

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Analýza věkové struktury horského lesa na Šumavě s
pomocí archivních materiálů**

Bakalářská práce

Matyáš David Honys

Vedoucí práce Ing. Vojtěch Čada Ph.D.

2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Matyáš David Honys

Lesnictví

Ochrana a pěstování lesních ekosystémů

Název práce

Věková struktura horského lesa v severozápadní části NP Šumava – analýza archivních materiálů

Název anglicky

Age structure of the mountain forest in the north-western part of NP Šumava – analysis of archival documents

Cíle práce

Prvním cílem práce bude shrnout dosavadní vědecké znalosti o dynamice a historii horských lesů ve střední Evropě. V kontextu těchto znalostí bude druhým cílem provést rešerši a systematickou analýzu věkové struktury horského lesa v severozápadní části národního parku Šumava v okolí jezera Laka, a to za pomoci archivních materiálů (zejména historických lesních hospodářských plánů) s důrazem na dynamiku konkrétních porostů. Výsledky budou srovnány s výsledky dendrochronologických analýz.

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 provedena rešerše archivních materiálů vztahující se ke konkrétní lokalitě na Šumavě. Zejména budou použity staré porostní mapy a hospodářské plány z 19. století (případně doplněny o plány z počátku 20. století). Věk porostních skupin bude pro konkrétní lokalitu převeden do digitální podoby v programu ArcGIS a následně bude vyhodnocena věková struktura lokality. Výsledné údaje budou dány do souvislosti např. s věkem porostu zjištěného dendrochronologickou analýzou.

Harmonogram zpracování:

Květen 2023 — Zadání BP

Jaro 2023 — Studium literatury

Léto 2023 — Sběr a studium archivních materiálů, přepis dat

Podzim 2023 — Analýza dat

Prosinec 2023 — Konzultace osnovy práce a kostry zdrojů se školitelem

Zima 2023/2024 — Příprava textu BP

Březen 2024 — Konzultace finální podoby práce se školitelem

Duben 2017 — Předložení práce



Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

Režim disturbancí, smrk ztepilý, dynamika smrčín, věková struktura.

Doporučené zdroje informací

- Beneš, J., 1996. The synantropic landscape history of the Šumava Mountains (Czech side). *Silva Gabreta* 1, 237–241.
- Brůna, J., Wild, J., Svoboda, M., Heurich, M., Müllerová, J., 2013. Impacts and underlying factors of landscape-scale, historical disturbance of mountain forest identified using archival documents. *For. Ecol. Manage.* 305, 294–306.
- Čada, V., Morrissey, R.C., Michalová, Z., Bače, R., Janda, P., Svoboda, M., 2016. Frequent severe natural disturbances and non-equilibrium landscape dynamics shaped the mountain spruce forest in central Europe. *For. Ecol. Manage.* 363, 169–178.
- Čada, V., Trotsiuk, V., Janda, P., Mikoláš, M., Bače, R., Nagel, T. A., Svoboda, M., 2020. Quantifying natural disturbances using a large-scale dendrochronological reconstruction to guide forest management. *Ecological Applications*, 30, e02189.
- Frelich, L., 2002. Forest dynamics and disturbance regimes: studies from temperate evergreen-deciduous forests, eBOOK. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jelínek, J., 1997. Ověřování genofondu smrku ztepilého *P. abies* (L.) na vytypovaných lokalitách NP Šumava.
- Jelínek, J., 2005. Od jihočeských pralesů k hospodářským lesům Šumavy. MZe ČR, ÚHÚL, Brandýs nad Labem.
- Lausch, A., Heurich, M., Fahse, L., 2013. Spatio-temporal infestation patterns of *Ips typographus* (L.) in the Bavarian Forest National Park, Germany. *Ecol. Indic.* 31, 73–81.
- Schelhaas, M.J., Nabuurs, G.J., Schuck, A., 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Glob. Chang. Biol.* 9, 1620–1633.
- Zielonka, T., Holeksa, J., Fleischer, P., Kapusta, P., 2010. A tree-ring reconstruction of wind disturbances in a forest of the Slovakian Tatra Mountains, Western Carpathians. *J. Veg. Sci.* 21, 31–42.
-

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Vojtěch Čada, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 7. 6. 2023

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 1. 2024

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 05. 04. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Analýza věkové struktury horského lesa na Šumavě s pomocí archivních materiálů 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 verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 5.4.2024

Poděkování

Rád(a) bych touto cestou poděkoval Ing. Vojtěchovi Čadovi Ph.D. za pomoc se zpracováním bakalářské práce, podnětné nápady, pozitivní přístup, trpělivost, pomoc při vyhledávání zdrojů a v neposlední řadě pomoc při zpracování archivních materiálů. Zároveň bych rád poděkoval mé rodině za podporu během celého studia.

Analýza věkové struktury horského lesa na Šumavě s pomocí archivních materiálů

Souhrn

Lesy v České republice, včetně Šumavských smrčín, byly a jsou v posledních dvou stoletích zásadně ovlivňovány a formovány lidskou činností, přičemž změny se promítají do jejich současné podoby. Kromě člověka lesy přeměňují i disturbance, které přirozeně přetvářejí lesní krajinu a její složení. Disturbance hrají v dynamice lesů významnou roli a mohou ovlivnit nejen jednotky stromů, ale i velké rozlohy. Horské smrčiny jsou primárně řízeny velkoplošnými disturbancemi, které mění jejich věkovou strukturu. Vliv disturbancí se obecně projevuje na dřevinné skladbě a věkové struktuře lesů.

Tato bakalářská práce je zaměřena na zjištění a popis věkové struktury části Šumavy patřící v 19. století a na počátku 20. století šlechtickému rodu Hohenzollernů, s důrazem na panství Debrník a Hůrku na konci 19. století. Metodikou této práce je vyhledání archivních materiálů a pomocí nich popsání věkové struktury cílového regionu. Dále bude vytvořena druhá věková struktura lesů celého území nalézající se nad nadmořskou výškou 1 150 m n. m., která bude porovnána s údaji z existujících zkusných ploch.

Výsledky naznačují, že finální věková struktura byla silně ovlivněna velkými disturbancemi, které zájmové oblasti zasáhly v 18. a 19. století. Zároveň je pravděpodobné, že disturbanční režim porostů vysokých poloh byl zkrácen z důvodu extrémnějších podmínek a častějších disturbancí ve vyšších nadmořských výškách.

Klíčová slova: Režim disturbancí, smrk ztepilý, dynamika smrčín, věková struktura

Analysis of age structure of the mountain spruce forest in the Bohemian Forest using archive documents

Summary

The forests in the Czech Republic, including the Bohemian Norway Spruce Forests, have been and are being fundamentally influenced and shaped by human activities over the last two centuries, and the changes are reflected in their current form. In addition to humans, forests are also transformed by disturbances that naturally reshape the forest landscape and its composition. Disturbances play an important role in forest dynamics and can affect not only units of trees but also large areas. Mountain Norway spruce forests are primarily controlled by large-scale disturbances that alter their age structure. The influence of disturbances is generally reflected in the tree species composition and age structure of forests.

This bachelor's thesis is aimed at identifying and describing the age structure of the part of Bohemian Forest belonging to the noble family of Hohenzollern in the 19th and early 20th century, with emphasis on the Debrník and Hůrka estates at the end of the 19th century. The methodology of this thesis is to locate archival materials and use them to describe the age structure of the target region. Furthermore, a second age structure of the forests of the whole area located above an altitude of 1,150 m above sea level will be created and compared with data from existing plots.

The results indicate that the final age structure was strongly influenced by the major disturbances that affected the area of interest in the 18th and 19th centuries. At the same time, it is likely that the disturbance regime of high altitude stands was shortened due to more extreme conditions and more frequent disturbance at higher elevations.

Keywords: Disturbance régime, norway spruce, norway spruce dynamics, age structure

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíl práce.....	8
3 Literární rešerše.....	9
3.1 Ekologie horských lesů	9
3.1.1 Rozdělení lesních ekosystémů v rámci České republiky.....	9
3.1.2 Dynamika lesních ekosystémů.....	10
3.1.2.1 Disturbance	11
3.1.2.2 Závažné disturbance České republiky.....	12
3.2 Historie Šumavy	15
3.2.1 Současný stav.....	19
4 Metodika	19
4.1 Lokalita	19
4.2 Sběr dat	20
4.3 Zpracování dat	21
5 Výsledky.....	23
5.1 Celé zájmové území.....	23
5.2 Zájmové území nad výškovou hranicí 1 150 m.n.m.....	26
5.3 Porovnání historických dat s daty ze zkusných ploch	27
6 Diskuse	28
6.1 Interpretace výsledků	28
6.2 Porovnání výsledků se zkusnými plochami	30
6.3 Problémy se zvolenou metodikou	31
7 Závěr	33
8 Literatura	34
9 Seznam použitých zkratk a symbolů.....	37
10 Samostatné přílohy	38

1 Úvod

Lesy v České republice v posledních dvou stoletích prošly rozsáhlou antropogenní přeměnou, která je i dnes ovlivňuje a bude na ně působit i do budoucnosti. Dopad systému lesního hospodářství zavedeného v 19. století byl hlavně vidět v letech 2014 až 2018 během kůrovcové kalamity, která zasáhla celou Českou republiku a zničila miliony krychlových metrů smrkového dříví. Nejzásadnější změnou způsobenou lesním hospodařením byla přeměna dřevinné skladby šumavských lesů středních poloh z buku s příměsí jedle a smrku na smrkové monokultury. V horských lesích patřil smrk k dominantní dřevině i před 19. stoletím. Monokultury obecně mají nižší stabilitu a jsou náchylnější disturbancím, které jsou schopné rozbít stovky až desetitisíce hektarů lesa. Monokultúrami se myslí dřevinná jednodušnost porostů nebo jejich nízká vertikální rozrůzněnost.

V každém lesním ekosystému dochází k disturbancím. Disturbance mohou mít různé dopady. Mohou vyvrátit jediný strom nebo stačí zlom větší větve, ale je možné, aby disturbovaly rozsáhlé oblasti. Současným příkladem masivní disturbance ovlivňující celý kontinent je orkán Kyrill.

Tato práce se zabývá právě velkými disturbancemi konce 18. a většiny 19. století a jejich vlivem na strukturu šumavských lesů. V práci je analyzována věková struktura části Šumavy, která byla v 19. století ve vlastnictví šlechtického rodu Hohenzollernů, a to původní velkostatky Hůrka a Debrník. Věková struktura lesa na konci 19. století zjištěná ze starých lesních hospodářských plánů byla dále porovnána s aktuálně zjištěnými dendrochronologickými daty ze zkušných ploch, které se nacházejí na stejném území. Cílem bylo lépe popsat dynamiku Šumavských lesů na větší prostorové škále a případně popsat vliv managementu.

Cíl práce

Prvním cílem práce bude shrnout dosavadní vědecké znalosti o dynamice a historii horských lesů ve střední Evropě. V kontextu těchto znalostí bude druhým cílem provést rešerši a systematickou analýzu věkové struktury vybrané lokality horského smrkového lesa na Šumavě pomocí archivních materiálů (zejména historických lesních hospodářských plánů) s důrazem na dynamiku konkrétních porostů. Výsledky budou srovnány s výsledky dendrochronologických analýz.

2 Literární rešerše

2.1 Ekologie horských lesů

Les v rámci biosféry patří mezi velmi komplexní systémy, je přímým účastníkem mnoha cirkulárních dějů, jež ho vytváří, mění a také obnovují. Mezi tyto cirkulární děje patří mimo jiné koloběh vody, dusíku, uhlíku, makroprvků i mikroprvků. Mezi další faktory působící na les patří např. čas, podloží, půda, nadmořská výška, klima, místní fauna a flóra a v neposlední řadě také disturbance. Nesmí se také zapomínat, že v posledních stoletích výrazně na lesy působí také člověk, který je značným způsobem proměňuje k obrazu svému. Toto je pouze základní výčet faktorů, jež mají na les vliv. Všechny tyto faktory a koloběhy spolu interagují, vzájemně se mění a ovlivňují a dávají vzniknout lesnímu ekosystému jako takovému (Rotter, 2023). Horské lesy obecně jsou specifické hlavně svojí polohou, klimatickými podmínkami a půdními podmínkami. Horské lesy rostou hlavně na chudých půdách, které ovlivňují koloběh živin v půdě a rozklad biomasy (Rotter, 2023).

2.1.1 Rozdělení lesních ekosystémů v rámci České republiky

Šumava se rozprostírá na více jak 5 000 km², což jí činí největším horským celkem celého hercynského masivu a rovněž nejrozsáhlejším pohořím nalézajícím se na území České republiky. Pohoří se táhne do délky 120 km ve směru severozápad-jihovýchod a v nejširším bodě má více než 20 km. Nejvyšší vrchol byl pojmenován Velký Javor (der Großer Arber) s výškou 1455 m.n.m., který se nalézá na bavorské straně Šumavy. Na české straně je nejvyšším vrcholem Plechý s výškou 1378 m.n.m. Geologicky patří Šumava do geologické jednotky moldanubikum a moldanubický pluton. Jako nejčastěji zastoupené horniny zde nalézáme svorové ruly, pararuly a migmatity. Na povrchu Šumavy jsou nejrozšířenějšími půdami kryptopodzoly, vlastní podzoly a kambizemě. Klima Šumavy se vyznačuje svojí pestrostí v závislosti na dané lokalitě. Průměrné roční teploty jsou závislé na nadmořské výšce a pohybují se od 3 do 6 °C. Průměrný roční úhrn srážek je naměřen přibližně 1000 až 1200 mm (Lipský, 2022; Kindlmann, 2012).

V České republice se pro klasifikaci lesních typů používá typologická klasifikace a tzv. Typologický systém ÚHUL, v rámci něhož se pro klasifikaci užívá kombinace faktorů nadmořské výšky, půdních vlastností a přístupnosti vody. Horské lesy spadají pod 5. až 8. lesní

vegetační stupeň (LVS). Na Šumavě jsou dominantními lesními typy buk-smrkový, smrkobukový a smrkový (Kindlmann, 2012).

