

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta lesnická a dřevařská**

**Katedra pěstování lesů**



**Fakulta lesnická  
a dřevařská**

**Struktura a vývoj lesních porostů s jedlí bělokorou  
v Podkrkonoší.**

**Bakalářská práce**

**Martin Kuhn**

**prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.**

**2024**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Kuhn

Lesnictví

Ochrana a pěstování lesních ekosystémů

Název práce

**Struktura a vývoj lesních porostů s jedlí bělokorou v Podkrkonoší.**

Název anglicky

**Structure and Development of Forest Stands with Silver Fir in the Podkrkonoší Foothills.**

---

### Cíle práce

Získat poznatky o struktuře a vývoji porostů s jedlí bělokorou v Podkrkonoší jako podkladu pro tvorbu přírodě blízkého managementu v obdobných stanovištních a porostních poměrech.

### Metodika

- Rozbor problematiky struktury a vývoje porostů s jedlí bělokorou v Evropě se zaměřením na porosty v České republice a zejména v Podkrkonoší.
- Charakteristika zájmové oblasti Podkrkonoší a zejména pak stanovištních a porostních poměrů porostů s jedlí bělokorou.
- Výběr a charakteristika 3 výzkumných ploch v porostech s jedlí bělokorou v Podkrkonoší.
- Standardní biometrická měření všech jedinců stromového patra na TVP o velikosti 50×50 m a zajištěné přirozené obnovy.
- Aplikace standardních biometrických a matematicko-statistických metod.
- Vyhodnocení struktury a vývoje porostů na vybraných výzkumných plochách v porostech s jedlí bělokorou v Podkrkonoší jako podkladu pro tvorbu přírodě blízkého managementu v obdobných stanovištních a porostních poměrech.
- Vypracování literární rešerše (termín 1/2023)
- Sběr dat v terénu (termín 6/2023)
- Zpracování metodiky a dat (termín 9/2023)
- Celkové vyhodnocení výsledků (termín 12/2023)
- Sepsání a precizace práce (termín 2/2024)

### **Doporučený rozsah práce**

Minimálně 30 stran textu.

### **Klíčová slova**

Jedle bělokorá, smíšené porosty, struktura porostů, vývoj porostů, přirozená obnova, Podkrkonoší

---

### **Doporučené zdroje informací**

- Dobrowolska, D., Veblen, T.T. (2008) Treefall-gap structure and regeneration in mixed *Abies alba* stands in central Poland. *Forest Ecology and Management*, 255: 3469–3476.
- Hofmeister, Š., Svoboda, M., Souček, J., Vacek, S. (2008): Spatial pattern of Norway spruce and silver fir natural regeneration in uneven-aged mixed forests of northeastern Bohemia. *Journal of Forest Science*, 54: 3: 92–101.
- Mikulenka, P., Prokúpková, A., Vacek, Z., Vacek, S., Bulušek, D., Simon, J., Šimůnek, V., Hájek V. (2020): Effect of climate and air pollution on radial growth of mixed forests: *Abies alba* (Mill.) vs. *Picea abies* (L.) Karst. *Central European Forestry Journal*, 66: 1: 23–36.
- Paluch, J.G. (2007): The spatial pattern of a natural European beech (*Fagus sylvatica* L.) – silver fir (*Abies alba* Mill.) forest: a patch mosaic perspective. *Forest Ecology and Management*, 253: 161–170.
- Poleno, Z. – Vacek, S. et al. (2007): Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 464 s.
- Poleno, Z., Vacek, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 952 s.
- Vacek S., Simon J., Remeš, J. et al. (2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 447 s.
- Vacek, S., Vacek, Z., Bulušek, D., Bílek, L., Schwarz, O., Simon, J., Štícha, V. (2015): The role of shelterwood cutting and protection against game browsing for the regeneration of silver fir. *Austrian Journal of Forest Science*, 132: 2: 81–102.
- Vacek, S., Vacek, Z., Schwarz, O. et al. (2009): Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. *Folia forestalia Bohemica*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., č. 11, 288 s.
- Vacek, S., Vacek, Z., Schwarz, O. et al. (2010): Struktura a vývoj lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 567 s.
- 

### **Předběžný termín obhajoby**

2022/23 LS – FLD

### **Vedoucí práce**

prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.

### **Garantující pracoviště**

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 8. 12. 2022

**doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 7. 2023

**prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 26. 02. 2024

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Struktura a vývoj lesních porostů s jedlí bělokorou v Podkrkonoší jsem vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzi tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 21.3. 2024

Martin Kuhn

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval všem lidem, kteří mě v této práci podporovali. Největší poděkování patří panu prof. RNDr. Stanislavovi Vackovi, DrSc., za trpělivost, vedení mé práce a podnětům k dokončení této práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Vojtěchovi Hájkovi, který mi pomohl odebrat vývrty a pomohl mi s jejich statistickým vyhodnocením. Rád bych také poděkoval mé rodině za všestrannou pomoc po celou dobu tvorby mé bakalářské práce.

# Struktura a vývoj lesních porostů s jedlí bělokorou v Podkrkonoší.

## Souhrn

V této práci byla vyhodnocena struktura, produkce porostů, standardizovaná průměrná stanovištní chronologie, vliv klimatu, přirozená obnova a škody zvěří na přirozené obnově. Výzkum proběhl na čtyřech trvale výzkumných plochách (TVP). Porosty, ve kterých se jednotlivé TVP nachází, jsou ve stádiu mýtního věku (89–108 let). Jedná se o rozsáhlé smrkové monokultury, ve kterých je jedle bělokorá zastoupena okolo 30 %. V porostech byly vyvrtány vývrty pomocí Presslerova nebozezu z nadúrovňových a úrovňových stromů. Pro jedli a smrk bylo pořízeno 30 vývrtů v každém porostu. Po jejich vyhodnocení nám přinesly data o struktuře, biodiverzitě a produkci. Dále byly vyměřeny jednotlivé TVP, které měly velikost 50 × 50 metrů. Na každé ploše byly změřeny pozice stromu a dendrometrické veličiny. Přirozená obnova byla měřena v pruzích o velikosti 5 × 50 metrů, vždy jeden pruh na TVP. Jednalo se o pruh, na kterém byla přirozená obnova reprezentativní pro daný porost. U přirozené obnovy byly také změřeny pozice a dendrometrické veličiny. Dále byly změřeny zmiňované škody zvěří. Na všech TVP se jedle bělokorá ukázala jako nevyhledávanější dřevina spárkatou zvěří. Primárně byla poškozena na terminálním pupenu. Naopak smrk ztepilý okus spárkaté zvěře snášel nejlépe. Na všech TVP byl nejméně poškozenou dřevinou, tímto stresovým vlivem.

Radiální přírůst negativně ovlivnily klimatické podmínky (suché, chladné roky a znečištění ovzduší imisemi). Jedle je velmi flexibilní dřevina, která je po odeznění stresových faktorů velmi produktivní dřevina, v některých případech je dokonce více produktivní než smrk ztepilý.

**Klíčová slova:** Jedle bělokorá, smíšené porosty, struktura porostů, vývoj porostů, Podkrkonoší, přirozená obnova

# Structure and Development of Forest Stands with Silver Fir in the Podkrkonoší Foothills.

## Summary

In this work, stand structure and production, standardized average habitat chronology, climate influence, natural regeneration and wildlife damage to natural regeneration were evaluated. The research took place on four permanent research areas (TVP). The stands in which individual TVPs are located are at the tolling age stage (89–108 years). These are extensive spruce monocultures, in which white fir is represented by around 30 %. Boreholes were drilled in the stands using a Pressler drill bit. For fir and spruce, 15 boreholes were taken in each stand. After evaluating the boreholes, these boreholes provided us with data on structure, biodiversity and production. Furthermore, individual TVPs were measured, which were 50 × 50 meters in size. Tree positions and dendrometric values were measured on each plot. Natural regeneration was measured in strips of 5 × 50 meters, one strip per TVP. This was a lane where natural regeneration was representative. Positions and dendrometric quantities were also measured for natural regeneration. Furthermore, the mentioned damage by animals was measured. On all TVPs, the white-barked fir proved to be the least sought-after tree by cloven-hoofed animals. It was primarily damaged on the terminal bud. On the contrary, the spruce bore the bitter taste of cloven-hoofed animals the best. On all TVPs, it was the least damaged tree by this stress effect.

Radial growth was negatively affected by climatic conditions (dry, cold years and air pollution with smog). Fir is a very flexible tree that is a very productive tree after stress factors have subsided, in some cases even more productive than Norway spruce.

**Keywords:** Silver fir, mixed stands, structure of forests, development of forests, Podkrkonoší, natural regeneration

# 1 Obsah

2 Úvod.....	10
3 Cíl práce .....	11
4 Literární rešerše.....	12
4.1 Jedle bělokorá.....	12
4.2 Ekologie .....	13
4.3 Nahrazení smrku jedlí .....	14
4.4 Snížení zastoupení jedle .....	14
4.5 Smíšené porosty .....	15
4.6 Tvorba dřeva a využití jedle jako suroviny .....	16
4.7 Struktura a vývoj přirozených porostů s jedlí bělokorou .....	16
4.8 Přirozená obnova.....	17
4.9 Škody zvěří.....	21
4.10 Umělá obnova .....	22
4.11 Popis oblasti .....	22
4.12 Současné zastoupení lesních dřevin v Podkrkonoší.....	23
4.13 Geomorfologie .....	23
4.14 Geologie .....	24
4.15 Pedologie.....	24
4.16 Klimatické podmínky .....	26
5 Materiál a metodika.....	28
5.1 Charakteristika zájmových porostů a TVP .....	28
5.2 Stanovištní a porostní charakteristiky TVP.....	29
5.2.1 TVP 1 .....	29
5.2.2 TVP 2.....	31
5.2.3 TVP 3.....	33
5.2.4 TVP 4.....	34
5.3 Terénní měření .....	36
5.4 Zpracování dat.....	37
6 Výsledky .....	39
6.1 Diverzita porostů.....	39
6.2 Struktura a produkce porostů .....	39
6.3 Radiální růst .....	42
6.3.1 TVP 1 JD .....	42
6.3.2 TVP 1 SM .....	43
6.3.3 TVP 2 JD .....	43
6.3.4 TVP 2 SM .....	44
6.3.5 TVP 3 JD .....	44



6.3.6	TVP 3 SM .....	45
6.3.7	TVP 4 JD .....	45
6.3.8	TVP 4 SM .....	46
6.4	Vliv klimatu na radiální růst .....	47
6.4.1	TVP 1 JD .....	47
6.4.2	TVP 1 SM .....	47
6.4.3	TVP 2 JD .....	48
6.4.4	TVP 2 SM .....	48
6.4.5	TVP 3 JD .....	49
6.4.6	TVP 3 SM .....	50
6.4.7	TVP 4 JD .....	50
6.4.8	TVP 4 SM .....	51
6.5	Škody zvěří.....	52
6.5.1	TVP 1 .....	52
6.5.2	TVP 2.....	54
6.5.3	TVP 3.....	57
6.5.4	TVP 4.....	59
6.5.5	Souhrn škod za všechny plochy.....	61
7	Diskuse.....	65
7.1	Struktura a diverzita .....	65
7.2	Radiální růst a vliv enviromentálních vlivů.....	66
7.3	Škody zvěří.....	68
8	Závěr .....	69
9	Literatura.....	71
10	Přílohy.....	78

## 2 Úvod

Jedle bělokora (*Abies alba* Mill.) je naší původní dřevinou, která je díky svým vlastnostem považována za jednu z nejvíce ekologických a ekonomických dřevin (Camero, Gazol 2022). Její přirozený výskyt v českých lesích dosahoval až 20 % (MZe 2022). Jedná se o dřevinu, která má v porostech velmi dobré stabilizační funkce, díky své odolnosti vůči stínu může tvořit víceetážové porosty, které jsou považovány za velmi cenné ekologické komplexy (Dobrowolska et al. 2017). Jedle je zastoupena od nižších nadmořských výšek až do vyšších nadmořských výšek (Mikulenka et al. 2020). Lesní porosty, ve kterých byla jedle dříve zastoupena byly lesy smíšené. Tyto směsi byly velmi produktivní. Ve vyšších polohách rostla hercynská směs, právě v této směsi se jedle přirozeně vyskytovala společně se smrkem ztepilým (*Picea abies* L. Karst.) a bukem lesním (*Fagus sylvatica* L.). Následně tyto porosty byly postupem času nahrazeny za smrkové monokultury, tím pádem kleslo zastoupení jedle bělokora v českých lesích. Přirozené zastoupení v České republice bylo 19,8 % a současné zastoupení je 1,3 % (MZe 2022). Je zde tedy patrné, že její výrazné snížení ovlivnil lidský faktor. V dnešní době je opět snaha dostat jedli bělokora do českých lesů. Doporučené zastoupení je 7,6 % (MZe 2022). Hlavními lokalitami, na kterých by jedle měla růst, jsou především oglejená stanoviště středních poloh. Ve středních polohách by měla růst například s bukem lesním, olší lepkavou (*Alnus glutinosa* L.) a s dubem zimním (*Quercus petraea* Matt.), naopak ve vyšších polohách se smrkem ztepilým, javorem klenem (*Acer pseudoplatanus* L.) a s olší šedou (*Alnus incana* L.) – (Vacek et al. 2009). Pro jedli není vhodný hospodářský způsob holosečný, ale hospodářský způsob podrostní a výběrný, popřípadě i násečný (malé kotlíky) – (Novák, Dušek 2021). Úspěšné přirozené obnově jedle brání spárkatá zvěř, která na této dřevině působí výrazné škody, a to zejména terminálním, ale i bočním okusem. Tento negativní vliv brání úspěšnému odrůstání přirozené obnovy. Konkrétně pro jedli je velmi důležité, aby se přirozená obnova dostávala do vyšších tloušťkových stupňů, do nichž se z důvodu poškození od spárkaté zvěře nedostává (Vacek et al. 2013).

Lokalita, do které je naše práce směřována se nachází na severu České republiky v malé obci Rudník. Tyto lesy jsou ve vlastnictví státu a jsou spravovány LČR. Státní lesy mají rozlohu zhruba 1 400 000 ha, z toho LČR spravují 1 184 000 ha, což představuje 45 % státních lesů, které LČR spravují (MZe 2022). Porosty, které byly vybrány pro tuto práci, jsou smrkové monokultury s menším zastoupením jedle bělokora a dalšími dřevinami.

### **3 Cíl práce**

Získat poznatky o struktuře a vývoji porostů s jedlí bělokorou v Podkrkonoší jako podkladu pro tvorbu přírodě blízkého managementu v obdobných stanovištních a porostních poměrech.

1. Na čtyřech TVP vyhodnotit strukturu a biodiverzitu porostů s jedlí bělokorou.
2. Vyhodnotit růstové procesy smrku a jedle na čtyřech TVP.
3. Změřit přirozenou obnovu a vyhodnotit škody zvěří.

## 4 Literární rešerše

### 4.1 Jedle bělokorá

Jedle bělokorá je klíčovým druhem rostoucí v horských lesích Evropy (Gazol et al. 2020; Stanglet et al. 2022; Dobrowolska 2013; et al. 2017), kde roste buď ve smíšených porostech nebo v monokulturách (Camero, Gazol 2022). V těchto nadmořských výškách je jedle považována za jeden z nejproduktivnějších druhů a také brána jako ekologicky cenný evropský druh (Konôpková et al. 2018), který je velmi důležitý pro zachování biologické rozmanitosti (Gazol et al. 2020). V Evropě byly lesní porosty na počátku lesního hospodaření různověké, a právě v těchto porostech se jedle přirozeně vyskytovala (Dobrowolska et al. 2017). Tato dřevina je důležitá zejména ze dvou hledisek, konkrétně z hlediska ekonomického a ekologického (Camero, Gazol 2022). Především díky svým vlastnostem je jedle brána jako jedna z nejvýznamnějších dřevin v Evropě (Dobrowolska 2007; et al. 2017). Vyskytuje se od Pyrenejí na sever až po Normandii, na východ do Alp a Karpat, na jih do Itálie, Bulharska a Řecka (Dobrowolska et al. 2017). Východní hranice výskytu jedle bělokoré je v oblastech mrazivých zim, ve kterých momentálně probíhá globální oteplování. Dá se tedy předpokládat, že vzniknou optimální podmínky pro růst v ekosystémech ležících na severu a východu od jejího souvislého areálu (Marozau et al. 2021). Tento druh roste i v relativně vysokých nadmořských výškách (500–2 000 m), ale je schopen růst i v nižších nadmořských výškách (Dobrowolska et al. 2017). Právě v nižších polohách jedle bělokorá roste rychleji než v polohách vyšších. Zároveň jedle rostoucí v nižších polohách jsou daleko náchylnější na sucho než jedle, které rostou ve vyšších nadmořských výškách (Vitali et al. 2017). V České republice jedle roste v nadmořských výškách 500–900 m (Mikulenka et al. 2020). Nejnižším bodem, kde se jedle na našem území vyskytuje je Národní park České Švýcarsko (150 m), naopak nejvyšším místem výskytu je Boubín (1300 m) – (Vacek et al. 2009).

I přes své dobré vlastnosti je zastoupení jedle v českých lesích pouze 1,3 % z celkové druhové skladby, což je v přepočtu na hektary 33 119, oproti loňskému roku se rozloha zvýšila o 847 hektarů. Z toho je zřejmé, že zastoupení jedle se zvyšuje. V minulosti byl přirozený výskyt jedle na našem území 19,8 %. Rozdíl mezi těmito údaji je 18,5 %. Momentální doporučené zastoupení jedle je 7,6 % z celkové druhové skladby v našich lesích (MZe 2022). Současné zastoupení jedle v Krkonoších je 0,1 %. V posledních dekádách došlo v Krkonoších ke snížení zastoupení jedle bělokoré ve prospěch buku lesního. Obdobné snížení probíhá v Orlických horách (Vacek 2017). Hlavní dřevinou, která nahradila jedli byl smrk ztepilý,

především pro své snadné pěstování a zájemem v průmyslu (Kučerová et al. 2012), nicméně kvůli globálnímu oteplování došlo k přesunu druhů v oblastech a také došlo ke změně jejich regionálního optima (Hernández et al. 2019). V tomto směru by jedle mohla být skvělou náhradou za smrk ztepilý, především díky své relativní odolnosti na sucho v horských polohách (Stangler et al. 2022; Vitali et al. 2017; 2018).

## 4.2 Ekologie

Jedle bělokorá je typickou stínomilnou dřevinou (Lebourgeois et al. 2010 a; Gazol et al. 2020; Dobrowolska 2007; 2008; et al. 2017). Na bohatších stanovištích může být tato tolerance vůči stínu ještě vyšší (Vacek et al. 2015). V životním cyklu, ve kterém je jedle utlumena, vlivem nedostatečných světelných podmínek se může vyskytnout i vícekrát za život, s touto vlastností může tvořit porosty s více etážemi, různověké a smíšené (Dobrowolska et al. 2017). Víceetážové porosty jedle jsou zásadní pro přirozenou obnovu, kdy mateřský porost chrání nálet před pozdními mrazy, suchem (Vacek et al. 2015) a také před náhlým osluněním (Kučerová et al. 2012). Jestliže jedle není chráněna mateřským porostem, trpí na pozdní mrazy. Pokud jsou teploty vzduchu na jaře vyšší, eliminují tím možné škody (Lebourgeois et al. 2010 b; Vitali et al. 2017; Mikulénka et al. 2020). Mnoho studií potvrzuje, že jedle bělokorou ovlivňují klimatické podmínky (sucho, chladné roky, znečištění imisemi) – (Toigo et al. 2015). Chřadnutí jedle vlivem klimatických podmínek bylo potvrzeno na několika oblastech (Konôpková et al. 2018). Vitali et al. (2018) dále zdokumentovali, že limitujícím faktorem pro jedle není množství srážek, ale teplota. Brzké tání sněhové pokrývky by mělo prospět k včasné kambiální aktivitě, a to zejména ve vyšších polohách, kde je vegetační období zkrácené z důvodu dlouhého tání sněhu (Lebourgeois et al. 2010 a; Vitali et al. 2018), ale pokud by byla teplá zima, mohl by nastat opačný efekt (Vitali et al. 2018). Za zpomalení růstu u jedle jsou zodpovědné extrémní mrazy (Lebourgeois et al. 2010 a). Faktory prostředí silně ovlivňují růst. Jasným faktorem, který negativně ovlivňuje růst, je sucho. Dalším faktorem, který může za snížení přírůstu, jsou morfologické změny jako je například ztráta asimilačních orgánů (Miller et al. 2023). Jedle rostoucí ve vyšších polohách jsou náchylnější na ztrátu asimilačního aparátu než jedle, které rostou v nižších polohách (Vacek et al. 2013). Dalšími faktory, které ovlivňují růst jedle jsou druhová skladba porostu, stanovištní podmínky a zastoupení jedle v daném porostu (Dobrowolska 2007). Jedle je flexibilní dřevina, která po odeznění stresových faktorů dokáže velmi rychle a dobře regenerovat. Za stresové faktory lze považovat znečištění ovzduší, klimatické extrémy, abiotické činitele a houbové patogeny (Mikulénka et al. 2020). Jedle roste především na hlubokých eutrofních a vlhkých půdách (Lebourgeois et al. 2010 a; Dobrowolska

et al. 2017; Camero, Gazol 2022). Dále roste na lokalitách vyšších poloh, na kterých jsou chladnější klimatické podmínky, nízké teplotní amplitudy a relativně vysoké množství ročních srážek (Vacek et al. 2015). Jedle vyžaduje po celý rok vysokou vlhkost, kdy se roční úhrn srážek pohybuje v rozmezí mezi 700–1800 mm (Dobrowolska et al. 2017). Zásadně neroste na dvou extrémech, za které považujeme silně podmáčené půdy či suché půdy. Jedle by měla nahradit smrk především na půdách těžších, uléhavých, oglejených a podmáčených. Konkrétně na půdách, které mají edafickou kategorii I, H, B, O, P, Q, G, V a na suťových půdách, edafických kategorií D, J, F, N (Vacek et al. 2009).

### 4.3 Nahrazení smrku jedlí

V každém případě se očekává, že jedle bělokorá bude v západní a střední Evropě jedna z hlavních dřevin. Při oteplování má jedle obrovský potenciál, proto je brána jako alternativa za smrk, který nemá takovou odolnost vůči suchu. Největší rozdíl mezi těmito druhy je v kořenovém systému, který má jedle bělokorá srdčitý, kdežto smrk má povrchový kořenový systém (Marozau et al. 2021). Jedle pomocí kořenového systému stabilizuje půdu a zadržuje vodu, také je odolnější vůči silnějším větrům než zmiňovaný smrk (Dobrowolska 2013) a je méně náchylná ke zlomení od sněhu a ledu než smrk ztepilý (Dobrowolska et al. 2017). Mina et al. (2018) zjistili, že vzájemná konkurence mezi jedlí a smrkem spočívá především v souboji o podzemní zdroje. Jedle má daleko větší odolnost vůči suchu než smrk v typických stanovištních podmínkách. Z trojice druhů jedle bělokorá, smrk ztepilý a nepůvodní douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) je jedle nejvíce odolným druhem proti suchu jedle bělokorá, která zásluhou svého kořenového systému může v období sucha využívat vodu, která se nachází hlouběji, tím pádem oddaluje stres ze sucha (Vitali et al. 2017). Vitali et al. (2018) uvádějí, že pokud se v nižších polohách nachází výše zmiňované dřeviny a jsou zde vysoké letní teploty, sucho negativním způsobem ovlivňuje smrk a douglasku, avšak jedli nikoliv. Toto tvrzení podporuje i Stangler ve svém výzkumu (Stangler et al. 2022).

### 4.4 Snížení zastoupení jedle

Jedle bělokorá je druh, u kterého byla zaregistrována dlouhá historie odumírání napříč celou Evropou (Potočić et al. 2008). Z ekologického hlediska je jako největším problémem vnímán výrazný úbytek jedle, který v Evropě začal okolo roku 1 500 (Dobrowolska et al. 2017). Příklad úplného vymizení jedle v horských lesích je datován asi 7 300–6 000 let před našim letopočtem, které bylo způsobeno mnoha faktory jako jsou například požáry (Marozau et al. 2021) a lidská

činnost (Dobrowolska 2013; Marozau et al. 2021). V Evropě se mezi nejdůležitější abiotické činitele řadí vítr a oheň. Další příčinou úbytku je klimatická změna, která proběhla v období holocénu a způsobila vláhový deficit. Předpokládá se, že v období holocénu došlo také k ochlazení, tím pádem došlo k vymizení reliktního lesa jedle bělokoré (Marozau et al. 2021). Další snižování zastoupení jedle bělokoré v evropských lesích bylo zaregistrováno v 18. století, kdy se její podíl snížil o 50 % (Kowalkowski et al. 2023). Odumírání dospělých jedlí a následné problémy s přirozenou obnovou byly pozorovány od 60. do 90. let 20. století. V 70. a 80. letech 20. století byl pozorován pokles zastoupení jedle v celém jejím přirozeném areálu (Dobrowolska et al. 2017). Příčiny úbytku zatím nejsou známy, ale obecně můžeme předpokládat kombinaci abiotických a biotických vlivů s antropogenními faktory. Nejvýznamnějším činitelem, který stojí za úbytkem jedle ve 20. století je znečištění ovzduší  $\text{SO}_2$  a  $\text{NO}_3$  (Dobrowolska et al. 2017; Konôpova et al. 2018). Tento úbytek se projevil omezením růstu a zvýšenou mortalitou. Dokonce se předpokládalo, že jedle v důsledku působení tohoto činitele úplně vymizí, ale s postupem času znečištění ovzduší výrazně kleslo. V Evropě na začátku 80. let bylo znečištění emisemi na úplném vrcholu a to až do roku 1995, po kterém přišlo snížení znečištění o 50 %, čímž se zlepšil růst a vitalita jedlí (Dobrowolska et al. 2017), dále zde došlo k úspěšné přirozené obnově jedle (Konôpova et al. 2018). Zájem o jedli se projevil až s lepším poznáním této dřeviny. Ve 20. stoletím byla jedle vystavena nevhodným pěstebním zásahům jako je například hospodaření pomocí holosečného způsobu. Nové výzkumy přinesly lepší poznatky o ekologii, struktuře a dynamice populace jedlí (Dobrowolska et al. 2017).

