

Česká zemědělská univerzita v Praze



Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa

Dynamika a struktura horského smíšeného lesa v lokalitě Šútovská dolina na Slovensku

Forest dynamics and structure of mountain mixed forest in Šútovská dolina (Slovakia)

Diplomová práce

Autor: Jaroslav Hajda
Vedoucí práce: Ing. Pavel Janda, Ph.D.

2018

"Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Dynamika a struktura horského smíšeného lesa v lokalitě Šútovská dolina na Slovensku** vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací a doporučení školitele. Souhlasím se zveřejněním disertační práce dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Dolní Hluboké dne 20.4.2018

Poděkování:

Touto cestou bych chtěl poděkovat všem, kteří mi během studia a psaní práce pomáhali.

Největší dík patří mému školiteli, Ing. Pavlu Jandovi, Ph.D. za odbornou pomoc během přípravy této disertační práce a studia.

Také velké poděkování patří mé rodině, za vytvoření pevného zázemí.

Dynamika a struktura horského smíšeného lesa v lokalitě Šútovská dolina na Slovensku

Abstrakt

Tato práce řeší dynamiku a management horského smíšeného lesa v NPR Šútovská dolina. Hlavní sledované veličiny budou: severita disturbancí, druhové složení a zastoupení tloušťkových stupňů.

Pomocí dendrochronologických postupů, jsem vytvořil disturbanční historii. Data jsem získal z vývrtů stromů na čtrnácti trvalých výzkumných plochách. Celkový použitelný počet vzorku vhodných pro zpracování je 512. Severitu disturbancí pak vypočítám pomocí vzorců pro procentuální růstovou změnu a intenzitou korunové disturbance, odvozené vědci Lorimerem a Frelichem (1989). Z celkového počtu vzorku a počtu zkušebních ploch jsem odvodil procentuální složení dřevin i v průběhu historie porostu. Dále jsem zjistil zastoupení tloušťkových stupňů.

Hlavním zjištěním je, že dlouhodobá ekologická stabilita smíšeného lesa je vysoká. Průměrná severita disturbancí je 4,4 %, maximální hodnota pak nepřekračuje hodnotu 9%. Hlavní zastoupení dřevin má Buk lesní (*Fagus sylvatica*) s 73%, Jedle bělokorá (*Abies alba*) s 16% a vtroušené pak jsou Javor ssp. (*Acer ssp.*) s 6% a Smrk ztepilý (*Picea abies*) s 5%.

Jedle bělokorá (*Abies alba*) se vyznačuje nejvyšší dynamikou zmlazení a nárůstem populace. I přes nepříznivé imisní vlivy z poloviny 20. století, indikujeme postupné zvýšení podílu v populaci z 5 % v roce 1900 na 16% v roce 2012.

Jedním z možných směrů vývoje managementu hospodářských lesů, jako prevence proti silným disturbančním severitám, je pečlivá rekonstrukce porostu.

Klíčová slova: dendrochronologie, dynamika lesa, jedle bělokorá – *Abies alba*, disturbanční severita

Forest dynamics and structure of mountain mixed forest in Štutovská dolina (Slovakia)

Abstract

This master thesis solves the dynamics and management of the mixed forest in the Štutovská dolina NPR. The main observed quantities will be: severity of disturbance, species composition and representation of thickness degrees.

Using dendrochronological procedures, I have created disturbing history. I obtained data from tree boreholes on fourteen permanent research areas. The total usable number of samples to be processed, is 512. The severity of the disturbances is then calculated using the formulas for the percentage growth change and the intensity of the crown disturbance derived by Lorimer and Frelich (1989). Of the total number of samples and the number of test areas, I derived the percentage composition of the tree species, during the course of the history. I also found representation of thickness degrees.

The main finding is that, the long-term ecological stability of the mixed forest is high. The average severity of disturbance is 4.4%, the maximum value then does not exceed 9%. The main tree species is European beech (*Fagus sylvatica*) with 73%, Silver fir (*Abies alba*) with 16%. Ingrained trees are Maple ssp. (*Acer ssp.*) with 6% and Norway spruce (*Picea abies*) with 5%.

Silver fir (*Abies alba*) is characterized by the highest dynamics of replanting and population growth. Despite the unfavorable immissions of the mid-20th century, we are indicating a gradual increase in the share of the population from 5% in 1900 to 16% in 2012.

One of the possible directions of the forest management, as a prevention against heavy disturbance severity, is the careful reconstruction of the stand.

Key words: dendrochronology, forest dynamics, white fir (*Abies alba*), disturbance severity

Obsah

| | |
|---|-----------|
| Použité zkratky a odborné výrazy | 8 |
| 1. Úvod | 9 |
| 2. Literární rešerše | 12 |
| 2.1 Historie vývoje smíšeného lesa | 12 |
| 2.2 Dynamika lesa | 14 |
| 2.2.1 Procesy dynamiky vegetace | 15 |
| 2.2.2 Podle délky trvání..... | 16 |
| 2.2.3 Sezonní změny | 17 |
| 2.2.4 Fluktuace..... | 17 |
| 2.2.5 Dynamika malých mezer | 17 |
| 2.2.6 Dynamika velkých mezer..... | 18 |
| 2.2.7 Cyklické změny | 19 |
| 2.2.8 Regenerace..... | 19 |
| 2.2.9 Sekundární sukcese | 20 |
| 2.2.10 Primární sukcese | 20 |
| 2.2.11 Sekulární sukcese | 20 |
| 2.2.12 Velký vývojový (generační) cyklus | 23 |
| 2.2.13 Malý vývojový cyklus..... | 23 |
| 2.2 Dynamika mrtvého dřeva..... | 26 |
| 2.3 Management lesa | 27 |
| 2.4 Dendrometrická data | 28 |
| 2.5 Dendroekologická a dendrochronologická data | 28 |
| 2.6 Rekonstrukce disturbanční historie..... | 28 |
| 3. Metodika | 32 |
| 3.1 Charakteristika studovaného území..... | 32 |
| 3.2 Výzkumné plochy | 35 |
| 3.3 Sběr dat na trvalých výzkumných plochách | 36 |
| 3.4 Laboratorní zpracování dat | 37 |
| 3.5 Rekonstrukce disturbanční historie..... | 38 |
| 4. Výsledky..... | 40 |
| 4.1 Disturbanční historie a struktura dřevin | 41 |
| 4.1.1 Celkový náhled na události: | 41 |
| 4.1.2 Věková struktura: | 41 |
| 4.1.3 Druhová struktura | 43 |
| 4.2 Mrtvé ležící a stojaté dřevo..... | 47 |
| 4.3. Plocha 006_1: | 50 |
| 5. Diskuze..... | 52 |
| 6. Závěr | 55 |
| 7. Přehled literatury | 56 |
| 8. Seznam příloh: | 60 |

Použité zkratky a odborné výrazy

Edifikátor - druh s určujícím postavením při vytváření vnitřní struktury biocenózy. Zpravidla dominantní producenti, kteří určují hlavní tok energie, koloběh minerálních látek a svou přítomností vytvářejí mikroklimatické podmínky společenstva

Pěnovce - sladkovodní vápenec, srážející se obvykle v okolí pramenů z tekoucí vody obsahující velké množství rozpuštěného uhličitanu vápenatého

Pěnitec - vápnitý sediment srážející se biogenně (mechy, řasy) ze stékající vody ve vstupních částech jeskyní a pod karbonátovými skalními převisy

Synuzie – skupina druhů organismů téže životní formy žijící nebo rostoucí na společném stanovišti, nejmenší fytoecologické jednotky, součást jediného patra, například společenstvo lišejníků na kameni nebo drobní savci lužního lesa (rejsci, hraboši, myši).

Terofyt - jednoletá bylina bez obnovovacích pupenů, obnova probíhá ze semene.

1. Úvod

Smíšené horské lesy patří k ekosystémům, které dlouhodobě negativně ovlivňuje lidská činnost. Zpočátku to bylo odlesňování pro získání pastvin a těžbou dřeva, od konce 19. století, s rozvojem průmyslu, se uplatňuje vliv z dopravní, turistické a rekreační aktivity. Největší zátěží pro horské lesy byly 70. léta 20. století. Velké množství exhalací z těžkého průmyslu v Západním a Východním Německu, na Kladensku a Ostravsku spolu s používáním hnědého uhlí pro energetické účely, kdy docházelo k přeshraničnímu a sousedskému přenosu znečišťujících látek a následné kontaminaci lesních půd. Nejvíce ohroženy byly právě oblasti vyšších nadmořských výšek. Podstatná zásoba vápenných a hořečnatých kationtů byla vyčerpána kyselou depozicí (hlavně oxidy síry, dusíku a amoniaku) a fotooxidanty (ozón, peroxyacetylnitrát, peroxid vodíku a jeho radikály). Ačkoliv plynné emise oxidu síry od 80. let 20. století klesají, zásoby bazických kationtů, které se vytvářely primárním zvětráváním od posledního konce doby ledové, jsou již vyčerpány, což se projevuje na ztrátě neutralizačních schopností a odolnosti. Následkem je podstatné zhoršení zdravotního stavu lesa a snížená vitalita lesních společenstev.

Vývoj pěstování lesa je doprovázen snahou porozumět přírodním procesům. Hlavní důvody jsou zajištění poptávky po dřevní surovině, zvýšení celkového běžného přírůstu a udržení dobrého zdravotního stavu lesa. Je důležité, aby člověk z hospodářských důvodů přirozený vývoj vhodně respektoval. Od konce 70. let 20. století pozorujeme horšící se zdravotní stav a přímo úměrně tomu klesající kvalitu dřeva při běžné době obměny v monokulturních hospodářských lesích, založených a pěstovaných na nevhodných lokalitách nebo s nevhodnou volbou dřevinné skladby.

Studium ekologických vlastností a vývoje lesa v národních parcích a rezervacích nás poučuje, jak lesy reagují na změny klimatu a různě rozsáhlé narušení abiotickými i biotickými činiteli. Jak hodnotit biocenózu, vyhodnocovat zpětné vazby i jak je můžeme podle našich potřeb ovlivňovat, jaké metody pěstování lesů jsou nejvhodnější pro konkrétní stanoviště, aniž bychom snižovali biodiverzitu a odolnost proti lesním škůdcům a jak musíme les v zájmu jeho zachování chránit. Moudří starší hospodáři, zvyklí maximálně využívat empirické poznatky, k tomuto poznání došli již v předminulém století. Za všechny může jako příklad sloužit vyjádření lesmistra Vrbaty v článku „Prales a les uměle pěstovaný“ (v časopise Háj r. 1872): „*Chceme-li tedy nynějšímu a příštímú pokolení lidskému, zdravé a potřebě schopné lesy vypěstovat a udržet, musíme potřebná pravidla z pralesa odvozovati, přírodu sledovati a záhy se učiti, abychom jejím nezvratným zákonům, jak náleží, porozuměli.*“

V podobném smyslu přistupme k pěstební činnosti. Pěstování lesa se neodehrává někde v kanceláři nebo virtuálně v počítači v rámci víceméně sofistikovaného modelu lesa, ale v reálných podmínkách „venku“, v lese. V dnešních podmínkách je potřebné, aby lesní hospodář získal základní orientaci o pěstování lesů a tu neustále rozvíjel a rozšiřoval dalším studiem. To mu pomůže vytvořit si spolehlivý základ pro rozhodování, jak lze vhodně aplikovat nové poznatky, tak aby měl z nich,

respektive les co největší užitek. Snad nejlépe tuto situaci vyjádřil jeden z nejvýznamnějších švýcarských lesníků H. Biolley, když v roce 1927 řekl: „*Věda znamená především analýzu a podrobné rozčleňování; zůstává však pouze na povrchu svého předmětu. Do nitra objektu lze proniknout jedině láskou k němu, která objekt oživuje a umožňuje osobní prožitek. Posláním lesníka je les oživovat, tvůrčím způsobem upravovat a být významným průkopníkem budoucnosti. Přitom však pouze srdcem se podaří proniknout do tajemství lesa a láska k lesu umožňuje niterní poznání jeho zvláštního života.*“

Jakékoliv dlouhodobé změny prostředí mohou měnit směr autogenní sukcese. Tam, kde se již vytvořil rovnovážný stav, mohou změny prostředí od určité intenzity vyvolat jeho porušení a tím navodit nové sukcesní procesy (Thomasius 1995). Na některé změny prostředí pohlížíme negativně, ačkoliv podobné klimatické podmínky už v minulosti proběhly. Jedna z nejzávažnějších změn je vyvolána znečištěním atmosféry. Nárůst koncentrací skleníkových plynů spolu s předpokládaným zvýšením průměrné teploty a očekávaným růstem ochranných vlastností atmosféry znamená revidovat dosavadní management. Například depozice dusíku před rokem 1940 se pohybovala okolo 5 kg.ha⁻¹ a rok, v roce 1970 to však již bylo 20 kg.ha⁻¹ a rok a v současné době jsou ve velké části evropských lesů vstupy dusíku cca 15 – 30 kg.ha⁻¹ a rok (Cannell, 1999). To již jsou depozice, které znamenají narušení rovnováhy při výživě, snížení odolnosti vůči mrazu, změně poměrů výhonů a kořenů a zvýšení denitrifikace. Nižší průměrná teplota a vyšší úhrn srážek u horských poloh nepříznivě ovlivňuje chemické reakce v půdě a přispívá k nevhodnému poměru dusíku vůči vápníku, hořčíku a draslíku. Díky tomu vznikají disharmonické humusové formy, které zvyšují kyselost půdy. V krajním případě pak dochází k rozpadu celého porostu (Aber a kol. 1989). Následnou kritickou fází ve vývoji lesních ekosystémů je obnova porostů. Po rozpadu lesa je přerušena odběr dusíku, probíhá mobilizace nitrátů uvolněných při rozkladu humusu a spolu s nitráty dochází k vymývání bazických kationtů. Okyselení půdy tak pokračuje do takového stádia, kdy není možné opětovné zalesnění. Přitom krátkodobá depozice dusíku na malé ploše je v přírodě běžná, např. úhyn zvířete, a po vyčerpání zdroje dochází k návratu k původnímu společenství. Dlouhodobá depozice nitrátů nebo ostatní ovlivňování stanovišť znečišťujícími látkami již není žádoucí. Právě smíšené horské lesy, které s ohledem na reliéf, půdní, výškové a klimatické podmínky se vyznačují přirozenou křehkostí, velmi citlivě reagují na regionální i globální důsledky znečištění atmosféry.

Cílem mé práce bude posoudit, jakou má smíšený horský les disturbanční odolnost proti biotickým a abiotickým vlivům. Jak se projevilo průmyslové znečištění z druhé poloviny 20. století na dřevinou skladbu v NPR Šútovská dolina. Hlavní sledovanou dřevinou je *Abies alba*, jakožto nejcitlivější dřevina na polutanty z ostatních dřevin v porostu. Dále jaká je přirozené zastoupení *Picea abies* v horském smíšeném lese.

Analýzou dendrochronologických vývrtů zjistím přírůst dřevní masy, pomocí rozdílu tloušťek u letokruhů na vytčených stromech. Specifickým cílem bude popis historie narušení a struktury porostů pomocí dendroekologických postupů a inventarizace porostů. Dále zmapuji disturbanční historii danou rozdíly v míře zmlazení, v množství mrtvého dřeva, v rozložení výčetních tloušťek a v druhovém složení. Změnou prostorové struktury lesních porostů - porostního profilu v dlouhodobém měřítku vysleduji disturbanční vlivy.

2. Literární rešerše

2.1 Historie vývoje smíšeného lesa

Začátky vývoje lesů ve střední Evropě začínají v období holocénu po skončení poslední doby ledové. Jde o chladné období, které se vyznačovalo průměrnou roční teplotou okolo -5°C , což je o cca 15°C méně než dnešní průměrné teploty. Klima bylo velmi suché, ovlivněné glaciálním fénem s tlakovou výšší nad kontinentálním ledovcem. Kromě úzkého pásu bylo území pokryto vysokou vrstvou sněhu a ledu. Specifikem české krajiny bylo sevření čel kontinentálního a alpského ledovce. V meziprostoru se nacházela krajina charakteru tundry.

Prudký nárůst teploty a postupný nárůst srážek znamená konec doby ledové a nástup holocénu. Holocén je nejmladší geologické období, začínající před lety 12 000 – 10 500 př.n.l., charakteristické opakovanými výkyvy průměrných teplot. Díky vzrůstu průměrné teplotě nebo vlhkosti, dochází k postupnému šíření vegetace a tvorbě vhodných půd. V tomto období také dochází k počátku ovlivňování přirozené skladby lesů člověkem. V období neolitu, zhruba od 7000 př.n.l. člověk postupně přechází z lovectví a sběračství k zemědělství. Pro uvolnění půdy pro zemědělské využití, dochází ke kácení lesů. Les tak ztrácí dominantní postavení pro obživu člověka.

Jednotlivé období holocénu dělíme na pět období. Pro krajinu Československa podrobně popsal Krippel (1986).

Preboreál: 10500 – 9700 př.n.l., prudký vzrůst průměrné teploty (zhruba 5°C za sto let) až na průměrnou teplotu $3 - 7^{\circ}\text{C}$ a nárůstu srážek. Dochází k ústupu glaciálních prvků (hippophae, selaginella) a rozvoji vegetačních pásů. Expanze dřevin do vyšších poloh byla limitovaná jen rychlostí šíření. Dominance borovice a břízy v nezapojených březoborových tajgách. Ojedinele výskyt modřínu. Na horách kleče a limby, od výšky 1000 m.n.m. bezlesí. Ke konci preboreálu již okrajově se vyskytovaly smrky, lísky, duby a jilmy.

Boreál: 9700 – 8000 př.n.l., byl charakteristický oteplením až o $+2^{\circ}\text{C}$ oproti preboreálu, kdy průměrná teplota byla srovnatelná s dneškem. Suchá léta (kontinentální podnebí) v nížinách, hlavně na spraši přetrvává lesostepní vegetace, lesy postupují do hor, převážně světlé borové lesy s lískovým podrostem. Dub postupně vytlačuje břízu a borovici. Později se přidává okrajově jilm, později olše a lípa a vznikají druhově bohatší smíšené lesy. Počátky ovlivňování krajiny, zatím krátkodobé a lokální, dochází k vypalování lesů v okolí tábořišť. V pozdějším období dochází k dominanci smrku ve vyšších horských oblastech. Formuje se klečový LVS. Okolo 7 600 př. n. l. dochází k prudkému ochlazení a poklesu horní hranice lesa k 1000 m n.m.

Atlantik: 8000 – 6000 př.n.l. považované za klimatické optimum holocénu. Výrazné zvlhčení atmosféry, postupné oteplování až o $+3^{\circ}\text{C}$ oproti boreálu a klima mající oceánický charakter. Dostatek srážek v tomto období bylo důležité i pro vývoj půd. Půdy se prohumózňují, zároveň se postupně odvápnují. Dostatek nevyluhovaného CaCO_3 , spolu s hojnými povrchovými vodami, tvoří pěnítece a

pěnovce. Ústup stepí a lesostepí, výrazný nástup smíšených lesů – Quercetum mixtum, s dominantním dubem. Nejčastější příměs tvořily jilmy a javory. První zemědělské oblasti, odlesňování pro získání zemědělské půdy, vznik antropogenního bezlesí. Dochází k nepřímému ovlivňování druhotné skladby člověkem, hlavně jde o přežívání světlomilných lesních druhů. V horách ústup borovice a lísky, ve vyšších polohách dokončení expanze smrku, vznik horských smrčín. Stoupá význam dřeva pro stavební účely. První velké stavby ze dřeva, např. tzv. dlouhé domy.

Epiatlantik: 6000 – 3000 př.n.l., znatelné snížení srážek, průměrná teplota zůstává, klima oproti atlantiku má větší výkyvy. Ústup jilmu a lípy, nástup jasanu. Přibližně od roku 4500 (popř. 4700) dochází k rozšíření jedle a buku (buk dříve jak jedle). Období lesního optima. Antropogenní šíření habru. Opětovné rozšíření tisu coby reliktu z třetihor. Ustálení LVS. Končí doba kamenná. Využití dřeva se neomezuje jen na jednoduché nástroje a drobné stavby. Lidé zvládli základní metalurgii, žhání pyritů a tavbu mědi. Těžba dřeva i pro důlní a hutní použití, výroba dřevěného uhlí. Počátek ovlivnění druhotné skladby lesa od nížin až po nejvýše položené lesy.

Subboreál: (doba bronzová) 3300 – 2800 př.n.l, průměrná teplota až o 2°C vyšší než dnes, suché klima subkontinentálního rázu. Díky činnosti člověka dochází k výraznému rozšíření habru a buku. S rozvojem dobývání a zpracování rud v podhorských a horských oblastech stoupá spotřeba dřeva. Dochází tak k těžbě dřeva v horských oblastech. S poklesem srážek se vysušují rašeliniště, ty se zmenšují a postupně se zalesňují. Ustálení výškových LVS.

Subatlantik: (doba železná) 2800 -1400 př.n.l, období poměrně častých klimatických výkyvů. Celkově jde o vlhčí, ale chladnější období, průměrná teplota byla okolo 0°C až 5°C, jednalo se spíše o oceaničtější ráz. Díky ochlazení člověk migruje do nižších poloh. Pokles pylových křivek u lesních dřevin, hlavní zastoupení má borovice, bříza, na lokálním maximu je olše a habr. Stoupá zastoupení světlomilných bylin. Populace člověka je mírně redukována, snižuje se tlak na lesní vegetaci ze strany člověka. V nížinách dochází k obnově lesa jedlobučinnou. Ke konci období nastává stěhování národů.

Subrecent: 1400 př.n.l. – 1950 n.l, také je nazýván mladší subatlantik. V tomto období je již krajina výrazně ovlivněna činností člověka i změnou klimatu. Charakteristické je vysušení krajiny a silnější kontinentální vliv. Opětné šíření světlomilných dřevin v nížinách, majoritu postupně ztrácí dub. Na pahorkatinách dominuje smíšený les z buku a jedle, v podhorských a horských oblastech pak jedle se smrkem, doplňuje je buk. Výrazný ústup olše spp. Stoupá antropologický vliv – odvodňování a vysušování ploch v okolí velkých řek, odlesňování a zábor půdy pro rozvoj zemědělství, obcí, dopravní a průmyslové infrastruktury. Od 16. století introdukce cizokrajných dřevin. V průběhu 19. století zakládání hospodářských (kulturních, monokulturních) lesů s upřednostňováním borovice, později smrku.

2.2 Dynamika lesa

Základní pojem dynamika znamená změnu stavu systému v čase a také změny pravidel těchto změn. Dynamika lesa je systémové upřesnění pro lesní ekosystém, jakožto nejucelenější vrcholový ekosystém, který se trvale vyvíjí. Tudíž vývoj lesní vegetace je ve své podstatě dynamický proces – neustále se měnící podle biotických a abiotických vlivů, a to ve všech časových a prostorových limitech činitelů (Miles 1979).

Snažíme se zachytit hlavně krátkodobější změny, sukcesní dynamiku, vlivy střídání několika generací dřevin, nežli vývoj ekosystému v dlouhodobém hledisku. Přesto znalost sekulární dynamiky, dlouhodobých změn klimatu od poslední doby ledové, je důležitá pro pochopení lesních systémů smíšených lesů. Je nutné zahrnout změny vyvolané antropogenními vlivy posledního století a revidovat vyvinuté modely malého a velkého vývojového cyklu pro střední Evropu a klimaxovým druhovým složením.

Lesní společenství jsou definována dominantním vlivem dřevin. Dřeviny jsou ve své podstatě silně konkurenční organismy, adaptované na maximální využití zdrojů prostředí a prostoru. Využití zdrojů a prostoru neúspěšnějšími jedinci je tak intenzivní a efektivní, že disponibilní zdroje pro ostatní organismy jsou velmi redukovány. Stromy tak definují prostředí lesního společenství, které je typické stabilními, ale z pohledu dostupnosti různých zdrojů (zejména světlo, živiny, vláha, prostor apod.) výrazně omezenými podmínkami. Biologická diverzita je obecně vyšší v ekologicky kontrastním prostředí (střídání zastíněných a osvětlených, suchých a vlhkých, kyselých a zásaditých podmínek apod.). Les takové rozdíly do značné míry tlumí. Teorie klimaxu předpokládá, že dlouhodobým působením lesa dochází k postupnému stírání (nivelizaci) počátečních rozdílných (stanovištních) podmínek (geologický podklad, hloubka půdy) a určujícím faktorem definujícím klimaxového vegetaci bude klima. Les tak přirozeně směřuje k vytvoření "průměrného" nivelizovaného společenství, které nemusí vyhovovat specializovaným "extrémním" druhům.

Vlivem stromových dominant dochází k nivelizaci prostředí lesa. Zde se dokáže prosadit menší počet rostlinných a živočišných druhů, vytváří konzervativní podmínky "lesního přítí". Na takové prostředí je adaptována skupina druhů vyžadující stálost porostního mikroklimatu, existuje však podstatně větší skupina lesních druhů vázaná nebo prosperující v rámci narušených nebo regenerujících se lesních porostů (Konvička a kol. 2006). Každý faktor, který takové narušení může způsobit, má z pohledu takových druhů pozitivní vliv.

Narušování kompaktního lesního zápoje prostřednictvím disturbancí (zejména vítr, podkorní hmyz) vytváří mezerovitou porostní strukturu se zastoupením oslněného mrtvého dřeva (Forman 1995). Mezery mají v závislosti na velikosti charakteru drobných plošek, vzniklých vypadnutím jednotlivých stromů nebo menších skupin, až po rozsáhlé mnohahektarové otevřené plochy. Několik studií poukazuje na to, že druhová diverzita živočichů a rostlin takových mezer je zhruba o polovinu vyšší než v okolních zapojených porostech (Bouget a Duell 2004). Přirozeně se vyvíjející porostní mezery s rozlohou alespoň 2-3 ha v Evropě poskytuje zázemí pro jedny z vůbec nejbohatších suchozemských

živočišných společenstev. Mezi živočišné skupiny výrazně preferující méně kompaktní lesní společenstva (porostní mezery) patří hmyz, který vedle hub představuje nejvýznamnější součást lesní biodiverzity. Hmyz je součástí většiny potravních řetězců, proto i konzumenti hmyzu reagují na narušení větrem obdobně. Frekvence vzniku významných porůstových mezer není dostatečně známa. Pohybuje se kolem 25 let, přičemž zapojení regenerujícího se porostu (a tedy zánik mezery) přirozeně nastává přibližně po 15 letech. Zhruba 2,5% z výměry pralesa tak zůstává za normálních podmínek v podobě porostních mezer (Pontailler a kol. 1997). Větrové nebo kůrovcové disturbance se projevují krátkodobě i dlouhodobě v spojitosti se sekundární sukcesí vegetace, zapojováním dřevinného porostu a rozkladem mrtvého dřeva. Disturbance zvyšují heterogenitu lesního prostředí v prostoru a čase a podmiňují vysokou biologickou diverzitu lesních ekosystémů. Vytvářejí mozaiku lesních porostů v různém stadiu regenerace (různověké porosty) včetně čerstvě otevřených porostních mezer. Zvyšují zastoupení časných sukcesních stádií lesa a ekotonů (společenství vázané na okraje). V rámci dynamiky lesní krajiny se lokalizace jednotlivých sukcesních stádií mění, komplexně ale zůstává zastoupení těchto stádií více méně konstantní. Mnohé druhy živočichů a rostlin jsou vázány na konkrétní sukcesní stádia, jejich distribuce tak kopíruje dynamiku lesní mozaiky (Bouget a Duell 2004).

Změny v lesním prostředí se projevují jak ve změnách rostlinných populací ve všech patrech, tak v populaci, společenstvu, v podmínkách prostředí a změnami živočišné složky ekosystému. Nejdříve se objevují změny v struktuře vegetace (prostorové rozmístění a velikost jedinců), hustotě, početnosti a pokryvnosti druhových populací a až později v záměně jednotlivých druhů a s tím související změna prostředí. Hlavními příčinami změn vegetace jsou životní projevy jednotlivých dřevin, resp. jejich populací (rozmnožování, rozšiřování, růst, mortalita, životní strategie,...), které jsou však reakcí na změny nejrůznějších vnějších vlivů. Výsledkem jsou různé formy změn – od krátkodobých po dlouhodobé, od postupných po náhle a od maloplošných po velkoplošné. Lesní vegetace není výjimkou. Vzhledem na dlouhověkosti jejich dominant – stromů, se však některé její formy obtížně sledují a tím jsou tak méně známe. Hnacími silami změn vegetace (tzv. mechanismy) jsou životní procesy samotných rostlin, vnější přírodní faktory a antropické vlivy.

2.2.1 Procesy dynamiky vegetace

Podle Otta (1994), který rozlišuje tři základní typy procesů, jsou:

- pomalé, progresivní procesy, které se uplatňují permanentně ve vegetačním krytě – růst a mortalita jedinců, konkurence vnitrodruhová a mezidruhová (o světlo, prostor, živiny...);
- narušení vegetačního krytu přírodními činiteli „katastrofické“ povahy, nepředvídatelné, náhodné disturbance na rozsáhlých plochách (větrné kalamity, hmyzem způsobené odumírání stromů, požáry...);
- změny lidských aktivit – změny intenzity, anebo způsobu obhospodařování až po jeho úplné

zastavení (útlum polnohospodářství), způsobují odblokování procesů dynamiky, zejména sekundární sukcese; pravidelná lidská činnost naopak blokuje změny vegetace v krajině. Existuje mnoho přístupů k třídění procesů anebo typů dynamiky (změn) vegetace; vychází z různých aspektů – celkové délky trvání, plošného rozsahu, rychlosti průběhu a příčin změn. Podrobnější klasifikace dynamiky vegetací jsou rozvinuty v pracích: např. Moravec a kol. (1994), Križová a kol. (2010).

Dominantním procesem řízení lesní dynamiky v lesích mírného pásu střední Evropy je vítr.