2.1.2 Dynamika lesních ekosystémů

Les nelze považovat za statický ekosystém, neboť se podílí na různých koloběžích (viz úvod kapitoly), díky nimž neustále prochází proměnami, které jsou někdy lidskému oku viditelné, ale většinou tomu tak není, tím pádem se nám les může jevit jako statický a stále stejný. Jak už bylo několikrát zmíněno, na lesním ekosystému se projevuje silný vliv disturbancí, které ho tvarují, mění, a také obnovují. Každý lesní ekosystém je komplexní otevřený a dynamický systém, reagující na změny prostředí a je ovlivňovaný rovněž příjmem atmosférických plynů, což se projevuje změnami v růstovém trendu lesního porostu (Pretzsch, 2009).

Během druhé poloviny 20. století došlo k velkému posunu chápání dynamiky lesa. Dříve existovala představa, že les je vysoce stabilní samo regulující se systém, ve kterém jsou disturbance vyskytují velmi sporadicky. Tento názor byl označen termínem „teorie klimaxu“. Disturbance byly v této teorii chápány jako ojedinělý jev, který les vychyluje z klimaxu, tj. konečného stabilního společenstva (Čada, 2013a). Teorie byla zavržena na základě toho, že existují disturbance, které jsou schopné měnit krajinu v tak velkém měřítku, že se les nikdy nedostane do rovnovážného stádia. Bylo zjištěno, že narušení, která jsou schopná ovlivnit až 100 000 ha lesa jsou vcelku běžná. Například v Severní Americe v okolí jezerních států (Minnesota, Wisconsin a Michigan) se běžně vyskytují větrné bouře a požáry, které takto velké plochy ovlivňují (Frehlich, 2003).

Každá lesní plocha má svoji rotační periodu nebo dobu obmýtí danou lidmi. Rotační periodu lze vysvětlit tak, že celé území lesa musí projít minimálně jednou disturbancí, která daný porost obnoví. Nemusí dojít k jedné velké kalamitě, ale porost může být obnovován postupně disturbancemi menšího rozměru. Po velké disturbanci opět může začít nový cyklus v případě, že pod disturbovanou vrchní etáží neexistuje podrost, který by nahradil funkci vrchního patra. Jedná se o tzv. banku zmlazení. To platí na příklad u smrku ztepilého nebo buku. Tyto dřeviny dokáží vydržet celý život v podrostu a jakmile se odstraní vrchní etáž, tak zrychlí svůj růst, abys dostaly do vrchního patra (Rotter, 2023). Na začátku cyklu se na holině jako první objevují pionýrské a světlomilné dřeviny (osika, bříza, olše), které lokalitu kolonizují. Od deseti let věku do 50 let věku dochází ke konkurenčnímu boji o světlo a

světломilné stromy, které skončily v podrostu, odumírají. Dále dochází k tranzici skladby dřevin a do vrchní etáže porostu se dostávají stínomilnější druhy (buk, jedle), které se postupem času stanou dominantními druhy. Po osmdesáti letech od kolonizace lokality se dá porost považovat za starý a dochází k narušení menších rozměrů. To znamená, že v důsledku polomů, napadení hmyzem nebo houbovým patogenem dochází k umírání jednotlivých stromů nebo menších jednotek stromů. Na vzniklých slunečných místech opět klíčí většinou světломilné dřeviny. Tímto konečným procesem se z lesa stává les mnohověký (Frehlich, 2003).

2.1.2.1 Disturbance

Jak již bylo nastíněno v minulé kapitole, disturbance dynamiku lesa velmi ovlivňují. Proto je důležité pochopit disturbance a jejich režim. Disturbance jsou faktory, které limitují maximální biomasu rostlin jejich poškozením nebo zničením (Grime, 1977). Disturbance lze také definovat jako oddělená narušení ekosystému, jeho populace, struktury a dostupnosti zdrojů (Pickett, 1985), jako jsou půdní minerály, světlo nebo voda. Podle Frehlicha (2003) lze režim disturbance popsat charakteristickými vlastnostmi, které specifikují každý lesní typ. Mezi charakteristické vlastnosti každé disturbance patří frekvence, síla, intenzita, velikost zasažené oblasti a také interakce mezi různými typy disturbance (Frehlich, 2003).

Síla disturbance se dá rozdělit na dva samostatné pojmy – intenzitu a závažnost. Intenzita v tomto smyslu slova znamená množství energie, kterou disturbanční událost disponuje. U požárů se například měří množství energie za jednotku vzdálenosti za jednotku času ($W/m/s$), množství energie za jednotku plochy za jednotku času ($W/m^2/s$) (Johnson, 1992) nebo teplota. Naopak závažnost znamená, jak velkou plochu nebo kolik stromů disturbance zasáhne, ale dá se také interpretovat podle toho, jak velké procento porostu je zasaženo nebo množstvím ovlivněné biomasy (Iwasaki, 2018). Mezi silou a intenzitou nemusí existovat příčinná souvislost. Jako příklad lze uvést požáry, které jsou velmi intenzivní, ale poškodí malé procento stromů porostu. Na druhou stranu se vyskytují požáry malé intenzity, které však spálí kořeny, což může mít za následek devastaci velkého počtu stromů. Vítr se z tohoto hlediska liší, protože mezi silou a konečnou intenzitou existuje vysoká korelace. Čím vyšší je rychlost větru, tím větší tlak je působí na stromy, a tím pádem více stromů popadá nebo se zlomí. Rovněž při napadení porostu hmyzem či po okusu zvěří lze intenzitu považovat za relativně nízkou, protože během krátké doby není zkonsumováno velké množství biomasy, avšak závažnost bývá

často vysoká v důsledku vysoké mortality (Frehlich, 2003). Posledně uvedený příklad byl právě pozorován při napadení smrkových porostů v České republice lýkožroutem smrkovým (Hlásny, 2021). Frehlich (2003) definuje tři stupně závažnosti disturbancí. Nejslabší z nich je slabá disturbance, která zasáhne malé množství stromů, ať už v korunovém patře nebo v podrostu. Silnější je středně silná disturbance, která poškodí nebo zahubí podstatné množství stromů, ale ponechá dostatečné zmlazení pro obnovu lesa. Nejsilnější z nich je silná disturbance, která zničí většinu podrostu a korunových stromů bez dostatečného zmlazení.

2.1.2.2 Závažné disturbance České republiky

Nejzásadnějšími disturbancemi českých lesů lze považovat vítr a rozsáhlé šíření lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) a dalších hmyzích škůdců. Kvůli letním suchům posledních let, zvyšujícímu se počtu požárů a zvětšující se ploše zasažené ohněm se předpokládá, že s k těmto disturbancím přidají ještě požáry, ať už způsobené lidskou činností nebo přírodními jevy (Lohmander, 2022). Na území České republiky došlo v posledních dvěma desetiletích k několika velkým disturbancím. První a největší z nich byla způsobena orkánem „Kyrill“ v lednu 2007, v březnu 2008 se přes Šumavu přehnala vichřice „Emma“ (Brázdil, 2018) a mezi lety 2014 až 2018 jsme byli svědky kůrovcové kalamity (Hlásny, 2021). V mladších porostech také figurují jako disturbance sněh, jehož váha vytváří tlak na stabilitu stromů (Hlásny, 2011).

Vítr

Je třeba si uvědomit, že vítr je na celém světě důležitým ekologickým faktorem, jenž ovlivňuje veškeré ekosystémy. U lesních ekosystémů vítr působí nejen na jednotlivé stromy, ale i na celé porosty současně. Vítr ovlivňuje lesní porosty různými způsoby, tj. přímo a nepřímo. Nepřímo působí změnou teploty a vlhkosti půdy. V lesích na písčitéch půdách dochází k erozi vrchních horizontů půdy. Vítr také napomáhá roznášet semena, pyl a spory hub na velké vzdálenosti, čímž reguluje prostorové uspořádání lesů (Zhu, 2004). Kromě reprodukčního materiálu přenáší také chemické a průmyslové zplodiny, které mohou výrazně narušit porosty (Jaffe, 1995). Přímý vliv větru se projevuje na stromech změnami tvaru koruny, později deformací tvaru kmenu, a nakonec zmenšením stromu jako takového. Morfologické změny tvaru stromu nebo jeho koruny se nazývají tigmomorfogeneze. Jako dobrý příklad lze uvést trpasličí borovice na exponovaných stanovištích (Konôpka, 2016). Vítr má také vliv na

fyziologické procesy v tělech stromů primárně transpiraci a evaporaci (Zhu, 2004). Mírný vítr je v lese velmi běžný jev. Vichřice bývají trochu vzácnější, přesto se objevují různě po České republice každý rok. Naopak je tomu u větrných bouří a orkánů, které jsou v lesích ojedinělými úkazy. Větrné bouře a orkány jsou typy větru, které způsobují rozsáhlé disturbance na porostech (Konôpka, 2016) a disturbují rozsáhlé plochy porostů (Frehlich, 2003).

Vítr v porostech ve většině případů vyvolává nejvyšší tlak na vysoké stromy nebo na stromy s velkou plochou koruny. Způsobený tlak na koruny a kmeny stromů vytváří významný tlak na patu kmene, jež může být u starších stromů napadená houbami, které mění mechanické vlastnosti stromu. To znamená, že starší stromy a úrovňové až nadúrovňové stromy jsou náchylnější ke zlomení způsobenému větrem. Samozřejmě zlom stromu v nejvyšší etáži disturbuje i ty v podrostu pod ním tím, že nějaké taky poškodí (Frehlich, 2003). I silný vítr, který nemá sílu lámat stromy, může stromy ovlivnit částečnou nebo úplnou defoliací. Větrné bouře také ovlivňují mladé stromky jejich ohýbáním, čímž je vyvolána stresová reakce v mladém kořenovém systému (Gardiner, 2016).

Podle Gardinera a kol. (2016) závisí poškození porostu vichřicí na třech faktorech, jmenovitě na primárním, sekundárním a terciárním poškození. Primárním poškozením lze chápat poškození stromů silou větru. Do této kategorie patří lámaní větví a polomy a vzniká během kalamity, ihned po ní nebo do několika hodin po konci vichřice nebo orkánu. Druhým faktorem (sekundární poškození) jsou označovány škody vzniklé od několika dní do pár měsíců po disturbance. Za sekundární poškození lze považovat hlavně napadení oslabených stromů hmyzem nebo houbovými patogeny. V Severní Americe patří do sekundárního poškození i požáry. V některých případech sekundární poškození může způsobit vyšší škody na porostech než primární (Čada, 2013a). Poslední faktor (terciární poškození) je pozorován nejdříve po uplynutí jednoho roku od disturbance do několika let až desetiletí. Terciární poškození se týká hlavně socio-ekonomické povahy, protože společně s disturbance se mění využití lesa s ohledem na dostupnost zdrojů (dřeva), ale v posledních letech lze zahrnout i změny v mimoprodukčních vlastnostech lesa.

Hmyz – se zaměřením na lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*)

V současnosti, ale i v posledních dvou stoletích, hráli a stále hrají gradace lýkožroutů v českých lesích důležitou roli. Rozsáhlé rozšíření pěstování smrku v 18. a 19. století sebou

přineslo také významné rozšíření různých druhů lýkožroutů, jejichž životní cyklus je spojený se smrkem (Kindlmann, 2012). Mezi nejdůležitější, kalamitní, druhy lýkožroutů v České republice řadíme lýkožrouta smrkového (*Ips Typographus*), lýkožrouta severního (*I. Duplicatus*) a lýkožrouta lesklého (*Pityogenes Chalcographus*). Samozřejmě mezi kalamitní škůdce nepatří pouze zástupci podčeledi *Curculionidae: Scolytinae*, je nutné se zmínit i o obaleči modřínovém (*Lymantria monarcha*), klikorohu borovém (*Hylobius abietis*) a ploskohřbetky rodu *Cephalcia* (Česká republika, 1996).

V poslední době největší škody ze zmíněných kalamitních škůdců způsobuje *I. typographus*. Podle dochovaných záznamů došlo v Českých zemích k rozsáhlým kůrovcovým kalamitám např. v roce 1834 a 1871 (Brázdil, 2022). Mezi roky 2003-2015 oscillovalo množství kůrovcového dříví okolo 1,5 milionů m³ za rok. Mezi roky 2015 a 2016 došlo k navýšení na 4 miliony m³ kůrovcového dříví. Toto číslo se opět zvýšilo v roce 2018, kdy byl naměřen největší nárůst na více než 19 milionů m³ dříví. V roce 2019 se tendence nárůstu zmírnila s výsledným množstvím 23 milionů m³ (Hlásny, 2021). V českých lesích hrál kůrovec klíčovou roli i v minulosti.

Rozšířený výskyt jedinců druhu *I. typographus* silně koreluje s předešlou disturbancí způsobenou větrnou bouří (Čada, 2013a; Dobor, 2020). Jako další faktor podepisující se na rozšíření škůdce bylo identifikováno roční klima, které ovlivňuje načasování rojení a zimní mortalitu (Baier, 2007). Z klimatických podmínek je pro nastartování přemnožení škůdce nejdůležitější teplota a s ní spojené sucho. Sucho a teplo stresují hostitelské stromy, které nemají dostatek vody na zastavení napadení (Huang, 2020). Další stresor, který mitiguje schopnost stromů se bránit je vítr, který může stromy polámat a tím je oslabit. Interakce mezi klimatem a schopností hostitelských stromů determinují předpoklad pro přemnožení a začátek kalamity. Recentní změny klimatu a letní sucha znamenaly ideální podmínky pro kritické přemnožení *I. Typographus* a následnou kůrovcovou kalamitu (Hlásny, 2021). Nejenže klimatické extrémny mají na svědomí zvýšenou aktivitu a počet jedinců, ale také dochází k synchronizaci jednotlivých lokálních disturbancí (Seidl, 2014). Předpokládá se, že se intenzita a frekvence velkých kůrovcových kalamit bude do roku 2030 zvyšovat až na sedminásobnou hodnotu z let 1971 až 1980 (Dobor, 2020).