#### **4.5 Smíšené porosty**

Smíšené jedlové lesy radíme k hlavním ekosystémům, které se vyskytují v Evropě (Vacek et al. 2015). Smíšený porost je takový porost, ve kterém jsou zastoupeny dvě a více dřevin v určitém poměru. Také platí, že jedna z přítomných dřevin nepřesahuje hranici 90 % (Vacek et al. 2009). Zájem o smíšené lesy se v posledních letech zvyšuje (Mina et al. 2018). Jedle bělokorá může mít ve smíšených lesích konkurenční výhodu v přístupu o podzemní vodu díky svému srdčitému kořenovému systému (Mina et al. 2018). Ve smíšených porostech má je jedle větší odolnost vůči letnímu suchu (Toïgo et al. 2015; Metz et al. 2016; Vitali et al. 2017; Mina et al. 2018; Mikulenkova et al. 2020). Za jistých ekologických podmínek prospívá pěstování lesů ve dvou druhových směsích než v monokulturních porostech (Toïgo et al. 2015; Mina et al. 2018). Produktivita dřevin (smrk, buk, jedle) může mít o 120% vyšší přírůst ve smíšených lesích než u monokultur a dvou druhových směsí (Mina et al. 2018). Z tohoto důvodu by měl

být kladen zřetel na dřevinou skladbu při umělém zakládání lesa (Marozau et al. 2021). Toïgo et al. (2015) ve svém výzkumu zkoumali produktivitu smíšených porostů a monokulturních porostů na 10 zkoumaných plochách. Na 5 plochách rostly smíšené lesy, které byly nadměrně produktivní v porovnání s monokulturami, které byly rostly na zbylých 5 plochách. Mina et al. (2018) napsali, lesy, které mají vyšší druhovou skladbu budou pravděpodobně odolnější vůči stresu, který je způsobený změnou klimatu a ekologickými poruchami.

#### **4.6 Tvorba dřeva a využití jedle jako suroviny**

Jedle je z pohledu ekonomiky velmi cenným druhem, dokonce cennějším než buk lesní, který je dominantnějším druhem ve smíšených lesích (Dobrowolska et al. 2017). Nejvyšší jedle, která rostla v Krkonoších, měla 58 metrů a průměr kmene až 182 centimetrů. Celková zásoba porostu na hektar je v rozmezí 500–900 m<sup>3</sup>. ha<sup>-1</sup> (Vacek et al. 2009), staří smíšených jedlových lesů v Krkonoších je v rozmezí 350–400 let (Vacek et al. 2015; 2017). Tvorba jedlového dřeva začíná v dubnu a je ukončena koncem října (Vitali et al. 2017). Rané jedlové dřevo ovlivňuje předchozí září a listopad, respektive jaká byla v daných měsících teplota a množství srážek. Pozdní dřevo záviselo na srážkách v červnu a červenci. Do budoucna by mohly mírnější zimy a vyšší úhrn srážek na podzim a v zimě pozitivně ovlivnit tvorbu raného dřeva, zejména pro jedlové lesy a lesy rostoucí ve vyšších nadmořských výškách (Lebourgeois et al. 2010 b). Jedlové dřevo je využito pro celulózové a stavební použití. Jedle byla první dřevina, která se začala používat jako vánoční stromek. Pryskyřice, která se extrahuje z jedlové kůry a jedlového jehličí se používá k výrobě léčiv a kosmetiky (Dobrowolska et al. 2017).

#### **4.7 Struktura a vývoj přirozených porostů s jedlí bělokorou**

V lesních ekosystémech jsou velmi složité porostní a ekologické podmínky. Z tohoto důvodu je narušena struktura porostu, oslabování a následné odumírání stromů (Uganovič et al. 2021). Struktura lesních porostů je nezbytná pro pochopení samotné struktury a fungování ekosystémů, proto se při výzkumu na výchovu porostů provádí popis strukturních charakteristik. Prostorová struktura porostu je důležitá především pro diverzitu stanoviště a je blízce spojena s ekologickou stabilitou a druhovou diverzitou. Diverzita lesních ekosystémů se nevztahuje pouze na druhovou bohatost, ale také na heterogenitu uvnitř porostu, rozmanitost velikostí stromů a umístění stromů (Coban et al. 2020). Specifická struktura generuje konkrétní proces růstu a regenerace, tudíž růst stromů a interakce mezi stromy do jisté míry závisí na struktuře lesa. Pach et al. (2015) se domnívá, že v lesních porostech lze diverzitu chápat jako



strukturální a horizontální rozrůzněnost. Tím má na mysli vysokou míru variability v průměru, výšce, ale také tvaru a prostorového rozložení. Tyto atributy lze brát jako jednu z nejdůležitějších stránek porostu sloužící k hospodaření s ekosystémy. V hospodářských lesích založených pomocí umělé obnovy, dochází ke ztrátě či snížení struktury, složení lesa a ekologické odolnosti po mnoho let. V dnešní době je potřeba sledovat strukturní diverzitu průměru stromů v hospodářských porostech. Současné zakládané porosty by se měly vyznačovat nejen diverzifikovanou druhovou skladbou, ale i větší strukturní složitostí. Strukturu lesa mohou zásadně ovlivnit výchovné zásahy (Gabon et al. 2020).

Jedle je stínomilná dřevina (Camero, Gazol 2022), vlivem této vlastnosti je schopna vytvářet víceetážové porosty. Tyto porosty jsou typické svoji vertikální a věkovou rozrůzněností (Dobrowolska et al. 2017) a vysokým množstvím jedinců přirozené obnovy, která roste pod mateřským porostem (Vacek et al. 2009). Pro obnovu jedlových porostů ve střední Evropě je zásadní drobné narušení (Dobrowolska et al. 2017). Je velmi důležité, aby se přirozená obnova dostávala do vyšších tloušťkových stupňů, což by napomohlo stagnaci stárnutí lesních porostů (Vacek et al. 2015).

#### **4.8 Přirozená obnova**

Přirozená obnova se provádí výhradně clonným hospodářským způsobem (Vacek et al. 2009). Pokud jedle bude obhospodařována holosečným způsobem, bude přirozená obnova jedle vzácná, protože krátká doba obnovy znamená ztrátu konkurenční výhody nad ostatními dřevinami (Dobrowolska et al. 2017). V oblasti Krkonoš přirozená obnova jedle probíhá ve smíšených lesích výhradně pod mateřským porostem, jedle se zmlazuje v trsech stejně jako smrk (Vacek et al. 2015). V Sudetech je v současnosti přirozená obnova jedle vzácná, protože se zde nevyskytují skoro žádné dospělé stromy jedle. Většina biologicky vzrostlých stromů je rozptýlená ve velkých vzdálenostech, což zabraňuje opylení a produkci šišek, ve kterých jsou cenná semena. Holosečný způsob hospodaření v lesních porostech je založen na tvorbě holosečí a následné umělé obnově, což znamená, že v lesním hospodářství není příliš velký zájem o jedli (Kowalkowski et al. 2023). Jedle bělokora je druhem, který je vysoce citlivý na pěstitelské zásahy. Lesní systém používaný v Evropě je jeden z hlavních důvodů, proč se zastoupení jedlových porostů v některých oblastech snížilo či zaniklo. Pro přirozenou obnovu jedle je vhodné selektovat jednotlivé stromy a nepravidelné obhospodařování lesů (Dobrowolska et al. 2017). Pro lesní porosty jedle je doporučován jedno stromový systém selekce nebo nepravidelný úkrytový systém s prodlouženou dobou obnovy 20–40 let, díky čemuž se jedle lépe přizpůsobuje úkrytu. Je velmi důležité, aby se stromy z nižších průměrových tříd dostávaly

do tříd vyšších a bylo tímto zabráněno stárnutí lesních porostů. Tento způsob je velmi důležitý i pro přirozenou obnovu jedle, která tímto způsobem může získat významný náskok před ostatními dřevinami (Vacek et al. 2015). Pro zvýhodnění jedle se doporučuje uvolnění mateřského porostu nebo vytváření mezer s nízkou intenzitou osvětlení (Dobrowolska et al. 2017). Sazenice a semenáčky upravují svůj růst podle světla v podrostu. Semenáček jedle je vysoce tolerantní vůči stínu, jelikož v něm může žít až 100 let (Dobrowolska, Veblen 2008).

Přirozená obnova jedle je nejhojnější na hlubokých a kvalitních půdách, které nahrazují nedostatek světla (Teslak et al. 2015). Kučeravá et al. (2012) poukázali na to, že přirozená obnova jedle byla rychlejší na kyselých půdách. Množství přirozené obnovy je rozdílné především podle zápoje stromového patra, půdního povrchu a pokryvnosti bylinného i mechového patra (Vacek et al. 2013). Koruny stromů omezují množství světla procházejícího do podrostu, ale také mění spektrální složení záření dopadajícího na lesní půdu (Dobrowolska 2008). Délka korun jedle se mění v závislosti na podílu jedle v porostu. Čím vyšší je zastoupení jedle v porostu, tím jsou kratší koruny stromů (Dobrowolska 2007). Množství a kvalita světla ovlivňuje mnoho různých ekologických procesů, jako je fotosyntéza a klíčení semen (Dobrowolska 2008). Nedostatečné množství přirozené obnovy nevyhnutelně vede ke sběru šišek, produkci semen a následné sadby jedle bělokoré. Kvalita přirozené obnovy silně závisí na ekologických podmínkách, zejména na přísunu světla (Teslak et al. 2015). Kowalkowski et al. (2023) se ve své práci zabývali počtem semen z jedné jedlové šišky v oblasti Sněžky. Ve své práci zjistili, že z jedné jedlové šišky je 232 semen, z nichž bylo 48 semen prázdných, tento počet prázdných semen je v procentuálním vyjádření 21 % a zbylých 79 %, což připadá na 184 plných semen. Jedlová semena jsou, co se kvality týče, velmi proměnlivá. V průběhu mnoha let se základní parametry (hmotnost a plnost semene) mohou velmi změnit od standartu (Vacek et al. 2009). Vyšší počty přirozené obnovy jedle se vyskytují v lesích s vyšším zastoupením starých stromů, což je spojeno s větším množstvím šišek a následným větším opadem semen, proto je velmi důležité ponechat tyto staré jedle v lesních porostech (Vacek et al. 2015). Výzkum jedle bělokoré v oblasti Sudet poukázal na velmi špatnou přirozenou obnovu tohoto druhu a neustále se snižující podíl mladších věkových tříd v porostech (Dobrowolska 2008). Přirozenou obnovu jedle ovlivňují porostní a stanovištní podmínky, ale také reliéf povrchu, hustota vegetačního krytu a vysoký zápoj mateřského porostu (Vacek et al. 2013; Dobrowolska et al. 2017). Semenáčky jsou vyšší na humusu mor než na humusu mull. Dále se ukázalo, že pokud se v porostu vyskytují byliny jako *Luzula pilosa* (L.), *Majanthemum bifolium* (L.), *Lycopodium annotinum* (L.) nebo *Rubus fruticosus* (L.) je v těchto porostech větší počet semenáčků jedle bělokoré.

Pro obnovu jedle v porostech ve střední Evropě je zásadní drobné narušení (Dobrowolska et al. 2017). Dobrowolska (2008) ve svém výzkumu uvádějí, že nemá velikost mezery zásadní vliv na množství semenáčků. Počty sazenic a výmladků v mezerách souvisely s druhovým složením okolního zápoje stromů, zejména s četností. Naopak Hofmeister et al. (2008) uvádějí, že obnova jedle se zabírá spíše do malých mezer a krajů, kde je pod ochranou mateřského porostu. Do velkých mezer se soustřeďují druhy jako smrk ztepilý a buk lesní (Dobrowolska 2008). Dobrowolska (2007) došli ve svém výzkumu k závěru, že "Jedle nachází příznivější podmínky růstu v malých mezerách, zatímco ve velkých mezerách se růst obnovy jedle omezuje kvůli vývoji listnatých druhů." Ugarković et al. (2018) naopak konstatují, že na velkých plochách na okraji porostu bylo malých semenáčků výrazně více nežli na malých plochách nebo na okraji porostu. Mikroklima, které vzniká v mezerách, závisí na makroklimatu oblasti, ve které se mezery nacházejí, dále závisí na velikosti mezery, tvaru mezery, směru mezery a v jakém stavu se přirozená obnova nachází. Velké mezery měly vyšší teplotu půdy a vyšší fotosyntetického aktivního záření a nižší vlhkost půdy oproti mezerám malým. Mezery mezi stromy mohou vznikat buď přirozeně, pomocí vývrátům či zlomům stromu způsobených větrem či sněhem, dále odumření vlivem mezidruhové konkurence a poslední způsob přirozeně vznikání mezer jsou abiotičtí činitelé. Mezery také mohou vznikat uměle například uvolňováním stromů (Ugarković et al. 2018). V malých mezerách o velikosti 0,03–0,11 hektarů může přirozená obnova jedle bělokoré konkurovat jiným druhům (Dobrowolska et al. 2017). Jedle je schopna zahájit přirozenou obnovu v malých mezerách pod korunou porostu. Vitalita přirozené obnovy jedle ve smíšených porostech s listnatými dřevinami je pod zápojem nižší než v mezerách. I když je jedle druh tolerantní vůči stínu, vyžaduje pro svůj růst a vývoj světlo (Dobrowolska 2007). Ve smíšených porostech v rezervaci Jata nebyla jedle hlavní dřevinou, která by se obnovovala v mezerách nebo pod uzavřeným zápojem. Semenáčky jedle se objevují ve velkém počtu po letech hojné produkce šišek, která se vyskytuje ve 3letých intervalech ve středním Polsku (Dobrowolska 2008). Hustota sazenic jedle, smrku, dubu, jeřábu a osiky se snižovala se zvětšováním velikosti mezery, protože byla část zemského povrchu pokryta padlými kmeny, větvemi a jinými úlomky. Ekologické faktory jako světlo, teplota, vlhkost vzduchu nebo půdní vlhkost jsou dalšími možnými příčinami tohoto jevu (Dobrowolska, Veblen 2008).

Nedostatek přirozené obnovy lze také spojovat s druhovým složením porostů, zejména pokud se v porostech objevují listnaté stromy (Dobrowolska et al. 2017). Pokud se porostu objevují dřeviny jako jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior* L.), olše šedá, dub, topol osika (*Populus tremula* L.), a lípa malolistá (*Tilia cordata* Mill.) ve větším množství jsou tyto porosty

nejméně příznivé pro obnovu jedle (Dobrowolska 2008; Hofmeister et al. 2008). Vysoký porost s velkým procentem zastoupení jehličnanů a téměř rovnoměrnou strukturou není příznivý pro obnovu jedle (Teslak et al. 2015). Důvodem špatné přirozené obnovy jedle je konkurence s jinými druhy o živiny. Výsledkem konkurence je zvýšení populace jednoho druhu na úkor populace druhého druhu (Ugarković et al. 2018). Jedle ustupuje především na úkor buku, jehož přirozená obnova poměrně velmi dobře prosperuje. Úbytek jedle ve smíšených porostech je zaznamenán i na Slovensku, kde je nahrazena také bukem lesním (Vacek et al. 2015; 2017).

Naopak nejlepší podmínky pro obnovu jsou utvářeny porostem, ve kterém jsou zastoupeny druhy jako borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), bříza bělokorá (*Betula pendula* Roth.) a malé procento habru obecného (*Carpinus betulus* L.). Nejslabší přirozená obnova jedle vzniká ve smíšených porostech s listnatými stromy (Dobrowolska 2007; 2008). Nejvyšší, nejlustší stromy jedle a jedle s největším přírůstkem rostly pod porostem modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill.), kde byla délka a šířka jehličí výrazně větší než pod jinými porosty. Jedlové jehlice pod modřínovým porostem byly nejen silnější, ale měly větší rozměry některých vnitřních struktur. Nejhorší podmínky pro růst jedle byly zjištěny pod porostem buku lesního. Všechny biometrické znaky jedle byly výrazně nižší na bukových pozemcích. Nejnížší a tím pádem nejhorší hodnota světelných podmínek byla pozorována pod zápojem buku a smrku (pouze 4–7 %) – (Dobrowolska 2008). Nejlepší a nejpříznivější světelné podmínky pro růst byly zjištěny pod modřínovým zápojem (20 %), kde jedle nejrychleji odrůstala (Dobrowolska 2008; 2013). Je známo, že sazenice jedle potřebují 10–33 % plného světla a relativní intenzita pro optimální růst je 15–25 % (Dobrowolska 2008). Žádná významná růstová reakce jedle na světlo nebyla zaznamenána v rozmezí relativního záření 5–55 %. Vyšší hodnoty přímého a difúzního záření, které přesahují hodnotu 55 %, odpovídají otevřenosti porostu asi 30 %. Tyto hodnoty ovlivňují přírůst jedle spíše negativně v prvních letech po výsadbě (Kučeravá et al. 2012). Jedle bělokorá může přežívat dlouhou dobu v podrostu mateřského porostu, kde intenzita difúzního světelného záření dosahuje <5 % (Dobrowolska et al. 2017). Životnost přirozené obnovy a vitalita jedle byly ve smíšených listnatých lesích menší. Důvod pro malé množství přirozené obnovy ve smíšených porostech, kde se vyskytují listnaté stromy, je, že jedle potřebuje i přes svou vysokou odolnost vůči stínu světlo. proto je nejméně vhodný stromem habr, jelikož pod tímto stromem jsou nejméně vhodné světelné podmínky (Dobrowolska 2007). Velmi zajímavý úkaz vychází ze studií, které prokázaly, že smrk ztepilý se lépe zmlazuje pod starými jedlemi. Obdobné tvrzení platí i pro jedli, která se naopak nejlépe zmlazuje pod starými smrkem (Hofmeister et al. 2008). Ve srovnání se smrkem je růst jedle bělokoré na počátku velmi pomalý, pokud nejsou tyto druhy pěstovány ve stínu. Jedle snáší

velké zastínění, zároveň však tato vlastnost jedle omezuje potenciální konkurenci s regenerací smrku a lesní vegetací. Potvrdilo se, že jedle bělokorá ve stinných podmínkách lépe konkuruje smrku (Kučeravá et al. 2012). Jedle, jako mnoho jiných dřevin, dosahovala vyšších přírůstků při nízkém zastínění než pod hustším zápojem (Dobrowolska 2008).

## 4.9 Škody zvěří

Jedle je nejvíce vyhledávaným druhem spárkatou zvěří, která působí největší škody ve střední a jihovýchodní Evropě (Dobrowolska 2013). Zejména v lesích, které se nachází ve středních a horských nadmořských výškách (Dobrowolska et al. 2017). Snížení zastoupení jedle bělokoré je do značné míry připisováno vysokým stavům spárkaté zvěře, která jedli okusuje společně s dalšími dřevinami (Dobrowolska 2008; Vacek et al. 2013). Spárkatá zvěř dále preferuje dřeviny jako jsou javor klen, jasan ztepilý a jeřáb ptačí. Proto je nezbytné přirozené zmlazení a kultury chránit oplocením a zároveň radikálně přistoupit k redukci spárkaté zvěře na úroveň ekologicky únosných škod (Vacek et al. 2013). Přirozená obnova jedle je tedy velmi obtížná na většině lokalitách mimo ploch oplocených nebo ploch, na kterých byla použita individuální ochrana (Vacek et al. 2015). Rozdíly mezi oplocenou a neoplocenou plochou jsou výrazné zejména ve strukturální, druhové biodiverzitě a významně ve výšce jedinců ve prospěch ploch, které jsou oploceny. Na oplocené části porostu bylo zmlazení jedle o 19,5krát vyšší nežli na části neoplocené. V průměru celého výzkumu mezi těmito plochami bylo zmlazení jedle o 5,7krát vyšší na oplocených plochách. Ochrana přirozené obnovy jedle bělokoré závisí především na hospodaření s volně žijící zvěří (Vacek et al. 2013). Samotné pěstování lesa není schopno udržet jedli bělokorou ve smíšených porostech, pokud bude vysoký stav spárkaté zvěře (Dobrowolska et al. 2017). Semenáčky jedle mají v průběhu prvních 4 let největší úmrtnost (Dobrowolska, Veblen 2008). Jelen evropský působí velké škody na jedli bělokoré, optimální výška jedince pro okus je zhruba 100 cm od povrchu země (Vacek et al. 2013). Jedle bělokorá je vysoce citlivá na okus spárkaté zvěře kvůli své chutnosti (Dobrowolska et al. 2017), je preferovaným druhem ve stravě jelení a srnčí zvěře (Dobrowolska 2008). Jedinice jedle okusují, čímž vznikají obrovské škody a v mnoha případech se jedná až o destruktivní vliv zvěře (Kučeravá et al. 2012; Dobrowolska 2008; et al. 2017; Vacek et al. 2013; 2015). Semenáčky jedle bělokoré jsou spárkatou zvěří mnohem více okusovány než semenáčky smrku ztepilého (Kupferschmid et al. 2019). Jakmile semenáčky jedle začnou přesahovat výšku bylinného patra, jsou několik let pravidelně okusovány, jen malé procento jedinců z těchto semenáček odrůstá od vlivu zvěře (Vacek et al. 2013). Regenerace jedle s poškozeným terminálním pupenem vyžaduje alespoň dva roky nahrazení ztracené výšky (Kučeravá et al.

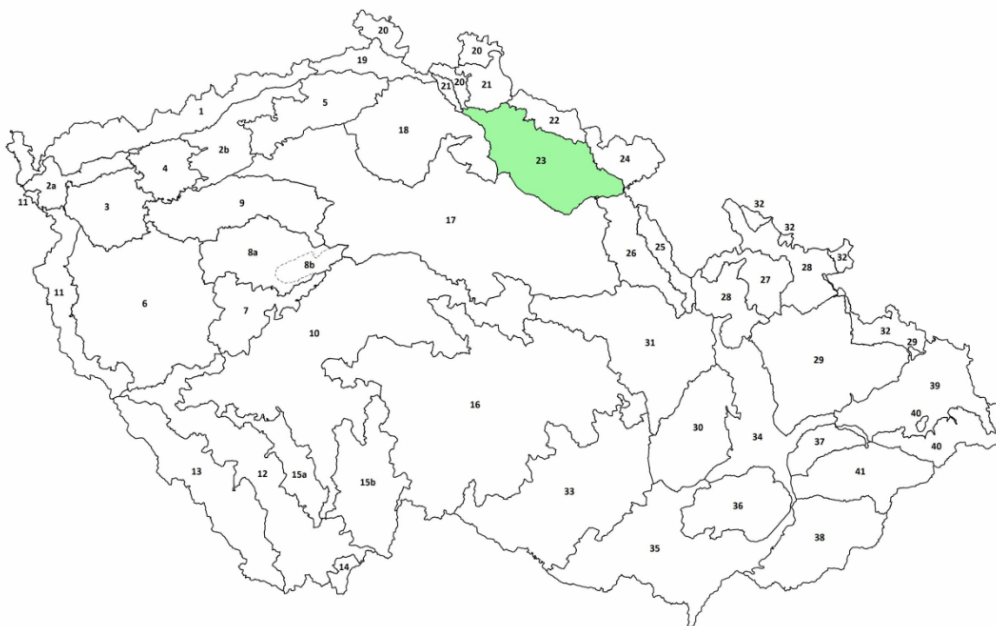
2012). Kupferschmid et al. (2019) ve svém výzkumu simulovali okus zvěří pomocí stříhání jedlí nůžkami, zároveň hodnotili poškození mrazem, kdy poškození mrazem a stříhání mělo za následek snížení růstu výšky jedle pouze v prvním roce po stresu, ale v následujících letech nikoliv. Silně oříznuté jedle využívaly nejčastěji nejvyšší výhon jako nový terminální pupen. Dále ve svém výzkum potvrdili již dřívější zjištění, že čím více energicky jedle roste, tím rychleji reaguje po simulaci okusu spárkatou zvěří. Za příznivých světelných podmínek a bez tlaku spárkaté zvěře je pak zajištěna vysoká hustota obnovy jedle a její rozvoj (Vacek et al. 2015). Na druhou stranu platí, že vliv spárkaté zvěře může v dnešní době nahrazovat historickou lesní pastvu, která se výrazně podílela na tvorbě skladby bylinného patra lesů kulturní krajiny (Vacek et al. 2013).

#### **4.10 Umělá obnova**

Porosty, ve kterých je jedle zastoupena jsou především smíšené lesy, které jsou z velké části založeny uměle (Dobrowolska et al. 2017). Umělá obnova je oproti přirozené výrazně dražší, ale zpravidla je rychlejší. Po výsadbě jedle bělokoré by měly být plochy oploceny, z důvodu ochrany populace před spárkatou zvěří. Dále by jedle měla být chráněna porostem, proto by umělá obnova jedle měla být zalesněna pod přípravné dřeviny, kterými jsou například borovice či bříza. Tyto přípravné dřeviny chrání jedli před pozdními mrazy a jinými stresovými vlivy (Dobrowolska 2008).

#### **4.11 Popis oblasti**

Podkrkonoší se nachází na severu České republiky (Obr. 1). Největší část této oblasti se vyskytuje v Královehradeckém kraji, druhým krajem, ve kterém se tato oblast vyskytuje je kraj Liberecký. Podkrkonoší neboli přírodní lesní oblast Podkrkonoší s číslem 23 (PLO 23) sousedí na severu s přírodní lesní oblastí Jizerské hory (PLO 21) a s přírodní lesní oblastí Krkonoše (PLO 22) na severovýchodě s přírodní lesní oblastí Sudetské mezihorí (PLO 24), dále na východě s přírodní lesní oblastí Předhoří Orlických hor (PLO 26) na jihu s přírodní lesní oblastí Polabí (PLO 17) na západě s přírodní lesní oblastí Severočeská pískovcová plošina a Český ráj (PLO 18) a poslední sousedící přirozenou lesní oblastí s PLO 23 je na severozápadě přirozená lesní oblast Lužická pahorkatina (PLO 20). Přibližná rozloha přírodní lesní oblasti Podkrkonoší je okolo 184 687 hektarů, z nichž 59 722 jsou lesní půdy. Lesnatost v PLO 23 je okolo 30 %. Vyskytují se zde lesní tyto vegetační stupně 1. dubový, 2. bukodubový, 3. dubobukový, 4. bukový, 5. jedlobukový, 6. smrkobukový (Krystýn et al. 2020).



Obr 1: Grafické znázornění přírodní lesní oblasti Podkrkonoší a jejích okolních oblastí (ÚHÚL).

#### 4.12 Současné zastoupení lesních dřevin v Podkrkonoší

V současné době je zastoupení lesních dřevin v přírodní lesní oblasti Podkrkonoší následující: 84 % druhové skladby zastupují jehličnaté druhy. Nejvíce zastoupeným jehličnanem je smrk ztepilý 69 %, borovice lesní 8 %, modřín opadavý 6 %, ostatní jehličnany 1 %. Zastoupení listnáčů je na zbylých 16 %, nejvyšší procento zastoupení má bříza bělokorá 4 %, dále buk lesní 3 %, dub 3 %, javor klen 1 % a ostatní listnaté druhy 5 % (Krystýn et al. 2020).

