

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta lesnická a dřevařská**

**Katedra ekologie lesa**



**Fakulta lesnická  
a dřevařská**

**Struktura a věková struktura horské smrčiny v  
NPR Kralický Sněžník**

**Bakalářská práce**

Autor: Jaroslava Horčíčková

Vedoucí práce: Ing. Vojtěch Čada, Ph.D.

©2022 ČZU v Praze



# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jaroslava Horčíčková

Lesnictví  
Lesnictví

Název práce

**Struktura a věková struktura horské smrčiny v NPR Králický Sněžník**

Název anglicky

**Stand and age structure of the mountains spruce forest of nature reserve Králický Sněžník**

---

### Cíle práce

Prvním cílem práce bude pomocí literární rešerše shrnout dosavadní vědecké znalosti o historickém vývoji horských lesů střední Evropy, případně o přirozené dynamice a dynamice disturbancí v těchto lesích. V druhé, praktické části práce bude proveden průzkum horské smrčiny v NPR Králický Sněžník a zhodnocena její struktura, věková struktura, a případně její historický vývoj pomocí letokruhové analýzy.

### Metodika

V rámci prvního cíle bude zpracován rozbor literatury (literární rešerše) s důrazem na aktuální domácí i zahraniční vědeckou literaturu. V rámci druhého cíle bude v zájmovém území založeno několik trvalých výzkumných ploch, na kterých bude změřena struktura stromového patra a z jednotlivých stromů odebrány vývrty na zhodnocení věkové struktury a historie přírůstu. Vývrty budou zpracovány v laboratoři a budou změřeny šířky letokruhů, na základě kterých bude určen věk stromů a historie jejich přírůstu. Interpretace historického vývoje studovaného porostu bude provedena předně na základě věkové struktury stromů.

Harmonogram zpracování:

Květen 2020 — Zadání BP

Léto 2020 — Studium literatury, terénní a laboratorní práce

Podzim 2020 — Příprava a vyhodnocení dat

Listopad/prosinec 2020 — Konzultace výsledků analýz, osnovy práce a kostry literárních zdrojů se školitelem

Zima 2020/2021 — Příprava textu BP

Březen 2021 — Konzultace finální podoby práce se školitelem

Duben 2021 — Předložení práce

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jaroslava Horčíčková

Lesnictví  
Lesnictví

Název práce

**Struktura a věková struktura horské smrčiny v NPR Králický Sněžník**

Název anglicky

**Stand and age structure of the mountains spruce forest of nature reserve Králický Sněžník**

### Cíle práce

Prvním cílem práce bude pomocí literární rešerše shrnout dosavadní vědecké znalosti o historickém vývoji horských lesů střední Evropy, případně o přirozené dynamice a dynamice disturbancí v těchto lesích.

V druhé, praktické části práce bude proveden průzkum horské smrčiny v NPR Králický Sněžník a zhodnocena její struktura, věková struktura, a případně její historický vývoj pomocí letokruhové analýzy.

### Metodika

V rámci prvního cíle bude zpracován rozbor literatury (literární rešerše) s důrazem na aktuální domácí i zahraniční vědeckou literaturu. V rámci druhého cíle bude v zájmovém území založeno několik trvalých výzkumných ploch, na kterých bude změřena struktura stromového patra a z jednotlivých stromů odebrány vývrty na zhodnocení věkové struktury a historie přírůstu. Vývrty budou zpracovány v laboratoři a budou změřeny šířky letokruhů, na základě kterých bude určen věk stromů a historie jejich přírůstu. Interpretace historického vývoje studovaného porostu bude provedena předně na základě věkové struktury stromů.

Harmonogram zpracování:

Květen 2020 — Zadání BP

Léto 2020 — Studium literatury, terénní a laboratorní práce

Podzim 2020 — Příprava a vyhodnocení dat

Listopad/prosinec 2020 — Konzultace výsledků analýz, osnovy práce a kostry literárních zdrojů se školitelem

Zima 2020/2021 — Příprava textu BP

Březen 2021 — Konzultace finální podoby práce se školitelem

Duben 2021 — Předložení práce

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „*Struktura a věková struktura horské smrčiny v NPR Kralický Sněžník*“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího práce Ing. Vojtěcha Čady, Ph.D., a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce Ing. Vojtěchu Čadovi, Ph.D. za poskytnutí cenných rad, ochoty, trpělivosti a celkově za skvělý přístup při vedení bakalářské práce. Dále bych velmi ráda poděkovala mamince, tatínkovi, rodině a přátelům za trpělivost a podporu, kterou mi po celou dobu psaní bakalářské práce dávali.

# Struktura a věková struktura horských smrčín v NPR Kralický Sněžník

## Souhrn

Tato bakalářská práce, se zaměřuje na téma Struktury a věkové struktury horských smrčín v Národní přírodní rezervace Kralický Sněžník. Je rozdělena do dvou částí. První, teoretická část je zaměřena na shrnutí dosavadních znalostí o jedné z nejvýznamnější jehličnaté dřevině v Eurasii. Tedy o smrku ztepilém (*Picea abies*). O vhodný stanovištních podmínkách pro jeho růst. Dále se práce zabývá nejčastějšími druhy disturbancí, které na přirozené smrkové lesy ve střední Evropě působí, a to nejen v současnosti, ale text přibližuje také poznatky a historické záznamy disturbancí, jež na smrkové lesy působily v minulosti (od 18. století).

Druhá, praktická část práce, je pak zaměřena na samotné praktické zhodnocení struktury pěti ploch, na kterých se vyskytuje smrk ztepilý (*Picea abies*), a to v rámci Národní přírodní rezervace (dále jen NPR) Kralický Sněžník. Tato část práce je zaměřena na porovnání tloušťkové a výškové struktury v rámci jednotlivých ploch, a dále jaký vliv měla nadmořská výška na strukturu. V rámci zkoumání byla provedena letokruhová analýza, ze které je patrné, jaké druhy disturbance měly v minulosti na smrkové porosty vliv.

**Klíčová slova:** Disturbance, dendrochronologie, *Picea abies*, přirozený les

# **Stand and age structure of the mountains spruce forest of nature reserve Kralický Sněžník**

## **Summary**

This bachelor's thesis focuses on the topic Stand and age structure of the mountains spruce forest of nature reserve Kralický Sněžník. It is divided into two parts. The first, theoretical part is focused on summarizing the current knowledge about one of the most important conifers in Eurasia. So about the spruce (*Picea abies*). About suitable habitat conditions for its growth. Furthermore, the work deals with the most common types of disturbances that affect natural spruce forests in Central Europe, not only at the present time, but the text also provides insights and historical records of disturbances that affected spruce forests in the past (since the 18th century).

The second, practical part of the work is focused on the actual practical evaluation of the structure of five areas where Norway spruce (*Picea abies*) is found, within the Kralický Sněžník National Nature Reserve (hereafter NPR). This part of the work is focused on comparing the thickness and height structure within the individual areas, and also what effect the altitude had on the structure. As part of the investigation, a tree-ring analysis was carried out, which shows what types of disturbance have had an effect on spruce stands in the past.

**Keywords:** Disturbance, dendrochronology, *Picea abies*, natural forest



# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>12</b>
<b>2. Cíl práce .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Literární rešerše .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1. Horské smrkové lesy střední Evropy .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2. Přírodní narušení v horských smrkových lesích .....</b>	<b>16</b>
3.2.1. Větrná disturbance .....	18
3.2.2. Lýkožrout smrkový ( <i>Ips typographus</i> ).....	18
3.2.3. Vliv klimatických změn na disturbance .....	19
<b>3.3. Přizpůsobení (regenerace) smrku ztepilého po narušení.....</b>	<b>19</b>
3.3.1. Tlející dřevo .....	20
<b>3.4. Dendrochronologie .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5. Pohled do historie horských smrčin střední Evropy .....</b>	<b>22</b>
3.5.1. 18. století.....	22
3.5.2. 19. století.....	23
3.5.3. 20. století.....	24
<b>4. Metodika.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1. Charakteristika zájmového území – NPR Kralický Sněžník ..</b>	<b>25</b>
4.1.1. Území .....	26
4.1.2. Geologie území .....	26
4.1.3. Klimatické členění .....	27
4.1.4. Dřeviny.....	28
4.1.5. Flóra a fauna.....	28

4.1.6.	Vliv člověka .....	29
<b>4.2.</b>	<b>Metodika sběru dat .....</b>	<b>30</b>
4.2.1.	Odběr a zpracování vzorků .....	30
4.2.1.1.	Získání a zpracování vývrtů pro letokruhovou analýzu..	31
<b>5.</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>33</b>
<b>5.1.</b>	<b>Druhové složení a struktura .....</b>	<b>33</b>
5.1.1.	Tloušťková struktura .....	35
5.1.2.	Výšková struktura .....	37
<b>5.2.</b>	<b>Věková struktura.....</b>	<b>39</b>
5.2.1.	Letokruhová analýza .....	41
<b>6.</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>45</b>
<b>7.</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>47</b>
<b>8.</b>	<b>Zdroje .....</b>	<b>48</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Areál rozšíření Smrku ztepilého ( <i>Picea abies</i> ), (EUFORGEN 2009, <a href="http://www.euforgen.org">www.euforgen.org</a> ) .....	15
Obrázek 2: Mapa s vyznačením NPR Kralický Sněžník (Zdroj: Příloha č. 620 k nařízení vlády č. 318/2013 Sb.).....	27
Obrázek 3: Lokalizace studijních ploch.....	31

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Souřadnicové umístění zkusných ploch a jejich nadmořské výšky .....	31
Tabulka 2: Počet odebraných a analyzovaných vývrtů z ploch.....	32
Tabulka 3: Procentuální a kusové zastoupení živých a mrtvých dřevin na plochách.....	34
Tabulka 4: Taxační charakteristika na zkusných plochách pro stromy s výčetní tloušťkou na 10 cm .....	34

## Seznam grafů

Graf 1: Tloušťková struktura stromů s výčetní tloušťkou nad 10 cm. Třídy jsou rozdělené po 10 cm.....	36
Graf 2: Výšková struktura stromů s výčetní tloušťkou nad 10 cm. Třídy jsou rozdělené po 2 m.....	38
Graf 3: Znázornění počátku růstu smrku zařazených do desetiletí.....	40
Graf 4: Průměrné přírůstkové křivka smrků na jednotlivých plochách.....	43

## 1. Úvod

Tato práce se zabývá strukturou a věkovou strukturou horské smrčiny v Národní přírodní rezervaci (dále jen NPR) Kralický Sněžník. Zaměření bylo konkrétně na lesní porosty smrku ztepilého (*Picea abies*), který patří v lesích České republiky k nejrozšířenějším jehličnatým dřevinám a ve střední Evropě zaujímá významnou část lesů. V rámci NPR Kralický Sněžník je od roku 1990 jedním z hlavních cílů ochrana přirozeného výskytu porostů smrku ztepilého.

Přirozené lesy se kdysi rozprostíraly po celém evropském kontinentu. Nyní je najdeme již jen ve formě malých, izolovaných pozůstatků. I nadále jsou však cennou složkou pro pochopení přirozené dynamiky lesa a jsou pro nás důležitým zdrojem přírodního dědictví, nejen pro svou vnitřní hodnotu, ale z pohledu své genetické rozmanitosti. (Spinu, 2020). Pro pochopení těchto přirozených horských smrčín je nezbytné zabývat se jejich zkoumáním. Je potřebné a velmi přínosné chápat, jaká narušení lesy utvářela do podoby, kterou známe dnes. Zmíněná narušení je podstatné vnímat jako nedílnou součást cyklu, který vytváří podmínky pro původní dřeviny na daném stanovišti. Do historického vývoje porostu lze nahlédnout pomocí letokruhové analýzy, jež je součástí vědní disciplíny dendrochronologie. Pochopení vztahu mezi dřívější strukturou lesa a strukturou po případném narušení umožňuje analýza přeživších generací porostů, jež jsou k narušením náchylnější (Garrett W. Meigs, 2017).

*„Příroda nedělá nic zbytečně“*

Aristoteles

## 2. Cíl práce

Cílem první části bakalářské práce je shrnutí dosavadních znalostí o smrku ztepilém (*Picea abies*), a vlivů okolí, jež na tento druh stromu působí. Pozornost je zaměříme zejména na disturbance větrné a na napadení kůrovcovitými brouky, zejména lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*). Dále je cílem poukázání na to, jak se pomocí dendrochronologie disturbance zkoumají a jaké jsou na tato narušení reakce porostů z pohledu regenerace. Koukneme se jaká narušení působila na horské smrkové lesy ve střední Evropě a uvedeme si konkrétní příklady za posledních 300 let.

Cílem praktické části práce je zhodnocení struktury a věkové struktury smrku ztepilého (*Picea abies*) na pěti zkusných plochách, které byly založeny v letech 2020 a 2021 v NPR Kralický Sněžník. Jednotlivé plochy byly mezi sebou porovnávány i s přihlédnutím na jejich nadmořskou výšku a z toho pramenící rozdílnost.