Nejvíce škod vzniká v hospodářských, převážně jehličnatých monokulturách, proto na jejich ochranu a zlepšení odolnosti proti povětrnostním podmínkám proběhlo nejvíce výzkumných prací a ochranných opatření (Fischer a kol. 2002).

Při nedodržení pěstebních zásad dojde ke snížení statické odolnosti dřevin. Menší odolnost k namáhání znamená buď vývrát nebo zlom dřeviny a následný pád dřeviny do porostu a vznik mezery v porostu. Podstatný vliv na velikost mezer má změna frekvence, směru a intenzity větru. Silné porывy větru a lokální bouře do síly bouřlivého větru ($B_f 8^\circ$) způsobují malé až střední mezery v zápoji, mohutné vichřice až orkány obvykle zasahující větší část Evropy, způsobující velké mezery až spontánní disturbance kalamitního rozsahu s kompletním narušením stromového patra .

Rozsah narušení dává tušit podíl mimořádných (kalamitních) a celkových těžeb za jednotlivá období.

V roce 1984 se mimořádně vytěžilo dvanáct milionů m^3 dřeva nebo v roce 2008 deset milionů m^3 dřeva. Výše celkové těžby je přitom dlouhodobě relativně vyrovnaná, v rozmezí od patnácti až sedmnácti milionů m^3 . Navíc těžba je relativně plošně rovnoměrná. V období mohutných vichřic pak těžba dosahuje maxima až devatenácti milionů m^3 , z toho polovina vytěžených zásob může připadnout na oblast o velikosti kraje (ÚHUL 2017). Ačkoliv z hospodářského pohledu vítr způsobuje velké škody, z enviromentálního pohledu jde o podstatný obnovný činitel. Cyklické vlivy větru lépe uvolňují obnovu buku a ostatních stínomilných dřevin. Zároveň střední a silné větry umožní díky větším mezerám obnovu i světelně náročným dřevinám, např. modřín nebo javor klen. Dále jsou periodické, středně silné větry hlavním faktorem lesní dynamiky a umožňují přeměnu horských smrkových lesů na lesy smíšené (Firm a kol., 2009).

2.2.2 Podle délky trvání

Tyto procesy členit následovně:

- měsíce: vývoj v průběhu jednoho vegetačního období (sezónní změny, změna aspektů)
- roky: krátkodobé kvantitativní změny na úrovni populací (meziroční fluktuace)
- desítky až stovky roků: změny druhového složení a struktury v rámci stádií rovnocenného společenstva (vnitřní dynamika společenstva, dynamika mezer, malý vývojový cyklus)
- stovky roků: obnova vegetace na existující půdě (sekundární, cyklická, regenerační sukcese, velký vývojový cyklus lesa)
- stovky až tisíce roků: vývoj vegetace na nově vzniknuvším substrátě (primární sukcese)

- tisíce roků: postglaciální vývoj vegetace ovlivněn změnou makroklimatu (sekulární sukcese)

Tabulka 1. Formy dynamiky lesa na velikost ploch (van der Maarel 1996)

| Hledisko plošného rozsahu | jedinec | plocha (patch) | populace | společenstvo | krajina | klimatická zóna |
|---------------------------|---------|----------------|----------|--------------|---------|-----------------|
| Fluktuace | * | * | * | | | |
| Dynamika malých mezer | * | * | * | | | |
| Dynamika velkých mezer | * | * | * | | | |
| Cyklické změny | | * | * | | | |
| Regenerace | | * | * | | | |
| Sekundární sukcese | | * | * | * | * | |
| Primární sukcese | | | * | * | * | |
| Sekulární sukcese | | | | * | * | * |

2.2.3 Sezonní změny

Probíhají v rámci jediného vegetačního období na úrovni bylinné složky. Jsou podmíněné posuny v životním cyklu jednotlivých druhů ve společenství a aktuálním průběhem počasí (teplota, srážky,...) v roce. Projevují se změnou vzhledu, tzv. aspektu fytoceenóz; fytoceenóza jako celek se nemění. Tyto změny je třeba mít na paměti, zejména při hodnocení a klasifikaci společenstev s vysokým podílem geofytů a terofytů (např. horské javorové bučiny).

2.2.4 Fluktuace

Jsou krátkodobé vratné (reverzibilní) změny v druhovém složení a struktuře bez určitého směřování. Jde o meziroční změny v kvantitativním podílu druhů ve fytoceenóze. Do určité míry může kolísat i výskyt některých druhů, zejména terofytů, které mohou v určitých nepříznivých letech chybět. Fluktuace jsou odrazem životního cyklu rostlin, délkou jejich života, strategií a mohou být vyvolané anebo akcelerované výkyvy povětrnostních podmínek, velikostí periodických záplav (lužní lesy), přemnožením některých škůdců a pod. V ustálených fytoceenózách (např. v rámci stádia optima přírodního lesa) je můžeme vnímat jako oscilace pokryvnosti a početnosti druhů okolo dlouhodobého průměru, bez určitého vývojového trendu. Projevují se ve všech ostatních vývojových stádiích lesa, kde se však do určité míry překrývají se směrovými (sukcesními) změnami. Tradičně se s fluktuacemi uvažuje spíše pro krátkověké rostliny lesního podrostu. Hlavním faktorem je průběh počasí v jednotlivých letech. Za fluktuace se nedá považovat změny v dřevinné složce.

2.2.5 Dynamika malých mezer

Neboli *gap dynamics* je v lese určovaná odumřením jednotlivých dřevin anebo malých lokálních populací. Mezerou v zápoji se otvírá volná nika pro nové jedince a nové druhy (Silvertown a Smith 1988). Mezera vzniká buď „přirozeným“ odumřením starého jedince anebo následkem exogenní disturbance. Pokud je mezera malá, uvolněná místa jsou obvykle obsazena druhy daného společenství. Velikost mezer v lesích je různá, od skuliny v zápoji po jednom stromě až po stovky m²

po odumření několika stromů. Drössler a von Lüpke (2005) považují za „gap“ mezeru v zápoji, ve které existující porost je nižší jak $\frac{2}{3}$ výšky hlavní vrstvy porostu. Dynamika malých mezer se rozhodujícím způsobem projevuje v malém vývojovém cyklu v našich pralesích s charakteristickým periodickým střídáním stádií neboli fází vrcholného (ustáleného) lesa (Korpeľ 1989, Míchal a kol. 1992). Typicky se malý cyklus uplatňuje např. v jedlových bučinách, kde dochází k rozpadu v malých skupinách. Pro vznik nového stádia je potřebná změna na ploše alespoň 200–400 m². Pokud ve vrcholném stádiu postupně odumírají stromy a regenerace probíhá pouze v malých nepočetných hloučkách, nedochází ke střídání vývojových stádií. Tento způsob střídání generací dřevin může v určitých typech pralesa převažovat. Pokud nedojde k extrémní disturbanci, jsou tyto porosty mimořádně stabilní a dlouhodobě ustálené už i na malých plochách. Tato forma dynamiky je známa nejen z lesního společenství v NPR Šútovská dolina ale i z ostatních slovenských pralesů. Uplatňuje se většinou v extrémních podmínkách např. mělké nebo chudé půdy, strmé nebo skalnaté svahy, přesychavé lokality nebo lokality na horní hranici lesa. M. Saniga (1999) ji nazývá „permanentním dorůstáním“. Kromě dubin, reliktních borů, a smrčín se také projevuje i ve vápencových anebo chudých acidofilních bučinách. Tato forma je zaznamenána i z (asi) přirozených bučin východního Slovenska. Drössler a von Lüpke (2005) uvádějí, že až 58 % mezer v NPR Havešová vzniká odumřením jediného stromu. Podobně v smrčínách v 7. VS zřejmě fungovala tato forma velkoplošně jen v obdobích ustálenějšího klimatu. Holeksa a Cybulski (2001) uvádí průměrnou velikost mezer 92 m² a podíl 34 % na celkové ploše. V případě klimatických extrémů, které sledujeme v posledních decéniích, může velikost a plocha mezer růst až přecházet do velkoplošných rozměrů kde může napodobit znaky velkého vývojového cyklu. V posledních desetiletích probíhá intenzivní výzkum důležitosti dynamiky malých mezer (Rozenbergar a kol. 2007, Frelich 2002). Obdobně v horách střední a jihovýchodní Evropy, kde je přirozená porostní směs *Fagus sylvatica* a *Abies alba*, je velikost mezer relativně malá až střední (tj. 50 až 5000 m²). Mezery jsou dané charakteristikou zmlazení daných dřevin, nároků na světlo a mikroklima. Jsou dominantním přírodním narušením v celém regionu (Drössler a von Lüpke 2005; Nagel a Diaci 2006; Nagel a Svoboda 2008).

2.2.6 Dynamika velkých mezer

Neboli *patch dynamics* probíhá na uvolněných plochách 10 - 100 násobně větších než je velikost dospělého stromu - v lesnickém chápání jde o porost, nikoli však ve smyslu jednotek prostorového rozdělení lesa, ale jako strukturální homogenní části lesa, resp. segmentu lesního typu. Tato forma částečně odpovídá malému a částečně velkému vývojovému cyklu (Míchal a kol. 1992). Záleží na velikosti mezery a rychlosti jejího vzniku. Pokud vznikne mezera s výše uvedenou velikostí náhle (po vichřici apod.), je většinou kolonizována světlomilnými pionýrskými (tzv. raně sukcesními typy), resp. rychle rostoucími humidestruktivními druhy bylin i dřevin, což vede ke vzniku druhově odlišného stádia a představuje začátek velkého vývojového cyklu. Rozpad ale může probíhat postupně v průběhu několika let (např. postupné odumírání jedlí nebo odumírání smrku působením kůrovců s postupným rozšiřováním od původního "ohniska") a odumřelé stromy většinou zůstávají stát, takže se nenaruší

podrost a je stále alespoň částečně zastíněn. Pak nedojde k rozšíření nových druhů, ale jen ke změnám v četnosti a pokryvu původních druhů a k zmlazení dřevin ve společenství, které jsou trvale přítomny (např. se změní poměr jeřabiny a smrku v jeřabinových smrčínách). V tomto případě se tedy jedná o malý vývojový cyklus probíhající na větších plochách. Je pravděpodobné, že tento případ byl v minulosti častý v našich bučinách, neboť při mapování pralesů se často mapovali vývojová stadia na plochách odpovídajících velkým mezerám.

2.2.7 Cyklické změny

Jsou chápány jako cyklická dynamika na plochách s výrazně floristicky diferencovanými typy vegetace nebo cyklicky se střídajícími dominantami. Lze sem zařadit velký vývojový cyklus, pokud se periodicky celý opakuje a je vyvolán přirozenou mortalitou předchozí generace dominujících stromů. Jsou to procesy probíhající v lesích řádově stovky až tisíce let.

2.2.8 Regenerace

Také je nazývána regenerační sukcesí. Jde o dlouhodobou obnovu celého společenství po výrazné přírodní anebo antropogenní disturbanci (vichřice, oheň, přemnožený hmyz, holoseč). Na rozdíl od předcházející formy nemá cyklický charakter a není vyvolaná přirozenou mortalitou, ale čistě exogenními disturbancemi. Ekosystém není zničený, většina druhů se v určité formě zachová, ale současně se otvírá prostor pro rozšíření nových druhů. V případě obnovy lesního ekosystému po holoseči sem spadají jen spontánní procesy (bez umělé obnovy). Regenerace probíhá i v rámci velkého vývojového cyklu – pokud byl vyvolán přírodní disturbancí (což je ve většině případů). Někteří autoři tento typ změn označují jako počátek sekundární sukcese. Např. Moravec a kol. (1994) považuje regeneraci lesa nebo křovin po požáru za sekundární sukcesí. Co je důležité, jak velký je rozsah narušení původního ekosystému požárem. Přestože je rozlišování regenerace a sukcese obtížné, lze je považovat za užitečné, protože umožňuje rozlišit přírodní procesy v přirozených lesích od sukcesních změn sekundárních ekosystémů. Série změn lesa po disturbancích byli popsány hlavně z chladné boreální, ale i z temperátní části Severní Ameriky, kde se periodicky opakují velkoplošné přírodní disturbance (vítr a jiné klimatické extrémny, oheň, přemnožení hmyzu) spojené se záměnami dominantních dřevin (Foster 1988, Colpron-Tremblay, Lavoie 2010). Mozaikovitá struktura přírodního lesa na úrovni krajiny je potom výsledkem paralelně probíhajících a vzájemně se překrývajících regenerací. Přestože vývoj vegetace směřuje do klimaxu, nemusí ho na některých místech vůbec dosáhnout. Američtí autoři v současnosti považují všeobecně sukcesí za proces, který není vždy přímočarý a jen vzácně dosahuje rovnovážného stavu (Walker a del Moral 2003). Což je spíše v rozporu s tradičním názorem ve Střední Evropě. V souvislosti s aktuálním vývojem a se studiem smrkových karpatských pralesů v posledních desetiletích však vychází najevo, že se objevovali i v minulosti (Holeksa a kol. 2007a). Především v případě horských převážně jehličnatých lesů je třeba počítat s tím, že málopočetné, ale plošně rozsáhle disturbance budou výrazně a velkoplošně ovlivňovat vývoj zdejších lesů v kombinaci s maloplošnou dynamikou (Svoboda a Pouska 2008).

2.2.9 Sekundární sukcese

Je proces spontánních změn vegetace na místě, kde byla původní vegetace nahrazena jinou (většinou vlivem člověka), nahrazena jinou a současně se zachovala půda. Vývoj začíná po ukončení lidského vlivu, který udržoval ekosystém ve stavu pro ně potřebným. Van der Maarel (1996) považuje za sekundární sukcesí jen vývoj na místech změněných člověkem (polo přírodní a přírodní společenství a agroceenózy). Na začátku sukcesní série je přítomno povíce druhů rostlin sekundárních společenstev. V komplexech přírodních lesů se sekundární sukcese v tomto úzkém chápání smyslu nemůže vyskytovat, a to ani v případě těžebních ploch. V přírodě blízkých lesích nedochází k tak výrazným změnám, abychom mohli hovořit o sekundární sukcesí. Pouze v případě výrazného narušení původního podrostu, případně i povrchu půdy může nastat výrazná změna, kterou by bylo možné označit jako sekundární sukcesí (podobně jako při silných požárech). Za proces sukcese je možné označit i případy spontánního návratu druhově změněných kulturních lesů k lesům klimaxovým.

2.2.10 Primární sukcese

Je podobný proces jako sukcese sekundární, který ale začíná na nově vzniknuvším substrátu – buď přirozeně anebo vlivem člověka (lomy, haldy, erodované plochy apod.). Různé přírodní disturbance vytvářející různé typy obnaženého substrátu, jak uvádějí Walker a del Moral (2003). Projevy primární sukcese se v rámci komplexů přírodních lesů mohou vyskytnout jen vzácně a více méně maloplošně. U nás do úvahy přicházejí obnažené plochy po sesuvech půdy či silných lavinách anebo recentně vzniknuté sutinové pole po rozpadu skalních bloků (často po zemětřeseních). Nejčastějším případem je tak vývoj vegetace na štěrkových lavicích horských řek a pomalý proces zarůstání mrtvých ramen spojený s jejich zanášením sedimenty. Ve všech případech zde dochází k postupné záměně vegetace na úrovni společenství směřující ke klimaxu rychlostí, která je limitována především staletým vývojem půdy. Takové plochy mohou být součástí lesních rezervací, a přestože vegetace nemá charakter klimaxu, může být stejně hodnotná jako lesní společenstva nebo dokonce hodnotnější z hlediska kontinuity přirozeného vývoje na dané lokalitě.

2.2.11 Sekulární sukcese

Sekulární je spojitá dlouhodobá a neperiodická změna konkrétní veličiny a je procesem dlouhodobého vytváření rovnováhy vegetace a klimatu. U nás se projevuje ve formě známého postglaciálního vývoje vegetace. Ne každý si však uvědomuje, že tento proces není ukončený, stále probíhá ve formě postupného přizpůsobování vegetace změnám klimatu, dnes velmi aktuálním tématem globálního oteplování a s tím souvisejícím vývojem půdy. Dále není ukončen proces šíření rostlin, kdy teplotnější druhy postupně pronikají na donedávna méně vhodná stanoviště a dá se předpokládat posun vegetačních stupňů do vyšších poloh (Mindáš a kol. 2003). Změny druhového složení související s oteplením se sice zatím nepotvrdili, např. při opakované analýze vegetace na trvalých plochách (Vladovič a kol. 2008), ale za projev změn klimatu se však považuje odumírání horských

smrčín (Kulla 2006). Na změnu klimatu rychleji reagují snadno migrující živočichové – v tomto případě podkorní hmyz zvýšenou vitalitou a reprodukční schopností, to způsobuje rychlejší odumírání smrku. Po proředění často až stoletých smrkových porostů už na mnohých místech obnovně nevznikají čisté smrčiny, ale smíšené lesy se smrkem, bukem, javorem horským a jeřabinou. Tento proces je zdokumentován na plochách v nadmořských výškách okolo 1300 až 1400 m n.m., hlavně na slunečných expozicích na Poľane, Nízkých Tatrách a Veporských vrchoch. Podobné přírůstky smrku a šíření jeřabiny nad dosavadní hranici lesa v Nízkých Tatrách naznačují posun sedmého vegetačního stupně směrem nahoru. Podobné procesy byli sledované i ve Východních Karpatech na Zakarpatské Ukrajině (Veska 2009). Zdá se, že v těchto procesech fungují dřeviny šířené živočichy jako předvoj celého ekosystému, podobně jaké to bylo při šíření dřevin v postglaciálu. Tedy až po rozšíření určité dřeviny (např. buku) do vyšších poloh a modifikování povrchových horizontů půdy jejím opadem. Změna celého ekosystému bude probíhat pozvolna a postupně, pravděpodobně se značným časovým posunem za v současnosti všeobecně přijímaným a měřením doloženými klimatickými změnami. Projevy sekulární sukcese se v současnosti velmi těžko sledují, protože se snadno překrývají různými antropickými vlivy na vegetaci. Jedním z vlivů je lesní hospodářství a myslivost, které mění počet a druhové složení dřevin i lesní zvěře, která působí nepřímo ale výrazně na lesní vegetaci. Sekulární sukcese je však jev, se kterým je třeba počítat při dynamice lesů. Je třeba počítat s tím, že i ty nejlépe zachované a ekologicky stabilní pralesy se mohou měnit podle výkyvu makroklimatu a to i v případě, že byly uchráněny od dalších vnějších vlivů a disturbancí.

Z hlediska samotného lesního společenstva a jeho druhového složení rozlišujeme vnitřní dynamiku a sukcese. Při vnitřní dynamice se mění hlavně struktura a početní podíl druhů, ale celková druhová skladba se výrazně nemění. Spadá sem fluktuace, dynamika malých mezer, regenerace a v případě střídání dominant i cyklické změny. Typickým příkladem vnitřní dynamiky jsou meziroční fluktuace v početním podílu populací ve společenství a dynamice malých mezer. Sem patří i malý vývojový cyklus přírodních klimaxových lesů, kdy se cyklicky střídají vývojové stádia. Jde stále o rovnocenné společenství (resp. typu biotopu). V případě dynamiky malých mezer a většiny cyklických změn jde o soustavu vývojově spojených společenství, které se střídají v čase a prostoru a odlišují se druhovým složením. To je i případ velkého vývojového cyklu lesa, kdy vývojové stádium tvoří druhově odlišné společenství (první stádia jsou oddělována druhy, které se nevyskytují v klimaxu, resp. stádiích malého cyklu lesa). Podle Zlatníkové koncepce náleží všechny stádia malého i velkého vývojového cyklu do stejného lesního typu, resp. typu geobiocény (Zlatník 1978), pokud se vyskytují na stejném typu trvalých stanovištních podmínek. Proto velký cyklus v širším smyslu představuje vývoj jediného klimaxového společenstva.

Další procesy představují typické případy sukcese, tzn. postupné jednosměrné změny vegetace směřující ke klimaxu. Pak se vytváří sled druhově odlišných společenstev, která se samovolně mění až do ustálení v závěrečném stádiu, klimaxu (Míchal a kol. 1992, Moravec a kol. 1994).

Z hlediska rychlosti změn rozlišujeme změny náhlé (katastrofické) a postupné. Při náhlých změnách dochází vlivem mimořádně silného působení vnějších faktorů (záplavy, vichřice apod.) k rozsáhlým disturbancím, které výrazně změni dosavadní charakter společenstev. Podle síly a rozsahu disturbance potom většinou následují sukcesní změny (pokud byla zničená současná vegetace, případně narušený povrch půdy a plochu kolonizují nové druhy), anebo se ekosystém náhle přesouvá do jiného vývojového stádia (např. v případě rychlého odumírání stromů v lesních ekosystémech vlivem vnějších faktorů). Postupné změny jsou závislé jen od životní aktivity přítomných druhů rostlin. Rychlost záměny druhu bez vnějších disturbancí je v tomto případě limitovaná rychlostí šíření a růstu jedinců nových druhů a délkou života nebo přežívání jedinců už na stanovišti přítomných. Rychlost změn nebývá většinou rovnoměrná, velmi pomalé změny vykazují společenstva dlouhověkých dřevin. Často se střídají období relativní stability, kdy se vegetace zdá neměnná, s obdobími rychlých změn, které následují po narušení stability (Míchal a kol. 1992). Příkladem je přechod stádia křovinného do stádia lesního po zapojení stromové vrstvy v případě sekundární sukcese anebo přechod ze stádia optima do stádia rozpadu v přírodních lesích, po odumření několika starých stromů.

Z hlediska příčiny rozlišujeme endogenní (samovolné) a exogenní (adaptivní) změny (Moravec 1969, 1994). Samovolné změny jsou vyvolány aktivitou druhů vlastního společenství, přičemž působení vnějších faktorů se nemění. Buď jsou výsledkem pozitivních (facilitace) nebo negativních interakcí, jako konkurence nebo inhibice, mezi druhy, kdy jeden druh buď napomáhá šíření populace druhého, nebo naopak druhý druh postupně vytlačuje (van Andel 2006). Mohou být i výsledkem interakcí s druhy šířícími se z okolí. Samovolné změny mohou vyústit do sukcesního vývoje nebo vedou jen k oscilacím, resp. cyklickému střídání druhů, což je případ vnitřní dynamiky společenství. Příčinou adaptivních (exogenních) změn je jakýkoliv vnější vliv na společenství (ekosystém), kterým se naruší dosavadní rovnováha, resp. se změni podmínky, za kterých společenství dosud existovalo. Vegetace se musí adaptovat (přizpůsobit) buď jednorázově nebo trvale, pokud vnější vlivy působí stále nebo periodicky.

Uvedený přehled dynamiky vegetace ukazuje na různorodost a mnohostrannost vývojových procesů probíhajících v lesních ekosystémech. Většinou se tyto procesy uplatňují v rámci člověkem přímo neporušených a neovlivněných lesích (pralesy, přírodní lesy). Často probíhají současně a různě se kombinují. Z toho vyplývají různé podoby struktury a druhového složení určitého pralesa (resp. jeho částí), které se ne vždy dají jednoznačně zařadit do předdefinovaných klasifikačních schémat. Zejména reakce lesního ekosystému, resp. některých jeho složek, na změny vnějších faktorů je těžko definovatelná a předvídatelná. Proto je nutné nechat přírodním procesům volný průběh, sledovat je a tolerovat vznikající formy vegetace, které mohou být krátce nebo dlouhodobě odlišné od forem dosavadních. Snahou by mělo být zachování lesních ekosystémů v jejich různorodých formách. Toto je možné pouze za podmínky ochrany přírodních procesů a ne staticky chápané zakonzervování současného stavu, která právě tuto pestrost potlačuje.

2.2.12 Velký vývojový (generační) cyklus

Je charakterizován velkoplošným rozpadem lesa a trvá řádově desítky až stovky let (dáno rychlostí kolonizace, způsobem rozpadu a věkem dožití pionýrských dřevin). Každá etapa generačního cyklu znamená změnu charakteru makroklimatických a pedologických podmínek. Těmto podmínkám se přizpůsobují jak byliny nebo travní vegetace, tak primárně dřeviny. Podle vzájemného konkurenčního stahu dřevin dochází k obnovování lesních porostů ideálně až do klimaxového optima. (Podrázský 1999).

Prvním stádiem je přípravný les. Jedná se o spontánní obnovu pionýrskými dřevinami nebo pionýrskými genotypy klimaxových dřevin. Podle složení začíná zhruba v padesáti až osmdesáti letech stárnou a s náletem klimaxových dřevin v podrostu se mění na les přechodného typu. Po odumření přípravných dřevin přechází ze stádia dorůstání do stádia zralosti a přeměnu na závěrečný les – klimax.

Takové rozdělení je pochopitelně zjednodušující, každý biom nebo stanoviště je velmi specifické. Např. na extrémních (oligotrofních, suchých, mokřích) stanovištích nemají náročné klimaxové dřeviny šanci dorůst (vzniká „subklimax“) nebo vývoj může být výrazně ovlivněn disturbancemi, pořadím kolonizujících druhů a podobně.

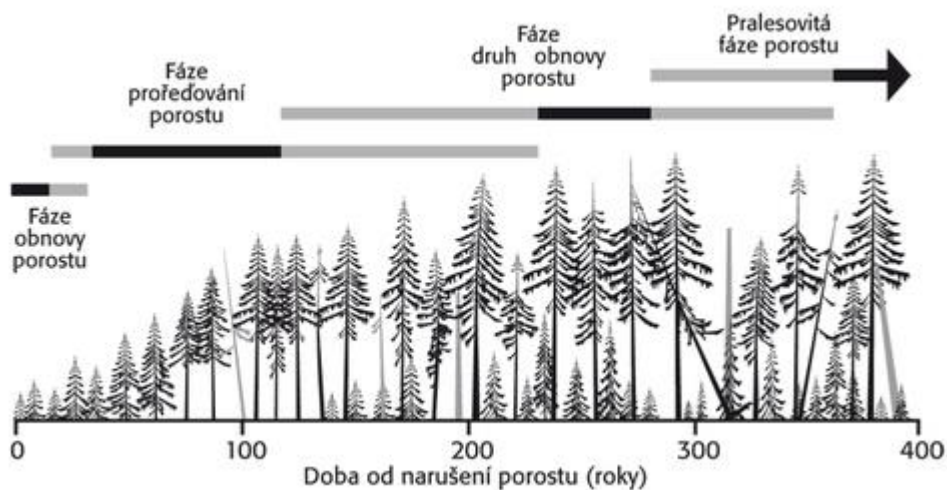
2.2.13 Malý vývojový cyklus

Malý vývojový cyklus přírodního lesa (pralesa) definoval jako první Leinbundgut v roce 1948, přičemž rozlišil následující vývojové fáze, které se cyklicky opakují: zmlazování, optimální, stárnutí a rozpadu. V zmlazovací fázi, která se překrývá s fází rozpadu, se dřeviny, převážně edifikátory zmlazují, vzniká nálet a nárůst. Ve fázi optima je běžný hmotový přírůstek edifikátorů nejvyšší, nejstabilnější je i struktura porostu s pravidelnou hlavní úrovní dřevin a se sklonem k homogenitě. Fáze zmlazování může mít charakter velkoplošný, např. po přírodních katastrofách, když následují vývojová stadia lesa složitým, dlouhodobým, postupným procesem (vývojem) podrobně popsáním při sekundární sukcesi. Při místním odumření jednotlivých stromů má tato fáze charakter hloučkovitého až skupinového zmlazení. Ve fázi stárnutí klesá vitalita stromových edifikátorů, což se projevuje sníženým přírůstkem. Zvyšuje se ohrožení porostů vichřicí, ohněm, hmyzem, houbami apod. Ve fázi rozpadu dochází k všeobecnému rozpadu porostů odumíráním jednotlivých edifikátorů nebo celých skupin stromů a začíná fáze zmlazování. Změny v dřevinné (edifikátorové) složce fytoceózy se odrážejí i ve složení bylinné synúzie podrostu. Později se vžil model podle Korpeřa (1989), který rozlišuje tři základní stadia: dorůstání, optima a rozpadu. Tato modelace je pro optimální podmínky, v extrémních případech mohou vznikat trvalá, blokováná stadia pionýrských dřevin.

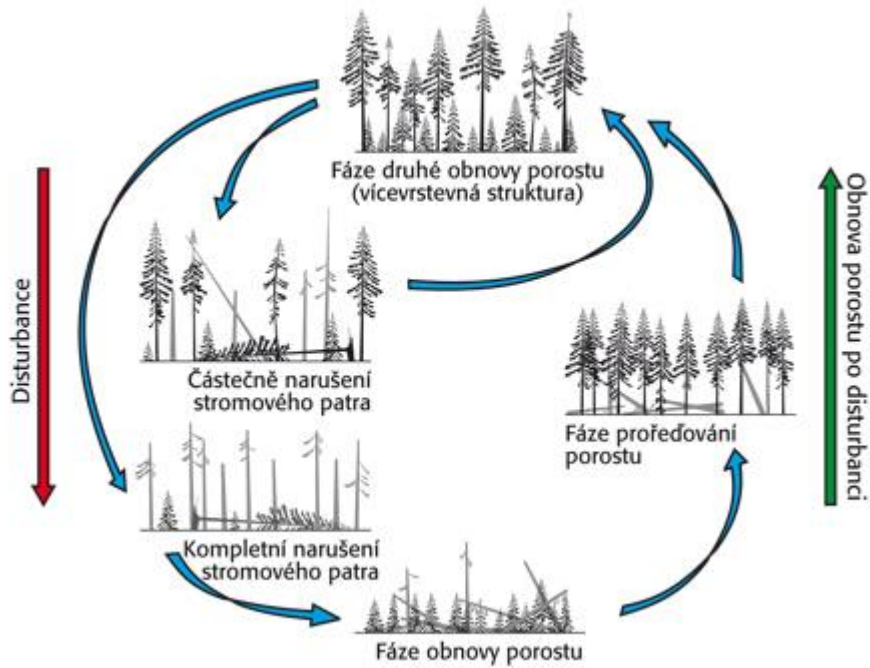
Horské lesy střední Evropy jsou většinou formovány častými a plošně rozsáhlejšími disturbancemi.