#### 4.13 Geomorfologie

Geomorfologicky je přírodní lesní oblast pahorkatinou, vrchovinou až hornatinou, která se od severu k jihu až jihovýchodu snižuje. Tato oblast představuje snížení mezi Krkonošemi, Jizerskými horami a Sudetským mezihořím. Podle územního reliéfu, který je závislý na geologické stavbě, se Podkrkonoší rozlišuje na 3 části Železnobrodskou, Lomnicko-trutnovskou a Jičínskou také zvanou Hořickou. Nejnížší poloha v přírodní lesní oblasti je hladina Labe v Jaroměři (245 m). Naopak nejvyšším bodem je bezejmenná kóta u Bratrouchova 865 m. Nadmořské výšky v PLO 23 se pohybují okolo 350–600 m. Nejčastěji jsou zde zastoupeny nadmořské výšky od 300–400 m. Hned 43 % plochy je v této oblasti v tomto rozmezí (Tab. 1) – (Krystýn et al. 2020).

Tab. 1: Zastoupení nadmořských výšek v přírodní lesní oblasti Podkrkonoší (PLO 23) – (ÚHÚL).

Nadmořská výška území (m n. m.)	Plocha PLO bez ohledu na les	
	[ha]	[%]
0 – 100	–	–
100 – 200	15 711	8,5
200 – 300	47 274	25,6
300 – 400	79 693	43,2
400 – 500	31 021	16,8
500 – 600	8 599	4,7
600 – 700	2 183	1,2
700 – 800	206	0,1
800 – 900	–	–
900 – 1000	–	–
1000 – 1100	–	–
1100 – 1200	–	–
1200 – 1300	–	–
> 1300	–	–
Nehodnoceno	–	–
<b>Celkem</b>	<b>184 687</b>	<b>100,0</b>

#### 4.14 Geologie

Geologicky se Podkrkonoší skládá ze tří hlavních částí. Nejrozsáhlejší území v této oblasti je zařazeno do permokarbonu. Permokarbon je ve střední části Podkrkonoší. Typické sedimenty, které zde převládávají, mají hnědočervené zabarvením, které je způsobené jemně rozptýleným krevlem. Tyto půdy vznikly v obdobích velmi teplého a suchého klimatu. Druhou geologicky odlišnou částí vyskytující se v PLO 23 jsou převážně staroprvohorní metamorfované horniny krystalinika, které se vyskytují v severozápadní části území. Poslední geologicky odlišná část je na jihu a jihozápadě, kde je zčásti tvořena sedimenty svrchní křídý z období cenomanu, turonu a zčásti i coniak. V nejnižnější části mají sedimenty různou povahu. Důvodem je charakter ukládaného materiálu, který má jinou zrnitost a vápnitost (Krystýn et al. 2020).

#### 4.15 Pedologie

V přírodní lesní oblasti Podkrkonoší je zastoupeno hned několik půdních typů a subtypů (Tab. 2, Tab. 3). Nejrozšířenějším půdním typem je kambizem s necelými 81 %. Nejrozšířenější subtypem je modální oligotrofní, dystrický subtyp s výskytem 26,5 % (Krystýn et al. 2020).



Tab. 2: Zastoupení půdních typů a subtypů v PLO 23 (ÚHÚL).

Půdní typ	Subtyp (varieta)	Zkratka	SLT	[ha]	[%]
LITIZEM	modální	Llm	0Z,0Y; 3-6Z, 3-6Y; 3J, 5J	263	0,4
REGOZEM	psefitická	Rgy	0Y; 3-6Z, 3-6Y	48	0,1
	arenická	RGr	0M	20	(+)
RANKER	modální, melanický, kambický	RNm,n,k	3J, 5J; 3-6F, 2-6A, 2-5C	615	1,0
	litický, suťový	RNt,s	3J, 5J; 3-6Z, 3-6Y; 0Z, 0Y	153	0,3
	dystrický, podzolový (+ umbrický)	RNd,z(+u)	3-6N; 0N	330	0,6
RENDZINA	modální, melanická	RZm,n	—	—	—
	litická, suťová	RZt,s	5J, 4X	5	(+)
	vyluhovaná, kambická	RZv,k	4-5A, 4C, 4-5W	41	0,1
PARARENDZINA	modální, melanická	PRm,n	2-4A	58	0,1
	litická, suťová	PRT,s	3J, 5J	37	0,1
	vyluhovaná, kambická	PRv,k	2-3C, 1-4B, 3-5F, 1-3D, 2-3H, 5A	841	1,4
	oglejená ± pelická	PRg±p	1-2V, 2-3O; 3U	185	0,3
FLUVIZEM	modální, kambická, stratifikovaná, karbonátová, pelická, oglejená, glejová	FLm,i,k,g,q,c,p	1-2L, 3-5L; 3U, 5U	988	1,7
	arenická, psefitická	FLr,y	—	—	—
KOLUVIZEM	(různé subtypy)	KO	1-5D	16	(+)
SMONICE	modální	SMm	—	—	—
ČERNOZEM	(různé subtypy)	ČE	—	—	—
ČERNICE	(různé subtypy)	ČC	—	—	—
ŠEDOZEM	(různé subtypy)	SE	—	—	—
HNĚDOZEM	modální, luvická, pelická	HNm,l,p	2-3H, 1-3D	965	1,6
	oglejená	HNg	2-3O, 1-2V; 3U	96	0,2
LUVIZEM	modální	LUm	2-4H	723	1,2
	modální oligotrofní, dystrická	LUmd',d	2-4I	1 153	1,9
	oglejená	LUg	2-4O, 3-4P	94	0,2

Tab. 3: Zastoupení půdních typů a subtypů v PLO 23 (ÚHÚL).

Půdní typ	Subtyp (varieta)	Zkratka	SLT	[ha]	[%]
KAMBIZEM	modální mezotrofní + mezobazická	KAmm', KAma'	1-5B, 2-5S, 2-5C, 2-5D, 5H	8 673	14,6
	modální eubazická + eutrofní, melanická	KAme', KAmb',n	1-5B, 1-5D, 2-3C	2 076	3,5
	modální oligomezotrofní	KAm'd'm'	2-6S, 3-4C	9 738	16,4
	arenická oligomezotrofní	KArd'm'	—	—	—
	modální oligotrofní, dystrická	KAm'd,d	2-5K, 5-6I	15 736	26,5
	dystrická ± arenická	KAd±r	2-6K, 2-5M, 3I	3 019	5,1
	vyluhovaná	KA <sub>v</sub>	2-5B, 2-5C, 2-5D; 4-5W	874	1,5
	luvická	KAI	2-5H; 2-5I	2 891	4,9
	rankerová, psefitická, litická	KAs,y,t	3-6N, 3-6F, 2-6A, 2-5C, 3-5Z	1 761	3,0
	oglejená	KAg	1-6V, 2-6O; 3U, 5U; 2-5P	2 312	3,9
	glejová	KAq	1-6V	841	1,4
PELOZEM	(různé subtypy)	PE	2-3H, 2O	36	0,1
KRYPTOPODZOL	modální	KPm	6K, 6I, 6S, 6Z	795	1,3
	arenický	KPr	0K	9	(+)
	rankerový, litický	KPs,t	5-6N, 6F, 6A, 6Z	60	0,1
	oglejený, glejový	KPg,q	6O, 6P, 6Q, 6V, 7O	37	0,1
PODZOL	modální	PZm	6K, 6Z	10	(+)
	arenický	PZr	0M, 0K; 2-5M, 2-5K	1 583	2,7
	rankerový, litický	PZs,t	0N, 5-6N, 5-6Z	39	0,1
	oglejený ± histický	PZg±o	0Q, 2-6Q	56	0,1
	glejový ± histický	PZq±o	0T	2	(+)
PSEUDOGLEJ	modální, luvický, kambický, hydroeluviováný	PGm,l,k,w	2-7O	354	0,6
	vyluhovaný ± pelický	PGv±p	2-3O, 4O	33	0,1
	dystrický, planický ± glejový	PGd,pl±q	0Q, 2-6Q, 2-6P, 7O	1 261	2,1
GLEJ + STAGNOGLEJ	modální, akvický, histický, arenický, pelický, planický, hydroeluviováný	GLm,q,o,r,p,pl,w; SGm,o,p,pl	1-7G, 0T, 1-7T; 3L, 5L	350	0,6
	kambický	GLk	2-6V	120	0,2
	fluvický	GLf	2-3L	29	(+)
SOLONČAK +	modální	SKm, SCm	—	—	—
ORGANOZEM	mezická, saprická (+ glejová)	ORs,m(+q)	1R, 6R	2	(+)
	fibrická (+ glejová)	ORf(+q)	5R, 7R	3	(+)
ANTROPOZEM	(různé subtypy)	AN	různé SLT	100	0,2
<b>Celkem</b>				<b>59 434</b>	<b>100,0</b>

#### 4.16 Klimatické podmínky

Průměrná roční teplota se v této oblasti pohybuje okolo 5–7 °C maximálně 8 °C. Ve vegetačním období jsou průměrné teploty v rozmezí 12–14 °C s délkou vegetačního období

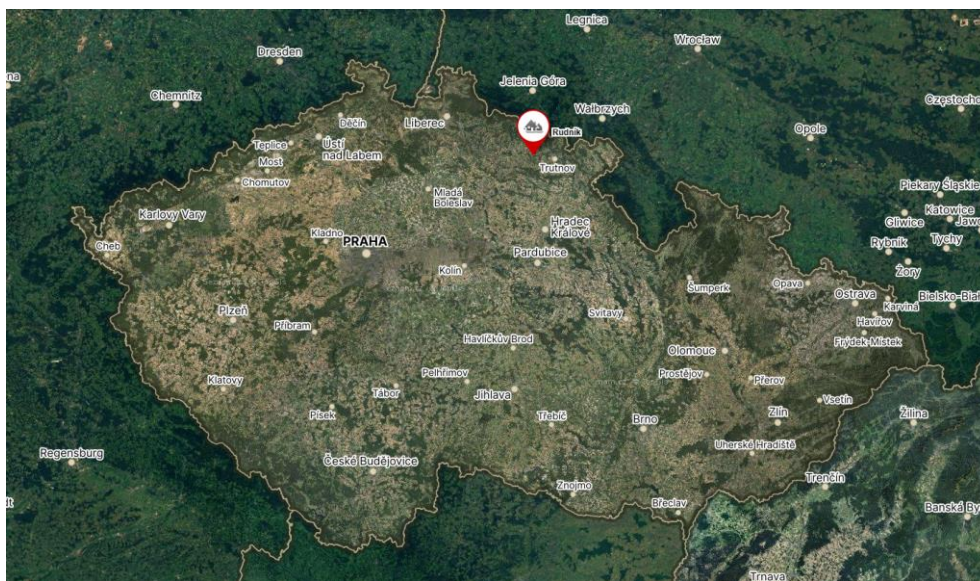
130–160 dní. Roční úhrn srážek se pohybuje v rozmezí od 600–900 mm. Langův dešťový faktor dominuje v rozmezí 90–120, což znamená, že PLO 23 je humidní srážková oblast. Teplota i délka vegetační doby směrem na sever klesá, ale množství srážek se zvětšuje. Proudění vzduchu výrazně ovlivňuje konfigurace terénu. V oblasti Podkrkonoší z důvodu různorodého reliéfu terénu je poměrně dost inverzních poloh, na kterých porosty trpí časnými i pozdními mrazy, zejména ve vyšších polohách 500–550 m. Dále zde hrozí závěsy mokrého sněhu. Klimatické podmínky v PLO 23 můžeme doplnit o výsledky měření stanice v Úpici, která se nachází ve východní části PLO 23. Z této stanice máme k dispozici podrobné údaje o měření teplot a srážek v období 1965–1996. Průměrná roční teplota v tomto období byla 7,0 °C. Nejnižší průměrná naměřená teplota byla neměřena v roce 1980 (5,7 °C). Naopak nejvyšší průměrná teplota byla naměřena v roce 1994 (8,4 °C). Průměrné množství srážek je 671 mm/rok, nejmenší množství srážek bylo v roce 1969 (492 mm) a nejvíce v roce 1967 (862 mm) – (Krystýn et al. 2020).

## 5 Materiál a metodika

### 5.1 Charakteristika zájmových porostů a TVP

Porosty, ve kterých byla tato práce provedena, se nachází na severu České republiky v Královéhradeckém kraji, okresu Trutnov a obci Rudník (Obr. 2). Jedná se o státní lesy, které jsou spravovány Lesy České republiky konkrétně lesním závodem Dvůr králové nad Labem.

Porosty se nachází v nadmořských výškách okolo 445 m. Průměrná roční teplota se zde pohybuje okolo 8,76 °C, roční úhrn srážek je v této oblasti 648 mm za rok. Ve dřevinné skladbě je nejvíce zastoupen smrk ztepilý, v menším množství buk lesní, modřín opadavý a jedle bělokorá, vtroušeně jsou zde zastoupeny dřeviny javor klen, bříza bělokorá, jeřáb ptačí a jiné další dřeviny. Jsou tu dva soubory lesních typů, hlinitá bučina 4 H a bohatá bučina 4 B. Z hlediska pedologie se zde vyskytuje půdní typ kambizem. Geologický podklad je u souboru lesních typů 4 H kamenitý až hlinito-kamenitý sediment a u souboru lesních typů 4 B je to pískovec, arkózy, tulty.



Obr. 2: Zobrazení obce rudník na mapě České republiky (Mapy.cz).

Tab. 4: Základní charakteristika porostů s jedlí bělokorou na TVP 1–4.

TVP	Název plochy	Lesní správa	PO	Souřadnice GPS	Nadm. výška (m)	Expozice	Sklon (°)	Lesní typ	Geologický podklad	Půdní typ	Lesní typ	Dřevina	Věk	Výčetní tloušťka (cm)	Výška (m)	Zásoba (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )
1	Terezín	LS Dvůr Králové	23	50,57794°S, 15,70844°V	430	JZ-Z	18	4B1	pískovec, akoz y, tufy, tulity	Kambizem	4B1	SM	108	35	32	314
1	Terezín	LS Dvůr Králové	23	50,57794°S, 15,70844°V	430	JZ-Z	18	4B1	pískovec, akoz y, tufy, tulity	Kambizem	4B1	JD	108	40	30	139
1	Terezín	LS Dvůr Králové	23	50,57794°S, 15,70844°V	430	JZ-Z	18	4B1	pískovec, akoz y, tufy, tulity	Kambizem	4B1	MD	108	38	32	21
2	Terezín	LS Dvůr Králové	23	50,57846°S, 15,70570°V	445	SV	13,5	4B1	pískovec, akoz y, tufy, tulity	Kambizem	4B1	SM	89	35	32	441
2	Terezín	LS Dvůr Králové	23	50,57846°S, 15,70570°V	445	SV	13,5	4B1	pískovec, akoz y, tufy, tulity	Kambizem	4B1	JD	89	38	30	53
2	Terezín	LS Dvůr Králové	23	50,57846°S, 15,70570°V	445	SV	13,5	4B1	pískovec, akoz y, tufy, tulity	Kambizem	4B1	KL	89	38	27	32
3	Lázně	LS Dvůr Králové	23	50,58562°S, 15,70561°V	430	JZ-Z	2,7	4H1	Kamenitý až hlinito-kamenitý sediment	Kambizem	4H1	SM	89	37	32	469
3	Lázně	LS Dvůr Králové	23	50,58562°S, 15,70561°V	430	JZ-Z	2,7	4H1	Kamenitý až hlinito-kamenitý sediment	Kambizem	4H1	JD	89	38	32	86
4	Lázně	LS Dvůr Králové	23	50,58588°S, 15,70447°V	435	JZ-Z	2,7	4H1	Šedé a zelenošedé prachovce, jílovce, pískovce, polohy bituminózních jílovců a jílovitých vápenců	Kambizem	4H1	JD	117	42	32	354
4	Lázně	LS Dvůr Králové	23	50,58588°S, 15,70447°V	435	JZ-Z	2,7	4H1	Šedé a zelenošedé prachovce, jílovce, pískovce, polohy bituminózních jílovců a jílovitých vápenců	Kambizem	4H1	SM	117	40	32	130
4	Lázně	LS Dvůr Králové	23	50,58588°S, 15,70447°V	435	JZ-Z	2,7	4H1	Šedé a zelenošedé prachovce, jílovce, pískovce, polohy bituminózních jílovců a jílovitých vápenců	Kambizem	4H1	KL	117	38	24	7

## 5.2 Stanovištní a porostní charakteristiky TVP

### 5.2.1 TVP 1

Popis TVP 1 vychází z Tab. 4. TVP 1 se nachází v porostu 458 B 11. Velikost porostu je 1,25 ha a věk daného porostu, který udává hospodářská kniha, je 108 let. V dřevinné skladbě je

nejvíce zastoupen smrk ztepilý 65 %, druhou nejvíce zastoupenou dřevinou je jedle bělokorá 30 % a zbylých 5 % zaujímá modřín opadavý. Průměrná výška a tloušťka každé dřeviny vypadá následovně: výška smrku 32 m, výčetní tloušťka 35 cm, výška jedle 30 m, výčetní tloušťka 38 cm a modřín 32 m, výčetní tloušťka 38 cm. Zásoba porostu je 592 m<sup>3</sup>, zásoba na hektar je 492 m<sup>3</sup>. Zakmenění porostu je 7. Sklon porostu je 18 stupňů. Lesní typ je 4B1, což znamená bohatá bučina modální. TVP 1 můžeme vidět na Obr. 3 a 4 a v Příloze 1 a 4.



Obr. 3: Pohled na trvale výzkumnou plochu číslo jedna z horní strany (foto: M. Kuhn).



Obr. 4: Pohled na trvale výzkumnou plochu číslo jedna ze spodní strany (foto: M. Kuhn).

### 5.2.2 TVP 2

Popis TVP 2 vychází z Tab. 4. Porost 458 B 9, ve kterém je TVP 2, má rozlohu 3,8 ha. Také v tomto porostu je smrk ztepilý nejvíce zastoupen (80 %) zbylých 20 % je rozděleno rovným dílem mezi jedli bělokorou a javor klen. Průměrná výška a tloušťka dřevin je v tomto porostu následující: výška smrku 32 m, průměr 35 cm, výška jedle 30 m, průměr 38 cm a javor klen 27 m průměr 38 cm. Věk porostu je 89 let, celková zásoba porostu 1999 m<sup>3</sup> a zásoba na

hektar 526 m<sup>3</sup>. Zakmenění je 8, sklon je 13,5 °. Lesní typ 4B1 bohatá bučina modální. TVP 2 můžeme vidět na Obr. 5 a 6 a v Příloze 5, 6 a 7.



Obr. 5: Pohled na trvale výzkumnou plochu číslo dva (foto: M. Kuhn).





Obr. 6: Pohled na trvale výzkumnou plochu číslo dva (foto: M. Kuhn).

### 5.2.3 TVP 3

Popis TVP 3 vychází z Tab. 4. Předposledním porostem, ve kterém byla vybrána trvale výzkumná plocha, je porost 453 A 9. Tento porost je velmi podobný porostu předešlému. Oba porosty mají stejný věk a zakmenění. Výměra se zde v porovnání s předchozím porostem, nepatrně zmenšila na 2,93 hektarů. Obdobně jako na předešlých plochách největší zastoupení z dřevin má smrk ztepilý (85 %), zbylých (15 %) v druhové skladbě náleží jedli bělokoré. Výška dřevin dle hospodářské knihy je následující: výška smrku 32 m, tloušťka 37 cm, výška jedle 32

m, tloušťka 38 cm. Zásoba porostu je 1629 m<sup>3</sup> a zásoba na hektar je 555 m<sup>3</sup>. Sklon zde je malý 2,7°. Lesní typ 4H1 hlinitá bučina modální. Pohled na TVP 2 můžeme vidět na Obr. 7 a v Příloze 8.



Obr. 7: Pohled na trvale výzkumnou plochu číslo tři (foto: M. Kuhn).

#### 5.2.4 TVP 4

Popis TVP 4 vychází z Tab. 4. Poslední výzkumná plocha byla v porostu 453 A 12. Výměra je u všech porostů velmi podobná, zde je plocha porostu 2,26 ha. Jedná se o nejstarší porost ze všech čtyřech porostů, přičemž věk tohoto porostu je 117 let. Další velkou odlišností

tohoto porostu od ostatních je v zastoupení dřevin. V tomto porostu je nejvíce zastoupena jedle bělokorá (70 %), poté smrku (27 %) a (3 %) javor klen. Zásoba na hektar je velmi podobná jako u prvního porostu (491 m<sup>3</sup>) a celková zásoba porostu je 1112 m<sup>3</sup>. Zakmenění je 7. Sklon totožný jako u TVP 3 tedy 2,7°. Lesní typ 4H1 hlinitá bučina modální. TVP 4 můžeme vidět na Obr. 8 a Obr. 9 a v Příloze 11.



Obr. 8: Pohled na trvale výzkumnou plochu číslo čtyři (foto: M. Kuhn).



Obr. 9: Interiér trvale výzkumné plochy číslo čtyři (foto: M. Kuhn).

### 5.3 Terénní měření

V jednotlivých porostech byly odebrány vývrty pomocí Presslerova nebozezu. V předem zvolených porostech byly vytyčeny trvalé výzkumné plochy o velikost je 50 metrů na 50 metrů (0,25 ha). TVP byly vybrány se záměrem co nejvyššího zastoupení jedle. Na TVP byly zaměřeny pozice stromů pomocí dvou pásmem. U stromového patra se změřily tyto veličiny výška, výčetní tloušťka, výška nasazení koruny, minimální šířka a maximální šířka koruny. Výška a nasazení koruny byly měřeny pomocí dálkoměru Nikon forestry pro 2. Průměr byl

měřen vždy z horní strany svahu ve výčetní tloušťce tzn. 1,3 metrů od země. Průměry se měřily vždy dva, kolmo na sebe pomocí průměrky. Minimální a maximální šířka koruny byla měřena lesnickým pásmem. Dále byla na každé TVP změřena přirozená obnova, které se měřila v pruhu o velikosti 5 metrů na 50 metrů (0,025 ha). Tento pruh reprezentoval přirozenou obnovu na jednotlivých TVP. U přirozené obnovy se také měřily pozice a veličiny jako výška, tloušťka, minimální a maximální koruna a také zde byly vyhodnoceny škody zvěří. Škody rozdělovaly do škály 0–3: 0 – nepoškození jedinci okusem spárkaté zvěře, 1– slabě poškození jedinci okusem, 2 – středně poškození jedinci okusem a 3 – silně poškození jedinci okusem spárkaté zvěře. Škody byly rozděleny podle umístění, na okus provedený na bočním nebo na terminálním pupenu. Výška, minimální a maximální šířka koruny byly změřeny pomocí svinovacího metru. Tloušťka se měřila pomocí průměrky. Pokud byl daný jedinec vyšší než 1,3, tak u něho byla změřila tloušťka výčetní tloušťka, ale pokud byl jedinec menší než 1,3 metrů, změřila se tloušťka bazální.

## 5.4 Zpracování dat

Data byla zpracována za pomoci několika programů a pomůcek, přírůsty byly odebrány pomocí Presslerovým nebozezem. Vývrty byly odebrány z nadúrovňových a úrovňových stromů ve výčetní výšce tzn. 1,3 metrů vždy z horní strany svahu s cílem trefit střed kmene pro získání hodnot od počátku růstu. Na každé ploše bylo odebráno 30 vývrtů, 15 vývrtů u jedle a 15 u smrku. Před měřením na posuvném stolku musely být vývrty zbroušeny bruskou. Po zbroušení následovalo samotné měření v dendrochronologické laboratoři, ve které se se měřila šířka každého letokruhu pomocí posuvnému stolu LinTab, biolupy značky Olympus s přesností 0,01 mm a počítačovému programu TSAP Win.

V programu CDendro byly letokruhové přírůstové série křížově datovány, také zde došlo k odstranění chyb, které vznikly měřením letokruhů. Odstranit jsme mohli dva typy chyb, buď špatně umístěný letokruh nebo chybějící letokruh. V případě špatně zaznamenaného letokruhu byla tato hodnota odstraněna a přičtena k letokruhu předcházejícímu. Ve druhém případě u chybějícího letokruhu byla na místo daného letokruhu vložena nulová hodnota. V dalším zpracování byl jako negativně významný rok vyhodnocen takový rok, ve kterém došlo k poklesu přírůstu pod 40 % průměru z předchozích čtyř let, u 20 % nebo více jedinců v porovnávaném souboru (Schweingruber et al. 1990).

Při dalším zpracování letokruhové přírůstové série jsme museli odstranit růstový trend, který jsme upravovali ve dvou krocích. Nejdříve pomocí negativní exponenciální funkce a ve druhém kroku pomocí funkce spline s časovým oknem 67 % (Cook, Kairiukstis 1990). Z

detrendovaných dat byla vytvořena průměrná letokruhová série pro každou dřevinu na TVP. Data z programu R byly následně převedeny do programu DendroClim (Biondi, Waikul 2004). Ve kterém byly vyhodnoceny korelace těchto sérií s historickými klimatickými vlivy (měsíční úhrny srážek a teplot) v letech 1962–2022. Z programu DendoClim byla data následně převedena do excelu.

Základní porostní charakteristiky porostů byly vyhodnoceny v růstovém simulátoru SIBYLA (Fabrika, Ďurský 2005). Struktura a biodiverzita porostů byly vyhodnoceny pomocí několika indexů, horizontální struktura podle (Clark, Evans 1954), vertikální struktura podle (Pretzsch 1992) index výškové a tloušťkové diferenciacce podle (Fuldner 1995). Celková biodiverzita podle (Jaehneho, Dohrenbuscha 1997) a stupeň zápoje podle (Crookston, Stage 1999).

Škody zvěří byly vyhodnoceny pomocí excelu, který byl využit k vytvoření grafů a tabulek. Škody byly rozděleny podle dřeviny, místa okusu a intenzita okusu 0–3.

