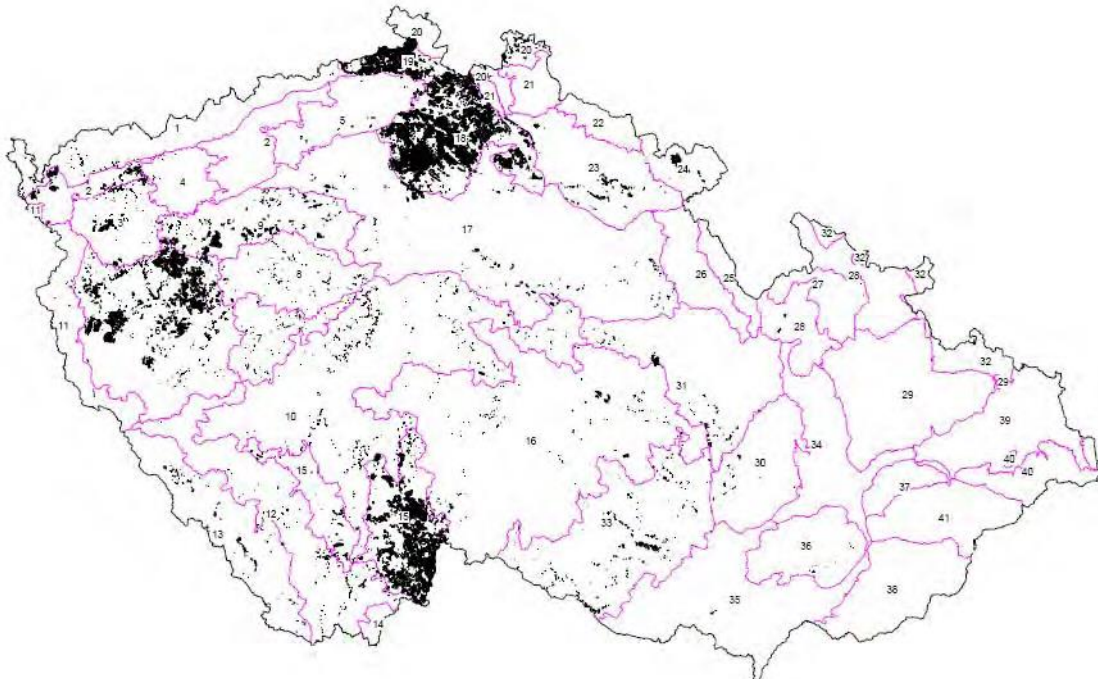
kostřava přítvrdlá (*Festuca pallens*) a ojediněle i vzácná reliktní medvědice lékařská (*Arctostaphylos uva-ursi*) a velmi vzácně dutohlávka horská (*Cladonia stellaris*) – (KUČERA, 1999; SKOUMALOVÁ, et al., 2018).

6) **Reliktní bory s vřesovcem** rostou na žulách a fylitech v západních až jihozápadních Čechách ve výškovém stupni bučin (tj. v submontánních polohách). Jsou druhově chudší a dominantní pokryv mají keřiky – vřesovec pleťový (*Erica carnea*), vřes obecný (*Calluna vulgaris*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*), brusnice borůvka (*V. myrtillus*) a další acidotolerantní druhy. Bohaté bývá také mechové patro – dvouhrotec chvostnatý a čeřitý (*Decranum scoparium*, *D. polysetum*), travník Schreberův (*Pleurozium schreberi*), lazovec čistý (*Scleropodium purum*). Fytcenologické postavení těchto borů je nejednoznačné. Na rozdíl od vřesovcových reliktních borů (sv. *Erico-Pinion*) rostou na silikátových horninách a přítomnost vřesovce jako druhu s výraznějším rozšířením v alpské oblasti je spíše hraniční (KUČERA, 1999; SKOUMALOVÁ, et al., 2018).

7) **Chudé reliktní bory** na dystrofních rankerech a podzolech na kyselých horninách moldanubika, často zarůstají sutě a skalní výchozy. Druhové patro bývá extrémně chudé a obsahuje jen několik druhů, především erikoidní keřiky metličku křivolakou (*Avenella flexuosa*) a lišejníky, zejména dutohlávky (*Cladonia* sp. div.). Ve stromovém a keřovém patře se uplatňují kromě břízy bělokoré (*Betula pendula*) ještě jeřáb obecný (*Sorbus aucuparia*), smrk ztepilý (*Picea abies*), jedle bělokorá (*Abies alba*) a buk lesní (*Fagus sylvatica*). Obdobný charakter mají bory na dystrofních kvádrových pískovcích české křídly v oblasti rekonstruovaných kyselých bučin, v nichž chybějí typické druhy reliktních borů a vyskytují se tam pouze keřiky a druhy rostoucí v kulturních borech. V mechovém patře jsou bělomech sivý (*Leucobryum glaucum*), dvouhrotec čeřitý (*Dicranum polysetum*), dutohlávka sobí a lesní (*Cladonia rangiferina*, *C. arbuscula*) a puklěčka islandská (*Cetraria islandica*) - (KUČERA, 1999; SKOUMALOVÁ, et al., 2018).

8) **Podmáčené rašelinné bory** rostou zpravidla na obvodu otevřených rašelinišť. Jsou pro ně typické keřiky, brusnice brusinka (*V. vitis-idaea*), klikva žoravina (*Oxycoccus palustris*), a šáchorovité, např. suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum*), suchopýrek trsnatý (*Baeothryon caespitosum*), v keřovém patře krušina olšová (*Frangula alnus*). Mívají bohatě vyvinuté rašeliníkové mechové patro s mnoha rašeliníky (*Sphagnum* sp. div.), ploníkem tuhým a obecným (*Polytrichum strictum*, *P. commune*), na sušších

místech jsou hojné také lišejníky puklěčka islandská (*Cetraria islandica*), dutohlávka sobí a lesní (*Cladonia rangiferina*, *C. arbuscula*) a další. Dominantu dřevinného patra tvoří kromě borovice lesní (Dokesko, Českomoravská vrchovina) také stromová borovice blatka (*Pinus rotundata*, endemit středozápadní Evropy, např. Třeboňsko, Velká niva a Vltavský luh na Šumavě, Tajga ve Slavkovském lese, Rejvíz v Jeseníkách atd.) a ve vyšších horských polohách tzv. rašelinná kleč (*Pinus x pseudopumilio*). Charakteristickým lišejníkem obnažené rašeliny níže položených blatkových borů (Třeboňsko) je červenoplodá dutohlávka (*Cladonia incrassata*). V rašelinných borech Třeboňska a Šumavy se jako epifyt dříve velmi vzácně vyskytoval větvičník měnlivý (*Evernia mesomorpha*). Disjunktivní výskyt tohoto víceméně tajgového lišejníku zde představoval západní hranici jinak rozsáhlého areálu druhu (KUČERA, 1999; SKOUMALOVÁ, et al., 2018).



Obr. 5) Zastoupení borů (lesní vegetační stupeň 0 – bory) v ČR (GIS – ÚHÚL Brandýs n. L. 2005) (MIKESKA, 2007)





Obr. 6) Opad šišek pod jedním ze solitérních jedinců borovice lesní; foto archiv autora

## 2.2. Dynamika v borových lesích

Dynamika přirozených lesů je v dominantní míře řízena narušeními neboli disturbancemi. „Přirozené narušení“ je definováno jako událost, která způsobuje ztrátu živé biomasy lesa (SCHELHASS, et al., 2003).

Důkladnější pochopení narušení, které ovlivňují hlavní typy lesů je nezbytně nutné. Zvýšená četnost abiotických a biotických poruch jehličnatých lesů během posledních několika let a desetiletí a rostoucí touha obhospodařovat lesy způsobem blízkým přírodě znamená, že je nutné zlepšit pochopení historického rozsahu variability (HRV) a pravděpodobně i budoucího rozsahu variability (FRV) těchto lesů. Kromě toho bylo dříve na lesy nahlíženo převážně jako na zdroj dřeva a dalších ekosystémových služeb. Lesy byly zřídka zaměřeny konkrétně na ochranu přírody. Lidé dříve zachovávali lesy na nepřístupných stanovištích zřejmě z důvodu obtížné manipulace se dřevem a ochrany půdy na tamních svazích. To bude zřejmě také jeden z důvodů, proč jsou významná chráněná území velmi často na takovýchto místech (PANAYOTOV, et al., 2017) (KORPEL, 1989) (PRŮŠA, 1990).

Borové lesy ovlivňuje široké spektrum přírodních disturbancí. Bulharská studie zjistila, že velmi časté události narušující borové lesy jsou požáry (39 % zjištěných událostí), vichřice (31 % zjištěných událostí) a laviny (20 % zjištěných událostí). Méně poruch je způsobených těžkým mokřým sněhem a ledem (námrazou). Dalšími významnými činiteli jsou sucho a hmyz (FORST, et al., 1966; GIERTYCH, et al., 2007; IRVINE, et al., 1997; WELLPOTT, et al., 2005; SCHELHASS, et al., 2003)

V současnosti hospodaření s borovými lesy například v České republice a Bulharsku není zcela v souladu s jejich historickým rozsahem variability. Jehličnaté lesy jsou obhospodařovány většinou holosečnými lesnickými způsoby a méně často skupinovými nebo individuálními systémy výběru (PANAYOTOV, et al., 2017).

Za některými událostmi však nemusí pokaždé stát jen příroda. Existuje podezření, že některé z velkých požárů v jehličnatých lesích byly iniciovány lidmi. V některých vysokohorských oblastech je obecně vhodný terén pro pastviny, pastýři proto při čištění zalesněné půdy často úmyslně zakládali požáry, než odešli na nížinné pastviny používané v zimě, což byla běžná praxe některých skupin (PANAYOTOV, et al., 2017 et BAIKUSHEY, 1895).

### 2.2.1 Požáry jako významná disturbance borových porostů

S borovými porosty jsou spojené požáry. Životní strategie borovice lesní je požárům uzpůsobená, a naopak úspěšně využívá požáry ke svému prospěchu. Opad borovice obsahuje hořlavé silice a pryskyřice, což způsobuje vazby životní strategie borovice lesní na požáry a spáleniště. Borovice využívá toho, že oheň zničí veškerou konkurenci ostatních dřevin v okolí dospělých stromů. Na obnažené půdě po požáru se borovice zmlazuje velice dobře, což se jí naopak nedaří v husté vegetaci. Vlivem silic a pryskyřic také hoří v borových porostech častěji než v jiných. Současně má borovice několik výhodných vlastností, díky kterým se jí daří požáry přežít. Mezi ty nejdůležitější se řadí až 5 cm silná borka, která chrání kmen před vysokými teplotami požáru. V dospělých porostech zasažených požárem jsou pak jen stromy s ohořelou borkou, které však jsou díky její síle živé. Dále s odolností proti požárům souvisí hluboký kořenový systém, který odolává podzemním požárům a dosahuje až na hlubokou podzemní vodu. Dále rychlou regeneraci na požářištích s odhalenou minerální půdou, kdy semena na této půdě rychle klíčí a brzy odrůstají. To jí umožňuje zvládat požáry slabé a střední intenzity. Jiné druhy vyskytující se v borových lesích, jako jsou například trpasličí keře *Vaccinium* spp. a



*Calluna vulgaris*, jsou také odolné vůči ohni. Přizpůsobily se tak, že když jim shoří nebo odumře vrchní primární stonek, okamžitě se ho snaží nahradit vedlejšími stonky a výmladky (ADÁMEK, et al., 2016).

Při studii bulharských a dalších evropských borových lesů v nadmořských výškách nad 1000 m (kde je většina přírodních jehličnatých lesů), bylo prokázáno značně méně požárů oproti nížinným lesům se stejným druhem. Díky letokruhovým analýzám byly poskytnuty důkazy o opakovaných požárech v sub-alpických borových lesích v posledních 500 letech. Minimální interval mezi událostmi požáru se pohyboval mezi 9 a 72 lety, maximum mezi 91 a 151 lety. Některé z těchto požárů zasáhly různá údolí ve stejném roce, což naznačuje buď velkou událost, nebo současný výskyt požárů související s vhodnými palivovými a klimatickými podmínkami (PANAYOTOV, et al., 2017; SCHELHASS, et al., 2003).

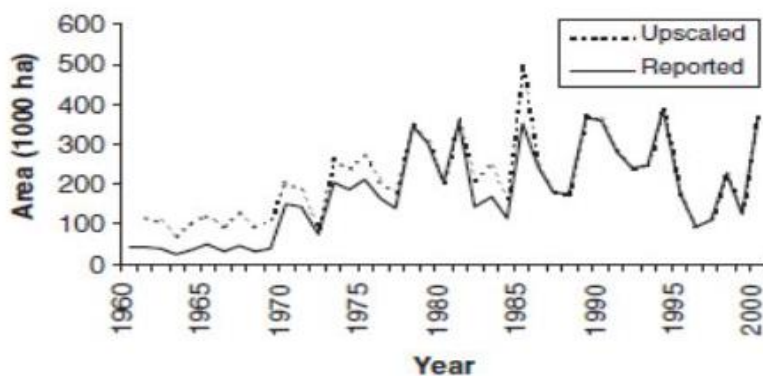
Údaje o požárových jizvách v Bulharsku ukázaly, že v subalpických lesích se průměrný interval požáru pohybuje mezi 50-100 lety, což naznačuje že požáry nízké až střední intenzity jsou součástí jejich historického rozsahu variability. Spolu s obnovou lesa z minulých rozsáhlých poruch a změn využití půdy, vedly tyto postupy k homogenizaci lesů a v mnoha regionech je přítomnost porostů téměř stejného věku (PANAYOTOV, et al., 2017). To je silný důkaz o těsném vztahu člověka s ohněm a hlubokými praktickými znalostmi o chování při požáru a kontrole požáru (NIKLASSON, et al., 2010).

Začátek aktivních protipožárních opatření řízených člověkem a potlačování požárů je dokumentováno od konce 18. století (Hedemann 1939) a zpřísnilo se po katastrofálním požáru v roce 1811 v pralese Białowie\_za v části Polska a Běloruska. Změna v přístupu k ohni vznikla ze zvýšeného zájmu o zachování dřeva jako trvale obnovitelného přírodního zdroje. Velmi často dochází k požáru zapálenému bleskem. Předpokládaná změna z přirozeného požárního režimu na antropogenní režim tedy nebyla nutně změna z přítomnosti častých požárů. Spíše to byla změna z větších požárů na mnoho malých požárů (NIKLASSON, et al., 2010).

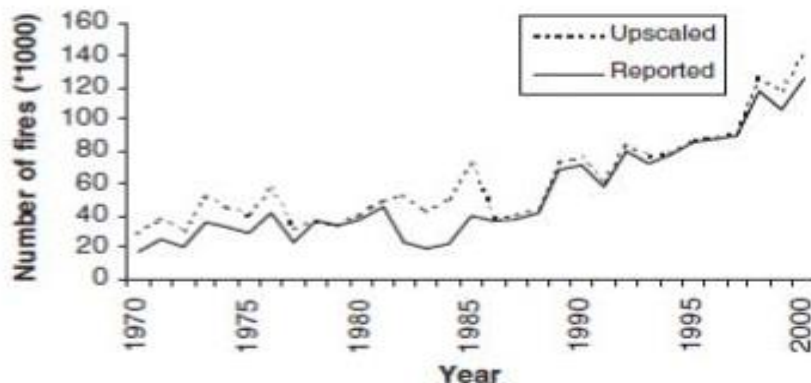
Studie v severozápadní části České republiky v oblasti Labských pískovců, Národního parku Česko-saské Švýcarsko, Kokořínsko, Český ráj a Doksy zjistila, že frekvence požárů je přibližně 3 požáry za rok na 100 km<sup>2</sup> (ADÁMEK, et al., 2016), (PRŮŠA, 1990).

Výsledek lesních požárů v období 1961–2000 byl v průměru 178 000 ha spálené lesní půdy (v Evropě). Po opravě pro chybějící údaje, se celková plocha odhaduje na 213 000 ha, což je asi 0,15 % celkové rozlohy lesů v Evropě. Počet lesních požárů v Evropě také vykazuje zřetelný nárůst z průměrné hodnoty asi 40 000 požárů ročně v sedmdesátých letech na více než 95 000 požárů v 90. letech. Téměř polovinu (44,9 %) celkové plochy lesních požárů v Evropě za toto období tvořily dvě země: Španělsko a Portugalsko. Důvod je zřejmě také vyšší zastoupení borovic (SCHELHASS, et al., 2003).

Průměrný objem dřeva, který byl poškozen ohněm se v jednotlivých zemích značně liší, od 2 m<sup>3</sup>/ha v Jugoslávii, až na 152 m<sup>3</sup>/ha v Rumunsku. To pravděpodobně odráží rozdíly v závažnosti požárů mezi zeměmi a typem lesa, kde dochází k požáru a také k rozdílům v celkovém stavu lesa (SCHELHASS, et al., 2003).



Obr. 7) Plocha lesních požárů v Evropě v letech 1960-2000 převzato (SCHELHASS, et al., 2003)



Obr. 8) Roční počet lesních požárů v letech 1970-2000 převzato (SCHELHASS, et al., 2003)

Množství požárů v těchto oblastech lze považovat jako jeden z hlavních činitelů ekosystémových procesů. Ovlivňuje obnovu a druhové složení odstraněním druhů citlivých na oheň a podporou druhů ohnivzdorných. Požárem se tvoří substráty životně důležité pro mnoho druhů (NIKLASSON, et al., 2010).

Se slabou intenzitou požáru, hynou druhy jako *Picea abies* a *Sorbus aucuparia*. Se zvyšující se intenzitou požáru se liší odolnost daných druhů. Nejodolnější jsou spolu s *Pinus sylvestris*, také *Quercus petraea*, *Larix decidua* a *Betula pendula*. Lesní požáry výrazně ovlivňují strukturu lesů mírného pásu Evropské pískovcové oblasti. Na plochách po požáru zkoumaných v severozápadní části České republiky, byla zjištěna vyšší biodiverzita než na nespálených plochách. Započala tam sukcese. Sukcese vytvoří stejný porost jako na nespálených plochách. Lze tedy předpokládat, že po požárech bude následovat vývoj směrem ke stejnému typu lesů, které představují přirozenou vegetaci studovaných oblastí. Studované borové porosty tedy disponují do jisté míry strukturální a kompoziční odolností vůči požárním poruchám. Postižené plochy se asi po 140 letech vyvinuly v přirozené porosty což odpovídá vývoji boreálních lesů (ADÁMEK, et al., 2016), (KORPEL, 1989).

Mezi roky 1653 až 1920 bylo v pralese Białowieża ve východním Polsku a západním Bělorusku dokázáno, že porost tohoto pralesa prošel 27 požárními poruchami. Sběr dat probíhal na plochách o rozloze 0,42 ha. Přítomnost požárů prokazovaly kmenové disky, na kterých byly zřetelné požární jizvy. Dále pak byly odebrány dva vývrty z živých staře vypadajících borovic na dané ploše, pro sestavení základní chronologie. Díky základní chronologii bylo možné požárům přiřadit příslušný rok. V letech 1671, 1677, 1689, 1718, 1738 byla pozorována přítomnost požárů s častějším opakováním. (NIKLASSON, et al., 2010).

V Bulharsku byly požárem nejvíce zasaženy lesy s borovicí (58 %). Z těchto postižených oblastí je největší podíl z přirozených porostů *Pinus sylvestris* (17 %) nebo smíšených lesů *Pinus sylvestris* a *Pinus nigra* (8 %) (PANAYOTOV, et al., 2017).

Většina požárů (51 %) byla menší než 100 ha a postihla *Pinus sylvestris* případně *Pinus nigra* převážně ve výškách pod 1600 m. n. m. Největší požáry (o rozloze více než 1 000 ha (32 % všech požárů)) postihly buď ryze přirozené smrkové porosty nebo kategorie jehličnanů nespécifikováno (PANAYOTOV, et al., 2017).

Studie o lesních požárech v Bulharsku ukázaly, že léta s největším počtem a rozsahem požárů byla charakterizována přísuškou. Byl sledován velmi zajímavý požární rok (1724), který obsahoval velmi slabý přírůstek počtu letokruhů borovice citlivé na sucha a také jizvy po požárech (ve 3 nezávislých údolích). Ohnivé roky v 19. století se také shodovaly s obecně suchým obdobím v celé oblasti, jeden z nejvíce pozoruhodných ohnivých let ve 20. století (1946) (3 nezávislá údolí) patřil k rokům s nejmenšími přírůsty v chronologiích borovice citlivé na sucha a zvýšeným počtem požárních jizev v odebíraných vzorcích (PANAYOTOV, et al., 2017).

Klíčení borových semenáčků po požárech může být velmi úspěšné. Někdy vyklíčí semenáčky borovice i bez přítomnosti požáru. Pokud však následně dojde k požáru, většina semenáčků nepřežije. Na tento problém se přizpůsobila například *Pinus ponderosa* ve Spojených Státech, kdy i její semenáčky jsou schopné odolat požáru slabé až střední intenzity. Semenáčky jsou porostlé velmi dlouhými jehlicemi připomínající listy trav. Toto jehličí je chrání a při požáru jen ohoří. Následně dojde k puknutí pupenů a semenáček začne přirůstat. Růst však není striktně podmíněn požárem (semenáček roste i bez požárů) (NIKLASSON, et al., 2010).