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) patří do řádu *Coleoptera*, čeledi *Curculionidae* a podčeledi *Scolytinae*. Je to asi 4,5 až 5,5 mm velký brouk. Je typický svými čtyřmi zuby na

zadní části elyter, které jsou od sebe rovnoměrně vzdálené. Největší je třetí zub shora a je na bázi ztloustlý. Dospělí jedinci jsou zbarveni do tmavě hněda až černa, avšak čerstvě po ekdysi mají nažloutlou barvu. Lýkožrout smrkový má 2 generace ročně, ve vyšších polohách pouze jednu. Přezimovává v hrabance na zemi pod kůrou stromů. Jarní rojení začíná na přelomu dubna a května. Samec vyhledává oslabený strom, ke kterému je lákán vypouštěnými primárními atraktanty. Po nalezení stromu a vytvoření snubní komůrky se samec snaží nalákat k sobě samičky pomocí agregačních feromonů. Lýkožrout smrkový se páří s 2 až 3 samičkami, přičemž každá samička může naklást až 60 vajíček, rychlostí 1 až 2 vajíček denně. Embryonální vývoj trvá 6-18 dní. Po této době se larva vylíhne a v larválním stádiu žije po dobu 7-50 dní. Larva má tři instary a žije v lýku. Na konci svého vývoje se larva zakuklí. Vývoj v kukle trvá 8 dní. Poté se rodí nedospělý brouk. Dříve než nedospělý brouk vylétne ze stromu, musí vytvořit úživný žír, aby dospěl a získal potřebnou energii. K výletu ze stromů dochází v polovině června až začátkem srpna. K letnímu rojení dochází v polovině června až začátku srpna. Celý proces se u druhé generace opakuje (Kindlmann, 2012).

Lýkožrout smrkový výrazně ovlivňuje lesní ekosystémy svojí přítomností a gradací. Za normálních podmínek se mu říká „doktor lesa“, protože uvolňuje oslabené stromy z ekosystému, čímž prosvětluje spodní etáže. Poslední kůrovcová kalamity byla navíc umocněna změnou klimatu (Seidl, 2014; Hlásny, 2021). V normálním stavu napadá kůravec pouze stromy oslabené a s věkem alespoň 60 let, ale během kalamit dokáže rozvrátit celá stromová patra (Kindlmann, 2012).

2.2 Historie Šumavy

Šumava již od doby kamenné a dále přes dobu železnou až po současnost oddělovala Českou kotlinu od Bavorska a tvořila mezi těmito územími přírodní hranici. Po celou dobu existence Českého království a Rakouského císařství tvořila v podstatě neprostupnou hranici.

Během doby bronzové a počátkem doby železné před příchodem Germánů a poté Slovanů pobývali na území dnešní České republiky Keltové z kmene Bójů, kteří zde sídlili v době halštatské a později v době laténské. Bójové patřili k Východohalštatské kultuře a odlišovali se tím, že svá osídlení, opida, nestavěli pouze v okolí velkých řek, ale také i na nepřístupných perifériích. Mezi tyto periférie patřila i Šumava, na níž během několika století vzniklo několik velkých sídel. Mezi nejznámější lze jmenovat na příklad hradiště Sedlo u Albrechtic nebo

Věvec u Lčovic (Bauerová, 1996). Příchod Germánů v 1. století př. n. l. (Jelínek, 2005) na území Čech neznamenal pro tehdejší obyvatele žádnou velkou změnu a Keltové i Germáni z kmene Markomanů žili v relativním míru. Postupem času začala Germánská kultura převládat, zároveň však přijímala prvky kultury keltské. Velkou změnu přineslo až stěhování národů. Během 5. století přišli do Čech Slované. Po jejich příchodu odešla většina šumavských Markomanů do Bavorska, ale někteří zůstali na Šumavě (Schlesinger, 1870). S příchodem Slovanů tedy končí větší osídlenost Šumavy.

Během středověku dochází k první kolonizaci Šumavy již během 9. a 10. století, a to z bavorské strany Šumavy, pod dohledem benediktýnského kláštera v Nieder Altaichu. Z české strany první pokusy o kolonizaci započaly v 12. století, během něhož se zvýšila životní úroveň obyvatel Evropy. Zvyšující se životní úroveň obyvatelstva se v té době projevuje nárůstem počtu lidí

„Společnost začínala procházet přestavbou, na jejíchž formách se následně podepsala německá kolonizace.“ (Žemlička, 2002)

Z důvodu růstu populace bylo nutné kolonizovat dříve neobydlená území v pohraničí. Německá kolonizace českého pohraničí začala v době posledních Přemyslovců v 12. století. Na mnoha místech pokračovala i během 13. a 14. století. Jedním z cílů této kolonizace byla také Šumava, která byla tou dobou již několik století pouze neosídlena. První kolonizátoři Šumavy byli tzv. „králováci“. Králováci byli podvolení přímo panovníkovi, jenž jim udělil statut svobody, který byl v tehdejší době u jiných obyvatel vzácností. Králováci na oplátku chránili a bránili hranice Českého království. Ze začátku jejich hlavním životním posláním byla zemědělská produkce, jež si kvůli vytváření prostoru pro zakládání polí a sadů vyžadovala kácení lesů, což v konečném důsledku vedlo k zakládání osad a později měst. Kromě dřevařského a zemědělského způsobu života se na Šumavě a v Pošumaví již ve středověku rozvíjelo sklářství a také těžba zlata, které bylo zanedlouho nalezeno v místních zlatonosných potocích a řece Otavě. Právě těžba a rýžování zlata byly hlavními motory další kolonizace do vyšších nadmořských výšek. Narůstající počet obyvatelstva, v důsledku intenzivní imigrace či vyšší porodností, a získávání zlata, ať už těžbou nebo rýžováním, vedly po dlouhé době k první proměně krajiny člověkem (Blažková, 2018). Německá kolonizace Šumavy dala vzniknout takovým městům a vesnicím jako jsou Kašperské Hory, Stachy, Rejštejn a mnohé další (Beneš, 1996).

„Vyšší horské, lesy porostlé oblasti Královského hvozdu začaly být ve větší formě osidlovány až v polovině 16. století, v souvislosti s rozvojem svobodných královských rycht. Pokračovala tradice sklářství a železářství, které po stagnaci během třicetileté války dosahovaly do té doby nevídaných rozměrů.“ (Blažková, 2018)

Kolonizace Šumavy, jež byla nastartována ve středověku, ani v novověku nepolevovala. Po celou dobu mladšího novověku bylo i nadále hlavním způsobem obživy Králováků sklářské řemeslo. Během 16. století počet skláren rostl a společně s ním i počet obyvatel, který následně v první polovině 17. století stagnoval v důsledku třicetileté války a následně se v druhé polovině 17. století jejich provoz opět obnovoval. Kromě obnovy dochází v té době i k zakládání nových skláren. Nejvyšší počet nově vznikajících sklářských hutí a k nim přidružených vesnic je doložen v archivech z 18. století. V roce 1732 byla založena vesnice Hůrka. V té samé době jsou vybudovány základy i pro další vesnice, mimo jiné lze jmenovat Zelenou Horu a Modravu, které byly založeny v letech 1733 a 1734 (Blažková, 2018).

Období 18. a počátku 19. století bylo po 16. století (označovaném jako tzv. sklářská kolonizace) dalším vrcholem kolonizace Šumavy. Kolonizace v tomto období se označuje jako dřevařská. Tato kolonizace byla motivována do značné míry nedostatkem dřeva ve vnitrozemí a narůstající poptávkou po dalším dříví ze strany měst jako Praha, Plzeň, České Budějovice a dalších velkých měst, což podporovalo exploataci šumavských pralesů, kde bylo v té době dřeva ještě velké množství. Šlechta si začala uvědomovat cenu svých lesů a snažila se je hospodářsky využít. Kromě kolonizace centrální Šumavy v té době vznikají i rozsáhlé projekty v podobě staveb plavebních kanálů, pomocí kterých se v dopravovalo dříví přes Otavu nebo přímo do Vltavy. Po Vltavě dříví bylo dále splavováno do Prahy a vnitrozemí (Jelínek, 2005). Největším inženýrským projektem doby dřevařské kolonizace byla stavba Schwarzenberského plavebního kanálu, která započala v roce 1789 a v roce 1801 byla dokončena první etapa stavby. Stavba ještě dále pokračovala až do 20. let 19. století. Mnohověké a dřevinami bohaté pralesy byly během 18. a poté 19. století mýceny pruhovými holosečemi a nahrazovány v té době ekonomicky výhodnějším smrkem ztepilým. Tento stav probíhal až do začátku 20. století (Jelínek, 2005).

V průběhu 19. století se začaly vyvíjet postupy a ideje lesního hospodářství, které jsou v České republice využívány doposud. Základním kamenem lesního hospodářství 19. století i

současnosti jsou lesní hospodářské plány (LHP), které jsou vytvářeny každých deset let a pokrývají období následujícího desetiletí. Informace potřebné pro vytvoření LHP jsou v lese sbírány taxátory, kteří je poté sepisují do taxačních knih (das Waldbeschreibungsbuch). Další částí LHP byla porostní mapa a hospodářská kniha, do které se zapisovaly provedené těžby. Do LHP byl rovněž vždy zapsán způsob hospodaření a obnovy lesa. Na Šumavě 19. století byl nejrozšířenějším způsobem hospodaření zvolen způsob holosečný (der Kahlschlagbetrieb), jenž lze považovat za nejjednodušší způsob hospodaření s lesem z hlediska realizace a náročnosti na plánování. V lesích těžných holosečným způsobem vznikaly paseky, které byly poté buď uměle nebo přírodně zalesněny. Tento způsob hospodaření generoval pro vlastníky vysoké zisky na úkor vyšší rozmanitosti lesů a odolnosti lesů vůči disturbancím. Zároveň byl nejziskovější v době, kdy byla v Šumavských lesích nejvyšší zásoba dřeva a docházelo tak spíše k exploataci původních šumavských lesů než k trvale udržitelnému hospodaření. Přesto se již v 19. století začaly objevovat myšlenky přírodě bližšího hospodaření, během něhož se nehospodaří holosečně, ale výběrně. Zároveň se nahlíží více na umělou obnovu (Jelínek, 2005).

V době rozsáhlých těžeb v původních šumavských pralesích vznikly i iniciativy na ochranu vybraných zbytků lesů. První chráněný les v Českých zemích byl Boubínský prales, který byl Schwarzenbergem vyhlášen za chráněný v roce 1858. Další chráněnou oblastí bylo Černé a Čertovo jezero. Tato oblast patřila Hohenzollernům a byla chráněna od roku 1911. Prvními státními chráněnými oblastmi vyhlášenými převážně v roce 1933 byly Rokytská slat', Jezerní slat', Buková slat', Trojmezna hora, Černé jezero a Čertovo jezero (Křenová, 2008). „V roce 1963 byla na výměře 1 630 km² zřízena Chráněná krajinná oblast Šumava. Dne 27. 3. 1990 řídicí výbor UNESCO vyhlásil Šumavu biosférickou rezervací. Nařízením vlády ČR č. 163/1991 Sb. ze dne 20. 3. 1991 byl v jádrové části CHKO Šumava na ploše 66 064 ha vyhlášen Národní park Šumava“ (Křenová, 2008).

Během 18. a 19. století bylo na Šumavě zaznamenáno několik dalších velkých disturbancí, které přeměnily tvář Šumavy na další století. K těmto disturbancím došlo v 80. letech 18. století a mezi lety 1810-1830 a 1850-1870 (Svoboda, 2012; Čada, 2013). Výše uvedené události lze pravděpodobně dát do souvislosti s větrnými bouřemi, které zasáhly Šumavu v letech 1778, 1812-13, 1821-22 a 1833. Rovněž byly evidovány vichřice mezi lety 1853 až 1870. Po vichřicích v letech 1834 a 1868-1880 byly v letech 1834 a 1871 porosty navíc napadeny lýkožroutem smrkovým (Čada, 2013), jehož gradaci pomáhalo pomalé odtěžování napadených stromů (Brázdil, 2022).

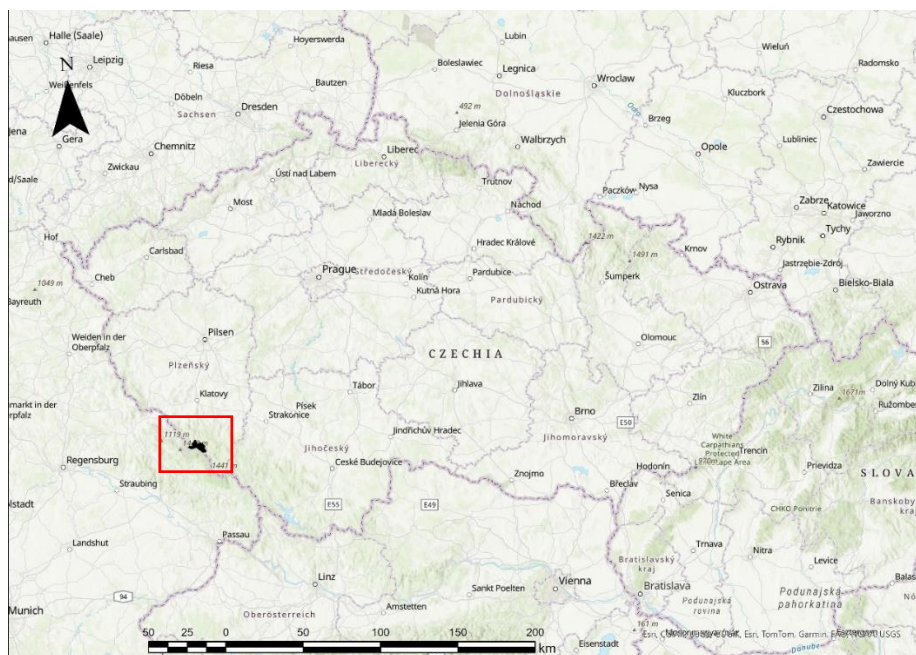
2.2.1 Současný stav

Výsledky lesního hospodářství na Šumavě v 19. století lze pozorovat ještě dnes ať už na skladbě dřevin, ve které převažuje smrk na nepůvodních stanovištích nebo důsledky, které převaha smrku má v podobě rozsáhlých kůrovcových kalamit. V roce 2007 prošla Šumava další obrovskou disturbancí. Orkán „Kyrill“ změnil strukturu lesa na Šumavě (Čada, 2013a). V roce 2008 zažila Šumava další větrnou bouři „Emma“, která v České republice způsobila škody na dříví ve výši 4.855 milionů m³. Mezi roky 2014 a 2018 došlo na území a celé České republiky k historicky největší kůrovcové kalamitě (Hlásny, 2021; Čada, 2013b). Při obnově ve zdevastovaných porostech se v současné době klade důraz na přirozenou skladbu pěstovaných dřevin, od které je do budoucna očekává vyšší biodiverzita a tím pádem vyšší stabilita lesních ekosystémů vůči disturbancím (Rotter, 2023).