Buď vichřicemi nebo podkorním hmyzem. V těchto případech nedochází k limitně rovnovážnému (kvazirovnovážnému) stavu (Holeksa a kol. 2006, Holeksa a kol. 2007b). Tyto výsledky jsou v částečném rozporu s tradičním modelem malého vývojového cyklu.

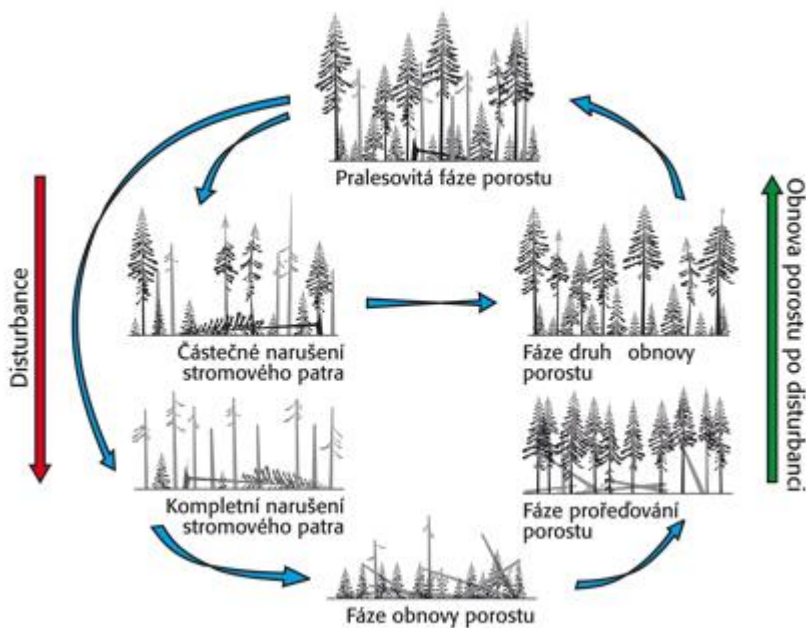
Pokud porost není ve svém vývoji narušen dalšími disturbancemi, zjednodušeně proběhne cyklus od fáze obnovy až po pralesovitou fázi porostu (viz obr. 1). V případě, že disturbance se opakují s periodou sta i více let, je otázka, jak se daný porost do této pralesovité fáze ve svém vývoji dostane. Pokud je horský les pravidelně ovlivňován vichřicí a podkorním hmyzem, na krajinné úrovni by pravděpodobně převažovaly lesní porosty v prvních fázích vývoje lesa po sekundární sukcesi (viz obr. 2) a vývojově staré (pralesovité) porosty by byly zastoupeny méně. Na druhou stranu, pokud by frekvence a intenzita disturbancí byly nižší, podíl starých pralesovitých porostů by byl vyšší (viz obr. 3).



Obrázek č.1 Jednoduché schéma vývoje horského smrkového lesa v rámci sekundární sukcese po disturbanci.



Obrázek č. 2 Schéma vývoje horského smrkového lesa v území, kde intenzita distúrbancí neumožní na jeho podstatné části vznik tzv. vývojově starých (z hlediska sekundární sukcese) pralesovitých porostů.



Obrázek č. 3 Schéma vývoje horského smrkového lesa v území, kde intenzita distúrbancí umožní na jeho podstatné části vznik tzv. vývojově starých (z hlediska sekundární sukcese) pralesovitých porostů.

Charakter lesa na krajinné úrovni by byl pravděpodobně mnohem komplexnější a jeho dynamika mnohem složitější, než jak naznačují jednoduchá schémata. Na druhou stranu, tyto jednoduché modely umožňují pochopit základní princip fungování lesa narušovaného distúrbancemi, jako je vichřice a podkorní hmyz (Svoboda 2008).

Podle poznatků z poslední doby víme, že dříve definovaný malý vývojový cyklus byl zjednodušující. Důležité faktory, které ovlivňují obnovu porostu jsou frekvence, severita disturbance a velikost disturbované plochy (Splechna a kol. 2005, Nagel a kol. 2007). Původní práce nepočítaly s vlivy středních a hlavně silných disturbančních severit. Oproti horským smrkovým lesům nebo stejnorodým hospodářským lesům, různověké smíšené lesy jsou ekologicky stabilnější. Různorodost disturbančních událostí, cyklů a velikosti disturbovaných ploch vytváří odlišné podmínky pro zmlazování dřevin. Velikost mezery a síla narušení tak ovlivňuje jak druhové, tak věkové složení a je významným faktorem vzniku mozaikovitě krajiny.

Jedním z důležitých činitelů vývoje přírodního lesa, ať zánikem raně sukcesních dřevin z přípravného lesa, autoredukci nejméně schopných jedinců nebo rozpadem lesa, je produkce mrtvého dřeva. Ať už ležícího nebo stojícího, podle způsobu zničení porostu. Mrtvé dřevo má v ekosystému stejný význam jako dřevo živé.

2.2 Dynamika mrtvého dřeva

Ve fungování lesních ekosystémů a dynamice mrtvého dřeva sehrává důležitou roli iniciálního mechanismu dekompoziční kaskády periodické přemnožení tzv. podkorního hmyzu (zejména Scolytinae). Napadáním oslabených a starých stromů tato skupina plní klíčovou roli při vytváření mozaikovitým struktury jednotlivých regeneračních fází lesa. Uvolňováním zápoje a vytvářením porostních mezer, napomáhá vytváření specifických kategorií mrtvého dřeva, na které je vázána významná část saproxylických druhů (Bouget a Duell 2004). Vysoká ekosystémová heterogenita, zabezpečená mozaikovitým zastoupením různých vývojových fází pralesa a regeneračních stadií, je podstatou bezprecedentní biodiverzity druhů vázaných na evropské pralesy. Existuje předpoklad, že dlouhodobým přirozeným vývojem pralesa vzniká stále jemnější mozaika strukturálně diferencovaných ploch. V extrémním případě se taková struktura může jevit jako homogenní, ve skutečnosti však jde o maximální možnou heterogenitu, která se projevuje téměř na bodové úrovni.

Takový prales je z ekologického hlediska nejstabilnější strukturou, nakolik kvůli prolínání jednotlivých fází, nemůže dojít k celoplošnému rozpadu determinujících složek vlivem jednotlivě působícího disturbančního faktoru (např. vichřice, přemnožení lýkožroutů, požár). Naopak zjednodušená struktura (vzniká zejména v důsledku umělých zásahů) je typická plošně dominantními strukturami, v rámci kterých vlivem homogenizace dochází k ekologické destabilizaci celých společenství a funkčních skupin. Mozaikovitá struktura pralesů je optimální pro přežití většiny pralesních druhů živočichů, jelikož umožňuje efektivní migraci jedinců a zakládání nových populací i pro slabě pohyblivé konzervativní druhy. Pro většinu těchto druhů představuje hlavní ohrožení nedostatek vhodných substrátů (potravních, úkrytových) v oblasti aktivní plochy a v čase aktivity rozmnožujících se jedinců (Konvička

a kol. 2006).

2.3 Management lesa

Management lesa – v našem pojetí jde o správu a řízení lesního hospodářství, vycházející z aktuálního stavu a předpokládaného nebo plánovaného dalšího vývoje lokality (lesa). V západních zemích nebo v USA se pod pojmem Forest Management, který je do češtiny překládán jako hospodářská úprava lesů, skrývá i ekonomika a vyjádření produkce v penězích jako kritérium zhodnocení investic (Davis a kol. 2001).

Ekonomika, podpořena teorií nejvyššího čistého výnosu z lesní půdy, byla hlavním důvodem, proč se velkolesy obhospodařovaly holosečně s druhově monokulturní borovou nebo smrkovou skladbou dřevin a často v nevhodných lesních vegetačních stupních a lokalitách. Teprve při druhé nebo až třetí generace porostů se projevují negativní důsledky takového hospodaření. Krátce shrnu z předchozích odstavců. Je výrazně snížena ekologická i statická stabilita lesních ekosystémů, malá odolnost vůči změnám prostředí, snížená biodiverzita lesních ekosystémů, ohrožení lesních porostů gradacemi hmyzích škůdců (bekyně mniška, lýkožrout smrkový, obaleč), zvýšení podílu nahodilých těžeb, degradační účinky na lesní půdy (podzolizace, vymývání bází z půdního profilu, acidifikace půd, mobilizace hliníku, železa) i na ostatní složky ekosystému. Monokulturní les tak není schopen adekvátně reagovat na klimatické změny.

Klimatické změny indukované v režimech disturbancí jsou významnou výzvou k udržitelnému zajišťování ekosystémových služeb společnosti (Thorn a Seidl 2016). Zkoumáním významných nepřímých dopadů naznačuje, že management lesů může aktivně modulovat klimatickou citlivost, snížit následky disturbancí pomocí úpravy struktury a složení lesa. Zmírnění přímých účinků měnicího se klimatu prostřednictvím managementu je velmi omezené, což naznačuje, že musíme přijmout management co neblíží přírodním lesům a adekvátně reagovat na budoucí klimatické změny. Slibným přístupem v tomto ohledu je podpora odolnosti lesů vůči měnícím se režimům narušení, umožnění jejich zotavení a přizpůsobení se disturbancím (Seidl 2014, Johnstone 2016) tak aby zajistily kontinuální poskytování ekosystémových služeb a nakonec, připravit jak ekosystémy, tak společnost pro stále více narušené budoucnosti lesů (Seidel a kol. 2016).

Složitost managementu lesa spočívá v prolnutí lesa jakožto přírodního prvku, přitom zůstává zdrojem obnovitelné suroviny. Díky všeobecné snaze využívat obnovitelné zdroje jak pro stavebnictví, nábytkářství či energetiku, stoupá poptávka po dřevní surovině v celém kvalitativním rozsahu. Na management lesa tak můžeme nahlížet z několika hledisek. Zda je prioritní produkční nebo mimoprodukční funkce lesa. Produkční funkce je pro majitele lesa prvořadá, optimální kvalitativní a kvantitativní produkce dřevní hmoty při co nejmenších nákladech. Společný nebo na pohled podobný princip mimoprodukční funkce je přírodě blízký management. Optimální využívání autoregulace, obnova ekologické mnohotvárnosti a zajištění komplexní ochrany biotopů. To jsou principy směřující ke zlepšení zdravotního stavu lesa, zvýšení biodiverzity, omezení vkladu přídavných energií do

biologických procesů.

Snaha managementu v NPR Šútovská dolina je ponechání lesa samovolnému nebo přírodnímu vývoji. Vzhledem k situaci, že přes lokalitu nevede žádná turistická stezka, neprovádí se těžební činnost, není nutné realizovat bezpečnostní opatření kvůli managementu mrtvého stojatého dřeva. Hlavní činnost v autonomní dynamice lesního ekosystému je pouze monitorování a výzkum. Ochranná opatření jsou přípustná pouze proti případným alochtonním rostlinám.

2.4 Dendrometrická data

Dendrometrie je nauka pojednávající o metodách stanovování kvalitativních a kvantitativních veličin charakterizujících jednotlivé stromy, části stromů i celé porosty.

Zabývá se lesnický důležitými taxačními veličinami, vzájemnými vztahy mezi nimi a pracovními postupy jejich zjišťování včetně k tomu potřebnými pomůckami a přístroji.

Nejdůležitější taxační veličiny, data, potřebné pro rekonstrukci disturbanční historie jsou výčetní tloušťka, výška a věk stromu, tvar a plocha koruny.

2.5 Dendroekologická a dendrochronologická data

Dendroekologie se zabývá vlivem faktorů prostředí na tvorbu letokruhů, zejména druhovou predispozicí, věkem, zdravotním stavem jedince, dostupností živin, intenzitou osvětlení a klimatem, kde největší váhu má dostupnost vody. Podle Liebigova pravidla největší limitní vliv má ten faktor, který je v minimu (Schweingruber, 1996). Na základě letokruhových řad je možné některé z těchto faktorů zpětně identifikovat a objasnit tak některé ekologické aspekty v historii stanoviště. Dále umožňuje poznání dlouhodobé dynamiky lesních ekosystémů, detekovat geomorfologické a hydrologické změny stanoviště (svahové pohyby, laviny, záplavy apod.) a disturbance.

Pro naši práci budeme sledovat vliv disturbancí na tvorbu letokruhů. Pro dendrochronologii jsou vhodné dřeviny s roční periodickou činností kambia, tzn. téměř všechny dřeviny mírného pásma, některé byliny a dřeviny z jiných vegetačních zón jevící obdobnou pravidelnou periodicitu růstu.

2.6 Rekonstrukce disturbanční historie

V prvé řadě si musíme uvědomit, že rekonstrukce disturbanční historie má své omezení v přesnosti získaných dat. Doplněním dendrochronologické analýzy lze vhodně snížit chybovost dat. V úvahu přichází letecké snímky nebo zdokumentované narušení v historických záznamech.

Vstupní hodnoty vychází z několika sledovaných parametrů. Pokud známe plochu korunového patra a pak počet stromů, které byly narušeny. Další ukazatele již získáme vývrty – odběry vzorků ze všech

kmenů z uvažované zájmové plochy.

Okolní stromy reagují na uvolnění zápoje větším přírůstem. Podle předchozího průběhu přírůstu vysledujeme, zda šlo o náhlý – počáteční zrychlený přírůst, kdy strom pomalu rostl v podúrovni nebo o uvolnění, kdy jedinec průběžně přirůstal ještě před narušením. Za hlavní uvolnění považujeme případ, kdy strom v mezeře dosáhne výšky korunového patra, pokud se jedná o sousední stromy jde o vedlejší uvolnění (Frelich 2002). Porost reaguje na narušení podle pozice v porostu. V podúrovni začínou stromy rychleji růst do doby zacelení mezery, čekatelé konečným dosažením porostního pláště a velké stromy rozšířením stávající koruny – laterální expanzi koruny. Průměrný počet růstových cyklů, kdy nálet dosáhne korunového zápoje, se nepatrně liší podle druhu dřeviny a stanoviště. Nejčastější interval je od jednoho po tři cykly (Canham 1990, Nagel Levanic a Diaci 2007, Čada Svoboda a Janda 2013). V případě rozsáhlých narušení, hlavně v boreální oblasti, k žádnému potlačení nedojde. Po zacelení porostní mezery nebo dosažením plného korunového zápoje dochází k návratu k průměrnému přírůstu, který je v dané lokalitě a danému druhu dřeviny běžný. Takže máme definované body událostí – počátku a konce rychlejšího přírůstu.

Pro rekonstrukci událostí se získaná data zhodnotí pomocí matematických modelů. Mnou použitým modelem je tzv. Radial-growth averaging criteria – průměrování radiálního růstu. Je to metoda založena na principu klouzavého průměru, kdy se počítá rozdíl rychlosti růstu mezi decénií, což je období omezující vliv nerovnoměrného přírůstu, díky oscilacím meziročních výkyvů srážek a osvitů. Upravením vzorce pro procentuální hodnotu, získáme procentuální růstovou změnu, PGC (percentage growth change),

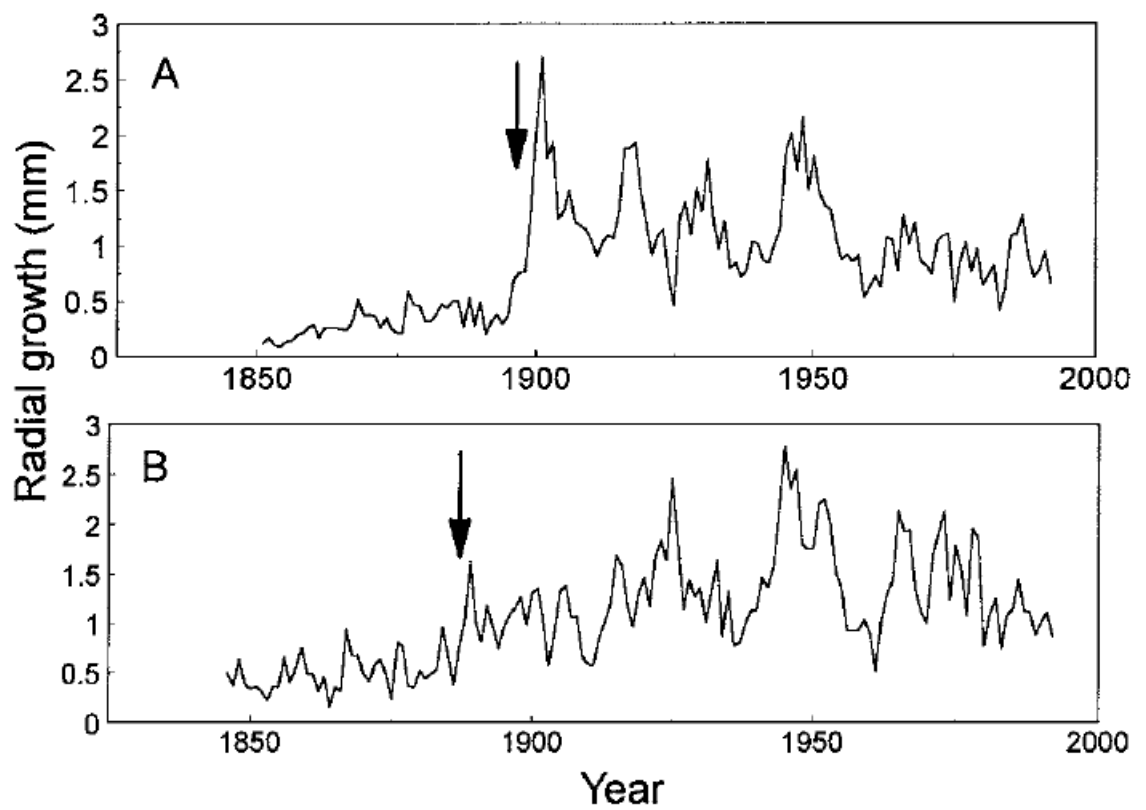
kde $PGC = (M2 - M1) / M1 * 100 (\%)$ a $M1$ je průměrná hodnota předchozích 10 let včetně cílového roku a $M2$ je průměrná hodnota nadcházejících 10 let mimo cílového roku.

Např. $PGC_{1955} = \text{průměr} (1956-1965) - \text{průměr} (1946-1955) / \text{průměr} (1946-1955)$.

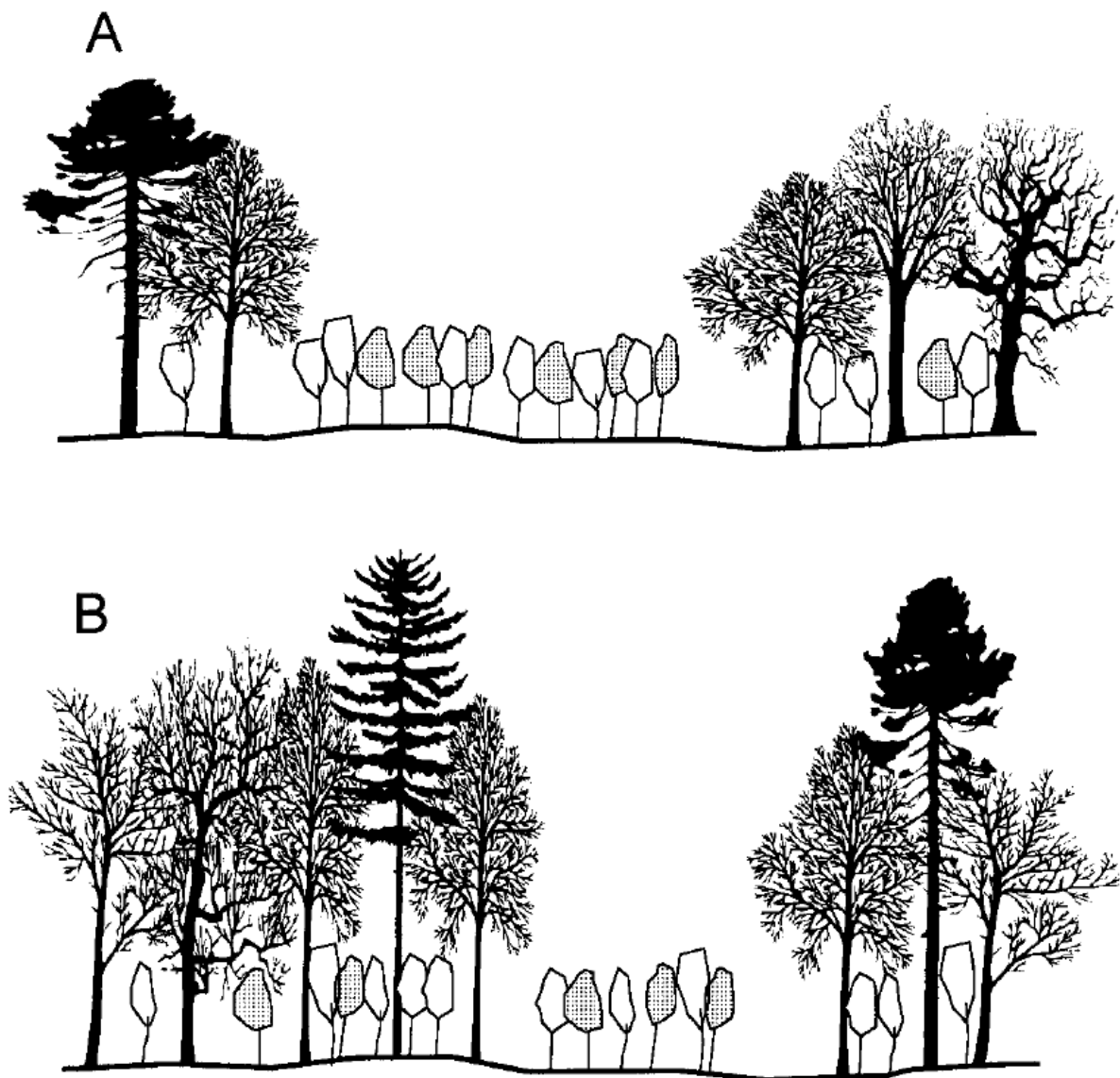
Výsledkem je změna rychlosti růstu. Hlavní uvolnění je pak definováno $PGC \Rightarrow 100 \%$ a vedlejší mezi 50 a 99 % (Lorimer a Frelich 1989)

Pro výpočet počátečního růstu v mezeře – gap origin, je podstatná prahová hodnota radiálního přírůstu za rok. Pod tuto hodnotu nesmí dojít ke zvolnění přírůstu po dohodnutou dobu, nejčastěji od 7 do 15 let na letokruhu a zároveň do dosažení výšky porostu, resp. určené výčetní tloušťky (Lorimer a Frelich 1989). Protože se málo překrývá průměrný přírůst posledních 10 let mezi dominantních a potlačených jedinců (zvláště pro buk, jedli a smrk), lze použít práh růstu pro definování původu mezery. V tomhle případě, prahová míra růstu pro původ mezery (pro tři hlavní druhy) byl definována jako horní 98. percentil růstu míry potlačení za posledních 10 let. Tato prahová hodnota je 0,86 mm pro buk a smrk a 1,0 mm pro jedli. (Firm a kol. 2009)

$$P(\text{gap}|X \geq x) = \frac{Gx * Q'g}{(Sx * Q's) + (Gx * Q'g)}$$



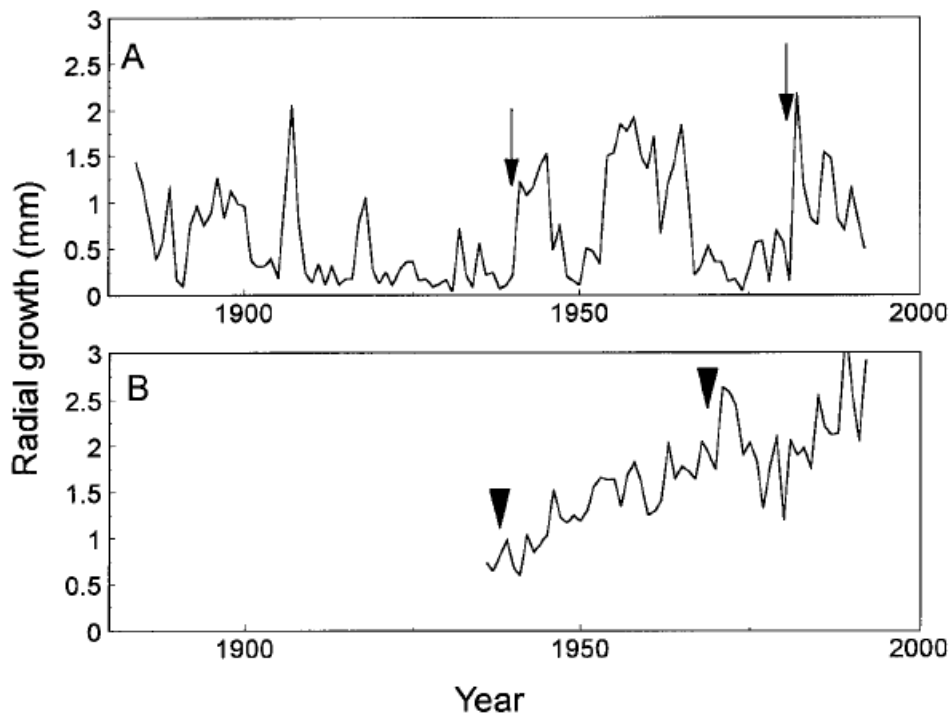
Obrázek 4. Příklady uvolnění z potlačení v radiálních přírůstkových vzorech *Pinus resinosa*, kterou zkoumal Frelich a Reich (1995).
 A, hlavní uvolnění (PGC = +100%);
 B, vedlejší uvolnění (PGC = 50-99%).



Obrázek 5. Dva hypotetické lesy ilustrující účinky struktury lesa na možnost potlačení vzhledem k pozorovanému radiálnímu přírůstu. Mladé stromky se stínovanými korunami rostou rychleji, než je prahová rychlost, takže 50% z mladých stromků v mezerách překročí prahovou hodnotu, ale pouze 20% z potlačených stromků překročí prahovou míru růstu.

V případě A, 1/7 (14%) ze všech stromů roste rychleji než je práh potlačení.

V případě B, 2/5 (40%) ze všech stromů rostou rychleji než je práh potlačení (Lorimer a kol., 1988).



Obrázek 6. Příklady nejednoznačných a nepravidelných modelů růstu.

Oba stromy pochází ze stejného stanoviště, (Frelich a Reich 1995)

A, uvolnění označené ukazateli s nepravidelnými vzory růstu u B. papyrifera

B, nejednoznačná zóna ohraničená trojúhelníky v porostu *P. mariana*.

3. Metodika

3.1 Charakteristika studovaného území

NPR Šútovská dolina je charakterem smíšený horský les. Rostou zde listnaté dřeviny od optima až po horní hranici výskytu druhů, za podmínek snížené konkurenceschopnosti vůči jehličnatým dřevinám.

Porosty vlivem nepříznivých podmínek pomalu uzavírají mezery po disturbancích, stromy vytváří hloučky, kmeny jsou často nízko zavětvené. Pro zmlazování jsou spíše než světlo limitující ostatní nepříznivé abiotické podmínky, semenáčků na plochu porostu je relativně málo, na světlínách dochází k nárazovému zmlazování. Konkurenční vylučování stromů při dorůstání je relativně méně významné než v jiných typech lesů - mortalita všech věkových skupin je podobná (extrémní podmínky). Stadium optima bývá vyvinuto velmi omezeně. Významným zdrojem disturbancí jsou větrné kalamity (Míchal a Petříček, 1999).

NPR byla vyhlášena v roce 1967 a poslední novelizace proběhla v souvislosti s úpravou Ministerstva kultury SSR z 30. června 1981. Předmětem ochrany je významný biologický a krajinný prostor pohoří Malá Fatra. V této části údolí se nacházejí zachovalé karpatské komplexy lesů horského a vysokohorského charakteru. Rezervace se rozkládá v katastrálním území obcí Kraľovany, Párnica a

Šútovo. Rozloha činí 526,65 ha. Největší část se rozkládá na západních svazích Suchého vrchu (1267 m n.m.) v nadmořské výšce 810 až 1 200 m n.m. Reliéf lokality je dost členitý a tvoří ho převážně velmi strmé kamenité až balvanité svahy, místy se sutinami a vystupujícími skalami. Na většině plochy lokality se nachází zachovalý smrko-buko-jedlový les s příměsí javoru horského. Na suťových plochách se ojediněle vyskytuje i jasan ztepilý, lípa malolistá a jilm horský. V otevřených částech v blízkosti skal a souvislých skalních masívů se uplatňuje i jeřáb ptačí. V nejnižnějších částech s jihozápadní expozicí svahů převládají stejnorodé bukové lesy.

Naprostá většina lesů má všechny znaky pralesa. Výšková i tloušťková struktura je diferencovaná, nachází se zde dostatek mrtvého dřeva ve všech stupních rozkladu, jakož i stromy fyzické zralosti. Do pralesní lokality je však zahrnuta i část přírodních lesů, na níž sice nejsou viditelně znaky po lidské činnosti (např. staré pařezy), ale jejich struktura a omezená přítomnost stromů fyzického zralosti poukazuje na možné ovlivnění v minulosti.

Většina plochy pralesa je chráněná v rámci NPR Šútovská dolina a platí v ní 5. stupeň ochrany. Jen menší jižní část lokality se nachází mimo hranic rezervace a platí v ní 3. stupeň ochrany. V rámci Šútovské doliny byly identifikovány ještě čtyři další samostatně pralesovými zbytky (celková výměra 56 ha) a v sousedním údolí se nachází prales Šramkova (115 ha). Komplex těchto zachovalé lesů má velký význam pro populace velkých šelem (medvěd, rys, vlk, kočka divoká).