Lze říci, že intervaly požárů patří mezi velmi často se vyskytující narušení právě v ekosystému s dominancí *P. sylvestris* například v pralese Białowieza. Avšak intervaly nalezené v požárových jizvách ve srovnání s historií ohně z pralesa Białowieza směrem dál na sever, se zkracují. Jsou však v souladu s přirozeným gradientem kratších intervalů požáru spojených s teplejším klimatem. Krátké intervaly mezi požáry nedovolují mladším jedincům borovice vytvořit si dost silnou borku na svoji ochranu. Zkrácení intervalů mezi požáry bylo hlášeno také z jihu Skandinávie a ze Sibíře. Intervaly požárů se tedy relativně zkracují (NIKLASSON, et al., 2010).

Požární režim se v pralese Białowieza změnil náhle po roce 1781, kdy se intervaly mezi požáry prodloužily. Jeden z důvodů může být ten, že právě doznívala takzvaná „malá doba ledová“. Po požáru v roce 1825, nehořelo na dané lokalitě 49 let a masivní borové a jiné zmlazení během tohoto období silně regenerovalo (BÜNTGEN, et al., 2013) (NIKLASSON, et al., 2010).

Je zajímavé poznamenat, že v době rozsáhlých požárů byli na některých plochách i mladí jedinci. To může být známkou mírných požárů, ale mohlo by to také být to, že

některé oblasti požárem neprošly. Jedinci *Picea abies* jsou schopni přežít velmi mírné požáry, kdy tento jev byl popsán u požárů z boreální zóny.

Ve 20. století se pohled na požáry změnil, protože více rozvinulo lesní hospodaření. Tím se začala měnit druhová skladba. Změnila se z dominance borovic k větší převaze jehličnanů méně přizpůsobených k častým požárům, např. *Picea abies* (NIKLASSON, et al., 2010).

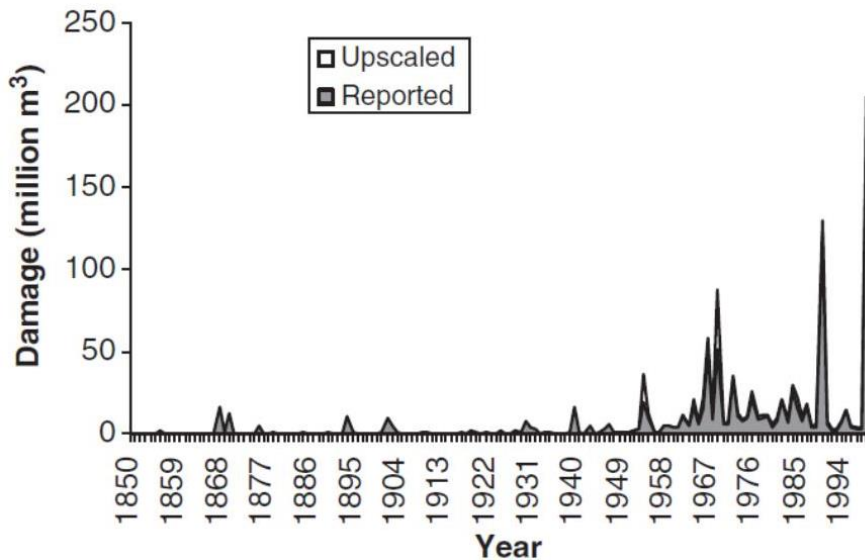
Tyto poznatky byly základem diskusí o nezbytnosti přizpůsobit se požárům a naučit se s nimi žít. Získané poznatky o úloze požárů v borových lesích ve Středomoří ukázaly, že ačkoli druhy borovic jsou narušovány požáry, vyspělé stromy vydrží povrchové požáry díky jejich silné kůře. Z toho lze usoudit, že přirozený režim povrchových požárů nízké intenzity může být pro tyto lesy typický (PANAYOTOV, et al., 2017).

### 2.2.2 Poškození vichřicemi a sněhem

Borové lesy také velmi silně ovlivňují prudké změny v atmosféře. Nejčastěji se jedná o silné změny atmosférického tlaku doprovázeného srážkami (bouře nebo vichřice). Borovice jako taková je vůči vichřicím relativně odolná. V některých případech, když je vichřice příliš silná, se však zlomí. Zvýšenou četnost škod vichřicemi a orkány v Evropě popisuje SCHELHASS (2003). Jedná se ve skutečnosti však o odraz v rostoucím počtu hlášených událostí než skutečného nárůstu vichřic. I přes to však poskytuje zajímavé informace. Rozdíl mezi lety je znatelný. Nejsilnější vichřice byly v letech 1990 a 1999. Způsobily v Evropě poškození 120 a 180 milionů m<sup>3</sup> dřeva (Obr. 10). Většina škod způsobených vichřicemi byla nahlášena v západní Evropě v oblasti Atlantického oceánu, v oblasti Alp a v oblasti Panonské pánve (oblast mezi pohořím Alp, Karpat a Dinárských hor). Škody byly zejména v horských oblastech. Průměrné roční škody způsobené vichřicemi v období 1950–2000 činí 18,7 milionu m<sup>3</sup> dřeva (SCHELHASS, et al., 2003).

Záznamy z meteorologických stanic ve vysokých nadmořských výškách v bulharských horách ukazují, že rychlost větru v případech vichřic často překračuje 40–50 m/s. Při událostech s tak silným větrem, dokonce i druhy, které jsou typicky odolné proti větru mohou být poškozeny nebo zničeny, jak prokázali např. údaje z bouře Lothar v oblasti

Alp, a to by mohlo vysvětlit výskyt záznamů o větrech v borových lesích obecně odolných proti větru. (PANAYOTOV, et al., 2017).



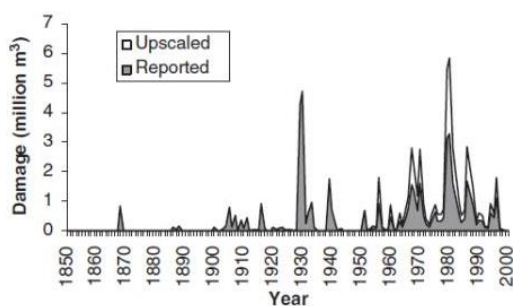
Obr. 9) Poškození vichřicemi v Evropě v letech 1850-2000 a rapidní nárůst poškozeného dřeva v letech 1950-2000 převzato (SCHELHASS, et al., 2003)

Poškození sněhem je mnohem méně důležité než poškození bouřkami. Odhadované průměrné množství škod téměř 1 milion m<sup>3</sup> dřeva ročně v období 1950–2000. Zjevný nárůst v roce 2006 je opět pravděpodobně projev zvýšeného podávání zpráv. Je hlášeno velké množství událostí, ale nelze zjistit žádný trend. Většinou bylo nahlášeno poškození sněhem v Německu, Rakousku, České republice a Slovenské republice (SCHELHASS, et al., 2003).

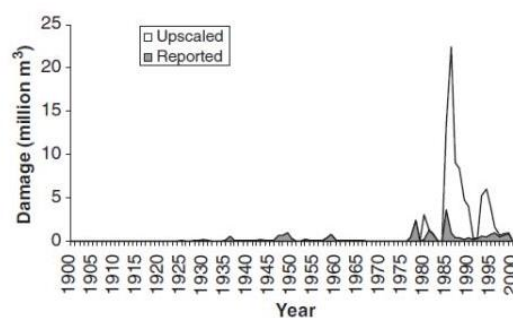
Bylo nalezeno i 11 záznamů o škodách způsobených sněhem, které poškodily vysoké množství dřevní hmoty. Největší byla v zimě roku 2015, kdy byla silná sněhová pokrývka (více než 1 m nového mokrého sněhu za jednu noc, 7–8 Březen 2015) způsobily v EU rozsáhlé škody (přibližně 1 milion m<sup>3</sup>) (PANAYOTOV, et al., 2017).

Škody způsobené mokrým sněhem byly většinou hlášeny v mladých, hustých borových porostech. Po takových událostech se velmi často objevují zprávy o ohniscích např. *Ips acuminatus*. Proto stárnutí borových porostů zpravidla snižuje jejich náchylnost k narušení způsobených sněhem. (PANAYOTOV, et al., 2017).





Obr. 10) Poškození sněhem v Evropě v letech 1850-2000 převzato (SCHELHASS, et al., 2003)



Obr. 11) Ostatní abiotické poškození v Evropě v letech 1900-2000 převzato (SCHELHASS, et al., 2003)

### 2.2.3 Poškození suchem

Jsou známy další druhy poškození, jako je například sucho. V současné době se škody suchem významně blíží k množství dřeva poškozeného vichřicemi. Borové porosty jsou velmi náchylné na kolísání spodní hladiny půdní vody, kterou dlouhodobé přisušky ovlivňují (SCHELHASS, et al., 2003; FORST, et al., 1966).

Studie provedená ve skotské rezervaci Fife prokázala, že příčinou sucha a srážkové deprese dochází ve xylému ke snížení hydraulického tlaku. To má za následek postupné ochabování schopnosti čerpat hlubokou spodní vodu. Čím je hydraulický tlak v xylému menší, tím hůře se daří dopravovat vodu až do horních partií koruny stromu. Prokázána byla i korelace sucha se snížením ročního přírůstu. Nedostatkem vody je zamezená i tvorba buněk. Slabý přírůst v bělové části stromů pak opět vede k nízké schopnosti hospodaření s vodou a jedinec může uhynout. Rostoucí výskyt letních období sucha na severu Evropy může být příčinou poklesu zdraví stromů. Závažné deficity půdní vody v jednom roce může způsobit hydraulické a fyziologické reakce, které jsou přeneseny do následujících let (IRVINE, et al., 1997).

Studie provedená v Německu v Rýnské nížině, v borovém lese Hartheim potvrzuje hypotézu, že těžištěm letních přisušků je měsíc srpen. Důvod je ten, že jarní, případně pozdní jarní srážky jsou již vyčerpány, ale zároveň se ještě nezačaly vyskytovat srážky podzimní. Studie také dokazuje, že borovice mají relativně nízkou transpiraci i index listové plochy (LAI, Leaf Area Index). Z tohoto vyplývá, že borovice ve své podstatě velmi šetrně hospodaří s vodou (WELLPOTT, et al., 2005).



Obr. 12) Borovice postižené letními přísuškami; nápadná proschlá a prorezivělá koruna; foto archiv autora

#### 2.2.4 Poškození hmyzími škůdci

Na borové lesy se váže i mnoho druhů hmyzu. Patří mezi ně významné podkorní druhy nebo druhy defoliátorů, kteří se živí asimilačními orgány borovic. Chování býložravého hmyzu při žíru je klíčovým prvkem interakcí mezi rostlinami a hmyzem. Zejména u borovic disponujících řídkou korunou hrozí velmi silné poškození. Lokace potravy často určuje i její kvalitu a tím i výkonnost býložravého hmyzu (GIERTYCH, et al., 2007; FORST, et al., 1966).

Mezi významné defoliátory patří například hřebenule ryšavá (*Neodiprion sertifer*). Ve studii provedené v Polsku v dendrologickém arboretu Krónik, byl studován žír larev



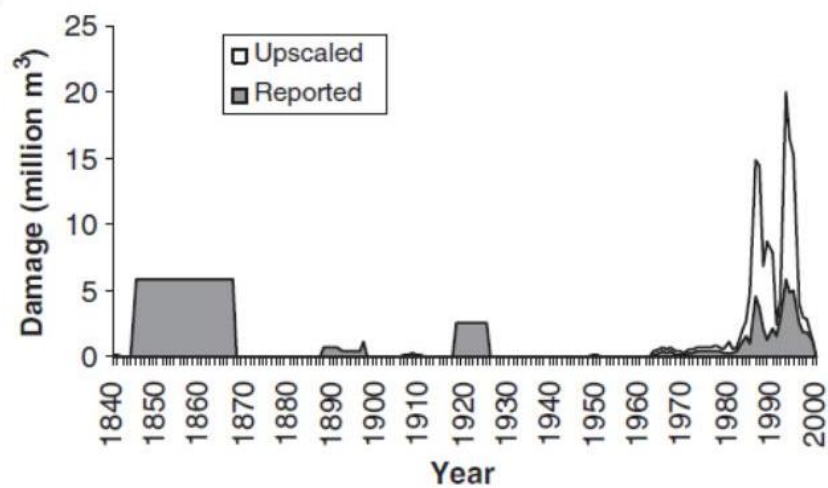
této hřebenule. Její larvy mohou způsobit až kalamitní stavy. Ve většině případů se larvy krmily jehlicemi po celých větvích a pouze náhodně na se koncentrovali na koncový výhon. Věk a typ jehličí i účinnost přijímané potravy ovlivňovaly trvání vývoje hmyzu. Doba vývoje byla kratší u larev vyvíjejících se na jednorocním jehličí (GIERTYCH, et al., 2007).

Býložravý hmyz lze rozdělit do kategorií podle náročnosti na potravu. První kategorií jsou nenáročné druhy (polyfágní) přijímají potravu, kterou je nejjednodušší najít. Druhá kategorie jsou specializované druhy (monofágní) hledají určitý druh potravy alespoň v některých fázích jejich vývoje. Tohoto lze dosáhnout buď ovipozicí (umístěním vajíčka) na správném místě nebo aktivním hledáním optimální potravy dospělců nebo larev (FORST, et al., 1966; GIERTYCH, et al., 2007).

Mladé larvy mnoha druhů býložravého hmyzu (*Acantholyda posticalis* Mats., *Bupalus piniarius* L., *Cephalcia abietis* L., *Coleophora laricella* Hbn., *Dendrolimus pini* L., *Diprion pini* L., *Hyloicus pinastri* L., *Neodiprion abietis* Harris, *Pristiphora abietina* Christ.), kteří se živí asimilačními orgány jehličnatých dřevin začínají jíst v místě líhnutí. Starší larvy druhu (*Neodiprion sertifer* Geoffr.), však mohou aktivně hledat tu nejlepší potravu. Líhnutí z vajíček probíhá začátkem května a larvička prochází pěti (samčími) nebo šesti (samičimi) instary. Během následujícího jara se začnou nově vylíhlé larvy krmít co nejvíce skrytě. Toto provádí z důvodu ochrany před predátory (FORST, et al., 1966; GIERTYCH, et al., 2007; SCHELHASS, et al., 2003; PANAYOTOV, et al., 2017; NOVÁK, et al., 1974).

Defoliace borového lesa způsobené larvami *N. sertifer* působí významné hospodářské ztráty. Napadení porostů a žír v borových lesích se projevuje formou ohnisek. Mezi faktory, které mění vývoj hřebenule, patří věk asimilačních orgánů, věk stromu, stupeň defoliace, půda a počasí, znečištění a druhová variabilita porostů. Po konzumaci jehel na jedné větvi larvy (zejména ve starších stádiích svého vývoje) se může rychle přesunout do jiných větví. Růst a přežití hřebenule byla také pozitivně ovlivněna vysokou koncentrací dusíku, fosforu a rozpustných sacharidů (GIERTYCH, et al., 2007; LYYTIKÄINEN-SAARENMAA, et al., 2002).

Většina zpráv o napadení borových lesů hmyzem pochází ze střední Evropy. Nejvíce ze zemí jako je Polsko, Německo, Slovenská republika, Česká republika a Slovinsko, které zvýšily jejich monitoring. Toto zvýšení monitorování naznačuje, že k takovému biotickému poškození dochází častěji spíše v menším rozsahu (SCHELHASS, et al., 2003; GIERTYCH, et al., 2007).



Obr. 13) Biotické poškození kromě kůrovců v Evropě v letech 1840-2000 převzato (SCHELHASS, et al., 2003)

Nutné je také zmínit napadení podkorním hmyzem. Gradace tohoto hmyzu nastupují jako přidružený faktor zejména k přísuškům a vichřicím. Na oslabeném a odumírajícím dřevě jsou kůrovci schopni se velmi rychle a efektivně namnožit a způsobit další silné narušení porostů. Mezi nejvýznamnější borové lýkožrouty patří zejména lýkožrout borový (*Ips sexdentatus*), lýkohub sosnový (*Tomicus piniperda*) a lýkohub menší (*Tomicus minor*). Na jedincích zasažených těmito škůdci byl dendrochronologickými metodami zkoumán přírůst. Bylo prokázáno, že po obsazení kůrovcem (*Tomicus piniperda*) se snížil o 50 % přírůst (FORST, et al., 1966; NOVÁK, et al., 1974; CZOKAJLO, et al., 1997).

### 2.3. Bory a jejich vliv na spárkatou zvěř

Každý druh zvěře reaguje na prostředí jinak, ale úživnost prostředí lesa je jedním z hlavních faktorů, které zvěř ovlivňují (MOTTTL, et al., 1970).

Jako v případě většiny savců, hlavními složkami vhodných stanovišť spárkaté zvěře jsou potrava a úkryt (BORKOWSKI, 2004).

Borové lesy jsou významnou složkou evropského prostředí. Poskytují významný krajinný prvek v místech, kde by jiné dřeviny nepřežili. Tento fakt oceňuje i spárkatá zvěř, která má také vliv na dynamiku borových lesů. Svým tlakem na mladé jedince může silně ovlivnit přírodní sukcesi (KORPEL, 1989; PRŮŠA, 1990).

Tento problém byl studován ve Švédsku, kdy vědci zkoumali potravní nabídku v borových porostech pro losy a srnce. Na národní úrovni dominují švédské lesy čtyřmi původními druhy stromů: smrk ztepilý (*Picea abies*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a dva druhy břízy (*Betula pendula* a *B. pubescens*). Losi se krmí na mladých jedincích těchto dřevin, a proto způsobují poškození a snižují ekonomický výnos v lesnictví. Škody se objevují hlavně v zimě, když losy a srnci okusují větvičky a pupeny. Během letní vegetační doby tvoří hlavní část potravy losů a srnců byliny, mladé výhonky dřevin a zakrslé keře. Kombinace dostupnosti a chutnosti dělá v zimě z borovic jednu z nejdůležitějších složek potravy pro tuto zvěř. Smrk, nejhojnější dřevina ve Švédsku, má úroveň nízké chutnosti pro losy, kteří se tomu obvykle vyhýbají. Ostatní dřeviny, i když možná chutnější (jako jsou vrby, jeřáb, osika nebo dub) obecně nejsou dostatečně hojné, aby tvořily významnou část losí stravy. Proto by se odhady úživnosti prostředí ve Švédsku měly zaměřit především na borovice a břízy. Byly vybrány dva přirozeně regenerované borové porosty. Porosty borovic byly neoplocené, borovice však byly okusem poškozeny jen nepatrně. Mnohem větší poškození bylo zaznamenáno na jedincích břízy (*Betula pendula*). Vhodným zastoupením břízy v přirozených porostech je tedy možné odklonit dosavadní tlak zvěře na cílovou dřevinu (KALÉN, et al., 2004).

Je nutné chápat les a zvěř jako jeden celek lesního prostředí. Přírodní poruchy jako například velké lesní požáry mění obě tyto složky významně. Proto je důležitá znalost toho, jak ovlivňují populace spárkaté zvěře, zejména ve využívání stanovišť. V borových lesích hoří častěji než v jiných (viz výše). Na plochách po požárech byla zjištěna vyšší zoologická i fytoecologická biodiverzita než v okolních porostech. Tím byla zvýšena i návštěvnost ploch zvěří. Zvěř však před semenáčky borovic raději preferovala dvouděložné, případně jednoděložné byliny. Tedy pokud bude mít zvěř v lesích dostatek pastevních příležitostí a klid, bude raději preferovat bylinnou stravu. Tato znalost je zásadní při managementu volně žijících živočichů (BORKOWSKI, 2004).

Zvěř poškozuje porosty nejvíce okusem, loupáním (zimním a letním), odíráním, ohryzem a vytloukáním. Uvedená poškození jsou příčinou vzniku prvotních a druhotných škod. Za prvotní škodu lze považovat poškození např. loupáním nebo odíráním. Druhotně

napadají poraněné jedince dřevokazné houby zejména pevník krvavějící (*Stereum sanguinolentum*) nebo ohňovec borový (*Phellinus pini*), které pak společně s větrem způsobují druhotné škody např. větrné kalamity a rozvraty porostů. Dalo by se tvrdit, že tlakem zvěře jsou více ovlivněni mladí jedinci zpravidla do doby vytvoření silné kůry na spodní části kmene. (FORST, et al., 1966)



Obr. 14) Loupání spárkatou zvěří na ohnuté borovici, foto archiv autora



### 2.3.1 Potravní nabídka v borových lesích

Ve Švédsku bylo zkoumáno poškození na jedincích borovice a břízy od 0,5 do 5 m výšky. Kdy borovice lesní (*Pinus sylvestris*) disponovala 79 % vhodné biomasy (což byly větvičky a letorosty do 4 mm v průměru a také pupeny). Naproti tomu bříza bělokorá (*Betula pendula*) disponovala 86 % vhodné biomasy. Poškození nepřesáhlo průměr větviček 10 mm. Nejčastější bylo však právě kolem 4 mm. Losy jsou selektivními okusovači a specializují se právě na mladé větvičky v horní části koruny stromků. Jejich biologie je uzpůsobena na koncentrovanou potravu (výběr té nejkvalitnější dostupné potravy). Porosty trpěly okusem hlavně v zimních měsících. Na jaře a v létě byl tlak zvěře rozložen na byliny (KALÉN, et al., 2004).