### 3. Literární rešerše

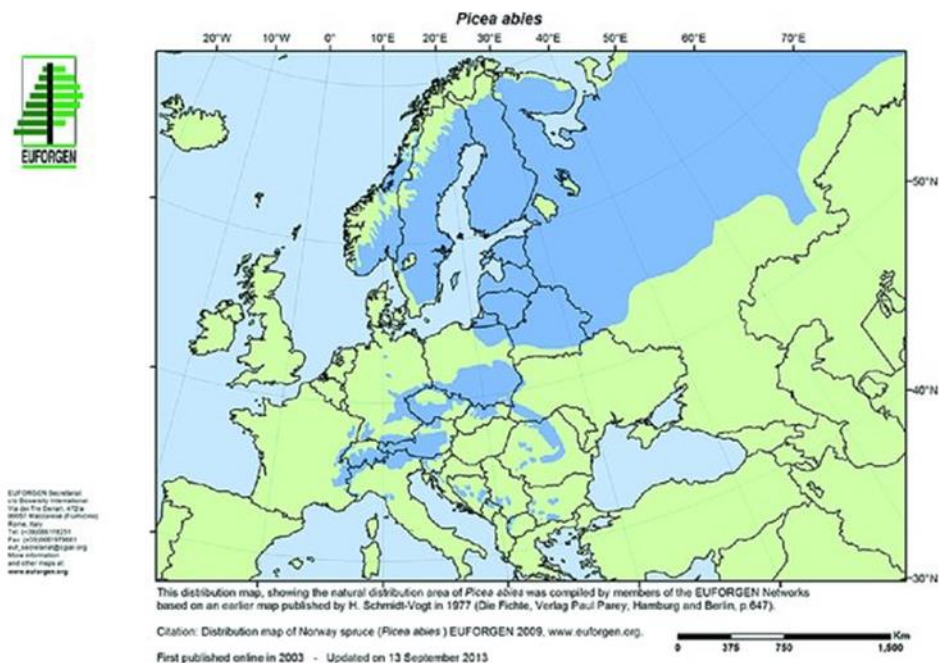
#### 3.1. Horské smrkové lesy střední Evropy

Smrk ztepilý (*Picea abies*) je zařazen do řádu borovicotvaré (*Pinales*), čeledi borovicovité (*Pinaceae*) a rodu smrk (*Picea*) (Musil, 2003). Patří mezi významný druh ekosystému oblasti Eurasie a je rozšířen od Sibíře po Skandinávii přes pobaltské země až po středoevropská horská pásma (Honkaniemi, 2020). Jeho přirozený areál můžeme vidět na obrázku 1. Za posledních pár století se jeho přirozený areál rozšířil po Evropě, kde je jednou z nejvýznamnějších hospodářských dřevin (Janda, 2014). Současné zastoupení smrku na území České republiky je 54 %, z toho pouze 11 % je zastoupení přirozené. V České republice je nejdůležitější hospodářskou dřevinou a využívá se ve stavebnictví, papírenském průmyslu či na vánoční stromky (Musil, 2003).

Ve svém přirozeném areálu, v horských oblastech, vytváří smíšené a jednodruhové lesy. Tyto horské smrkové lesy plní významnou funkci ekologickou (např.: zadržování vody, ochrana půdy, lavinová ochrana) i ekonomickou (např.: produkce dřeva) (Janda, 2014). Porosty, kde dominuje smrk, monospecifické lesy, mají jen malý podíl příměsi jiných dřevin. Nízká rozmanitost může být způsobena nepříznivými podmínkami prostředí, pro ostatní dřeviny, např. ve vysokých nadmořských výškách (Holeksa, 2016).

Jedinci dorůstají do výšky obvykle okolo 30 až 40 m. Ve výjimečných případech mohou dosahovat i výšky nad 50 m. Výčetní tloušťka je maximálně 1,5 m, s výjimkou pak až 1,82 m. Když se na strom podíváme, tak vzhled koruny je pohledově pyramidálního tvaru s pravidelnými přesleny. V horských oblastech se setkáme s užším tvarem koruny. Časně větry, které vanou z jednoho směru mohou mít za následek vznik vlajkové koruny, kdy větve rostou na závětrné straně kmene. Kmen smrku je štíhlý, až válcovitý a u paty stromu jsou značně vyvinuty kořenové náběhy. Kořenový systém je značně variabilní, a na jeho stavbu mají při vývoji vliv půdní podmínky jako je obsah kyslíku či živiny v půdě. Obecně je smrk znám tím, že je jeho

kořenový systém plochý s nedostatečným zakotvením v půdě. To přispívá mj. k tomu, že snadno podléhá bořivým větrům a je považován za nejvíce ohrožený taxon (Musil, 2003).



Obrázek 1: Areál rozšíření Smrku ztepilého (*Picea abies*), (EUFORGEN 2009, [www.euforgen.org](http://www.euforgen.org))

Na území České republiky je hlavní dřevinou v oreofytiku (klimatické či klimaxové smrčín). Skupiny se však můžou vyskytovat i nad horní hranici lesa. Nejvýše se u nás smrky vyskytují na Sněžce (až do 1550 m. n. m.). Přirozený výskyt smrku je ve výškové hladině nad 1 000 m. n. m.. Tam jsou však mnohdy poškozovány emisemi (Musil, 2003).

Smrk ztepilý (*Picea abies*) má značné nároky na vlhkost jak půdní, tak na vlhkost vzduchu. To naznačuje i to, že kde je na stanovišti dostatek vody, vykazuje smrk obecně mohutnější růst. Jeho ekologické optimum je v takových oblastech, které jsou výše položené, převážně se tak jedná o chladné, mrazem ohrožené lokality. V takových podmínkách zároveň slábnou konkurence buku a jedle (Musil, 2003) a smrk tak má více prostoru pro svůj růst a rozvoj. Smrk je značně plastickým stromem a může tudíž produkovat biomasu a růst za různých světelných podmínek (Čada, 2013). Obecně je však

považována za polostinnou dřevinu se střední tolerancí k zástinu. Je i uváděno, že se jedná o slunnou dřevinu, která v mládí snáší zástin. Tedy tolerance světelných podmínek se mění s věkem (Musil, 2003). Semenáčky smrku dokonce dokáží obnovit intenzivní růst i po desítkách let přežívání v zástinu. Smrky rostoucí v zástinu pak, na rozdíl od smrků rostoucích v optimálních světelných podmínkách, mají hustší letokruhy (Jonášová, 2013). Příkladem může být smrk, který ve svých 151 letech dosáhl tloušťky pouhých 14 až 18 cm, ale v následujících 127 letech jeho tloušťka překročila 1 metr (Musil, 2003). V horských porostech potřebují semenáčky pro růst dobrou dostupnost světla, ke které přispívá i odstranění vzrostlých stromů (Spinu, 2020).

Smrk ztepilý je zařazen mezi středně dlouhověké druhy (Pavlin, 2021). Musil (2003) uvádí věk smrku v rozmezí 300 až 400 let, může se však dožít věku vyššího. Což dokazuje řada studií provedených ve starších horských lesích v Evropském mírném pásu, kde byly nalezeny smrky, které zmíněnou délku života (300-400 let) přesahovaly (Pavlin, 2021). Věk jedince tak dle dostupných studií může přesáhnout i 500 let (Čada, 2016). Příkladem může být známý „Želnavský smrk“, který byl roku 1864 skácen na Šumově a u kterého byl zjištěn věk 585 let. Jeho výška dosahovala 68,9 m (Musil, 2003). A v současném století byl, rovněž na Šumavě, objeven smrk vysokého věku. Dle provedené analýzy měl 632 let (Hochmanová, 2016). Aby však nedošlo k mýlce, přestože se takto staré stromy objevují, stále se jedná spíše o výjimky, které jsou k vidění jen zřídka, neboť porosty často zažívající narušení a do starších růstových fází se plnohodnotně vyvinout nemohou. Jsou to tak právě disturbance, jež stromům znesnadňují dosáhnout vysokého věku (Čada, 2016)

### **3.2. Přírodní narušení v horských smrkových lesích**

Významnými procesy, ovlivňující strukturu a růst horského smrkového lesa ve střední Evropě, jsou přírodní narušení (Čada, 2020), která můžeme znát pod odborným názvem disturbance. Narušení jsou proměnlivá jak rozsahem, tak svou frekvencí, intenzitou, či svým časovým a prostorovým



vymezením. Všechny tyto proměnné tak vytvářejí přirozenou variabilitu lesů a dlouhodobě utvářejí vlastnosti lesních stanovišť a podmínky pro druhy organismů, které v lesích žijí (Čada, 2016). Ač by se to na první pohled mohlo zdát nepravděpodobné, patří narušení k neodmyslitelné součásti celoživotního růstu stromů (Pavlin, 2021)

Mylný předpoklad vnímání disturbancí jako záporného vlivu dokazuje, že ještě několik desetiletí nazpět byly disturbance chápány spíše jako negativní činitel, který způsobuje v lesích škody (Spinu, 2020) a ovlivňuje strukturální vlastnosti (věkovou a prostorovou strukturu), druhové složení, biodiverzitu koloběhu živin, ukládání uhlíku a další ekosystémové služby (Panayotov, 2017). Nyní jsou však již uznávány jako faktor, který ovlivňuje významně vývoj lesních ekosystémů (Rosss, 2012). Můžeme se s nimi setkat ve všech typech lesů od tropických přes lesy mírného pásma až po boreální lesy. Každý lesní typ, a dokonce každý jednotlivý les je však natolik jedinečný, že rovněž velikost a síla působení disturbancí je odlišná. Co do rozsahu se tak disturbance objevují od malých až po velmi rozlehlé události, jež mohou dokonce nahradit celé postižené porosty (Holeksa, 2016).

Není to událost izolovaná, ale interaguje s dalšími procesy jako je například klima, a také se strukturou a druhovým složením lesa (Darrell W. Ross, 2001). Disturbance popisujeme podle jejich závažnosti, četnosti a velikosti (Čada, 2016). Mezi jednotlivými událostmi můžeme vidět i jistou zákonitost ve chvílích, kdy starší stromy odumírají s vyšší pravděpodobností než stromy mladší. To platí převážně u větrných narušení či výskytu kůrovcovitých brouků. Pokud je porost častěji narušovaný mírnými nebo středními disturbancemi přispívá to k heterogenní struktuře, což vede k rozmanitějšímu a stabilnějšímu lesu.

Z výše zmíněných důvodů je tak studování lesů a poznávání jejich historického vývoje klíčovým faktorem toho, jak se lesy budou vyvíjet do budoucna (Čada, 2018), a jak bychom k nim dle těchto predikcí měli přistupovat. Následující podkapitoly si kladou za cíl čtenáři blíže přiblížit, jaké typy disturbancí (narušení) jsou pro smrkové porosty nejčastější. Mimo

tyto zmíněné příklady (vítr, lýkožrout, oheň) se vyskytují další činitelé, které jsou méně nebo pouze lokálně významné. Mezi ně patří laviny, houby a další patogeny a býložraví živočichové (Čada, 2013). Mezi další příklad vlivu, na který je smrk značně citlivý je znečištění ovzduší (Musil, 2003).

### **3.2.1. Větrná disturbance**

Střední Evropa bývá často postižena vichřicemi, které mohou měnit lesní krajinu o velikosti až několika tisíc hektarů (Zielonka, 2010). Nízká a střední závažnost narušení změní krajinu v malém rozsahu (Holeksa, 2016). Vytvářejí se mezery o velikosti jednoho jedince (Čada, 2013) nebo malé až středně velké mezery v porostu, které vyplývají z mortality skupiny stromů (Holeksa, 2016). Tato narušení se mohou vyskytovat každý rok, a mnohdy se tak i děje, a svým působením zvyšují heterogenitu lesů a pozitivně jej tak ovlivňují (Čada, 2013). Oproti tomu velké silné náporů, které jsou méně časté (Holeksa, 2016), mohou dramaticky změnit lesní krajinu na tisících hektarech (Zielonka, 2010) a výrazně tím dynamiku daného porostu pozměnit. Na základě historických důkazů se silné vichřice vyskytují periodicky každé století. Na exponovaných stanovištích se dle dostupných záznamů opakují přibližně jednou za 100 let (Čada, 2013).

Právě větrná disturbance hraje v proměnách dynamiky lesa významnou, ne-li hlavní roli. Avšak v některých případech může škody způsobené větrem převýšit výskyt kůrovcovitých brouků, kteří za vhodných podmínek napadají porosty a vzrostlé stromy (Čada, 2013).

### **3.2.2. Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*)**

Nejvýznamnějším druhem brouka, který působí narušení střeoevropských smrkových lesů je lýkožrout smrkový (*Ips typographus*). Dále ve smrkových lesích působí i lýkožrout menší (*Ips amitinus*) a lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*) (Mezei, 2017). Širokou veřejností jsou zmíněné druhy brouků označovány podle podčeledi, do které spadají, tedy kůrovcovití brouci.

Příznivé podmínky pro epidemické rozšíření populace kůrovcovitých brouků jsou vysoké teploty a nízké srážky, jež mají za následek sucho, které oslabuje vitalitu stromů (hostitele) (Samolin, 2014), což broukům usnadňuje napadení stromů. Brouci napadají primárně větší, starší stromy a zanechávají neporušenou obnovu (Bača, 2017).

Kůrovcová epidemie není záležitost chvilková, ale obvykle vytváří dlouhodobé disturbance, které se vyskytují na různě rozlehlých územích, v synchronizovaném časovém úseku, který může trvat i několik let (Samolin, 2014). V některých případech může docházet také k napadení porostu kůrovcovitými brouky po předchozím větrném narušení prostředí. Tedy jedna porucha zvyšuje pravděpodobnost výskytu té další (Janda, 2014).

### **3.2.3. Vliv klimatických změn na disturbance**

Smrk ztepilý (*Picea abies*) v celém jeho areálu stále více ovlivňují klimatické změny. Mělký kořenový systém smrku způsobuje, že je náchylný ke stresu ze sucha (Honkaniemi, 2020). Sušší podmínky, kromě možného způsobování stresového stavu u stromů, zvyšují riziko vzniku lesních požárů. Dále změny klimatických podmínek mohou přímo ovlivňovat intenzitu a frekvence bouřek a následky těchto bouří v podobě polomů pak nepřímo mohou podpořit rozmnožování kůrovcovitých brouků (Shelhaas, 2003).