Dolinou protéká Šútovský potok, který v jejím konci ústí do Váhu. V polovině doliny na jednom z bočních přítoků potoka je známý Šútovský vodopád, vysoký 38 metrů. V údolí se nachází několik vápencových kamenolomů. Ten největší je zatopený.

Dolní částí doliny vede modře značený chodník z obce Šútovo na chatu Pod Chlebom. V blízkosti hranice rezervace, po hřebeni vede zeleně značená turistická stezka z Kralovian na vrch Žebrák a Stoh (Jasík a Polák, 2011).

Tabulka 2: Převzatá tabulka NPR Šútovská dolina – základní údaje (zdroj: URL T1)

| Národní přírodní rezervace Šútovská dolina | |
|---|---|
| Základní údaje | |
| Evidenční číslo: | 446 |
| Výměra chráněného území: | 5 266 500 m ² |
| Výměra ochranného pásma: | - |
| Rok vyhlášení: | 1967 |
| Rok poslední novelizace: | 1981 |
| Zřizovací orgán při vyhlášení CHÚ: | Ministerstvo kultúry Slovenskej socialistickej republiky |
| Název právního předpisu vyhlášujícího CHÚ: | Úprava Ministerstva kultúry SSR č. 3240/1981-32 z 30.6.1981 |
| Název organizační jednotky Štátnej ochrany prírody SR, spravující CHÚ: | ŠOP - S- NP Malá Fatra |
| Předmět ochrany: | NPR je vyhlášena na ochranu biologicky a krajinářsky významného prostoru Malej Fatry so zachovalými komplexi lesů typického karpatského horského a vysokohorského charakteru na vědeckovýzkumné, naučné a kulturně-výchovné cíle. |
| Způsob vymezení ochranného pásma: | OP nevyhlášené: okrem CHA, jeskyň a přírodních vodopádů platné podle § 17 - ods. 7 alebo 8 zákona č. 543/2002 Z.z. |
| Stupeň/druh ochrany: | 5. stupeň |
| Príslušnosť do souvislé evropské soustavy chráněných území: | ne |
| Soukromé chráněné území: | ne |
| Typy biotopů : | Ls 5.2 Kyselomilné bukové lesy Ls 5.1 Bukové a jedlovo-bukové květnaté lesy Ls 4 Lipovo-javorové suťové lesy |
| Lokalizace | |
| Kraj: | Žilinský |
| Okres: | Dolný Kubín, Martin |
| Obec: | Kraľovany, Párnica, Šútovo |
| Katastrální území: | Kraľovany, Párnica, Šútovo |
| Príslušnosť k VCHÚ: | Národný park Malá Fatra |
| Mapový list Základní mapy SR 1:50 000: | Dolný Kubín 26-32, Ružomberok 26-34 |

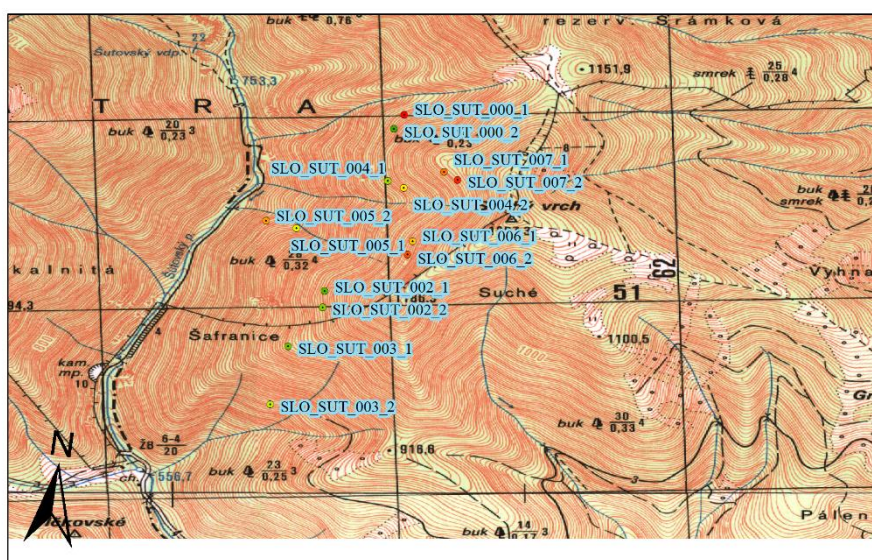
3.2 Výzkumné plochy

Zájmová lokalita se nachází v NPR Šútovská dolina. Lokalita byla rozdělena podle standardní metodiky katedry ekologie lesa FLD-ČZU pro výzkum disturbancí v primárních lesích.

Výzkumné plochy jsou tři kruhové prstence. Vnitřní o ploše 200 m², v sestavě dat má označení sloupce onplot a hodnotu 1, střední o ploše 1000 m² s hodnotou 2 a vnější o ploše 2000m² s hodnotou 3.

Stromy, které jsou mimo tyto plochy mají hodnotu 0. Ty jsem do měření nepoužil, můžou však nést důležité znaky, potřebné k rekonstrukci porostu. Jednotlivé stromy se očíslojí a zařadí podle určitých kritérií. Další podmínkou je výčetní tloušťkou větší jak 6 cm. Bližší informace ohledně výzkumných ploch jsou v metodice sběru dat na výzkumných plochách.

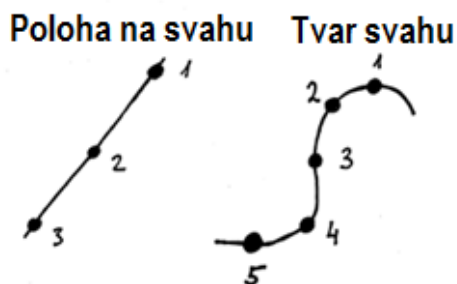
Máme sedm páru výzkumných ploch, označených SLO_SUT_000_1 až 007_2. Umístění je znázorněné na obrázku 7.



Obrázek 7: Názvy a pozice trvalých výzkumných ploch v lokalitě NPR Šútovská dolina

3.3 Sběr dat na trvalých výzkumných plochách

Sběr dat se provádí podle interní metodiky ČZU pro výzkum trvalých výzkumných ploch (TVP). Byla vytvořena síť 14 TVP kruhovitěho tvaru o poloměru 17,84 m. Obsah kruhu je 1000 m². Dále se vytyčí vnitřní podplocha o poloměru 8 m a obsahu 200 m². U jednotlivých ploch se zaznamenávají následné



charakteristiky jako je topografie terénu, viz obrázek 9. Je to tvar svahu a poloha na svahu – hillform – 1. nahoře na svahu, 2. uprostřed svahu, 3. dole na svahu – makrorelief; landform – 1. na kopečku, 2 na svahu pod kopečkem konvexní, 3. přechod mezi kopečkem a údolím, 4. nad údolím konkávní, 5. v údolí. Svažitost, nadmořská výška a expozice. Na TVP (1000 m² kruhová plocha)

očíslováme všechny stromy (živé i mrtvé) s výčetním průměrem nad nebo rovno 6 cm. U živých jedinců se zaznamenává jejich pozice, příslušnost do malého kruhu 200 m² (ve formuláři sloupec Plot – hodnota „1“), do středního kruhu o ploše 1000 m² (hodnota „2“), výčetní tloušťka, typ růstu, sociální status a mikrostanoviště. U souší se zaznamenává, druh, výčetní tloušťka, odhad výšky souše v intervalech po deseti metrech a stupeň rozkladu souše. U ležících stromů od vývratišť ležících v ploše se zaznamenává pozice, druh, tloušťka ve výšce 30 cm nad zemí, respektive normální DBH. U deseti pečlivě vybraných jedinců se měří výška jedince, nasazení koruny a šířka koruny ve dvou na sebe kolmých směrech. Na podploše se budou vrtat všechny stromy nad 6 cm DBH. Před vrtáním dezinfikujeme nebozez v lihu. Vývrt se odebrá ve výšce 1 m nad zemí, a to vždy ze strany kolmé na spádnici a ze strany, kde strom jeví intenzivnější přírůst v koruně. Na prstenci - doplněk do 1000 m² kruhu, se budou vrtat všechny stromy s DBH nad 15 cm a všechny jedinci rostoucí v podmínkách otevřeného zápoje (R- released) s DBH nad 10 cm, dále budou náhodně vybrány 3 stromy rostoucí v podmínkách uzavřeného zápoje S-suppressed s DBH 10-15 cm. Pokud je strom vyhnílý, nezkoušíme strom vrtat vícekrát a vývrt označíme do formuláře vrtaných stromů písmenem „r“. Pokud na ploše bude více než jedna třetina nepotlačených stromů shnilá, budou tyto stromy nahrazeny jedinci obdobné výčetní tloušťky v co nejbližším okolí (nejdříve stromy z plochy a poté se vybírá mimo plochu). Pokud bude na ploše méně stromů než kýžený počet, budou náhodně vybrané stromy mimo plochu dovrtnány (zvolí se směr -N,E,S,W- a od středu se tím směrem jde k nejbližšímu nevrtanému stromu).

Ležící mrtvé kmeny se zapisují podle místa průtnutí liniových transektů s osou kmene. Berou se veškerá průtnutí ležících (<45°) kmenů i větví s tloušťkou ≥ 6 cm. Jen ty kmeny, které mají podélnou osu ještě nad úrovní povrchu.

Určují se 3 charakteristiky. Tloušťka, měří se průměrkou s přesností na cm vždy kolmo na osu

kmene (nikoli kolmo na transekt). Druh dřeviny, smrk, jeřáb, limba, modřín, neurčeno. Stadium rozkladu ležícího kmene (1 - 5).

U ležícího mrtvého dřeva bylo rozlišováno pět stupňů stádia rozkladu kmene. (Sippola a Renval 1999).

.1 – čerstvý kmen, zcela v kůře, alespoň místy živé lýko, bodec (zkušební hrot) se zapíchne do hloubky maximálně 5 milimetrů.

2 – starší kmen, tvrdé dřevo, hloubka zápichu 10 – 20 milimetrů, žádné zachovalé lýko, většina kůry zachovalá, počáteční stupeň hniloby

3 – kmen částečně rozložený (zvenku nebo zevnitř) – hloubka zápichu 30 – 50 milimetrů (od původního povrchu běli), zpravidla uvolněné velké kusy kůry nebo bez kůry, vysoký stupeň hniloby, držící pohromadě

4 – značný stupeň hniloby a rozkladu, většina kmene je měkká, zápich neklade odpor, proniká až do běli, rozpadající se (zůstává většinou jen tvrdší vnitřek), často porostlý mech, vegetací, výjimečně s kusy kůry

5 – s nejvyšším stupněm rozkladu, při manipulaci se rozpadá, v terénu již těžce patrné, kopíruje terén, nedržící pohromadě, většinou porostlé mech, vegetace prorůstá.

Tvar liniového transektu: střed hvězdice je ve středu výzkumné plochy, každé rameno je 20 metrů dlouhé, po 72°. Postup je následující, zapisovatel určí buzolou úhel a vertexovou odrazkou vytvoří pevný měřicí bod na středu. Měřič daným kursem nahlásí a změří každý kus padlého kmene do 20 metrů od středu hvězdice.

3.4 Laboratorní zpracování dat

Pro laboratorní měření je nutné dendrochronologické vzorky vhodně upravit. Surové vzorky s vysokou drsností povrchu nejsou mikroskopem čitelné, hranice letokruhů bývá často neznatelná, hlavně u listnatých stromů. Proto je nutné provést jemnou povrchovou úpravu. Napřed je potřeba nejdříve vzorky vysušit, nalepit na podkladové prkénka (nosné lišty), a strojovou žiletkou seříznou pro vytvoření roviny. Pak se může rovinná plocha začít přebušovat sérií brusných papírů s rostoucí jemností až do zrnitosti 1200, tak aby se odstranila nečitelná povrchová část vzorku a hranice letokruhů byly dobře patrné. Finálně upravené vzorky, na obrázku 8, se umístí na posuvný stůl LINTAB s podélným posunem po 0,01 mm. Hranici letokruhu odčítáme pod stereomikroskopem Olympus SZ51, data ukládáme pomocí programu TSAPWin (RINNTECH, Heidelberg, Germany, <http://www.rinntech.com>). Takto získaná data musíme ještě upravit. Jde o data, která mohou obsahovat chyby. Pomocí křížového datování porovnáme, v případě chybějících letokruhů nebo přebývajících letokruhů, shodné letokruhy u ostatních vzorků a provedeme opravu. Jednotný postup datování je zpracován metodikou dendrochronologické laboratoře ČZU. Ač je zpracován metodický postup a laboratoř je dobře vybavena, datování je do značné míry ovlivněno zkušeností, schopností a spolehlivostí datovače.

Dendrochronologické měření a datování je tedy obtížná disciplína dána mimo jiné druhem dřeviny – stavbou letokruhů dřeviny.



Obrázek 9. Upravený vzorek připravený na datování

Za obtížně identifikovatelné jsou považovány listnaté dřeviny s roztroušeně pórovitou stavbou, z domácích dřeviny jsou to zástupci s méně zřetelnými letokruhy (*Fagus sylvatica*, *Acer* spp.), které se běžně datují, v příloze 1 až 3. Dřeviny s nezřetelnými letokruhy (*Salix* spp., *Populus* spp. nebo *Alnus* spp.) se běžně nedatují. Problematiku datování *Fagus sylvatica* zkoumalo několik vědců, např. Grundmann, Bonn a Roloff (2008). Chronologie s několika chybějícími letokruhy jsou u *Fagus sylvatica* běžné.

3.5 Rekonstrukce disturbanční historie

Disturbanční historii vypočítáme jako podíl ploch korun stromů uvolněných při disturbanci vzhledem k celkové ploše korun aktuálně zaujatých stromů na ploše.

Jako první krok potřebujeme znát, kolik stromů vykazuje uvolnění a zrychlený růst. Ke zjištění těchto veličin použijí metodu založenou na poměru plovoucích průměru radiálních přírůstů (letokruhů) z předcházejícího a následného období deseti let. Tato metodu rozvinuli vědci Lorimer a Frelich, roku 1989. Nejdříve odvodíme průměrný přírůst podle vzorce $PGC = (M2 - M1) / M1 \times 100$, kde M1 je období předchozích 10-ti let včetně roku výpočtu, M2 – následující desetiletí. Pro přesnost výpočtu nelze použít první a ani poslední desetiletí. Velikost hodnoty PGC indikuje změnu růstu dřeviny v porostu (Lorimer and Frelich 1989). Hlavní uvolnění je definované jako %GC => 100%, zatímco vedlejší má hodnotu od 50% do 99%. Tyto hodnoty jsou použitelné, dokud dřevina nedosáhla korunového zápoje.

Takže potřebujeme znát výšku, kdy koruna stromu dosáhne korunového pláště. Podle střední výšky porostu na dané ploše vypočítáme rozhodnou tloušťku (DBH). Protože část dřevin již v minulosti dosáhla dané výšky, je potřeba zpětně dopočítat rok, kdy již koruna byla zapojena do okolního korunového patra. Výhodou je, že variabilita výškové funkce je menší, lze tedy očekávat poměrně přesné výsledky. Je také možné pro kontrolu použít již odvozené tabulkové hodnoty a vzorce, např. Michajlovův, Naeslundův, Levakovičův nebo Petersonův. Přesto musíme uvažovat o vzorcích rostoucích v přírodním lese.

Dalším krokem je stanovení koeficientů pro výpočet chybějící výšky stromů. Na základě známých hodnot v souboru dat, kdy známe výčetní tloušťku a výšku nebo výčetní tloušťku a plochu koruny porostu, odvodíme potřebné koeficienty. Pro výškový koeficient se jako statisticky nejpřesnější metoda jeví regrese pomocí exponenciální rovnice křivky, podle vztahu

$$\ln(x) = \ln(a) + x * \ln(b).$$

Pro odvození regresní křivky použijí vhodný příkaz. Pro EXCEL má tvar LinRegrese (pole_y; pole_x;b=0;stat=1). Pro více polynomů se příkaz musí opakovat, mnohem jednodušší je odečíst rovnici přímo z grafu. Pro odvození plochy koruny se nakonec jako nejpřesnější jeví lineární regrese, podle vztahu

$y = a * x$, kde

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i * y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}.$$

Použitý příkaz v EXCEL je stejný jako v předchozím případě, pouze se použije první krok výpočtu, dané hodnotou stat=0.

Pro určení zasažené korunové plochy potřebujeme vypočítat poměr mezi korunovou plochou stromu, který splňuje podmínky disturbance vůči celkové korunové ploše. Váhový poměr je ještě dán počtem stromů v disturbanci vůči celkovému počtu stromů na ploše (Lorimer a Frelich 1989).

Síla disturbance je rovna

$1/N * W_i$, kde $W_i = CA_i/CA$,

N je počet stromů na ploše

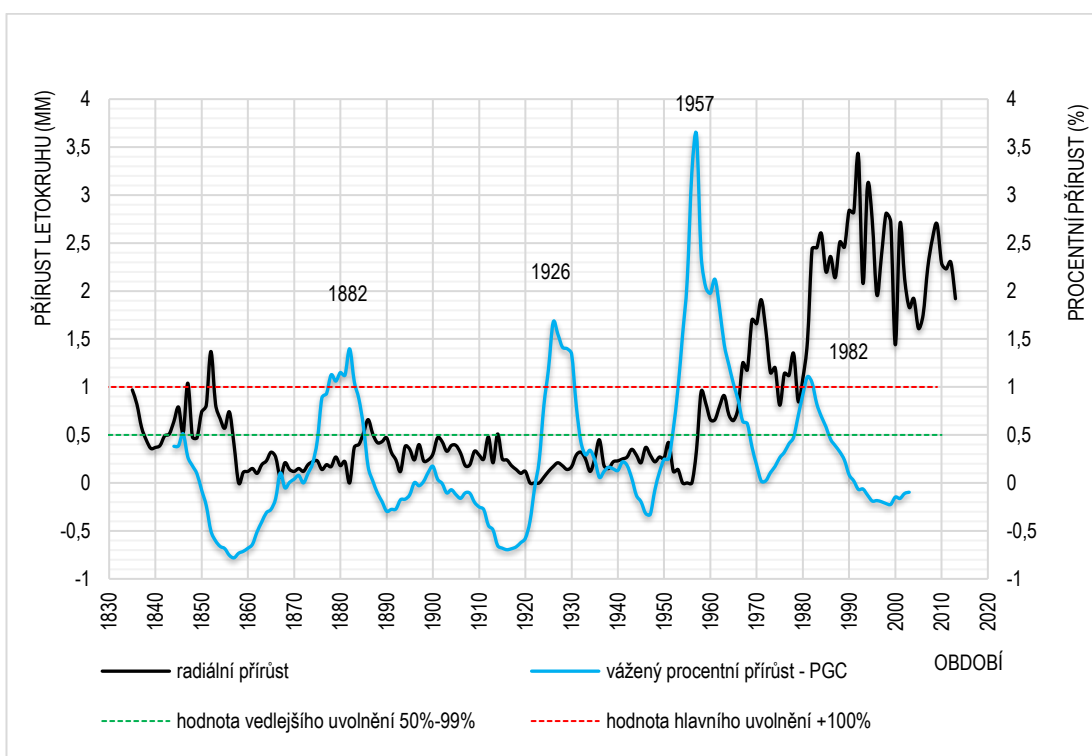
CA je celková plocha koruny na ploše

CA_i je celková plocha stromů indikující disturbanční událost

Jako příklad uvedu strom, *Fagus sylvatica*, 000_1_23, na obrázku 10. Jde o dřevinu s prvním datovaným letokruhem z roku 1835, většinu svého života dřevina měla nedostatek světla, růst probíhal velice pomalu. Černá čára indikuje letokruhový přírůst a modrá %GC. Na grafu je vyznačené velmi krátké období uvolnění, s maximem v letech 1882, 1926, 1982, které nelze považovat za vedlejší nebo hlavní uvolnění, protože nesplňují podmínku dohodnutého, v této práci stanoveného desetiletého

období, a jednoho hlavního uvolnění, začínajícího v roce 1952, s vrcholem v roce 1957 a ukončením v roce 1968. Až od roku 1981 dochází k odstranění okolního porostního pláště a dřevina splňuje podmínky pro „gap origin“. Dřevině je již 146 let, přesto její výčetní tloušťka je 13 cm a má 46% výčetní tloušťku z hodnoty z roku 2013. Za 32 let zhmotnatí na 28 cm. V roce 1980 dochází k více než desetiletému uvolnění – přírůstu větší jak 1,0 mm. Podle odvozeného výškového faktoru $y_{BK}=10.332*\ln(x)-12,937$ vychází výška na 13,5 metrů. Pro danou střední výšku porostu 18,2 m je hraniční výčetní tloušťka kmene vypočtena na 20,5 cm. Tuto vypočtenou výčetní tloušťku dosahuje v roce 1996. V roce 1999 je procentní přírůst nejmenší, -22,4%, lze tedy uvažovat o skutečném zapojení koruny. Podle počtu potlačení tak můžeme určit, že dřevina na to potřebovala čtyři růstové cykly.

Pro vliv dřeviny na okolí použijeme výpočet korunové plochy. Použijeme koeficientu vztahu výčetní tloušťky a korunové plochy (viz. příloha 7 až 14), kde plochu koruny CA_i pro dané období vypočteme dle vztahu $CA_i = \text{výčetní tloušťka} * \text{koeficient dřeviny}$. Pro *Fagus sylvatica* (BK) je odvozena na hodnotu $k_{BK}=1,5098$. $CA_i = 28 * 1,5098 = 42,3 \text{ m}^2$ a zaujímá tak 7,2 % z celková korunové plochy, která je na TVP 000_1 rovna 588 m^2



Obrázek 10: Grafické znázornění zaznamenaných dendrometrických veličin, radiální přírůst a procentní přírůst PGC pro strom č. 23, *Fagus sylvatica* na TVP 000_1. Dále je vynesena mez pro hodnoty vedlejšího uvolnění, kdy PGC je mezi 50% až 99% a pro hlavní uvolnění, kdy $PGC \geq 100\%$. Pro každé uvolnění je v jeho maximu zaznamenán datum.

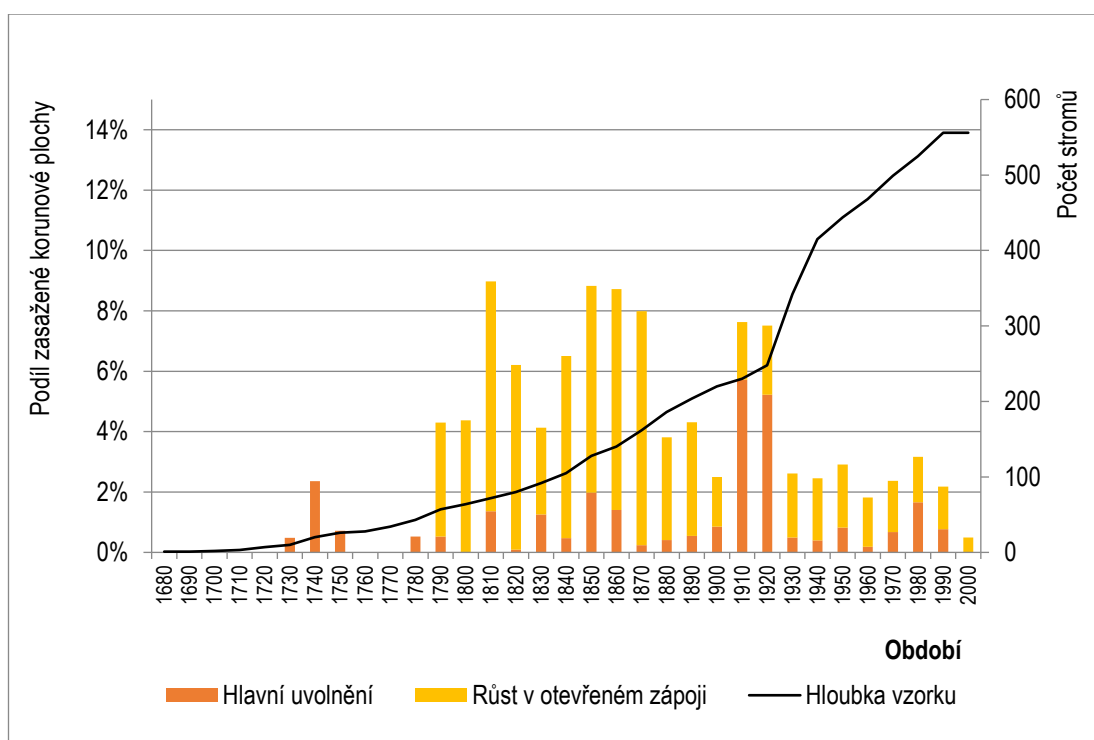
4. Výsledky

(číselné a grafické vyjádření vybraných veličin je k dispozici v přílohách 1 – 67)

4.1 Disturbanční historie a struktura dřevin

4.1.1 Celkový náhled na události:

Významnější, plošně zasahující narušení porostu, indikujeme v dekadě 1740, 1810, 1850, 1860, 1910, 1920 a 1980. Žádná však nepřekračuje hodnotu 10 %, aby mohla být definována jako slabá severita disturbance. Maxima pro hlavní uvolnění pak 5,7 % při 230 vzorcích v roce 1910 a růst v otevřeném zápoji 7,7 %, při 162 vzorcích v roce 1870. Největší celková severita disturbance je 9,0 % při 72 vzorcích v roce 1810.

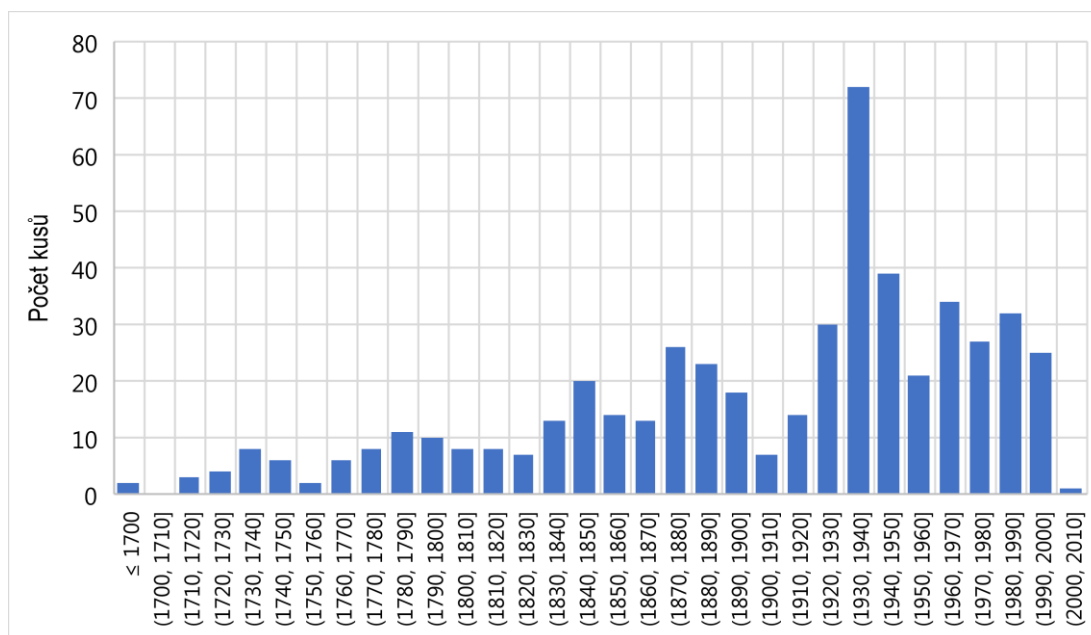


Obrázek 11: Celková disturbanční historie lokality Šútovska dolina. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené korunové, rozdělený po dekadách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu.

4.1.2 Věková struktura:

První datování zjištěné ze vzorků, společná pro všechny zkoumané plochy, začíná rokem 1677, kdy dochází ke vzejití stromu č. 004_2_1, *Fagus sylvatica* na ploše 004_2, viz příloha 5. Ač nejstarší, svoji hmotností nepatří mezi velikány, DBH dle vzorku má 58 cm a vypočtenou výšku 29 metrů. Podle objemových tabulek pak hmotnost je 4,05 m³. Synchronně s disturbančními událostmi dochází v porostu ke zmlazení, počet nově vzejitých semenáčků tak má přímou souvislost s uvolněním korunové plochy. Období 2000 – 2010 vykazuje nízké hodnoty počtu nových stromů, důvodem je tloušťková hranice kmene, kdy limitní výčetní tloušťka je 6 cm, což pro většinu nárůstu nedosažitelná hodnota. Pokud má dřevina optimální podmínky pro svůj růst, pak lze v prvním decéniu tuto hodnotu

překročit. Pro zajímavost, dřevina *Picea abies*, 004_1_61, dosáhl v pěti letech tloušťky 6,6 cm a v deseti pak 12,2 cm, v příloze 6.



Obrázek 12: Přehled zmlazení porostu za celou plochu NPR Šútovská dolina, graf vykresluje počet vzejitých semenáčků v dané dekádě.