Pozemní vegetace v borových porostech je obecně mnohem bohatší než v porostech smrkových. Dospělé borové porosty propouštějí korunami více světla než smrkové. Tím utváří podmínky pro růst podrostu společně se sezónní vegetací. V zimě je nejvíce poškození způsobené vysokou koncentrací zvěře v lesích. Lepší porozumění faktorům ovlivňujících život zvěře je důležité v souvislosti s užíváním zimních stanovišť zvěře v lesním hospodářství. Obecně je použití stanoviště zvěří určeno přítomností potravy a úkrytu. Role krytí při používání stanovišť může být zvláště důležitá v období nouze, kdy zvěř čerpá energii a žije ve značné míře z tukových zásob. V borových lesích bývá často listnatý nebo smíšený podrost. Ten poskytuje v období nouze potravu ve formě pupenů a letorostů, případně zbytků bylin a trav na více prosvětlených místech (BORKOWSKI, et al., 2008).

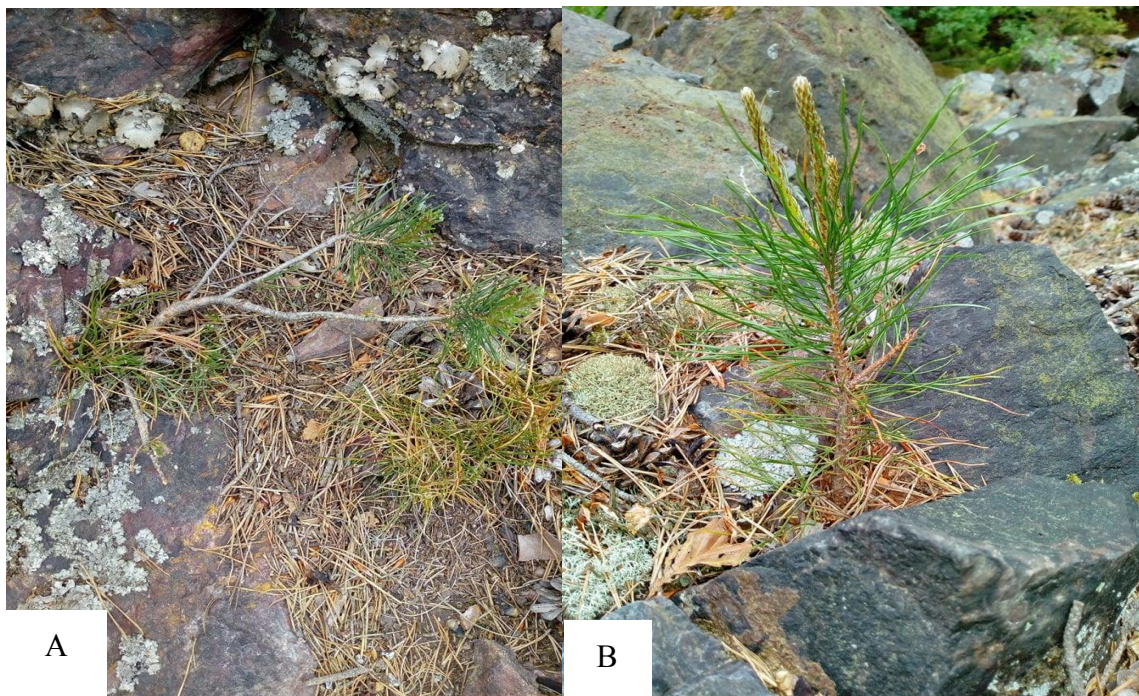
Na základě preferencí potravy jelenů a srnců, byla přízemní vegetace klasifikována do dvou kategorií. Vegetace chutná pro zvěř – dominují druhy které zvěř konzumuje, např. „měkké“ trávy, jeteloviny, maliny (*Rubus idaeus*), ostružiny (*R. caesius*) a borůvky (*Vaccinium myrtillus*) – a vegetace nepoživatelná - dominují zde rostliny, kterým se zvěř obvykle vyhýbá nebo je konzumuje jen zřídka, např. rákosí (*Calamagrostis sp.*) a ostřice (*Carex sp.*) (BORKOWSKI, et al., 2008).

Dále také (ČERMÁK, 2007) uvádí, že: „Vytváření poliček, luk, pastvin a okusových ploch na rozlohách kolem 2 % lesních komplexů je pro lesní hospodáře neakceptovatelné provozně i ekonomicky. Zvěř své potravní potřeby navíc uspokojuje bez ohledu na námi stanovené záměry využití pozemku, k poškození lesního porostu může dojít i přes sousedství okusové plochy či polička. Náklady spojené s těmito plochami, včetně ušlého zisku z produkce dřeva, by výrazně převyšovaly případné snížení škod. Využití okusových ploch

*je problematické i z dalšího důvodu – zpevňující a meliorační dřeviny nelze považovat za dřeviny určené primárně jen k okusu a ohryzu.“*

Na rozdíl od srnčí zvěře závisí jelení zvěř více na potravinové biomase než na její kvalitě. Kromě toho, na rozdíl od jelenů, srnčí zvěř, má své zimní tukové zásoby relativně malé a důležitým zdrojem zimní energie je potrava, přímo konzumovaná v zimě. Proto by mělo být použití zimního stanoviště u srnců více ovlivněno zdroji potravy, než tomu je v případě jelenů (BORKOWSKI, et al., 2008).

Dospělé borovicové lesy s hustým podrostem byly typem stanoviště, který zvěř preferovala. Žádné jiné stanoviště v oblasti studie nemohlo nabídnout bohatou potravu i dobré podmínky pro úkryt. Významným zdrojem pestré a bohaté potravy bylo též okolí lesních cest. Lesní cesty jsou typem stanoviště, který srnčí zvěř používá, protože je zde vysoká dostupnost potravy a blízko k úkrytu (BORKOWSKI, et al., 2008).



Obr. 15 A) Semenač borovice lesní poškozený okusem spárkaté zvěře, foto archiv autora

Obr 15 B) Nepoškozený semenač borovice lesní, foto archiv autora

Problémem je mimo jiné také zajištění potravy v dostatečné kvalitě a pestrosti, což platí zvláště pro příkrmování zvěře v chráněných územích. Největší efekt na snížení škod v zimním období (zejména u potravního oportunisty jelena lesního) bude mít potrava, která co nejvíce napodobuje přirozené potravní zdroje, letnina (sušené letorosty dřevin) a případně kůra (ořezané větve a předkácené kmeny).

Kůra jehličnatých dřevin je vyhledávanou potravou v případech zažívacích potíží nebo nadměrného stresu. Na zlomených nebo vyvrácených jedincích borovice lesní bylo pozorováno rozsáhlé sloupání kůry jelení zvěří (ČERMÁK, 2007).

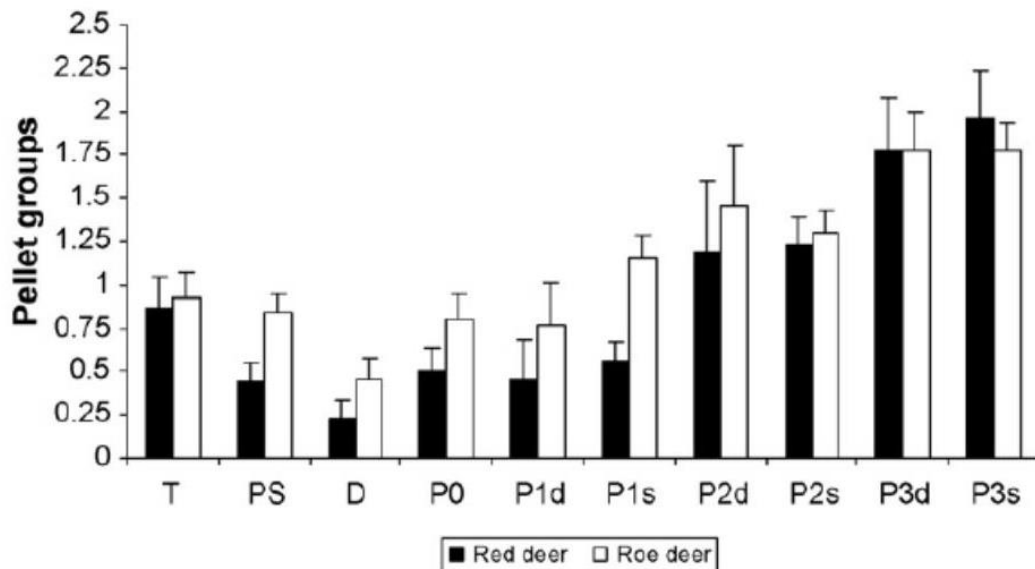
Zvýšení úživnosti honiteb rozhodně může přispět ke snížení škod. Preventivní opatření by ovšem měla směřovat k celkovému zkvalitnění lesního prostředí, ke zlepšení jeho vertikální i horizontální struktury a k zvýšení biomasy a biodiverzity bylinného a keřového patra, nikoliv k vytváření speciálních ploch či výsadeb pro zvěř. Budování těchto umělých speciálních ploch je často velmi nákladné. Je proto velmi vhodné, pokud to lze, využívat přírodních podmínek a procesů (ČERMÁK, 2007).

### 2.3.2 Borové porosty jako kryt pro zvěř

Polská studie v blízkosti Rudy Raciborského provedená v lesích o rozloze cca 17 500 ha zkoumá stávaní zvěře na plochách po požáry borových lesích. Úkryt bývá obecně spojen s rizikem predace. Ve skutečnosti jsou to často lidé, kteří ovlivňují chování a lokaci zvěře nejvíce. Lov je samozřejmě důležitým faktorem. Zatímco zvířata v nelovených populacích jsou obvykle tolerantní k lidské přítomnosti, lov bohužel podporuje plaché a ostražitě chování. Navíc lov zajišťuje to, že úkryt bude důležitým determinantem lokality ve využívání stanovišť zvěří (BORKOWSKI, et al., 2008).

Zvěř je často nucena používat stanoviště se stále lepším krytím v souvislosti s postupem lovecké sezóny. Rozumným předpokladem je takové udržení dospělého borového lesa (relativně otevřeného stanoviště), aby mohl být prováděn efektivní lov a zároveň měla zvěř dostatek klidu a úkrytu. Jelení zvěř (*Cervus elaphus*), která je mnohem větší než srnec (*Capreolus capreolus*), může mít větší obtíže při hledání úkrytu ve stejném prostředí a přírodních podmínkách. Například využívání stanovišť u jelenů s výskytem mladých borových porostů závisí mnohem více na výšce stromů, než je tomu v případě srnčí zvěře (BORKOWSKI, et al., 2008).

Typy jehličnatých stanovišť představovaly přibližně 65% studijní oblasti s borovicí lesní (*Pinus silvestris*), která je jedním z hlavních druhů tamní dřevinné skladby (až 85 % pokryvnosti). Výsledky polské studie ukazují, že nejvyšší návštěvnost jelení a srnčí zvěři byla v borových lesích s hustým smrkovým podrostem (P3s). Naopak nejnižší návštěvnost byla v dospělém listnatém lese (D) (BORKOWSKI, et al., 2008).



Obr. 16) Hustota hromádek trusu jelení zvěře (*Cervus elaphus*) (tmavé sloupce) a srnčí zvěře (*Capreolus capreolus*) (světlé sloupce) na 100 m<sup>2</sup> v různých lokalitách. T: houští; PS: tyčový les (mladé borovice); D: listnatý les (dospělý porost); P0: borový les bez podrostu; P1d: borový les s řídkým opadavým podrostem; P1s: borový les s řídkým smrkovým podrostem; P2d: borový les se středně hustým opadavým podrostem; P2s: borový les se středně hustým smrkovým podrostem; P3d: borový les s hustým opadavým podrostem; P3s: borový les s hustým smrkovým podrostem; převzato (BORKOWSKI, et al., 2008)

Dospělé borové lesy (zejména některé plochy uvnitř nich s hustým podrostem), byly pro jeleny mnohem přitažlivější, než bylo hlášeno pro dospělé porosty se smrkem. Důvodem jsou pravděpodobně horší úkrytové a potravní podmínky v porostech smrku. Díky mnohem horším světelným podmínkám zde roste mnohem méně vegetace. Dospělé smrkové lesy s přízemní vegetací byly využívány ze strany jelení a zejména srnčí zvěře více než ty, kterým přízemní vegetace zcela chybí. Pravděpodobně to souvisí s tím, že jeleni hledají hustý podrost, který jim slouží jako úkryt před lidmi a jeho okraje poskytují vhodnou potravu. (BORKOWSKI, et al., 2008).



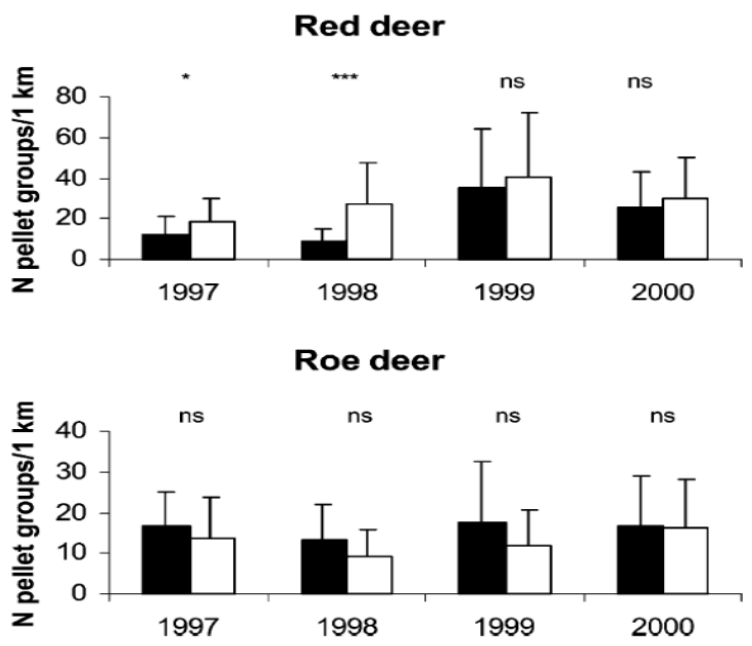
Půdní vegetace byla důležitým faktorem ovlivňujícím zvěř ve využívání stanovišť. V případě jelenů byl tento trend zaznamenán téměř ve všech třídách. Používání hustého podrostu bylo spojeno s tím, že čím byl porost řidší, tím méně byl navštěvován. Tím pádem, se zdá být úkryt nezbytnou primární podmínkou pro preferování zimního stanoviště sledovaných druhů zvěře. Pouze když je úkryt dostatečný, začne se zvěř orientovat na dostupnost potravy na tomto stanovišti. Úkryt je důležitý nejen pro odpočinek, ale také pro hledání potravy zvěří (BORKOWSKI, et al., 2008).

Obzvláště jasný vztah mezi velikostí druhů a potřebou úkrytu byl zjištěn v relativně otevřené oblasti po požáru mladých porostů borovic v Rudy Raciborskie (BORKOWSKI, 2004).

V oblastech s intenzivními lovy je bezpečný úkryt důležitým faktorem určující použití stanoviště zvěří. Tato studie naznačuje, že potrava hraje také důležitou roli, ale pouze tam, kde jsou již požadavky na úkryt splněny. To je zejména důležité v lokalitách s bohatým jídlem a pravděpodobně v oblastech, kde lidé loví společně (pomocí nadháněk). Za takových okolností hustý kryt nejen omezuje střelbu, ale také umožňuje zvěři zůstat nedotčenou (BORKOWSKI, et al., 2008).

Dospělé borové lesy s hustým jehličnatým nebo opadavým podrostem mohou sloužit jako kvalitní zimní stanoviště pro jeleny, ale pouze tehdy. Přesné druhové složení tohoto podrostu je méně důležité. Zpravidla se jedná o běžné druhy střední Evropy. Zavedení takového chápání lesníků by se tedy jevilo nejen jako důležité z obecných biocenotických důvodů, ale také z důvodu efektivního zlepšeného stanovišť zvěře (BORKOWSKI, et al., 2008).

S borovicí se velmi často na rozvrácených plochách objevuje bříza bělokorá (*Betula pendula*). Porosty břízy jsou jelení zvěří preferovány jako úkryt více než porosty borovice. Důvodem je rychlejší růst břízy. V případě srnčí zvěře, která jako selektor koncentrátu (tj. vyhledávání a požívání nejvýživnější a nejchutnější potravy) vyžaduje potravu vyšší kvality, která je často spojená právě s vhodným úkrytem. Kdežto jelení zvěř, která je považovaná za potravního oportunistu, se živí i méně kvalitní pastvou. Za to je však náročnější na charakter krytu, zřejmě kvůli svým tělesným proporcím. Nepochybně rychlý růst mladých stromů, bylin a trav na regenerujících požářištích dovolil jelení zvěří se lépe ukrýt. Z důvodu nutnosti doplnění tukových zásob v podzimním období, by se dalo očekávat, že spálená oblast bude více atraktivní než nespálený les. Tato data nabídla docela přesné informace o relativním využívání stanovišť zvěří (BORKOWSKI, 2004).



Obr. 17) Hustoty hromádek trusu jelenovitých v plochách borovice (černé sloupce) a břízy (bílé sloupce) ve spálené oblasti Rudy Raciborskie převzato (BORKOWSKI, 2004)

### 2.3.3 Borové lesy jako biotopy pro tetřeva hlušce (*Tetrao urogallus*)

Borové lesy s příměsí smrku a bohatým podrostem brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*) tvoří velmi významné biotopy nejen pro spárkatou zvěř, ale například i pro zvláště chráněné živočichy jako je tetřev hlušec (*Tetrao urogallus*). Takovýto biotop je z hlediska myslivosti, krajinářství, ekologie a ochrany přírody velice cenný. Na území ČR je jeho populace rozptýlena jen do několika fragmentů. Bezzásahové zóny a chráněná území však nesplňují dostatečnou rozlohu a podmínky biotopu, kde by se tento druh mohl vyskytovat. Vhodné by bylo aplikovat podmínky tohoto biotopu i pro hospodářské lesy. Nikoliv však převést je na chráněná území, ale upravit jejich management. Nejlépe upustit od rozsáhlých holosečných způsobů a přejít na způsoby clonné či výběrné. V hodnocení vhodnosti těchto biotopů je mnoho důležitých faktorů. Základním je právě pokryvnost borůvčí, sklon svahu, výška bylinného patra, pokryvnost dřevinného zmlazení, sukcesní stádium porostu, věková struktura, korunový zápoj, mezernatost porostu a přítomnost krmných stromů jako jsou právě *Abies alba*, *Pinus sylvestris* nebo *Pinus mugo*, *Pinus cembra* (MIKOLÁŠ, et al., 2013).

Velmi vhodné jsou pro tento druh lesy pralesovitého charakteru. Důležité je také množství mrtvého a tlejícího dřeva (ležící i stojící) ve všech stádiích rozkladu. Na stojící-

cích souších tetřev s oblibou odpočívá i toká. V hospodářských lesích je však většina mrtvého dřeva zpracována nahodilou těžbou nebo prodána na samovýrobu. Mrtvé dřevo skýtá množství podkorního i dřevního hmyzu, který je nenahraditelnou složkou potravy juvenilních jedinců. Pro navrhnutí a aplikaci vhodného managementu je tedy potřeba mít ucelené znalosti o stavu biotopu a provést selekci nejvhodnějších stanovišť. Bez zabezpečení dostatečné rozlohy potřebného biotopu je tedy ochrana druhu velmi nesnadná až nemožná. Důkazem je například nezdařený projekt reintrodukce tetřeva v národním parku Harz v Německu. Tetřev je tedy beze všeho druh velmi náročný na prostředí a z tohoto důvodu je také považován za deštníkový druh. Vhodné hospodaření na daném území lze tedy rozčlenit na aktivní a pasivní management (MIKOLÁŠ, et al., 2013) (SIANO, 2010).

Pro zkvalitnění aktivního hospodaření s tímto druhem je tedy nutné vymezení faktorů, které mají silný vliv na utváření populací. Jako jeden z nejmarkantnějších je právě půda (resp. pH půdy), které nedovoluje na mnoha místech růst borůvčí. Borové lesy se svou relativně kyselou půdou skýtají růstu borůvčí příznivé podmínky. Zároveň koruny borovic propouští dostatek světla, umožňující růst i dalším druhům (MIKOLÁŠ, et al., 2013).

Samotné borovice a smrky jsou přitom jednou ze složek přirozené potravy společně s borůvčím. Nepohrdne ani pupeny vtroušených listnáčů, plodů jeřábů a v případě potřeby požívá i maliny (*Rubus idaeus*), ostružiny (*Rubus fruticosus*) nebo brusinky (*Vaccinium vitis-idea*) a všechna vývojová stádia hmyzu. Tetřev je také závislý na vhodném půdním substrátu, který obsahuje drobné oblázky. Těmto oblázkům se říká gastrolity a pomáhají lépe rozmělnit potravu ve svalnatém žaludku tohoto druhu (ČERVENÝ, et al., 2010); (MIKOLÁŠ, et al., 2013); (PFEFFER, et al., 1954); (RAKUŠAN, et al., 1979).