## 6 Výsledky

### 6.1 Diverzita porostů

Výsledky diverzity na TVP 1–4 jsou uvedeny v Tab. 5. Horizontální struktura byla na TVP 1–4 v rozmezí (0,842–1,058). Horizontální struktura byla největší na TVP 1 (1,058). Naopak nejmenší byla na TVP 3 (0,842). Horizontální struktura je zde podle indexu pravidelná. Vertikální struktura na TVP 1–4 vypadá následovně: (0,373–0,647) u TVP 3 je nízká, u TVP 4 je střední a u TVP 1 a TVP 2 je vysoká. Tloušťková diferenciacce na TVP 1–4 je v rozmezí (0,222–0,432). Na všech TVP byla tloušťková diferenciacce nízká. Výšková diferenciacce na TVP 1–4 byla také nízká (0,085–0,333). Index vertikální struktury byl na TVP 1–4 (0,437–0,901). U TVP 2 byl střední, u zbylých ploch byl vysoký. Korunová diferenciacce je na TVP 1–4 (0,863–1,727). Tento index byl největší na TVP 3, naopak nejmenší na TVP 2. Index proměnlivosti je na TVP 1–4 (4,782–7,671).

Tab. 5: Výsledky diverzity trvale výzkumných ploch.

ID SČ	R	APi	TMd	TMh	S (J&D)	K (J&D)	B (J&D)
<b>TVP 1</b>	1,058	0,524	0,321	0,235	0,901	1,447	6,644
<b>TVP 2</b>	0,908	0,647	0,222	0,085	0,437	0,863	4,782
<b>TVP 3</b>	0,842	0,406	0,256	0,187	0,895	1,727	7,671
<b>TVP 4</b>	0,948	0,373	0,423	0,333	0,864	1,643	7,431

Vysvětlivky: R–horizontální struktura, APi–vertikální struktura, TMd–index tloušťkové diferenciacce, TMh–výškové diferenciacce, S (J&D) –index vertikální diverzity, K (J&D) –index korunové diferenciacce, B (J&D)–index porostní proměnlivosti.

### 6.2 Struktura a produkce porostů

Výsledky produkce porostů najdeme v Tab. 6. Tloušťka jedle na TVP 1–4 vypadá následovně: (48,8–55,3). Největší tloušťka jedle byla na TVP 1 naopak nejmenší na TVP 3. Také nejvyšší a nejmenší jedle byla na těchto plochách, největší 36,52 metrů na TVP 1 a 33,4 metrů na TVP 3. Objem středního kmene byl na TVP 1–4 (2,04–3,28), také objem středního kmene byl největší na TVP 1 a nejmenší na TVP 3. Počet jedinců jedle na hektar byl na TVP 1–4 (56–192), nejméně jedinců bylo na TVP 1 a TVP 2, nejvíce na TVP 4. Kruhová základna na hektar byla na TVP 1–4 (13,2–42). Nejmenší kruhová základna byla na TVP 2, největší na TVP 4. Zásoba na hektar byla v rámci TVP 1–4 (205–614). Největší zásoba jedle byla na TVP 4, nejmenší na TVP 2. Index hustoty porosty byl u jedle (0,17–0,56). Největší byl na TVP 4, nejmenší TVP 2.

U smrku produkce v porostech vypadá následovně: tloušťka smrku na TVP 1–4 (41,4–53,7). Největší tloušťka smrku byla na TVP 1 naopak nejmenší na TVP 2. Výška smrku na byla na TVP 1–4 v rozmezí (28,9–39,29). Největší výška je na TVP 3, nejmenší TVP 4. Objem středního kmene je na TVP 1–4 (1,85–3,5), objem středního kmene byl největší na TVP 1 a nejmenší na TVP 2. Počet smrků na hektar v rámci TVP 1–4 byl v rozmezí (36–140). Nejméně jedinců bylo na TVP 4 a nejvíce na TVP 2. Kruhová základna na hektar byla na TVP 1–4 (6,1–27,1). Zásoba na hektar byla TVP 1–4 (91–420). Index hustoty porosty byl u smrku (0,08–0,33).

Zastoupení dřevin ovlivnilo mnoho parametrů produkce N/ha, G/ha, V/ha a SDI. Pokud dominovala jedle na dané ploše smrk byl v útlumu, to samé platí i obráceně. Nejlepším příkladem jsou TVP 2 a 4.

Jednotlivé dřeviny jsme si již popsali teď pomocí porovnáme všechny TVP mezi sebou. Tloušťka na TVP 1–4 byla v rozmezí (42,2–52) a výška (26,31–35,02), největší tloušťka a výška dřevin byla na TVP 1, nejmenší na TVP 3. To samé bylo u objemu středního kmene, kdy na TVP 1 byl opět největší (3,27) a na TVP 3 znovu nejmenší (2,05). Počty stromů na hektar byly na TVP 1–3 velmi podobné (192–208), o 100 jedinců více je na TVP 4 (308). Kruhová základna na hektar byla na TVP 1–4 (27,8–51,3). Zásoba na hektar na TVP 1–4 se pohybovala v rozmezí (410–749). Stromy na TVP 4 měly největší parametry N/ha, G/ha, V/ha naopak nejmenší TVP 3. Index hustoty porosty byl (0,37–0,7).



Tab. 6: Parametry produkce u TVP.

ID SČ	Dřevina	d (1)	h (1)	f (1)	v (1)	N/ha (1)	G/ha (1)	V/ha (1)	h/d (1)	SDI
<b>TVP 1</b>	JD	55,3	36,52	0,425	3,729	56	13,4	209	0,66	0,18
	SM	53,7	38,05	0,406	3,5018	120	27,1	420	0,709	0,33
	<b>Celkem</b>	<b>52</b>	<b>35,02</b>	<b>0,441</b>	<b>3,2767</b>	<b>192</b>	<b>40,7</b>	<b>629</b>	<b>0,673</b>	<b>0,51</b>
<b>TVP 2</b>	JD	54,8	36,5	0,425	3,6563	56	13,2	205	0,666	0,17
	SM	41,4	33,62	0,411	1,8596	140	18,9	260	0,812	0,26
	<b>Celkem</b>	<b>45,8</b>	<b>34,74</b>	<b>0,417</b>	<b>2,3859</b>	<b>208</b>	<b>34,3</b>	<b>496</b>	<b>0,759</b>	<b>0,47</b>
<b>TVP 3</b>	JD	48,8	33,4	0,434	2,7089	100	18,6	271	0,684	0,26
	SM	53,5	39,29	0,392	3,4658	40	9	139	0,734	0,11
	<b>Celkem</b>	<b>42,2</b>	<b>26,31</b>	<b>0,557</b>	<b>2,0481</b>	<b>200</b>	<b>27,8</b>	<b>410</b>	<b>0,623</b>	<b>0,37</b>
<b>TVP 4</b>	JD	52,8	33,96	0,431	3,2013	192	42	615	0,643	0,56
	SM	47,3	28,9	0,5	2,5396	36	6,1	91	0,611	0,08
	<b>Celkem</b>	<b>46,1</b>	<b>27,79</b>	<b>0,524</b>	<b>2,4329</b>	<b>308</b>	<b>51,3</b>	<b>749</b>	<b>0,603</b>	<b>0,7</b>

Vysvětlivky: d–tloušťka, h–výška, f–výtvarnice, v–objem středního kmene, N/ha –počet stromů na hektar, G/ha–kruhová základna na hektar, V/ha–zásoba na hektar h/d poměr mezi výškou a tloušťkou SDI–index hustoty porostu.

Výsledky produkce najdeme v Tab. 7. Stupeň zápoje byl u jedle na TVP 1–4 (15,4–40,4). Nejmenší hodnota byla na TVP 2 největší na TVP 4. Celkový průměrný přírůst byl na TVP 1–4 (1,94–5,26). Celková objemová produkce u jedle byla na TVP 1–4 (209–615).

U smrku tyto parametry vypadala následovně: stupeň zápoje na TVP 1–4 byl v rozmezí (6,8–30,6). Celkový průměrný přírůst byl na TVP 1–4 (0,78–3,89). Celková objemová produkce byla na TVP 1–4 (91–420).

Porovnání stupně zápoje na TVP 1–4 (25,6–51,5), největší stupeň zápoje byl na TVP 4, nejmenší TVP 1. Celkový průměrný přírůst byl (4,61–6,4) největší celkový průměrný přírůst byl na TVP 4, nejmenší na TVP 3. Celková objemová produkce byla (410–749), největší celková objemová produkce byla na TVP 4, nejmenší TVP 3.

Tab. 7: Parametry produkce u TVP.

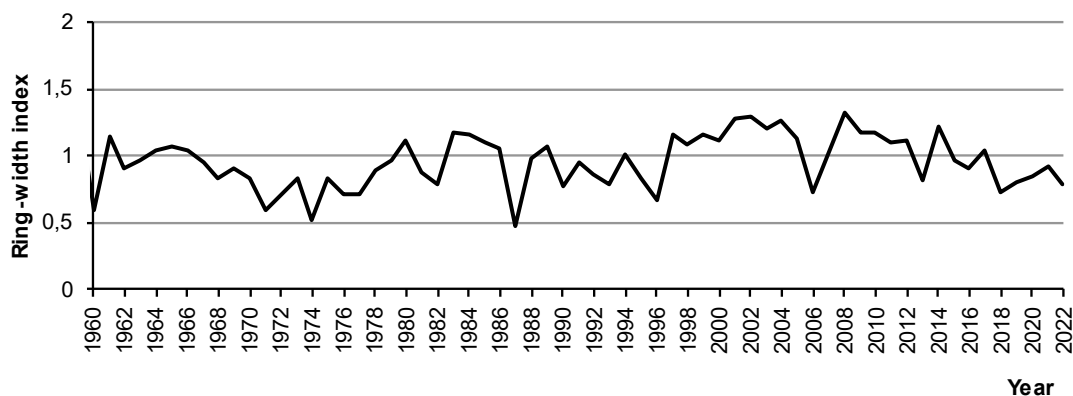
ID SČ	Dřevina	CC	CPP	COP
TVP 1	JD	19,5	1,94	209
	SM	30,6	3,89	420
	<b>Celkem</b>	45,3	5,82	629
TVP 2	JD	15,4	2,3	205
	SM	21,5	2,92	260
	<b>Celkem</b>	25,6	5,57	496
TVP 3	JD	24,8	3,04	271
	SM	9,8	1,56	139
	<b>Celkem</b>	34	4,61	410
TVP 4	JD	40,4	5,26	615
	SM	6,8	0,78	91
	<b>Celkem</b>	51,5	6,4	749

Vysvětlivky: CC–stupeň zápoje, CPP–celkový průměrný přírůst, COP–celková objemová produkce.

## 6.3 Radiální růst

### 6.3.1 TVP 1 JD

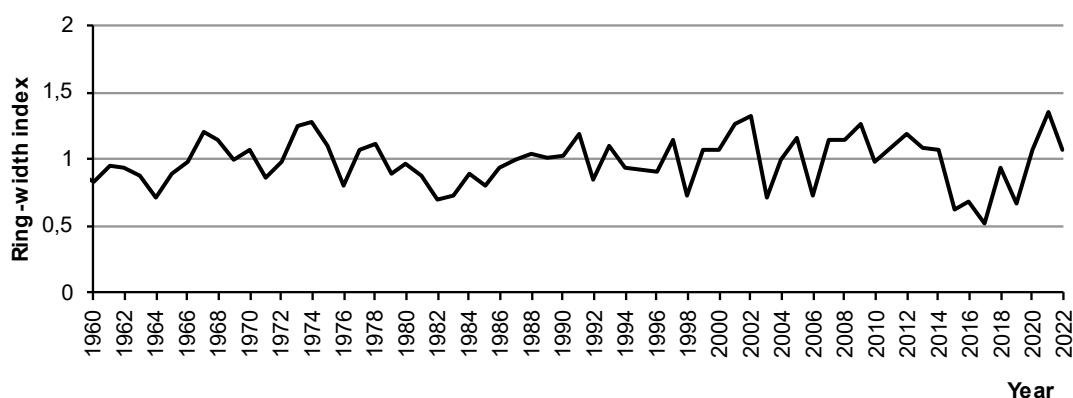
Standardizovaná letokruhová stanovištní chronologie jedle bělokoré z TVP 1 z let 1962–2022 (Obr. 10), je velmi kolísavá. Dochází zde k velkým změnám radiálního přírůstu. K významnému snížení přírůstu docházelo v období 1964–1980, za toto snížení může znečištění imisemi. V roce 1974 a 1986 byl pokles radiálního přírůstu nejvýraznější. U obou případů došlo ke snížení přírůstu vlivem chladného klimatu. Další chladné roky, které negativně ovlivnily přírůst jsou 1962, 1991, 1996 a 1998. Naopak suché roky, které negativně ovlivnily přírůst 1992–1995, 2003–2006 a 2014–2022. V letech 1968–1978, se zde snížil přírůst vlivem znečištění ovzduší imisemi.



Obr. 10: Standardizovaná průměrná stanovištní chronologie jedle bělokoré z TVP 1 z let 1962–2022 vyjádřena letokruhovým indexem.

### 6.3.2 TVP 1 SM

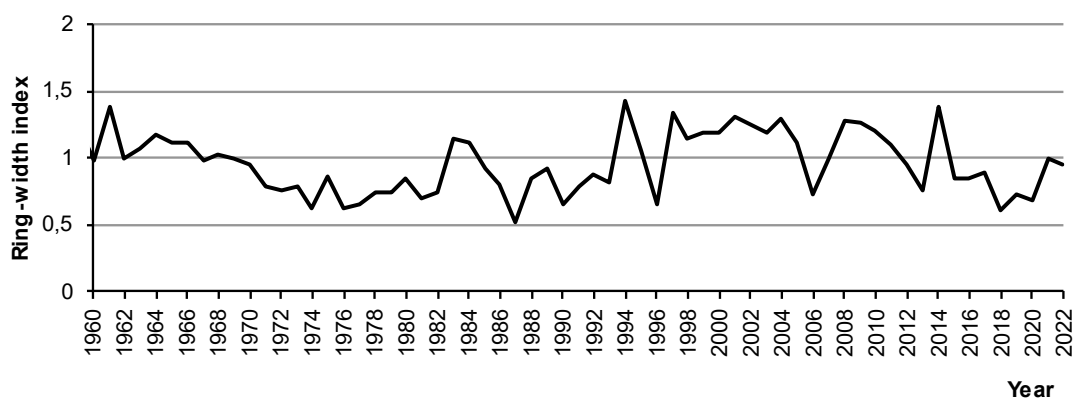
Také u smrku si můžeme všimnout nárůstu či poklesů (Obr. 11). Hned v roce 1964 se radiální přírůst snížil vlivem chladného počasí. V 1966–1992 průběžně docházelo ke snižování radiálního přírůstu vlivem znečištění ovzduší, které se po roce 1992 zlepšilo. Výrazný pokles v tomto období byl v roce 1976, vlivem teplého počasí. Dalšími chladnými roky kvůli, kterému se snížil přírůst u smrku jsou roky 1962, 1991, 1998. I suché roky se u smrku na TVP 1 projeví snížením přírůstu. Jedná se o roky 2002, 2006, 2014–2020.



Obr. 11: Standardizovaná průměrná stanovištní chronologie smrku ztepilého z TVP 1 z let 1962–2022 vyjádřena letokruhovým indexem.

### 6.3.3 TVP 2 JD

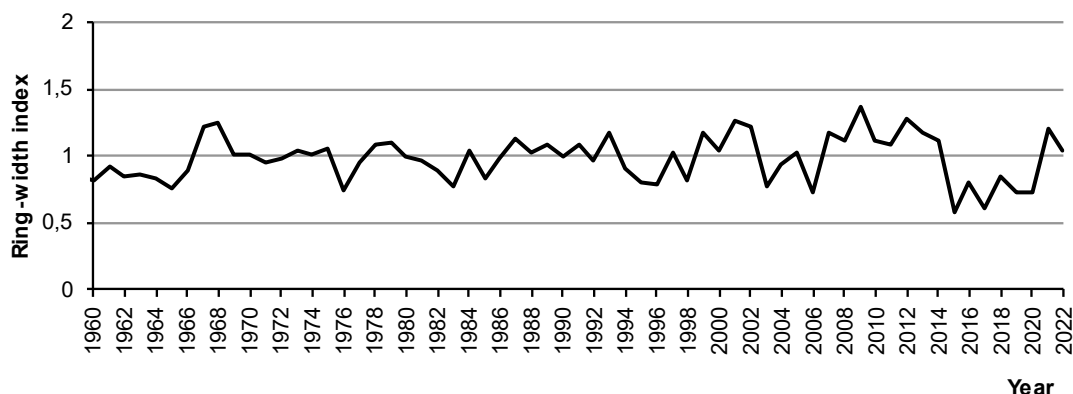
Stanovištní průměrná chronologie jedle z TVP 2 z let 1962–2022 (Obr. 12) je velmi podobná jako u TVP 1 (obr. 10). Pomalým snižováním od roku 1964 až 1986, zejména od roku 1970–1982 byl přírůst malý z důvodu znečištění ovzduší a dalším důvodem snížení byla nízká teplota v letech 1964 a 1986. Jako na TVP 1 (obr. 10) tak na TVP 2 (obr. 12) si můžeme všimnout hlubokého propadu v roce 1996. Tento rok byl velmi chladný, stejně jako v rok 1991. Suché roky, které negativně ovlivnily přírůst byly 2006, 2012 a 2014–2022.



Obr. 12: Standardizovaná průměrná stanovištní chronologie jedle bělokoré z TVP 2 z let 1962–2022 vyjádřena letokruhovým indexem.

### 6.3.4 TVP 2 SM

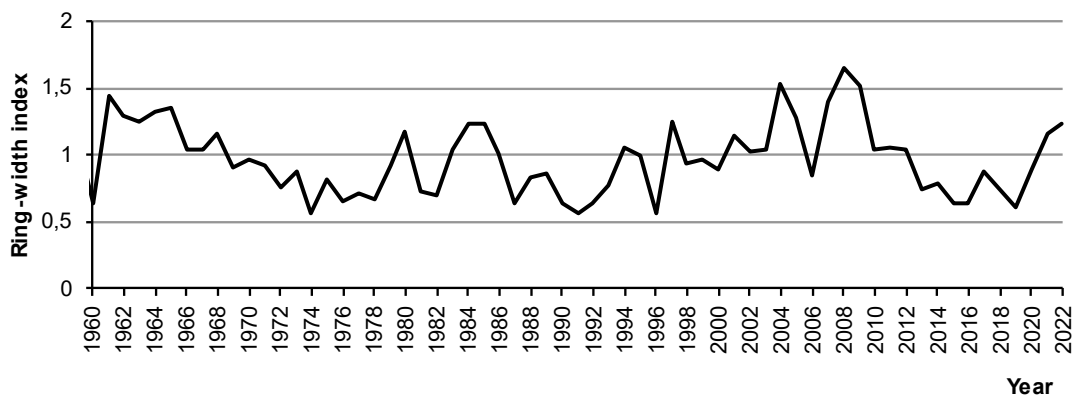
Hned v roce 1964 došlo k mírnému poklesu přírůst z důvodu nízké teploty. Výraznější pokles byl zaznamenán v roce 1976, vlivem sucha. I na této ploše se znečištění ovzduší imisemi projevilo, a to v letech 1970–1992. Dalšími hlubokými propady byly roky 1996, 1998, 2002 a 2006 (obr.13), příčinou propadu bylo v letech 1996, 1998 chladné počasí, v letech 2002, 2006 zase nedostatek srážek. Také na TVP 2 sucho v poslední dekádě ovlivnilo přírůst.



Obr. 13: Standardizovaná průměrná stanovištní chronologie smrku ztepilého z TVP 2 z let 1962–2022 vyjádřena letokruhovým indexem.

### 6.3.5 TVP 3 JD

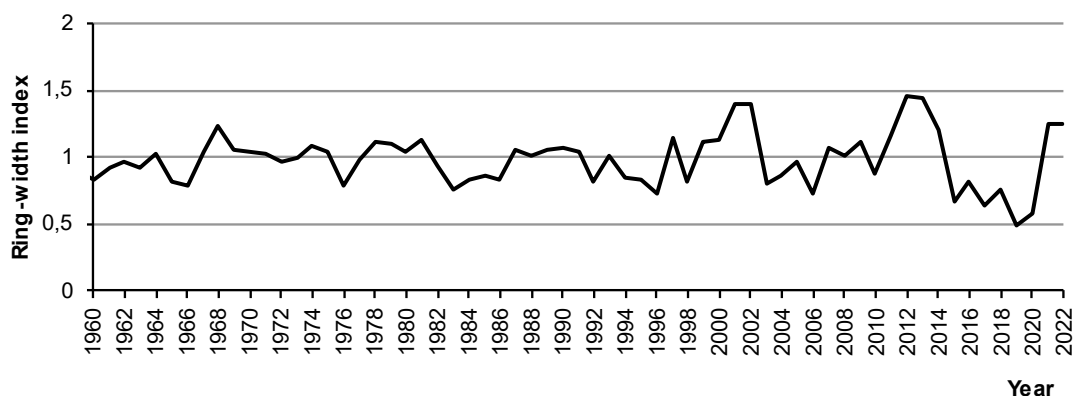
Stanovištní průměrná chronologie jedle z TVP 3 z let 1962–2022 (Obr. 14). Již od roku 1960–1992 se přírůst u jedle bělokore na TVP 3 snižoval. Důvodem poklesu je znečištění imisemi. Po roce 1992 se znečištění imisemi zlepšilo a přírůst se zvedl. Jako u předešlých ploch bylo snížení přírůstu způsobené chladnými roky zaznamenaných v letech 1962, 1991, 1986 a 1996. Naopak roky 1974, 2003 a 2006 byly teplé a tím pádem znovu došlo k poklesu radiálního přírůstu jako na TVP 1 (obr. 10) a TVP 2 (obr. 12). Na této ploše již od 2010–2020 došlo ke snížení radiálního přírůstu jedle, kvůli nedostatku srážek.



Obr. 14: Standardizovaná průměrná stanovištní chronologie jedle bělokore z TVP 3 z let 1962–2022 vyjádřena letokruhovým indexem.

### 6.3.6 TVP 3 SM

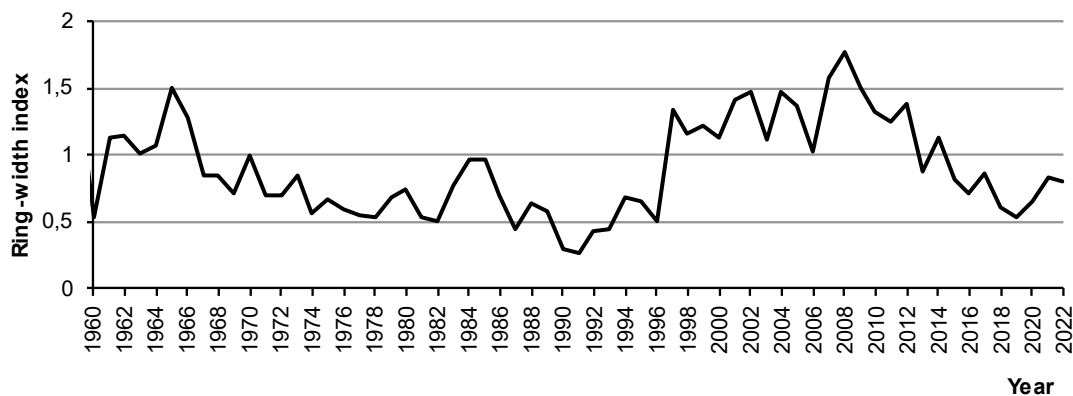
Stanovištní průměrná chronologie smrku z TVP 3 z let 1962–2022 (Obr. 15). Jako na předešlých plochách došlo i zde na několik poklesů vlivem klimatu. Snížený přírůst vlivem malého množství srážek byl zaznamenán v letech 1976, 1993–1995, 2003, 2006 a 2014–2020. V letech 1968 až 1992 přírůst negativně ovlivnily imise. Po roce 1992 došlo ke zlepšení znečištění klimatu, tím pádem ke snížení znečištění imisemi. Chladné roky 1986, 1992, 1996, 1998 se také projeví negativně na přírůstu.



Obr. 15: Standardizovaná průměrná stanovištní chronologie smrku ztepilého z TVP 3 z let 1962–2022 vyjádřena letokruhovým indexem.

### 6.3.7 TVP 4 JD

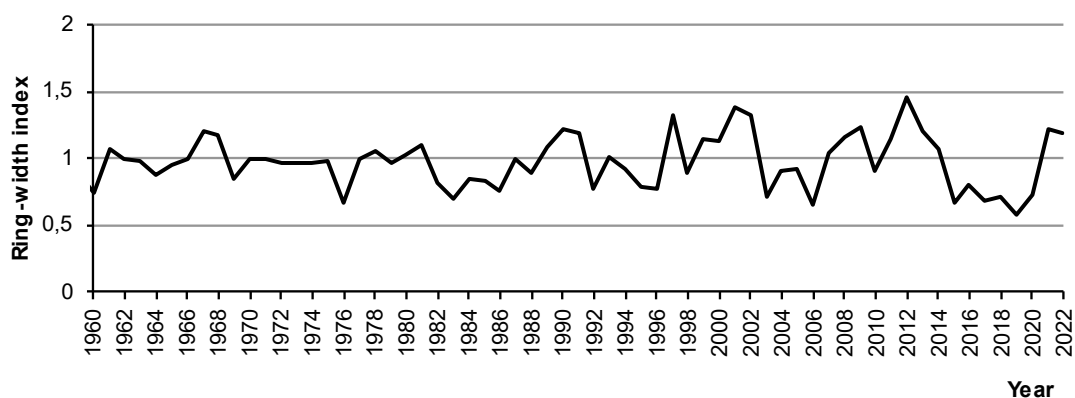
Stanovištní průměrná chronologie jedle z TVP 4 z let 1962–2022 (Obr. 16). Pokles přírůstu v roce 1962 byl kvůli chladnému počasí. Dále přírůst klesal od 1964–1993, z důvodu znečištění ovzduší imisemi, které se po chladném roce 1996 výrazně zlepšily. Dalším chladnými roky, které negativně ovlivnily radiální přírůst jsou roky 1990, 1996 a 1998. Na této ploše jedle nereagovala na suché roky 1976, 2002 a 2006 tak negativně jako předešlé plochy. Naopak suché období v poslední dekádě se výrazně projeví (2009–2020).



Obr. 16: Standardizovaná průměrná stanovištní chronologie jedle bělokoré z TVP 4 z let 1962–2022 vyjádřena letokruhovým indexem.

### 6.3.8 TVP 4 SM

U smrku na ploše TVP 4 (Obr. 17) nedošlo k vysokým výkyvům jako u jedle na TVP 4 (Obr. 16). U smrku na TVP 4 znečištění ovzduší imisemi nevedlo k takovému poklesu jako u jedle na TVP 4. Suché roky 1976, zejména 2003 a 2006 zvládl smrk hůře než jedle. U smrku došlo k většímu poklesu přírůstu. V letech 1992, 1996 a 1998 přírůst ovlivnila nízká teplota. Od roku 2014, přírůst negativně ovlivňovalo sucho a kůrovcová kalamita. V roce 2022 je vidět výrazný přírůst je tedy pravděpodobné, že se sucho a kůrovcová kalamita se přibrzdila (obr. 17).