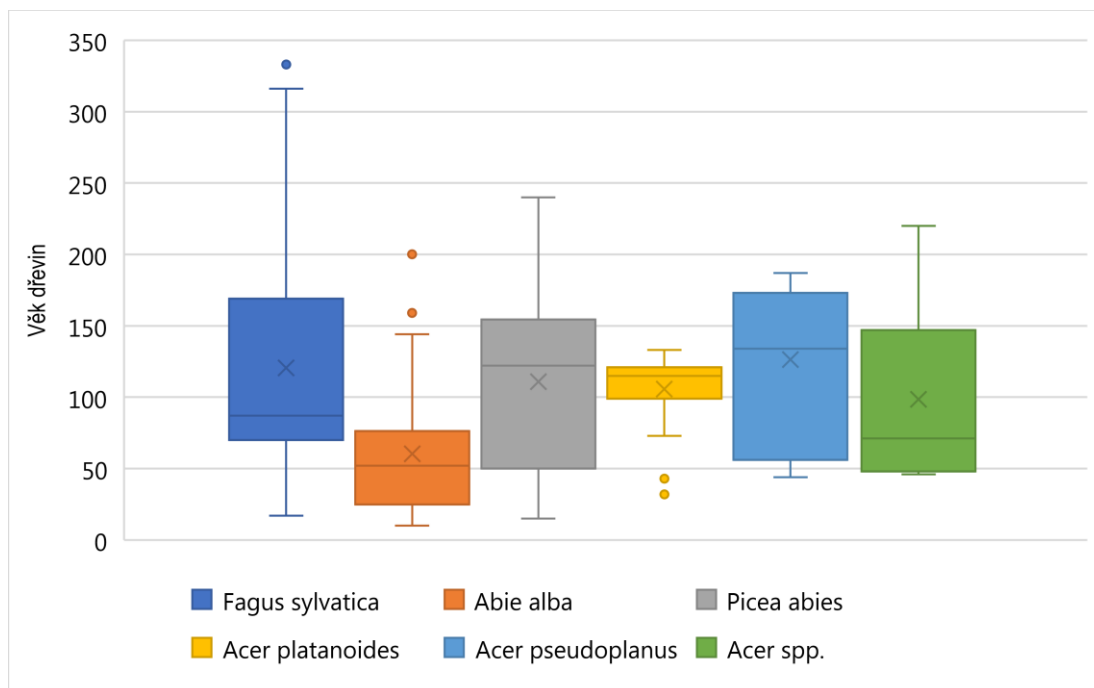
Fagus sylvatica, nejstarší exemplář a zároveň i absolutně má 333 let. Průměrný věk porostu činí 121 let, medián 87 let. O výrazněji zmlazené populaci svědčí i nižší medián.

Abies alba, ač dlouhověká dřevina, na zkušebních plochách se nachází relativně mladý porost. Nejstarší je strom 005_2_21, starý „jen“ 200 let. Nízký je i průměrný věk porostu, 60 let a medián jen 52 let.

Picea abies, na lokalitě se vyskytuje nejstarší exemplář 240 let starý, průměrný věk populace je 111 let, medián 122 let pak znamená starší porost.

Acer platanoides, nejstarší jedinec má 133 let, průměr 106 let, medián 115 let,

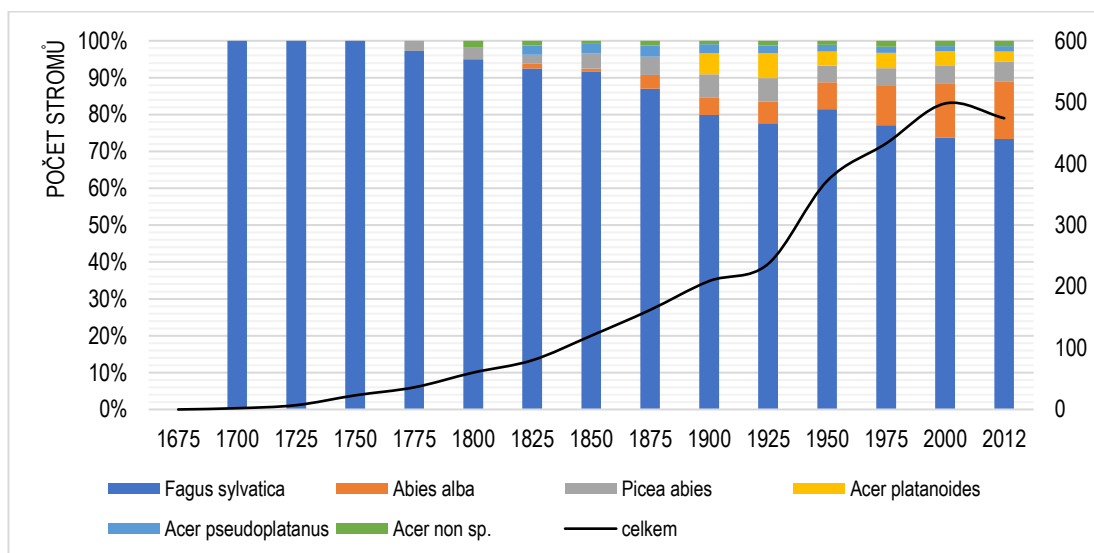
Acer pseudoplatanus, nejstarší strom má 187 let, průměr 126 let, medián, 134 let.



Obrázek 13: Graf znázorňující kvantilové charakteristiky stáří porostu. Významné kvantily jsou od spodu. Minimální věk souboru, dolní kvartil, medián, průměrný věk porostu, horní kvartil a maximální věk porostu. Samostatné body jsou odlehle hodnoty, jak minimální tak maximální hodnoty jednotlivých dřeviny.

4.1.3 Druhová struktura

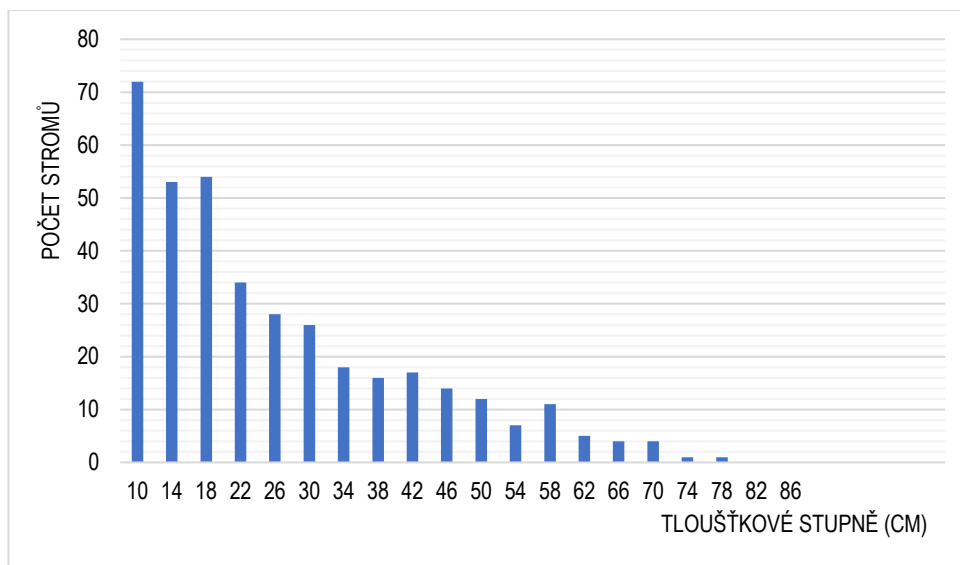
Největší absolutní i procentní zastoupení má *Fagus sylvatica*. Od roku 1875 dochází k poklesu zastoupení populace, ve prospěch *Abies alba*. *Abies alba* tak tvoří, jako přimíšená dřevina, s dominantním *Fagus sylvatica* hlavní porostní směs, vtroušené jsou pak *Picea abies* a *Acer spp.* Grafický přehled je na obrázku 14.



Obrázek 14: Procentní druhové složení porostu v NPR Šútovská dolina

Fagus sylvatica, nejpočetnější, k roku 2012 činí zastoupení až 74 % populace. Průměrná výčetní

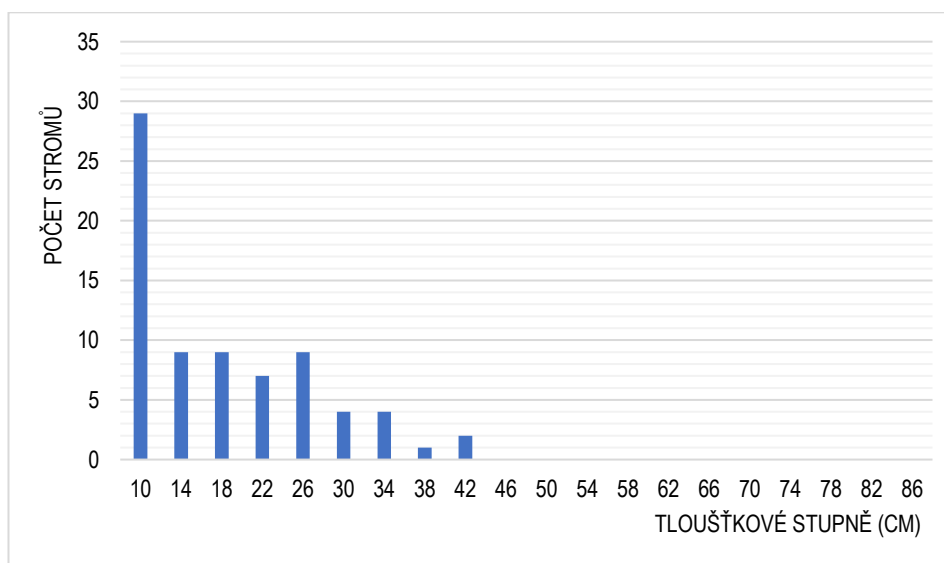
tloušťka stromů činí 25 cm a roční průměrný přírůst kruhové plochy (BAI) pak 1162 mm²/ kmen.



Obrázek 15: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních pro dřevinu *Fagus sylvatica*.

Fagus sylvatica vykazuje vyrovnané zastoupení tloušťkových stupňů. Drobná odchylka je pak u 18 stupně, viz obrázek 15.

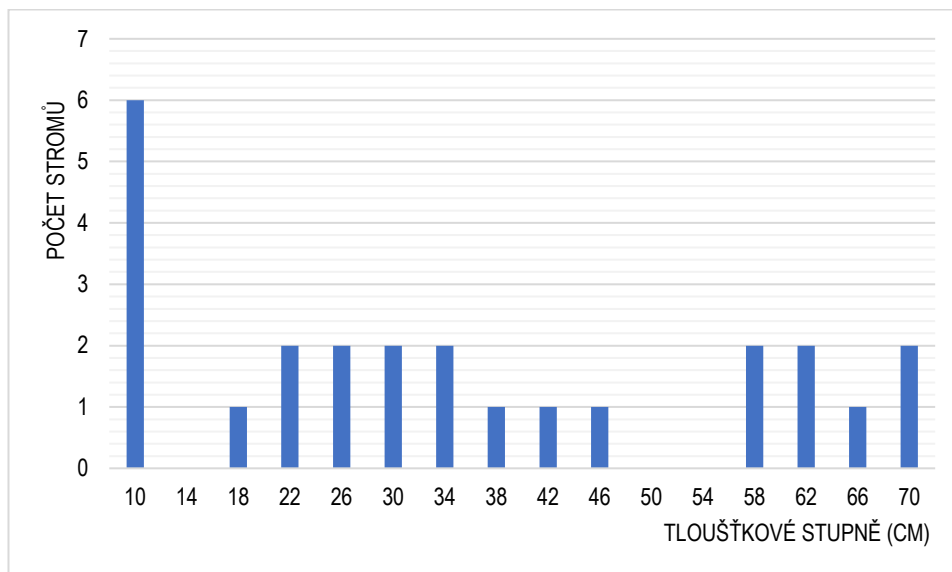
Abies alba – nejvyšší procentuální nárůst ve struktuře populace, populace vykazuje vysoký přírůst i zmlazení, v období 1875 – 2000 jde o dílčí průměrné navýšení 66% populace s celkovým konečným zastoupením v porostní směsi na 15,6 %. Velké zastoupení prvního tloušťkového stupně, viz obrázek 16. Průměrná roční hodnota pro rok 2012 činí: BAI 1092 mm²/ kmen a DBH 17,3 cm.



Obrázek 16: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních pro dřevinu *Abies alba*

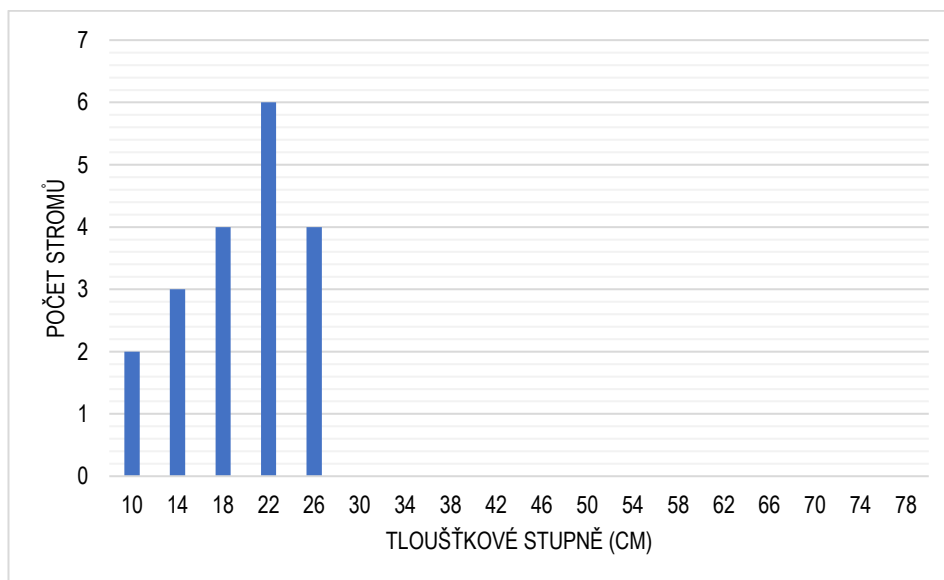
Picea abies – třetí nejrozšířenější druh na zkušebních plochách, dlouhodobě si drží 5% zastoupení,

roční průměrné hodnoty činí: BAI 1679 mm²/ kmen a průměrná výčetní tloušťka 33 cm. Dlouhodobě vyrovnané rozdělení tloušťkových stupňů, chybějící zastoupení ve stupni 14, 50 a 54, na obrázku 17.



Obrázek 17: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních pro dřevinu *Picea abies*

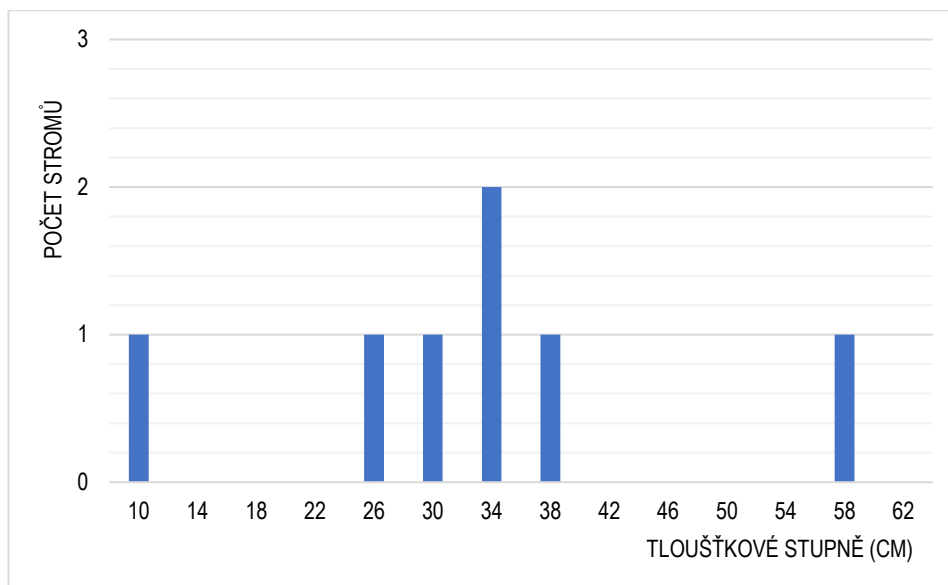
Acer platanoides – celoplošně vtroušená dřevina, mimo plochy 003_1 kde je převládající dřevina s 44 % a na stanovišti 005_2 s 14 % pak přimíšená. Celkové procentní zastoupení je 2,7 %, které postupně ztrácí ve prospěch *Abies alba*. Roční průměrný přírůst je podprůměrný, jen BAI 330 mm²/ kmen a průměrná výčetní tloušťka pak 19 cm. Tloušťkové rozdělení je na obrázku 18.



Obrázek 18: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních pro dřevinu *Acer platanoides*

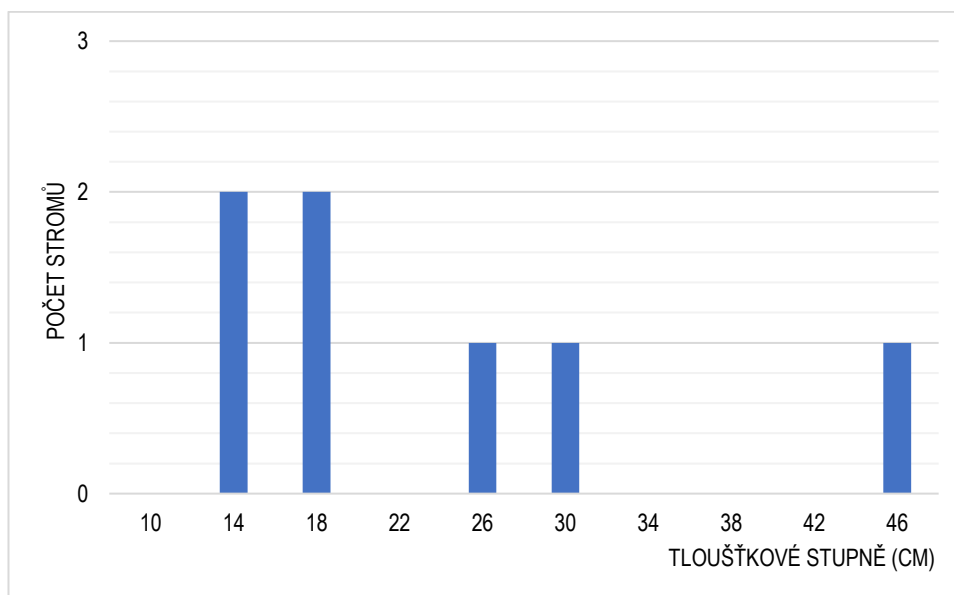
Acer pseudoplatanus, udržuje si dlouhodobě konstantní stav populace, k roku 2012 na 7 kusů, přesto procentní zastoupení mírně klesá na 1,5 %, průměrná roční hodnota BAI je 1011mm²/ kmen a DBH 32

cm. Tloušťkové stupně jsou na obrázku 19.



Obrázek 19: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních pro dřevinu *Acer pseudoplatanus*

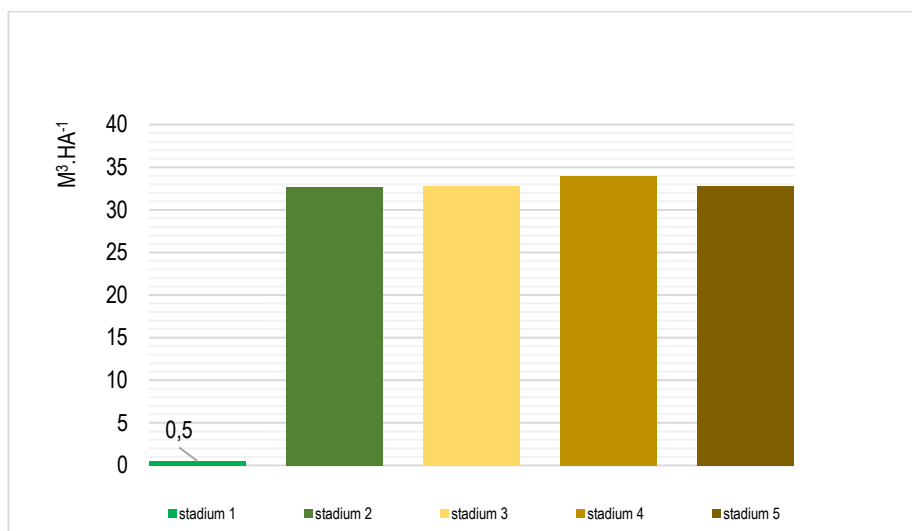
Acer non species, při zpracování dat se nedalo přesně určit o jaký druh se jedná. Proto nejsou data zařazena pod *Acer pseudoplatanus* nebo *platanoides*. Hodnoty platné v roce 2012 pak jsou: roční průměrný přírůst BAI je 465 mm²/ kmen, průměrná DBH 23 cm. Jednotlivé rozložení tloušťkových stupňů pak na obrázku 20.



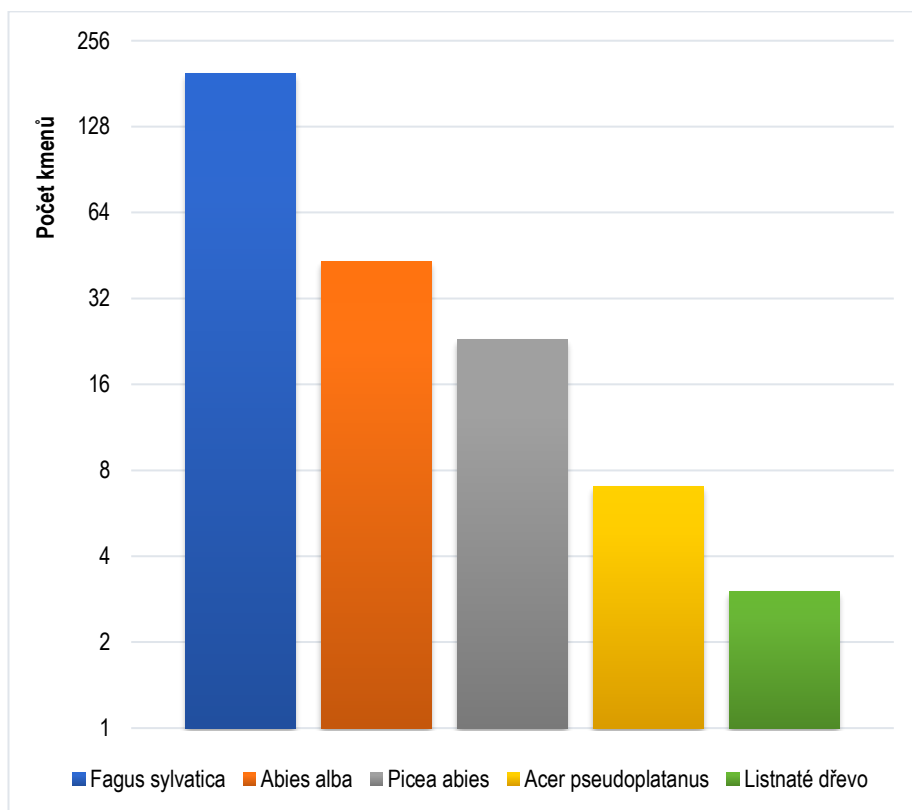
Obrázek 20: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních pro dřevinu *Acer non species*

4.2 Mrtvé ležící a stojaté dřevo.

Průměrné hodnoty objemu ležícího mrtvého dřeva jsou ve stádiu rozkladu celkově vyrovnané, okolo $33 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, výjimku pak tvoří první stádium, s $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Viz obrázek 21. Celkový objem tak činí $123 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Druhově jsou zastoupeny adekvátně podle druhové struktury živých dřevin. Pro potlačení převládajícího *Fagus sylvatica* jsem na obrázku 22 použil logaritmickou stupnici, se 196 kusy tvoří 72% zastoupení, *Abies alba* s 43 kusy pak má 16% zastoupení. *Picea abies* s 23 kusy a 8%, *Acer pseudoplatanus* má 7 kusů a 3%. Zbytek tvoří listnaté dřevo, které už díky stádiu rozkladu postrádá charakteristické znaky dřevin a nejde tak určit rod.

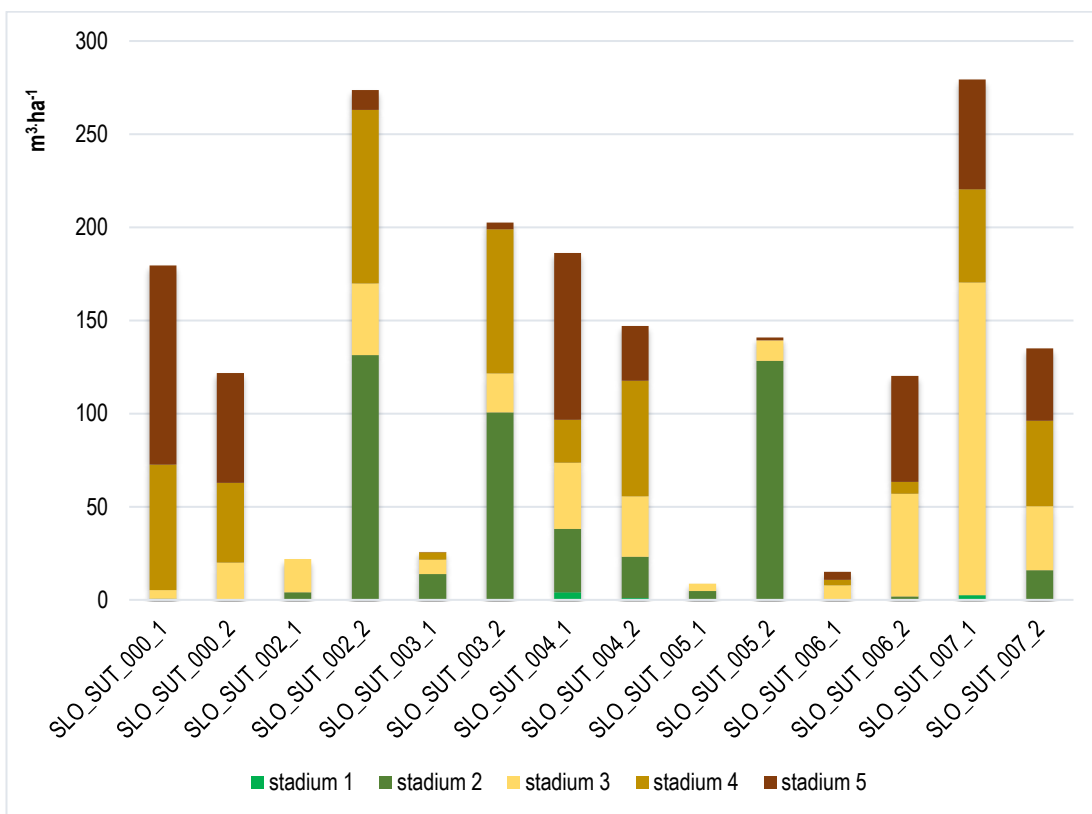


Obrázek 21: Průměrný objem podle stádia rozkladu

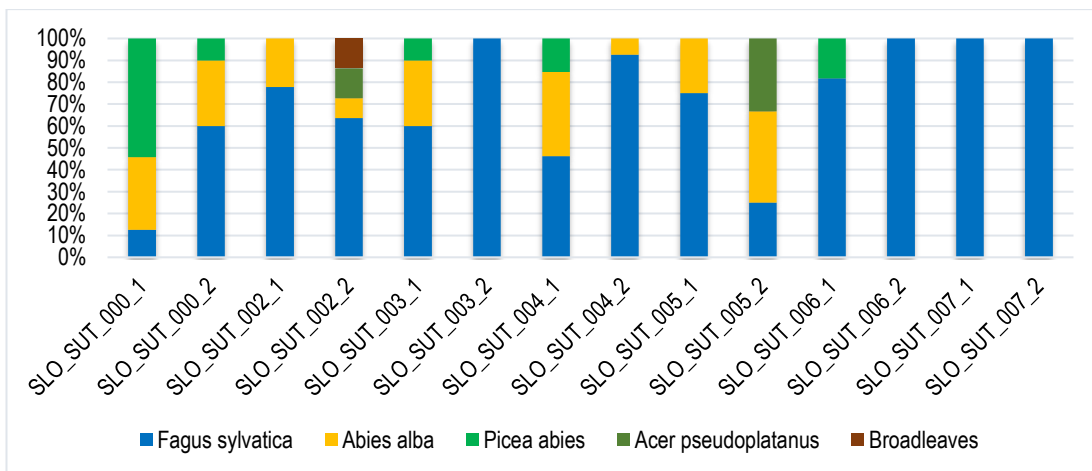


Obrázek 22. Počet ležících kmenů

Data jsou zpracovaná i podle zájmových ploch. Čerstvě padlé nebo zlomené kmeny – stádium 1 se vyskytují na plochách 004 (4,1 m³·ha⁻¹; 0,9 m³·ha⁻¹) a 007_1 (2,5 m³·ha⁻¹). Výrazné zastoupení stádia 2 je pak na plochách 002_2 (131 m³·ha⁻¹), 003_2 (101 m³·ha⁻¹) a 005_2 (128 m³·ha⁻¹). Stadia 3 až 5 jsou již dlouhodobého charakteru, ostatně data jsou na obrázcích 23 a 24 a v příloze 67.