Právě pralesy a přirozené jehličnaté lesy se stojícím i ležícím mrtvým dřevem a bohatým zastoupením těchto druhů vegetace společně tvoří vhodný biotop pro tohoto ptáka. Mrtvé dřevo vzniklé po disturbancích poskytuje nejen dostatek hmyzí potravy pro kuřata a juvenilní jedince, ale i dostatek úkrytu pro hnízdící slepice a případně hřadovací stanoviště pro odpočinek. Nejlépe se vhodný hřadovací strom pozná podle množství a čerstvosti trusu pod ním. Podle velkého množství trusu lze i s relativní přesností odhadnout návštěvnost daného stromu. Bohužel velká část přirozených biotopů je ovlivněno turistickým ruchem. V lokalitách často navštěvovanými turisty byla v trusu tetřevů detekována zvýšená koncentrace kortykosteronu. Tato koncentrace se rostla s klesající vzdáleností od turistických lokalit. Čím blíže byl tetřev turistické lokalitě, tím byla koncentrace kortykosteronu vyšší (MIKOLÁŠ, et al., 2013); (PFEFFER, et al., 1954).

Tetřev je dále ohrožen holosečnou těžbou, protože holoseče nesplňují biotopové potřeby tohoto druhu. Navíc po obnovení porostu na holosečích, vznikají porosty stejnověké a monokulturní, které také nejsou vhodnými biotopy tetřeva. Tyto faktory mohou mít velmi negativní vliv na tok genů mezi populacemi a zvyšuje genetický drift. Jako další rizikový faktor je predáční tlak. Úbytkem přirozených biotopů jsou tetřevi nuceni koncentrovat se na zbylé fragmenty těchto stanovišť. Pro predátory je toto stanoviště prostřeným stolem. Zvýšením podílu mrtvého dřeva by mohlo dojít k znesnadnění lovu a poskytnutí zvýšeného množství úkrytu pro tetřeva (MIKOLÁŠ, et al., 2013).

Je zajímavé, že na Křivoklátsku se tetřevi drželi až do 70. let 20. století. Přitom se jedná a jednalo o lesnický velmi obhospodařovanou oblast. Největší rozkvět tetřeva na Křivoklátsku zapříčinili Füstenbergové, za kterých se zde i intenzivně lovil. Druhou vlnu pak v období mezi první a druhou světovou válkou. Zcela jistě to bylo v důvodu šetrného a vhodného managementu s tímto druhem. Bohužel po druhé světové válce začali jeho stavy prudce klesat. Důvodů je mnoho, ty nejzásadnější byly antropická úprava prostředí v podobě holosečného hospodaření. Pokles stavů nastal zřejmě snížením počtu vyvedených mlád'at. Dospělí jedinci v daných lokalitách byli, ale mlád'ata nepřibývala. Jedinec tetřeva se dožívá ve volnosti asi 12 let. Za toto období zřejmě nebylo možné vyprodukovat dostatek mlád'at, a proto populace tetřevů postupně mizí. Podíl na tom má do jisté míry predáční tlak, kterým jsou tyto ptáci silně ovlivňováni (BALDRIAN, 1996); (PFEFFER, et al., 1954).

Provádět vhodný management s tetřevem je možné pouze se vzájemně se doplňující sítí chráněných území a hospodářských lesů. Možná opatření lze provádět třemi způsoby, kdy se jedná o hospodaření na úrovni krajiny, porostu a stromu (MIKOLÁŠ, et al., 2013).

Upraví-li se podle těchto opatření provoz ekologického, lesnického a ochrannářského managementu, je pořád naděje na návrat životaschopných populací tetřeva do české krajiny. Zachová se tak jeho druh jako kulturní dědictví našeho národa i dalším generacím.

#### **2.4. Dendrochronologická analýza současných borů**

Borové porosty se dendrochronologicky zkoumají po celém světě. Touto technikou lze odhalit nejen věk jednotlivých jedinců, ale i časové události, které se projeví v letokruhovém záznamu stromů. Příkladem takových událostí, které lze rekonstruovat pomocí dendrochronologických analýz jsou disturbance, tj. události narušující lesní prostředí.

Za použití dendrochronologických technik lze dále vědecky rekonstruovat teploty a klimatické signály o globálních změnách. Jedná se o odraz klimatu v čase zobrazen letokruhovou chronologií. Pokud trend chronologie roste či klesá, zapříčiňují to změny v klimatu. I když některé Evropské záznamy sahají až do středověku, s vysokou přesností, stále chybí dlouhodobé paleoklimatické záznamy v regionálním měřítku, které by doplnily referenční chronologie. Dále lze pomocí dendrochronologie zkoumat a datovat například subfosilní dřevo. Jedná se o kmeny utopené v jezerech a řekách, které se časem přeměnily na kámen. Pro tuto metodu se používá analýza izotopu uhlíku  $C^{14}$ . Je založena na výpočtu stáří z postupného klesání tohoto radioaktivního izotopu (BÜNTGEN, et al., 2013) (KYNCL, 2017).

Při zkoumání požárových událostí lze postupovat obdobně. Nejvíce se lze o požárech dozvědět z jizev, které na kmenech stromů zanechají. Používá se přírůstový vrták pro odběr několika vývrtů z jednotlivých kmenů stromů, s cílem získat alespoň jeden vývrt na jednu požárovou jizvu a jeden vývrt z nepoškozené části kmene. Odebírá se více vzorků z jednoho jedince, aby bylo možné po sestavení chronologie tohoto jedince spolehlivě datovat. Tím pádem i spolehlivě určit období různých anomálií. Velmi dobře se takto dendrochronologicky analyzují kmenové disky nebo výseče (PANAYOTOV, et al., 2017).

Letokruhy lze použít k alespoň částečnému zaplnění mezer ve znalostech týkající se většiny typů lesů. Poskytují důležité informace získané z dendroekologických záznamů, které vypovídají mnohé o roli biotických i abiotických faktorů v lesní dynamice borových ekosystémů. Studie letokruhů mohou také pomoci alespoň částečně vyplnit mezery ve znalostech o významu lavin v subalpínských lesích. Metodologické přístupy byly dobře rozvinuté a dříve testovány na jehličnatých i listnatých druzích v Alpách (PANAYOTOV, et al., 2017).

Dendrochronologické rekonstrukce požárů pokrývají 300–800letou historii. Mohou obsahovat informace o letech, kdy se požár vyskytl, ročním období, rozsahu a umístění události (NIKLASSON, et al., 2010).



Analyzování porostů lze rozdělit do tří kategorií. Jako první jsou terénní práce a sběr dat přímo v porostech. Standardně se odebírají jeden nebo dva vývrty z nejméně 20 dominantních živých stromů v porostech s rozvolněným zápojem. Jako podpůrná data se měří základní dendrometrické veličiny (výška, výčetní tloušťka atd.). V některých situacích se odebírají i vzorky z mrtvých stromů, kmenů z moří, rašelinišť a řek, pařezů dokonce i vykopaných historických dřevěných konstrukcí za účelem prodloužení letokruhové chronologie. Na vzorky je nutné mít speciální úložné zařízení (tubus, tvrdé desky), aby nedošlo k jejich deformaci a znehodnocení.



Obr. 18) Odběr vývrty z borovice v terénu pomocí přírůstového nebozezu, foto archiv autora

V laboratoři se musí vzorky a data připravit k laboratornímu zpracování. Po vyschnutí se vývrty lepí na dřevěné desky s drážkou. Povrch vývrků se upravuje ořezem žiletkou anebo brousí na brusce. V některých případech se také používá bílá křída na zvýraznění buněčných hranic. Šířky letokruhů se nejčastěji měří na posuvném stole s mikroskopem nebo se vzorky skenují a šířky letokruhů se měří pomocí získaných obrázků.



Obr. 19) Zafixování odebraných vzorků na dřevěné desce bez drážky, foto archiv autora

Chyby a nejasné letokruhy se odhalují pomocí křížového datování založeného na statistických t-testech a korelaci s vybranou referenční chronologií. Stromy rostoucí na vzájemně blízké lokalitě mají zpravidla velmi podobnou letokruhovou křivku. Její podobnost lze vyjádřit buď již zmíněnou korelací nebo procentem souběžnosti vzájemných úseků. Jedná se o shodné výkyvy na křivce, které se projevují buď růstem nebo klesáním letokruhové křivky. Tyto výkyvy tvoří tak zvané „v a w signatury“ díky nimž získáváme onu shodu. Je zajímavé, že například u jedle jsou patrné tyto výkyvy napříč Evropou (KIRCHHEFER, 2001) (KYNCL, 2017).

S určením věku jsou spojené další kroky jako například zjištění nejvnitřnějšího letokruhu. Většinou je to dáno tím, že vývrt neprochází přesným středem stromu. U vyhníklých vzorků věk mnohdy určit vůbec nelze. Dále také může dojít k nepřesnému vývrtu. Střed se doměřuje podle vzdálenosti posledních nejvnitřnějších letokruhů. Jako pomůcka slouží soustředný letokruhový vzor stanovený kružnicovou referencí. Podle průměrné šířky posledních (zpravidla pěti) letokruhů se dopočítává průměrná šířka středových letokruhů. Tato hodnota stanoví, jakou zvolit referenční kružnici (KIRCHHEFER, 2001).

Nejvnitřnější letokruh z živé borovice odebrán invazivní metodou přírůstového nebozezu ve výšce 40 cm nad zemí, byl datován do roku 1228. Upraveno o výšku vzorkování a dalších 10-15 letokruhů mezi jádrem a dřením, byl věk stromu v roce 1995 odhadován na nejméně 790 let (Vikran a Stonglandseidet, Norsko) (KIRCHHEFER, 2001).

### 2.4.1 Dendroklimatická analýza

Dendrochronologické analýzy umožňují například zjistit proměnlivost klimatu v minulosti. Díky současné metodice a postupům lze dojít k řádnému posouzení frekvence a závažnosti klimatických extrémů a dlouhodobých klimatických trendů. V Evropě existuje pouze několik letokruhových chronologií ze severu Skandinávie, území Alp a Pyrenejí, které umožňují předindustriální rozšíření meteorologického záznamu zpět až do středověku (BÜNTGEN, et al., 2013) (KYNCL, 2017).

Řešené rekonstrukce teplot spoléhají na hrstku místních regionálních chronologií stromů, které pokrývají poslední tisíciletí a často odrážejí stejnorodé vzorce teplotních výkyvů. Malý počet stromů s vhodnou chronologií kombinují vzorky z živých stromů z různých míst a historických staveb, díky kterým se dané chronologie daří rozšiřovat.

Díky tomu se zjistilo, že úseky na referenční chronologii lze rozdělit do tří kategorií. Středověké klimatické anomálie (MCA; ~950–1250), anomálie malé doby ledové (LIA; ~1250–1850) a antropogenní nedávné oteplení (ARW; ~ 1850– přítomnost). Tato data jsou odlišná proto, že v těchto obdobích kolísala intenzita slunečního záření a hladina atmosférického izotopu uhlíku C<sup>14</sup>. Současné globální oteplování překračuje rozsah minulé přirozené proměnlivosti klimatu. Je velmi zajímavé, že zvýšená epidemie moru a politické konflikty se časově shodovaly s teplotními depresemi, orbitálními změnami i sopečnými erupcemi. Důležité také je si všimnout, že letokruhy mohou poskytovat pouze informace o minulosti klimatických změn a trendů, k nimž došlo pouze ve vegetačním období. Například stromy v rovníkových deštných lesích mají vegetační období prakticky celý rok. Důsledkem je nedokončování vývoje letokruhu. Tím se nám ztrácejí měřitelné hodnoty těchto jedinců. Oproti tomu lesy v horských polohách jsou pro měření klimatických signálů velmi vhodné. Krátké horské vegetační období a jeho výkyvy bývají na horských porostech buď velmi zřetelně nebo naopak velmi špatně čitelné. U jedinců borovice lesní nebývají problémy s utvářením letokruhů a dokončováním vegetačního období. Jiné je to například u jedle bělokoré, která, pokud nemá alespoň částečně splněné podmínky pro růst, nemusí letokruh utvořit vůbec (BÜNTGEN, et al., 2013) (KAUFMANN, et al., 2009) (KYNCL, 2017).

Dendroklimatická rekonstrukce ze Švédska ukazuje, že z pozorovaných zhoršených podmínek pro růst a uvažování důkazů o mezeře v borové chronologii v letech 1575–1650, se zdá, že první polovina sedmnáctého století byla obzvláště chladná a nepříznivá



pro růst borovice. Druhou polovinu tohoto století lze považovat za mírně teplejší, umožňující přírůst borovic během teplého intervalu 1650-70 a přežití mladých stromů. Toto období silných teplotních výkyvů na severním pobřeží Norska dobře zapadá do období nejnižší teploty „malé doby ledové“. (KIRCHHEFER, 2001; KAUFMANN, et al., 2009)

Průměrné teploty v červenci až srpnu na severním pobřeží Norska byly rekonstruovány zpět do roku 1358. Převládaly vysoké teploty během dlouhého období 1475-1540. Období mezi roky 1450, 1540 a 1880-1910 bylo nejchladnější v celé rekonstrukci. Ke třem silným výkyvům letních teplot došlo v sedmnáctém století, s minimem kolem roku 1605, 1640 a 1680. Rekonstruované teploty vykazovaly podobné dlouhodobé účinky, trendy, na obou stranách Skandinávie, ale liší se velikostí a načasováním extrémů. Tyto rozdíly by měly být středem zájmu i dalších studií o minulých vzorcích atmosférické cirkulace a teploty klimatu v severním Atlantiku. (KIRCHHEFER, 2001).

Rozdíly v kontinentálním klimatu, standardní techniky a analýzy letokruhů mohou přispět k odhalení rozdílů ve velikosti zaznamenaných klimatických anomálií. Navíc, anomálie teplot severního Atlantiku musí být vzata v úvahu jako příčina regionálních rozdílů v růstu borovic v důsledku změn gradientu kontinentu (KIRCHHEFER, 2001).

### **3. Metodika**

#### **3.1. Oblast výzkumu**

Jedna z nejzajímavějších oblastí pro zkoumání struktury a dynamiky přirozených borových lesů je oblast Hrubého Jeseníku. Pozůstatky reliktních borů jsou na tamních skalních výchozech dobře zachovalé a díky chráněným územím se dochovaly borovice s podivuhodným věkem. Výzkum byl prováděn v PR Borek u Domašova. Zkoumaný porost se nachází východně od obce Bělá pod Pradědem v okrese Jeseník. Oblast spravuje AOPK ČR Správa CHKO Jeseníky a hospodaří zde Arcibiskupství olomoucké. Pod

přírodní rezervaci protéká Zaječí potok. Důvodem ochrany je reliktní bor směřující k pralesu na sutí devonského křemence. Nadmořská výška je 670–880 m n. m. Klimatická oblast je chladná. Rozloha chráněného území je 13,55 ha.

Cílem dendrochronologické analýzy stromů v PR Borek u Domašova bylo reprezentativně zhodnotit věkovou strukturu porostu se zaměřením zejména na borovici, dále pak jedli a smrk.

#### A. ekosystémy

název ekosystému	podíl plochy v ZCHÚ (%)	popis ekosystému
L5.4 Acidofilní bučiny	2,14	okrajově zasahuje v dolní části území kolem Zaječího potoka
L8.1B Borekontinentální bory, ostatní porosty	3,28	porost borovic s plazivou formou smrku po obvodu kamenného moře
L9.1 Horské třtinové smrčiny	18,58	v návaznosti na kamenné moře a stará smrčina ve střední části území
R1.4 Lesní prameniště bez tvorby pěnoveců	0,35	několik drobných lesních pramenišť v dolní části svahu nad Zaječím potokem
S1.2 Štěrbínová vegetace silikátových skal a drolin	15,26	stabilizované kvarcité sutě (kamenné moře) a skalní výchozy v JZ části území
S1.3 Vysokostébelné trávníky skalních terásěk	1,25	vegetace skalních terásěk v JZ části území

#### B. útvary neživé přírody

útvár	geologická charakteristika	popis útvaru
Kamenné moře	plášť desenské klenby – rejvízská série	kvarcité s blokovou odlučností devonského stáří tvořící kamenné moře, v kvarcitech lze nalézt rozeznatelnou spodnodevonskou faunu

Obr. 20) Charakteristika ekosystémů lokality PR Borek u Domašova převzato (HALFAR, et al., 2017)

*„Cílem ochrany je zachování reliktního boru a přirozeného porostu na sutí devonského křemence s obsahem fosilizovaných zbytků devonské fauny v dochovaném stavu, ekologicky stabilní, věkově, výškově a prostorově diferencovaný lesní ekosystém s přírodě blízkou druhovou skladbou dřevin, uchování všech významných fenoménů živé i neživé přírody rezervace (kamenné moře) v dochovaném nebo lepším stavu.“* (HALFAR, et al., 2017).

Přirozenou dřevinnou skladbu tvoří převážně jehličnaté dřeviny. Jedná se o smrk ztepilý, borovici lesní a jedli bělokorou, která roste i na zdánlivě sterilní sutí. Vtroušena

je bříza bělokorá a buk lesní. Vyskytuje se zde i plazivá forma smrku na sutí. Zbytky borových reliktnů se v porostu vyskytují spíše hloučkovitě (HALFAR, et al., 2017).

Všechny lesy na území rezervace jsou zařazeny do kategorie lesů zvláštního určení. Lesní porosty dosahují stáří mezi asi 50–200 lety. Nejstarší porostní skupina je uznaným porostem pro sběr semen borovice lesní, která zde dosahuje zastoupení 30 %. Reliktní bory jsou obklopeny stanovištně nežádoucími smrkovými porosty (HALFAR, et al., 2017).

V podrostu lesa kolem sutí najdeme ve fytoocenologickém zastoupení metličky křivolaké (*Avenella flexuosa*), dále pak kaprad' rozloženou (*Dryopteris dilatata*), bukovník kaprad'ovitý (*Gymnocarpium dryopteris*), jestřábník zední (*Hieracium murorum*), vraneč jedlový (*Huperzia selago*), biku bělavou (*Luzula luzuloides*), bukovinec osladičovitý (*Phegopteris connectilis*), věsenku nachovou (*Prenanthes purpurea*), zlatobýl obecný (*Solidago virgaurea*), rozrazil lékařský (*Veronica officinalis*), brusnici borůvku (*Vaccinium myrtillus*) a brusnici brusinku (*Vaccinium vitis-idaea*), bohaté je mechové patro (HALFAR, et al., 2017; SPOHNOVÁ, et al., 2010; SKOUMALOVÁ, et al., 2018).

Výše uvedené hloučkovité rozmístění borovic ovlivňovalo i umístění zkusných ploch. Plochy byly zaměřeny tak, aby se uvnitř nich nacházelo co nejvíce jedinců borovice. Tři 1000 m<sup>2</sup> velké kruhové plochy byly založeny v místech s relativně častějším výskytem borovice lesní. Vybrané stromy byly zaměřovány na kompaktních plochách i mimo ně.

Pomocí GPS systému Garmin (<https://www.garmin.cz>) byl zaměřen střed každé studijní plochy. Bod se stabilizoval pomocí železné trubky a zvýraznil reflexním sprejem. Ze středu plochy byly zaměřovány pozice živých i mrtvých stromů. Použit byl přístroj s programem FieldMap ([www.fieldmap.cz](http://www.fieldmap.cz)). U každého zaměřeného stromu byly změřeny výšky a tloušťky v 1,3 m. U živých stromů dále bylo měřeno nasazení koruny a poloměr koruny. Výšky se měřili přístrojem VERTEX ([www.haglofsweden.com](http://www.haglofsweden.com)).

### 3.2. Sběr dat

Na zkoumané lokalitě PR Borek u Domašova byly vytyčeny tři zkusmé plochy (JB1), (JB2), (JB3), ze kterých byla odebrána potřebná data k analýze porostu.

Sběr vzorků v terénu byl prováděn na kruhových zkusných plochách velikosti 1000 m<sup>2</sup> a poloměrem 17,84 m i mimo ně. Vybrané živé stromy byly navrtány přírůstovým nebozezem. Vrtalo se ve výšce přibližně 50 cm od země, aby se eliminovalo zkreslení vzorků kořenovými náběhy a zároveň se co nejpřesněji určil věk stromu. Získané vývrty byly uloženy do plastových brček. Na plastová brčka bylo nesmazatelným fixem napsáno číslo vzorku a lokalita sběru dat. Pro lepší evidenci vzorků bylo při jejich ukládání zapsáno číslo stromu, orientace vzorku od středu, stav vzorku při odběru (zdravý nebo shnilý) a směr odkud byl vzorek odebrán (orientace na světovou stranu). Směr vrtání se upřednostňoval na svahu rovnoběžně s vrstevnicí. Preferovala se také strana s větší částí koruny.

V laboratoři byly vzorky nalepené na dřevěné desky s drážkou a broušené postupně stále jemnějším brusným papírem. Hrubost brusného papíru byla 600-1200, aby byl vytvořen hladký povrch s jasně viditelnými prvky letokruhů. Následně byli vývrty měřeny pomocí mikroskopu a posuvného stolu LinTab, propojeného s programem TsapWin ([www.rinntech.de](http://www.rinntech.de)) (PANAYOTOV, et al., 2017).

Věk stromu byl zjišťován počtem všech letokruhů ve vývrtu. K počtu let v přírůstové řadě každého stromu byl dopočítáván počet zbývajících let v případě, že vývrt neprocházel středem kmene. Na vývrty byla přikládána fólie s kružnicovou osnovou, u které byly známy rozměry. Přibližná vzdálenost do středu byla získána odhadem podle zakřivení letokruhů nejbližších ke středu a počtu kružnic. Získaná vzdálenost byla vydělena průměrnou šířkou pěti letokruhů nejbližším ke středu (ČADA, 2017).