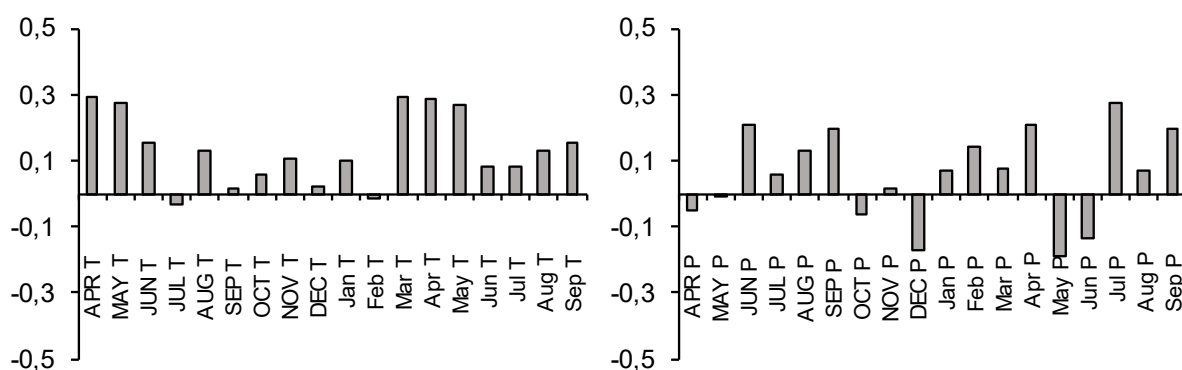


Obr. 17: Standardizovaná průměrná stanovištní chronologie smrku ztepilého z TVP 4 z let 1962–2022 vyjádřena letokruhovým indexem.

## 6.4 Vliv klimatu na radiální růst

### 6.4.1 TVP 1 JD

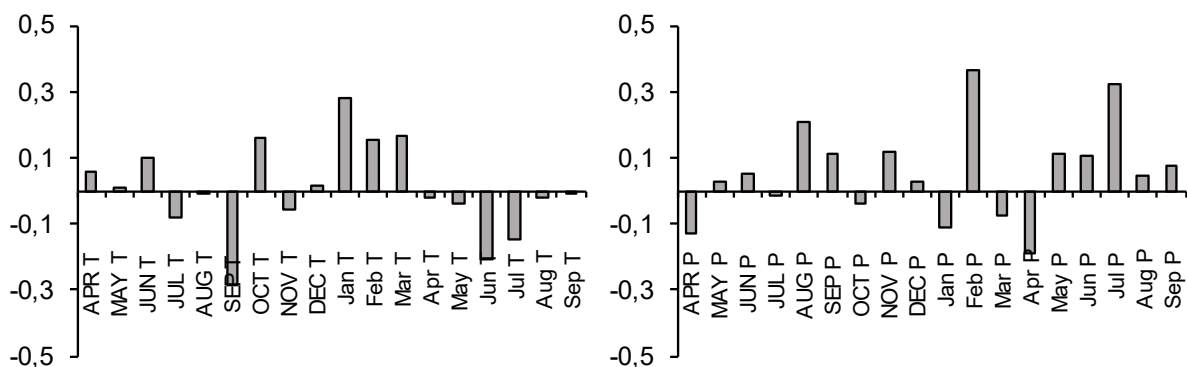
Průměrný tloušťkový přírůst jedle bělokoré na TVP 1 v letech 1962 až 2022 pozitivně koreloval s teplotou v dubnu, květnu ( $r = 0,29; 0,28$ ), následně v březnu, dubnu a květnu následujícího roku ( $0,29; 0,29; 0,27$ ) – (Obr. 18). Přírůst pozitivně koreloval s množstvím srážek v následujícím roce v květnu ( $r = -0,19$ ), ale projevila se zde také negativní korelace, a to v červnu, září v následujícím roce v dubnu, červenci a září ( $r = 0,21; 0,20; 0,21; 0,28; 0,19$ ) – (Obr.19).



Obr. 18: (vlevo) a Obr. 19: (vpravo): Koeficienty korelace regionální chronologie indexu letokruhů jedle bělokoré s průměrnou měsíční teplotou v daném měsíci (na obrázku vlevo) a množstvím srážek (obrázek vpravo) od dubna do prosince minulého roku (tyto měsíce jsou napsány velkými písmeny) a od ledna do září daného roku (měsíce psané malými písmeny) v letech 1962–2022 na TVP 1. V textu jsou zobrazeny korelační koeficienty statisticky významných hodnot ( $\alpha = 0,05$  %).

### 6.4.2 TVP 1 SM

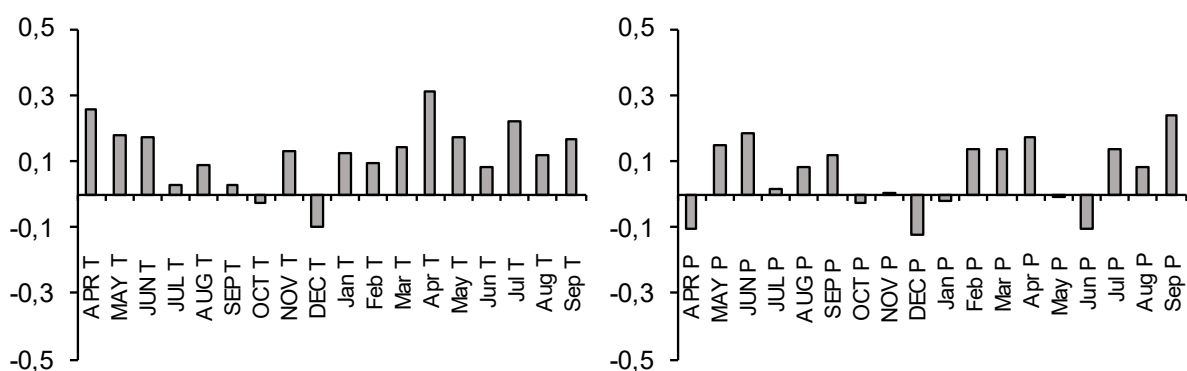
Průměrný tloušťkový stupeň u smrku na TVP 1 v období 1962 až 2022 pozitivně koreloval s teplotou v následujícím roce v lednu ( $r = 0,28$ ), ale s teplotou smrk na této ploše koreloval i negativně výrazně v září a následující rok červnu ( $r = -0,29; -0,21$ ) – (Obr. 20). S množstvím srážek smrk pozitivně koreloval v následujícím roce pouze v dubnu ( $r = -0,19$ ) a v měsících srpen v následujícím roce výrazně v únoru a červenci ( $r = 0,21; 0,36$ ) – (Obr. 21).



Obr. 20: (vlevo) a Obr. 21: (vpravo): Koeficienty korelace regionální chronologie indexu letokruhů smrku ztepilého s průměrnou měsíční teplotou v daném měsíci (na obrázku vlevo) a množstvím srážek (obrázek vpravo) od dubna do prosince minulého roku (tyto měsíce jsou napsány velkými písmeny) a od ledna do září daného roku (měsíce psané malými písmeny) v letech 1962–2022 na TVP 1. V textu jsou zobrazeny korelační koeficienty statisticky významných hodnot ( $\alpha = 0,05 \%$ ).

### 6.4.3 TVP 2 JD

Průměrný tloušťkový přírůst jedle bělokoré na TVP 2 v letech 1962 až 2022. Hned ve třech měsících přírůst pozitivně koreloval s teplotou, jedná se o měsíce duben ( $r = 0,26$ ) v následujícím roce duben, červenec ( $r = 0,30; 0,22$ ) v žádném měsíci přírůst negativně nekoreloval s teplotou (Obr. 22). U srážek bylo více měsíců, ve který přírůst negativně koreloval s množstvím srážek než měsíce, ve kterých přírůst koreloval pozitivně. Negativní korelace přírůstu a srážek byla v červnu v následujícím roce září ( $r = 0,19; 0,24$ ). Pozitivní korelace mezi srážkami a přírůstem se v žádném měsíci nevyskytovala (Obr. 23).



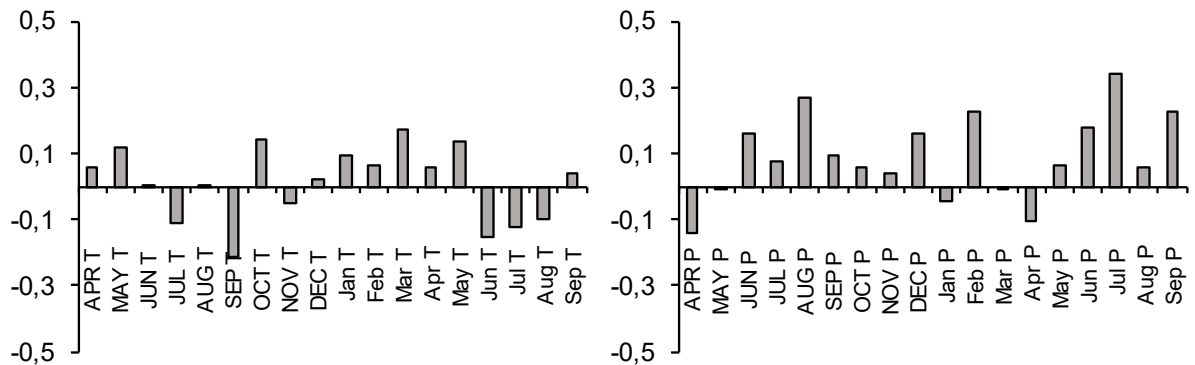
Obr. 22: (vlevo) a Obr.23: (vpravo): Koeficienty korelace regionální chronologie indexu letokruhů jedle bělokoré s průměrnou měsíční teplotou v daném měsíci (na obrázku vlevo) a množstvím srážek (obrázek vpravo) od dubna do prosince minulého roku (tyto měsíce jsou napsány velkými písmeny) a od ledna do září daného roku (měsíce psané malými písmeny) v letech 1962–2022 na TVP 2. V textu jsou zobrazeny korelační koeficienty statisticky významných hodnot ( $\alpha = 0,05 \%$ ).

### 6.4.4 TVP 2 SM

Průměrný tloušťkový stupeň u smrku na ploše TVP 2 v období 1962 až 2022. Přírůst smrku pozitivně nekoreloval s žádnou měsíční teplotou, ale koreloval pouze negativně v září (r



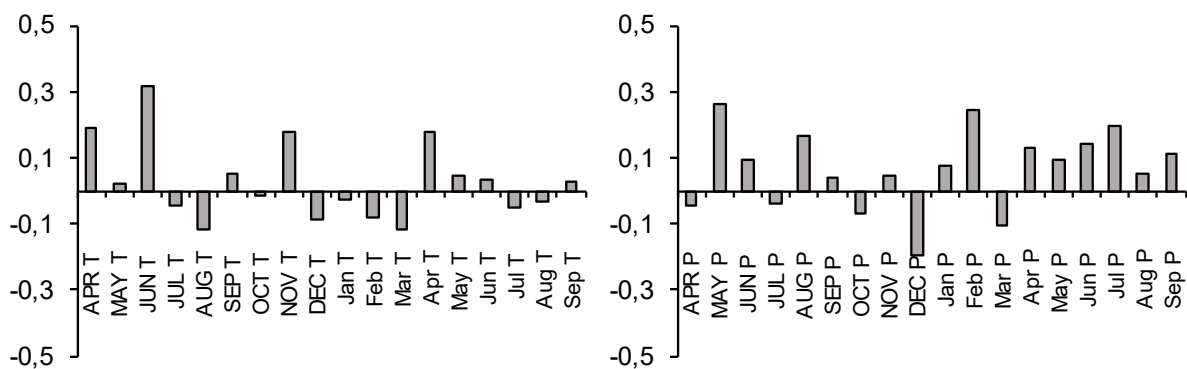
= - 0,21) – (Obr. 24). Se srážkami bylo to něco málo horší, se kterými přírůst negativně koreloval v srpnu následující rok únor, červenec a září ( $r = 0,27 ; 0,23 ; 0,34 ; 0,23$ ), pozitivní korelace mezi přírůstem a s množstvím srážek se zde nevyskytovala (Obr. 25).



Obr. 24: (vlevo) a Obr. 25: (vpravo): Koeficienty korelace regionální chronologie indexu letokruhů smrku ztepilého s průměrnou měsíční teplotou v daném měsíci (na obrázku vlevo) a množstvím srážek (obrázek vpravo) od dubna do prosince minulého roku (tyto měsíce jsou napsány velkými písmeny) a od ledna do září daného roku (měsíce psané malými písmeny) v letech 1962–2022 na TVP 2. V textu jsou zobrazeny korelační koeficienty statisticky významných hodnot ( $\alpha = 0,05 \%$ ).

#### 6.4.5 TVP 3 JD

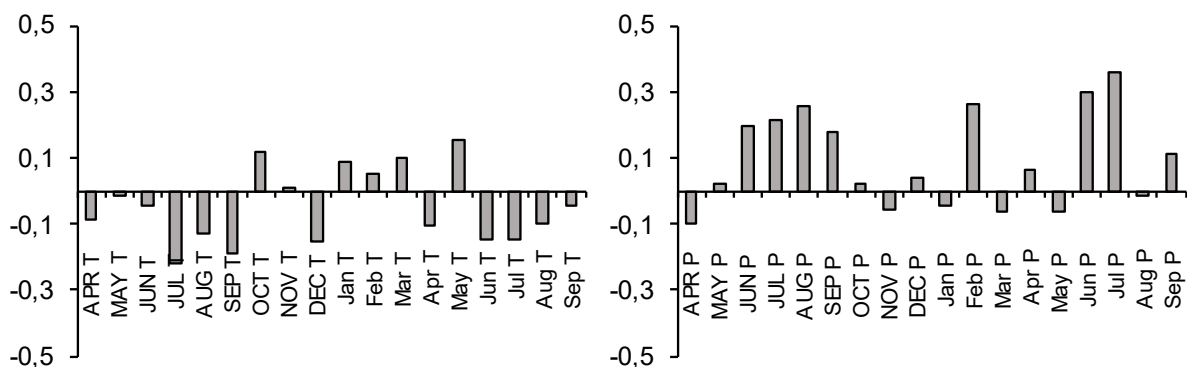
Průměrný tloušťkový stupeň u smrku na TVP 3 v období 1962 až 2022 pozitivně koreloval s teplotou v dubnu a červnu ( $r = 0,19; 0,32$ ). Průměrné měsíční teploty, které by negativně korelovali s přírůstem u jedle na TVP 3 nenacházely (Obr. 26). Přírůst negativně koreloval s množstvím srážek v květnu a v následujícím roce v červenci ( $r = 0,26 ; 0,24 ; 0,20$ ). Přírůst a měsíční množství srážek pozitivně korelovali v prosinci ( $r = - 0,20$ ) – (Obr. 27).



Obr. 26: (vlevo) a Obr.27: (vpravo): Koeficienty korelace regionální chronologie indexu letokruhů jedle bělokoré s průměrnou měsíční teplotou v daném měsíci (na obrázku vlevo) a množstvím srážek (obrázek vpravo) od dubna do prosince minulého roku (tyto měsíce jsou napsány velkými písmeny) a od ledna do září daného roku (měsíce psané malými písmeny) v letech 1962–2022 na TVP 3. V textu jsou zobrazeny korelační koeficienty statisticky významných hodnot ( $\alpha = 0,05 \%$ ).

#### 6.4.6 TVP 3 SM

Průměrný tloušťkový stupeň u smrku na TVP 3 v období 1962 až 2022 negativně koreloval s průměrnou teplotou v měsících červenec, září ( $r = -0,22; -0,19$ ). Pozitivní korelace mezi teplotou a přírůstem se zde také nenacházela jako u jedle na TVP 3 (Obr. 28). Srážky v těchto měsících červen, červenec, srpen v následujícím roce únor, červen, červenec ( $r = 0,20; 0,21; 0,26; 0,26; 0,30; 0,36$ ) negativně ovlivnily přírůst. Měsíce ve, kterých by přírůst pozitivně koreloval s množstvím srážek se zde nevyskytovaly (Obr. 29).

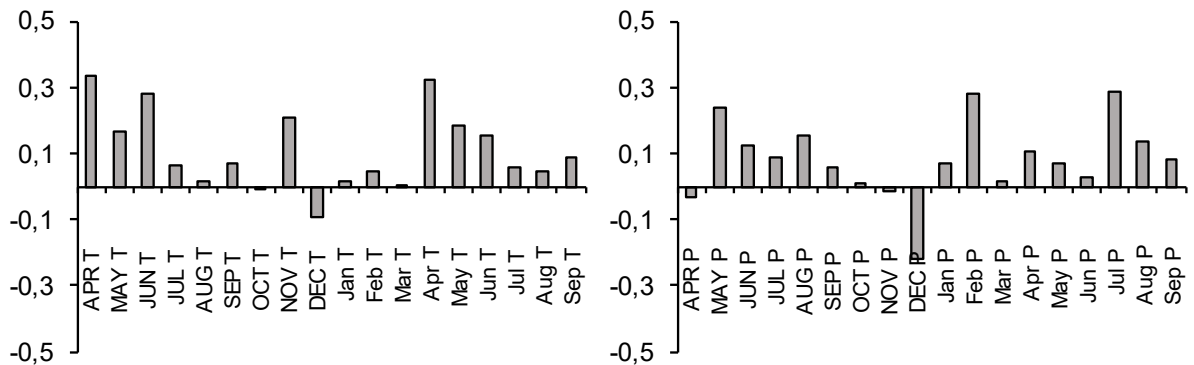


Obr. 28: (vlevo) a Obr. 29: (vpravo): Koeficienty korelace regionální chronologie indexu letokruhů smrku ztepilého s průměrnou měsíční teplotou v daném měsíci (na obrázku vlevo) a množstvím srážek (obrázek vpravo) od dubna do prosince minulého roku (tyto měsíce jsou napsány velkými písmeny) a od ledna do září daného roku (měsíce psané malými písmeny) v letech 1962–2022 na TVP 3. V textu jsou zobrazeny korelační koeficienty statisticky významných hodnot ( $\alpha = 0,05 \%$ ).

#### 6.4.7 TVP 4 JD

Průměrný tloušťkový stupeň u smrku na TVP 3 v období 1962 až 2022 pozitivně koreloval s průměrnou teplotou v měsících duben, červen, listopad a v následujícím roce duben, květen ( $r = 0,34; 0,28; 0,21; 0,32; 0,19$ ). Negativní korelace mezi přírůstem a měsíční teplotou

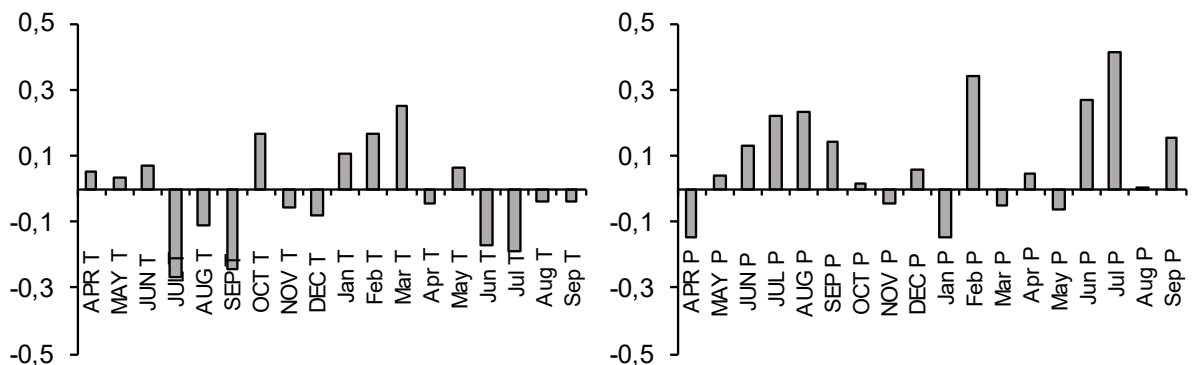
u jedle na TVP 4 nebyla (Obr. 30). Přírůstek negativně koreloval s množstvím srážek v květnu a v následujícím roce v únoru a červenci ( $r = 0,24; 0,28; 0,29$ ). Měsíc prosinec byl jediný měsíc, ve kterém přírůstek pozitivně koreloval se srážkami ( $r = -0,22$ ) – (Obr.31).



Obr. 30: (vlevo) a Obr. 31: (vpravo): Koeficienty korelace regionální chronologie indexu letokruhů jedle bělokoré s průměrnou měsíční teplotou v daném měsíci (na obrázku vlevo) a množstvím srážek (obrázek vpravo) od dubna do prosince minulého roku (tyto měsíce jsou napsány velkými písmeny) a od ledna do září daného roku (měsíce psané malými písmeny) v letech 1962–2022 na TVP 4. V textu jsou zobrazeny korelační koeficienty statisticky významných hodnot ( $\alpha = 0,05$  %).

#### 6.4.8 TVP 4 SM

Průměrný tloušťkový stupeň u smrku na TVP 4 v období 1962 až 2022 pozitivně koreloval s průměrnou teplotou v následujícím roce březnu ( $r = 0,25$ ). S teplotou v červenci, září a v následujícím roce červenci ( $r = -0,27; -0,25; -0,19$ ) přírůstek koreloval negativně (Obr. 32). Přírůstek v žádném měsíci nekoreloval pozitivně s množstvím srážek. Naopak v červenci, srpnu a v následujícím roce v únoru, červnu, červenci ( $r = 0,22; 0,23; 0,34; 0,27; 0,41$ ) – (Obr. 33). Přírůstek koreloval negativně s množstvím srážek.



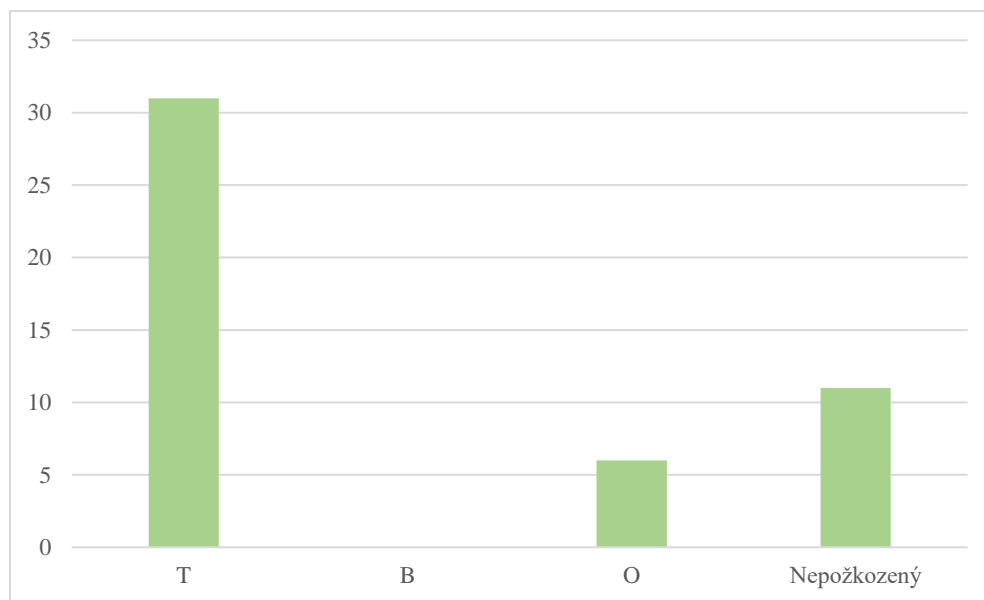
Obr. 32: (vlevo) a Obr. 33: (vpravo): Koeficienty korelace regionální chronologie indexu letokruhů smrku ztepilého s průměrnou měsíční teplotou v daném měsíci (na obrázku vlevo) a množstvím srážek (obrázek vpravo) od dubna do prosince minulého roku (tyto měsíce jsou napsány velkými písmeny) a od ledna do září daného roku (měsíce psané malými písmeny) v letech 1962–2022 na TVP 4. V textu jsou zobrazeny korelační koeficienty statisticky významných hodnot ( $\alpha = 0,05$  %).

## 6.5 Škody zvěří

U daných trvale výzkumných plochách se měřila také přirozená obnova a její poškození. Přirozenou obnovu jedle můžeme vidět v Příloze 3 a 9 a přirozenou obnovu smrku v Příloze 10. Škody byly rozlišeny dle umístění, zda byl okus proveden na terminálních nebo bočních pupenu. V následujících grafech a tabulkách jsou znázorněny škody, kde byly provedeny a v jaké intenzivně. Škála poškození je následující 0 – nepoškozený jedinec, 1 – slabě poškozený jedinec, 2 – středně poškozený jedinec, 3 – silně poškozený jedinec, T – terminální pupeny, B – boční pupeny, O – poškození na obouh pupenech. Poškozeného jedince jedle můžeme vidět v Příloze 2. Tabulky a grafy jsou rozděleny podle dřevin. Jedle a smrk mají samostatné grafy a tabulky a méně zastoupené druhy dřevin byly zařazeny do skupiny (ostatní dřeviny). V této skupině se vyskytují dřeviny jako javor klen, bříza bělokorá a jeřáb ptačí.

### 6.5.1 TVP 1

Na první výzkumné ploše v pruhu o velikosti 5×50 metrů bylo hned 60 % zastoupení jedlí. Na obrázku 34 můžeme vidět, že je zde vysoké procento poškozených jedlí zhruba 65 %. Z těchto 31 jedlí, které měly poškozený terminální pupen hned 15 jedlí bylo poškozeno silně. Boční poškození pupenů je 13 %. Počet jedlí, které nebyly poškozeny okusem je 23 % (Tab. 7). Na Obr. 34 můžeme vidět grafické znázornění škod podle umístění.