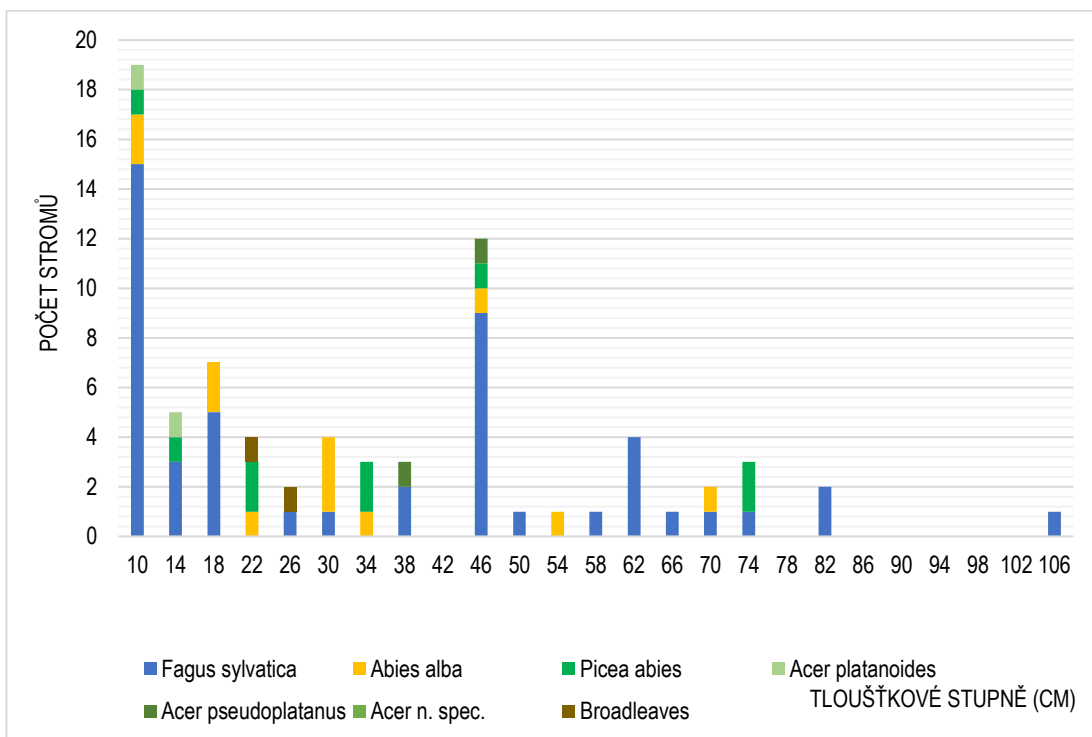


Obrázek 23: Objem ležícího dřeva podle stádia rozkladu a podle ploch

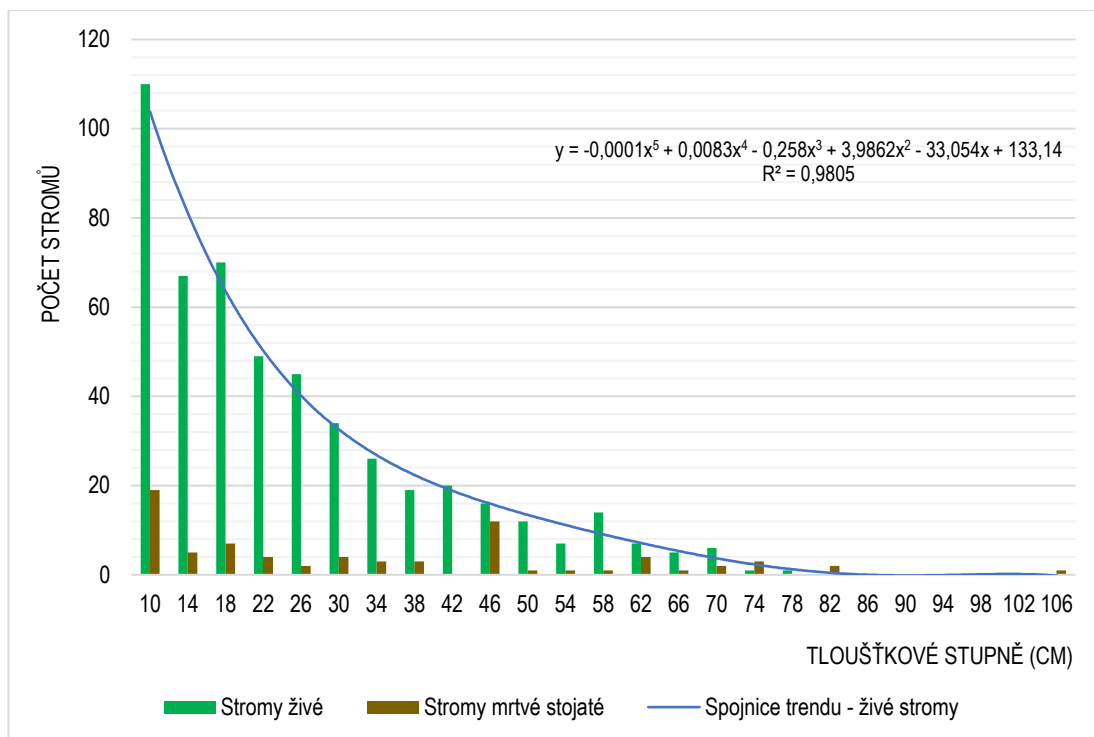


Obrázek 24: Procentní druhové zastoupení ležícího mrtvého dřeva podle TVP

Na TVP se vyskytují mrtvé stojaté kmeny různých tloušťkových stupňů, nejvíce jsou zastoupeny stupeň 10 s 19 kusy a stupeň 46 s 12 kusy. Z celkového druhového zastoupení pak *Fagus sylvatica* (48 kusů), *Abies alba* (10 kusů) a *Picea abies* (9 kusů), *Acer* spp. a listnaté dřevo pak po dvou kusech, viz obrázky 25, 26 a příloha 66.



Obrázek 25: Tloušťkové rozdělení celkového počtu mrtvého stojatého dřeva podle druhové skladby.



Obrázek 26: Inverzní exponenciální křivka rozdělení četnosti tloušťkových stupňů v porostu a grafické znázornění poměru živého a mrtvého stojatého dřeva

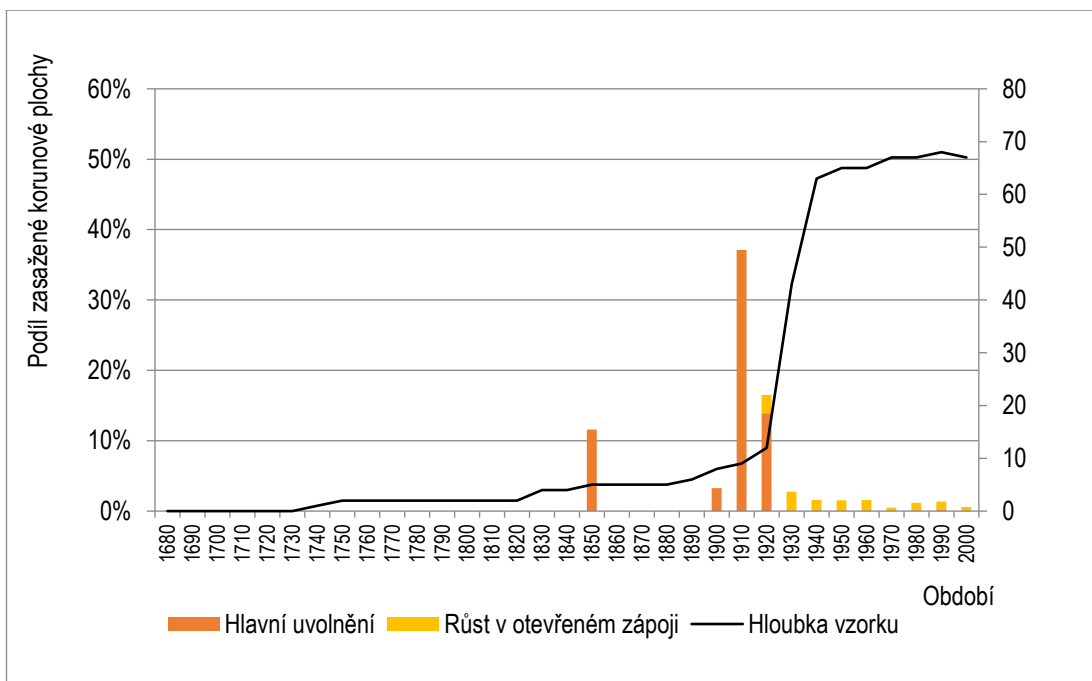
4.3. Plocha 006_1:

Obecné parametry.

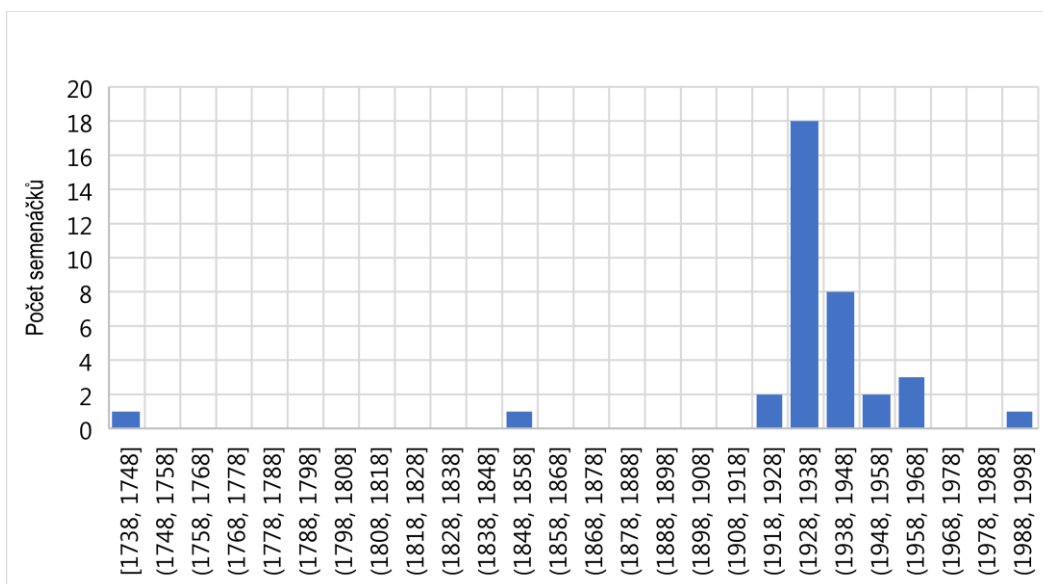
Poloha je vyznačena na mapě, obrázek 7. Standardní rozloha zkusné plochy je 1000m², nadmořská výška je 1133 metrů nad mořem. Charakteristika topografického terénu uprostřed na stráni v přechodu mezi kopcem a údolím.

Historie: v roce 1738 začíná datování historie. Po delší dobu byl porost v zástině, přírůstky byly podprůměrné. Zásadní změna přichází v dekadě 1910 a 1920 a pokračuje až do konce roku 1949, kdy porost silně zmlazuje. Grafický přehled je na obrázku 27.

Lehká severita distrubance je indikována v dekadě 1850 a 1920, střední není indikována a středně silná pak v dekadě 1910.

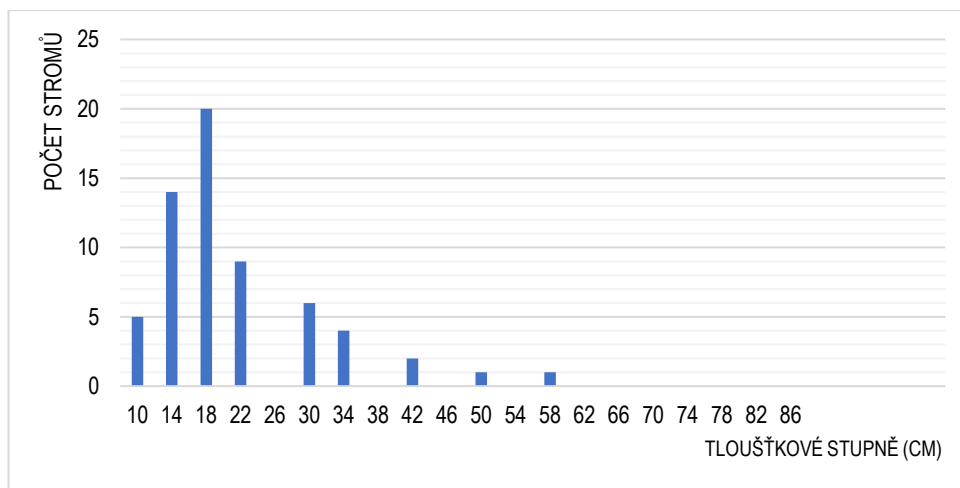


Obrázek 27: Disturbanční historie lokality 006_1. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené korunné, rozdělený po dekádách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu.



Obrázek 28: Přehled zmlazení porostu na ploše 006_1, graf vykresluje počet vzejitých semenáčků v dané dekádě.

Nejvýznamnější obnova porostu proběhla po události v dekádě 1910 a 1920, následně došlo k vzejití 36 datovaných stromů, viz obrázek 28. Poté indikujeme slabé obnovení porostu v nejtenčím stupni, severita distrubance i následná obnova je tak minimální, viz obrázek 29.



Obrázek 29: Rozložení tloušťkových stupňů na ploše 006_1 podle počtu kmenu

5. Diskuze

Přesnost dendrochronologické analýzy je přímo úměrná rozsahu souboru měření. Pro potlačení nejistoty v měření, je potřeba pracovat se souborem dat alespoň o více než 1000 položkách. Pro danou hodnotu je délka intervalu 3% – 8,8%. Pokud máme jen 100 položek, pak přesnost klesá, resp. stoupá nejistota na 9,4% – 27,8% (Šamonil, Timková a Vašíčková, 2016). Pro rekonstrukci korunové plochy pracuji s největším souborem dat, konkrétně s daty dřeviny *Fagus sylvatica*, o počtu 101 kusů, přesto koeficient determinantu vychází relativně nízký, $R^2=0,51$. Pokud je v souboru několik jedinců s abnormálními hodnotami, pak koeficient determinantu má nižší hodnotu, než očekáváme.

V hospodářském lese, kde probíhá jak negativní nebo pozitivní výchovný zásah, jsou odstraněny stromy s výrazně odlišnými hodnotami výšky porostu, které jsou pak vyrovnanější. U vtroušených dřevin jsou pak koeficienty, díky mnohem menšímu počtu dat, mnohem více nahodilejší.

Nepřesnost zanesená přepočtem korunové plochy je ještě zvýšena tím, že disturbance se určuje nepřímo, na základě reakce přeživších stromů. Díky genetické variabilitě, žádné stromy nemají absolutně přesnou a stejnou přírůstovou reakci na disturbanční událost. Navíc, čím starší období chceme zkoumat, tím méně máme k dispozici dat. Z celkového počtu platných vzorků, 512 kusů v roce 2013, máme k dispozici např. pro rok 1920 jen 231 kusů. Pro celkovou představu události, jde zatím o dostatečný počet jedinců. Pokud provádíme analýzu na jedné TVP a pro vtroušené druhy dřevin, pak může nastat situace, kdy v daném období je na TVP malý počet jedinců. Ohledně minimálního počtu dřevin, jsou zpracované studie, kde se za minimální počet jedinců považuje 9 kusů (Trotsiuk, Hobia Commarmot 2012), některé studie připouští jen 6 kusů (Čad a kol. 2016). Od roku 1720 tak můžeme přijmout výsledky, které mají vypovídající hodnotu.

Pro pralesy nebo přírodní lesy je typické široké zastoupení věkových tříd dané vnitřními procesy mortality v porostu, vícestupňovou etáží a množstvím ležícího mrtvého dřeva (Holeksa 2001, Svoboda 2005). Průběh poklesu početnosti populace, který je nepřímo úměrný věku porostu, v ideálním případě má maximum pro nejmladší věkový stupeň. Na TVP máme rozložení četnosti věkových tříd s maximem mezi 70 až 90 lety a průměrným věkem porostu pak 111 let. Skoro ideální průběh indikujeme u *Fagus sylvatica*, jednak proto že jde o nejpočetnější soubor a jde o dřevinu se stanovištním optimem – bukové a jedlobukové květnaté lesy.

Nejčastějším prvotním disturbančním činitelem je vítr o síle alespoň 8°Bf (70 m.s⁻¹). Zmlazení porostu probíhá s drobným zpožděním po každé významnější události, jak je patrné porovnáním obrázků 11 a 12. Pauza mezi indikovanou disturbancí a vzejitím je pak daná splněním základních čtyřech podmínek: období semenné úrody, přítomností semenících stromů v hodném počtu a vzdáleností, vhodným stavem půdy ke klíčení a vhodné klimatické podmínky. Severita disturbance tak ovlivňuje tři ze čtyř podmínek. Čím silnější je disturbanční severita, tím je menší počet stromů, stanoviště je bez ochranného korunového krytu s pozměněným mikroklimatem.

Zároveň klesá disturbanční aktivita do doby dosažení dalších stromů fyzického věku. Nestabilní nebo přestárlé stromy se vyvrátí nebo zlomí, převážně vyspělá kmenovina, zatímco mladší porost zůstává, protože je mnohem pružnější a je méně zatížený korunou, která oproti starším stromům není tak mohutná (Lorimer a Frelich 1991, Firm a kol. 2009). V období 1910 až 1929 došlo opakovaně k lehké disturbanční severitě na plochách 002_1, 003_1, 005_1 a 006_1, v příloze 9, 11, 15 a 17. Poté klesla severita disturbancí v průměru na 3 % podílu zasažené korunové plochy, viz. grafy disturbanční historie ploch v příloze č. 7 až 20.

Složení dřevin na TVP je převážně ze středně a dlouhověkých dřevin. *Abies alba* se dožívá fyzického věku okolo 400 až 750 lety, střednědobé pak *Fagus sylvatica* s 250 – 400 lety, *Picea abies* 350 – 400, *Acer spp.* 300 - 400 let. Přesto nenacházíme na TVP starší stromy jak 333 let a celkový věkový průměr jen 111 let, medián pak 84 let. V porovnání s nejstaršími stromy na Šumavě, kde se nejstarší *Abies alba* a *Picea abies* dožívají přes 500 let a stanoviště se obnovují pomocí silných disturbancí, více než 50% odstranění plochy s periodou kolem 175 let (Čada a kol. 2016), v NPR Šútovské dolině, pak tito veteráni chybí. Absence starších stromů je s největší pravděpodobností následkem toulavé těžby v historii. Disturbance v předchozích stoletích odstranila část porostu, přesto smíšený les je oproti horské smrčtině mnohem stabilnější, jeho obnova probíhá spíše slabšími disturbancemi (Šamonil a kol. 2013). Přesto i ve smíšených lesích mohou, díky orkánu, nastat odstranění až 40 % korunové plochy a vznik holin až o rozloze 0,6 ha, jak se stalo v Dinárských horách (Nagel a Svoboda 2008).

Na druhé straně, stále má les v NPR Šútovská dolina větší věkové rozpětí i věkový průměr jak hospodářský les. V roce 2016 vydaná statistika ÚHUL, uvádí průměrné stáří lesních dřevin na 65 let.

Zda má nějaký podíl toulavá těžba v historii na malý počet starých stromů, to nelze, ani ve

vztahu k množství mrtvého dřeva důvěryhodně prokázat. Ač se udává doba okolo 100 let, po kterou se tlející kmeny zapracují do půdy (Holeksa a kol. 2008), tak poslední zmínky o těžbě dřeva pro potřeby hornictví, hutnictví a pálení vápence, pochází z konce 19. století.

Průměrná hodnota ležícího dřeva na TVP je $132,7 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, jak je uvedeno v příloze 59. V porovnání s průměrnými hodnotami zjištěnými na ostatních plochách ve střední Evropě, od $131 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Holeksa 2001) až po $317 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Svoboda 2005), jde o mírně podprůměrnou hodnotu. Zato hospodářské lesy s převážně holosečnou obnovou mají zásobu mrtvého dřeva okolo $11 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Svoboda 2005). Velké rozdíly v objemu ležícího dřeva mezi plochami jsou způsobené stářím ležících kmenů. Čím kratší je doba od poslední disturbance, tím je na ploše více ležícího dřeva, s posunem ve složení od stádia 5 ke stádiu 1.

Vhodně diverzifikované mrtvé dřevo je nedílnou součástí pralesa, zvyšuje jeho biologickou hodnotu, vyrovnává depozici dusíku a zlepšuje podmínky pro vzejití semenáčků. Pro některé druhy dřevin, např. *Picea abies*, je důležitým přípravným prostředím, hlavně v případě, že nejsou na svém optimálním stanovišti. Neméně důležité je stojící mrtvé dřevo. Poskytuje útočiště pro ptactvo, hmyzožravé brouky, apod. (Bouget a Duell 2004). V hospodářských lesích, z bezpečnostního hlediska, není žádoucí nechávat v porostu dlouhodobě suché kmeny. Kdy ohrožují pracovníky při těžbě, vyznačování a přibližování nebo představují riziko pro ochranu lesa. Hlavně v lesích plnících rekreační funkci, tj. v blízkosti veřejně přístupných cest, cyklostezek a pěšin.

6. Závěr

Vývoj lesního společenství v NPR Šútovská dolina byl řízen disturbančním režimem se slabou disturbanční severitou a s vysokou frekvencí, v dekadách 1810, 1850, 1910, 1920 a 1980. Podrobným hodnocením jednotlivých ploch indikujeme již lokálně silnější disturbanční severitu. Plocha 006_1 indikuje středně silnou disturbanční severitu v období 1910 až 1919 a střední disturbanční severitu v období 1920 – 1929.

Různodruhové a věkové složení zajišťují lesu vysokou ekologickou stabilitu, v případě hospodářského výběrného lesa tak kromě zmíněné ekologické stability umožňuje diverzifikaci rizik poškození porostů a snížení podílu nahodilé těžby.

Obnova porostu není primárně podřízená semenným rokům a způsobem obnovných sečí, jak je známe z managementu hospodářských lesů. Nejvýznamějším obnovním činitelem je tak severita disturbance.

Příjemným překvapením je *Abies alba*. Všeobecný pokles populace od poloviny 20. století, převážně vlivem polutantů, se v NPR Šútovská dolina neprojevuje. Tendencí je plynulý nárůst populace od roku 1875 až na konečných 15,6 % v roce 2012. *Abies alba* jako přimíšená dřevina má spolu s *Fagus sylvatica* 89% zastoupení. Kromě dvou lokalit, kde je čistá bučina. Je pravděpodobné, že na těchto plochách má *Fagus sylvatica* své optimum a nepředpokládám výraznější zapojení *Abies alba* nebo *Picea abies* do druhového složení.

Lze konstatovat, že obnova *Abies alba*, navzdory imisní zátěži, probíhá zdárně a nedochází k poklesu populace.

Management mrtvého ležící dřeva je pro zdravý vývoj lesa důležitý. Mrtvé ležící dřevo zlepšuje kvalitu půdy, zároveň slouží i jako půdoochranná vrstva zlepšující mikroklima.

Mrtvé stojaté dřevo vytváří vhodné podmínky pro hmyzožravé brouky, zajišťující přirozenou ochranu lesa proti podkornímu a dřevokaznému hmyzu. Zároveň poskytuje možnost hnízdění ptactva.

7. Přehled literatury

Aber, D. J., Nadelhoffer J. K., Steudler P., Melillo M. J.; Nitrogen Saturation in Northern Forest

Bouget, C., Duelli, P. 2004: The effects of windthrow on forest insect communities: a literature review. *Biological Conservation* 118: s. 281-299.

Cannell, M. G. R., 1999: Relative importance of increasing atmospheric CO₂, N deposition and temperature in promoting European forest growth. In: Karjalainen, T., Spiecker, H., Laroussinie, O. (eds.): Causes and consequences of accelerating tree growth in Europe. EFI Proceedings No. 27, 1999.

Colpron-Tremblay, J., Lavoie, M., 2010: Long-term stand-scale dynamics of a boreal mixed forest in Québec, Canada. *Review of Palaeobotany and Palynology* 161: s. 43–58.

Davis, L.S., Norman Johnson, K., Bettinger P., Howard T., 2001: Forest Management. Fourth edition. McGraw-Hill, Inc., New York

Drössler, L., von Lüpke, B. 2005: Canopy gaps in two virgin beech forest reserves in Slovakia. *Journal of Forest Science* 51: s. 446–457.

Ecosystems: Excess nitrogen from fossil fuel combustion may stress the biosphere, *BioScience*, Volume 39, Issue 6, 1 June 1989, s. 378–386, <https://doi.org/10.2307/1311067>

Forman, R.T.T., 1995. Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press, Cambridge.

Firm, D., Nagel, T. A. a Diaci J.: Disturbance history and dynamics of an old-growth mixed species mountain forest in the Slovenian Alps. *Forest Ecology and Management* [online]. 2009, 257(9), s. 1893-1901 [cit. 2018-04-21]. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.09.034. ISSN 03781127.

Fischer A., Lindner M., Abs C., Lasch P., 2002: Vegetation dynamics in central European forest ecosystems (near-natural as well as managed) after storm events. *Folia Geobotanica*, 37: s. 17–32.

- Foster, D.R., 1988: Disturbance history, community organization, and vegetation dynamics of the old-growth Pisgah Forest, southwestern New Hampshire, USA. *Journal of Ecology*, 76, s. 105–134.
- Frelich, L.E., Reich, P.B., (1995). Spatial patterns and succession in a Minnesota southern-boreal forest. *Ecological Monographs*, 65, s. 325–346.
- Frelich, L. E. (2002)., *Forest dynamics and disturbance regimes: studies from temperate evergreen-deciduous forests*. Cambridge University Press.
- Holeksa, J., Cybulski, M., 2001: Canopy gaps in a Carpathian subalpine spruce forest. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 120(5): s. 331–348.
- Holeksa J., Saniga M., Szwagrzyk J., Dziedzic T., Ferenc S., Wodka M. 2006: Altitudinal variability of stand structure and regeneration in the subalpine spruce forests of the Poľana biosphere reserve, Central Slovakia. *European Journal of Forest Research*, 125: s. 303–313.
- Holeksa, J., Saniga, M., Szwagrzyk, J., Dziedzic, T., Ferenc, S. 2007a: Altitudinal variability of stand structure and regeneration in the subalpine spruce forests of the Poľana biosphere reserve, Central Slovakia. *European Journal of Forest Research* 126(2): s. 303–313.
- Holeksa, J., Krawczyk, B., Skawiński, P., Wesołwska, M., Wika, S., 2007b: Changes of a subalpine spruce forest in the Tatra National Park in 1973–2002. *Sylvan*, 151: s. 29–40.
- Jasík, M., Polák, P., (eds.), 2011: *Pralesy Slovenska*. FSC Slovensko, Banská Bystrica, 228 s.
- Korpeľ, Š. 1989: *Pralesy Slovenska*. Veda, Bratislava, 332 s.
- Konvička, M., Čížek L., Beneš J. 2006: *Ohrožený hmyz nížinných lesů: ochrana a management*. Sagittaria, Olomouc, 79 s.
- Krippel, E., 1986: *Postglaciálny vývoj vegetácie Slovenska*. Veda, Bratislava, 307 s.
- Križová, E., Ujházy, K., Nič, J., 2010: *Fytocenológia a lesnícka typológia*. Vydavateľstvo TU vo Zvolene, Zvolen, in press.

- Kulla, L., 2006: Vzťah aktuálneho odumierania smreka na severozápadnom Slovensku k vybraným ekologickým faktorom. In: Kodrík, M., Hlaváč, P., (eds.): Uplatňovanie nových metód v ochrane lesa a ochrane krajiny. Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie, Zvolen, 8. - 9. 9. 2005, s. 19 - 24.
- Lorimer, C. G., Frelich, L. E., 1989: A methodology for estimating canopy disturbance frequency and intensity in dense temperate forests. *Canadian Journal of Forest Research* 19 / 1989, s. 651–663.
- Miles, J. 1979: *Vegetation dynamics (outline studies in ecology)*. Springer, Dordrecht. 79 s., ISBN 978-0-412-15530-7
- Míchal, I., Buček, A., Hudec, K., Lacina, J., Macků, J. & Šindelář J. 1992: *Obnova ekologické stability lesů*. Academia, Praha, 172 s.
- Míchal, I., Petříček V. (eds.) 1999: *Péče o chráněná území II. Lesní společenstva*. AOPK ČR, Praha.
- Moravec, J., 1969: Succession of plant communities and soil development. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 4: pp. 133–164.
- Moravec, J., Blažková, D., Hejný, S., Husová, M., Jeník, J., Kolbek, J., Krahulec, F., Krečmer, V., Kropáč, Z., Květ, J., Neuhäusl, R., Neuhäuslová-Novotná, Z., Rybníček, K., Rybníčková, E., Samek, V., Štěpán, J., 1994: *Fytocenologie*. Academia, Praha, 403 s.
- Otto, H.J., 1994: *Waldökologie*. E. Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, 391 s.
- Pontailier J., Faille A., Lemee G., 1997: Storms drive successional dynamics in natural forests: a case study in Fontainebleau forest (France). *Forest Ecology and Management* 98: s. 1-15.
- Saniga, M., 1999: Štruktúra, produkčné pomery a regeneračné procesy Badínskeho pralesa. *Journal of Forest Science* 45(3): s. 121–130.
- Silvertown, J., Smith, B. 1988: Gap in the canopy: the missing dimension in vegetation dynamics. *Vegetatio* 77: s. 57–60.
- Svoboda, M., Pouska, V., 2008. Structure of a Central-European mountain spruce old-growth forest with respect to historical development. *Forest Ecology and Management* 255(7): s. 2177–2188
- Thomasius, H., 1995. *Geschichte, Anliegen und Wege des Waldumbaus in Sachsen*. Studie

Neuhof-Pommern.

van Andel, J., 2005: Species interactions structuring plant communities. In: van der Maarel, E. (ed.), *Vegetation Ecology*. Blackwell Science, Malden, Oxford, Carlton, s. 238–264.

van der Maarel, E., 1996: Vegetation dynamics and dynamic vegetation science. *Acta Botanica Neerlandica* 45 (4): s. 421–442.

Veska, J., 2009: Hodnocení vývoje přirozených lesních geobiocenóz Východních Karpat. (Dizertační práce). MZLU, Brno, 137 s.

Vladovič, J., Merganič, J., Máliš, F., Križová, E., Ujházy, K., Vodálová, A., Pôbiš, I., Bošeľa, M., Pavlenda, P., Hlásny, T. 2008: Reakcia diverzity lesných fytoocenóz na zmenu edaficko-klimatických podmienok Slovenska. Závěrečná správa projektu APVV-27-009304, NLC Zvolen. 72 s., Accessed online 19.09.2017: www.forim.sk

Walker, L. R., del Moral, R. 2003: *Primary succession and Ecosystem Rehabilitation*. Cambridge University Press, 442 s.

Zlatník, A., 1978: *Lesnická fytoecologie*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 495 s.