### 3.3. Zpracování dat

Při sběru dat v laboratoři byl vytvořen soubor v programu Microsoft Excel, do kterého byla následná data zpracovávána. Do tohoto souboru byly zapsány údaje o druhu dřeviny, věku jedinců, jejich datace, údaje o přírůstu a šířkách letokruhů.

Z takto zpracovaných dat bylo dále vybráno zpravidla 6 nejstarších jedinců, podle kterých byl vypracován průměrný přírůst každého druhu zkoumané dřeviny (borovice, jedle, smrk). Pro lepší přehlednost byla přírůstová data transformována umocněním na 0,3 a následným zprůměrováním byl získán průměrný přírůst každé dřeviny v lokalitě. Nelze tento přírůst vztahovat pouze na zkusné plochy, jelikož vzorky byly odebírány i z jedinců, kteří byli mimo tyto plochy.

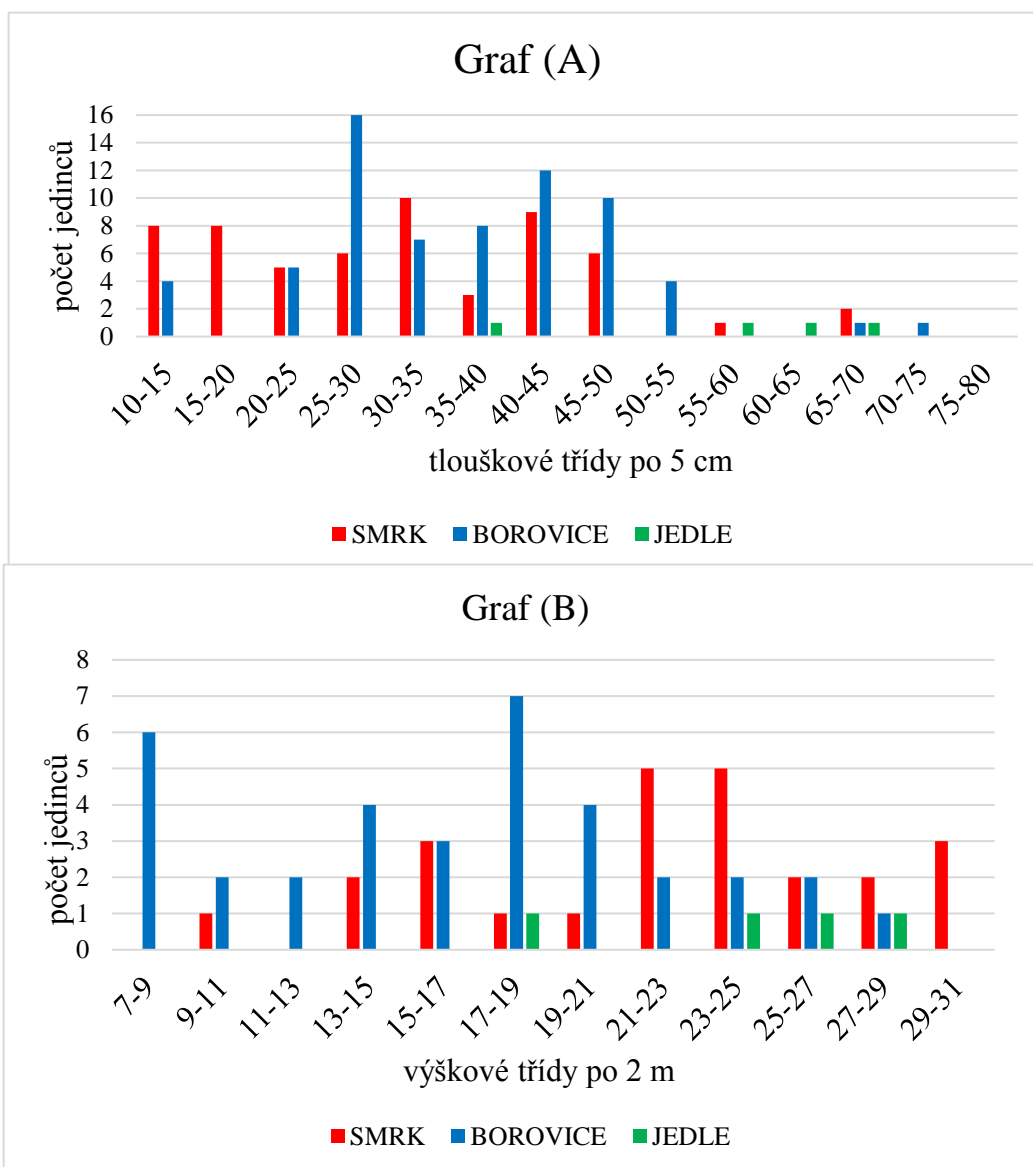
Chronologie přírůstu byly oříznuty, jakmile počet průměrovaných vzorků klesl pod tři jedince. Zamezilo se tak zkreslení přírůstů.

## 4. Výsledky

### 4.1 Struktura porostů v PR Borek u Domašova

Práce v PR Borek u Domašova byla zaměřená na analýzu hloučkovitě se vyskytujících (subjektivně vybraných) staře vypadajících jedinců zejména borovice lesní (89 jedinců), jedle bělokoré (15 jedinců) a smrku ztepilého (126 jedinců). Již tyto počty napovídají, že v porostu bude smrk v dominanci. K věkové analýze byly přednostně vybrány ti jedinci, u kterých byla přesně známa poloha středu a tím i určen s jistotou jejich věk.

Na lokalitě JB 1 je tloušťka borovic v rozpětí 10-75 cm a jejich výška v rozpětí 7-29 m. U jedle je tloušťka v rozpětí 35-70 cm a výška v rozpětí 17-29 m. Důvodem takového rozdělení byl zřejmě nízký počet analyzovaných jedlí v lokalitě.



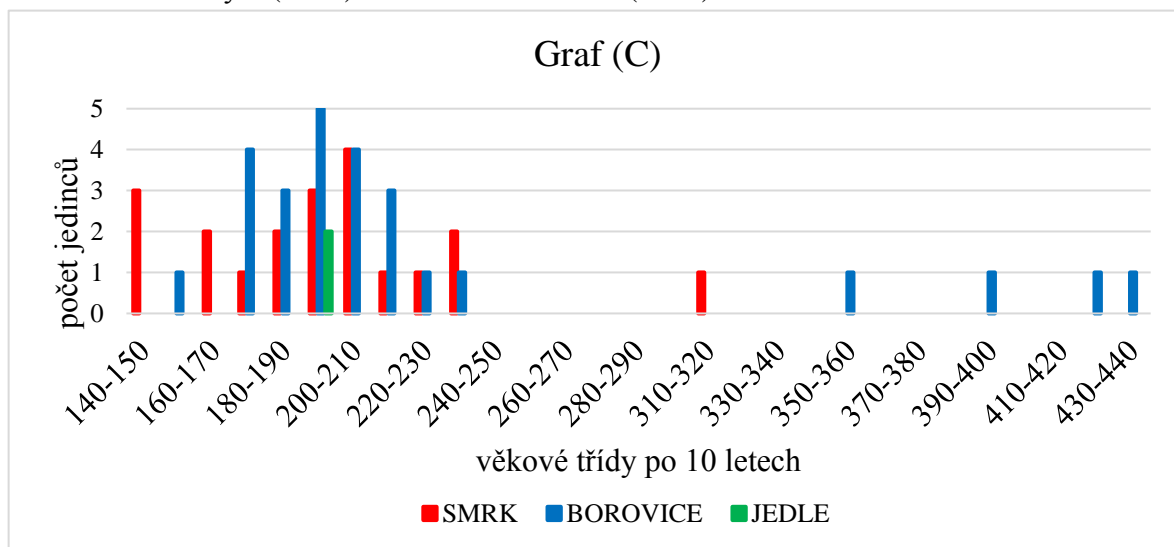
Graf A) rozdělení porostu lokality JB1 do tloušťkových tříd (po 5 cm) na ose y počet jedinců na lokalitě v jednotlivých tloušťkových třídách, osa x tloušťkové třídy, tloušťky smrku se pohybují od 10 do 75 cm, tloušťky borovice se pohybují od 10 do 75 cm, tloušťky jedle jsou v rozmezí 35–70 cm;

Graf B) rozdělení výškových tříd (po 2 m) osa x výškové třídy (po 2 m), borovice se pohybuje v rozmezí 7-29 m, smrk 9-31 m a jedle 17-29 m

Věk borovic na lokalitě JB1 se pohyboval od 160 do 440 let. Téměř všechny borovice dosáhly věku 180 let (84 %), 350 let (12 %) a nejstarší jedinec borovice má věk 433 let.

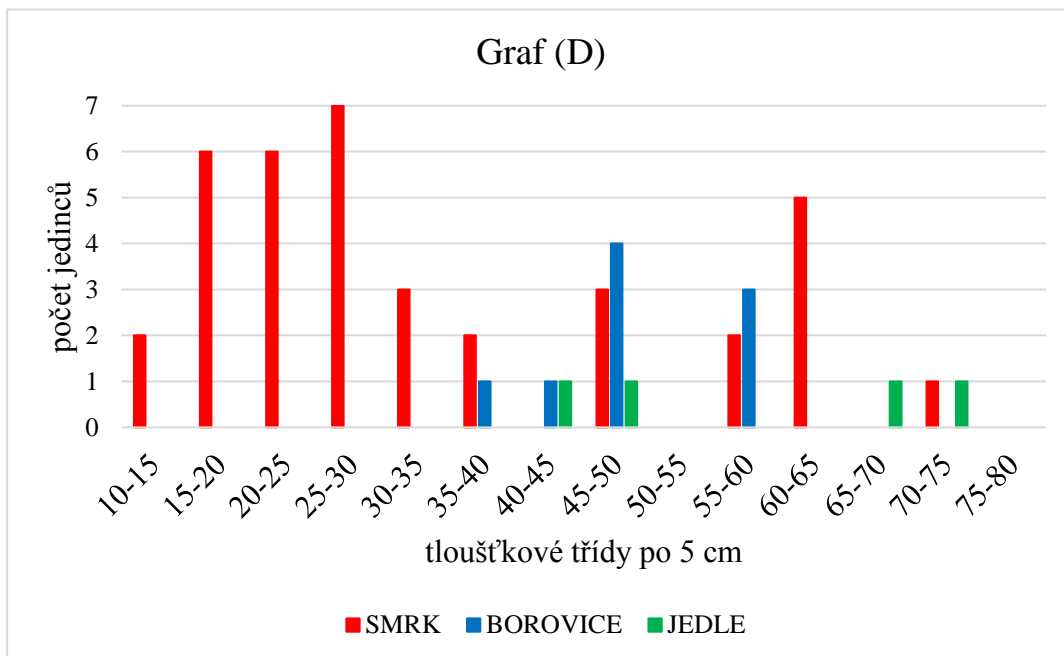
Věk jedlí se pohyboval v rozpětí 190-200 let s průměrnou hodnotou 192 let. Na ploše byly analyzovány 4 staře vypadající jedle, kdy nejstarší jedle se středem dosáhla věku 194 let.

Dále bylo analyzováno na stejné ploše ještě 20 smrků. Jejich věk se pohyboval v rozpětí 140-320 let. Nejstarší smrk dosáhl věku 313 let. Průměrný věk smrků byl 197. Jedinců starších než 180 let bylo (70 %) a starších než 200 let (45 %).

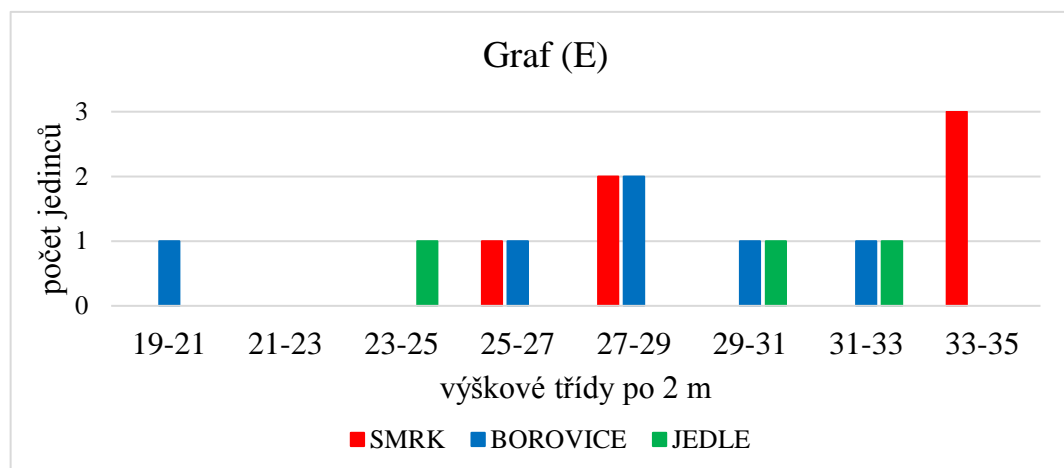


Graf C) věkové rozdělení jedinců na lokalitě JB1, osa y počet jedinců v jednotlivých věkových třídách, osa x věkové třídy jedinců po 10 letech; borovice má na dané ploše rozdělení 160-440 let, smrk má rozdělení 140-320 let a jedle se pohybuje v rozpětí 190-200 let.

Tloušťka borovic na lokalitě JB2 je v rozpětí 35-60 cm a jejich výška v rozpětí 19-33 m. Tloušťky smrku jsou v rozmezí 10-75 cm. Výška smrku byla od 25 do 35 m. U jedle se tloušťka pochybuje mezi 40-75 cm a výška mezi 23-33 m.



Graf D) rozdělení porostu lokality JB2 do tloušťkových tříd (po 5 cm) na ose x tloušťkové třídy, tloušťky smrku se pohybují od 10 do 75 cm, tloušťky borovice se pohybují od 35 do 60 cm, tloušťky jedle jsou v rozmezí 40–75 cm;

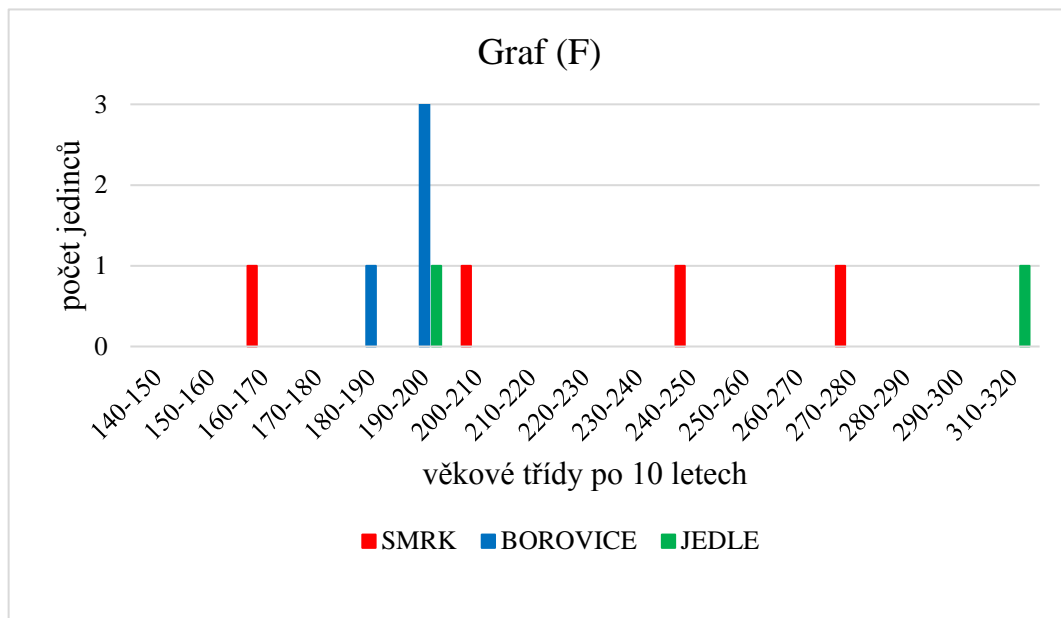


Graf E) rozdělení porostu lokality JB2 do výškových tříd (po 2 m) osa x výškové třídy, osa y počet jedinců v jednotlivých výškových třídách, borovice se pohybuje v rozmezí 19-33 m, smrk 25-35 m a jedle 23-33

Věk borovic na lokalitě JB2 byl od 180 do 200 let a průměrný věk je 192 let. Téměř všechny borovice dosáhly věku 190 let (75 %). Nejstarší jedinec borovice má věk 198 let.

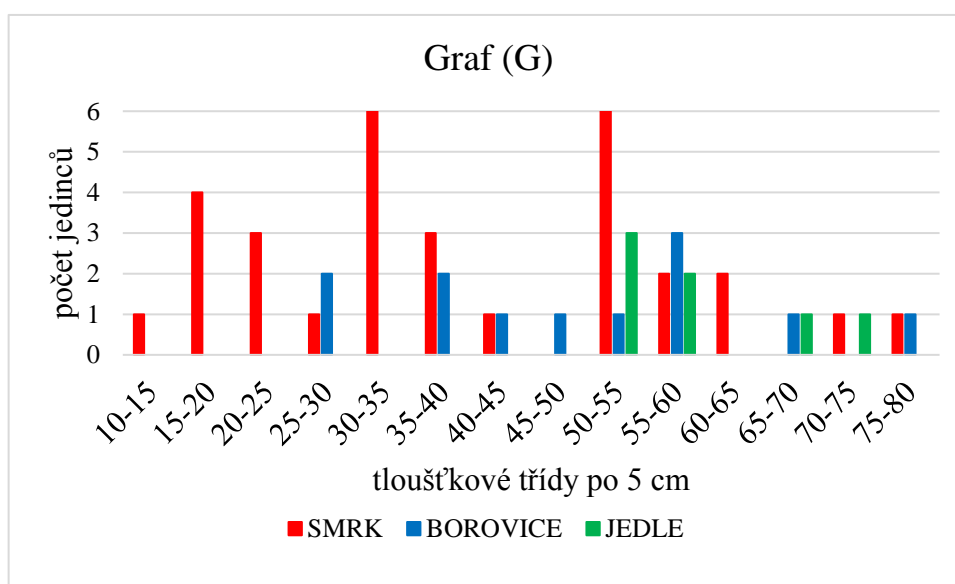
Věk jedlí se pohyboval v rozpětí 190-320 let s průměrnou hodnotou 256 let. Na ploše byly analyzovány 3 staře vypadající jedle, z nichž 2 měli čitelný střed. Nejstarší jedle dosáhla věku 318 let.

Dále bylo analyzováno na stejné lokalitě ještě 5 smrků. Kdy čitelný střed měli 4 jedinci. Jejich věk se pohyboval v rozpětí 160-280 let. Průměrný věk smrku byl 223 let. Nejstarší smrk dosáhl věku 278 let.



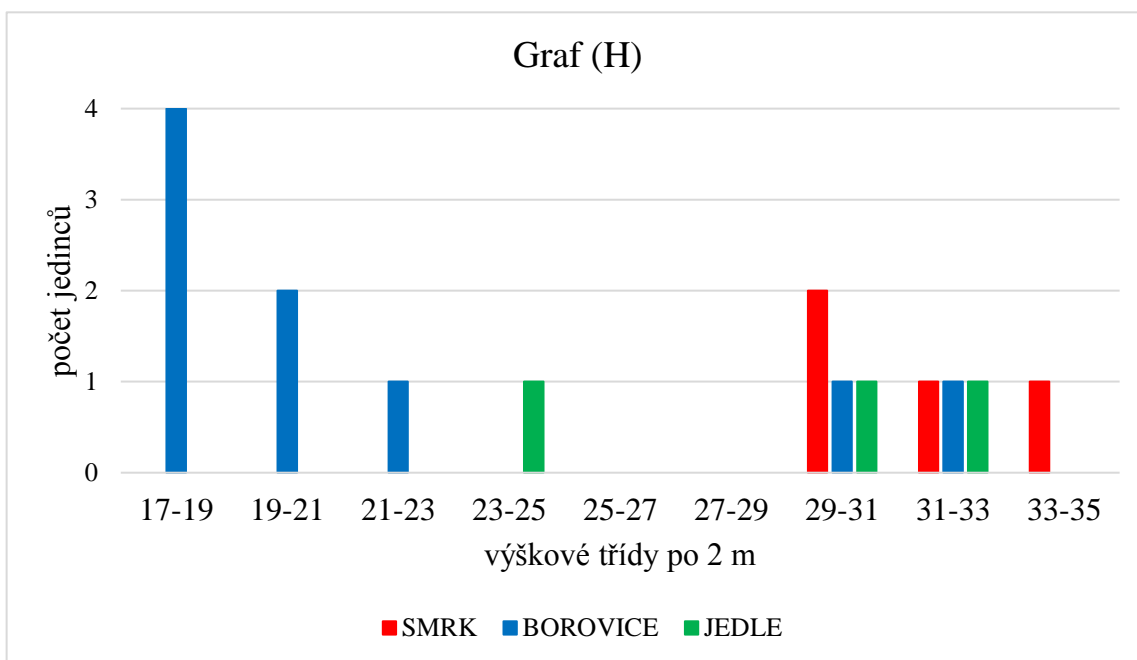
Graf F) věkové rozdělení jedinců na ploše JB2, osa y počet jedinců v jednotlivých věkových třídách, osa x věkové třídy jedinců po 10 letech; borovice má na dané ploše rozdělení 180-200 let, smrk má rozdělení 160-280 let a jedle se pohybuje v rozpětí 190-320 let.