### **3.3. Přizpůsobení (regenerace) smrku ztepilého po narušení**

Středoevropské smrkové lesy mírného pásu mají specifický charakter ve stabilitě druhového složení. Disturbance redukuje hustotu korunové klenby, když přednostně odstraňuje vzrostlé jedince. Tím se zvyšuje propustnost slunečních paprsků, nastává nábor semenáčků a zvyšuje se rychlost jejich růstu i růst pokročilé obnovy (Bača, 2017).

V několika studiích se můžeme dočíst, že regenerace smrku ztepilého (*Picea abies*) může po narušení trvat i několik let. Existuje pro to řada vysvětlení. Mezi některé můžeme řadit například několik po sobě jdoucích narušení, nedostatek mrtvého dřeva, které ovlivňuje růst semenáčků a jejich přežití, nepřízeň počasí v podobě poškození semenáčků pozdním mrazem,

sněhem či ledem. Obzvláště pomalá regenerace nastává v případě, kdy k průběžné regeneraci docházelo málo nebo nebyla žádná. Takový případ může být v porostech s uzavřeným zápojem (Svoboda, 2014).

Postupem času se počty semenáčků navyšují, a tím zaplňují vzniklé mezery a dostávají se do zápoje (Bača, 2017). Jak je i uvedeno v článku Čady (2013), odrůstání stromů je pod hustými korunami v horských smrkových lesích nepravděpodobné, protože mladé stromky mají relativně vyšší požadavky na světlo než v nižších polohách. Obnova je tedy řízena, kulminuje během narušení a roste v uvolněných korunových mezerách. Vzniká tak velmi komplikovaný, avšak funkční vztah mezi rušivými činiteli a smrkovými porosty.

### **3.3.1. Tlející dřevo**

Tlející dřevo je jedním z hlavních znaků horských lesů ve střední Evropě a je jeho nedílnou a důležitou součástí. Patří mezi jeden z hlavních rozdílů mezi lesem hospodářským a lesem původním (Svoboda, 2009). Do ekosystému vstupuje tlející dřevo odumřením živého stromu, buď v důsledku disturbance nebo v důsledku vzájemné konkurence o lepší podmínky mezi stromy. Touto skutečností následně do ekosystémů vstupují odlišné rozměry tlejícího dřeva (Svoboda, 2007). Vstupují ve formě stojících rozpadajících se suchých stromů a tlejících ležících stromů. V lesním porostu tlející dřevo ovlivňuje množství organické hmoty v půdě, půdní vlhkost, a dále množství a kvalitu organismů, kteří se podílejí na rozkladu organické hmoty. Zároveň je tlející dřevo významným zdrojem živin, neboť svým rozkladem poskytuje a zabezpečuje substrát pro obnovu dřevin a ovlivňuje půdní procesy. To vše je však pochopitelně závislé na daných klimatických podmínkách a stavu a typu lesa (Svoboda, 2009).

V horských lesích je obnova smrku ztepilého (*Picea abies*) závislá převážně na výskytu tlejícího dřeva (Svoboda, 2009). Význam pro regeneraci smrku v drsných horských podmínkách je zejména v tom, že rozkládající se kmeny udržují vhodné vlhkostní a tepelné podmínky na stanovišti a ochraňují přirozenou obnovu před konkurencí bylinného patra. Stín produkovaný

mrtvými stromy k dobrým podmínkám přispívá a zabraňuje vysychání půdy, které je typické zvláště pro holiny (Jonášová, 2004). To znamená, že semenáčky smrku mají dobrou klíčivost na rozkládajících se kmenech (Musil, 2003).

### 3.4. Dendrochronologie

Dendrochronologie pochází ze spojení dvou řeckých slov. Z *dendro* což znamená strom a *chronologie*, což je název vědy, která se zabývá datováním událostí (Fritts, 1976). Jedná se tedy o vědní disciplínu datování dřeva. Je založena na analýze šířky letokruhů. Jak je známo, na strom v jeho růstu působí vnější i vnitřní činitele a tím je pak ovlivněna tvorba letokruhů (Kyncl, 2002).

Tato metoda se používá k rekonstrukci dynamiky narušení porostu a jejich dopadu na lesní ekosystém. Analýza letokruhů a následná rekonstrukce poruch, které oblast zasáhly, dává nahlédnout o několik set let zpět v čase (Kuosmanen, 2020). Tento druh rekonstrukce patří k nejužitečnějším metodám analýzy (Čada, 2020), neboť poskytuje cenné údaje o frekvencích a závažnosti poruch. Nastává zde ale jeden háček. Na základě dendrochronologických záznamů nelze identifikovat původce poruchy. Nelze tak jednoznačně označit za viníka, například vichřici, napadení kůrovcovitými brouky či těžbu dřeva. Tato narušení po sobě v letokruzích nezanechávají žádné stopy, podle kterých bychom původce narušení jednoznačně určili (Kuosmanen, 2020). Obecně je však známo, že strom, který přežije některé ze zmíněných narušení (či jejich kombinaci), reaguje na zlepšení podmínek (po plném či částečném odeznění narušení) zvýšením růstem. Taková událost se následně projeví během následujících let na letokruhových sériích jako zvýšený radiální růst (Zielonka, 2010). Tato „paměť“ v podobě letokruhů poskytuje vědcům cenné informace, neboť rekonstrukce disturbancí poskytuje data, díky kterým je možné pozorovat, jaký vliv mají na strukturu různé intenzity narušení v časových odstupech (Janda, 2018).

### **3.5. Pohled do historie horských smrčín střední Evropy**

V následující části je uveden přehled poznatků o konkrétních událostech přírodních narušení v horských smrkových lesích střední Evropy od začátku 18. století. Období od začátku 18. století po současnost, jímž se tato část práce zabývá, nebylo vybráno náhodou. Je tomu především proto, že právě od 18. století začaly v dostatečné míře přibývat záznamy, které disturbance datují a popisují. Nicméně je zapotřebí zmínit, že přírodní narušení samozřejmě působila i v dřívějším období. Například roku 1561 na Vimpersku jsou dochovány doklady o škodách způsobených větrem. Konkrétně jsou zaznamenány v Kosmově kronice české (Lesnictví, 1985).

#### **3.5.1. 18. století**

Historickou část začneme v Tatrách na Slovensku, kde zaznamenal německý botanik Thomas Mauksch, na jižních svazích v listopadu roku 1769 extrémně silný vítr, který zdecimoval lesy v podhůří (Holeksa, 2016, Pavlin, 2021).

Na šumavském pohoří byly zjištěny přítomnosti středně závažných narušení v období 1750-1770. Období lze spojit s historickými záznamy narušení vichřicemi v letech 1740, 1752-1753 (Janda, 2014). Vichřice z roku 1740, je popisována jako vichřice století a zasáhla nejen české země, ale i Rakousko, Německo (Brázdil, 2004). Následný výskyt kůrovcovitých brouků v 80. letech 18. století v Čechách byl pravděpodobně nadprůměrný, neboť vyšla dvě nařízení, která poukazovala na to, že kůrovcovití brouci jsou příčinou hromadného usychání smrků (Nechleba, 1929). Ze stejného časového období pochází také zmínky o méně závažných narušení, tentokrát v Chráněné krajinné oblasti Šumavy, zmíněná v práci Čady (Čada, 2013). Přestože narušení nebyla fatální, znamenala v chronologii významný vrchol, neboť více než 10 % studovaných stromů ukazovalo narušení. Vrchol mohl souviset se známou vichřicí z roku 1778.

### 3.5.2. 19. století

Svoboda (2012) zmiňuje další velké větrné bouře, které se časově shodují s vrcholy rekonstrukce poruch. Jedná se o desetiletí 1810 až 1830. Větrné vichřice mezi lety 1812–1813, 1821–1822 a 1833 odstranily značnou část vzrostlých stromů na Šumavě. (Čada, 2013). Zaznamenané škody na lesních pozemcích v poledních dvou obdobích byly v oblasti Jeseníků (Zahradní, 2019). Disturbance v tomto období byly zjištěny také v rumunských Karpatech a italských Alpách. Shoda historických záznamů větrných bouří z různých lokalit ukazují, že mohou být společné pro celou střední Evropu (Janda, 2014).

V druhé polovině 30 let 19. století, tedy po vichřici z roku 1833, následovala v letech 1834–1840 kůrovcová gradace (Čada, 2013). Potvrzení výskytu kůrovcovitých brouků je vidět i v roce 1835, kdy bylo pro Čechy vyhlášeno nařízení na upozornění jejich přemnožení, z důvodu po sobě jdoucích nadprůměrně teplých několik let (Nechleba, 1929). Na přelomu let 1833 a 1834 byla zaznamenána silná vichřice, která panovala nejen v Čechách, ale zasáhla i celou Evropu (Brázdil, 2004). Velmi silné vichřice v druhé polovině tohoto desetiletí byly zjištěny ve Vysokých Tatrách. Výsledky byly potvrzeny i z dobře doložených historických pramenů (Holeksa, 2016)

V roce 1868 byla zaznamenána velká disturbance ve Vysokých Tatrách na území dnešního Slovenska (Zielonka, 2010). Ve stejném roce byly silné vichřice i v Nízkých Tatrách a v českých lesích (Holeksa, 2016). České země zasáhla 7.12. 1868. O necelé dva roky později, 26. - 27.10. 1870, zasáhla území další silná vichřice (Brázdil, 2004). Tyto dvě katastrofické události v 19. století popisuje ve své studii Brázdil (2018). Po tomto období následovala kůrovcová kalamita v letech 1872–1875, která měla na jehličnany obrovský vliv, a to především na tehdejší pralesy na českém území. Návaznost biologických narušení po abiotických byla příčinou zániku většiny pralesů, existujících na konci 19. století na Šumavě (Samolin, 2014).

### 3.5.3. 20. století

Na základě dendrochronologické studie bylo v západních Karpatech zjištěno, že ve druhé polovině 19. století byla narušení závažnější a častější než v průběhu celého 20. století (Holeksa, 2017). Nicméně díky tomu, že se větrné narušení a výskyty kůrovcovitých brouků začaly daleko více dokumentovat, máme z 20. století bližší a detailnější informace. Pro ilustraci tak pro účely této bakalářské práce byly vybrány pouze ty nejzásadnější.

V horských lesích slovenských Vysokých Tater jsou větry ve 20. století podloženy historickými zdroji. 18. listopadu 1915 oblastí prošla první vichřice. O 4 roky později, 1. května 1919, se vyskytla další vichřice, ale s mnohem nižší intenzitou než vichřice předchozí (Zielonka, 2010). Území českých zemích, a nejen jich, zasáhl silný vítr začátkem června 1916. (Brázdil, 2004).

V jiných lokalitách Karpat byl po větrných narušeních zaznamenán výskyt kůrovcovitých brouků. Ve Vysokých Tatrách, na území dnešního Polska, byly zaznamenány škodách způsobené větrem a i sněhem, které přispěly k výskytu lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) v obdobích 1911-1924 a 1968-1974 (Mezei, 2017). S druhým obdobím může být spojena událost, jež se stala roku 1968 a která byla na severních svazích polských Tater (Holeksa, 2017). Přispět mohla i velké vichřice z 23. října 1971. O deset let později, 2. - 3. listopadu 1981, oblast postihlo další větrné narušení (Zielonka, 2010).

V letech 1941-1943 zasáhla větrné narušení západní, jižní a střední Čechy. Tato narušení měla od začátku století za následek nejvíce nahodilých těžeb (3,00 mil. m<sup>3</sup>) (Simanov, 2014). V roce 1939 zasáhla vichřice Československo (Brázdil, 2004). Ve dnech 1. až 3. září 1941 byly zaznamenány velké polomy na území slovenských Vysokých Tater (Zielonka, 2010). O dva roky později se na stejném území vyskytla kůrovcová epidemie (Simanov, 2014). Bylo to období po druhé světové válce a závažná ohniska měla střeoevropský význam (Československo, Německo, Rakousko, jižní Polsko, Švýcarsko, východní část Francie). Kůrovcem byly



zasazeny horské oblasti s přirozeným výskytem smrku a příčinou jeho přemnožení bylo zanedbání péče o lesy. V lesích zůstalo velké množství poškozených stromů, vlivem nedostatku pracovních sil. A k přemnožení jistou měrou přispěl i abnormálně suchý a teplý rok 1947 (Zahradník, 2019, Schelhaas, 2003)

Na začátku druhé poloviny 20 století začaly lesy poškozovat emise. Škody, které měly za následek hynutí smrků, se projevovaly zejména v okolí papíren a průmyslových podniků (Krušné a Jizerské hory, Krkonoše a Beskydy), které emise produkovaly a byly významnými znečišťovateli. Nárůst byl evidovaný hlavně v letech 1963-1981. Následně v roce 1984 Českou republiku zasáhla větrná bouře, která je dodnes známá jako „kalamita století“. Následky po tomto narušení se z lesů odklízely ještě dva roky poté (Simanov, 2014).

V devadesátých letech (1990-1997) bylo propuknutí kůrovcové kalamity způsobeno několika po sobě jdoucími teplými a suchými roky v kombinaci větrnou bouří, která se přes naše území prohnala v roce 1990 (Schelhaas, 2003). Přes střední Evropu se na začátku roku prohnaly hned 3 silné vichřice (Simanov, 2014). Tato kalamita postihla území celého státu od horských poloh až po ty nejnižší (Zahradník, 2019).