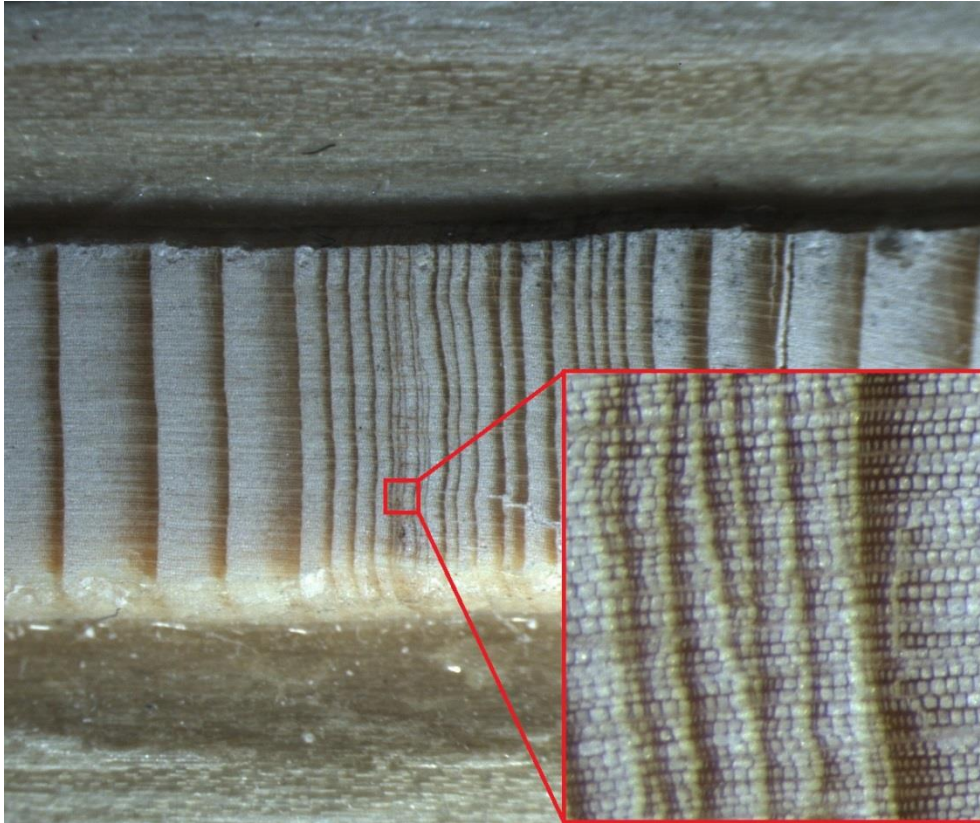
Seznam převzatých tabulek:

URL T1: Tabulka NPR Šútovská dolina [<http://uzemia.enviroportal.sk/main/detail/cislo/446 >](http://uzemia.enviroportal.sk/main/detail/cislo/446)

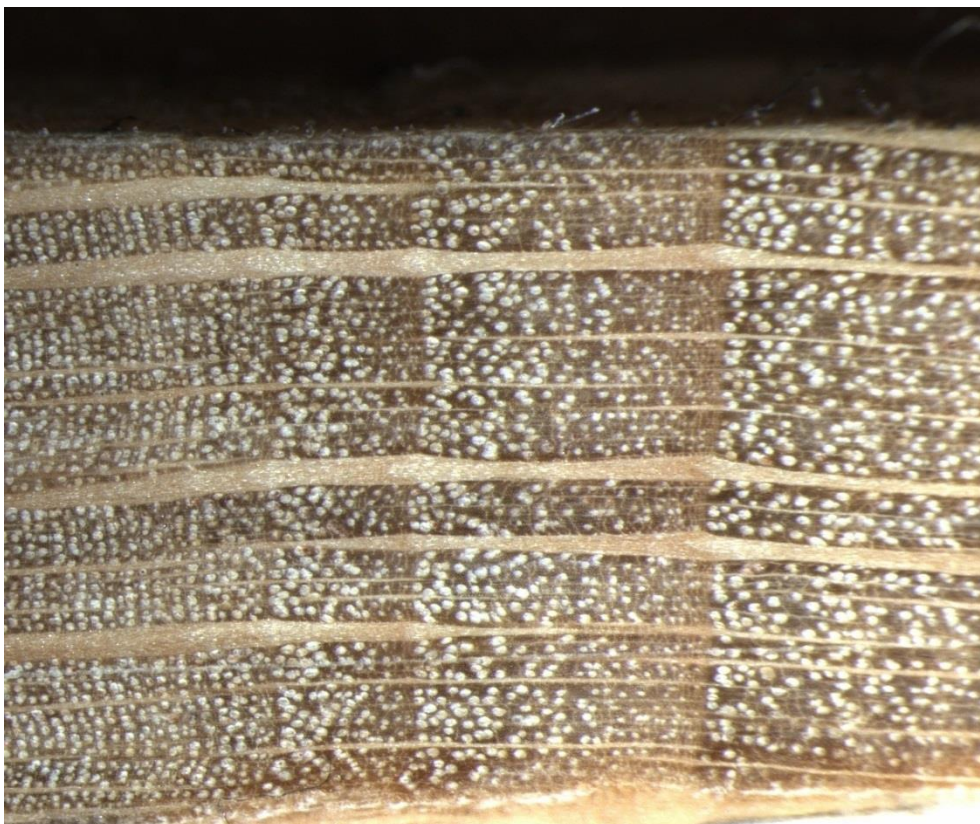
8. Seznam příloh:

| | |
|---|----|
| Příloha 1: Letokruhy jehličnatého dřeva | 62 |
| Příloha 2: Letokruhy listnatého dřeva | 62 |
| Příloha 3: Detail roztroušeně pórovité dřeviny | 63 |
| Příloha 4: Poškozené dřevo ve vývrtu | 63 |
| Příloha 5: Chronologie dřeviny <i>Fagus sylvatica</i> , 004_2_1, nejstarší dřevina na výzkumné ploše | 64 |
| Příloha 6: Chronologie dřeviny <i>Picea abies</i> , 004_2_61, dřevina s největším počátečním přírůstem | 64 |
| Příloha 7: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a plochy koruny v m ² pro <i>Fagus sylvatica</i> | 64 |
| Příloha 8: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a výšky dřeviny v m pro <i>Fagus sylvatica</i> | 65 |
| Příloha 9: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a plochy koruny v m ² pro <i>Abies alba</i> | 65 |
| Příloha 10: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a výšky dřeviny v m pro <i>Abies alba</i> | 66 |
| Příloha 11: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a plochy koruny v m ² pro <i>Picea abies</i> | 66 |
| Příloha 12: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a výšky dřeviny v m pro <i>Picea abies</i> | 67 |
| Příloha 13: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a plochy koruny v m ² pro <i>Acer spp.</i> | 67 |
| Příloha 14: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a výšky dřeviny v m pro <i>Acer spp.</i> | 68 |
| Příloha 15: Disturbanční historie lokality 000_1. | 68 |
| Příloha 16: Disturbanční historie lokality 000_2. | 69 |
| Příloha 17: Disturbanční historie lokality 002_1. | 69 |
| Příloha 18: Disturbanční historie lokality 002_2. | 70 |
| Příloha 19: Disturbanční historie lokality 003_1. | 70 |
| Příloha 20: Disturbanční historie lokality 003_2. | 71 |
| Příloha 21: Disturbanční historie lokality 004_1. | 71 |
| Příloha 22: Disturbanční historie lokality 004_2. | 72 |
| Příloha 23: Disturbanční historie lokality 005_1. | 72 |
| Příloha 24: Disturbanční historie lokality 005_2. | 73 |
| Příloha 25: Disturbanční historie lokality 006_1. | 73 |
| Příloha 26: Disturbanční historie lokality 006_2. | 74 |
| Příloha 27: Disturbanční historie lokality 007_1. | 74 |
| Příloha 28: Disturbanční historie lokality 007_2. | 75 |
| Příloha 29: Přehled zmlazení porostu na ploše 000_1 | 75 |
| Příloha 30: Přehled zmlazení porostu na ploše 000_2 | 76 |
| Příloha 31: Přehled zmlazení porostu na ploše 002_1 | 76 |
| Příloha 32: Přehled zmlazení porostu na ploše 002_2 | 77 |
| Příloha 33: Přehled zmlazení porostu na ploše 003_1 | 77 |
| Příloha 34: Přehled zmlazení porostu na ploše 003_2 | 78 |
| Příloha 35: Přehled zmlazení porostu na ploše 004_1 | 78 |
| Příloha 36: Přehled zmlazení porostu na ploše 004_2 | 79 |
| Příloha 37: Přehled zmlazení porostu na ploše 005_1 | 79 |
| Příloha 38: Přehled zmlazení porostu na ploše 005_2 | 80 |
| Příloha 39: Přehled zmlazení porostu na ploše 006_1 | 80 |
| Příloha 40: Přehled zmlazení porostu na ploše 006_2 | 81 |
| Příloha 41: Přehled zmlazení porostu na ploše 007_1 | 81 |
| Příloha 42: Přehled zmlazení porostu na ploše 007_2 | 82 |
| Příloha 43: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 000_1 | 82 |
| Příloha 44: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 000_2 | 83 |
| Příloha 45: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 002_1 | 83 |
| Příloha 46: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 002_2 | 84 |
| Příloha 47: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 003_1 | 84 |
| Příloha 48: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 003_2 | 85 |
| Příloha 49: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 004_1 | 85 |
| Příloha 50: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 004_2 | 86 |
| Příloha 51: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 005_1 | 86 |
| Příloha 52: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 005_2 | 87 |
| Příloha 53: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 006_1 | 87 |
| Příloha 54: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 006_2 | 88 |
| Příloha 55: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 007_1 | 88 |

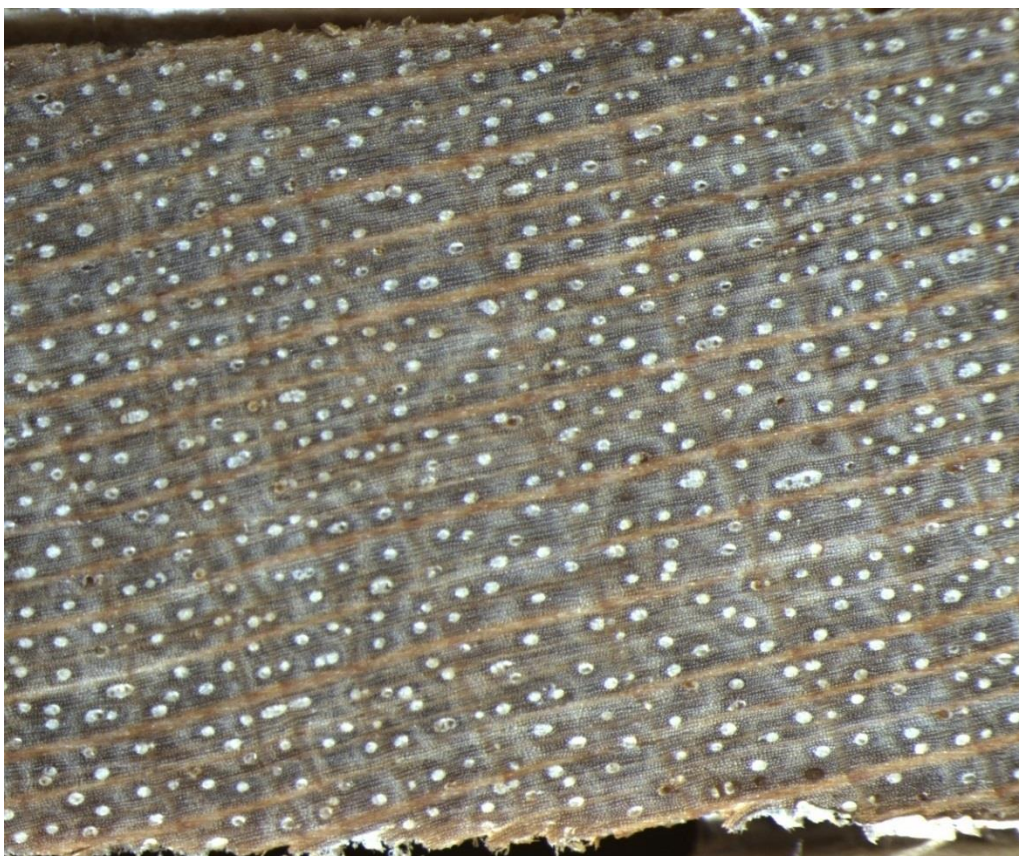
| | |
|---|----|
| Příloha 56: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 007_2..... | 89 |
| Příloha 57: Druhové složení dřevin na ploše 000_1 a 000_2..... | 89 |
| Příloha 58: Druhové složení dřevin na ploše 002_1 a 002_2..... | 90 |
| Příloha 59: Druhové složení dřevin na ploše 003_1 a 003_2..... | 90 |
| Příloha 60: Druhové složení dřevin na ploše 004_1 a 004_2..... | 91 |
| Příloha 61: Druhové složení dřevin na ploše 005_1 a 005_2..... | 91 |
| Příloha 62: Druhové složení dřevin na ploše 006_1 a 006_2..... | 92 |
| Příloha 63: Druhové složení dřevin na ploše 007_1 a 007_2..... | 92 |
| Příloha 64: Tabulka narušení korunové plochy a hloubky vzorku..... | 93 |
| Příloha 65: Tabulka narušení korunové plochy a hloubky vzorku..... | 94 |
| Příloha 66: Tabulka počtu ležícího mrtvého dřeva jednotlivých dřevin podle druhu..... | 95 |
| Příloha 67: Tabulka objemu ležícího mrtvého dřeva podle stádia rozkladu..... | 95 |



Příloha 1: Letokruhy jehličnatého dřeva jsou obvykle dobře čitelné, mimo případů potlačení přírůstů, kdy dochází k prolnutí letokruhů.



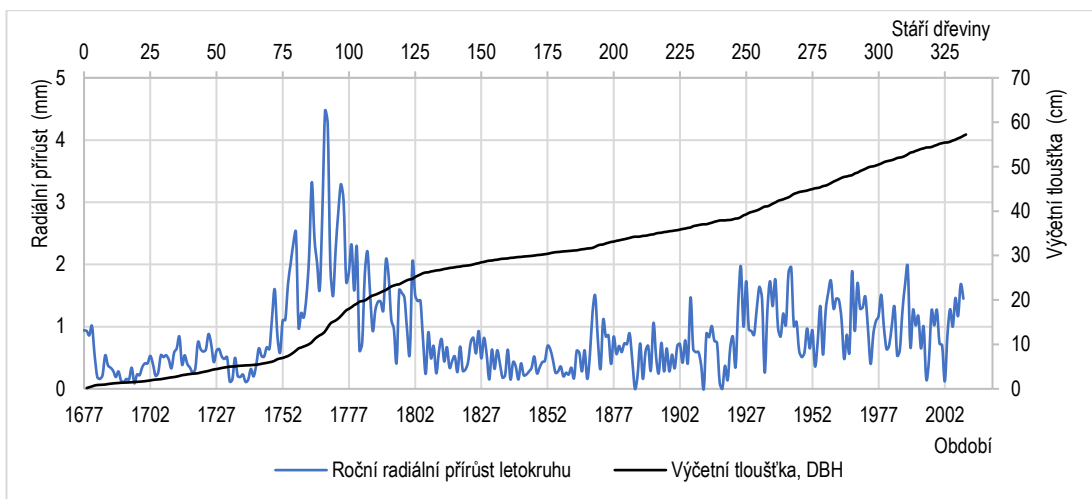
Příloha 2: Letokruhy listnatého dřeva jsou díky složitější stavbě obtížněji datovatelné, hlavně v období potlačeného přírůstu.



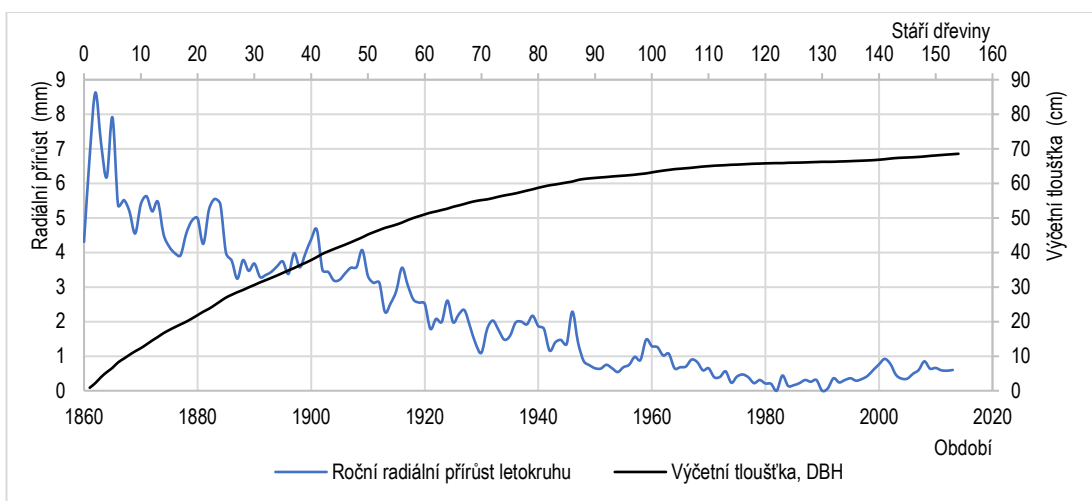
Příloha 3: Detail roztroušeně pórovité dřeviny



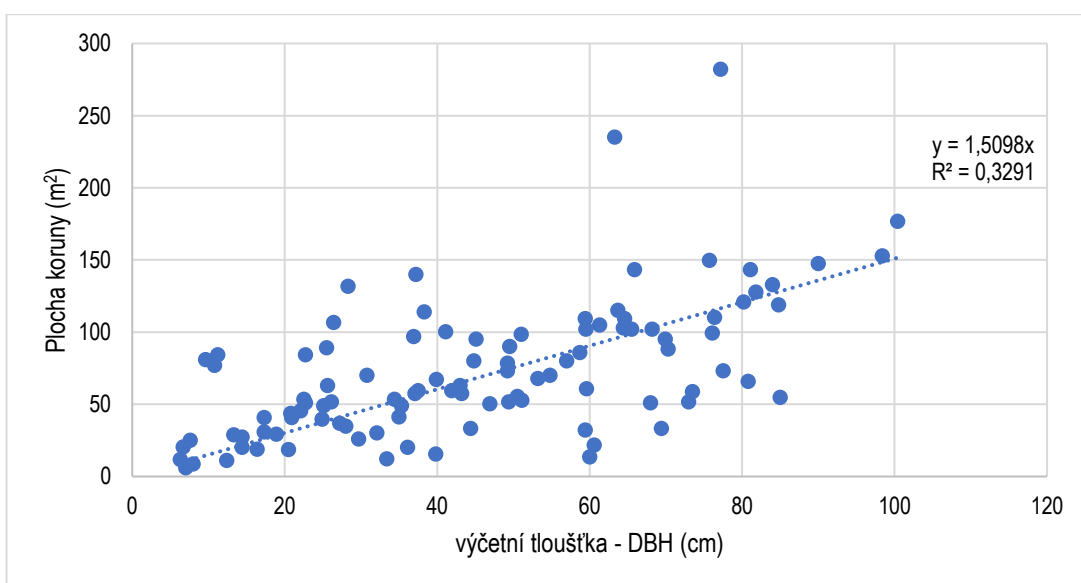
Příloha 4: Poškozené dřevo ve vývrtu ztěžuje už tak obtížnou rekonstrukci letokruhů u listnatých dřevin.



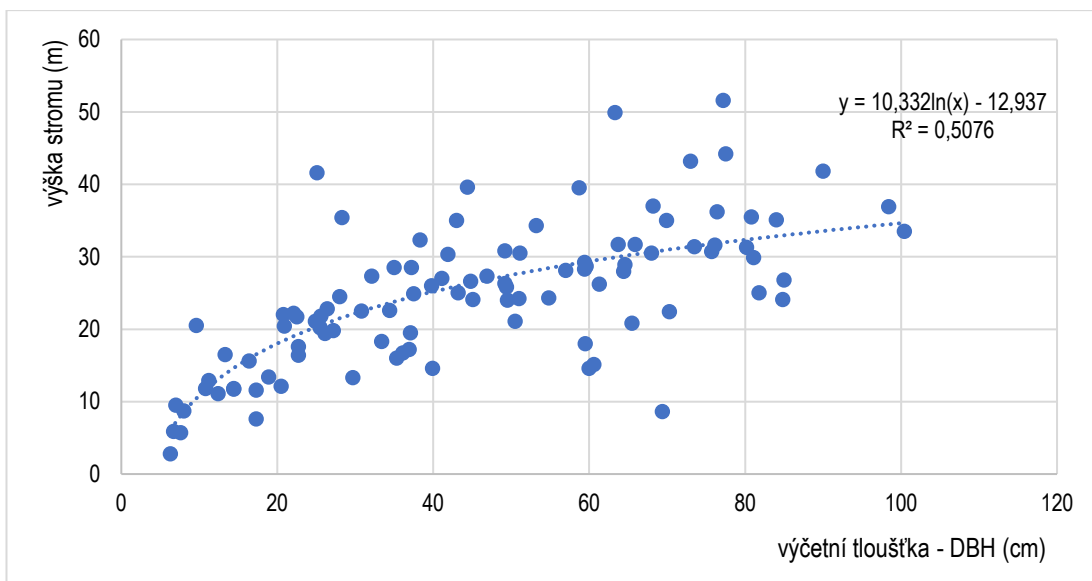
Příloha 5: Chronologie dřeviny *Fagus sylvatica*, 004_2_1, nejstarší dřevina na výzkumné ploše



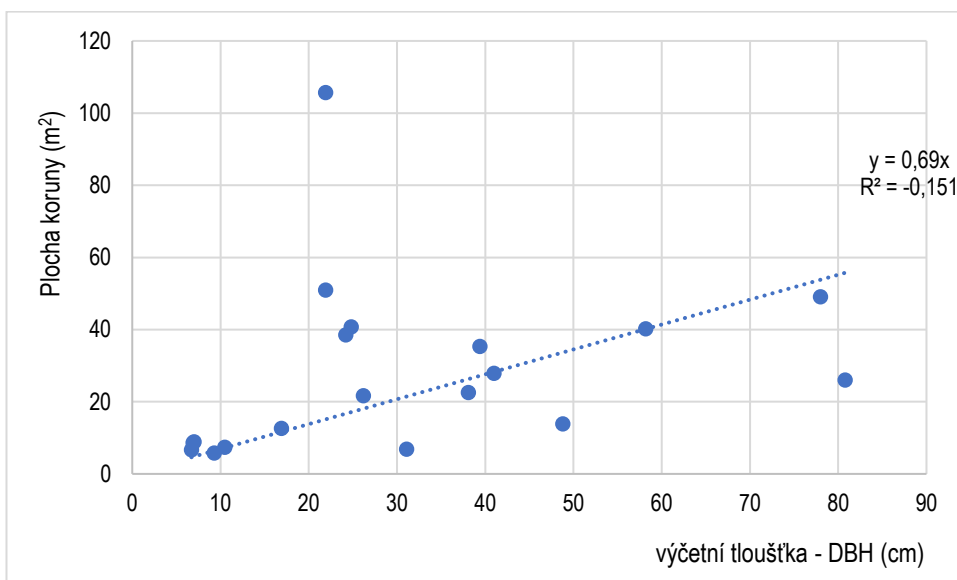
Příloha 6: Chronologie dřeviny *Picea abies*, 004_2_61, dřevina s největším počátečním přírůstem na výzkumné ploše



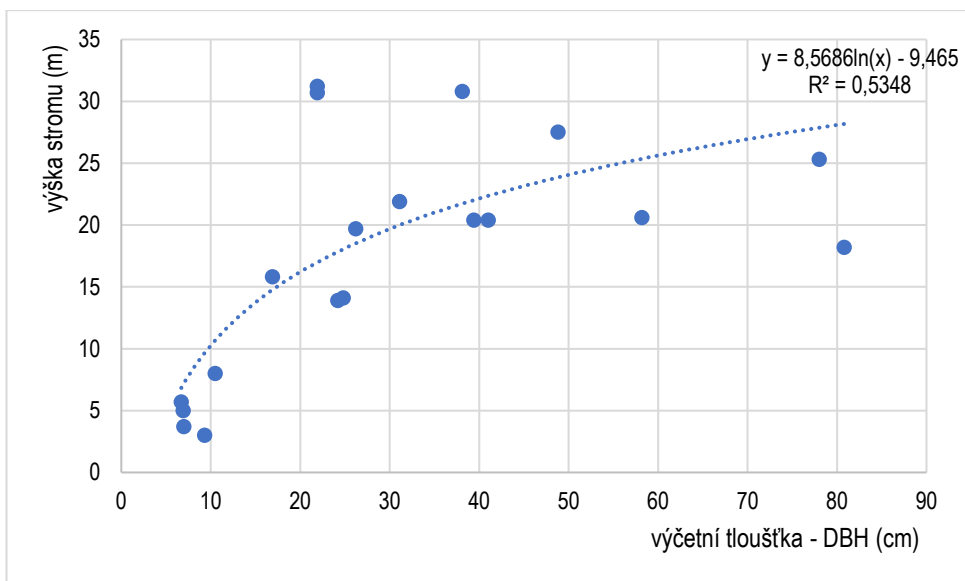
Příloha 7: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a plochy koruny v m² pro *Fagus sylvatica*



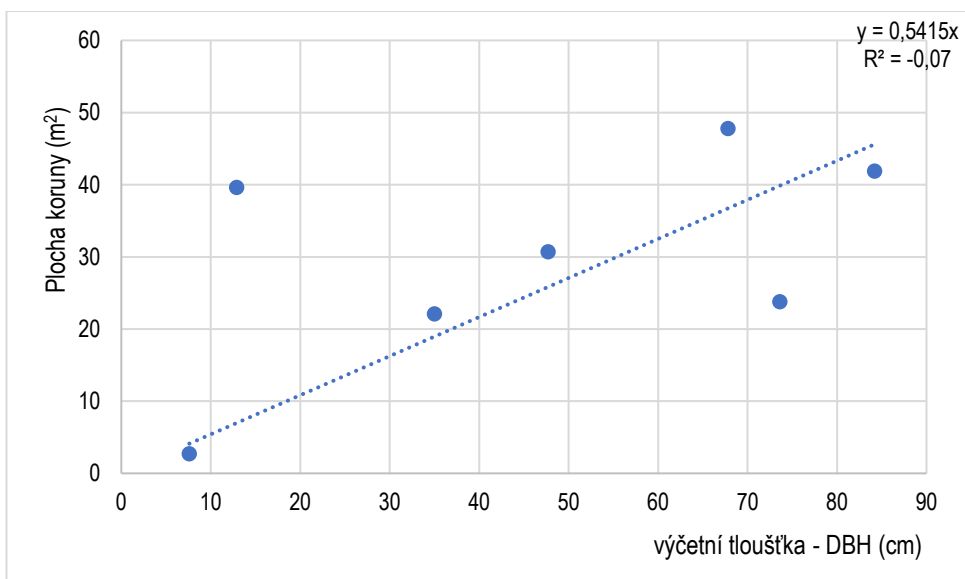
Příloha 8: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a výšky dřeviny v m pro *Fagus sylvatica*



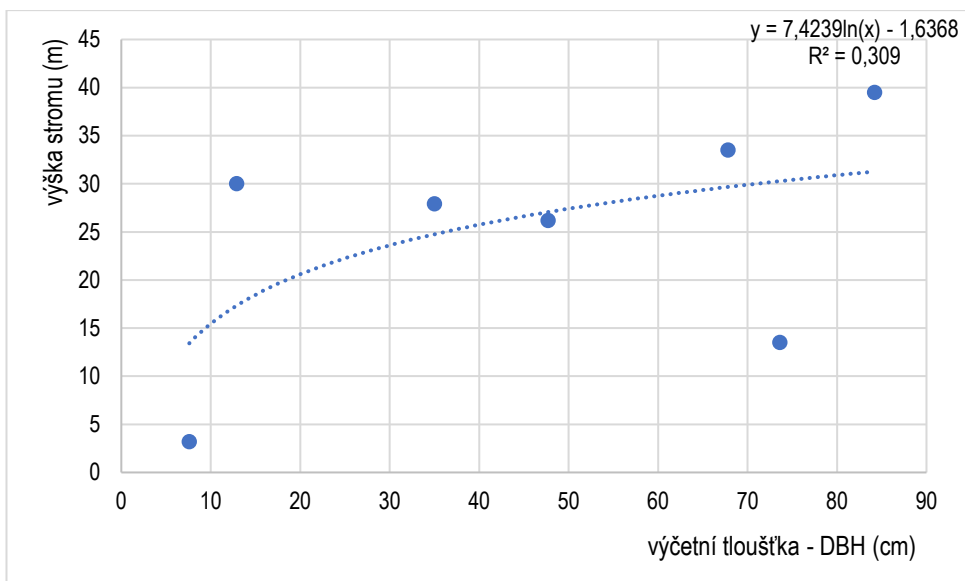
Příloha 9: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a plochy koruny v m² pro *Abies alba*



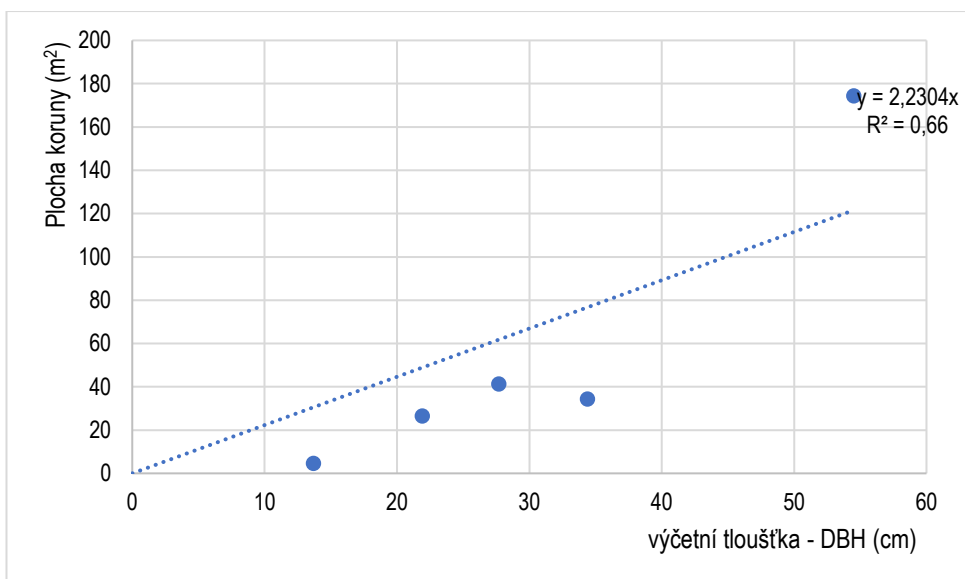
Příloha 10: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a výšky dřeviny v m pro *Abies alba*