Tloušťka borovic na lokalitě JB3 je v rozpětí 25-80 cm a jejich výška v rozpětí 17-33 m. U jedle se tloušťka pohybuje mezi 50-75 cm a výška mezi 23-33 m. U smrku byla tloušťka 10-80 cm a výška 29-33 m.



Graf G) rozdělení porostu lokality JB3 do tloušťkových tříd (po 5 cm) na ose y počet jedinců v jednotlivých tloušťkových třídách, osa x tloušťkové třídy, tloušťky smrku se pohybují od 10 do 80 cm, tloušťky borovice se pohybují od 25 do 80 cm, tloušťky jedle jsou v rozmezí 50-75 cm;



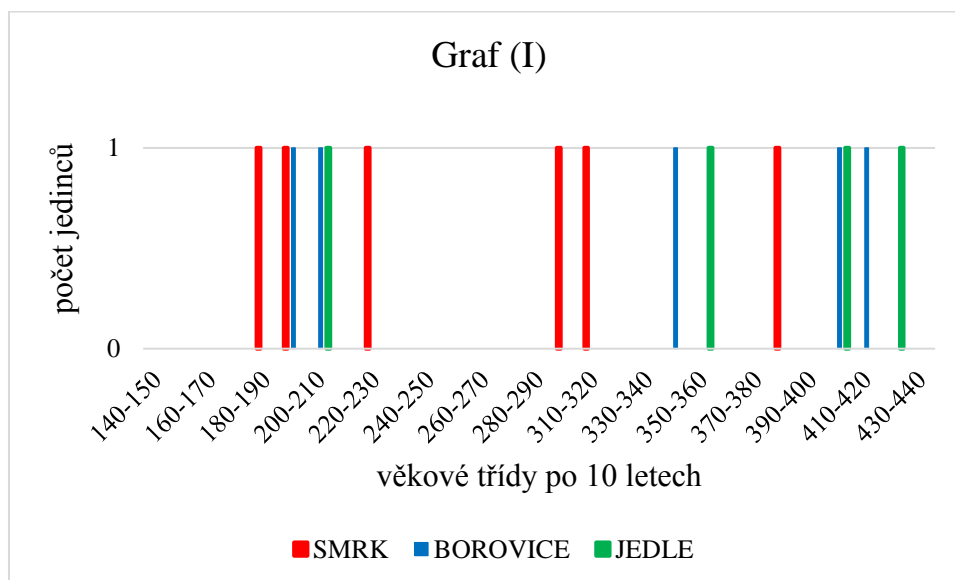


Graf H) rozdělení výškových tříd (po 2 m) osa x výškové třídy po 2 m, borovice se pohybuje v rozmezí 17-33 m, smrk 29-35 m a jedle 23-33 m

Věk borovic na lokalitě JB3 byl od 190 do 420 let a průměrný věk je 314 let. Relativně velké množství borovic dosáhlo vyššího věku než 270 let (60 %), 400 let (40 %) a nejstarší jedinec borovice má věk 414 let.

Věk jedlí se pohyboval v rozpětí 166-422 let s průměrnou hodnotou 344 let. Na ploše byly analyzovány 4 staře vypadajících jedle, kdy nejstarší dosáhla věku 422 let.

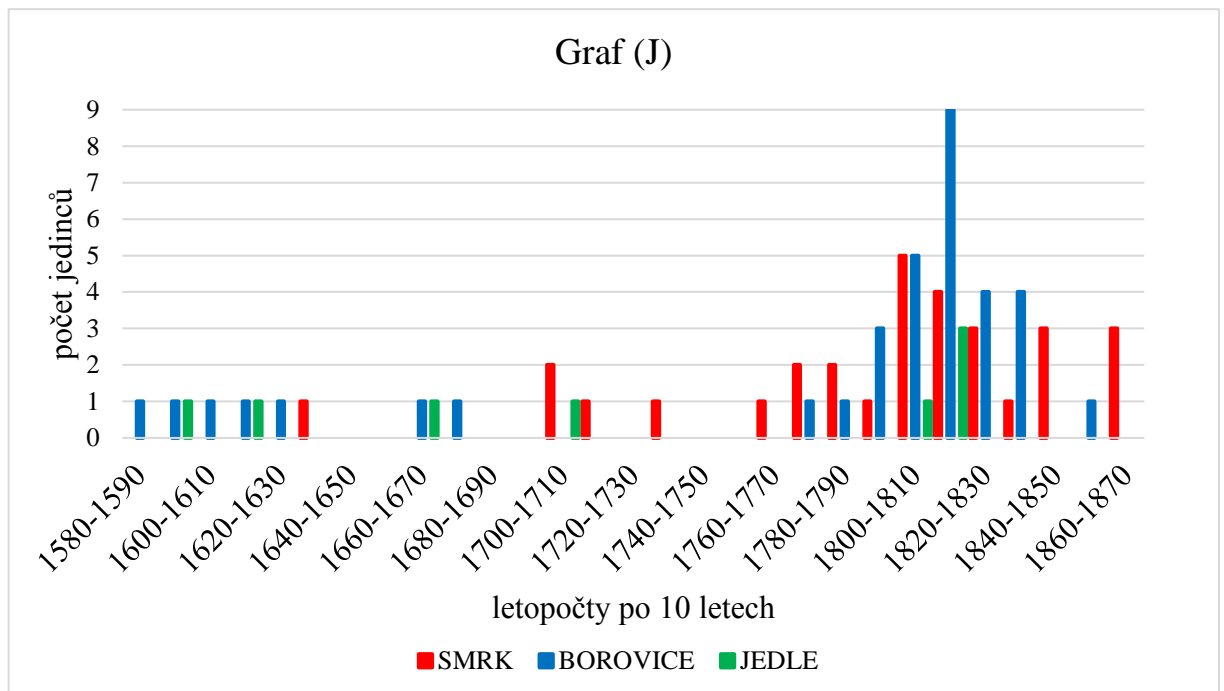
Dále bylo analyzováno na stejné ploše ještě 6 staře vypadajících smrků. Jejich věk se pohyboval v rozpětí 180-390 let. Nejstarší smrk dosáhl věku 383 let.



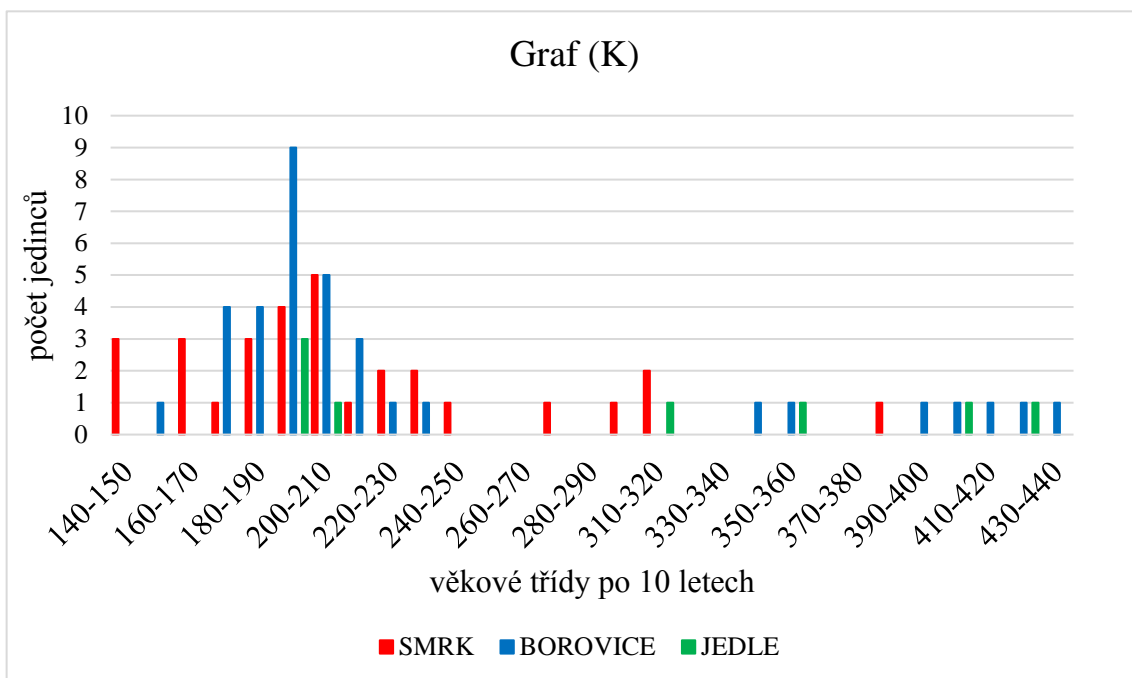
Graf I) věkové rozdělení jedinců na ploše JB3, osa y počet jedinců v jednotlivých věkových třídách na ploše, osa x věkové třídy jedinců po 10 letech; borovice má na dané ploše rozdělení 180-420 let, smrk má rozdělení 180-390 let a jedle se pohybuje v rozpětí 200-440 let; z důvodu malého počtu stromů je na této lokalitě v každé věkové třídě po jednom jedinci

## 4.2 Vznik a vývoj porostů v PR Borek u Domašova

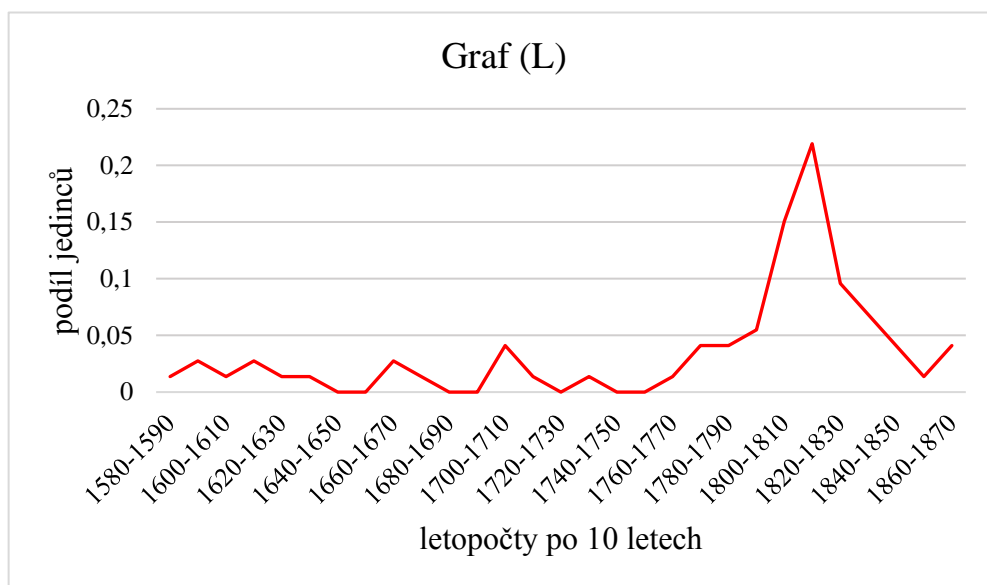
Pohled na celkovou věkovou strukturu získanou ze všech analyzovaných borovic, jedlí i smrků ukazuje na vývoj tohoto porostu. Nejstarší generace stromů vznikla na konci 16. a v první polovině 17. století a je dokumentována zejména borovicemi, jedlemi, ale i sousedícími smrký. Nejvyšší vrchol věkové struktury nastal v první polovině 19. století. Souvisí s narušením, po kterém odrůstaly jedle i borovice a je reprezentována částečně i smrký. Celkový podíl ve věkové struktuře a historii narušení totiž nemusí dobře reprezentovat strukturu rezervace jako celku, protože vzorkovány byly jen tři referenční plochy se zaměřením na hloučkovité skupiny starších jedinců. Proto mohou být výsledky poněkud vychýleny ve prospěch starších jedinců ze začátku 18. a 19. století, a v neprospěch stromů mladších 150 let. Nelze také vztáhnout výsledky pouze na referenční plochy, jelikož byli analyzováni i jedinci mimo ně.



Graf J) věkové rozdělení všech tří referenčních ploch pro lokalitu Borek u Domašova, osa y počet jedinců v jednotlivých letopočetových třídách, osa x letopočty v desetiletých věkových třídách; na konci 17. století a přibližně v první polovině 19. století nastala rozsáhlá obnova, kterou zřejmě zapříčinila disturbance



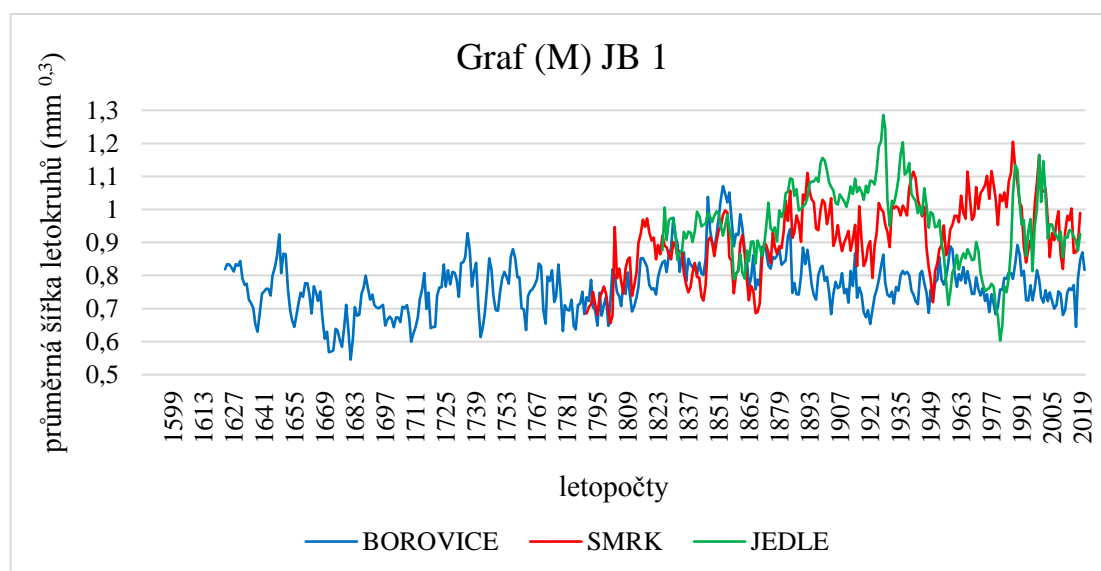
Graf K) věkové rozdělení všech tří ploch v lokalitě Borek u Domašova, osa y počet jedinců v jednotlivých věkových třídách, osa x věk jedinců ve třídách po deseti letech; nejvyšší zastoupení je 140-250 let starých jedinců



Graf L) předpokládaná věková struktura v lokalitě Borek u Domašova s nejvyšším bodem v letech 1810-1820, kdy nastal vrchol obnovy a vyklíčilo nejvíce jedinců; předešlé vlny obnovy proběhly na přelomu let 1660-1670 a 1700-1710.

Borovice je vysoce fotosenzibilní dřevina se strategií s-stratég, kdy je velmi zaměřena na snášení stresu, ale méně na konkurenceschopnost (světlo, množství semen). Přírůst světlo-milných dřevin bývá nejvyšší v mládí a s věkem klesá. To se odráží také v referenční průměrné chronologii na lokalitě JB1, která vrcholí u borovice v polovině 19. století (Graf M), kdy došlo k druhé vlně obnovy borovic (Graf J a L). Naopak smrk se začal objevovat v porostu společně s borovicí při první vlně obnovy na konci 18. století. Jeho průměrný přírůst tak vlivem vhodných podmínek kulminuje až na hodnotu 1,2 (mm<sup>0,3</sup>) /rok (Graf M). Lze předpokládat, že v těchto letech došlo opět k mírnému narušení a prolámání porostu a tím zlepšení podmínek pro smrk. V šedesátých letech 20. století narůstá přírůst smrků na 1,2 (mm<sup>0,3</sup>) /rok. Přírůst smrků byl již zpočátku větší než u borovic, ale po roce 1850 došlo k jeho relativně náhlému **snížení** (možná v souvislosti s bojem o životní podmínky (konkurenci) v porostu). Smrk definitivně překročil přírůst borovice na přelomu let 1870-1880, kdy jeho průměrná hodnota dosahovala téměř 0,9 (mm<sup>0,3</sup>) /rok. Poslední propad u smrkového přírůstu nastal někdy v letech 1950-1960, kdy měl přírůst hodnotu jen přibližně 0,72 (mm<sup>0,3</sup>) /rok. Po tomto propadu již přírůst smrku stoupal až na již zmíněnou hodnotu 1,2 (mm<sup>0,3</sup>) /rok (Graf M).

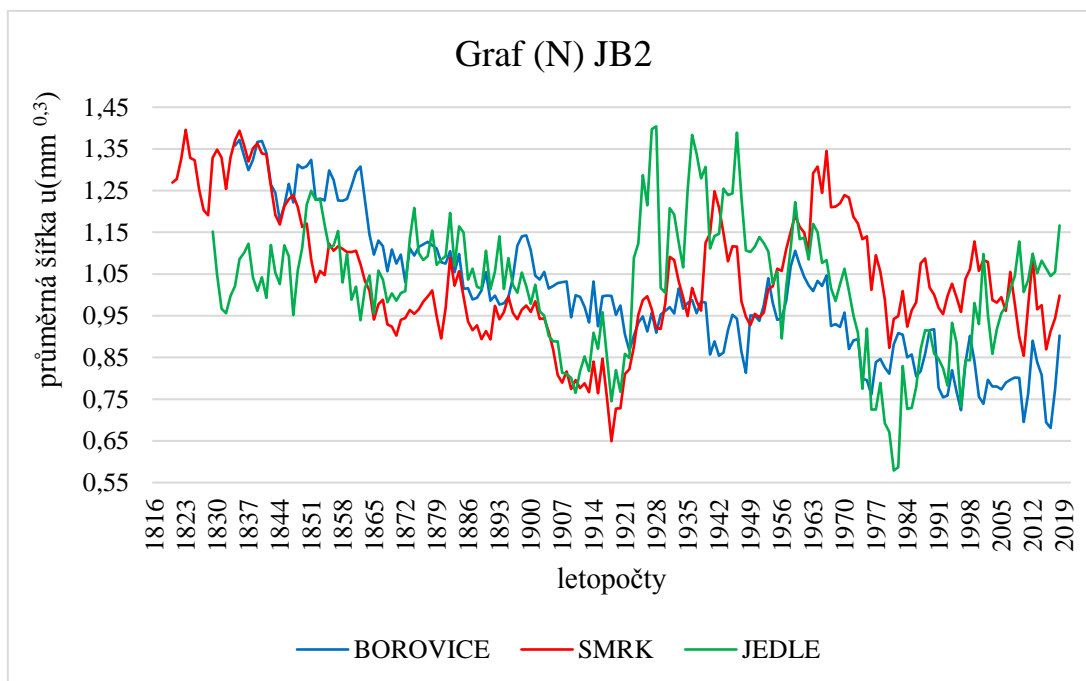
Přírůst jedlí (Graf M), měl prudší nárůst během let 1920-1928. Větší propad až na 0,71 (mm<sup>0,3</sup>) /rok nastal v letech 1980/1981. Jeho intenzita následně extrémně vzrostla na přelomu 19. a 20. století. Je zajímavé, že přírůst smrku oproti přírůstu borovice a jedle stoupal. Tento pokles přírůstu zaznamenaný u jedle a borovice v letech 1960-1980 téměř jistě souvisel s vysokým znečištěním exhalacemi, kdy v této době došlo k rozvratu porostů zejména v Krušných horách. Po odeznění této kalamity se přírůst obnovil (LOMSKÝ, et al., 2015; KYNCL, 2017).



Graf (M) průměrný přírůst borovice, jedle a smrku na lokalitě JB 1; osa y průměrná šířka letokruhů v (mm 0,3); osa x letopočty

Na lokalitě JB2 vrcholí přírůst u borovice v první polovině 19. století (Graf N), kdy došlo k druhé vlně obnovy borovic (Graf J a L). Přírůst smrku, jedle a borovice postupně klesá až do roku 1920, kdy po tomto roce došlo k jeho relativně náhlému **zvýšení** (možná v souvislosti s bojem o životní podmínky (konkurenci) v porostu, zlepšení životních podmínek). Smrk definitivně překročil přírůst borovice na přelomu let 1950-1955, kdy jeho průměrná hodnota dosahovala až přibližně 1 (mm<sup>0,3</sup>) /rok. Nejvyšší přírůst vykazoval smrk v roce 1966, a to průměrnou délkou letokruhu 1,35 (mm<sup>0,3</sup>) /rok. Následuje relativně prudký pokles až do roku 1980, kdy průměrná šířka letokruhu nabývala hodnoty 0,87 (mm<sup>0,3</sup>) /rok. Důvodem zřejmě opět bylo zhoršení kvality ovzduší exhalacemi v šedesátých až osmdesátých letech 20. století. V devadesátých letech 20. století došlo k mírnému zlepšení. Poslední zajímavý propad u borového i smrkového přírůstu nastal někdy v letech 2010 a 2016, kdy měl přírůst borovice hodnotu jen téměř 0,7 (mm<sup>0,3</sup>) /rok a smrku 0,85 (mm<sup>0,3</sup>) /rok. Po tomto propadu přírůst obou dřevin klesl ještě v roce 2016 na téměř shodnou úroveň (Graf N). Zřejmě to zapříčinily letní přísušky. Celkový přírůst borovice na lokalitě JB2 postupně klesá, kdežto přírůst smrku i jedle značně kolísá.