## **4. Metodika**

### **4.1. Charakteristika zájmového území – NPR Kralický Sněžník**

Vyhlášení Kralického Sněžníků za Národní přírodní rezervaci (NPR) je platné od 14. 12. 1990 na základě vyhlášky číslo 6/1991 Sb.. Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 sb. definuje Národní přírodní rezervaci jako „*Menší území mimořádných přírodních hodnot, kde jsou na přirozený reliéf s typickou geologickou stavbou vázány ekosystémy významné a jedinečné v národním či mezinárodním měřítku.*“. Předmět ochrany je definován ve vyhlášce Ministerstva životního prostředí č. 447/2013 Sb. o vyhlášení NPR Kralický sněžník a stanovení jejich bližších

ochranných podmínek. Jde hlavně o ochranu přirozených porostů smrku ztepilého, přirozeného bezlesí, mokřadů a populací vzácných a ohrožených druhů rostlin. S NPR se překrývá i ptačí oblast Králický Sněžník.

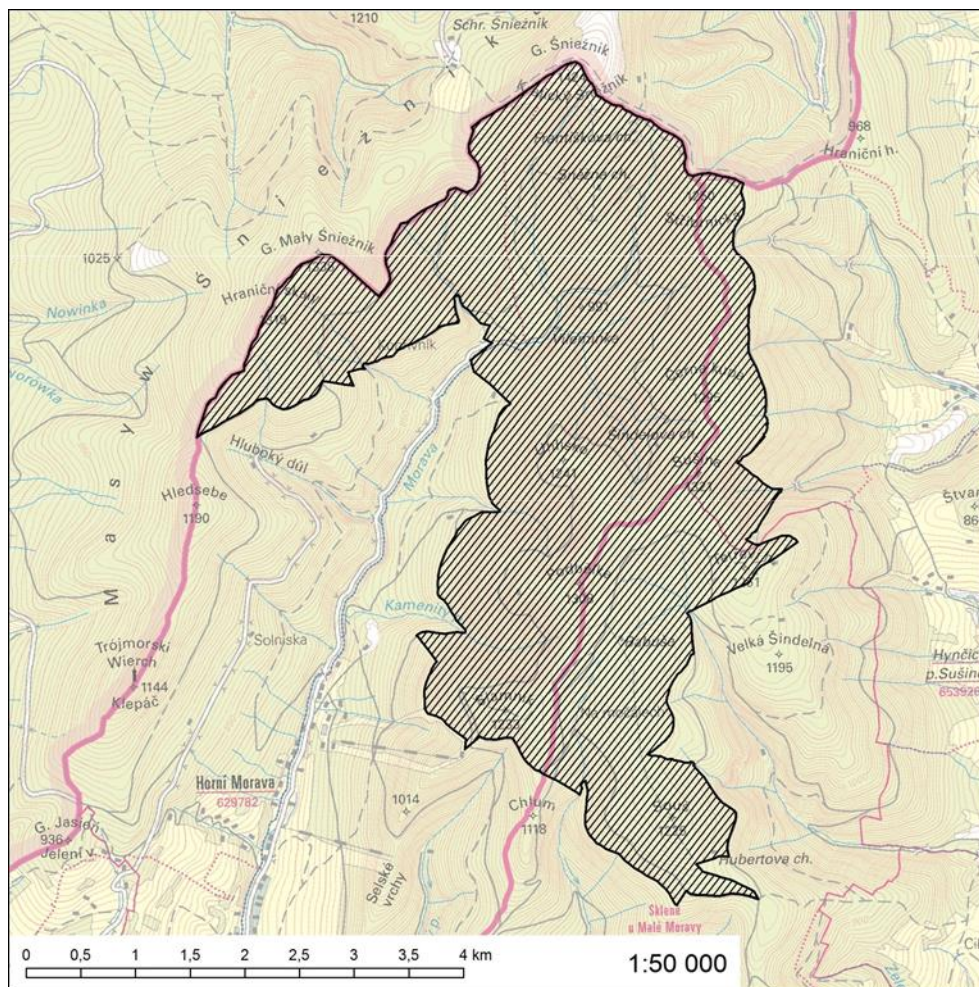
#### **4.1.1. Území**

Zájmové území se nachází v geomorfologickém celku Králický Sněžník v Jesenické podsoustavě (Demek, 2006). Prochází jím hranice s Polskem, která jej nazývá Grupa Śnieżnika. V rámci České republiky je rozloha tohoto území vymezena mezi kraji Olomouckým (severozápadní částí) a Pardubickým (severovýchodní částí), mezi obcemi Velká Morava, Horní Morava, Sklené u Malé Moravy a Stříbrnice (AOPK, 2014).

Oblast leží v nadmořské výšce 850–1423,7 metrů nad mořem a rozkládá se od údolí řeky Moravy až po vrchol Králického Sněžníku. Rozloha NPR je 1708,12 ha, díky čemuž mu patří druhá příčka co do velikosti v rámci srovnání s ostatními přírodními rezervacemi na území ČR. Stejným jménem jako rezervace je pojmenována nejvyšší hora lokality a třetí nejvyšší hora na území ČR, Králický Sněžník, ležící u polské hranice (1423,7 m. n. m.). Mezi nejvíce zastoupené stanoviště v oblasti patří acidofilní smrčiny, které pokrývají 50% území (web: CZ0530146 Králický Sněžník – NATURA (natura2000.cz)). Rozloha zájmového území je vyznačena na obrázku 2.

#### **4.1.2. Geologie území**

Ze stránky geologické patří chráněné území Králického Sněžníku do západosudetské oblasti Českého masívu, jež je tvořena metamorfity orlicko-sněžnického krystalinika. Horniny můžeme rozdělit na dvě jednotky. První, která se nachází na západním a východním hřbetu pohoří a na samotném vrcholu Králického sněžníku a druhou, která je při horním toku řeky Moravy. Do první patří horniny ruly a stroňské série (svory s příměsí mramorů, krystalických vápenců, amfibolitů a kvarcitů). A do druhé skupiny jsou zahrnuty migmatity sněžnického a gierałowského typu a ortoruly (AOPK, 2014).



© AOPK ČR 2015, © ČÚZK 2015"

Obrázek 2: Mapa s vyznačením NPR Kralický Sněžník (Zdroj: Příloha č. 620 k nařízení vlády č. 318/2013 Sb.)

### 4.1.3. Klimatické členění

Dle klimatického členění podle E. Quitta (1975) se v oblasti vyskytují chladné oblasti CH4 a CH6. Oblast CH4 se nachází v nejvyšších a nejdůležitějších polohách horských hřebenů. Tyto dvě klimatické kategorie mají velmi podobnou charakteristiku. Celý rok je relativně chladný. Letní období je velmi krátké (CH4 – počet letních dnů 0-20, CH6 - počet letních dnů 10-30) a zima je naopak velmi dlouhá (CH4 – sněhová pokrývka 140-160 dnů, CH6 - sněhová pokrývka 120-140 dnů). Srážky mají obě klimatické kategorie stejné, a to 600–700 mm ve vegetačním období a 400 – 500 mm v zimním období. (ÚHUL, 2001). Podle AOPK (2014) jsou nejvyšší srážky v červnu,

červenci a srpnu, kdy je počátek a vrchol vegetačního období. Nejnižší srážky jsou naopak v únoru, březnu a dubnu. Délka vegetačního období se liší dle nadmořské výšky (jeho délka s nadmořskou výškou klesá). V 900 m. n. m je vegetační období 107 dní a v nejvyšší poloze, 1400 m. n. m., je jen 62 dní. To může být způsobeno sněhovou pokrývkou na nejvýše položených místech, která se v těchto výškách nachází až 230 dní a její výška na závětrných svazích může dosahovat až 250 cm.

#### 4.1.4. Dřeviny

Největší část území NPR Kralický Sněžník a jeho ochranného pásma tvoří lesní porosty. Ty jsou i důležitým prvkem, který usměrňuje zbylé složky ekosystému v rezervaci (Vaněk, 2005). Převážnou část zaujímají jehličnaté dřeviny, jedná se přibližně o 94 % území rezervace. Mezi těmito dřevinami najdeme především smrk ztepilý (*Picea abies*), který představuje hlavní dřevinu (93 % všech dřevin). Z dalších jehličnatých dřevin, které zaujímají pouze 1 % území zde můžeme nalézt smrk pichlavý (*Picea pungens*), jedli bělokorou (*Abies alba*), douglasku tisolistou (*Pseudotsuga menziesii*), borovici limbu (*Pinus cembra*), borovici kleč (*Pinus mugo*) a modřín opadavý (*Larix decidua*). Na zbylých 6 % území NPR mají své zastoupení listnaté dřeviny, jak je buk lesní (*Fagus sylvatica*), a dále jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), olše šedá (*Alnus incana*), jilm horský (*Ulmus glabra*), vrby a břízy (AOPK, 2014).

#### 4.1.5. Flóra a fauna

V Kralickém Sněžníku můžeme najít mnoho druhů rostlin, které jsou specifické pro daný ekosystém a stanoviště. Dle vyhlášky ministerstva životního prostředí č. 395/1992 Sb. se zde nachází 5 kriticky ohrožených druhů rostlin (např.: zdrojovka prameništní (*Montia fontána*)). Dále se zde nachází 19 druhů ohrožených, z toho 2 druhy najdeme ve smrčinách, a to konkrétně druh vranec jedlový (*Huperzia selago*) a plavuň pučivou (*Lycopodium annotinum*).

V přirozených horských smrččinách se nacházejí vzácné druhy hmyzu, které jsou vázány na tato stanoviště. Mezi velmi vzácný druh, a to dokonce druh ohrožený jako reliktní, patří *Cornumutilla quadrivittata* (*Cerambycidae*), který je ukazatelem horských pralesových smrččin nad 1000 m. n. m.. Jeho vývoj je závislý na chřadnoucích smrcích poškozených větrným narušením, bleskem nebo sněhem. Dále se v oblasti vyskytuje 6 druhů, které jsou vzácné až velmi vzácné a patří též do skupiny druhů indikačních pro stanovištní podmínky horských montánních smrkových lesů (např.: *Xylita laevigata* (*Melandryidae*)).

#### **4.1.6. Vliv člověka**

Z 19. století se zde eviduje několik horských salaší, zřízených za účelem pastvy dobytka. V roce 1838 se dokonce usoudilo, že přirozené zmlazení je ve vyšších polohách nedostačující a tyto lesy se uměle člověkem přetvořily v horské louky a pastviny, které přetrvali až do druhé poloviny 19. století (AOPK, 2014).

V období 30. až 60. let 20. století se hospodaření v horských lesích pozastavilo za účelem předcházení rozpadu starých porostů s nedostatečnou přirozenou obnovou. Zároveň byl také vypracován projekt pro zlepšení stavů, který byl v roce 1970 kvůli náročnosti zastaven a přešlo se na holosečné obhospodařování spíše v nižších polohách, které bylo realizováno v 70. až 80. letech. Holosečný způsob hospodaření zde byl již dříve, ve větší míře se začalo používat zvláště od poloviny 19. století. Porosty pak byly povětšinou obnovovány uměle a převládající dřevinou se na těchto územích stal smrk (AOPK, 2014).

Je třeba i zmínit rok 1945, který je z pohledu mysliveckého hospodaření charakteristický nárůstem spárkaté zvěře (zvláště jeleni), která působila škody na stromech okusem a loupáním. Toto působení mělo negativní dopad na druhovou skladbu lesa a na přirozenou obnovu. Stejný stav nastal i v 70. až 80. letech. Na počátku 70. let na lesy začal působit, již dříve v práci zmíněný, negativní vliv v podobě znečištění ovzduší emisemi.

K výraznému poklesu poškození vlivem emisí došlo až po roce 1993 (AOPK, 2014).

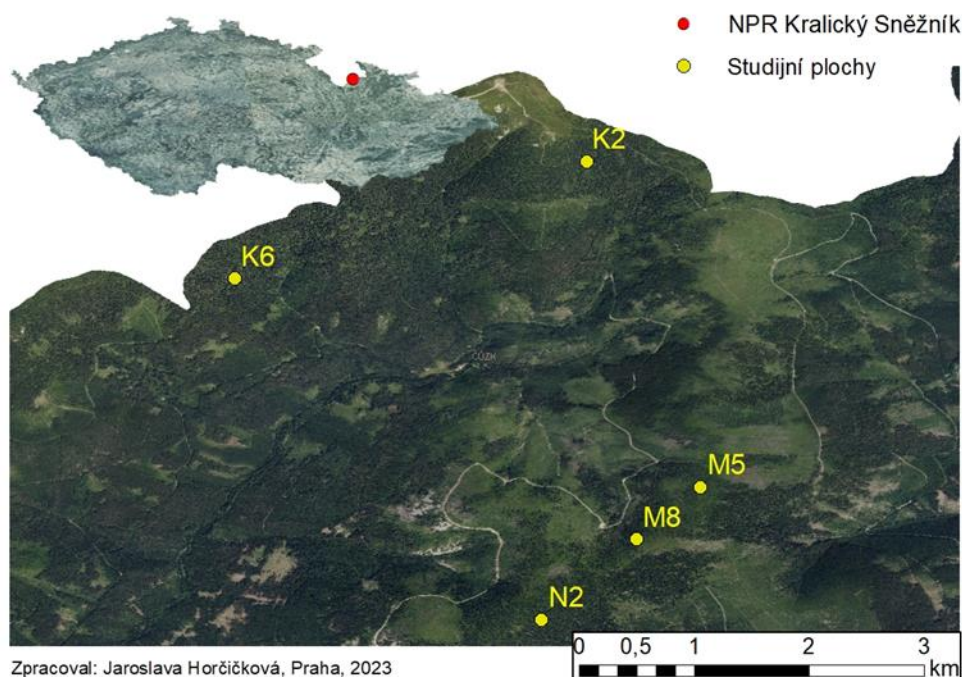
## **4.2. Metodika sběru dat**

### **4.2.1. Odběr a zpracování vzorků**

Pro účely této bakalářské práce byla použita data z 5 kruhových zkusných ploch (plochy K6, K2, M5, M8 a N2), o velikosti 1000 m<sup>2</sup> (poloměr 17,84 m) které byly založeny a dendrometricky změřeny v letech 2020 a 2021 v NPR Kralický Sněžník. Každá plocha byla trvale označena železnou trubkou, která určovala střed plochy. GPS souřadnice středů ploch byly vybrány náhodně pomocí programu ArcGis, čímž bylo zajištěno, aby výsledky byly objektivní. Lokalizace ploch, včetně nadmořských výšek, ve kterých se nacházejí, je zobrazena v tabulce 1. Na obrázku 3 jsou pak plochy znázorněny na mapě. Plochy leží v nadmořských výškách v rozmezí od 1093 m. n. m. do 1333 m. n. m..