3 Metodika

3.1 Lokalita

Zájmové oblasti této práce jsou území v severozápadní části NP Šumava (obr. 1). Jde přesně o oblast bývalých obcí Hůrka, Debrník (ty na konci 19. století patřily do panství Hohenzollernů v rámci stejnojmenných velkostatků – VS) a severozápadní výběžek bývalého prášilského panství tzv. Steindlberg (na konci 19. století patřící do panství Schwarzenbergů). Šlechtické rody území vlastnily až do počátku první republiky, kdy došlo k vyvlastnění šlechtických majetků, které následně přešel na stát. Po druhé světové válce došlo k vysídlení zdejšího převážně německy mluvícího obyvatelstva a k zániku mnoha obcí. V oblasti Debrníku byla následně zřízena posádka pohraniční stráže.



Obrázek 1: Poloha zájmového území v rámci České republiky – červený obdélník

Území bylo od roku 1963 součástí Chráněné krajinné oblasti a od roku 1991 součástí Národního parku Šumava (výjimkou je západní výběžek mezi Alžbětínem a Debrníkem, který je již mimo Národní park).

Průměrná roční teplota podle ČHMÚ mezi lety 1991-2020 byla mezi 5° a 6° C a průměrný roční srážkový úhrn se pohyboval mezi 1000 a 1200 mm. Obojí bylo závislé na nadmořské výšce. Geologicky se zájmové území nachází v moldanubické oblasti a regionu metamorfní jednotky. Dominantní horninu tvoří pararula. Zájmové území se nachází v 6. až 8. lesním vegetačním stupni a je pokryto převážně smrkovým lesním typem s příměsí buk-smrkového v nižších polohách. Maximální nadmořská výška je vrchol Plesná s výškou 1337 m.n.m.

Oblasti zájmového území byly vybrány, protože jejich porostní mapy, věkové struktury a jejich disturbanční historie ještě nebyly zpracovány. Většina území NP Šumava byla již popsána Jelínkem (2005) a Brúnou a kol. (2014).

3.2 Sběr dat

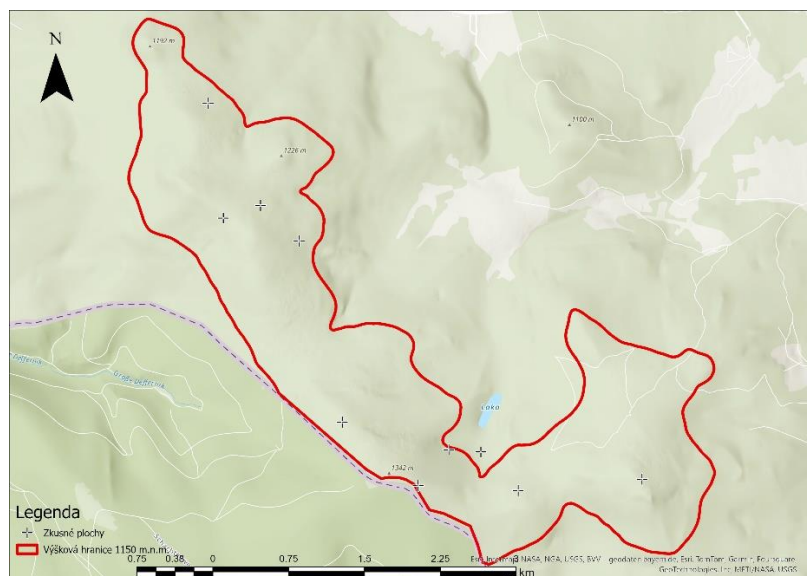
Informace k taxaci lesů ve správě Hohenzollernů jsou dostupné ve Státním oblastním archivu (SOA) Plzeň, na pracovišti Klášter u Nepomuka. Cílem této práce bylo pomocí informací z taxačních knih zpracovat předpokládanou věkovou strukturu lesa v zájmovém území. Data byla převzata z nejstarších dostupných taxačních knih. Předpokládáme, že nejstarší

knihy, které jsou nejbližší období, kdy nejstarší porosty v této oblasti vznikaly, budou nejpřesnější. Nejstarší dostupné taxační knihy byly pro zájmové území dostupné z konce 19. století, těsně po tzv. velké Klostermannské kalamitě, tj. gradaci lýkožrouta, která se na Šumavě odehrála v 70. letech 19. století. Období taxace jsou pro různé velkostatky odlišná – popis lesů VS Hůrka proběhl v roce 1879, lesů VS Debrník v roce 1884 a Schwarzenberských lesů na území VS Prášily v roce 1882. V taxačních knihách se nacházejí čísla porostních skupin, dílců a oddělení pro jejich identifikaci. Kromě toho jsou v knihách zapsány informace o plochách jednotlivých porostních skupin, půdních podmínkách, typu dřeva (dřeviny), průměrného věku, zmlazení, bonitě, průměrné zásobě na hektar a zásobě na celou plochu porostní skupiny. Pro tuto práci byl z těchto informací použit střední věk. Pro každou porostní skupinu byl v taxačních knihách zapsán ve většině případů věkový rozsah dané porostní skupiny a její střední věk. Kromě získání názvů porostních skupin a jejich věků bylo nutné zjistit jejich polohu. K tomuto účelu byly získány skeny dobových porostních map, ze kterých lze vyčíst názvy a polohu porostních skupin.

3.3 Zpracování dat

Střední věky z taxačních knih byly zpracovávány v programu ArcGIS PRO (ESRI, verze 3.1), kde byly doplňovány do aktuální obrysové mapy, která byla dostupná jako shapefile. To výrazně usnadnilo práci, protože v zájmovém území zůstal systém hranic oddělení a dílců zachován již od zařazení lesů v 19. století. Do obrysové mapy proto bylo třeba doplňovat pouze konkrétní hranice porostních skupin, které se neshodovaly s hranicemi dílců. Pro tyto účely byl do programu ArcGIS PRO promítnut (georeferencován) sken dobové porostní mapy z 80. let 19. století, podle které byly hranice porostních skupin ručně překreslovány. K datům byla následně přidána severozápadní část velkostatku Prášily, kterou již zpracoval Jelínek (2005) a následně do datové podoby převedl Brůna a kol. (2014).

Dále byla v programu ArcGIS PRO spočítána plocha každé porostní skupiny. Střední věk porostních skupin dostupný z taxačních knih třech částí území z různých let byl následně korigován na rok 1882. Prostou sumarizací byla následně z dat získána věková struktura lesů v zájmovém území založená na rozloze porostů různého věku a také věková struktura lesů nacházejících se v nadmořských výškách nad 1150 m.n.m., aby bylo možné výsledky porovnat s dendrochronologickou studií Čady a kol. (2016). Se studií Čady a kol. (2016) byly následně srovnány i věky porostních skupin, ve kterých se nacházely jeho zkusné plochy.



Obrázek 2: Mapa zkusných ploch a výškové hranice 1150 m.n.m.

Zkusné plochy se nacházely v severozápadní části NP Šumava nad výškovou hranicí 1 150 m.n.m. Nacházely se v přirozených smrčínách, ve kterých se prováděl dendrochronologický výzkum s cílem zjištění disturbanční chronologie šumavských smrčín v posledních několika stoletích. Na zkusné ploše č. 6 se dokonce nacházely dva jedinci z 20. let 17. století. Zkusné plochy byly rozděleny do pěti skupin s jednou skupinou nacházející se v rámci zájmového území. Celkově byly dendrochronologické vzorky sbírány z 26 zkusných ploch, jejichž poloha byla vybrána podle toho, jestli porosty vznikly před rokem 1850. K vybrání polohy zkusných ploch podle jejich věku pomohly historické porostní mapy z SOA Plzeň. Dalším kritériem pro zvolení polohy zkusné plochy bylo, zda byla plocha disturbována v roce 2007 nebo později z důvodu zaručení sběru zachovalých vzorků. Nakonec se v zájmovém území nacházelo 10 zkusných ploch. Rozloha jednotlivých zkusných ploch se pohybovala mezi 500 m² a 2 500 m². Délka byla vždy 50 m. Šířka se pohybovala od 10 do 50 m a byla závislá na počtu stromů, přičemž minimální počet stromů na jednu zkusnou plochu byl 35 jedinců. Zároveň vzdálenost mezi jednotlivými zkusnými plochami byla variabilní. Pohybovala se od 168 do 2161 m s průměrnou vzdáleností 755 m (Čada, 2016).

Vrtání se provádělo na stromech ve výšce 30 cm od země. Minimální tloušťka vrtaných stromů byla vždy 10 cm. Vývrty byly dále vizuálně změřeny na nejbližší 0,01 mm. Jedním z důvodů používání této metody je zjištění původu stromů. To znamená, jestli je jeho původ podrostní nebo vyrostl na holině. V prvním případě byl hledán náhlý a dlouhodobý nárůst přírůstu. V druhém případě byl důležitý přírůst alespoň 1 mm mezi 6. a 15. rokem života a

následně parabolicky se zpomalující se přírůst nebo konstantní přírůst. Z výsledných přírůstů všech stromů na zkusné ploše byla dále vytvořena disturbanční chronologie pro danou zkusnou plochu (Čada, 2016).

Pro porovnání historických dat s daty ze zkusných ploch bylo potřeba zjistit střední věk zkusné plochy. Střední věk zkusných ploch byl odhadován nalezením nejvíce zastoupeného věku v grafu disturbanční chronologie dané zkusné plochy s přihlédnutím na dostatečný počet vzorků. Dále byl vyhodnocen Pearsonův korelační koeficient historických dat a dat ze zkusných ploch pro zjištění správnosti historických dat. Porovnání bylo dále provedeno i graficky. V ideálním případě by se všechny body na ploše souřadnicového systému nacházely na ose funkce $y=x$.

4 Výsledky

4.1 Celé zájmové území

V zájmovém území o velikosti 3 227,68 ha se nachází 327 porostních skupin. Podle rozlohy vážený průměrný věk lesů v zájmovém území korigovaný pro rok 1882 je dle taxačních knih 58 let. Průměrná rozloha porostní skupiny je 9,87 ha. Na největší ploše se nachází 11. věkový stupeň, který se rozprostírá na 463,67 ha, což je 14,36 % celého zájmového území (obr. 3). Na grafu věkové struktury lze vidět dva dominantní vrcholy, které ukazují, že lesy většiny zájmového území jsou buďto mladé porosty o věku 1-20 let (23 %), anebo staré porosty o věku 91-110 let (28 %). V oblasti se téměř nevyskytují porostní skupiny, které se dají klasifikovat jako starší 150 let. Na grafu věkové struktury lze dobře vidět dva vrcholy u let 1770 až 1780 a 1850 až 1880. Tyto vrcholy relativně odpovídají disturbancím, které oblast zasáhly v těchto časových rámcích.

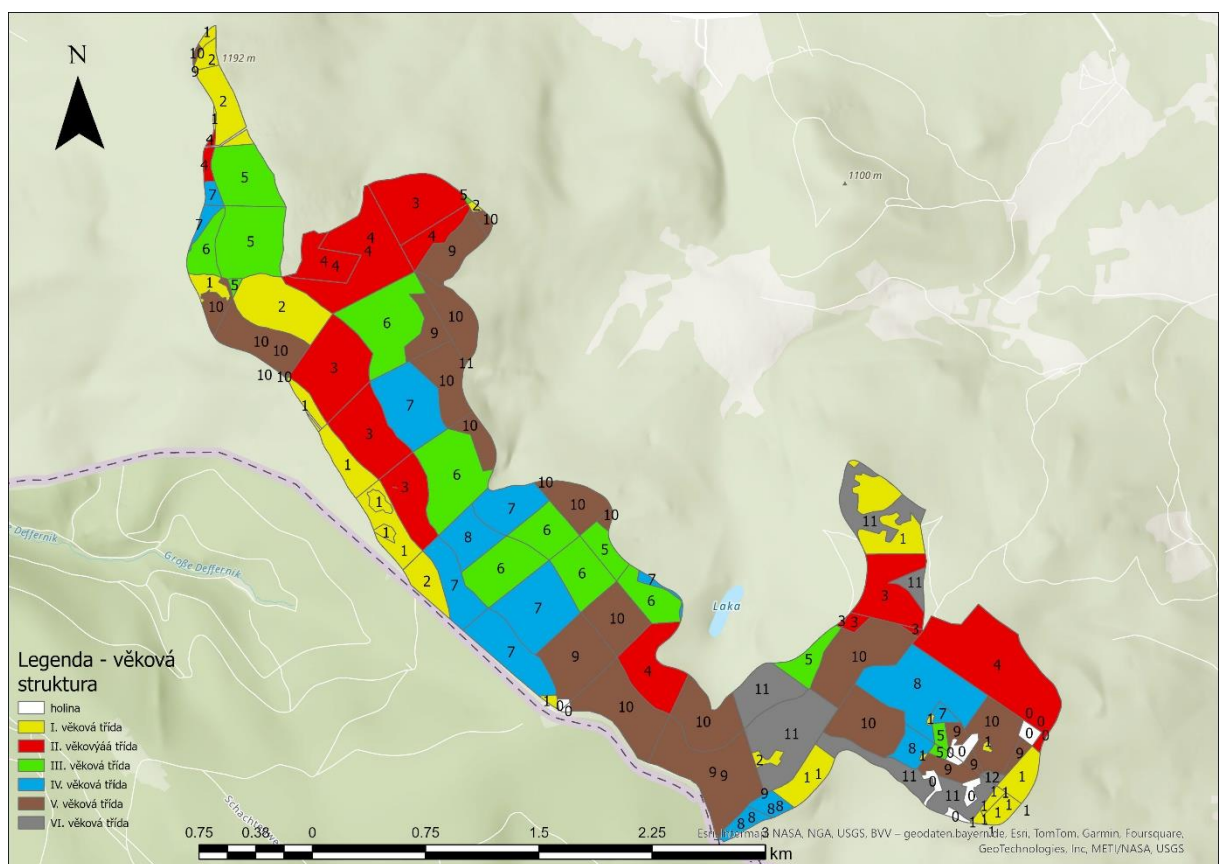


Obrázek 3: Věková struktura celého zájmového území v severozápadní části NP Šumava na základě taxačních knih korigovaná pro rok 1882