Přírůst jedlí (Graf N), byl více rozkolísaný. Shodné je minimum ve dvacátých letech 20. století. Od tohoto období nastala v přírůstu jedle masivní gradace, a to taková, že z průměrné šířky letokruhu 0,75 (mm<sup>0,3</sup>) /rok vzrostl přírůst na 1,4 (mm<sup>0,3</sup>) /rok. Z této hodnoty postupně přírůst klesal až na hodnotu 0,58 (mm<sup>0,3</sup>) /rok v roce 1981. I jedle reprezentuje v období 1960-1980 silný pokles přírůstu způsobeným nejspíše zhoršenou kvalitou ovzduší.

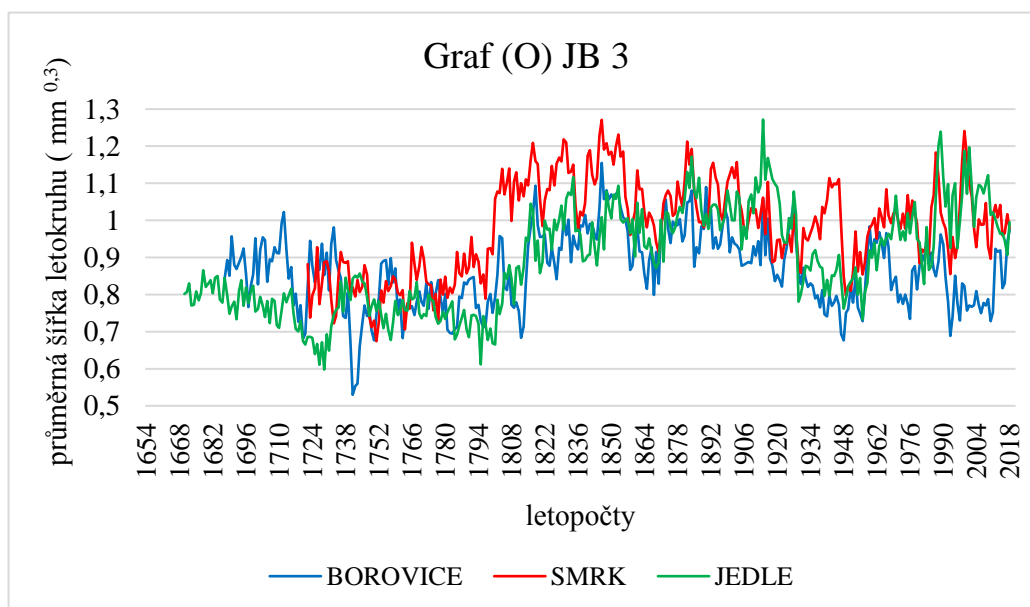


Graf (N) průměrný přírůst borovice, jedle a smrku na lokalitě JB 2; osa y průměrná šířka letokruhů v (mm<sup>0,3</sup>); osa x letopočty



Na lokalitě JB3 vrcholí přírůst u borovice opět v polovině 19. století (Graf O), kdy došlo k druhé vlně obnovy borovic (Graf J a L). Minimální hodnoty 0,53 (mm<sup>0,3</sup>) /rok nabývá borovice v roce 1741. Smrk se začal objevovat v porostu přibližně od roku 1725 při první vlně obnovy na začátku 18. století. Jeho průměrný přírůst tak vlivem vhodných podmínek kulminuje až na 1,27 (mm<sup>0,3</sup>) /rok (Graf O) v roce 1846. Zajímavé je, že v období snižování přírůstu borovice a jedle na lokalitách JB1 a JB2 přírůst smrku na lokalitě JB1 a JB3 vzrůstá. Společně na lokalitě JB3 stoupá s přírůstem smrku i přírůst jedle. Smrk definitivně překročil přírůst borovice na přelomu let 1760-1770, kdy jeho průměrná hodnota dosahovala přibližně 0,8 (mm<sup>0,3</sup>) /rok a hodnota borovice také 0,8 (mm<sup>0,3</sup>) /rok. Poslední propad u smrkového přírůstu nastal někdy v letech 1950-1960, kdy měl přírůst hodnotu jen téměř 0,8 (mm<sup>0,3</sup>) /rok. Po tomto propadu již přírůst smrku stoupal až na hodnotu 1,24 (mm<sup>0,3</sup>) /rok (Graf O).

Přírůst jedlí (Graf O), měl prudší nárůst během let 1820-1830 až na hodnotu přibližně 1,06 (mm<sup>0,3</sup>) /rok. Větší propad, až na 0,5mm/rok, nastal v letech 1790-1830. Jeho intenzita následně vzrostla na přelomu 19. a 20. století až na hodnotu téměř 1,3 (mm<sup>0,3</sup>) /rok (stejně jako intenzita růstu smrků) velmi dobře ukazuje na disturbanci v porostu v tomto období, kdy stávající stromy díky zlepšení životních podmínek náhle zvýšil svůj přírůst. Nedílnou součástí této disturbance bylo vhodné prolámaní porostu, kdy vznikl prostor pro obnovu, na zem se dostalo velké množství dřeva, které vytvořilo vhodný substrát a velmi pomohlo odrůstání zejména nových jedlí a smrků, i mladých borovic. Zajímavý je pokles přírůstu borovice zaznamenaný v letech 1960-1976 a zároveň nárůst přírůstu jedle a smrku. Na zvýšenou koncentraci exhalací zřejmě reagovala jen borovice.



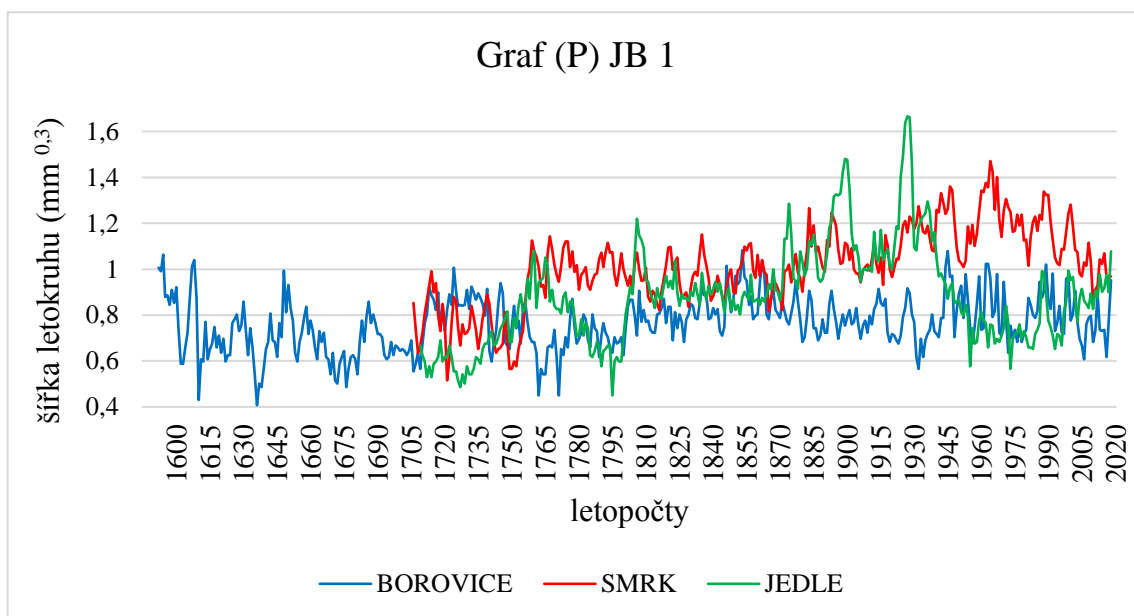
Graf (O) průměrný přírůst borovice, jedle a smrku na lokalitě JB 3; osa y průměrná šířka letokruhů v (mm<sup>0,3</sup>); osa x letopočty

Velmi zajímavé jsou přírůsty nejstarších jedinců v lokalitě Borek u Domašova. Z každé vzorkované lokality byli vybráni nejstarší jedinci za smrk, jedli a borovice.

Na lokalitě JB 1 (Graf P) je věk nejstarší borovice 433 let a její datace sahá až do roku 1592. Přírůst nejstarší borovice se drží v rozpětí 0,4 až 1,08 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok. Spodní hranice nabývá přírůst v letech 1610 a 1636. Nelze však s jistotou tvrdit, zda se jedná o individuální reakci na podnebí nebo jen o konkurenční boj mezi jedinci na lokalitě.

Nejstarší smrk má věk 313 let a je datován do roku 1706. Silnější gradace přírůstu tohoto smrku nastala v letech 1750-1760 z průměrné šířky letokruhu 0,5 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok až na 1,08 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok (Graf P). Po roce 1960 začal přírůst pomalu klesat a lze předpokládat, že bude klesat i nadále.

Velmi znatelná oscilace je v přírůstu nejstarší jedle z lokality JB 1. Věk nejstarší jedle dosahuje 309 let. Bohužel u tohoto jedince nebylo možné určit přesný střed. Lze tedy předpokládat, že věk tohoto jedince může být vyšší. Značné poklesy v přírůstu jsou v letech 1730 a 1795. Od roku 1795 pak nastal silný nárůst až do roku 1806, kdy průměrná hodnota přírůstu dosahovala 1,2 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok (Graf P). Od tohoto data přírůst zpravidla rostl až do roku 1926, kdy dosáhl hodnoty 1,63 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok. Poté nastal relativně rychlý pokles přírůstu přibližně až do roku 1980. Následně se přírůst již opět zvyšuje (Graf P).

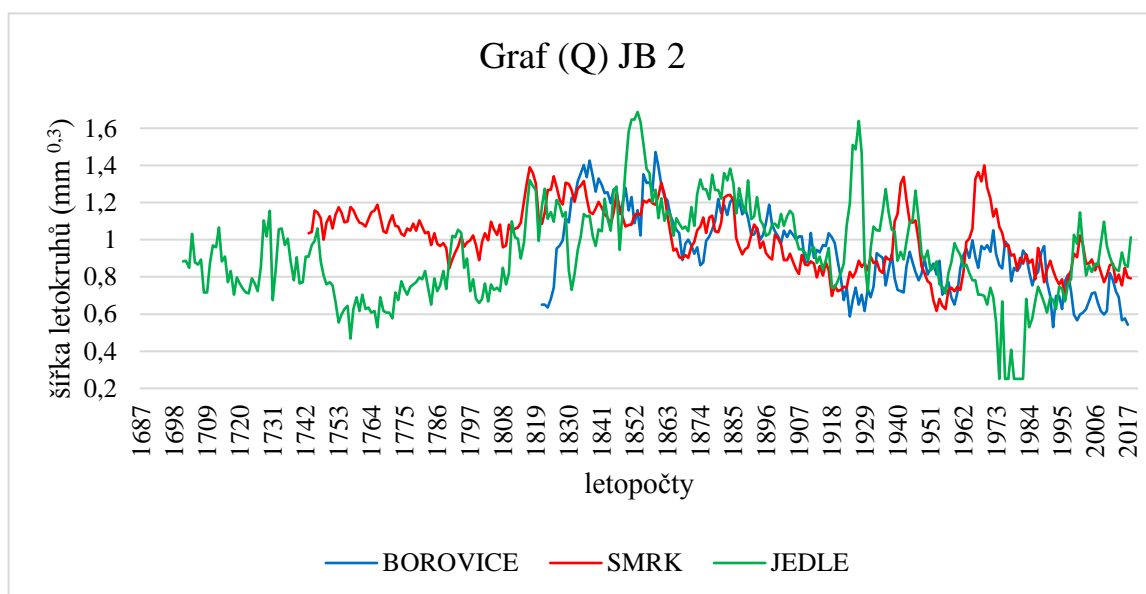


Graf (P) přírůst nejstarších jedinců borovice, jedle a smrku na lokalitě JB 1; osa y šířka letokruhů v ( $\text{mm}^{0,3}$ ); osa x letopočty; věk nejstarší borovice 433 let, smrku 313 let a jedle 309 let

Na lokalitě JB 2 dosahuje věk nejstarší borovice 198 let. Její datace je do roku 1821. Z dlouhodobějšího hlediska přírůst této borovice klesá (pro borovice typická vlastnost). Silnější propad v přírůstu tohoto jedince nastal v letech 1860-1875 z hodnoty 1,47 (mm<sup>0,3</sup>) /rok až na hodnotu 0,87 (mm<sup>0,3</sup>) /rok (Graf Q). Zřejmě z důvodu silné konkurence při obnově porostu.

Nejstarší smrk má věk 277 let a jeho datace sahá až do roku 1743. Velmi zajímavý je přírůst tohoto jedince v letech 1918-1941, kdy došlo k nárůstu z hodnoty 0,7 (mm<sup>0,3</sup>) /rok až na hodnotu 1,3 (mm<sup>0,3</sup>) /rok a pak k náhlému propadu až téměř na hodnotu 0,6 (mm<sup>0,3</sup>) /rok v roce 1956. Následoval opětovný silný nárůst až na horní hranici 1,4 (mm<sup>0,3</sup>) /rok v roce 1969. Od tohoto data přírůst již jen klesá.

Nejstarší jedle na lokalitě JB 2 dosahuje věku 318 let a je datována do roku 1701. První minimum přírůstu této jedle bylo v roce 1757 s hodnotou 0,47 (mm<sup>0,3</sup>) /rok (Graf Q). Od tohoto data přírůst roste až na hodnotu 1,63 (mm<sup>0,3</sup>) /rok v roce 1854. V letech 1854-1870 přírůst klesl až na hodnotu 1,04 (mm<sup>0,3</sup>) /rok. Velmi silný přírůst byl zaznamenán v letech 1918-1927 z hodnoty 0,74 (mm<sup>0,3</sup>) /rok až na hodnotu 1,63 (mm<sup>0,3</sup>) /rok. Poté následoval pokles během tří let opět na hodnotu 0,7 (mm<sup>0,3</sup>) /rok v roce 1930. Velmi zajímavá je situace v letech 1976-1982, kdy se hodnota přírůstu dostala na 0,25 (mm<sup>0,3</sup>) /rok a následně prakticky stagnovala na stejné hodnotě. Byl tedy vytvořen velice slabý letokruh (pro jedle jedna z charakteristických vlastností). Od roku 1982 přírůst tohoto jedince dále rostl.

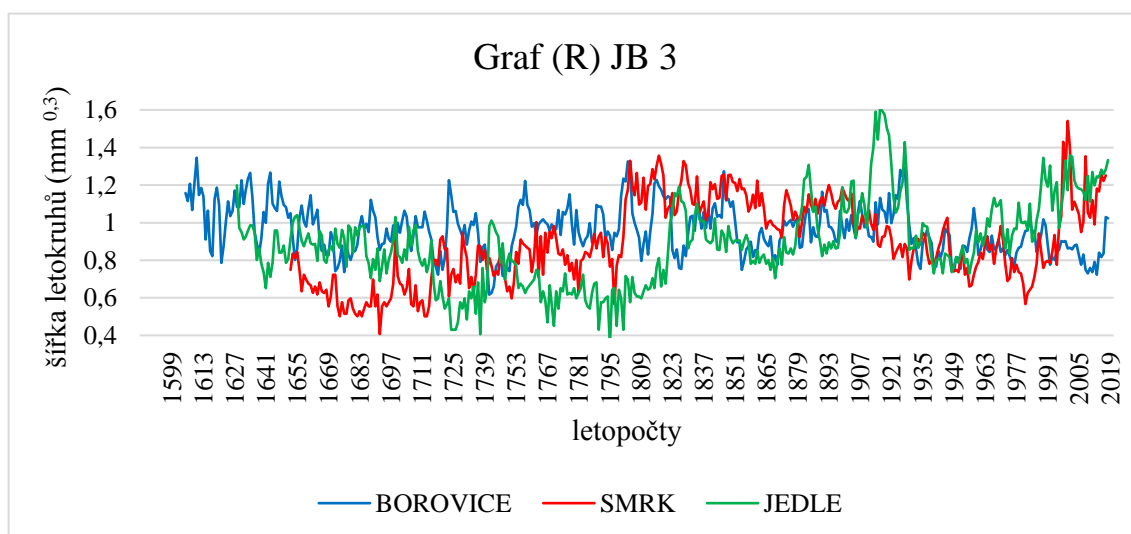


Graf (Q) přírůst nejstarších jedinců borovice, jedle a smrku na lokalitě JB 2; osa y šířka letokruhů v (mm<sup>0,3</sup>); osa x letopočty; věk nejstarší borovice 198 let, smrku 277 let a jedle 318 let

Na lokalitě JB 3 dosahuje nejstarší borovice věku 414 let a byla datována do roku 1605. Přírůst borovice se pohybuje v rozpětí od 0,61 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok do 1,34 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok. Silný propad nastal v roce 1741 právě na hodnotu 0,61 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok. Pozvolnější děle trvajících růst nastal v období 1854-1927. Od roku 1927 se přírůst propadl z hodnoty 1,24 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok v roce 1854 na hodnotu 0,78 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok v roce 1934. Od tohoto data je již přírůst relativně stabilní.

Nejstarší smrk na lokalitě JB 3 dosahuje věku 383 a datován byl do roku 1652. Spodní hranice přírůstu je 0,4 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok. Velmi rychlý a silný nárůst nastal v roce 1797 z hodnoty 0,56 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok až na hodnotu 1,33 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok v roce 1804. Zřejmě to souviselo s narušením porostu v tomto období. Od tohoto data z dlouhodobého hlediska přírůst klesá znovu až na hodnotu 0,56 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok v roce 1981. Od roku 1981 přírůst velmi vzrostl a dosáhl maximální hodnoty 1,54 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok v roce 2000. Následně poklesl přírůst na hodnotu 0,95 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok v roce 2006.

Nejstarší jedle na lokalitě JB 3 dosahuje věku 422 let. Podle (Grafu R) lze však zjistit, že chronologie této jedle dosahuje délky jen 390 let. Tato jedle je datována na vyšší věk proto, že utvářela latentní (skryté) letokruhy. Je dokonce i možné, že v některých letech letokruh nebyl vůbec vytvořen. Ze stávající chronologie je zřejmá spodní hranice chronologie 0,4 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok. První z propadů na spodní hranici nastal v roce 1726. Od tohoto roku přírůst vzrostl až na hodnotu 0,98 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok v roce 1743. Od roku 1743 poklesl přírůst na hodnotu 0,4 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok v roce 1795 a následně vzrostl až na hodnotu 1,19 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok v roce 1826. Do roku 1869 přírůst klesal až na hodnotu 0,7 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok. Svého maxima dosáhl přírůst této jedle v roce 1918, a to hodnoty 1,58 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok. Následně opět klesl na hodnotu přibližně 0,7 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok v letech 1944-1956. Od roku 1956 přírůst této jedle rostl až na hodnotu 1,35 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok v roce 2002. Poslední pokles přírůstu byl v roce 2010, kdy klesl na hodnotu 1,11 ( $\text{mm}^{0,3}$ ) /rok. Od tohoto data přírůst dále rostl.



Graf (R) přírůst nejstarších jedinců borovice, jedle a smrku na lokalitě JB 3; osa y šířka letokruhů v ( $\text{mm}^{0,3}$ ); osa x letopočty; věk nejstarší borovice 414 let, smrku 383 let a jedle 422 let

### 4.3. Shrnutí výsledků

- Pro přírodní rezervaci Borek u Domašova je nejméně po 300 let charakteristická dřevinná skladba – borovice, jedle a smrk
- Nejstarší generace borovic vyklíčila přibližně v roce 1600 a poskytuje údaje o následujících generačních vlnách až do počátku 19. století
- Nejvyšší vlna obnovy nastala v letech 1810-1820, vyklíčilo na lokalitě Borek u Domašova nejvíce jedinců zejména borovice a smrku
- Bez zásahu přirozeného narušení nebo gradace škodlivých biotických činitelů lze předpokládat rostoucí procento smrku oproti borovici a jedli



## 5. Diskuse

Analýza věkové struktury borovic, jedlí a smrků v PR Borek u Domašova prokázala, že všechny tři druhy v rezervaci dosahují věku přes tři sta let. Je tedy zřejmé, že minimálně po tři století je pro tuto přírodní rezervaci charakteristická dřevinná skladba – borovice, jedle, smrku a zřejmě i příměsí listnatých dřevin jako je buk, bříza a jeřáb. Zřejmě vlivem výsadeb ve druhé polovině 20. století, a také vlivem tlaku zvěře (na zmlazení zejména jedle a borovice) došlo ke zvýšení podílu smrku v hlavní úrovni téměř ke 100 %. V okolí rezervace se nachází množství homogenních smrčín. Podíl jedlí v porostech této rezervace zřejmě také klesl vlivem zvýšených koncentrací exhalací ve druhé polovině 20. století. Důležitý vliv na aktuální dynamiku porostu má také množství semen, které je opět výrazně vychýlené ve prospěch smrku. Smrk dominuje nad borovicí velikostí šišek, a tím i vyšším množstvím podílu klíčení schopných semen.