Do měření byly zařazeny jak živé, tak mrtvé stromy nacházející se na zkusných plochách, jejichž prsní výška kmene (1,3 m) měla tloušťku větší než 10 cm. U všech stromů byl určen druh dřeviny a byla změřena jejich výška pomocí elektronického výškoměru Vertex a výčetní tloušťka pomocí obvodového pásma. Zaznamenána byla rovněž informace o tom, zda se jedná o živý či mrtvý strom a byla určena poloha stromu pomocí geodetické lokalizace (technologie FieldMap®, Monitoring and Mapping Solutions). Celkem bylo změřeno 323 živých stromů. Z toho 34 stromů bylo změřeno mimo zkusné plochy. Dále bylo identifikováno 177 mrtvých stromů.

Na ploše byly zjištěny tyto druhy dřevin: smrk ztepilý (*Picea abies*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) a javor klen (*Acer pseudoplatanus*).



Obrázek 3: Lokalizace studijních ploch

Název plochy	Nad. výška (m. n. m)	Souřadnice N	Souřadnice E
K6	1093	50,19233	16,82653
K2	1277	50,20145	16,85407
M8	1285	50,17203	16,85796
M5	1315	50,17608	16,86299
N2	1333	50,16577	16,85056

Tabulka 1: Souřadnicové umístění zkušných ploch a jejich nadmořské výšky

Každý jednotlivý strom, živý i mrtvý, byl podle změřené tloušťky zařazen do tloušťkové třídy. Tyto tloušťkové třídy byly zvoleny v rozmeí vždy po 10 cm. U výškové struktury byl interval zvolen po 2 m. Pro účely této bakalářské práce byly vyhodnoceny pouze pro živé stromy.

#### 4.2.1.1. Získání a zpracování vývrtů pro letokruhovou analýzu

U živých jedinců smrku a buku byly odebrány vývrty pro letokruhovou analýzu. Pro tuto práci byly následně použity pouze vývrty odebrané ze smrku, neboť právě tento druh stromu je ústředním tématem této práce.

Výjimkou byla učiněna pouze u plochy K6, kde byly odebrány a přidány do letokruhové analýzy také vývrty z buku. Vývrty byly odebrány pomocí Presslerova lesnického přírůstoměru. Jedná se o manuální dutý vrták, který má tvaru písmene T. Odebíralo se ve výšce 0,5 m nad terénem. Vrt byl prováděn kolmo na vrstevnici, aby se tím v dendrochronologické analýze zamezilo výskytu reakčního dřeva. Odebíralo se na té straně stromu, kde byla koruna větší. Vývrty byly vloženy do brček, na které byla napsána identifikace odebraného vzorku. Celkem bylo ze všech lokalit odebráno 262 vzorků (tabulka 2).

Opatrné vyjmutí vývrtů z plastového brček a následné nalepení do dřevěných prken s drážkami a jejich popsání probíhalo v laboratoři. Dalším krokem po vyschnutí vzorků bylo jejich sbroušení na brusce. Veškerá laboratorní práce probíhala ve Dřevařském pavilonu Fakulty lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity.

Plocha	Celkem vývrtů odebraných na zkusných plochách	Počet použitých vývrtů v této práci	- z toho vývrtů mimo zkusnou plochu
K6	80	67	13
K2	41	38	8
M8	65	62	3
M5	40	40	3
N2	36	33	3
Celkem	262	240	30

*Tabulka 2: Počet odebraných a analyzovaných vývrtů z ploch*

Každý vývrt byl změřen na sestavě, která je složena z posuvného stolku Lintab, který je připojený k počítači s programem TsapWin. Přesnost měření na tomto přístroji je 0,01 mm. K přesnému určení hranic letokruhů byla použita binolupa. U vývrtů, kde nebyla viditelná dřev, byl počet letokruhů chybějících do středu odhadnutý pomocí průhledného papíru se soustřednými kružnicemi, u kterých byl znám poloměr. Vzdálenost, která byla získána se vydělila průměrnou šířkou prvních pěti letokruhů, které byly na vývrtu viditelné. U vývrtů, kde nebylo zakřivení viditelné, tedy nebylo možné



odhadnout počet zbývajících letokruhů do středu (dřeni) Takové vzorky tedy z důvodu nedostatečného přínosu nebyly v této práci použity.

Dalším krokem po změření dat bylo převedení dat do softwaru PAST 4, kde se provedlo křížové datování. Křížové datování bylo použito za účelem předejití případným chybám. Chyby mohly nastat především v případě výskytu nepravých nebo chybějících letokruhů. Chybějící letokruhy proto byly doplněny minimální měřitelnou hodnotou 0,01 mm. Výsledná data ze softwaru byla následně převedena k dalšímu zpracování do počítačového nástroje MS Excel.

Pro věkovou strukturu byla zpracována data, která ukazují počátek růstu stromu (graf 3). Data byla znázorněny ve sloupcovém grafu a byla zařazena do příslušného desetiletí. Vznikla průměrná letokruhová křivka, znázorněna ve spojnicovém grafu, se tak stala dalším ukazatelem věkové struktury (graf 4). Křivka byla vytvořena pomocí průměru všech změřených vzorků v daném roce.

## 5. Výsledky

### 5.1. Druhové složení a struktura

V NPR Kralický Sněžník, dominoval ve stromové patře na všech studovaných plochách, smrk ztepilý (*Picea abies*). Dokonce 100 % zastoupení smrků, ať už živých nebo mrtvých, bylo zaznamenáno na 3 plochách (K6, M5 a N2) (tabulka 3). Na nejnižše položené zkusné ploše K6 měl 24 % podíl buk lesní (*Fagus sylvatica*). Vyskytoval se i mezi mrtvými stromy, mezi kterými byla zjištěna i příměs javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*). Jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) se jak u živých stromů, tak i mrtvých stromů vyskytoval v nízkém zastoupení pouze na ploše M8.

	dřevina	K6		K2		M8		M5		N2		průměr	
		%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks
živý	smrk	76 %	19	100 %	32	95 %	62	100 %	37	100 %	34	94 %	37
	jeřáb	0 %	0	0 %	0	5 %	3	0 %	0	0 %	0	1 %	1
	klen	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0
	buk	24 %	6	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	5 %	1
Mrtvý	smrk	78 %	7	100 %	10	91 %	21	100 %	36	100 %	55	94 %	26
	jeřáb	0 %	0	0 %	0	9 %	2	0 %	0	0 %	0	2 %	0
	klen	11 %	1	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	2 %	0
	buk	11 %	1	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	2 %	0

Tabulka 3: Procentuální a kusové zastoupení živých a mrtvých dřevin na plochách

Plochy	K6	K2	M8	M5	N2	průměr
průměrný věk SM (roky)	113	135	77	80	105	102
minimální věk SM (roky)	25	45	18	24	77	38
maximální věk SM (roky)	241(buk)	198	302	266	171	236
hustota SM (ks/ha)	190	320	620	370	340	368
průměrná tloušťka SM (cm)	33,7	40,5	20,3	25,4	33,1	31
maximální tloušťka SM (cm)	76,5	72,1	49,9	53,7	43,1	59
průměrná výška SM (m)	17,5	16,8	8,8	9,1	13,4	13
maximální výška SM (m)	37,1	22,3	16,5	14,4	17,4	22

Tabulka 4: Taxační charakteristika na zkusných plochách pro stromy s výčetní tloušťkou na 10 cm

### 5.1.1. Tloušťková struktura

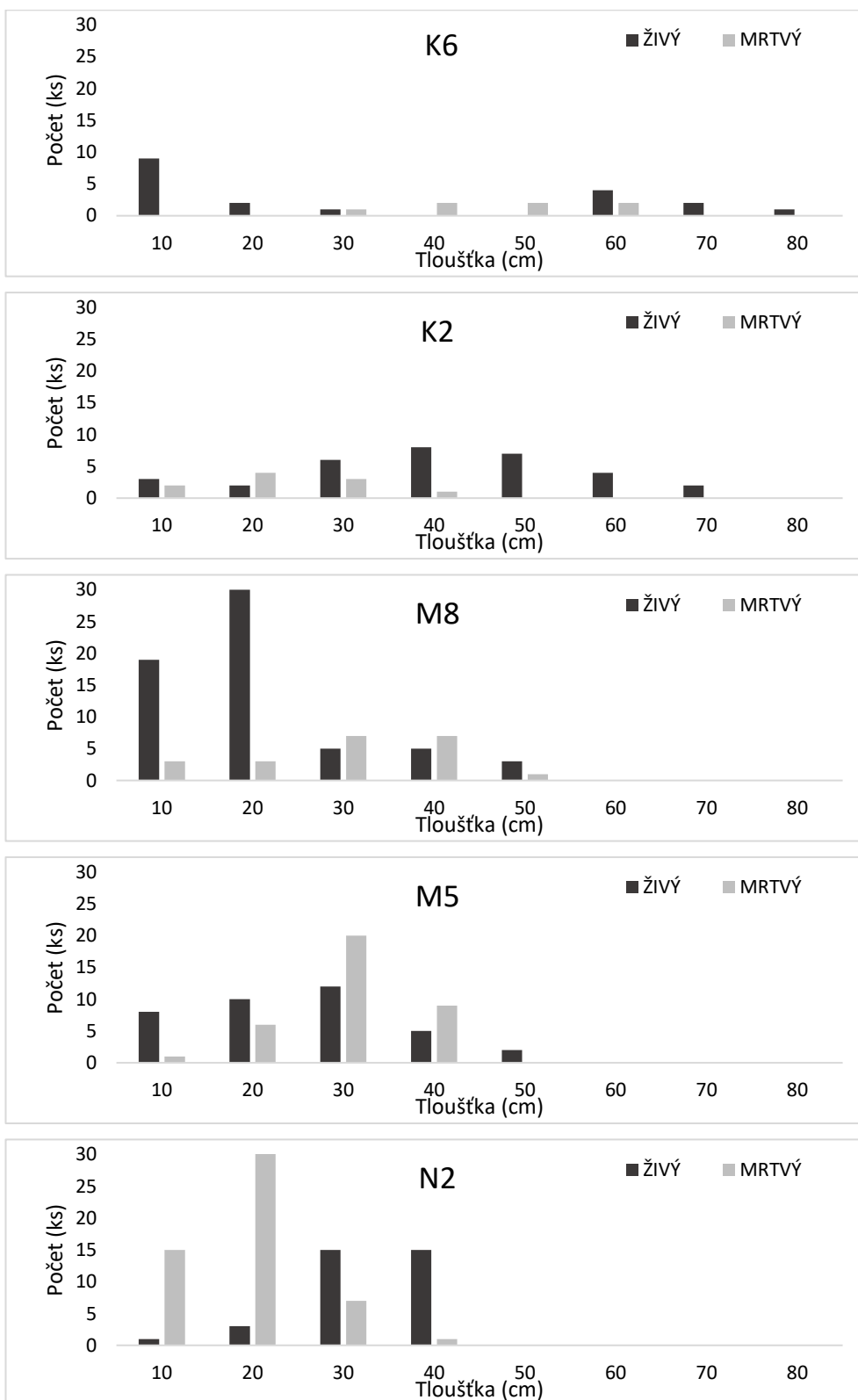
Jak je vidět z grafu 1, jednotlivé plochy se od sebe z hlediska tloušťkové struktury liší. Největší výčetní tloušťka byla změřena na ploše K6 a to 76,5 cm. V pořadí druhá největší výčetní tloušťka byla změřena na ploše K2 (72,1 cm). Tyto plochy jsou, co do nadmořských metrů, nejnižše položené. S vyšší nadmořskou výškou stromy nevykazovaly dle provedené analýzy tloušťku třídy nad 60 cm. Průměrná výčetní tloušťka na plochách se pohybovala od 20,3 cm do 40,5 cm (tabulka 4). Největší průměr tlouštěk byl zjištěn na ploše K2. Jako jediná plocha měla v době pozorování a sběru dat živé stromy rozložené do všech tloušťkových tříd, a to až do svých maximálních hodnot.

Plocha K6, nejnižše položená, byla specifická tím, že se v rámci ní živé stromy vyskytovaly v nejnižších a zároveň nejvyšších tloušťkových třídách. Uprostřed, kde jsou tloušťkové třídy 40 cm a 50 cm živé stromy úplně chyběly, ale byly zde zaznamenány stromy mrtvé. Toto specifické rozložení měla jako jediná plocha z analyzovaných ploch. Zbylé zkusné plochy měly zastoupení živých stromů ve všech třídách, až do maximálních změřených tlouštěk.

Plochy výše položené, tedy ty s označením M8 a M5 si byly do značné míry svým tloušťkovým složením podobné. Největší zastoupení v tloušťkových třídách bylo vidět v rozmezí 10 cm až 30 cm a to zvláště na ploše M8, kde byl ze studovaných ploch zaznamenán nejvyšší počet takových stromů. Konkrétně bylo v tloušťkové třídě 10 cm až 20 cm dohromady 49 jedinců. Následné zastoupení v tloušťkových třídách 30 cm až 50 cm bylo nižší.