Holiny (0 let) se nacházejí pouze na ploše 14,79 ha, tedy 0,4 % celkové plochy. Nacházejí se pouze na území VS Prášily a tři holiny o celkové ploše 4,9 ha se nacházejí na území VS Debrník. Holiny na území Debrníku pokrývají třetinu celé plochy holin. Lesy patřící do I. věkové třídy (1-20 let) pokrývají plochu o velikosti 782,54 ha a nacházejí se na 24,2 % zájmového území. I. věková třída je ještě rozdělena na dva věkové stupně 1-10 let a 11-20 let, které pokrývají v pořadí 353,95 ha (11 %) a 428,58 ha (13,3 %). Na porostní mapě lze vidět, že největší plocha pokrytá mladým lesem se nachází v severozápadní a severní části VS Debrník, Druhá největší plocha pokrytá mlazinami na pozemcích VS Debrník je jihovýchodní cíp, který kopíruje hranici s Bavorskem. Na pozemcích velkostatku Hůrka je plocha pokrytá mlazinami menší, ale není zanedbatelná. Mlazingy se zde většinou nacházejí v relativní blízkosti bývalé obce Hůrka. Další rozměrná plocha mlazin se nachází ve východním cípu území na území VS Prášily. Lesy II. věkové třídy ve většině případů sousedí s lesy I. věkové třídy. Sousedí s výše zmíněnými velkými mlazinami v severní části VS Debrník, jihovýchodním cípu VS Debrník a mlazinami okolí vsi Hůrka. Lesy III. věkové třídy jsou většinou rovnoměrně rozmístěny a nacházejí se spíše ve vyšších nadmořských výškách kolem horského hřebene. Podobně porosty ve IV. věkové třídě se převážně nacházejí ve dvou skupinách ve vyšších nadmořských výškách zájmového území. Lesy V. věkové třídy jsou rozmístěny jednotlivě až skupinkově a zdá se, že se vyskytují, co se týče nadmořské výšky relativně uprostřed, tj. na svazích hlavního hřebene. Lesy VI. věkové třídy jsou rozmístěny skupinkově zejména v severní části VS Hůrka a jižní části VS Debrník podél hranice s Bavorskem. V rámci zájmového území existuje jediný větší lesní celek spadající do VII. věkové třídy nacházející se na východní hranici VS Hůrka. V rámci

4.2 Zájmové území nad výškovou hranicí 1 150 m.n.m.

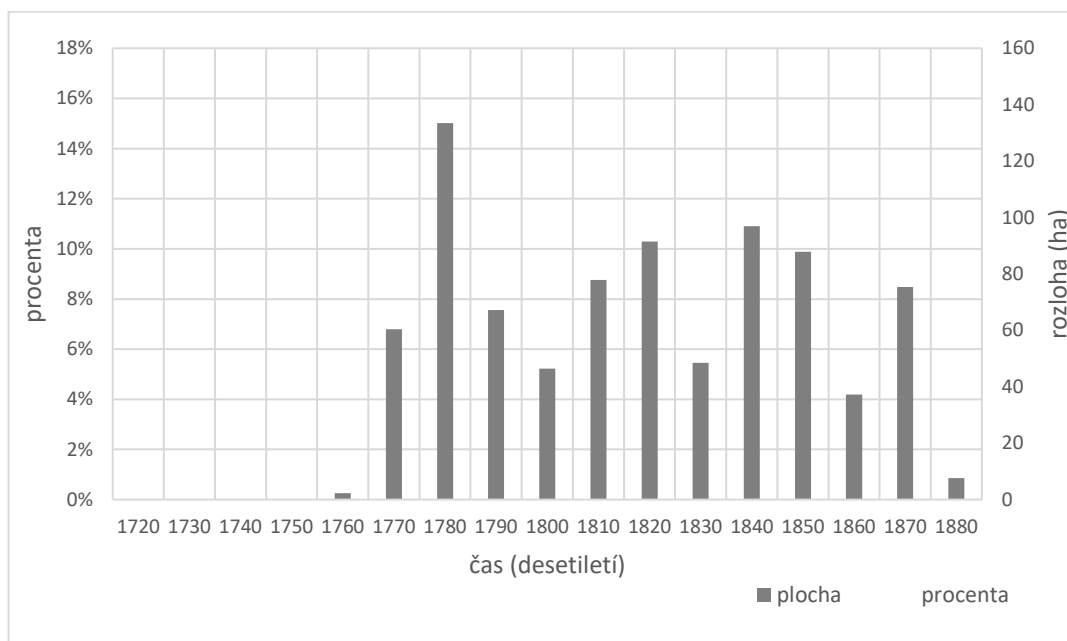
Oblast nad 1150 m.n.m. pokrývá plochu 832,45 ha, tedy 27,49 % celého území. Na tomto území se nachází 113 porostních skupin s průměrnou výměrou 7,37 ha a podle plochy váženým s průměrným věkem 57 let. Největší rozlohu má 10. věkový stupeň se svými 133,49 ha, což je 16 % plochy. Lze to také pozorovat na grafu věkové struktury, na kterém je jasně vidět vrchol u roku 1780, který odpovídá 10. věkovému stupni. Na grafu věkové struktury lze pozorovat vrcholy, které odpovídají disturbancím, které zasáhly zájmové oblasti. Na zájmovém území se nenacházejí žádné lesy starší 121 let.



Obrázek 5: Porostní mapa VS Hůrka (1879), VS Debrník (1884) a severozápadní části VS Prášíly (1882) a zároveň oblasti zájmového území v horských lesích severozápadní části NP Šumava nad nadmořskou výškou 1150 m.n.m.

U poloviny věkových stupňů je relativní pokrytí u celého zájmového území vyšší než u ohraničeného. Rozdíl mezi holinami je 0,45 %. Maximální rozdíl je u 2. věkového stupně, který činí 8,8 %. Naproti tomu maximální rozdíl ve prospěch ohraničeného území je u 6. věkového stupně. Rozdíl je 7,58 %. Minimální rozdíl je 15. věkového stupně. Rozdíl je 0,05 %. U ohraničeného území se 15. věkový stupeň nevyskytuje. Mimo něj je nejmenší rozdíl u 5.

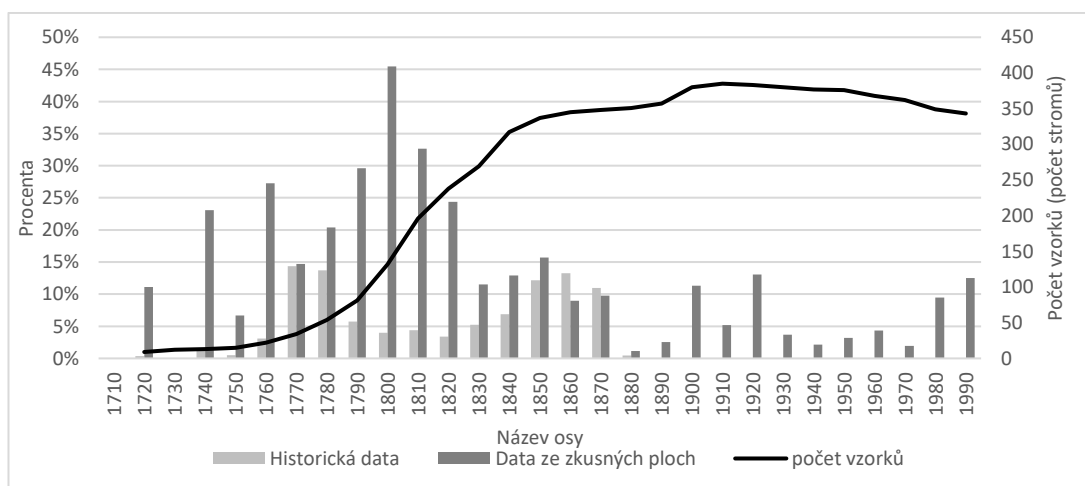
věkového stupně, jež se rovnal 0,6 %. Na rozdíl od věkové struktury celého území jsou vidět i disturbance mezi roky 1810-1840.



Obrázek 6: Věková struktura horských lesů (nad 1150 m.n.m.) zájmového území v severozápadní části NP Šumava na základě taxačních knih korigovaná pro rok 1882

4.3 Porovnání historických dat s daty ze zkušných ploch

Hodnoty věků získané z taxačních knih velice dobře souhlasí s obdobím největší disturbance v historii výzkumných ploch. Pearsonův korelační koeficient pro toto srovnání vychází na 0.91. Lze tedy předpokládat, že porostní mapa starého lesního hospodářského plánu se dá použít pro extrapolaci informací z výzkumných ploch zejména pro oblast nad 1150 m.n.m.



Obrázek 7: Graf věkové struktury z taxačních knih pro zmenšené zájmové území korigované na rok 1882, disturbanční historie z dat ze zkušných ploch a počet vzorků (stromů) v závislosti na čase

Oproti historickým datům lze na grafu věkové struktury zkusných ploch (obrázek č. 5) pozorovat rozdíl. Na věkové struktuře ze zkusných ploch. I s přihlédnutím na počet vzorků je největší rozdíl věkových struktur hlavně v letech 1800 ve prospěch dat ze zkusných ploch. Ve prospěch historických dat je hlavní rozdíl mezi roky 1840-1870. Na datech ze zkusných ploch nejsou viditelné žádné z velkých disturbancí, které jsou vidět na věkové struktuře celého zájmového území. Na věkové struktuře je možné pozorovat pouze jeden vrchol na rozdíl od dvou u věkové struktury celého zájmového území i u zmenšeného zájmového území.

5 Diskuse

5.1 Interpretace výsledků

Graf věkové struktury jasně ukazuje, že les v zájmovém území je mnohověký (angl. multi-aged). Je možné vidět, že se převážně skládal ze dvou typů porostů starých porostů, které začaly růst v období kolem roku u let 1770, a mladých porostů, které vznikaly kolem roku 1860. Smrkové porosty jsou známé velkoplošnými disturbancemi (Rotter, 2023) a tyto vrcholy jsou dobrým důkazem toho, že v těchto časových oknech došlo v zájmových oblastech k významným disturbancím.

Je známo, že na území Šumavy došlo v letech 1780, v letech 1810-1830 a 1870 došlo k rozsáhlým disturbancím (Čada, 2013). Všechny výše zmíněné disturbance jsou v grafech věkových struktur (obr. 3 a 6) znázorněny. Po kalamitě v roce 1778 bylo zalesněno 14 % rozlohy. U disturbance v rozmezí let 1810-1830 není vidět takový skok jako u disturbance roku 1870. Na zájmovém území došlo v letech 1812-13, 1821-22 a 1833 k několika disturbancím, které zasáhly relativně podobné plochy. V roce 1834 poté ještě došlo ke kůrovcové gradaci. Tím pádem není u těchto disturbancí tak viditelný skok jako u disturbance roku 1780, protože šlo o postupný průběh několika narušení. Na rozdíl od větrných kalamit trvají kůrovcové kalamity až několik let. Příkladem je tomu kůrovcová kalamita v letech 2014-2018 (Hlásny, 2021). Proto po kůrovcové gradaci v roce 1834 nedochází k jednomu velkému skoku, ale místo něj lze vidět pouze postupnou gradaci, která kulminovala až v 60. letech 19. století. Příčinou pomalejšího růstu grafu může být také rychlost těžby kůrovcového dříví, která trvala i několik let (Brázdil, 2022). Na datech ze zkusných ploch tuto postupnou gradaci lze nejlépe sledovat na grafech disturbančních chronologií zkusných ploch SL1, SL2, SL3 a SL10 (viz přílohy 1-3 a 11) (Čada, 2016). Oproti celé zájmové oblasti je možné disturbance z let 1810 až 1840 dobře

vidět na věkové struktuře ohraničeného zájmového území. Pravděpodobně měly tyto disturbance větší vliv než porosty vyšších poloh než na ty nižších poloh z důvodu více změněné věkové struktury.

Klostermannská kalamita je na grafu věkové struktury dobře pozorovatelná. Tato disturbance zasáhla téměř 11 % plochy zájmového území. Je zajímavé, že tato disturbance není tak zřejmá podle Čady a kol. (2016). Její dopady jsou u Čady a kol. (2016) pozorovatelné pouze na zkusné ploše SL8 (viz příloha 9). Hůře se dají dopady Klostermannské kalamity sledovat na zkusných plochách SL5 a SL7 (viz přílohy 6 a 8). Na rozdíl od zkusných ploch je Klostermannská kalamita hezky pozorovatelná na obou zjištěných věkových strukturách (celé zájmové území i ohraničené zájmové území).

V celém zájmovém území se nenachází žádný porost, který by byl starší 160 let, což naznačuje, že minimálně v rámci celého zájmového území je rotační perioda lesa alespoň 160 let. Zjištěná rotační perioda je kratší, než předpokládal (Čada, 2016), který soudil, že rotační perioda šumavských horských lesů je kolem 200 let. To může znamenat, že během posledního století se rotační perioda zvýšila o 40 let. Podporuje to i snížený počet velkých disturbance během 20. století z důvodu přítomnosti porostů, které ještě nebyly náchylné k velkým disturbance. Největší disturbance 20. století byla ta ve 20. letech a poté další až v 90. letech (Čada, 2016). Mezi těmito disturbance je rozdíl 70 let, zatímco v 19. století byl mezi disturbancemi rozdíl cca 40 let. Jedná se o disturbance v letech 1830-1840 a 1868-1870.