Při analýze přírůstů bylo prokázáno, že na sobě navzájem nezávislých lokalitách byl pozorován nárůst přírůstů v období konce 18. a začátku 19. století. Naopak v šedesátých až osmdesátých letech 20. století byl pozorován nápadně shodný pokles přírůstů na lokalitách. Smrk má postupné tendence předrůst borovice (Graf M, N, O), což nejspíš bude mít za následek jeho zvyšující se zastoupení.

Přírůst jedle osciluje v relativně pravidelných intervalech (Graf M, N, O), což zřejmě indikuje postupné prolamování porostu. Jedle velmi dobře snáší zástín a velmi dobře se jí daří v podúrovni. Naopak oproti borovici nesnáší silné expozice. Borovice zase nedovede přežít v podúrovni. Toto je zřejmě důvod, proč jsou borovicí obsazovaná velmi exponovaná stanoviště, a borovice je z méně exponovaných stanovišť vytlačována.

Při pohledu na přírůsty nejstarších jedinců, byl zjištěn i u nich pokles v šedesátých až osmdesátých letech 20. století. Silné zvyšování přírůstu také dobře indikuje postupné dožívání tehdejšího porostu a následnou obnovu.

Obnova porostů v přírodní rezervaci Borek u Domašova přicházela ve vlnách. Narušení se vyskytovala přibližně ve stoletém intervalu. Podle přírůstů nejstarších borovic byl porost relativně dlouhou dobu zapojený a zvýšení přírůstu nastalo kolem roku 1620. Avšak do plného zápoje dosáhl nejspíš někdy kolem roku 1640, kdy byl zaznamenán pokles přírůstu (Graf P, R). Další nárůst přírůstu nastal kolem roku 1670 a je dokumentován v přírůstu nejstarších borovic. Třetí silnější vlna obnovy nastala v letech 1700-1710. Je dobře patrná v přírůstech nejstarších smrků (Graf P, R), kdy přírůst smrků roste. Poslední největší vlna obnovy nastala v první polovině 19. století (1810-1820) (Graf L), kdy došlo k obnově největšího množství borovice a smrku (Graf K).

Zejména pro obnovu jedle a borovice (zřejmě i listnáčů) je v současnosti hlavním problémem enormní tlak spárkaté zvěře (okus). Vystává otázka, jak rozložit tlak spárkaté zvěře na celé lesní prostředí, a nejen na mladé jedince jedle a borovice. Vzhledem k povaze území je zde potravní nabídka pro zvěř relativně chudá. Důvodem jsou také rozsáhlá kamenná moře naprosto chudá na jakoukoliv vegetaci. V okolních homogenních smrčinách potravní nabídka také nedisponuje dostatečným množstvím ani kvalitou. Právě na plochách po narušení dochází ke zvýšení diverzity, různověkosti i výškové diferenciaci. Borovice bude potřebovat pro svou obnovu mnohem řidší porosty. Rozvrácené porosty smrku a fragmenty jedlin bez podrostu těsně před rozpadem, tvoří vhodné podmínky (poslední vývojová fáze lesa) pro obnovu borovice. Dalo by se předpokládat, že smrkové porosty budou časem rozvráceny vichřicemi, případně gradací biotických činitelů (lýkožrout, mniška).

Přirozená narušení tak mohou velmi pomoci omezit smrk v rezervaci a podpořit obnovu borovice i dalších dřevin (zkvalitnění půdy mrtvým dřevem, zlepšení odrůstání mladých jedinců pod ochranou popadaných korun stromů), ale existuje zde vysoké riziko. Po namnožení škodlivých biotických činitelů lze očekávat jejich postup do hospodářských lesů. Při přisušcích také odumírají i dospělé borovice, od kterých bychom očekávali semenný materiál pro obnovu. Proto je nutné včas monitorovat juvenilní jedince zejména jedle a borovice a tyto případně chránit. Jako zásah v managementu tohoto území by mohlo být efektivní vytvořit individuální ochranu okolo těchto jedinců. Otázkou je, do jaké míry by tento zásah byl náročný jak na ekonomiku, tak efektivitu zásahu. V chráněných územích se také používá ekologicky odbouratelné oplocení, které alespoň do jisté míry sníží tlak spárkaté zvěře na přirozenou obnovu.

Cílem ochrany by také měli být stávající staří jedinci jedle a borovice tak, aby nedocházelo k nadměrné konkurenci mezi těmito jedinci, kteří by měli být upřednostňováni a mezi smrkem.

Jak je již výše uvedeno velkým problémem je nadměrný tlak spárkaté zvěře. Ta v hustých porostech smrku nachází potřebný kryt, zpravidla i klid. Důležitým faktorem je potrava, kdy zejména v jarním období disponují tyto porosty mladými výhony, které jsou předmětem okusu. Podle mého názoru však nikoliv z důvodu preference, ale spíše z nouze, kdy je dostupnost jiné, pestřejší potravy značně omezena. Zejména pak v zimním období je potřeba přikrmování kvalitní potravou velmi na místě. Za kvalitní potravu se v případě jelení zvěře považuje kvalitní luční seno, v případě potřeby jaderné krmivo a sůl. U srnčí zvěře je nutné používat seno z jetelovin a bylin, nikoliv trav a opět neopomenout sůl. Právě kvalitní přikrmování může v tomto managementu velmi pomoci, nebo v opačném případě velice uškodit, nezmění-li se přístup a chápání lidí v tomto oboru.

## 6. Závěr

Při výzkumu struktury porostů v lokalitě Borek u Domašova bylo zjištěno, že porost se vyvíjel v několika generačních vlnách. První dvě větší vlny obnovy nastaly v letech 1660-1670 a 1700-1710. Největší vlna obnovy proběhla v letech 1810-1820, kdy vyklíčilo nejvíce jedinců. Věková struktura porostů v rezervaci je 140-440 let. Nejvyšší zastoupení mají jedinci stáří 140-250 let. Nejstarší jedinec borovice lesní na této lokalitě dosahuje věku 433 let, smrku 383 let a jedle 422 let.

Velmi zajímavý je pokles průměrného přírůstu na vzájemně nezávislých lokalitách v šedesátých až osmdesátých letech minulého století. Ten byl nejspíše zapříčiněn zvýšenou koncentrací exhalací v ovzduší. Na tento jev zpravidla citelně reagují zejména jedle, které jsou na čistotu ovzduší náchylné.

Adaptaci na život v podmínkách extrémních expozičních má právě borovice. Ta však nedokáže přežít v porostech s hustým zápojem, které zejména smrk vytváří. Opačný případ je jedle, které se velmi daří pod úrovní porostu.

Při obnově porostů tohoto území je velký problém natalita a mortalita přirozeného zmlazení. V rozsáhlých kamenných mořích jsou podmínky pro přežití juvenilních jedinců prakticky vyloučené. Důvodem jsou extrémní teplotní výkyvy, posuv minerálního substrátu a nedostatek humózního substrátu. Na místech, kde jsou tyto podmínky splněny, nastává problém tlaku spárkaté zvěře na juvenilní jedince zejména jedle a borovice. Ten by bylo možné snížit vylepšením potravní nabídky lokality, případně okolních porostů. Zajištěním kvalitního příkrmování zejména v zimním a časném jarním období může pomoci rozložit potravní tlak spárkaté zvěře a udržet zvěř poblíž příkrmovacích zařízení.

Cílem bylo zjistit, jak reagují přirozené borové lesy na současné střeoevropské klima, jak jsou odolné vůči biotickým i abiotickým činitelům a jaký lze předpokládat jejich další vývoj.

Ve fragmentech reliktních borových lesů se dosud skrývá mnoho informací a dat, které by měly být předmětem dalšího zkoumání.

## 7. Citovaná literatura

**ADÁMEK, Martin, HADINCOVÁ, Věroslava and WILD, Jan. 2016.** Long-term effect of wildfires on temperate *Pinus sylvestris* forests: Vegetation dynamics and ecosystem resilience. *Forest Ecology and Management*. 2016, Vol. 2016, 380, pp. 285-295.

**BALDRIAN, Petr. 1996.** Tetřev hlušec (*Tetrao urogallus* L. ) na Křivoklátsku. *Bohemia centralis*. 1996, 25, stránky 138-158.

**BORKOWSKI, Jakub and UKALSKA, Joana. 2008.** Winter habitat use by red and roe deer in pine-dominated forest. *Forest Ecology and Management*. 2008, Vol. 2008, 255, pp. 468-475.

**BORKOWSKI, Jakub. 2004.** Distribution and habitat use by red and roe deer following a large forest fire in South-western Poland. *Forest Ecology and Management*. 2004, Sv. 2004, 201, stránky 287-293.

**BÜNTGEN, Ulf, et al. 2013.** Filling the Eastern European gap in millennium-long temperature reconstructions. *Environmental Science*. 2013, Vol. 110, 5, pp. 1773-1778.

**CZOKAJLO, Daruisz, et al. 1997.** Growth reduction of Scots pine, *Pinus sylvestris*, caused by the larger pine shoot beetle, *Tomicus piniperda* (Coleoptera, Scolytidae), in New York State. *Canadian Journal of Forest Research*. 1997, Vol. 27, pp. 1394-1397.

**ČADA, Vojtěch. 2017.** *Dendrometrická a dendrochronologická analýza lesních porostů na SV svahu Pradědu (I. zóna CHKO Jeseníky) a v PR Suchý vrch*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchdol, 2017. p. 32.

**ČERMÁK, Petr. 2007.** Prevence škod zvěří. *Lesnická práce*. 4 2007, Sv. 2007, 86, stránky 18-19.

**ČERVENÝ, Jaroslav, et al. 2010.** *Ottova encyklopedie-Myslivost*. Praha : Ottovo nakladatelství, s.r.o., 2010. p. 591. 978-80-7360-895-8.

**FORST, Pavel, et al. 1966.** *Ochrana lesů*. 1. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1966.

**GIERTYCH, J., Marian, et al. 2007.** Feeding behavior and performance of *Neodiprion sertifer*. *Forest Ecology and Management*. 2007, 242, pp. 700-707.

**HALFAR, Jan, ŠTENCL, Radek and SLEZÁK, Vít. 2017.** *Plán péče o přírodní rezervaci Borek u Domašova za období 2017-2026*. Jeseník : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR - RP Olomoucko, Správa CHKO Jeseníky, 2017. SR173/OM/2016-3.

**IRVINE, James, et al. 1997.** The response of *Pinus sylvestris* to drought: stomatal control of. *Tree Physiology*. 1997, 18, pp. 393-402.

- KADLUS, Zdeněk. 2003.** Tři pohledy na borovici lesní. *LESU ZDAR*. 4 2003, 9, str. 6.
- KALÉN, Christer and BERGQUIST, Jonas. 2004.** Forage availability for moose of young silver birch and Scots pine. *Forest Ecology and Management*. 2004, Vol. 2004, 187, pp. 149-158.
- KAUFMANN, S., Darell, et al. 2009.** Recent Warming Reverses Long-Term Arctic Cooling. *Science*. 2009, Vol. 325, pp. 1236-1239.
- KIRCHHEFER, Andreas, J. 2001.** Reconstruction of summer temperatures from tree-rings of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in coastal northern Norway. *The Holocene*. 1 2001, Sv. 11, 1, stránky 41-52.
- KORPEL, Štefan. 1989.** *Pralesy Slovenska*. Bratislava : Vydavateľstvo slovenskej akadémie vied, 1989. p. 332. 80-224-0031-9.
- KUČERA, Tomáš. 1999.** *Reliktní bory, suťové a roklinové lesy*. 1. Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 1999. 80-86064-32-8.
- KYNCL, Josef. 2017.** *Letokruhy jako kalendář i záznamník*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2017. p. 144. 978-80-271-0198-6.
- LOMSKÝ, Bohumír, NOVOTNÝ, Radek and ŠRÁMEK, Vít. 2015.** Nedostatečná výživa a imisní poškození – historie, ale i aktuální problém ovlivňující zdravotní stav lesa v ČR. *Zpravodaj ochrany lesa*. 2015, Vol. 18, pp. 43-46.
- LYYTIKÄINEN-SAARENMAA, Päivi and TOMPPONEN, Erkki. 2002.** Impact of sawfly defoliation on growth of Scots pine *Pinus sylvestris* (Pinaceae) and associated economic losses. *Bulletin of Entomological Research*. 2002, Vol. 92, pp. 137-140.
- MIKESKA, Miroslav. 2007.** *Posouzení lesnicko-typologického vymezení stanovišť borů v severovýchodních Čechách*. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha : autor neznámý, 2007. Disertační práce.
- MIKOLÁŠ, Martin, et al. 2013.** Stav habitatu jadrovej populácie hlucháňa hôrneho (*Tetrao urogallus*) v Západných Karpatoch: Je ešte pre hlucháňa na Slovensku miesto? 2013, 49, pp. 79-98.
- MOTTL, Stanislav, et al. 1970.** *Myslivecká příručka*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1970. p. 301. 07-033-70.
- NIKLASSON, Mats, et al. 2010.** A 350-year tree-ring fire record from Białowieża Primeval Forest, Poland: implications for Central European lowland fire history. *Journal of ecology*. 2010, Vol. 2010, 98, pp. 1319-1329.



**NOVÁK, Vladimír, HROZINKA, Ferdinand and STARÝ, Bohumil. 1974.** *Atlas hmyzích škůdců lesních dřevin*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1974. p. 128. 07-007-74.

**PANAYOTOV, Momchil, et al. 2017.** Abiotic disturbances in Bulgarian mountain coniferous forests – An overview. *Forest Ecology and Management*. 2017, Vol. 2017, 388, pp. 13-28.

**PFEFFER, Antonín, et al. 1954.** *Lesnická zoologie III*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1954. p. 287. 105876/1/54/SV3/526.

**PRŮŠA, Eduard. 1990.** *Přirozené lesy České republiky*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 1990. p. 248. 80-209-0095-0.

**RAKUŠAN, Ctirad, et al. 1979.** *Základy myslivosti*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1979. p. 352. 07-109-79.

**SCHELHASS, Mart-Jan, NABURSS, Gert-Jan and SCHUCK, Andreas. 2003.** Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Forest Ecology and Management*. 2003, Vol. 2003, 9, pp. 1620-1633.

**SIANO, Ralf. 2010.** Überleben, Raum- und Habitatnutzung sowie Ernährung ausgewilderter Auerhühner (*Tetrao urogallus* L.) im Nationalpark Harz. *Vogelwarte*. 2010, 48, pp. 51-52.

**SKOUMALOVÁ, Anna and HROUDA, Lubomír. 2018.** *Rostliny naší přírody: štetcem Anny Skoumalové, perem Lubomíra Hroudy*. Praha : ACADEMIA, 2018. p. 850. 978-80-200-2867-9.

**SLODIČÁK, Marian, NOVÁK, Jiří and DUŠEK, David. 2013.** *Výchova porostů borovice lesní: certifikovaná metodika*. 1. vyd. Strnady : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2013. 978-80-7417-069-0.

**SPOHNOVÁ, Margot and GOLTE-BECHTLEOVÁ, Marianne. 2010.** *Co tu kvete? Květena střední Evropy*. Praha : Euromedia Group, k. s. - Knižní klub, 2010. p. 400. 978-80-242-2479-4.

**WELLPOTT, Alex, et al. 2005.** Simulation of drought for a Scots pine forest (*Pinus*). *Meteorologische Zeitschrift*. 2005, Vol. 14, 2, pp. 143-150.

## 8. Přílohy

### 1. Charakteristika jednotlivých stromů v PR Borek u Domašova

Charakteristika jedinců na ploše JB1

Plocha	ID	Tloušťka (mm)	Výška (m)	Dřevina	Úroveň	Věk (kalendářní rok)	Věk (roky)	Pozn.
JB1	1	355	18	borovice		1802	217	bez středu
JB1	3	414	19,5	borovice		1809	210	
JB1	4	265	15,6	borovice		1781	231	
JB1	6	465	17,1	borovice		1860	159	bez středu
JB1	10	292	9,3	borovice		1815	204	
JB1	12	280	10,7	smrk		1886	133	bez středu
JB1	13	232	14,5	smrk		1871	148	
JB1	15	340	18,3	borovice		1823	196	
JB1	16	298	15,8	smrk		1831	188	
JB1	17	532	13,2	borovice		1649	370	bez středu
JB1	20	434	8	borovice		1620	399	
JB1	21	423	15,9	borovice		1623	398	bez středu
JB1	22	372	13,5	borovice		1625	392	bez středu
JB1	25	462	21,7	smrk		1825	194	
JB1	29	663	22,9	borovice		1860	159	bez středu
JB1	30	251	10,7	borovice		1821	198	
JB1	33	220	8,9	borovice		1838	181	
JB1	34	259	16,9	smrk		1797	222	
JB1	35	353	20,3	smrk		1917	102	bez středu
JB1	38	322	21,1	smrk		1787	232	
JB1	39	329	21,7	smrk		1816	203	
JB1	40	339	22,1	smrk		1836	183	
JB1	42	460	24,4	smrk		1843	176	
JB1	43	475	23,4	borovice		1829	190	
JB1	48	435	13,9	borovice		1586	433	
JB1	50	273	7,9	borovice		1807	212	
JB1	52	361	18,4	borovice		1801	218	
JB1	53	202	7,1	borovice		1837	182	
JB1	55	278	13,9	borovice		1830	189	
JB1	57	434	8,1	borovice		1826	193	bez středu
JB1	65	547	11,6	borovice		1708	311	bez středu
JB1	68	457	22,7	smrk		1871	148	
JB1	69	385	15,2	smrk		1822	197	
JB1	70	508	19,4	borovice		1826	193	
JB1	78	707	13	borovice		1589	430	
JB1	80	584	23,8	smrk		1809	201	
JB1	81	584	24,9	jedle		1825	194	
JB1	82	466	28,2	borovice		1863	156	
JB1	83	473	29,9	smrk		1822	197	
JB1	91	447	29,8	smrk		1811	208	
JB1	92	475	23,4	borovice		1797	222	

JB1	94	459	26	borovice	1800	219	
JB1	96	667	29,8	smrk	1706	313	
JB1	98	474	18,5	borovice	1820	199	
JB1	99	693	27,4	jedle	1734	284	bez středu
JB1	104	449	27,3	smrk	1779	240	
JB1	106	618	25,2	borovice	1709	310	bez středu
JB1	107	366	18	smrk	1829	190	
JB1	108	439	26	jedle	1818	201	
JB1	110	427	25,4	jedle	1857	162	
JB1	111	491	24,9	smrk	1856	163	
JB1	112	405	23,1	smrk	1803	216	
JB1	113	489	28,4	smrk	1786	233	
JB1	114	436	19,2	borovice	1840	179	
JB1	126	425	17,3	borovice	1843	176	
JB1	132	466	18,4	borovice	1861	158	bez středu
JB1	139	483	20,6	borovice	1846	173	
JB1	140	308	18,8	smrk	1871	148	
JB1	143	435	22,6	borovice	1848	171	
JB1	147	508	26,3	borovice	1812	207	

#### Charakteristika jedinců na ploše JB2

Plocha	ID	Tloušťka (mm)	Výška (m)	Dřevina	Úroveň	Věk (kalendářní rok)	Věk (roky)	Pozn.
JB2	150	622	33,6	smrk		1741	278	
JB2	151	706	31,7	jedle		1701	318	
JB2	152	555	27,8	borovice		1827	192	
JB2	163	710	33,7	smrk		1829	190	bez středu
JB2	164	680	29,4	jedle		1823	196	bez středu
JB2	165	577	25,9	borovice		1821	198	
JB2	175	500	26,2	smrk		1776	243	
JB2	176	459	19,2	borovice		1840	179	bez středu
JB2	180	454	23,6	jedle		1826	193	
JB2	181	456	27,2	borovice		1857	162	bez středu
JB2	187	569	27,4	smrk		1851	168	
JB2	188	588	31,6	borovice		1822	197	
JB2	196	619	34,5	smrk		1818	201	
JB2	197	480	30	borovice		1837	182	

Charakteristika jedinců na ploše JB3

Plocha	ID	Tloušťka (mm)	Výška (m)	Dřevina	Úroveň	Věk (kalendářní rok)	Věk (roky)	Pozn.
JB3	201	571	21,8	borovice		1675	344	
JB3	202	387	17,3	borovice		1885	134	bez středu
JB3	203	575	18,1	borovice		1846	173	bez středu
JB3	206	561	30	smrk		1722	297	
JB3	209	793	31,9	smrk		1701	318	
JB3	217	770	19,5	borovice		1605	414	
JB3	226	376	16,2	borovice		1613	406	
JB3	232	632	29,6	smrk		1797	222	
JB3	236	415	18,8	borovice		1834	185	bez středu
JB3	242	669	33	jedle		1597	422	
JB3	243	641	33,6	smrk		1838	181	
JB3	244	731	29,8	jedle		1677	342	bez středu
JB3	245	471	31,1	borovice		1821	198	
JB3	249	561	30	borovice		1812	207	
JB3	252	556	24,5	jedle		1617	402	
JB3	253	515	20	jedle		1853	166	bez středu
JB3	254	503	16	jedle		1818	201	
JB3	255	534	21	borovice		1743	276	bez středu
JB3	258	500	25,2	jedle		1667	352	
JB3	259	568	25,3	jedle		1636	383	