Nejvýše položená plocha N2 byla specifická tím, že v prvních dvou tloušťkových třídách bylo zastoupení smrku nepatrné. V dalších dvou tloušťkových třídách, 30 cm a 40 cm, bylo zastoupení mnohonásobně vyšší. Největší naměřená výčetní tloušťka, na nejvýše položené ploše, byla pouhých 43,1 cm. Plocha N2 byla dále netypická zastoupením mrtvých stromů

v tloušťkových třídách 10 cm a 20 cm. Takto vysoké zastoupení mrtvých stromů nebylo na žádné další ze zkušných plochách zjištěno.



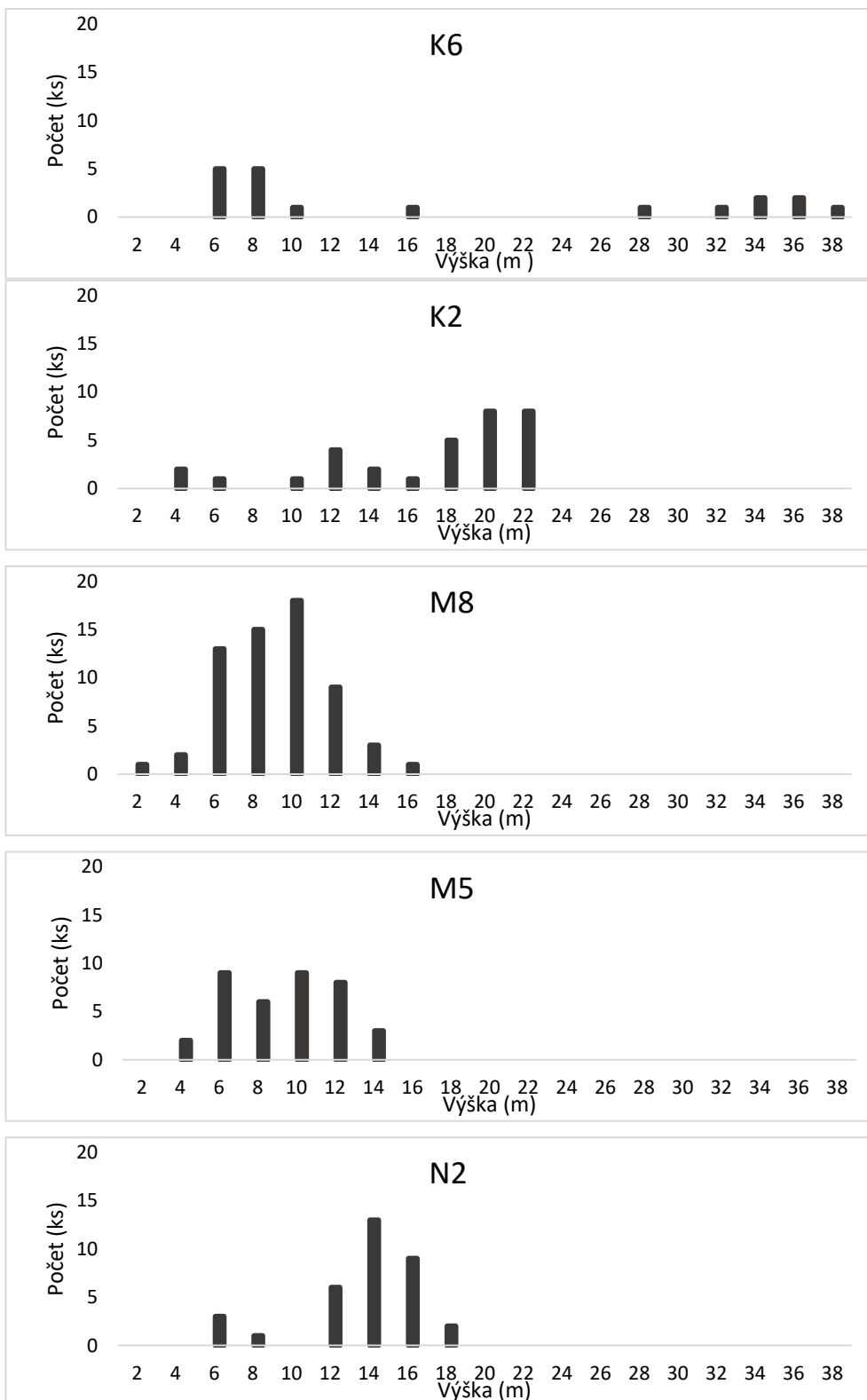
*Graf 1: Tloušťková struktura stromů s výčetní tloušťkou nad 10 cm. Třídy jsou rozdělené po 10 cm.*

### **5.1.2. Výšková struktura**

Výsledky v rozložení výšek (graf 2) na plochách byly podobné výsledkům tloušťkových tříd. Průměrná výška na jednotlivých plochách se pohybovala od 8,8 m do 17,5 m (tabulka 4). Nejvyšší průměrná výška byla zjištěna na nejnižše položené ploše, obdobně tomu bylo také u tlouštěk. Na nejnižše položené ploše K6 bylo zastoupení stromů zjištěno v rozmezí výšek 6 m až 10 m a následně ve výškách 28 m až 38 m. Na této nejnižše položené ploše se zároveň vyskytoval nejvyšší strom s výškou 37,1 m.

Na plochách M8 a M5 se v prvních dvou třídách vyskytoval pouze nízký počet jedinců. V rozmezí výšek od 6 m až 12 m zastoupení dřevin vzrostlo. Oproti ostatním plochám měly dvě zmíněné plochy v tomto rozmezí nevyšší výskyt stromů. Na ploše M8 byl jako nejnižší zaznamenán strom s výčetní tloušťkou nad 10 cm jeho výška byla 2,4 m. A na ploše M5 se nacházel strom o výšce 14,4 m, který byl sice na dané ploše nejvyšší, ale v porovnání s ostatními plochami byl nejnižší.

Nejvýše položená plocha N2 byla specifická tím, že obdobně jako u tloušťkových tříd bylo zastoupení smrku ze začátku nepatrné. Do výškové třídy 12 m se vyskytovaly pouze 4 jedinci. Následně se počty jedinců vyskytujících se na dané ploše zvedly. Co do počtu nejvyšší zastoupení stromu bylo zjištěno ve třídě 14 m s počtem 13 stromů.

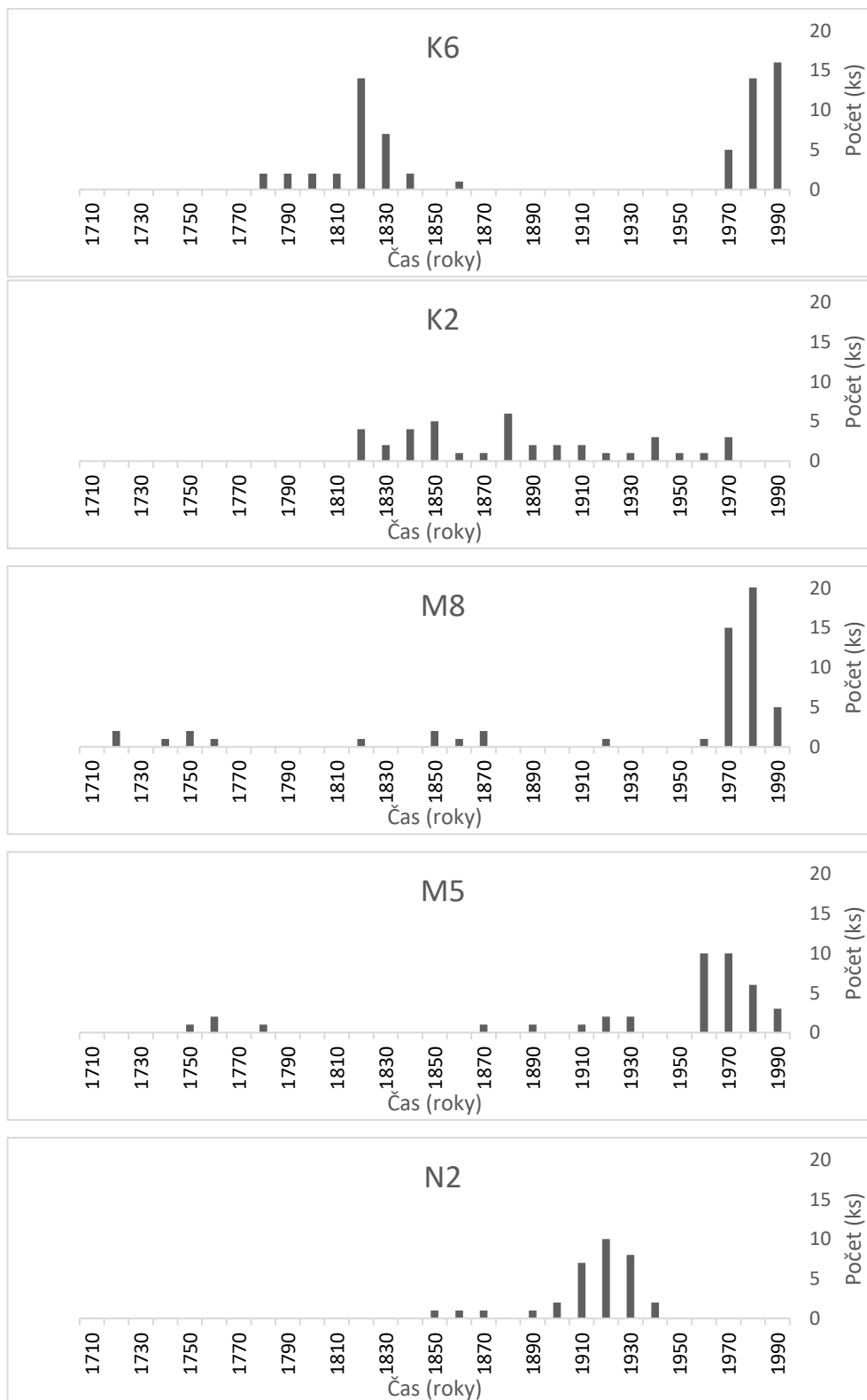


Graf 24: Výšková struktura stromů s výčetní tloušťkou nad 10 cm. Třídy jsou rozdělené po 2 m.

## 5.2. Věková struktura

Věková struktura na pěti zkusných plochách byla rozmanitá. Vyskytovaly se zde starší stromy, a to dokonce ve věku nad 250 let. Nejvíce takto starších jedinců bylo na ploše M8, a to konkrétně v počtu šesti jedinců. Zde se vyskytoval nejstarší strom ze všech pěti studovaných ploch, u kterého bylo naměřen věk 302 let (1721). I když tato plocha měla v porovnání s dalšími čtyřmi plochami, jedny z nejstarších stromů, její věkový průměr byl nejnižší, a to 77 let. Na této ploše byl nejvyšší podíl mladých jedinců, kteří s největší pravděpodobností začaly růst až po roce 1970.

Každá plocha, jak ji známe dnes, se začala vyvíjet v jiném období a je patrné že i každou z ploch formulovala jiná narušení. Plocha K6, která je ze všech sledovaných míst nejnižce položená, je rozdělena na dvě poloviny populace jedinců. První polovina stromů pochází z období 1780-1840, kdy největší počet jedinců pochází z 20. let 19. století. Druhá polovina stromů se začala utvářet v 70. až 90. letech 20. století. Plocha K2 je úplným opakem plochy K6. Na ní se od 20. let 19. století zachovaly jedinci z každého desetiletí. Velký nárůst stromů na této ploše (K6) byl v 80. letech minulého století. Naopak na ploše K2 z konce 20. století nemáme data z žádného stromu. Ani na ploše N2 nejsou zachováni žádní noví jedinci pocházející z pozdějších doby než z 50. let 20. století. Na ploše N2 jsou totiž převážně jedinci z první poloviny 20. století. Zbylé dvě plochy, M8 a M5, naopak mají v druhé polovině 20. století velký počet jedinců. Jde říct, že se jedná o mladé porosty, které se začaly utvářet zhruba před 60. lety. Je však nutné zmínit, že na těchto plochách se zachovaly také starší jedinci.