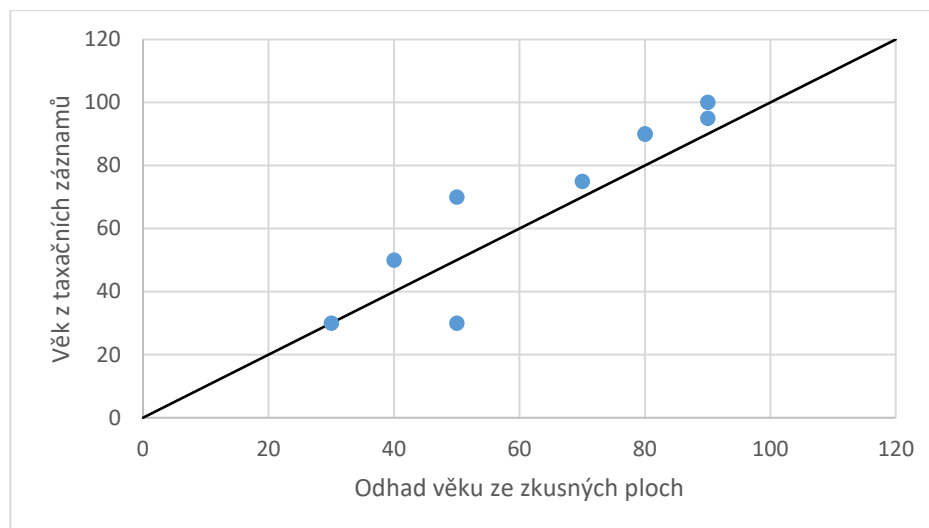
Věková struktura reflektuje historii disturbance v 18. a 19. století a relativně se s nimi shoduje. Velké disturbance zasahují velkou částí porostů. Disturbance jsou na grafu věkové struktury vidět na lokálních maximech. Lze bezpečně pozorovat velkoplošné disturbance z let 1778, 1868-1870 (Jelínek, 2005; Svoboda, 2012; Čada, 2016). Větrné disturbance mezi roky 1810-1830 ve zjištěné věkové struktuře nelze bezpečně pozorovat jako náhlé nárůsty plochy, ale dají se pozorovat jako stabilní a relativně konstantní změny věkové struktury. Po těchto disturbancech nastala v roce 1734 kůrovcová kalamita, která je na grafu vidět jako postupné stoupání. Přestože v časovém rozmezí 1810-1840 došlo k několika větrným bouřím, nemusí konzistentní změny být jejich důkazem jejich vlivu na věkovou strukturu. Může se pouze jednat o grafické zobrazení těžby, ale to je nepravděpodobné, protože se většina těchto porostů nacházela na hůře přístupných místech, ve vyšších nadmořských výškách.

Tyto disturbance významně změnilly věkovou strukturu Šumavy na další dvě století. Na výsledcích lze pozorovat dynamiku převážně smrkových porostů, která je silně propojena s rozsáhlými disturbancemi, jež ovlivňují stovky až tisíce hektarů lesa najednou (Frehlich, 2003). Tento typický znak dynamiky smrkových porostů je možné na vysoké heterogeničnosti výsledků dobře vidět. Dynamika buku na rozdíl od smrku je hlavně ovlivněna malými disturbancemi o velikosti od jednotlivých stromů až skupin (Trotsiuk, 2012).

Ve výsledku byly mnohem více disturbovány porosty vyšších nadmořských výšek, z důvodu extrémnějších povětrnostních a klimatických podmínek (Čada, 2016). Na rozdíl od celého území je maximální věk porostů nacházejících se nad výškovou hranicí 1 150 m.n.m. 120 let. Nižší maximální věk naznačuje zkrácenou rotační periodu z důvodu častějších disturbancí. Čím bližší je poloha porostu k hřebeni, tím vyšší je jeho vystavení se extrémnějším podmínkám. Kombinace mělkého kořenového systému smrku, mělké a chudé půdy, rozměru stromu a častějších extrémních povětrnostních podmínek způsobuje disturbanční režim, který je kratší než u porostů nižších nadmořských výšek (Brůna, 2013; Zhu, 2004; Brůna, 2013; Čada, 2016).

5.2 Porovnání výsledků se zkusnými plochami

Výsledné střední věky jednotlivých porostních skupin, na kterých se nacházely zkusné plochy, byly porovnány se zjištěnými středními věky získanými z dat ze zkusných ploch. Srovnání středních věků porostních skupin s doloženými daty vyplynulo z potřeby identifikovat přesnost historických dat z taxačních knih. Na ose x bodového grafu jsou znázorněny odhady středních věků z grafů struktury porostů (viz. přílohy 3-12) nacházejících se na zkusných plochách (Čada, 2016) a osa y odpovídá středním věkům zjištěným z taxačních knih.



Obrázek 8: Porovnání věků z taxačních knih s věky ze zkusných ploch, přímka značí jejich ideální vztah

Na grafu věkové struktury zkusných ploch s porovnáním oproti věkové struktuře z historických dat (obr. 5) nejsou dobře viditelné disturbance, které zasáhly zájmové území. Lze pouze sledovat jeden postupný vrchol u roku 1800. Před tímto rokem dochází k postupnému stoupaní až do roku 1800, po němž graf opět postupně klesá. To může být dáno výběrem stromů a porostů, tedy výběrem starších stromů (Čada, 2016). Graf může být také ovlivněn zaměřením studie na jednotlivé stromy až skupiny. Ovlivnit disturbanční chronologii mohl ovlivnit také počet vzorků pro dané desetiletí, přičemž počet vzorků se do minulosti snižoval z důvodu nižšího počtu stromů, které přežily do současnosti.

5.3 Problémy se zvolenou metodikou

Nepřesnost relativního zastoupení jednotlivých věkových stupňů, věkových tříd a holin je dána částečně planimetrickou a geometrickou přesností historických map a přesností dokreslení georeferencovaných historických map do digitální podoby, shapefilu. Tato nepřesnost se týká pouze dokreslovaných hranic. Mapy s velkými měřítky mohou mít průměrnou poziční chybu až 100 m (Jongepier, 2014). Není moc možné, aby výsledné rozlohy jednotlivých věkových tříd byly spočítány s větší přesností. Je to dáno přesným zakreslením tvaru a rozlohy jednotlivých porostních skupin. Po naskenování historických map, jejich nahrání do programu ArcGis Pro 3.1 a následnému georeferencování je možné vidět, že poměry stran u jednotlivých porostních skupin neodpovídají těm na obrysové mapě, ale ani mezi sebou. Nejlépe tuto skutečnost lze pozorovat u porostních skupin, které se nacházejí na hranici zájmového území, protože hranice celého zájmového území a hranice velkostatků Hůrka, Debrník a Prášily se tvarově shodují, ale mají jiné délky jednotlivých stran. Přestože mají

hranice stejný tvar, jsou poměry stran porostních skupin rozdílné, a tedy i rozloha. Chyba v zakreslení hranic by se měla v rámci celého zájmového území z většiny anulovat a poměr rozloh jednotlivých věkových tříd by neměl být ovlivněn.

Nejvíce by posouváním hranic mohly být ovlivněny holiny, které se nacházejí na nejmenší ploše. Předpokládaná plocha holin v roce 1882 je ale rozhodně ovlivněná neznalostí toho, jak velká část 1. věkového stupně v roce 1884 na území VS Debrník byla v roce 1882 holinou a také jestli po roce 1879 nebyly některé části porostů VS Hůrka vytěženy nebo disturbovány. Tyto informace nelze bezpečně zjistit, a proto je plocha pokrytá holinami tak malá. Úprava se dělala primárně z důvodu srovnatelnosti výsledků.

Výsledky mohly být také ovlivněny metodou odhadu nebo měření věku používanou lesníky pracující pro rod Hohenzollernů, která není jasně zmíněná, ale s největší pravděpodobností se u původních porostů jednalo o odhad stejně jako v dnešní době.

V neposlední řadě mohly být výsledky ovlivněny zvolením jiného cílového roku, do něžž byly věky jednotlivých porostních skupin vyrovnány. Problém s vybráním jiného roku je, že není možné zjistit, jestli něco a případně co bylo vytěženo. Pokud by byl rok 1879 (rok inventarizace VS Hůrka) zvolen jako cílový, tak nelze zjistit, kolik procent porostů spadajících do 1. věkového stupně by byly holiny nebo mýtní porosty, přičemž neexistuje možnost zjistit věk zmíněných mýtních porostů. To samé platí pro rok 1884 (rok inventarizace VS Debrník). Zároveň v tomto období nedošlo na Šumavě k žádné rozsáhlé disturbanci. Z těchto důvodů byl vybrán rok 1882, protože se dá předpokládat, že se porostní situace během tří let od roku 1879 a dva roky před rokem 1884 drasticky porostní situace nezměnila.

6 Závěr

Horské smrčiny stejně jako všechny ostatní lesy jsou řízeny svojí specifickou dynamikou. Největším faktorem ovlivňujícím jejich dynamiku jsou disturbance. V průběhu 18. a 19. století došlo na území Šumavy k několika velkým disturbancím, které v zájmových oblastech změnilu podobu a věkovou strukturu lesa na dalších sto až dvě stě let. Pomocí archivních taxačních materiálů zjištěná disturbanční historie odpovídá současným znalostem o historických disturbancích na Šumavě. Ve věkových strukturách můžeme vidět, že zájmové oblasti byly zasaženy všemi velkými disturbancemi, které během 19. století zasáhly zbytek Šumavy. Současně z důvodu častějších velkoplošných disturbancí lze pozorovat zkrácenou rotační periodu oproti současnosti. Zároveň je pravděpodobné, že s nadmořskou výškou se zkracuje rotační perioda a mění se disturbanční režim porostů z důvodu extrémnějších podmínek. Je pravděpodobné, že nadmořská výška ovlivňuje maximální věk porostů.

7 Literatura

- BAIER, P., J. PENNERSTORFER a A. SCHOPF, 2007. PHENIPS—A comprehensive phenology model of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytinae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. *Forest Ecology and Management*. 249(3), 171-186. ISSN 0378-1127.
- BAUEROVÁ, A., 1996. Keltové v Čechách průvodce po památkách keltské kultury. Praha: Paseka. ISBN 80-7185-054-3.
- BENEŠ, J., 1996. The synanthropic landscape history of the Šumava Mountains (Czech side). *Silva Gabreta*. 1, 237-241. ISSN 1211-7420.
- BRÁZDIL, R., P. STUCKI, P. SZABÓ, et al., 2018. Windstorms and forest disturbances in the Czech Lands: 1801–2015. *Agricultural and Forest Meteorology*. 250-251(1), 47-63. ISSN 0168-1923.
- BRÁZDIL, R., P. ZAHRADNÍK, P. SZABÓ, et al., 2022. Meteorological and climatological triggers of notable past and present bark beetle outbreaks in the Czech Republic. *Clim. Past*. 18(9), 2155-2180.
- BRŮNA, J., J. WILD, M. SVOBODA, M. HEURICH a J. MÜLLEROVÁ, 2013. Impacts and underlying factors of landscape-scale, historical disturbance of mountain forest identified using archival documents. *Forest Ecology and Management*. 305, 294-306.
- ČADA, V., R. C. MORRISEY, Z. MICHALOVÁ, R. BAČE, P. JANDA a M. SVOBODA, 2016. Frequent severe natural disturbances and non-equilibrium landscape dynamics shaped the mountain spruce forest in central Europe. *Forest Ecology and Management*. 363, 169-178.
- ČADA, V., J. BRŮNA, M. SVOBODA a J. WILD, 2013a. Dynamika horských smrčín na Šumavě. *Živa*. (05), 213-216.
- ČADA, V., M. SVOBODA a P. JANDA, 2013b. Dendrochronological reconstruction of the disturbance history and past development of the mountain Norway spruce in the Bohemian Forest, central Europe. *Forest Ecology and Management*. (295), 59-68.
- ČESKÁ REPUBLIKA, 1996. § 3 vyhlášky č. 101/1996 Sb.: Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážce. In: 33/1996.
- DOBOR, L., T. HLÁSNY a S. ZIMOVÁ, 2020. Contrasting vulnerability of monospecific and species-diverse forests to wind and bark beetle disturbance: The role of management. *Ecology and Evolution*. 10(21), 12333-12245.
- FREHLICH, L., 2003. *Forest dynamics and disturbance regimes : studies from temperate evergreen- deciduous forests*. Cambridge: Cambridge : CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. ISBN 978-0-521-65082-3.
- GARDINER, B., P. BERRY a B. MOULIA, 2016. Review: Wind impacts on plant growth, mechanics and damage. *Plant Science*. (245), 1-25.
- GRIME, J. P., 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory, *The American Naturalist*. 111(982), 1169-1194.
- HLÁSNY, T., Š. KŘÍSTEK, J. HOLUŠA, J. TROMBIK a N. URBAŇCOVÁ, 2011. Snow disturbances in secondary Norway spruce forests in Central Europe: Regression modeling and its implications for forest management. *Forest Ecology and Management*. 262(12), 2151-2161.
- HLÁSNY, T., S. ZIMOVÁ, K. MERGANICOVA, P. ŠTĚPÁNEK, R. MODLINGER a M. TURČANI, 2021. Devastating outbreak of bark beetles in the Czech Republic: Drivers, impacts, and management implications. *Forest Ecology and Management*. (490). ISSN 0378-1127.

HUANG, J., M. KAUTZ, A. M. TROWBRIDGE, et al., 2020. Tree defence and bark beetles in a drying world: carbon partitioning, functioning and modelling. *New Phytologist*. 225(1), 26-36.

IWASAKI, A. a T. NODA, 2018. A framework for quantifying the relationship between intensity and severity of impact of disturbance across types of events and species. *Science report*. 8(1), 795-802.

JAFFE, D., B. CERUNDOLO, J. RICKENS, R. STOLZBERG a A. BAKLANOV, 1995. Deposition of sulphate and heavy metals on the Kola peninsula. *Science of the Total Environment*. 160(161), 127/134.

JELÍNEK, J., 2005. Od jihočeských pralesů k hospodářským lesům Šumavy. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, Úsek lesního hospodářství. ISBN 80-7084-341-1.

JOHNSON, E. A., 1992. *Fire and Vegetation Dynamics: Studies from the North American Boreal Forest*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0 521 34943 5.