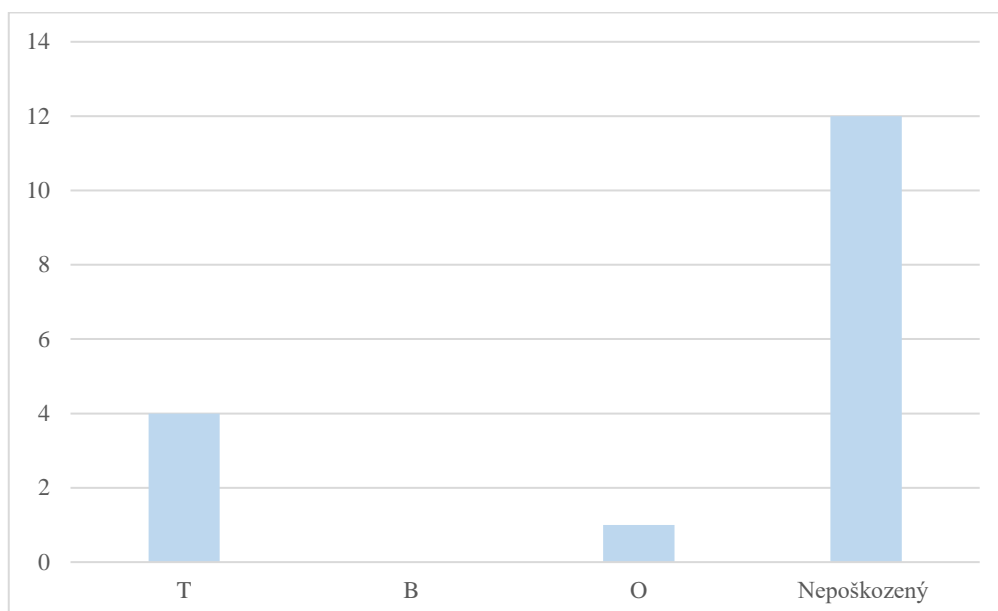


Obr. 34: Rozlišení škod u jedle na TVP 1.

Tab. 7: Rozlišení škod u jedle na TVP 1.

TVP/dřevina	TVP 1 / JD							
Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N	N (%)
1	6	12,5 %		0		0,0 %	11	22,9 %
2	10	20,8 %		0	3	6,3 %		
3	15	31,3 %		0	3	6,3 %		
Celkem	31	64,6 %		0 %	6	12,5 %	11	22,9 %

U smrkové přirozené obnovy na TVP 1 je vidět naprostý opak je zde 71 % nepoškozených jedinců. Naopak poškozených je zde 29 % (Tab. 8). Pokud byla smrková přirozená obnova poškozena okusem na terminalním pupenu jednalo se o silné poškození. Na Obr. 35 můžeme vidět grafické znázornění škod podle umístění.

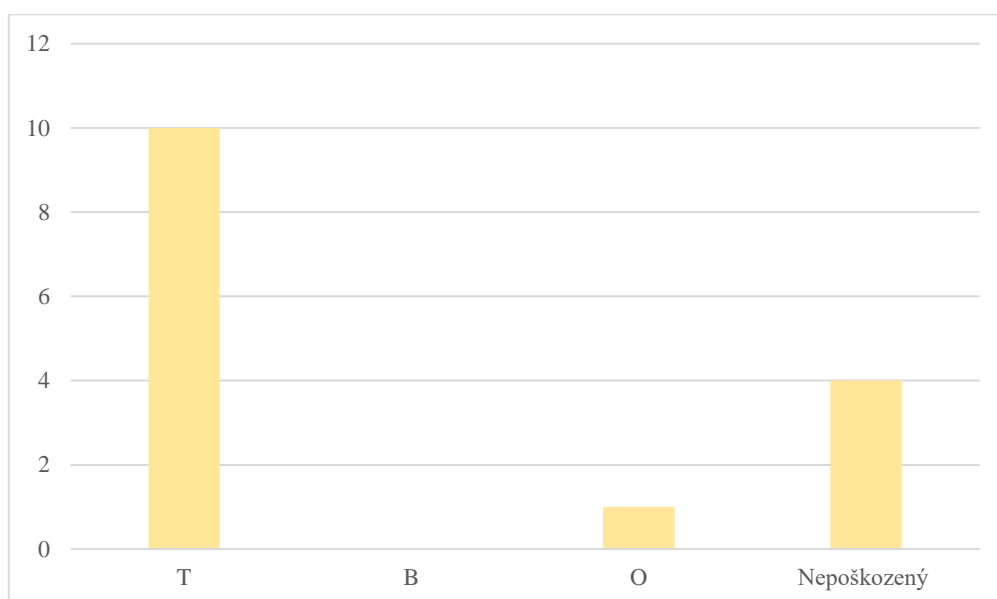


Obr. 35: Rozlišení škod u smrku na TVP 1.

Tab. 8: Rozlišení škod u smrku na TVP 1.

TVP/dřevina	TVP 1 / SM							
Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N	N (%)
1	0	0,0 %	0	0	0	0,0 %	12	70,6 %
2	0	0,0 %	0	0	1	5,9 %		
3	4	23,5 %	0	0	0	0,0 %		
Celkem	4	23,5 %	0	0 %	6	5,9 %	12	70,6 %

U ostatní zastoupených druhů v přirozené obnově na TVP 1, můžeme vidět velké množství poškozených jedinců (Obr. 36). Terminální okus opět dominoval 66,7 % jedinců bylo poškozeno na terminálním pupenu, ale z velké části se jednalo o slabé poškození (Tab. 9). Ve skupině (ostatní druhy) jsou na TVP 1 nejvíce zastoupeny druhy javor klen a jeřáb ptačí.



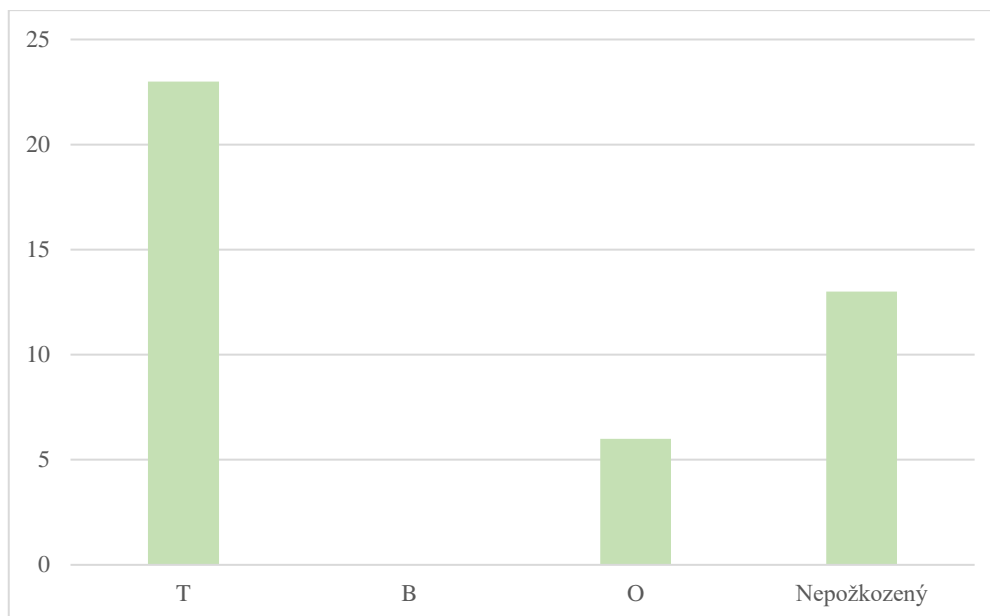
Obr. 36: Rozlišení škod u ostatních dřevin na TVP 1.

Tab. 9: Rozlišení škod u ostatních druhů na TVP 1.

TVP/dřevina	TVP 1 / Ostatní druhy							
Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N	N (%)
1	5	33,3 %	0	0	1	6,7 %	4	26,7 %
2	4	26,7 %	0	0	0	0,0 %		
3	1	6,7 %	0	0	0	0,0 %		
Celkem	10	66,7 %	0	0 %	1	6,7 %	4	26,7 %

### 6.5.2 TVP 2

Přirozená obnova na TVP 2 byla o něco málo bohatší, ale počet přirozené obnovy jedle zůstal velmi podobný. Největší zastoupení přirozené obnovy zde bylo u smrku, který zde i dobře odrůstal. Na Obr. 37 můžeme opět vidět vysoké poškození jedle okusem na terminálech. Hned necelých 60 % bylo poškozených. Pozitivnější úkaz oproti TVP 1 je, že okus na terminálních pupenech je nejvíce zastoupen u středního poškození (Tab. 10) na rozdíl od TVP 1, na které dominovala silná poškození (Tab. 7), ale také jako na TVP 1 byla jedle nejvíce poškozenou dřevinou.

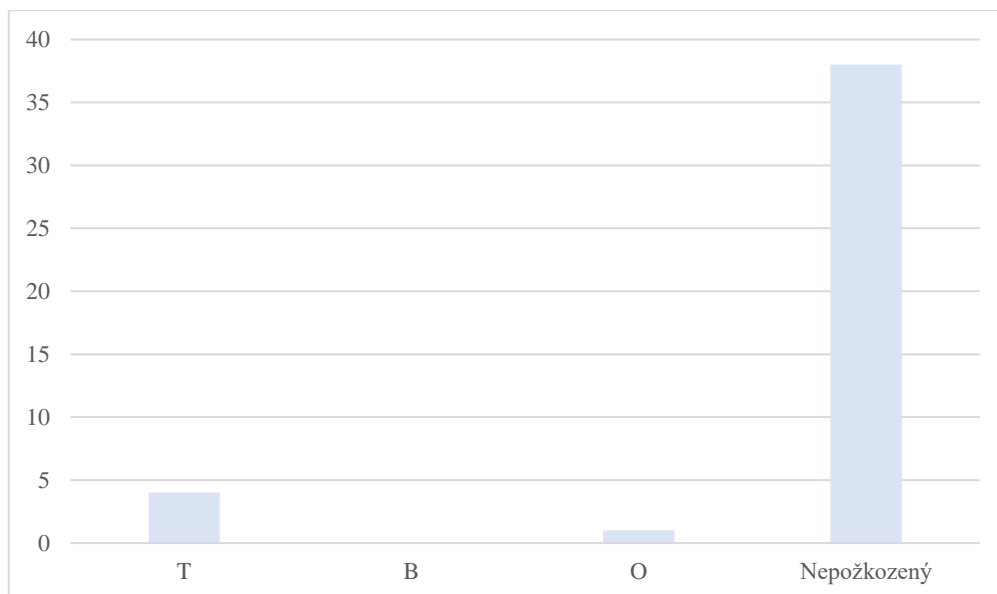


Obr. 37: Rozlišení škod u jedle na TVP 2.

Tab. 10: Rozlišení škod u jedle na TVP 2.

TVP/dřevina	TVP 2 / JD							
Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N	N (%)
1	4	9,5 %	0	0	1	2,4 %	13	31,0 %
2	15	35,7 %	0	0	3	7,1 %		
3	4	9,5 %	0	0	2	4,8 %		
<b>Celkem</b>	<b>23</b>	<b>54,8 %</b>	<b>0</b>	<b>0 %</b>	<b>6</b>	<b>14,3 %</b>	<b>13</b>	<b>31,0 %</b>

U smrkové přirozené obnovy můžeme vidět jako na předešlé ploše vysoké procento nepoškozených jedinců (Obr. 38). Na TVP 2 to je hned necelých 91% (Tab.11) a poškozených jedinců bylo pouze 9 % všech těchto 9 % bylo poškozeno terminálním okusem.

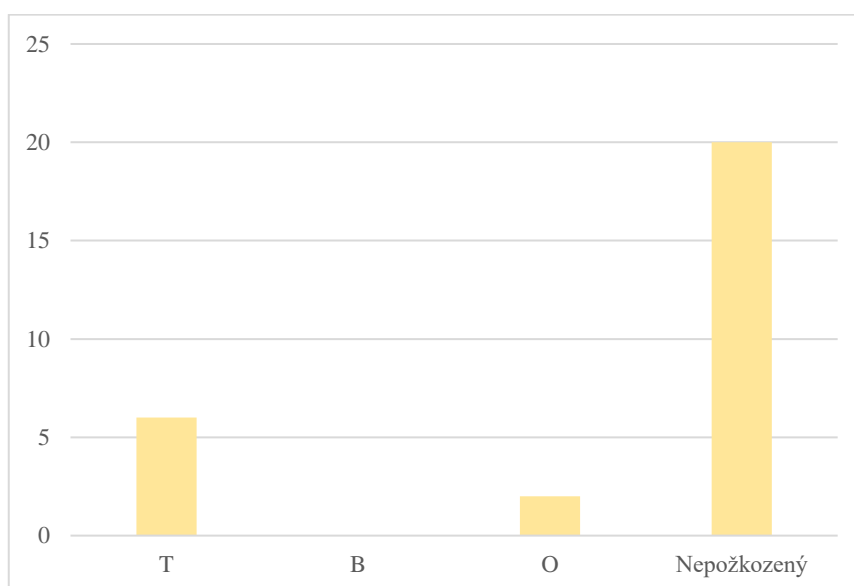


Obr. 38: Rozlišení škod u smrku na TVP 2.

Tab. 11: Rozlišení škod u smrku na TVP 2.

TVP/dřevina	TVP 2 / SM							
	Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N
1	3	7,1 %	0	0	0	0,0 %	38	90,5 %
2	1	2,4 %	0	0	0	0,0 %		
3	0	0,0 %	0	0	0	0,0 %		
Celkem	4	9,5 %	0	0 %	0	0,0 %	38	90,5 %

Jako u smrku, také ostatní druhy mají více nepoškozených jedinců (71 %), než jedinců poškozených (21 %) – (Obr. 39). Z těchto 21 % je však také velké procento jedinců poškozených jenom slabě (Tab. 11).



Obr. 39: Rozlišení škod u ostatních dřevin na TVP 2.

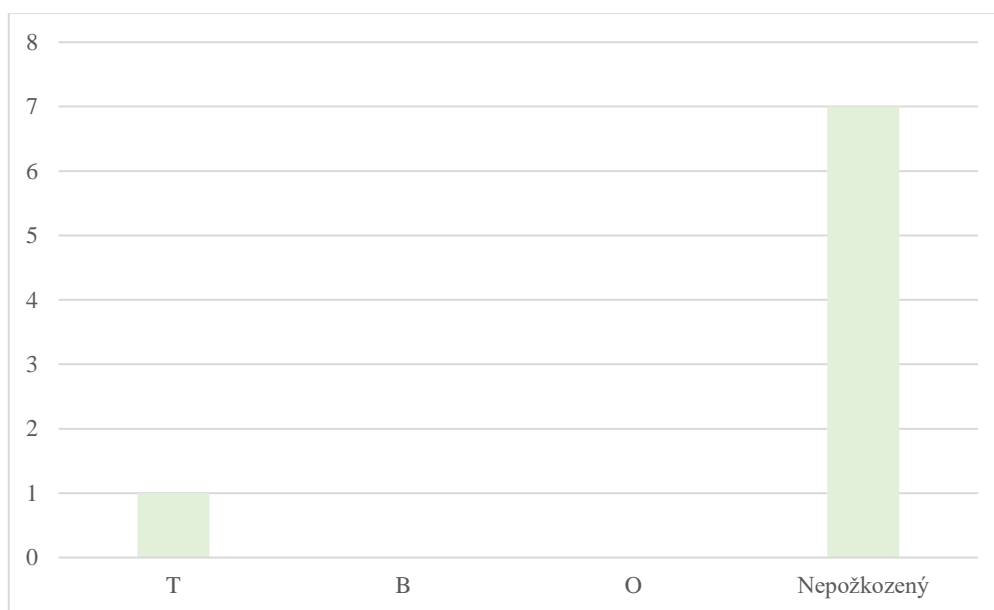


Tab. 11: Rozlišení škod u ostatních druhů na TVP 2.

TVP/dřevina	TVP 2 / Ostatní druhy							
Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N	N (%)
1	4	14,3 %	0	0	0	0,0 %	20	71,4 %
2	2	7,1 %	0	0	1	3,6 %		
3	0	0,0 %	0	0	1	3,6 %		
Celkem	6	21,4 %	0	0 %	2	7,1 %	20	71,4 %

### 6.5.3 TVP 3

Přirozená obnova se na TVP 3 skoro nevyskytovala a to z důvodu vysoké buřeně. Nejvíce zastoupenou dřevinou byl smrk. Jedle se zde nacházela velmi zřídka. Pouze 8 jedinců se na celé ploše nacházelo, jednalo se především o jednoleté semenáčky nichž hned 7 nebylo poškozeno okusem (Obr. 40). V Tab. 12 můžeme vidět rozdělení škod u jedle na TVP 3.

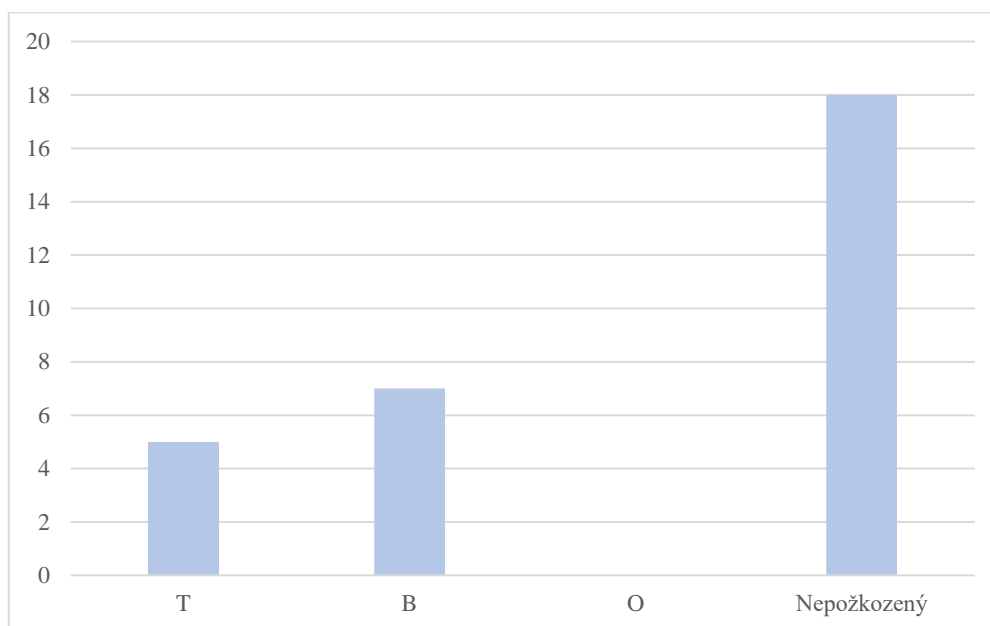


Obr. 40: Rozlišení škod u jedle na TVP 3.

Tab. 12: Rozlišení škod u jedle na TVP 3.

TVP/dřevina	TVP 3 / JD							
Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N	N (%)
1	1	12,5 %	0	0	0	0,0 %	7	87,5 %
2	0	0,0 %	0	0	0	0,0 %		
3	0	0,0 %	0	0	0	0,0 %		
Celkem	1	12,5 %	0	0 %	0	0,0 %	7	87,5 %

Smrk nejvíce zatoupeným druhem na této ploše se 30 jedinci. Na této ploše byl smrk nejvíce poškozen ze všech co se týče počtu jedinců. Hned 12 jedinců ze 30 bylo poškozeno. Zajímavostí je , že na těchto 12 jedincích , kteří byli poškozeni bylo více jedinců , kteří byli poškozeni bočním okusem nežli jedinci poškození terminálním okusem (Tab. 13). Grafické rozlišení škod u smrku na TVP 3 můžeme vidět na Obr. 41.

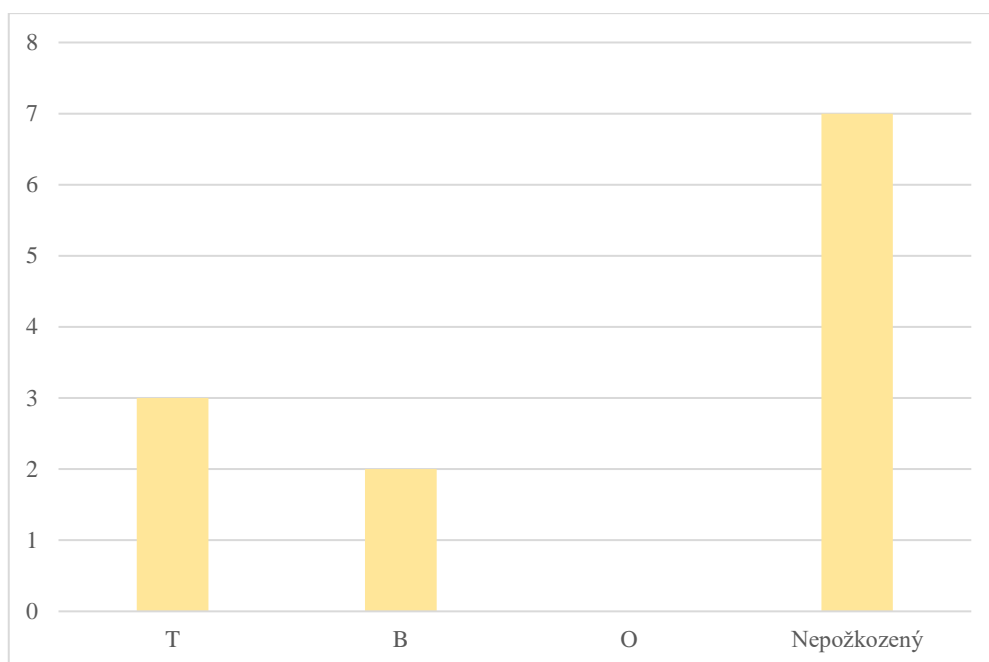


Obr. 41: Rozlišení škod u smrku na TVP 3.

Tab. 13: Rozlišení škod u smrku na TVP 3.

TVP/dřevina	TVP 3/ SM							
Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N	N (%)
1	2	6,7 %	5	17 %	0 %	0,0 %	18	60,0 %
2	3	10,0 %	2	7 %	0 %	0,0 %		
3	0	0,0 %	0	0 %	0 %	0,0 %		
Celkem	5	16,7 %	7	23 %	0 %	0,0 %	18	60,0 %

U ostatních druhů bylo terminální a boční poškození skoro stejné jako u předešlého smrku. Jasně převyšují nepoškození jedinci s 58 %. Poškození terminální a boční se zde také objevuje ve větší míře a to 25 % a 17 % (Tab. 14). Rozlišení škod ostatních dřevin na TVP 3 můžeme vidět na Obr. 42.



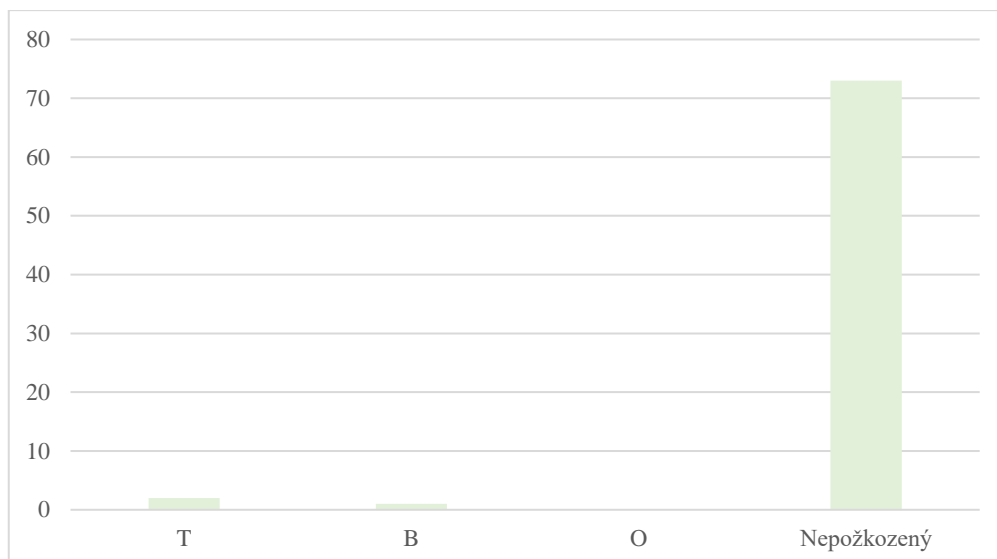
Obr. 42: Rozlišení škod u ostatních dřevin na TVP 3.

Tab. 14: Rozlišení škod u ostatních druhů na TVP 3.

TVP/dřevina	TVP 3 / Ostatní druhy							
Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N	N (%)
1	3	25,0 %	2	17 %	0	0,0 %	7	58,3 %
2	0	0,0 %	0	0 %	0	0,0 %		
3	0	0,0 %	0	0 %	0	0,0 %		
Celkem	3	25,0 %	2	17 %	0	0,0 %	7	58,3 %

#### 6.5.4 TVP 4

Na TVP 4 se vyskytovalo největší množství jedle, avšak se jednalo o jednoleté semenáčky, které byly stejně vysoké jako bylinné patro, tudíž zde nebyly škody tak obrovské jako na předešlých plochách. Statistika 96% nepoškozených jedinců zní velmi dobře, ale nemůžeme brát tento údaj na velkou váhu (Tab. 15). Rozlišení škod u jedle na TVP 4 můžeme vidět na Obr. 43.

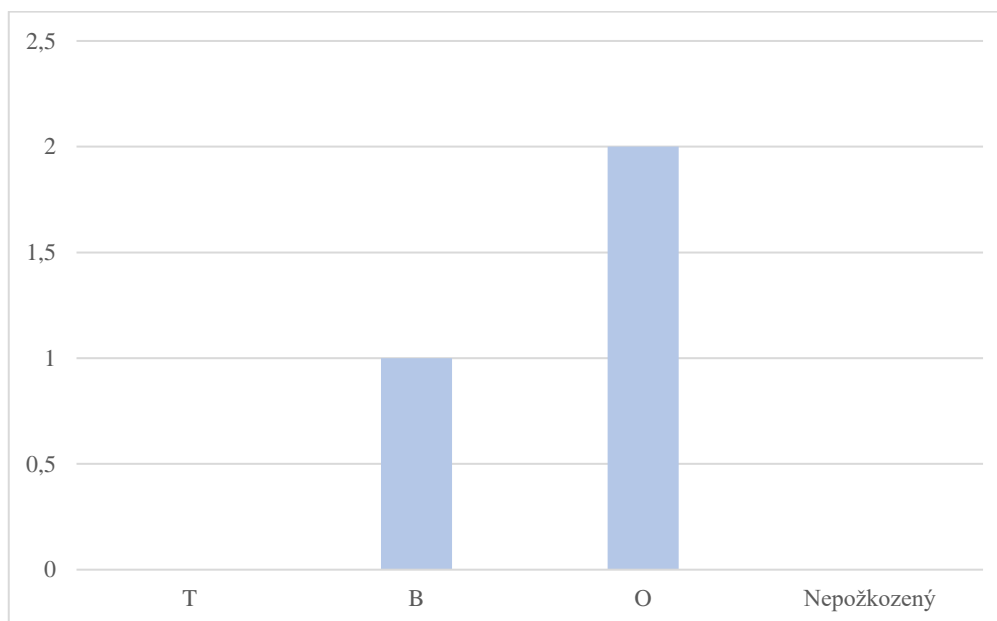


Obr. 43: Rozlišení škod u jedle na TVP 4.