Graf 3: Znázornění počátku růstu smrku zařazených do desetiletí



### 5.2.1. Letokruhová analýza

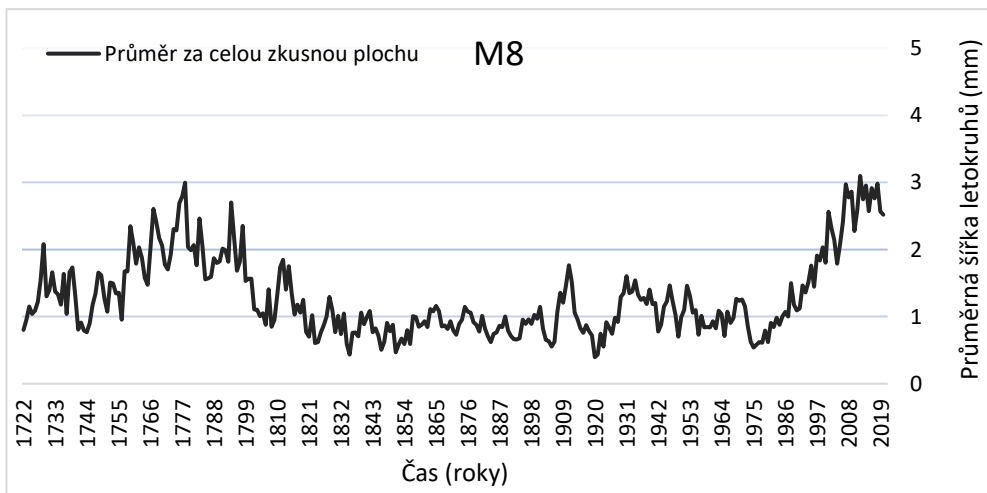
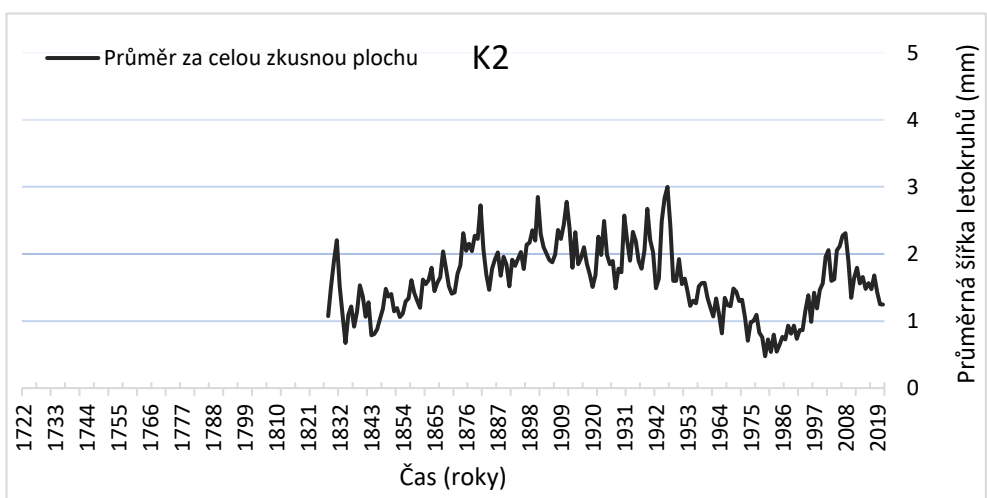
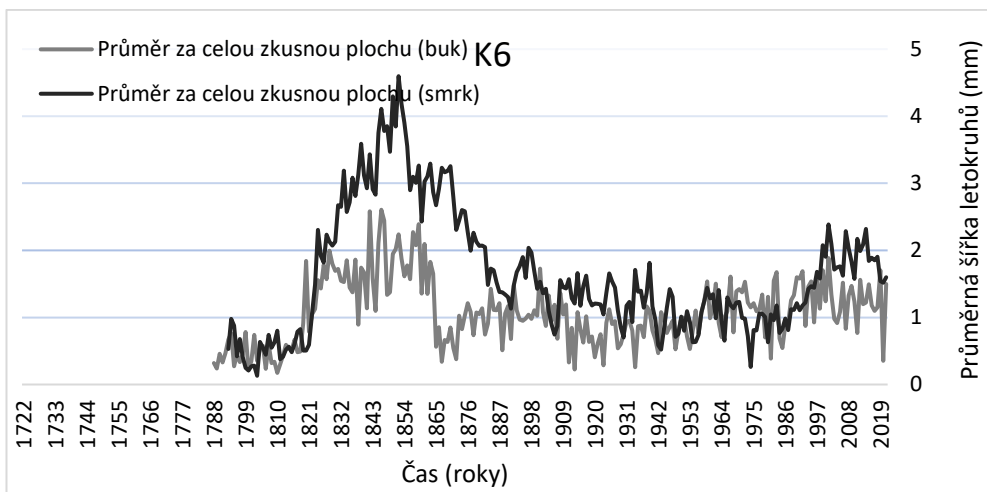
Nejnižše položená zkusná plocha K6 má svůj začátek růstu v roce 1788. V případě nejstaršího jedince se však nejedná o smrk, ale je jím buk. První datovaný smrk začal růst až v roce 1793. V prvních dvou desetiletí se růst pohyboval v nižších hodnotách pod 1 mm. Od 20. let 19. století se přírůst zvětšoval, jak je patrné také z grafu 3. V těchto letech započalo svůj růst v rámci dané plochy nejvíce jedinců. Tento zlom mohl být způsoben narušením, které podpořilo obnovu a tím pádem i značné přírůsty jednotlivých jedinců. U starších stromů naopak došlo k uvolnění. Zvyšující se trend přírůstu trval až do roku 1852, kdy průměrné roční přírůsty dosáhly maxima, a to 4,59 mm. Tento naměřený průměr byl i nejvyšší ze všech zkusných ploch. K6 jako jediná plocha ze všech zkusných ploch vykazovala od roku 1831 do roku 1875 značné přírůsty. Ostatní plochy měly spíše pokles přírůstu s výjimečnými krátkodobými většími přírůsty. Je třeba zmínit také druhou nejnižší plochu K2, která je podobně jako plocha K6 jsou umístěna více na sever. Plocha K2 má svůj datovaný růst od roku 1828. Až do roku 1874 se průměrný roční přírůst v průměru pohybuje okolo 1,34 mm. Následně po tomto roce, a to až do roku 1947, je viditelný růst, který je v průměru 2,07 mm za rok. Naopak plocha K6 od roku 1874 jeví značný pokles v růstu, který trvá až do začátku 90. let minulého století.

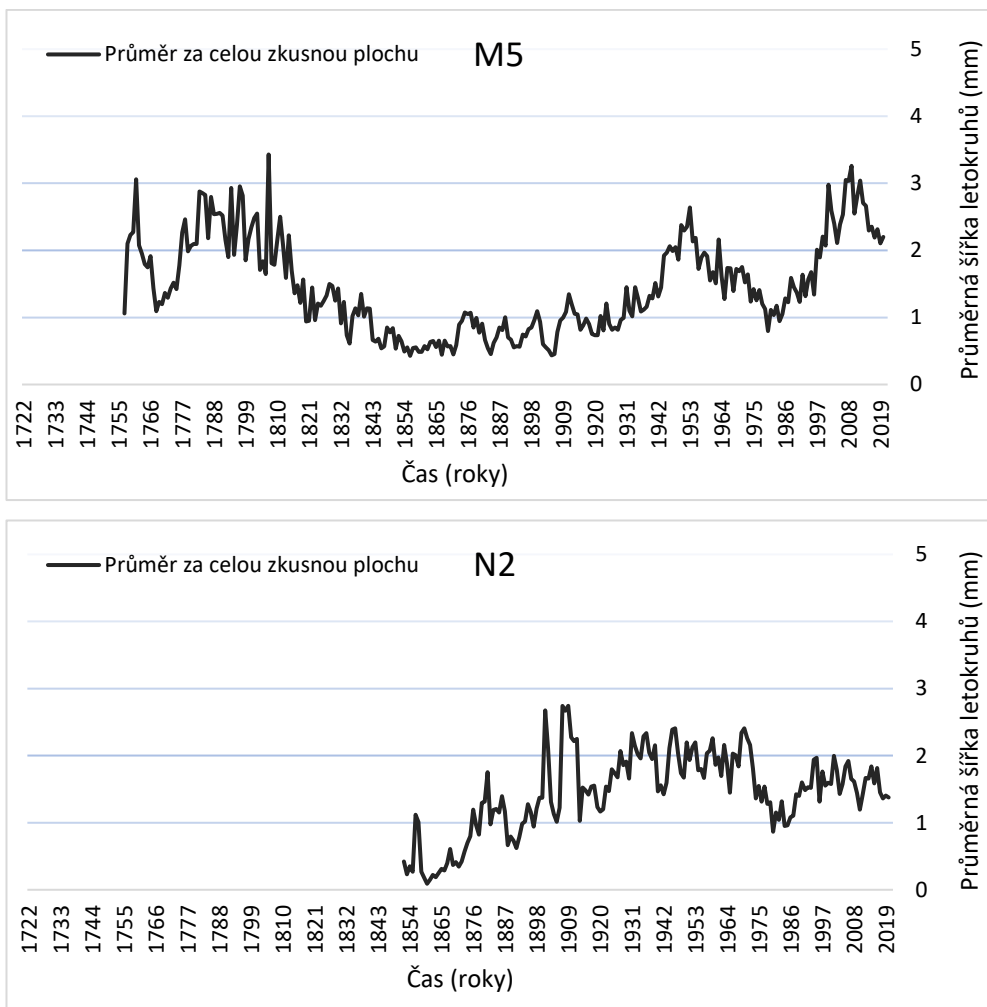
Oproti těmto dvou nejnižše položeným zkusným plochám je plocha N2, která je naopak nejvýše položena. Jedná se o nejmladší datovanou plochu. Její historie, kterou můžeme sledovat pomocí letokruhové analýzy začala před necelými 170 lety (1852). Až do roku 1870 na ploše můžeme sledovat růst pouze jednoho jedince. Jeho roční přírůst byl ze začátku, až na výjimečné roky 1856 a 1857, velmi nízký a pohybuje se pod 0,5 mm. Po roce 1871 můžeme pozorovat pozvolné navyšování průměrného ročního přírůstů. Značné přírůsty jsou patrné až do začátku 20. století, kdy dosahují až dvojnásobného přírůstu oproti ostatním rokům. Jak můžeme vidět na grafu 3, počátku 20. století až do 30. let 20. století na ploše započal růst největšího počet jedinců z celého datovaného období. Až do začátku 70. let 20. století byl na ploše průměrný roční přírůst nad 1 mm. V roce 1972 byl pozorován

pokles ročního průměrného přírůstu, a to nejen na této ploše, ale také na všech ostatních zkusných plochách.

Poslední dvě plochy, M8 a M5, se v některých ohledech podobají. A to nejen tím, že to jsou plochy s nejstaršími stromy, ale i tím že to jsou plochy nejbližší u sebe z pohledu vzdálenosti. Plocha M8 je nejstarší ze všech ploch, kdy nejstarší strom pochází z roku 1721. V roce 1757, kdy započalo datování i plochy M5, obě plochy vykazují značné roční přírůsty. Což by mohlo ukazovat na skutečnost, že obě plochy formovala stejná událost. Plochy se shodují značnými přírůsty od počátku datování do začátku 19 století. Z grafu 3 však lze vyzorovat, že do dnešní doby se zachoval malý počet stromů z období před 19 stoletím. I přes nízký počet dochovaných jedinců lze usuzovat, že zaznamenané výrazné přírůstky v růstu byly způsobeny vhodnými podmínkami, jež na ploše panovaly. Až do roku 1940 se poté obě ve svých přírůstech téměř kopírují a jejich průměrný přírůst se pohybuje okolo 0,9 mm za rok. Po roce 1940 se však ve svém růstu plochy rozdělují a plocha M8 zaznamenává vyšší přírůsty.

Ve druhé polovině minulého století měly všechny plochy ve stejných obdobích buď poklesy v přírůstech či naopak růsty. Velký pokles růstu na všech plochách začal v roce 1972 a trval téměř celé desetiletí. Po roce 1980 započal pozvolný růst, který na všech plochách dosáhl nejvyšších hodnot v roce 2001. Mezi tímto obdobím byly i roky, kdy růst klesl. Za posledních 20 let se průměr ročního přírůstu pohyboval průměrně okolo 1,9 mm za rok na nejnižších plochách K6 a K2. A okolo 2,5 mm - 2,6 mm za rok na plochách blízko u sebe, tedy na plochách označených jako M8 a M5. Na nejvýše položené ploše byl pak zaznamenán růst okolo 1,6 mm za rok.





Graf 4: Průměrné přírůstové křivka smrků na jednotlivých plochách.

## 6. Diskuze

Zkusné plochy vybrané pro účely této práce se nacházejí v NPR Kralický Sněžník v nadmořských výškách od 1093 do 1333 m. n. m.. Největší zastoupení, s nízkou příměsí jiných dřevin (buk lesní, javor klen, jeřáb ptačí), zde má smrk ztepilý (*Picea abies*). Jak zmiňuje Holeksa (2016), nízká příměs dřevin může být způsobena pro ostatní dřeviny nepříznivými podmínkami (např. nadmořskou výškou). Dokladem tohoto tvrzení pak může být skutečnost, že na dvou nejvýše položených zkusných plochách se vyskytoval pouze smrk.

Tloušťková a výšková struktura se na každé ploše od sebe značně liší. Tato práce tak potvrzuje hypotézu ze studie od Haviry (2016), který tvrdí, že zásadním faktorem, který předurčuje vertikální a horizontální stavbu porostu, je historie. S historií porostu souvisí věková struktura. Ta je utvářena přirozenými či antropogenními disturbancemi.

Z dat je patrné, že na každou plochu působila jiná narušení. V několika případech jsou i patrné částečné synchronizace mezi plochami. Nejstarší stromy na jednotlivých plochách buď měli výrazný růst, K2 (20. léta 19. století), M8(20. léta 17. století) a M5 (50. léta 18. století), anebo naopak vykazovaly znaky potlačeného počátečního růstu a následného radikálního přírůstku v letech následujících. Právě pomalý růst ze začátku může ukazovat na narušení, které růst stromů v dané oblasti omezilo. Jednalo se převážně o tyto dvě plochy K6 a N2.

Nejstarší stromy měly vyšší přírůsty na začátku svého růst. Značný zlom v útlumu růstu nastal po roce 1757 (v tento rok byla mj. založena i plocha M5). Naopak výrazné uvolnění růstu bylo zaznamenáno ve 20. letech 19. století (popisovaný jev byl zvláště patrný u plochy K6). Zjištění, že zvláště vhodné podmínky pro růst panovaly před rokem 1757 a dále pak ve 20. letech 19. století, je v souladu se studií z oblasti Šumavy (Janda, 2014), ve které byla pozorována dvě období uvolnění růstu porostu, a to konkrétně mezi lety 1750 a 1770 a dále v letech 1810 až 1830. Důvody pro zastavení růstu

započatého v těchto obdobích mohlo být některé z narušení (např. větrná narušení či výskyt kůrovce).