JONGEPIER, I., S. TEMMERMAN a T. MISSIAEN, 2014. Assessing the Planimetric Accuracy of Historical Maps (Sixteenth to Nineteenth Centuries): New Methods and Potential for Coastal Landscape Reconstruction. *The Cartographic Journal*. 1-19.

KINDLMANN, P., K. MATĚJKA a P. DOLEŽAL, 2012. *Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody*. Praha: Nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-2155-5.

KONÓPKA, B., P. ZACH a J. KULFAN, 2016. Wind – an important ecological factor and destructive agent in forests. *Lesnický časopis*. 62, 123-130.

KŘENOVÁ, Z., 2008. Národní park Šumava. *Ochrana přírody* [online]. 6 [cit. 2024-03-07].

Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/z-nasi-prirody/narodni-park-sumava/>

LIPSKÝ, Zdeněk, 2022. Zaniklá kulturní krajina Šumavy: Prášily a Hůrka [online]. [cit. 2024-03-11].

Dostupné z: <https://web.natur.cuni.cz/sekce-gr/zaniklekrajiny/atlas/sekce-gr/zaniklekrajiny/atlas/promeny-krajiny-2/179-modelova-uzemi/sumava/charakteristika-uzemi/917-fyz-charakter-uzemi#:~:text=Pr%C5%AFm%C4%9Brn%C3%A1%20ro%C4%8Dn%C3%AD%20teplota%20vzduch%20se,vrcholech%20pohrani%C4%8Dn%C3%ADho%20h%C5%99betu%20i%20v%C3%ADce.>

LOHMANDER, P., Z. MOHAMMADI, J. KAŠPAR, M. TAHRI, R. BERČÁK, J. HOLUŠA a R. MARUŠÁK, 2022. Future forest fires as functions of climate change and attack time for central Bohemian region, Czech Republic. *ANNALS OF FOREST RESEARCH*. 65(1), 17-30. ISSN 18448135, 20652445.

PICKETT, S. T. A. a P. S. WHITE, ed., 1985. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press. ISBN 9780323138932.

PRETZSCH, H., 2009. *Forest Dynamics, Growth and Yield*. 1. Heidelberg: Springer Berlin. ISBN 978-3-540-88307-4.

ROTTER, P. a L. PURCHART, ed., 2023. *Ekologie lesa: jak se les mění a funguje*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-926-6.

SCHLESINGER, L., 1870. *Geschichte Böhmens*. 2. Praha.

SEIDL, R., M.-J. SCHELHAAS, W. RAMMER a P. J. VERKERK, 2014. Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. *Nature Climate Change*. 4, 806-810.

SVOBODA, M., P. JANDA, T. A. NAGEL, S. FRAVER, J. REJZEK a R. BAČE, 2012. Disturbance history of an old-growth sub-alpine *Picea abies* stand in the Bohemian Forest, Czech Republic. *Journal of Vegetation Science*. 23, 86-97.

TROTSIUK, V., M. L. HOBI a B. COMMARMOT, 2012. Age structure and disturbance dynamics of the relic virgin beech forest Uholka (Ukrainian Carpathians). *Forest Ecology and Management*. 265, 181-190.

ŽEMLIČKA, J., 2002. Počátky Čech královských 1198-1253 : proměna státu a společnosti. Praha: Nakladatelství Lidové noviny. ISBN 80-7106-140-9.

ZHU, J., Z. LIU, X. LI, M. TAKESHI a Y. GONDA, 2004. Review: Effects of wind on trees. Journal of Forestry Research. 15(2), 153-160.

8 Seznam použitých zkratek a symbolů

CHKO – Chráněná krajinná oblast

LHP – Lesní hospodářský plán

LVS – lesní vegetační stupeň

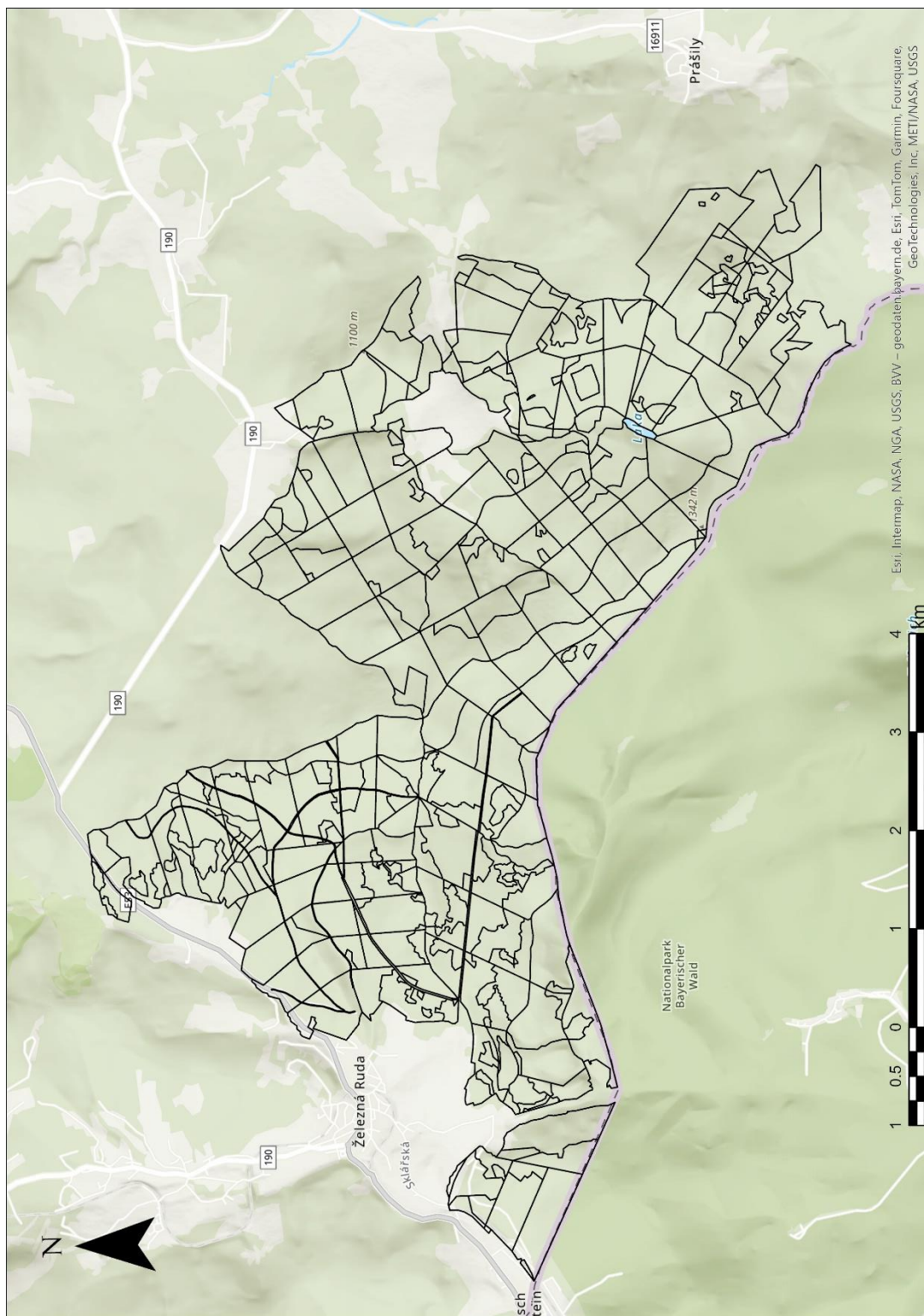
m.n.m. – metrů nad mořem

NP – Národní park

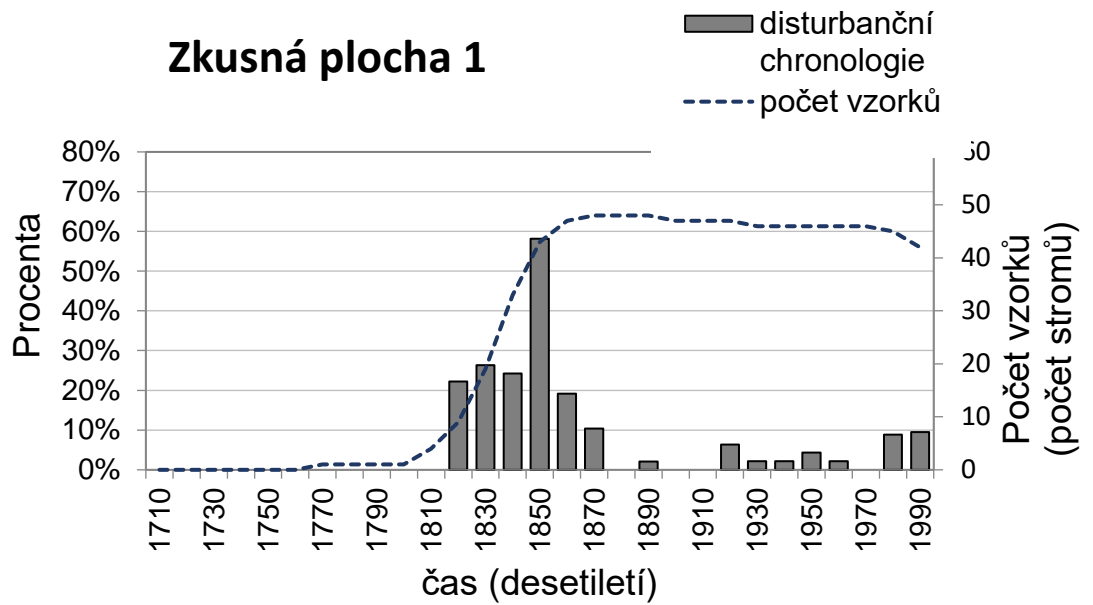
VS – Velkostatek

Obr. - obrázek

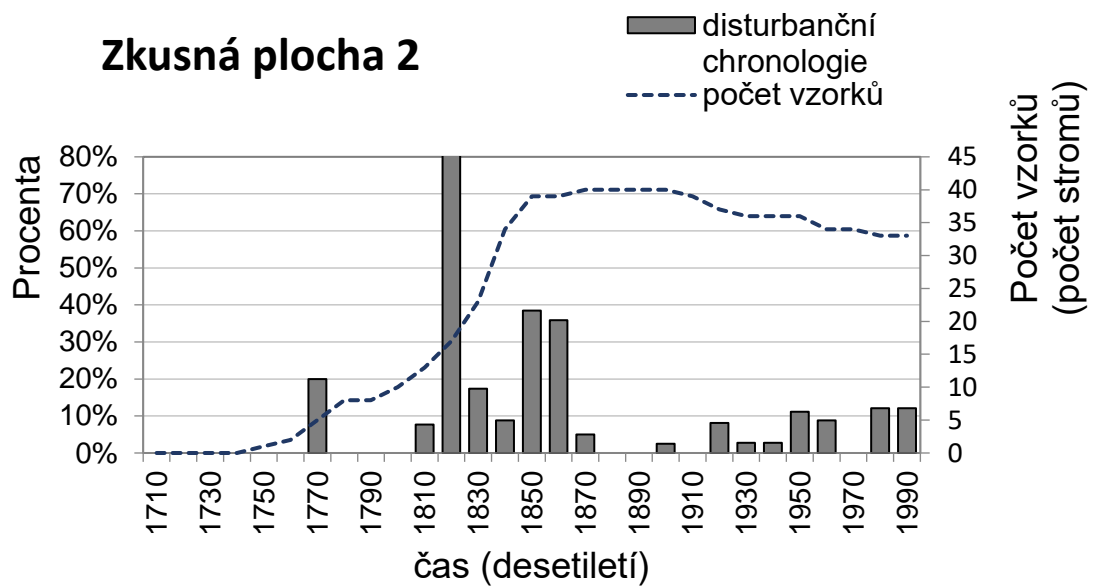
9 Samostatné přílohy



Příloha 1: Obrysová mapa VS Hůrka (1879), VS Debrník (1884) a severozápadní části VS Prášily (1882) a zároveň oblasti zájmového území v horských lesích severozápadní části NP Šumava