Tab. 15: Rozlišení škod u jedle na TVP 4.

TVP/dřevina	TVP 4 / JD							
	Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N
1	1	1,3 %	1	1,3 %	0	0,0 %	73	96,1 %
2	0	0,0 %	0	0,0 %	0	0,0 %		
3	1	1,3 %	0	0,0 %	0	0,0 %		
Celkem	2	2,6 %	1	1,3 %	0	0,0 %	73	96,1 %

Smrk byl na této ploše nejméně zastoupen. Na celém pruhu byly pouze tři jedinci (Obr. 44). Všichni jedinci však byly poškozeny okusem dva jak na terminálním, tak na bočním pupenu a zbylý jedinec pouze okusem bočním (Tab. 16).

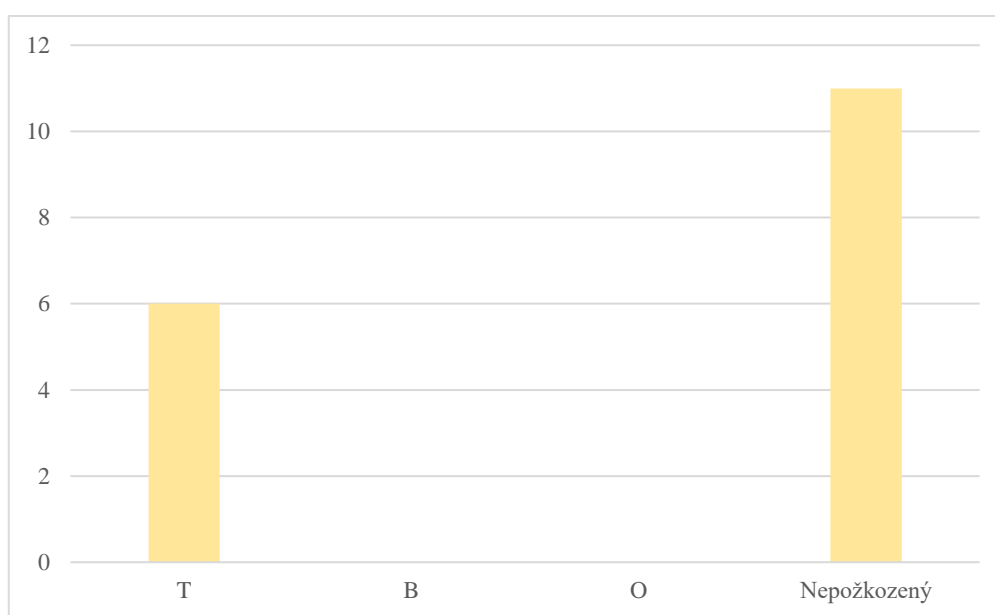


Obr. 44: Rozlišení škod u smrku na TVP 4.

Tab. 16: Rozlišení škod u smrku na TVP 4.

TVP/dřevina	TVP 4/ SM							
Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N	N (%)
1	0	0,0 %	0	0 %	0	0,0 %	0	0,0 %
2	0	0,0 %	1	33 %	0	0,0 %		
3	0	0,0 %	0	0 %	2	66,7 %		
Celkem	0	0,0 %	1	33 %	2	66,7 %	0	0,0 %

V Tab. 17 a na Obr. 45 můžeme vidět znázornění škod u ostatních druhů. Převažovali zde nepoškození jedinci se 65 %, pokud byl jedinec poškozen, tak byl poškozen terminálním okusem (35 %).



Obr. 45: Rozlišení škod u ostatních dřevin na TVP 4.

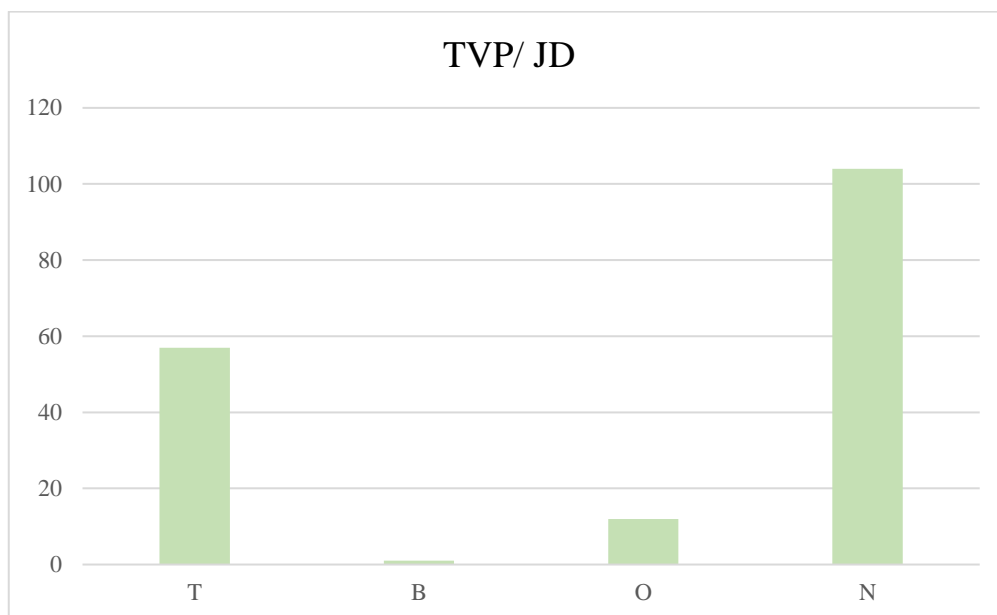
Tab. 17: Rozlišení škod u ostatních druhů na TVP 4.

TVP/dřevina	TVP 4 / Ostatní druhy							
Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N	N (%)
1	4	23,5 %	0	0 %	0	0,0 %	11	64,7 %
2	1	5,9 %	0	0 %	0	0,0 %		
3	1	5,9 %	0	0 %	0	0,0 %		
Celkem	6	35,3 %	0	0 %	0	0,0 %	11	64,7 %

### 6.5.5 Souhrn škod za všechny plochy

Velké procento jedlové populace bylo poškozeno okusem, a to buď terminálním (32,8 %) nebo bočním (0,6 %) u některých jedinců se vyskytovalo poškození obojí (6,3 %). Je zde tedy vidět, že ve velké většině převládá poškození terminální (Tab. 18). Necelých 60 % jedinců

populace nebylo poškozeno, avšak tuto hodnotu velmi ovlivnila TVP 4 na které se nacházely pouze roční semenáčky. Rozlišení škod u jedle na TVP 1–4 můžeme vidět na Obr. 46.

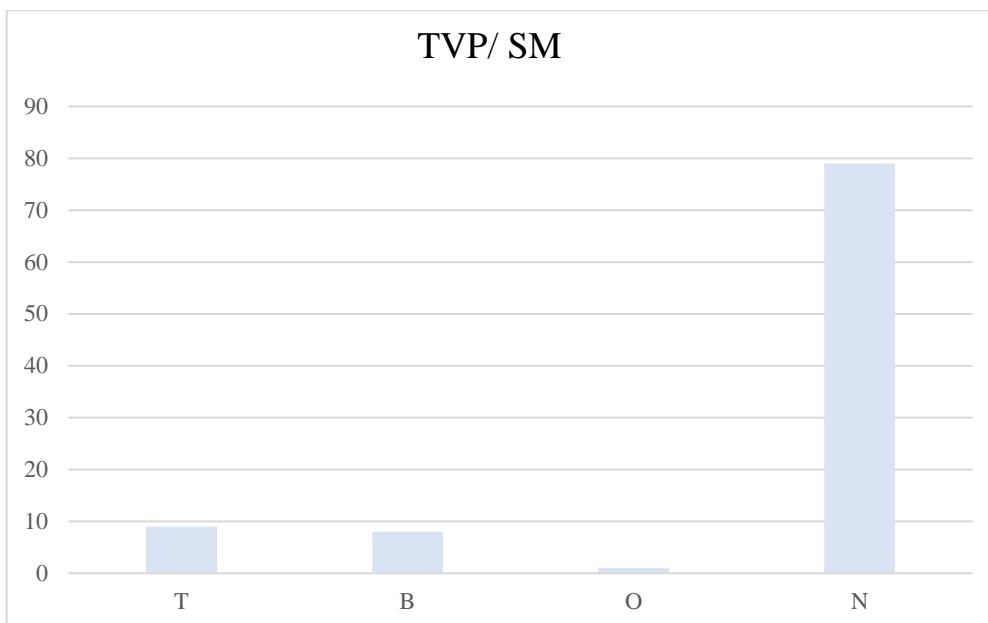


Obr. 46: Rozlišení škod u jedle na TVP 1–4.

Tab. 18: Rozlišení škod u jedle na TVP 1–4.

TVP/dřevina	TVP / JD							
	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N	N (%)
1	12	6,9 %	1	0,6 %	1	0,6 %	104	59,8 %
2	25	14,4 %	0	0 %	6	3,4 %		
3	20	11,5 %	0	0 %	5	2,9 %		
Celkem	57	32,8 %	1	0,6 %	12	6,3 %	104	59,8 %

U smrku byl rozdíl mezi poškozenými a nepoškozenými jedinci výrazný. U poškozených jedinců také převládalo poškození na terminálních pupenech. Rozdíl mezi poškozením terminálním (13 %) a bočním (8 %) nebyl tak výrazný (Tab. 19). Naprostá dominance nepoškozených jedinců smrku (81%). Rozlišení škod u smrku na TVP 1–4 můžeme vidět na Obr. 47.

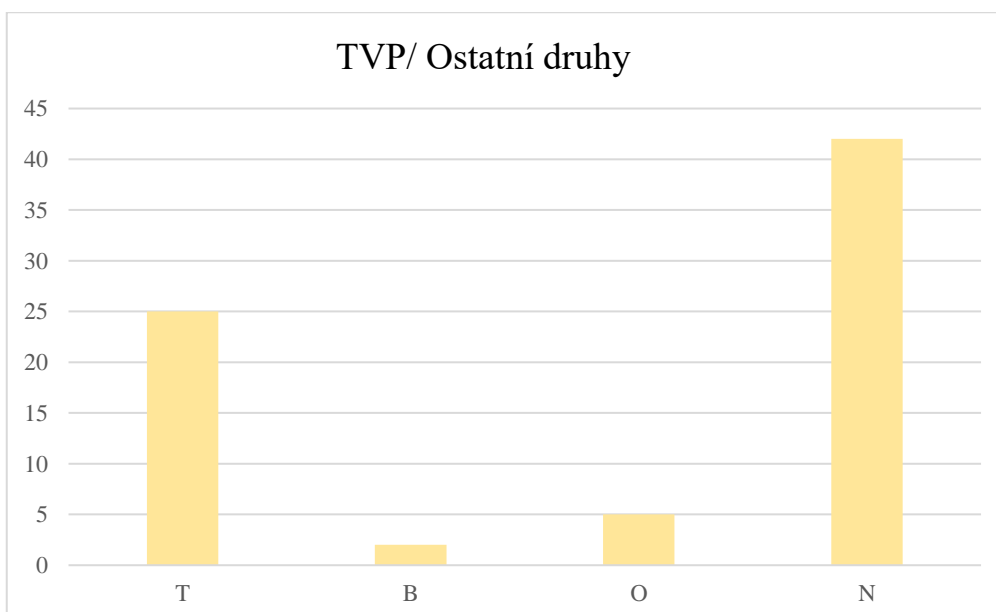


Obr. 47: Rozlišení škod u smrku na TVP 1–4.

Tab. 19: Rozlišení škod u smrku na TVP 1–4.

TVP/dřevina	TVP / SM							
Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N	N (%)
1	5	5,0 %	5	5,0 %	0	0,0 %	79	78,2 %
2	4	4,0 %	3	3,0 %	1	1,0 %		
3	4	4,0 %	0	0,0 %	0	0,0 %		
Celkem	13	12,9 %	8	8 %	1	1,0 %	79	78,2 %

Poškození u ostatních druhů v rámci TVP 1–4 mělo velmi podobný průběh jako u jedle. Také u poslední skupiny převažuje poškození na terminálních pupenech (33,8 %), boční (2,7 %) a poškození na obou místech (5,4 %). Nepoškozené populace byla větší polovina a to konkrétně 56,8 % (Tab. 20). Rozlišení škod u ostatních druhů na TVP 1–4 můžeme vidět na Obr. 48.



Obr. 48: Rozlišení škod u ostatních druhů v rámci TVP 1–4.

Tab. 20: Rozlišení škod u ostatních druhů na TVP 1–4.

TVP/dřevina	TVP/Ostatní druhy							
Typ poškození	T	T (%)	B	B (%)	O	O (%)	N	N (%)
1	16	21,6 %	2	2,7 %	1	1,4 %		
2	7	9,5 %	0	0,0 %	1	1,4 %		
3	2	2,7 %	0	0,0 %	3	4,1 %	42	56,8 %
Celkem	25	33,8 %	2	2,7 %	5	5,4 %	42	56,8 %



## 7 Diskuse

### 7.1 Struktura a diverzita

Struktura porostů, ve kterých byla tato práce prováděna, byla jednoetážová, a to z důvodu velkého zastoupení smrku v porostu a nízkého uvolnění zápoje. Jedle v daných porostech měla své zastoupení, které bylo vždy minimálně 30 %, zbytek zastoupení tvořil smrk ztepilý. Obdobné až mírně vyšší zastoupení jedle v porostech v podhůří Jeseníků uvádějí (Mikulenka et al. 2020).

Dendrometrické veličiny na jednotlivých TVP vypadají následovně: nejtlustější a nejvyšší jedle rostly na TVP 1, kde tloušťka dosahovala 55,3 cm a výška jedle 36,52 m. Lebourgeois et al. (2010 b) a Stangler et al. (2022) uvádějí velmi podobné hodnoty u těchto parametrů. Mikulenka et al. (2020) zase ve své práci uvádějí hodnoty nižší. Tyto dva parametry ve výzkumu v podhůří Jeseníků vypadaly následovně: výčetní tloušťka dosahovala 41,3 cm a výška 29,41 m. Výrazně nižší hodnoty těchto parametrů uvádějí (Vacek et al. 2015), naopak vyšší hodnoty uvádějí (Bottalico et al. 2014). Nejvyšší počet jedinců jedle na hektar byl na TVP 4, kdy na této ploše bylo 192 jedinců jedle. Mikulenka et al. (2020) uvádějí dvojnásobně více jedinců jedle na hektar. Zásoba dřeva na hektar byla skoro dvojnásobná, než uvádějí ve své práci (Mikulenka et al. 2020). Tloušťka a výška smrku je na našich plochách o trochu větší v porovnání s prací (Mikulenka et al. 2020). Hofmeister et al. (2008) uvádějí poloviční hodnoty ve srovnání s touto prací. Počet jedinců smrku na hektar jsou také poloviční jako u jedle, než uvádějí (Mikulenka et al. 2020). Hofmeister et al. (2008) dokonce uvádějí čtyřnásobně vyšší počty jedinců smrku, než je v této práci. Kruhová základna smrku na hektar je mírně nižší, než uvádí zdroj (Mikulenka et al. 2020). Naopak v našem výzkumu je o trochu více zásoby smrkového dřeva na hektar, nežli u práce (Hofmeister et al. 2008; Mikulenka et al. 2020).

V této práci byl Földnerův index diference výšky (TMh 0,085–0,333) a průměru (TMd 0,222–0,423). Podobně vysokou hodnotu Földnerova indexu průměru uvádějí (Vacek et al. 2015). Mírně vyšší výsledky přinesl výzkum (Mikulenka et al. 2020), kdy Földnerův index diference výšky byl následující (TMh 0,132–0,532) a průměru (TMd 0,252–0,580). Vyšší hodnoty těchto indexů uvádějí ve své práci (Vacek et al. 2015), kdy Földnerův index průměru byl 0,463–0,568 a výšky 0,347 – 0,482. Celková zásoba porostů je výrazně vyšší než zásoba, kterou uvádějí (Vacek et al. 2015). Nižší zásobu porostu na hektar uvádějí (Kloplic, Boncina 2011). Průměrná výška porostu je velmi podobná v práci (Metz et al. 2016; Marouz et al. 2021) a průměrná tloušťka porostu je zase podobná jako uvádějí (Metz et al. 2016; Marouz et al. 2021;

Gazol et al. 2023). Porosty, ve kterých jsou TVP vybrány, se nachází v nadmořské výšce 450 m. Gazol et al. (2023) uvádějí podobné průměrné tloušťky porostů, ale jejich výzkum byl proveden v daleko vyšších nadmořských výškách. Index vertikální struktury se v rámci TVP pohybuje v rozmezí 0,373–0,647. Vyšší hodnoty tohoto indexu uvádějí (Vacek et al. 2015).

## 7.2 Radiální růst a vliv enviromentálních vlivů

Radiální růst byl ovlivněn u jednotlivých dřevin klimatickými vlivy jako jsou například suché a chladné roky a znečištění ovzduší. V letech 1965-1992 se na TVP 1–4 snížil radiální přírůst vlivem znečištění ovzduší imisemi, pokles radiálního přírůstu byl výraznější u jedle, než u smrku. Pokles radiálního přírůstu v tomto časovém období z důvodu znečištění imisemi uvádějí (Mikulenka et al. 2020). Ke zmenšení znečištění ovzduší imisemi došlo od roku 1993, kdy po tomto roce následovalo zvýšení radiálního přírůstu u obou dřevin. Snížení znečištění ovzduší imisemi uvádějí (Vitali et al. 2017; Mikulenka et al. 2020) a ve stejném časovém období (Mikulenka et al. 2020).

V letech 1962, 1986, 1991, 1996, 1998 se radiální přírůst u obou dřevin snížil z důvodu nízké teploty v daném roce. Nejvíce negativním rokem v této práci byl rok 1996, kdy v tomto roce došlo k nejvyššímu poklesu radiálního přírůstu, který se projevil u obou dřevin. Druhým negativním rokem byl rok 1991, který se výrazněji projevil u jedle snížením radiálního přírůstu. Ve zbylých dvou letech, také došlo k poklesu radiálního přírůstu, nicméně se nejednalo o tak výrazné poklesy jako v letech 1991 a 1996. Pokles radiálního přírůstu z tohoto důvod uvádějí také (Mikulenka et al. 2020), kdy tento zdroj primárně uvádí roky 1962 a 1996, ve kterých došlo ke snížení radiálního přírůstu vlivem chladného klimatu. Rok 1986 a 1991 zase ve své práci uvádějí (Lebourgeois et al. 2010 b). Chladné klima v roce 1986, které negativně ovlivnilo radiální přírůst, uvádějí (Valeriano et al. 2023). Dále Valeriano et al. (2023) ve svém výzkumu uvádějí snížení radiálního přírůstu vlivem chladného klimatu v roce 1998.

Období sucha a tepla se v této práci také negativně projevilo na velikosti radiálního přírůstu. Teplé období s nedostatkem množstvím srážek, zde daleko častější než období chladná. V suchých obdobích došlo k výraznějšímu poklesu radiálního přírůstu v porovnání s obdobím chladným až na pár výjimek. U chladnějších obdobích se přírůst rychleji vracel na hodnotu před snížením tímto negativním vlivem, naopak u suchých let trvalo déle, než se hodnoty přírůstu vrátily zpět na hodnoty před tímto stresovým vlivem. Suchá a teplá období, ve kterých došlo ke snížení přírůstu jsou tato období 1992–1995 a roky 1976, 2003, 2004 a 2014–2022. K největšímu snížení radiálního přírůstu vlivem sucha došlo 1992–1995 toto

období negativně ovlivnilo obě dřeviny. Jednotlivé roky 1976 a 2003 zvládla jedle lépe než smrk. Jediným rokem, ve kterém došlo k většímu snížení radiálního přírůstu u jedle než smrk, byl rok 2004. V období 2014–2022 došlo ke snížení radiálního přírůstu u obou dřevin, kdy k poklesu přírůstu došlo výrazněji u smrku. K největšímu poklesu v tomto období došlo na radiálním přírůstu v roce 2018 a to u obou dřevin. Smrk v tomto období měl ještě jeden výrazný pokles, a to v roce 2016. Pokles radiálního přírůstu v tomto období uvádějí zejména u smrku (Mikulenka et al. 2020). Konkrétně se jedná o roky 1992–1995 a 2004, ve kterých také došlo ke snížení přírůstu vlivem sucha. Rok 1976, ve kterém došlo ke snížení přírůstu vlivem sucha, však ve své práci Mikulenka neuvádějí. Naopak rok 1976 společně s rokem 2003 uvádějí zdroje (Metz et al. 2016; Vitali et al. 2017). Velké snížení radiálního přírůstu vlivem sucha v roce 1976 uvádějí také (Lebourgeois et al. 2010 b). Pokles přírůstu v poslední dekádě uvádějí (Charlet de Sauvage et al. 2023). Tento zdroj uvádí rok 2018 jako rok, ve kterém došlo k nejvýznamnější poklesu.

Přírůst jedle nejvíce koreloval s měsíční teplotou v dubnu, protože pokud jsou v jarních měsících vyšší teploty snižují se tím možné škody pozdní mrazy, na které je jedle velmi citlivá a kvůli kterým dochází ke snížení radiálního přírůstu. Pozitivní korelaci na začátku vegetačního období uvádějí také zdroje (Mikulenka et al. 2020; Šimůnek et al. 2023). Lebourgeois et al. (2010 b) v práci také uvádějí, že radiální přírůst pozitivně koreloval s průměrnou měsíční teplotou v dubnu. Opačným případem jsou měsíce červen, červenec, srpen září, v těchto měsících průměrné teploty negativně ovlivnily radiální přírůst ve formě poklesu. K poklesu radiálního přírůstu došlo zejména u smrku, jehož radiální přírůst negativně koreloval v těchto měsících. Velmi podobné výsledky uvádějí také (Mikulenka et al. 2020; Miller et al. 2023; Šimůnek et al. 2023), avšak v těchto výzkumech byl radiální přírůst negativně ovlivněn teplotou u obou dřevin, ale pouze do srpna.

Pozitivní korelace radiálního přírůstu a průměrným množstvím srážek se ukázala u jedle pouze v prosinci a u smrku v dubnu. Mikulenka et al. (2020) ve své práci uvádějí měsíc červen jako měsíc ve kterém radiální růst pozitivně koreluje s množstvím srážek. Pozitivní korelace přírůstu se srážkami se objevila u obou dřevin. Šimůnek et al. (2023) uvádějí jako pozitivní korelaci přírůstu a teploty v měsících červen a červenec. Charlet de Sauvage et al. (2023) uvádějí, že mezi radiálním přírůstem jedle a množstvím srážek nebyla žádná pozitivní korelace v zimních měsících. Lebourgeois et al. (2010 b) uvádějí malé množství srážek v období květen a červenec, kdy nejvýznamnějším měsícem byl červenec, ale také v jarních měsících malé množství srážek negativně ovlivnilo radiální přírůst.

### 7.3 Škody zvěří

Přirozená obnova v porostech, ve který se TVP 1–4 nacházely, nebyla ve velkém množství zastoupena. Dřevina, která měla nejvyšší zastoupení ze všech dřevin, byla jedle bělokorá, kdy v rámci všech TVP bylo 174 jedinců jedle. Druhou nejvíce zastoupenou dřevinou v přirozené obnově byl smrk ztepilý, kterého bylo na všech TVP 101 jedinců. Poslední skupinou jsou ostatní druhy. V této skupině se nacházejí druhy javor klen, dub zimní, dub letní, bříza bělokorá a jeřáb ptačí. Zastoupení těchto druhů na všech plochách bylo nejmenší 74 jedinců. Pokud vynásobíme plochu, na které jsme měřily přirozenou obnovu, deseti dostaneme rozměry jednoho hektaru. Tím pádem, pokud vynásobíme zastoupené jedince v přirozené obnově deseti, dostaneme počet jedinců, který by se vyskytoval na jednom hektaru. Počet zastoupených jedinců by vypadal následovně: na jednom hektaru by rostlo 1740 jedinců jedle, 1010 jedinců smrku a ostatních druhů 740 jedinců. Po sečtení těchto počtů by se na jednom hektaru nacházelo 3940 jedinců přirozené obnovy všech zastoupených druhů. Minimální počet jedinců na hektar podle aktuální vyhlášky je následovný: jedle 3500 jedinců, smrk 3000 jedinců. Vacek et al. (2015) uvádí: 156 800 jedinců jedle na hektar, což je 92krát více než jsou naše počty jedinců jedle na hektar. Daleko vyšší počet jedinců na hektar u smrku uvádí (Dobrovolný 2016). Mírně vyšší počty jedinců uvádějí (Borowski et al. 2021) a dvojnásobné počty jedinců jedle na hektar uvádějí (Bedkowski et al. 2021). Jaloviar et al. (2020) zase uvádějí nižší počty jedinců jedle na hektar, než je v našem výzkumu. Nižší počty uvádějí také (Teslak et al. 2015).

Poškození přirozené obnovy vlivem spárkaté zvěře bylo na každé ploše vysoké, zejména u jedle bělokoré, která byla zvěří poškozována nejvíce. Hned 70 jedinců ze 174 bylo poškozeno okusem, tento výsledek lehce zkresluje TVP 4, na které se nacházeli jednoletí jedinci ve velkém množství. Okus, který u jedle převažoval, tak byl okus na terminálním pupenu, hned 1/3 jedinců byla poškozena tímto okusem. Smrk není tak vyhledávaným druhem jako jedle bělokorá ze 101 jedinců bylo poškozeno pouze 22 jedinců z toho hned 13 jedinců bylo poškozeno terminálním okusem. Ostatní dřeviny byly velmi podobně poškozeny jako jedle bělokorá opět 1/3 jedinců poškozená na terminální okus, avšak zde převažovala poškození slabé u jedle naopak střední či silné. Vysoké procento poškozených jedinců jedle okusem spárkaté zvěře uvádí (Vacek et al. 2013). Stejně procento poškozených smrků uvádějí (Vlad, Sidor 2011). Vyšší poškození jedinců přirozené obnovy uvádějí (Vlad, Sidor 2011; Debkov 2019). Nižší počty poškozených jedinců uvádějí (Balazy et al. 2016).

## 8 Závěr

Z této práce vyplývá, že jedle bělokorá je velmi produkční dřevina, která velmi dobře zvládá dočasně horší klimatické podmínky a jiné stresové vlivy. Po jejich odeznění velmi dobře regeneruje dokonce po některých lépe než naše hlavní hospodářská dřevina smrk, dále může být hlavní dřevinou porostu a s jinými dřevinami může vytvořit velmi produktivní, klimaticky a abioticky odolné lesy. Tyto smíšené lesy se zastoupením více druhů jsou velmi ekologicky cenné komplexy. Se správným hospodářským způsobem můžeme dojít k úspěšné přirozené obnově.