V první polovině 20. století jsou patrné hned dvě události, které mohly působit na zkusné plochy. Značný nárůst průměrného přírůstu, jež byl na všech plochách pozorován do 20. let 20. století a začátkem 40. let 20. století, mohl být vystaven zaznamenanými větrnými polomy, po který následovala gradace kůrovcovitých brouků (Simanov, 2014). Je třeba i zmínit že od 30. až 60. let 20. století se v horských lesích nehospodařilo za předcházení rozpadu starých porostů s nedostatečnou přirozenou obnovou (AOPK, 2014). Tedy je možné že před tímto rokem zde probíhaly také těžby, které mohly přírůsty ovlivnit.

Během druhé poloviny 20. století byly lesy zasaženy zejména znečištěním ovzduší. Putalová (2019) ve své studii ze severních Čech uvádí radikální dopad emisí na růst. Nárůst emisí dle Putalové vyvrchol koncem 70. let a na začátku 80. let. Dle výsledků této bakalářské práce však pokles růstu započal již na začátku 70. let, a naopak v 80. letech došlo k opětovnému nárůstu ročního přírůstu. Zde je tedy odchylka od Putalové (2019), která růst eviduje až v první polovině 90. let 20. století. Naopak shoda mezi touto prací a Putalovou panuje v záznamech růstu, jež jsou v obou pozorování až do dnes.

Když si to shrneme, na studované území NPR Kralický Sněžník působily významné disturbance, které zde probíhaly v 50. léta až 70. léta 18. století, 20. léta 19. století, 40. léta 19. století, 70. léta 20. století, začátek 20. století a 40. léta 20. století. Z dat lze zjistit určitá pravidelnost výskytu narušení v rozmezí 20 až 40 let. Z tohoto pohledu se může jednat o méně závažná narušení, která ve své studii uvedl Čada (2013) v rozmezí intervalu 10 až 50 let. Tyto narušení mohou porosty následně dělat odolnější vůči dalším disturbancím.

## 7. Závěr

Předložený text bakalářské práce se zabývá výsledky analýzy dat, jež byly získány z vybraných ploch Národní přírodní rezervace Kralický Sněžník, která byla vyhlášena v roce 1990 a jejímž jedním z hlavních cílů je ochrana přirozené smrčiny. Tato práce se zaměřila na vyhodnocení struktury a věkové struktury vybraných porostů.

Pomocí analýzy bylo zjištěno, že struktura na jednotlivých plochách se liší v závislosti na nadmořské výšce, ve kterých se dané plochy nachází. V nižších nadmořských výškách byly oproti vyšším nadmořským výškám zaznamenány více heterogenní porosty.

Díky dendrochronologické analýze byla zachycena historie porostů, jež v některých případech dosahoval až 300 let. Během této doby působila na porosty řada narušení. Každá studovaná plocha bez výjimky byla v 18., 19. a 20. století zasažena disturbancemi. Mohlo se jednat jak o větrná narušení, tak o gradaci lýkožroutů. Vyloučit však nelze ani, nemalý vliv, jež na plochy měli lidé a jejich umělé zásahy a emise vypouštěné průmyslovými podniky, a to převážně ve druhé polovině 20. století. S příchodem více osvíceneckého přístupu a zvýšeného zájmu ekologii od začátku 80. let však byla zaznamenána postupná regenerace porostů s přibývajícím průměrným ročním přírůstem a občasná obnova porostů.

Přestože byla bakalářská práce zaměřena pouze na úzce vymezené území jednoho NPR, je patrné, že i tak může přispět k lepšímu pochopení historických událostí, jež působily na smrkové porosty České republiky, resp. zvláště oblasti zvané NPR Kralický Sněžník. Zajisté by se záběr dal rozšířit na další významná území, ať už v rámci Česka, tak jiných států Evropy, toto zkoumání však nebylo cílem této práce. V rámci vymezených cílů práce, jímž byly: vyhodnocení struktury a věkové struktury horské smrčiny v NPR Kralický Sněžník a diskuze nad možnými disturbancemi, tato práce svůj záměr naplnila.

## 8. Zdroje

AOPK (Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky): Plán péče o Národní přírodní rezervaci Králický Sněžník na období 2014–2023. Ministerstvo životního prostředí, Praha 2014.

BAČE, Radek, et al. Long-term responses of canopy–understorey interactions to disturbance severity in primary *Picea abies* forests. *Journal of Vegetation Science*, 2017, 28.6: 1128-1139.

BRÁZDIL, Rudolf, et al. History of weather and climate in the Czech Lands VI: Strong winds. Brno: Masaryk University, 2004. ISBN 80–210–3547–1

BRÁZDIL, Rudolf, et al. The second most disastrous windstorm of the nineteenth century in the Czech Lands, 26-27 October 1870. *Theoretical and Applied Climatology*, 2018, 132: 1201-1216.

ČADA, Vojtěch; SVOBODA, Miroslav; JANDA, Pavel. Dendrochronological reconstruction of the disturbance history and past development of the mountain Norway spruce in the Bohemian Forest, central Europe. *Forest Ecology and Management*, 2013, 295: 59-68.

ČADA, Vojtěch, et al. Dynamika horských smrčín na Šumavě. *Živa*, 2013, 61.5: 213-216

ČADA, Vojtěch, et al. Frequent severe natural disturbances and non-equilibrium landscape dynamics shaped the mountain spruce forest in central Europe. *Forest Ecology and Management*, 2016, 363: 169-178.

ČADA, Vojtěch, et al. Complex physiological response of Norway Spruce to atmospheric pollution—Decreased carbon isotope discrimination and unchanged tree biomass increment. *Frontiers in Plant Science*, 2016, 7: 805.

ČADA, Vojtěch, et al. Quantifying natural disturbances using a large-scale dendrochronological reconstruction to guide forest management. *Ecological Applications*, 2020, 30.8: e02189.

ROSS, Darrell W. Forest health restoration in south-central Alaska: a problem analysis. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 2001.



- DEMEK, Jaromír a Peter MACKOVČIN, ed. Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny. Vyd. 2. Brno: AOPK ČR, 2006. 582 s. ISBN 80-86064-99-9.
- FRITTS, H.C. 1976. Tree Rings and Climate. New York: Academic Press. p. 567. ISBN: 978-0-12-268450-0
- JONÁŠOVÁ, M. Přírodní disturbance–klíčový faktor obnovy horských smrčín. Živa, 2013, 61.5: 216-219
- HAVIRA, Miroslav, et al. Struktura přirozené horské smrčiny v závislosti na věku, nadmořské výšce a expozici. Zpráva lesnického, 2016, 61.3: 159-167.
- HOCHMANOVÁ, L., Lehmannová, R., 2016. Nejstarší smrk České republiky rostl na Šumavě. Dožil se 632 let. iROZHLAS [online]. 20.6.2016 [5.3.2022]. Dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/veda-technologie\\_priroda /nejstarsi-smrk-ceske-republiky-rostl-na-sumave-dozil-se-632-let\\_201606201950\\_kspicakova](https://www.irozhlas.cz/veda-technologie_priroda /nejstarsi-smrk-ceske-republiky-rostl-na-sumave-dozil-se-632-let_201606201950_kspicakova)
- HOLEKSA, Jan, et al. Identifying the disturbance history over a large area of larch–spruce mountain forest in Central Europe. Forest ecology and management, 2016, 361: 318-327.
- HOLEKSA, Jan, et al. Models of disturbance driven dynamics in the West Carpathian spruce forests. Forest Ecology and Management, 2017, 388: 79-89.
- HOLEKSA, Jan, et al. Models of disturbance driven dynamics in the West Carpathian spruce forests. Forest Ecology and Management, 2017, 388: 79-89.
- HONKANIEMI, Juha; RAMMER, Werner; SEIDL, Rupert. Norway spruce at the trailing edge: the effect of landscape configuration and composition on climate resilience. Landscape ecology, 2020, 35: 591-606.
- JANDA, Pavel, et al. Drivers of basal area variation across primary late-successional Picea abies forests of the Carpathian Mountains. Forest Ecology and Management, 2019, 435: 196-204.
- JANDA, Pavel, et al. Rozpady přirozených horských smrčín anebo čeho se (ne)třeba obávat, Čs. Matice lesnická, Lesnická práce, 2018, 97.5: 26-28
- JANDA, Pavel, et al. Three hundred years of spatio-temporal development in a primary mountain Norway spruce stand in the Bohemian Forest, central Europe. Forest ecology and management, 2014, 330: 304-311.

- JONÁŠOVÁ, Magda; PRACH, Karel. Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *Ecological Engineering*, 2004, 23.1: 15-27.
- KYNCL, Josef, et al. Principy dendrochronologie. *Živa*, 6/2002: 249-252
- KUOSMANEN, Niina, et al. Integration of dendrochronological and palaeoecological disturbance reconstructions in temperate mountain forests. *Forest Ecology and Management*, 2020, 475: 118413.
- LESNICTVÍ. Škody klimatickými činiteli – Škody větrem. Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1985, 157-158
- MEIGS, Garrett W., et al. More ways than one: Mixed-severity disturbance regimes foster structural complexity via multiple developmental pathways. *Forest Ecology and Management*, 2017, 406: 410-426
- MEZEI, Pavel, et al. Storms, temperature maxima and the Eurasian spruce bark beetle *Ips typographus*—An infernal trio in Norway spruce forests of the Central European High Tatra Mountains. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2017, 242: 85-95.
- MUSIL, I. Lesnická dendrologie 1-jehličnaté dřeviny. Prague, Czech Republic, 2003.
- NECHLEBA, Al.. Regesta (Sbírka pramenů) k dějinám výskytu škodlivého hmyzu lesního v Čechách ve starších dodácích až do r. 1839. *Čs. Matice lesnická, Lesnická práce*, 1929, 8.6: 321-328
- PANAYOTOV, Momchil, et al. Abiotic disturbances in Bulgarian mountain coniferous forests—An overview. *Forest Ecology and Management*, 2017, 388: 13-28.
- PAVLIN, Jakob, et al. Disturbance history is a key driver of tree life span in temperate primary forests. *Journal of Vegetation Science*, 2021, 32.5: e13069.
- PUTALOVÁ, Tereza, et al. Tree-ring widths as an indicator of air pollution stress and climate conditions in different Norway spruce forest stands in the Krkonoše Mts. *Central European Forestry Journal*, 2019, 65.1: 21-33.
- SIMANOV, Vladimír. Kalamity v historii a současnosti. *Čs. Matice lesnická, Lesnická práce*, 2014, 93.9: 21-23

SPÎNU, Andreea Petronela, et al. Moderate-to High-Severity Disturbances Shaped the Structure of Primary *Picea Abies* (L.) Karst. Forest in the Southern Carpathians. *Forests*, 2020, 11.12: 1315.

SVOBODA, Miroslav, et al. Landscape-level variability in historical disturbance in primary *Picea abies* mountain forests of the Eastern Carpathians, Romania. *Journal of Vegetation Science*, 2014, 25.2: 386-401.

SVOBODA, Miroslav, et al. Disturbance history of an old-growth sub-alpine *Picea abies* stand in the Bohemian Forest, Czech Republic. *Journal of vegetation science*, 2012, 23.1: 86-97.

SVOBODA, Miroslav; POUSKA, Václav. Význam a funkce tlejícího dřeva v horských lesích v NP Šumava. Průběžná zpráva za řešení projektu 2B06012 Management biodiversity v Krkonoších a na Šumavě v roce, 2008.

SVOBODA, Miroslav. Tlející dřevo–jeho význam a funkce v horském smrkovém lese. *Aktuality šumavského výzkumu*, 2007, 3: 115-118.

ÚHUL (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů), Oblastní plán rozvoje lesů (OPRL) přírodní lesní oblast (plo) 27 Hrubý Jeseník platnost 2001-2020. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs n. L., pobočka Olomouc, 2001

VANĚK, František; PRAUSOVÁ, Romana. NÁRODNÍ PŘÍRODNÍ REZERVACE KRÁLICKÝ SNĚŽNÍK. VČ. SB. PŘÍR. - PRÁCE A STUDIE, 12 (2005): 197-202. ISBN: 80-86046-75-3

ZAHRADNÍK, Petr; ZAHRADNÍKOVÁ, Marie. Kůrovcová kalamita z historického pohledu a možnosti řešení, 2019, Dostupné na: <https://www.infodatasys.cz/lesnik21-2019/>

ZIELONKA, Tomasz, et al. A tree-ring reconstruction of wind disturbances in a forest of the Slovakian Tatra Mountains, Western Carpathians. *Journal of Vegetation Science*, 2010, 21.1: 31-42.

Zákony a vyhlášky:

Vyhláškou č. 6/1991 Sb. - Vyhláška ministerstva životního prostředí České republiky o zřízení státních přírodních rezervací Borek u Velhartic, Čtyři palice, Králický Sněžník, Rejvíz, V rašelinách a jejich ochranných pásem a o zřízení státních přírodních rezervací Bukové kopce, Holina, Fajmanovy skály a Klenky, Chynínské buky, Kokšín, Lopata, Míšovské buky, Lípa, Třímanské skály,

Habrova seč, Žákova hora, Praděd, Suchý vrch a Jelení bučina. Dostupná z:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1991-6>

Zákon č. 114/1992 Sb. – Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny.  
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-114>

Vyhláška č. 447/2013 Sb. - Vyhláška o vyhlášení Národní přírodní rezervace  
Králický Sněžník a stanovení jejích bližších ochranných podmínek. Dostupné z:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-447>

Vyhláška č. 395/1992 Sb. - Vyhláška ministerstva životního prostředí České  
republiky, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č.  
114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Dostupné z:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-395>