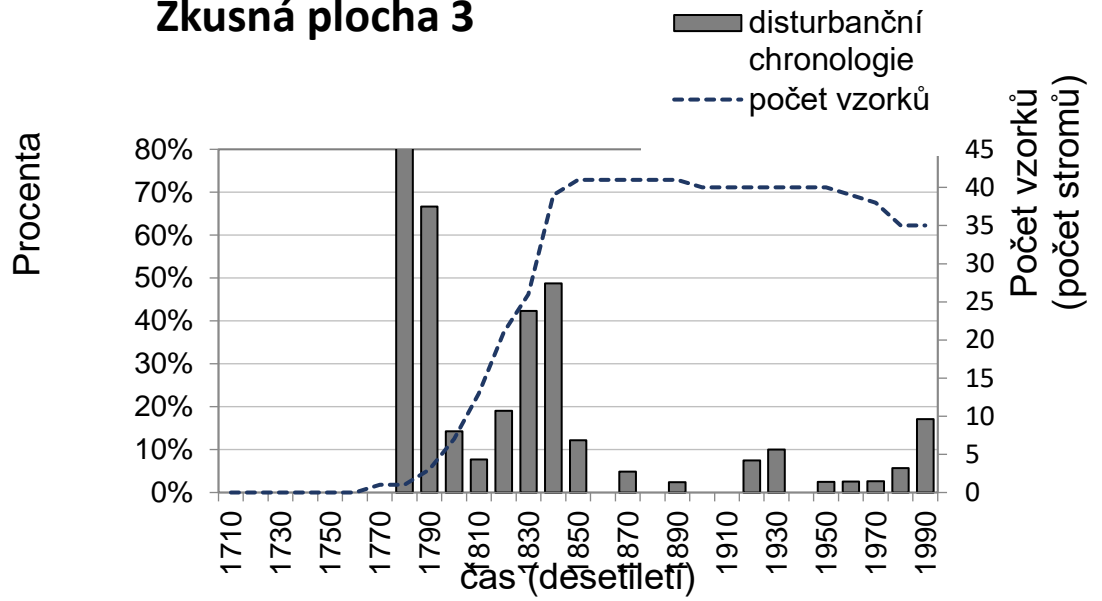


Příloha 2: Tabulka disturbanční chronologie na zkusné ploše 1

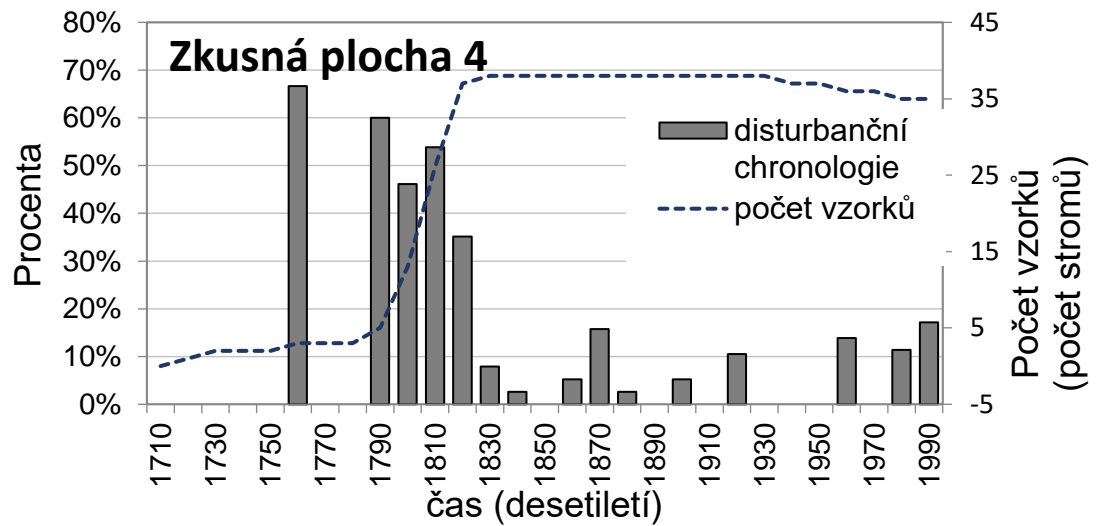


Příloha 3: Tabulka disturbanční chronologie na zkusné ploše 2

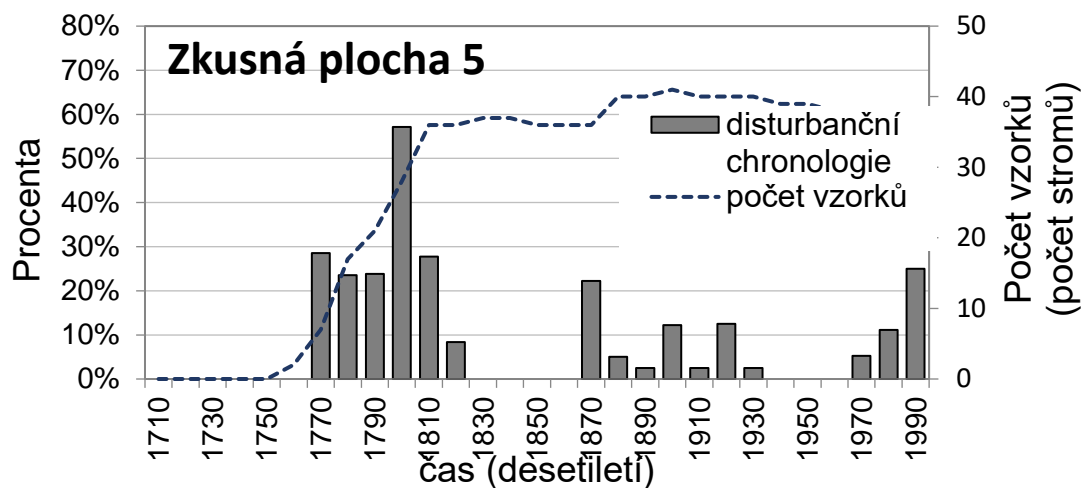
Zkusná plocha 3



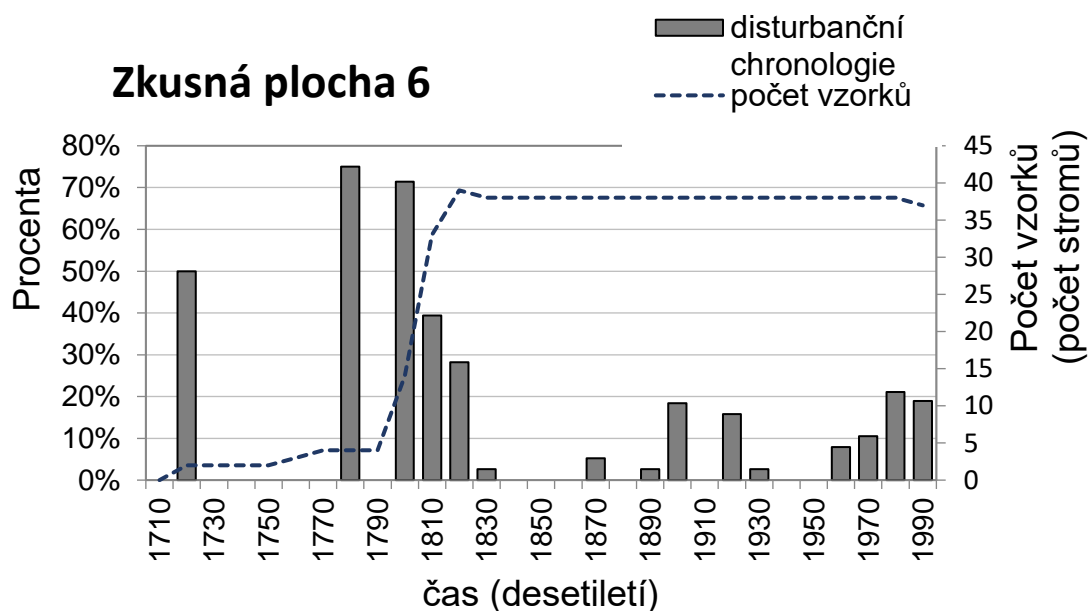
Příloha 4: Tabulka disturbanční chronologie na zkusné ploše 3



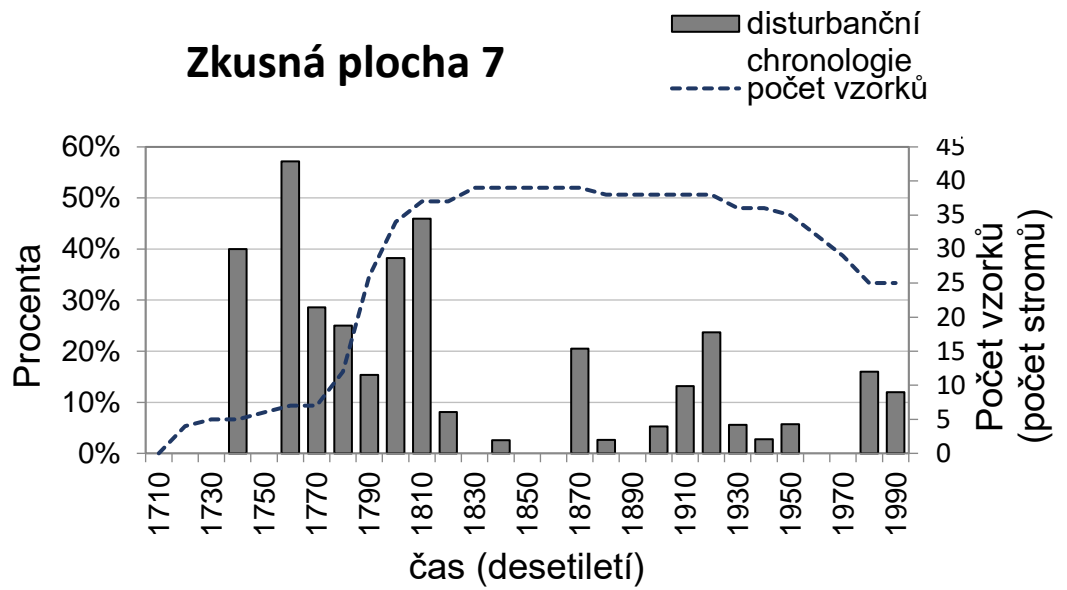
Příloha 5: Tabulka disturbanční chronologie na zkusné ploše 4



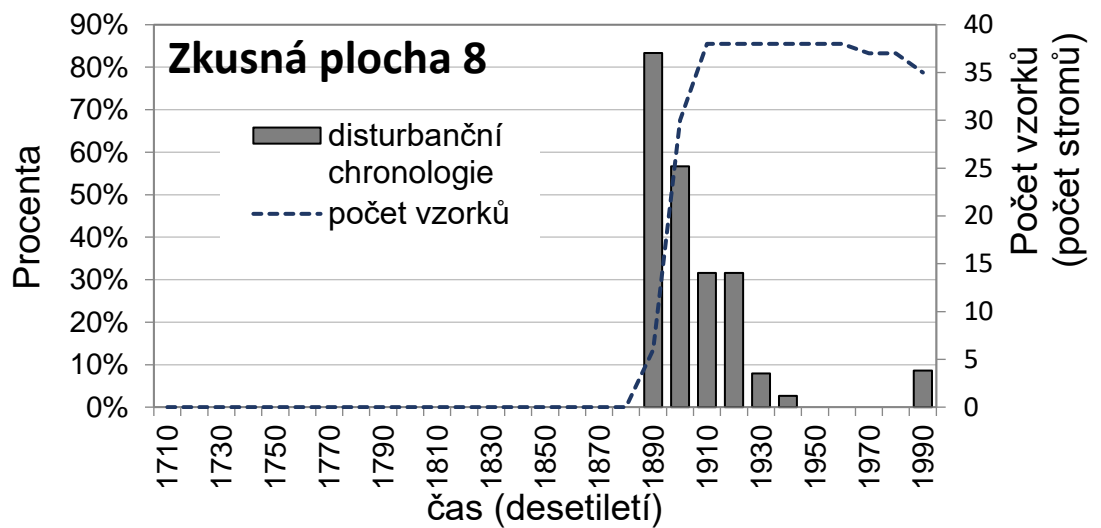
Příloha 6: Tabulka disturbanční chronologie na zkusné ploše 5



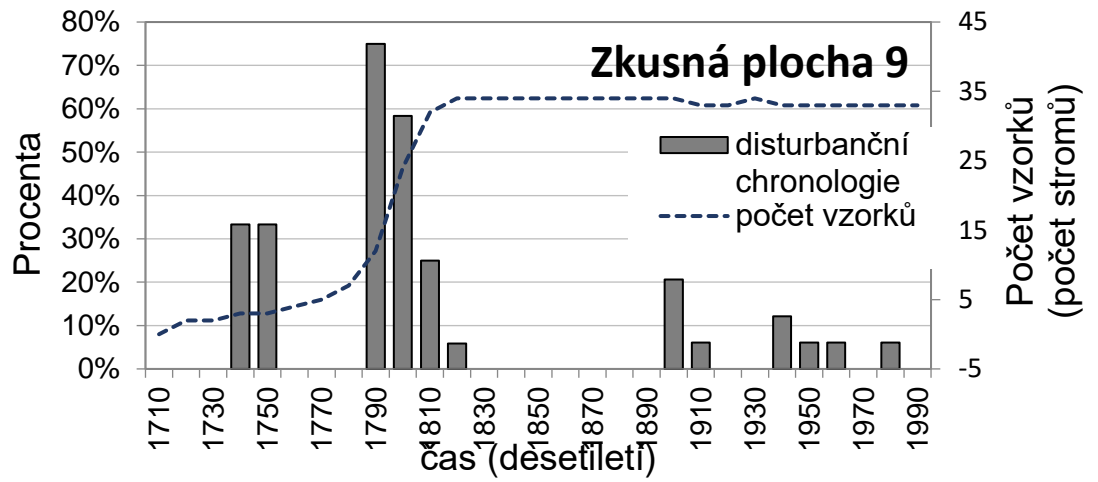
Příloha 7: Tabulka disturbanční chronologie na zkusné ploše 6



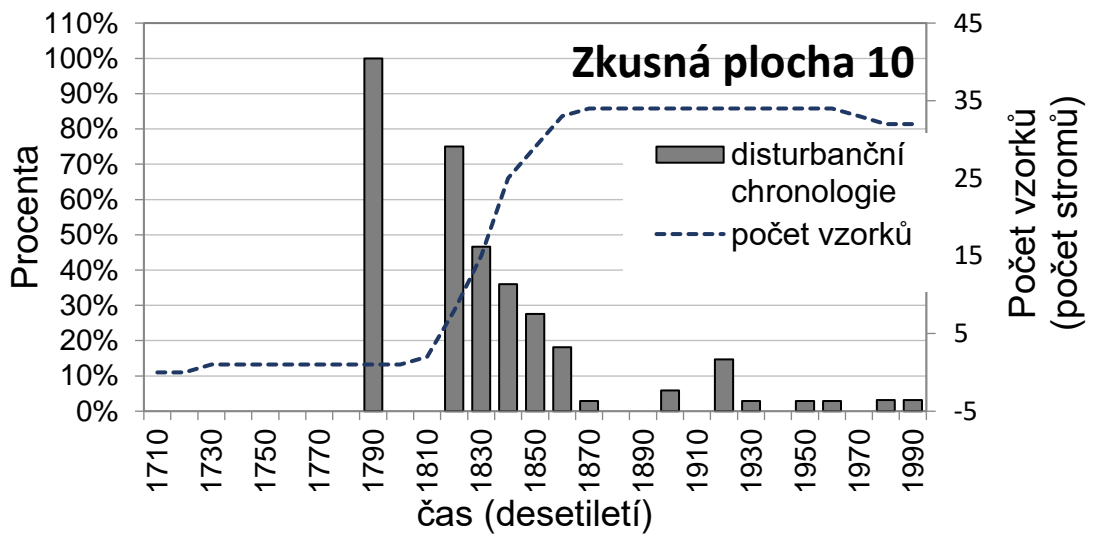
Příloha 8: Tabulka disturbanční chronologie na zkusné ploše 7



Příloha 9: Tabulka disturbanční chronologie na zkusné ploše 8



Příloha 10: Tabulka disturbanční chronologie na zkusné ploše 9



Příloha 11: Tabulka disturbanční chronologie na zkusné ploše 10