Z výsledku je viditelné, jak jedle bělokorá zvládla své poškození imisemi, i přesto jak hodně je k tomuto stresovému faktoru citlivá. K poškození došlo v časovém intervalu od roku 1965–1992. Na standardizované průměrné stanovištní chronologii byl zaznamenán pokles z důvodu chladných let, ve kterých jedle ztratila asimilační aparát, a tím pádem se snížil radiální přírůst. Jednalo se především o jednotlivé roky a to 1986 a 1996. Na teplé a suché období, které bylo od roku 2014–2022, jedle daleko lépe reagovala nežli smrk ztepilý, i přes svoji náchylnost na letní sucho průměrné radiální přírůsty dosahovaly vyšších hodnot než u smrku ztepilého, především zásluhou dlouhé kambiální aktivity. Jedle má svoji kambiální aktivitu od začátku dubna až po konec října. V této práci měsíc přírůst negativně koreloval s měsíční teplotou v červenci, ale jedle byla schopna tuto ztrátu ze stresu dohnat právě díky své dlouhé aktivitě, naopak smrk si tuto ztrátu v červenci později kompenzovat nemohl. Přírůst jedle pozitivně koreloval s teplotou v dubnu. Zvýšená teplota v jarních měsících snižuje poškození pozdními mrazy, na které velmi trpí.

U studie na přirozenou obnovu došlo k potvrzení hypotézy, že jedle bělokorá je nejvíce vyhledávanou dřevinou spárkatou zvěří. V našem výzkumu došlo k vysokému poškození jedinců, především na terminálním pupenu (40 %), samozřejmě zkreslující hodnotou výsledku je plocha TVP 4, na které se nacházela jednoletá nepoškozená obnova v převažující většině. Druhou dřevinou, kterou spárkatá zvěř velmi často vyhledává, je javor klen. V této práci byl zahrnut do třídy ostatní druhy, kde se v této skupině nachází společně s duby, jeřábem a břízou. V rámci všech ploch bylo poškozeno zhruba 40 % i u této skupiny převažovalo poškození na terminálním pupenu. Poslední skupinou je smrk, který vliv spárkaté zvěře zvládl úplně nejlépe ze všech předešlých skupin a poškozeních jedinců bylo do 20 % i u smrku převažovalo terminálního poškození. Můžeme zde tedy dojít k závěru, že smrk je nejvíce odolnou dřevinou, vůči vlivu spárkaté zvěře.

Jedle je tedy velmi perspektivní dřevinou, která pro lesní hospodářství přináší zajímavé vlastnosti jako jsou stabilizační, produkční, a především schopnost růst ve stínu. Proto by se její zastoupení v českých lesích mělo zvýšit.

## 9 Literatura

- BAŁAZY, R., M. CIESIELSKI, K. STEREŃCZAK, Z. BOROWSKI a D.A. LIGHTFOOT, 2016. The Role of Topography in the Distribution and Intensity of Damage Caused by Deer in Polish Mountain Forests. *PLOS ONE* [online].11(11) [cit. 2024–03–19]. Dostępne z: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0165967>
- BĘDKOWSKI, M., M. CZACHAROWSKI, J. OPANOWSKA, S. PATRO, E. URBAŃCZYK a K. BIELAK, 2021. Effect of planting method on the growth and silvicultural quality of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Bieszczady Mountains. *Sylvan* [online]. 165(7) [cit. 2024–03–19]. Dostępne z: [https://www.researchgate.net/publication/355928404\\_Effect\\_of\\_planting\\_method\\_on\\_the\\_growth\\_and\\_silvicultural\\_quality\\_of\\_silver\\_fir\\_Abies\\_alba\\_Mill\\_in\\_the\\_Bieszczady\\_Mountains](https://www.researchgate.net/publication/355928404_Effect_of_planting_method_on_the_growth_and_silvicultural_quality_of_silver_fir_Abies_alba_Mill_in_the_Bieszczady_Mountains)
- BIONDI F., WAIKUL K. 2004. Dendroclim 2002: AC++ program for statistical calibration of climate signals in tree ring chronologie. *Comput Geosci* 30(3):303–311
- BOROWSKI, Z., W. GIL, K. BARTOŃ, G. ZAJĄCZKOWSKI, J. ŁUKASZEWICZ, A. TITTENBRUN a B. RADLIŃSKI, 2021. Density-related effect of red deer browsing on palatable and unpalatable tree species and forest regeneration dynamics. *Forest Ecology and Management* [online]. 496(12) [cit. 2024–03–19]. Dostępne z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378112721005314>
- BOTTALICO, F., D. TRAVAGLINI, S. FIORENTINI, C. LISA a S. NOCENTINI, 2014. Stand dynamics and natural regeneration in silver fir (*Abies alba* Mill.) plantations after traditional rotation age. *IForest – Biogeosciences and Forestry* [online]. 7(5), 313-323 [cit. 2024–03–19]. Dostępne z: <https://iforest.sisef.org/?doi=ifor0985-007>
- CAMARERO, J. J. a A. GAZOL, 2022. Will silver fir be under higher risk due to drought? A comment on Walder et al. (2021). *Forest Ecology and Management* [online]. 503 [cit. 2024–03–19]. Dostępne z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378112721009178>
- CLARK, P.J., EVANS, F.C., 1954. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology* 35, s. 445–453.
- ÇOBAN, S., 2020. SPATIAL STAND STRUCTURE ANALYSIS OF ULUDAĞ FIR FORESTS IN THE NORTHWEST OF TURKEY. *Applied Ecology and Environmental Research* [online]. 18(5), 7353-7367 [cit. 2024–03–19]. Dostępne z: [http://aloki.hu/pdf/1805\\_73537367.pdf](http://aloki.hu/pdf/1805_73537367.pdf)

- COOK E. R., KAIRIUKSTIS L. A. 1990. Methods of Dendrochronology – Applications in the Environmental Sciences. *Kluwer Academic Publisher and International Institute for Applied Systems Analysis, Dordrecht, Boston, London*, 394 s
- CROOKSTON, N.L., STAGE, A.R., 1999. Percent canopy cover and stand structure statistics from the Forest Vegetation Simulator. *Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-24. Ogden, UT. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station*. 11 s.
- DEBKOV, N., 2019. Natural regeneration in Siberian fir (*Abies sibirica* Ledeb.) forests subjected to invasion of the four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandf.). *Forestry Studies* [online]. 70(1), 44–57 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://www.sciendo.com/article/10.2478/fsmu-2019-0004>
- DOBROVOLNY, L., 2016. Density and spatial distribution of beech (*Fagus sylvatica* L.) regeneration in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karsten) stands in the central part of the Czech Republic. *IForest – Biogeosciences and Forestry* [online]. 9(4), 666–672 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://iforest.sisef.org/?doi=ifor1581-008>
- DOBROWOLSKA, D. a T. T. VELEN, 2008. Treefall-gap structure and regeneration in mixed *Abies alba* stands in central Poland. *Forest Ecology and Management* [online]. 255(8-9), 3469-3476 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378112708002041>
- DOBROWOLSKA, D., 2007. The effect of canopy gaps on growth and development of silver fir (*Abies alba* Mill.) regeneration in mixed stands in the Jata reserve. *Sylvan* [online]. 151(3), 29–35 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/298987816\\_The\\_effect\\_of\\_canopy\\_gaps\\_on\\_growth\\_and\\_development\\_of\\_silver\\_fir\\_Abies\\_alba\\_Mill\\_regeneration\\_in\\_mixed\\_stands\\_in\\_the\\_Jata\\_reserve](https://www.researchgate.net/publication/298987816_The_effect_of_canopy_gaps_on_growth_and_development_of_silver_fir_Abies_alba_Mill_regeneration_in_mixed_stands_in_the_Jata_reserve)
- DOBROWOLSKA, D., 2008. Growth and development of silver fir (*Abies alba* Mill.) regeneration and restoration of the species in the Karkonosze Mountains. *Journal of Forest Science* [online]. 54(9), 398–408 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <http://jfs.agriculturejournals.cz/doi/10.17221/29/2008-JFS.html>
- DOBROWOLSKA, D., 2013. Wzrost i przeżywalność jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) w zależności od gatunku osłaniającego na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego. *Sylvan*. 157, 197–203.
- DOBROWOLSKA, D., A. BONČINA a R. KLUMPP, 2017. Ecology and silviculture of silver fir (*Abies alba* Mill.): a review. *Journal of Forest Research* [online]. 22(6), 326–335



- [cit. 2024-03-19]. Dostupné z:  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13416979.2017.1386021>
- FABRIKA M., ĎURSKÝ J. 2005. Stromové růstové simulátory. EFRA – *Vedecká agentúra pre ekológiu a lecníctvo, Zvolen*.
- FULDNER K. 1995. Strukturbeschreibung in Mischbeständen. *Forstarchiv* 66. s. 235–606.
- GAZOL, A., E. GONZÁLEZ DE ANDRÉS, M. COLANGELO, C. VALERIANO a J. J. CAMARERO, 2023. Pyrenean Silver Fir Forests Retain Legacies of Past Disturbances and Climate Change in Their Growth, Structure and Composition. *Forests* [online]. 14(4) [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/1999-4907/14/4/713>
- GAZOL, A., G. SANGÜESA-BARREDA a J. J. CAMARERO, 2020. Forecasting Forest Vulnerability to Drought in Pyrenean Silver Fir Forests Showing Dieback. *Frontiers in Forests and Global Change* [online]. 3 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/ffgc.2020.00036/full>
- HERNÁNDEZ, L., J. J. CAMARERO, E. GIL-PEREGRÍN, M. Á. SAZ SÁNCHEZ, I. CAÑELLAS a F. MONTES, 2019. Biotic factors and increasing aridity shape the altitudinal shifts of marginal Pyrenean silver fir populations in Europe. *Forest Ecology and Management* [online]. 432, 558–567 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378112718310958>
- HOFMEISTER, Š., M. SVOBODA, J. SOUČEK a S. VACEK, 2008. Spatial pattern of Norway spruce and silver fir natural regeneration in uneven-aged mixed forests of northeastern Bohemia. *Journal of Forest Science* [online]. 54(3), 92–101 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <http://jfs.agriculturejournals.cz/doi/10.17221/2/2008-JFS.html>
- CHARLET DE SAUVAGE, J., H. BUGMANN, Ch. BIGLER a M. LÉVESQUE, 2023. Species diversity and competition have minor effects on the growth response of silver fir, European larch and Douglas fir to drought. *Agricultural and Forest Meteorology* [online]. 341(8) [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168192323003544>
- JAENEHNE, S., DOHRENBUSH, A., 1997. A method to evaluate forest stand diversity. *Forstwis. Centralblatt*: s. 333-345.
- JALOVÍAR, P., D. SEDMÁKOVÁ, J. PITTNER, L. JARČUŠKOVÁ DANKOVÁ, S. KUCBEL, R. SEDMÁK a M. SANIGA, 2020. Gap Structure and Regeneration in the Mixed Old-Growth Forests of National Nature Reserve Sitno, Slovakia. *Forests* [online]. 11(1), 1–25 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/1999-4907/11/1/81>

- KLOPCIC, M. a A. BONCINA, 2011. Stand dynamics of silver fir (*Abies alba* Mill.)- European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests during the past century: a decline of silver fir? *Forestry* [online]. 84(3), 259–271 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/forestry/article-lookup/doi/10.1093/forestry/cpr011>
- KONÔPKOVÁ, A., D. KURJAK, J. KMEŤ, R. KLUMPP, R. LONGAUER, Ľ. DITMAROVÁ a D. GÖMÖRY, 2018. Differences in photochemistry and response to heat stress between silver fir (*Abies alba* Mill.) provenances. *Trees* [online]. 32(1), 73–86 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00468-017-1612-9>
- KOWALKOWSKI, W. a W. ZARKZEWSKA, 2023. Wzrost i rozwój szczepów jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) na plantacji zachowawczej w Nadleśnictwie Śnieżka. *Opera Corcontica* [online]. (50), 143–150 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/368660631\\_Wzrost\\_i\\_rozwoj\\_szczepow\\_jodly\\_pospolitej\\_Abies\\_alba\\_Mill\\_na\\_plantacji\\_zachowawczej\\_w\\_Nadlesnictwie\\_Sniezka\\_The\\_growth\\_and\\_development\\_of\\_silver\\_fir\\_Abies\\_alba\\_Mill\\_grafts\\_in\\_the\\_seed\\_orchard\\_in\\_the\\_](https://www.researchgate.net/publication/368660631_Wzrost_i_rozwoj_szczepow_jodly_pospolitej_Abies_alba_Mill_na_plantacji_zachowawczej_w_Nadlesnictwie_Sniezka_The_growth_and_development_of_silver_fir_Abies_alba_Mill_grafts_in_the_seed_orchard_in_the_)
- KUČERAVÁ, B., L. DOBROVOLNÝ a J. REMEŠ, 2012. Responses of *Abies alba* seedlings to different site conditions in *Picea abies* plantations. *Dendrobiology* [online]. 49–58 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <http://www.idpan.poznan.pl/index.php/content/-vol-69/1165-69-49-58.html>
- KUPFERSCHMID, A. D. a C. HEIRI, 2019. Recovery of *Abies alba* and *Picea abies* saplings to browsing and frost damage depends on seed source. *Ecology and Evolution* [online]. 9(6), 3335–3354 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ece3.4955>
- LEBOURGEOIS, F., C. B.K. RATHGEBER a E. ULRICH, 2010 a. Effect of climate variability and extreme events on the growth of *Abies alba*, *Picea abies* and *Pinus sylvestris* in France under a temperate climate. *Revue Forestiere Francaise* [online]. 62(1), 7–23 [cit. 2024–03–19].
- LEBOURGEOIS, F., C. B.K. RATHGEBER a E. ULRICH, 2010 b. Sensitivity of French temperate coniferous forests to climate variability and extreme events (*Abies alba*, *Picea abies* and *Pinus sylvestris*). *Journal of Vegetation Science* [online]. 21(2), 364–376 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1654-1103.2009.01148.x>
- MAROZAU, A., M. MIELCAREK, G. KROK, R. PALUCH a K. CHILIŃSKI, 2021. European silver fir – an alternative for the dying Norway spruce in Białowieża

- Forest? *Folia Forestalia Polonica* [online]. 63(2), 150–166 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://www.sciendo.com/article/10.2478/ffp-2021-0016>
- METZ, J., P. ANNIGHÖFER, P. SCHALL, J. ZIMMERMANN, T. KAHL, E.D. SCHULZE a Ch. AMMER, 2016. Site-adapted admixed tree species reduce drought susceptibility of mature European beech. *Global Change Biology* [online]. 22(2), 903–920 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.13113>
- MIKULENKA, P., A. PROKŮPKOVÁ, Z. VACEK, S. VACEK, D. BULUŠEK, J. SIMON, V. ŠIMŮNEK a V. HÁJEK, 2020. Effect of climate and air pollution on radial growth of mixed forests: *Abies alba* Mill. vs. *Picea abies* (L.) Karst. *Central European Forestry Journal* [online]. 66(1), 23–36 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://www.sciendo.com/article/10.2478/forj-2019-0026>
- MILLER, T. W., D. F. STANGLER, E. LARYSCH, et al., 2023. Later growth onsets or reduced growth rates: What characterises legacy effects at the tree-ring level in conifers after the severe 2018 drought? *Science of The Total Environment* [online]. 854 [cit. 2024–03–19]. ISSN 00489697. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969722058028>
- MINA, M., M. DEL RÍO, M. O. HUBER, E. THÜRIG, B. ROHNER a K. WOODS, 2018. The symmetry of competitive interactions in mixed Norway spruce, silver fir and European beech forests. *Journal of Vegetation Science* [online]. 29(4), 775–787 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jvs.12664>
- MZE, (2022): *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2022*. Ministerstvo zemědělství, Praha, 138 s.
- NOVÁK, J. a D. DUŠEK, 2021. Thinning of silver fir stands – Review. *Zprávy lesnického výzkumu* [online]. 66(3), 176–187 [cit. 2024-03-19]. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/files/uploads/2021/09/635.pdf>
- PACH, M. a R. PODLASKI, 2015. Tree diameter structural diversity in Central European forests with *Abies alba* and *Fagus sylvatica*: managed versus unmanaged forest stands. *Ecological Research* [online]. 30(2), 367–384 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://esj-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1007/s11284-014-1232-4>
- POTOČIĆ, N., I. SELETKOVIĆ, D. UGARKOVIĆ, A. JAZBEC a S. MIKAC, 2008. The influence of climate properties on crown condition of Common beech (*Fagus sylvatica* L.) and Silver fir (*Abies alba* Mill.) on Velebit. *Periodicum Biologorum*. 110, 145–150.
- PRERZSCH, H., 1992. Konzeption und Konstruktion von Wuchsmodellen für Rein- und Mischbestände. *Forstliche Forschungsberichte München*, Nr.115, 358 s.

- REINEKE, L.H., 1933. Perfecting a stand density index for even-aged forests. *Journal of Agricultural Research*, 46 (7), s. 627–638
- SCHWEINGRUBER, F. H., ECKSTEIN, D., SERRE-BACHET, F., BRÄKER, O. U. 1990. Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology. *Dendrochronologia*. 8:8–38.
- STANGLER, D. F., T. W. MILLER, H. HONER, E. LARYSCH, H. PUHLMANN, T. SEIFERT a H.P. KAHLE, 2022. Multivariate drought stress response of Norway spruce, silver fir and Douglas fir along elevational gradients in Southwestern Germany. *Frontiers in Ecology and Evolution* [online]. 10 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2022.907492/full>
- ŠIMŮNEK, V., A. PROKŮPKOVÁ, Z. VACEK, et al., 2023. Silver fir tree-ring fluctuations decrease from north to south latitude—total solar irradiance and NAO are indicated as the main influencing factors. *Forest Ecosystems* [online]. 10 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2197562023000817>
- TESLAK, K., M. VEDRIŠ, M. GAŠPAROVIĆ, M. ŽUNIĆ a J. ČAVLOVIĆ, 2015. Stand Regeneration Characteristics of Beech and Fir Forests in Gorski Kotar Region. *South-east European forestry* [online]. 7(2) [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <http://www.seefor.eu/vol-7-no-2-teslak-et-al-stand-regeneration-characteristics.html>
- TOŤGO, M., P. VALLET, T. PEROT, J.D. BONTEMPS, Ch. PIEDALLU, B. COURBAUD a Ch. CANHAM, 2015. Overyielding in mixed forests decreases with site productivity. *Journal of Ecology* [online]. 103(2), 502–512 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2745.12353>
- UGARKOVIĆ, D., A. JAZBEC, I. SELETKOVIĆ, I. TIKVIĆ, V. PAULIĆ, M. OGNJENOVIĆ, M. MARUŠIĆ a N. POTOČIĆ, 2021. Silver Fir Decline in Pure and Mixed Stands at Western Edge of Spread in Croatian Dinarides Depends on Some Stand Structure and Climate Factors. *Sustainability* [online]. 13(11) [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/11/6060>
- UHŮL, *Oblastní plán rozvoje lesů*. ÚHŮL [online]. 2022 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://www.uhul.cz/nase-cinnost/prirodni-lesni-oblast-c-23-podkrkonosi/>
- VACEK, S., Z. VACEK a O. SCHWARZ, 2009. *Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš: Regeneration of forest stands on research plots in the Krkonoše national parks* [online]. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce [cit. 2024–03–19]. *Folia forestalia Bohemica*.

- VACEK, S., Z. VACEK, D. BULUŠEK, L. BÍLEK, O. SCHWARZ, J. SIMON a V. ŠTÍCHA, 2015. The role of shelterwood cutting and protection against game browsing for the regeneration of silver fir. *Austrian Journal of Forest Science*. 132, 81-102.
- VACEK, Z., 2017. Structure and dynamics of spruce-beech-fir forests in Nature Reserves of the Orlické hory Mts. in relation to ungulate game. *Central European Forestry Journal* [online]. 63(1), 23–34 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://www.sciendo.com/article/10.1515/forj-2017-0006>
- VACEK, Z., S. VACEK, J. REMEŠ, I. ŠTEFANČÍK, D. BULUŠEK a L. BÍLEK, 2013. Struktura a modelový vývoj lesních porostů v NPR Trčkov – CHKO Orlické Hory, Česká republika. *Forestry Journal* [online]. 59(4), 248–263 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://content.sciendo.com/doi/10.2478/forj-2014-0030>
- VACEK, Z., S. VACEK, J. SLANAŘ, L. BÍLEK, D. BULUŠEK, I. ŠTEFANČÍK, I. KRÁLÍČEK a K. VANČURA, 2019. Adaption of Norway spruce and European beech forests under climate change: from resistance to close-to-nature silviculture. *Central European Forestry Journal* [online]. 65(2), 129–144 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://www.sciendo.com/article/10.2478/forj-2019-0013>
- VALERIANO, C., J. TUMAJER, A. GAZOL, et al., 2023. Delineating vulnerability to drought using a process-based growth model in Pyrenean silver fir forests. *Forest Ecology and Management* [online]. 541(17) [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378112723003031>
- VITALI, V., U. BÜNTGEN a J. BAUHUS, 2017. Silver fir and Douglas fir are more tolerant to extreme droughts than Norway spruce in south-western Germany. *Global Change Biology* [online]. 23(12), 5108–5119 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.13774>
- VITALI, V., U. BÜNTGEN a J. BAUHUS, 2018. Seasonality matters—The effects of past and projected seasonal climate change on the growth of native and exotic conifer species in Central Europe. *Dendrochronologia* [online]. 48, 1–9 [cit. 2024–03–19]. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1125786517301066>
- VLAD, R. a C. SIDOR, 2011. Amplitude of the deer damage in the Norway spruce forest of the Eastern Carpathian Mountains. *Carpathian journal of earth and environmental sciences*. 6, 207–214.

## 10 Přílohy



Příloha 1: Interiér TVP 1 (foto: M. Kuhn).

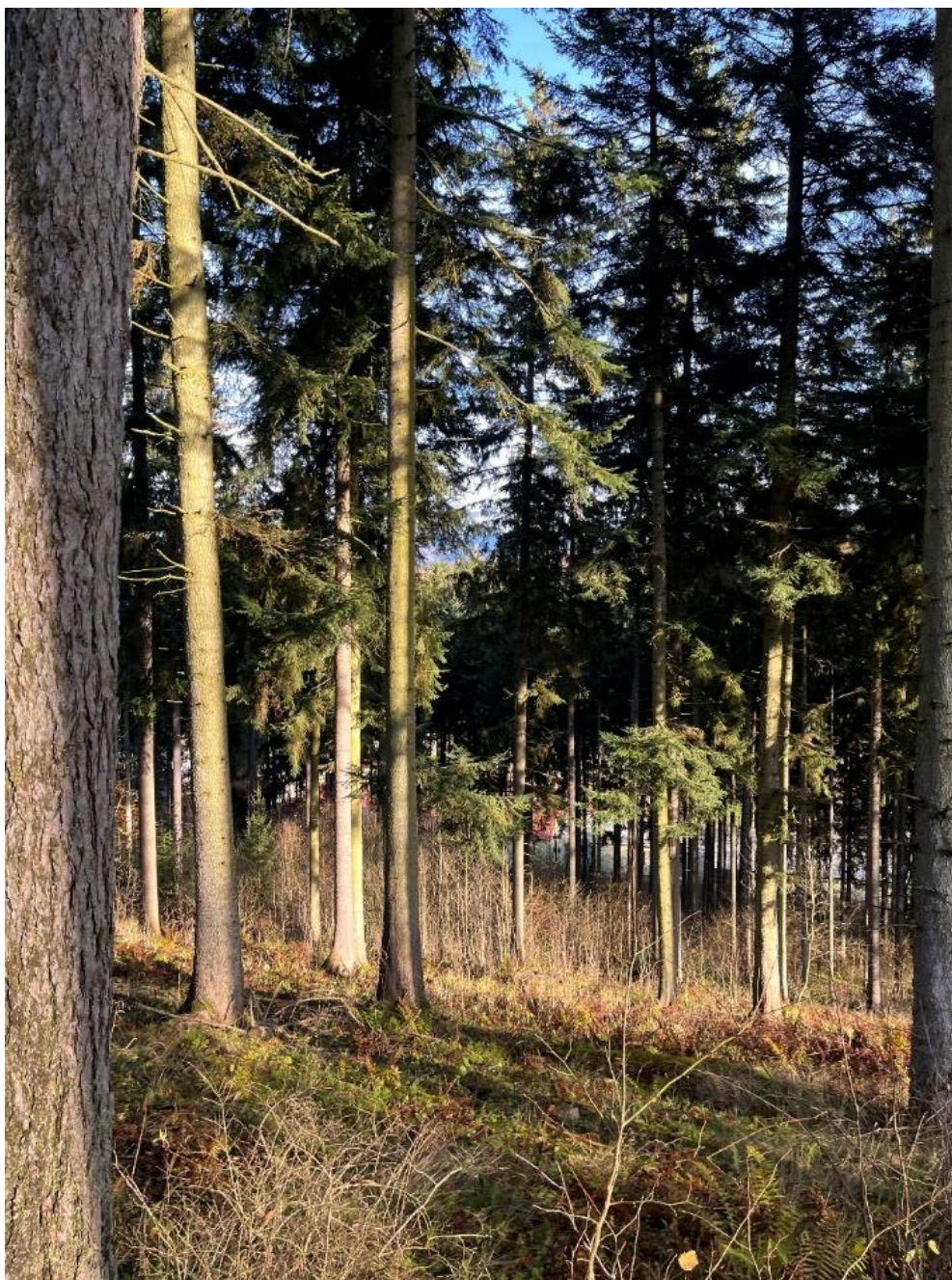


Příloha 2: Silně poškozený jedinec jedle okusem spárkaté zvěře (foto: M. Kuhn).



Příloha 3: Přírozená obnova jedle (foto: M. Kuhn).





Příloha 4: Pohled na TVP 1 (foto. M. Kuhn).



Příloha 5: Pohled na TVP 2 (foto: M. Kuhn).



Příloha 6: Pohled na TVP 2 (foto: M. Kuhn).



Příloha 7: Interiér TVP 2 (foto: M. Kuhn).



Příloha 8: Interiér TVP 3 (foto: M. Kuhn).



Příloha 9: Přirozená obnova jedle (foto: M. Kuhn).



Příloha 10: Přirozená obnova smrku pod jedlí (foto: M. Kuhn).



Příloha 11: Interiér TVP 4 (foto: M. Kuhn).