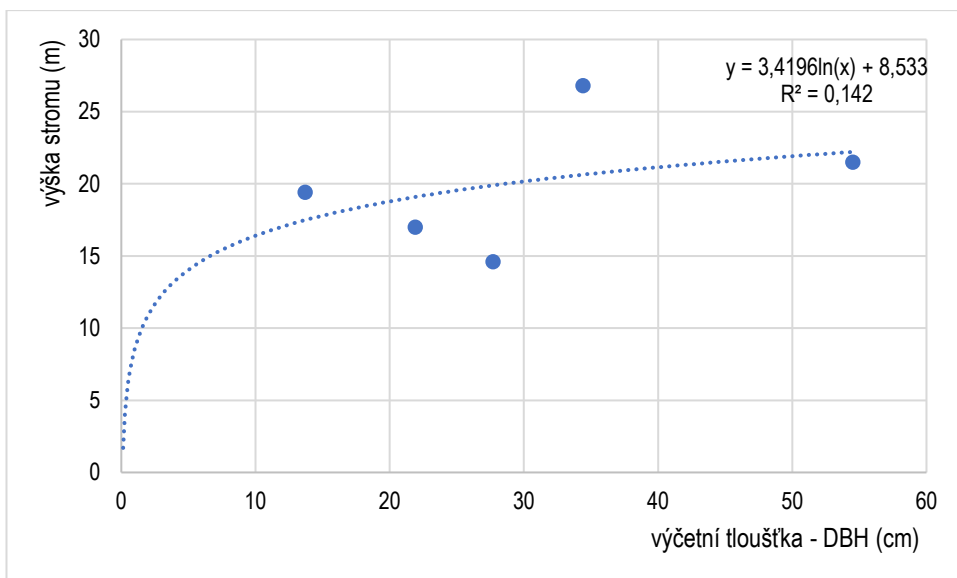
Příloha 11: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a plochy koruny v m² pro *Picea abies*



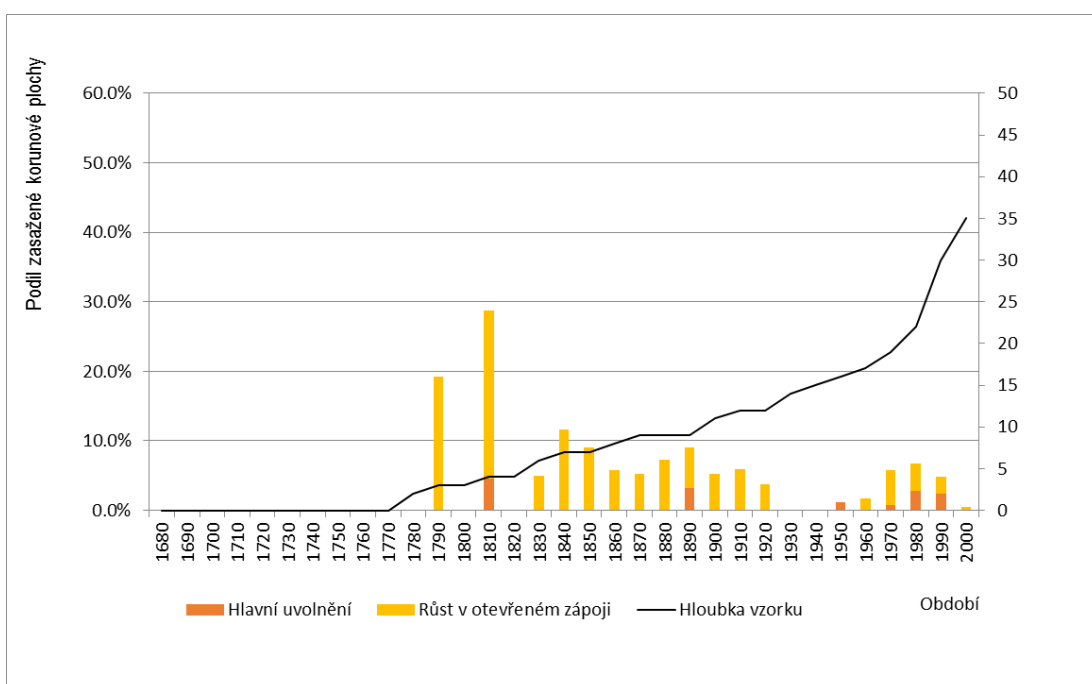
Příloha 12: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a výšky dřeviny v m pro *Picea abies*



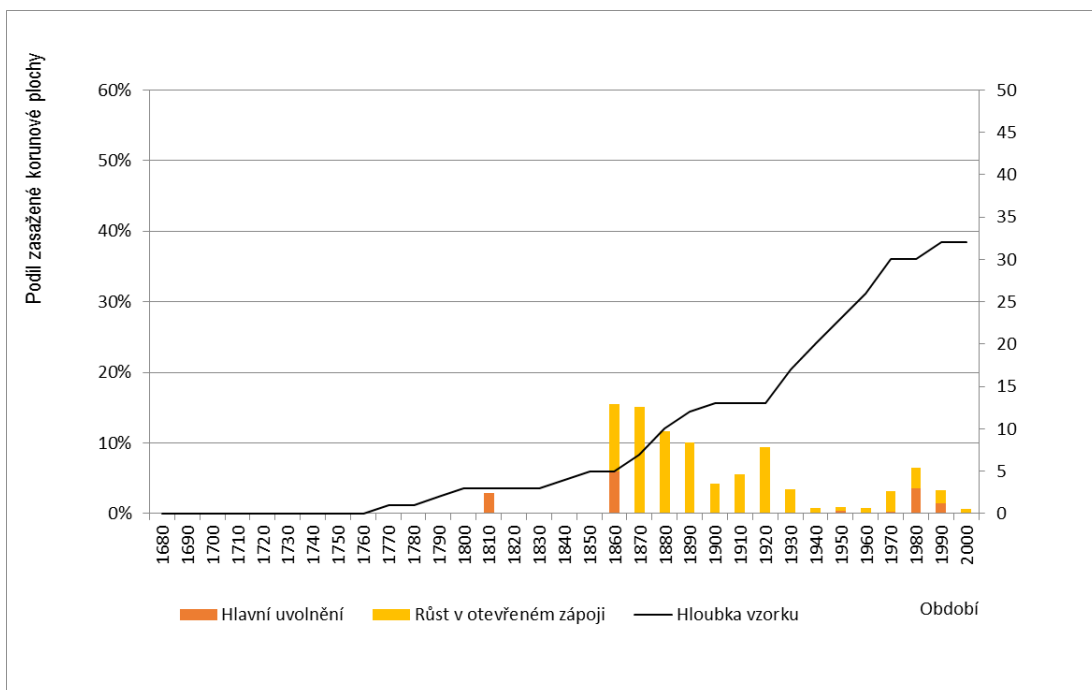
Příloha 13: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a plochy koruny v m² pro *Acer spp.*



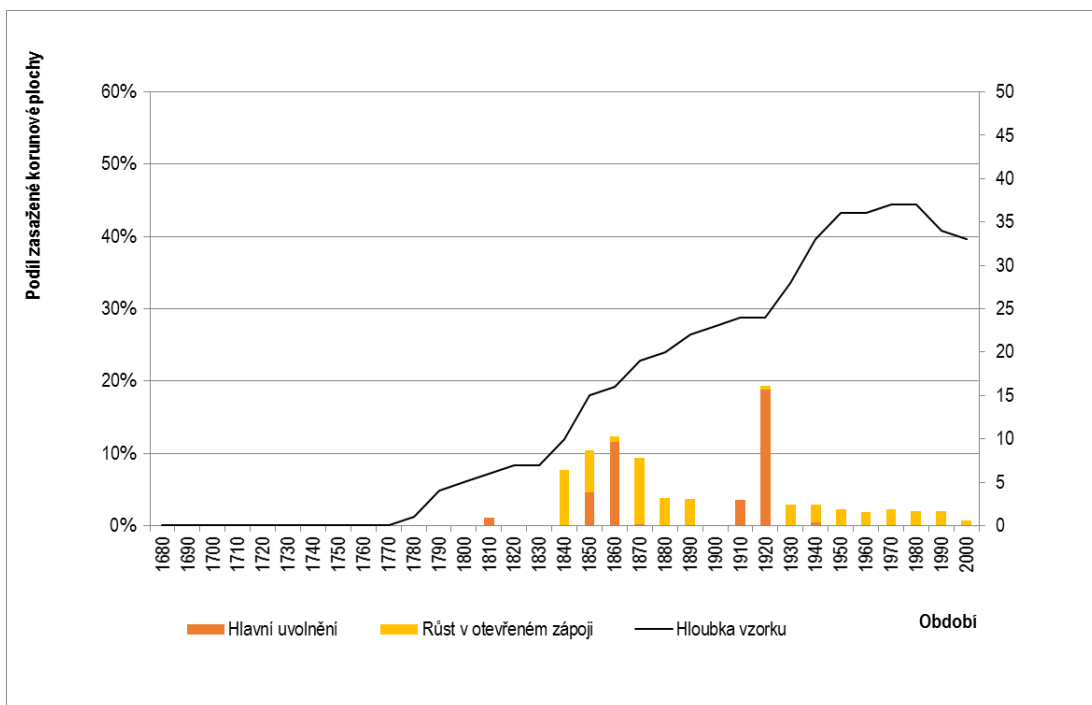
Příloha 14: Regresní křivka vztahu výčetní tloušťky v cm a výšky dřeviny v m pro *Acer* spp.



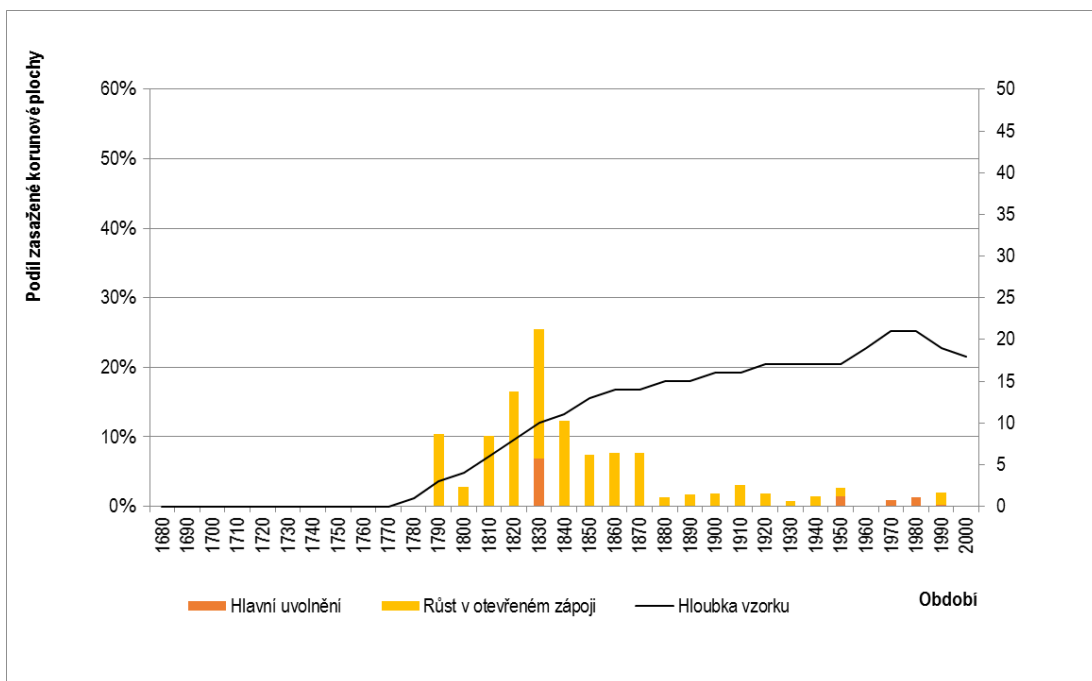
Příloha 15: Disturbanční historie lokality 000_1. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené korunové, rozdělený po dekádách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



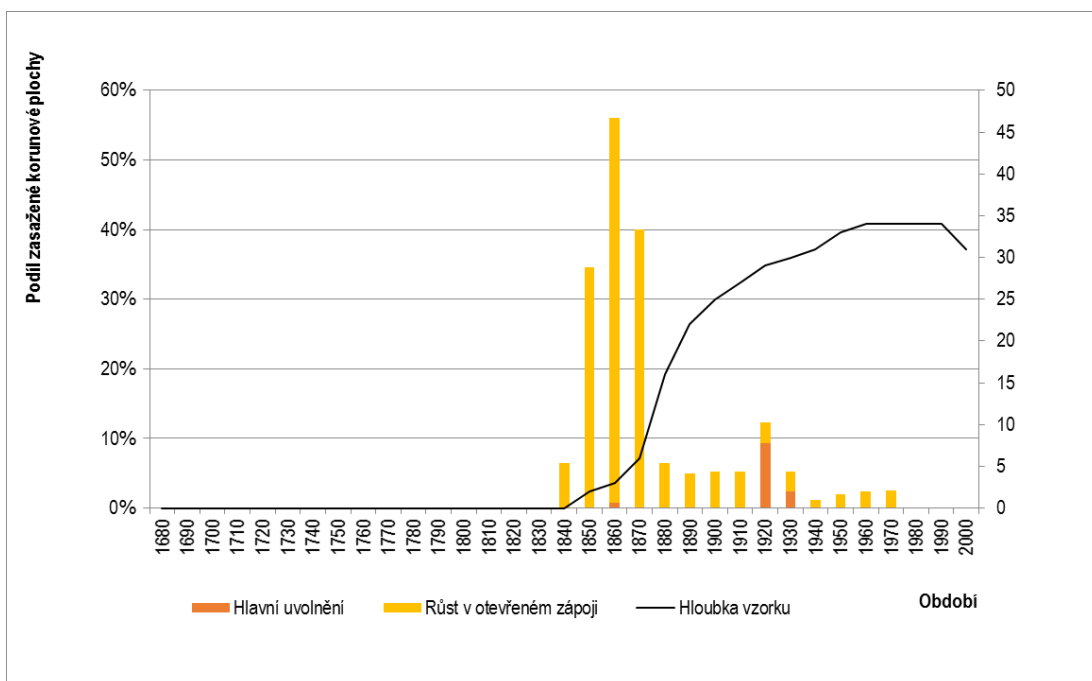
Příloha 16: Disturbanční historie lokality 000_2. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené korunové, rozdělený po dekádách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



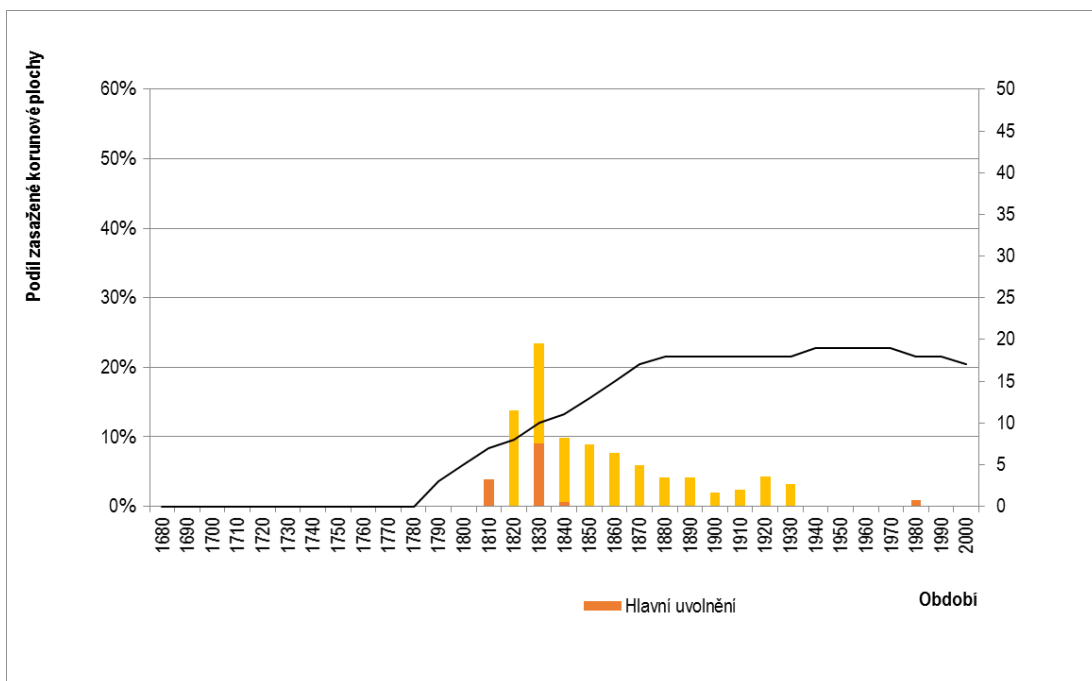
Příloha 17: Disturbanční historie lokality 002_1. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené korunové, rozdělený po dekádách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



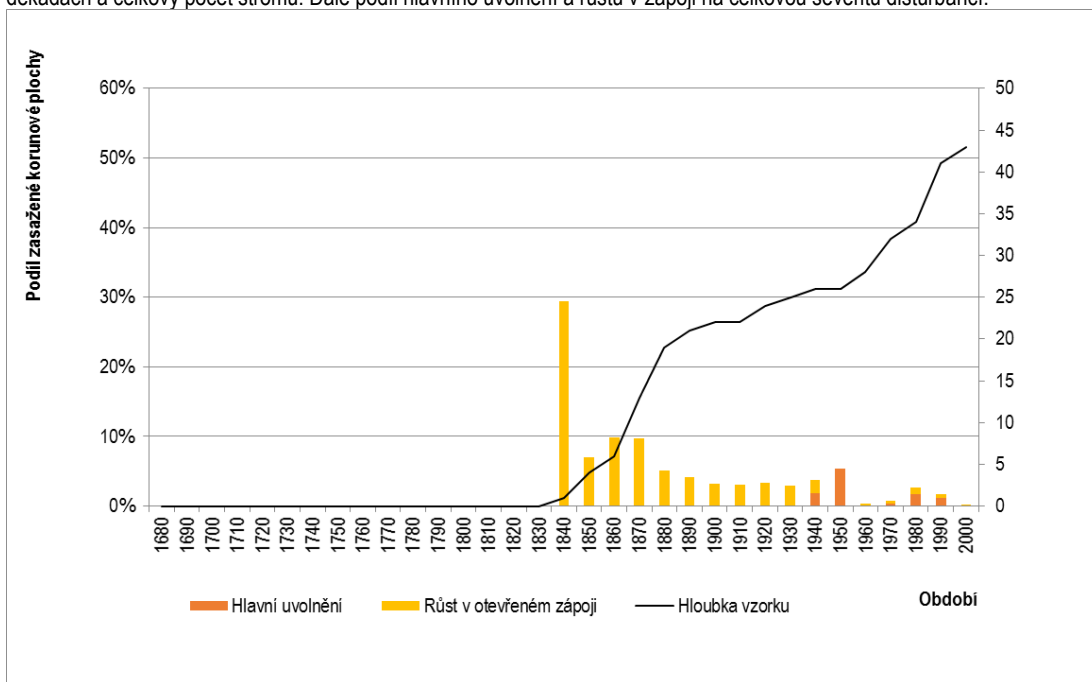
Příloha 18: Disturbanční historie lokality 002_2. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené koruny, rozdělený po dekádách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



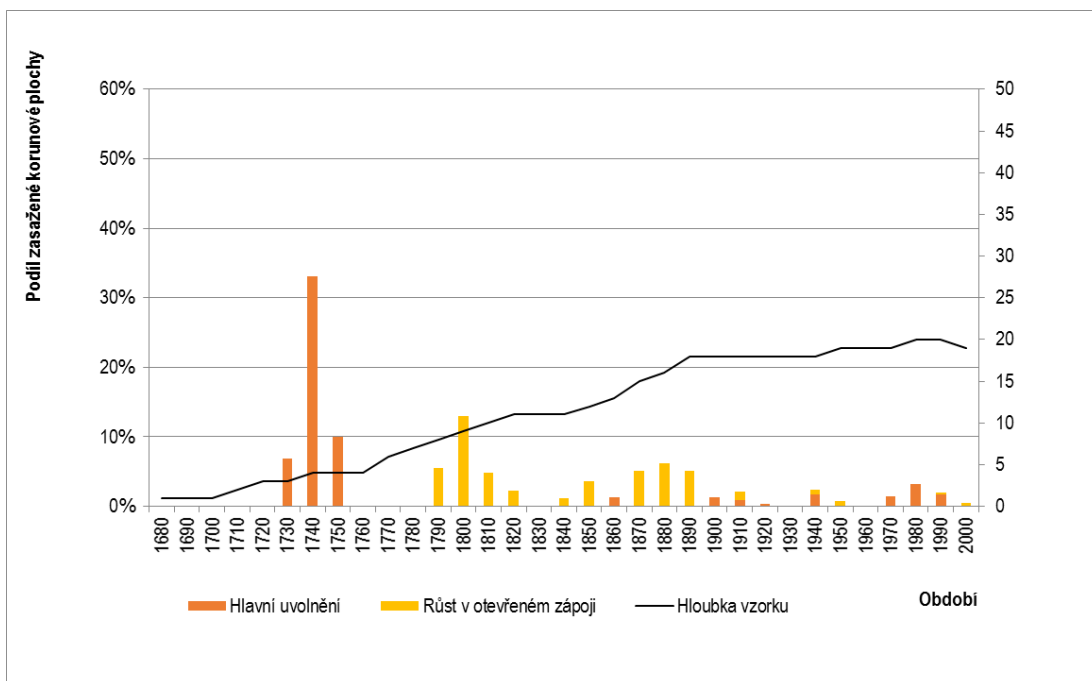
Příloha 19: Disturbanční historie lokality 003_1. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené koruny, rozdělený po dekádách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



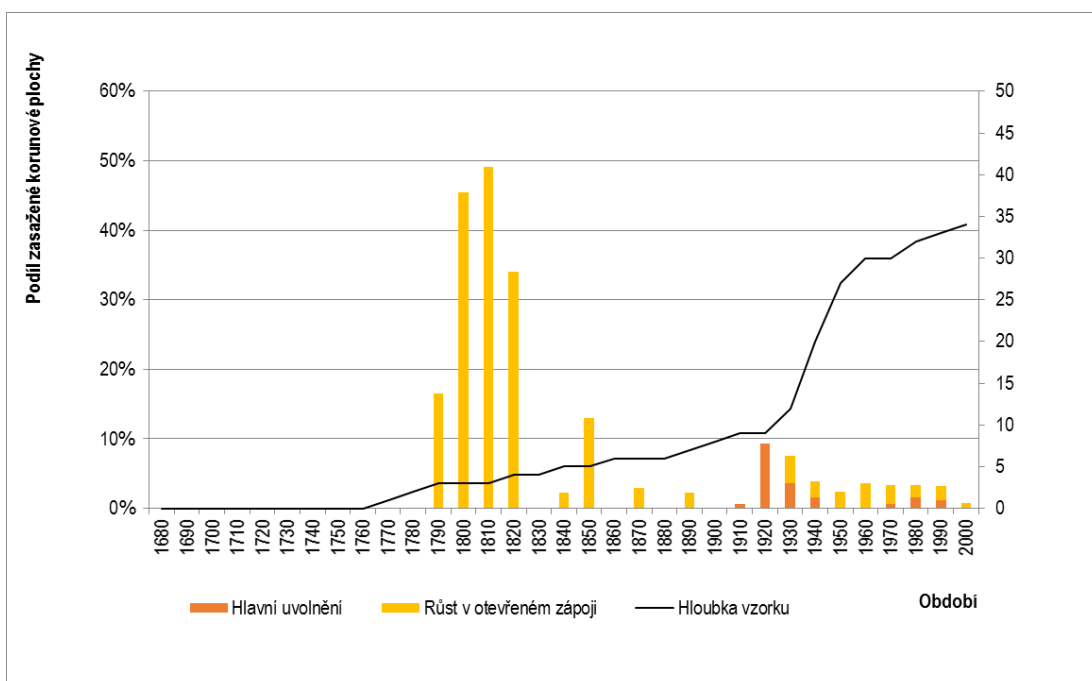
Příloha 20: Disturbanční historie lokality 003_2. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené korunové, rozdělený po dekadách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



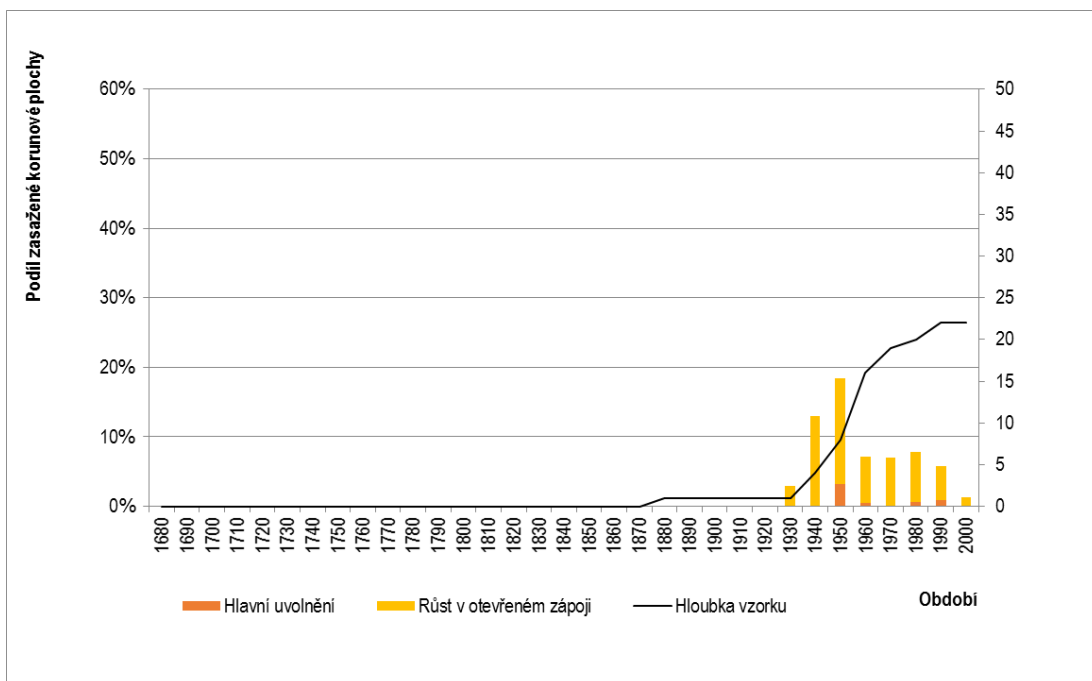
Příloha 21: Disturbanční historie lokality 004_1. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené korunové, rozdělený po dekadách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



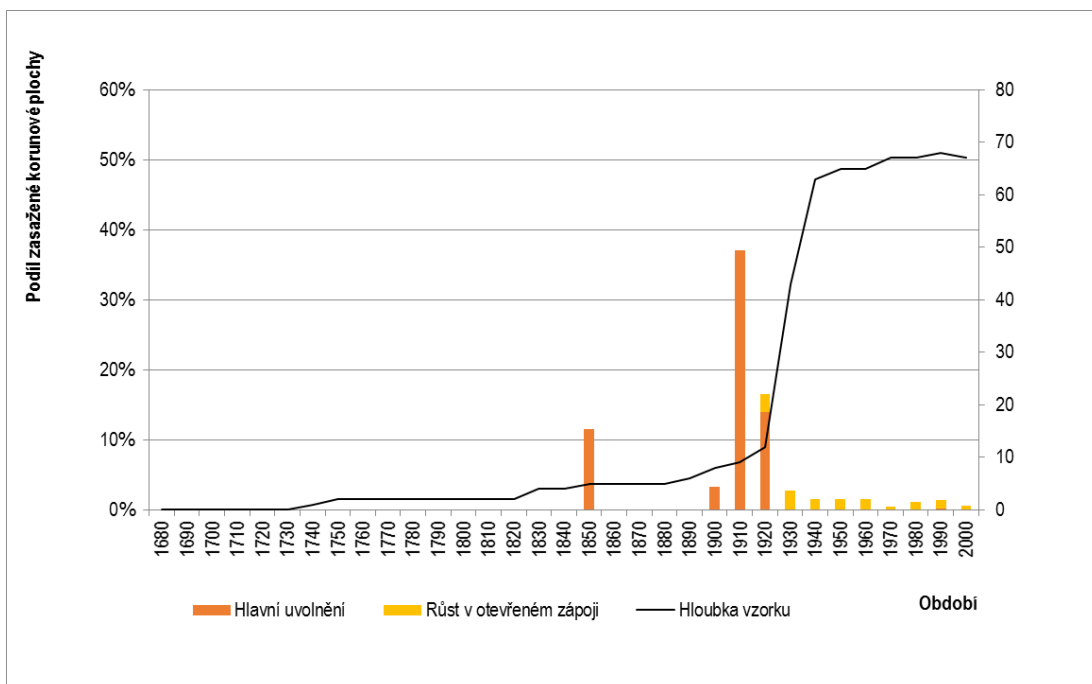
Příloha 22: Disturbanční historie lokality 004_2. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené koronové, rozdělený po dekadách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



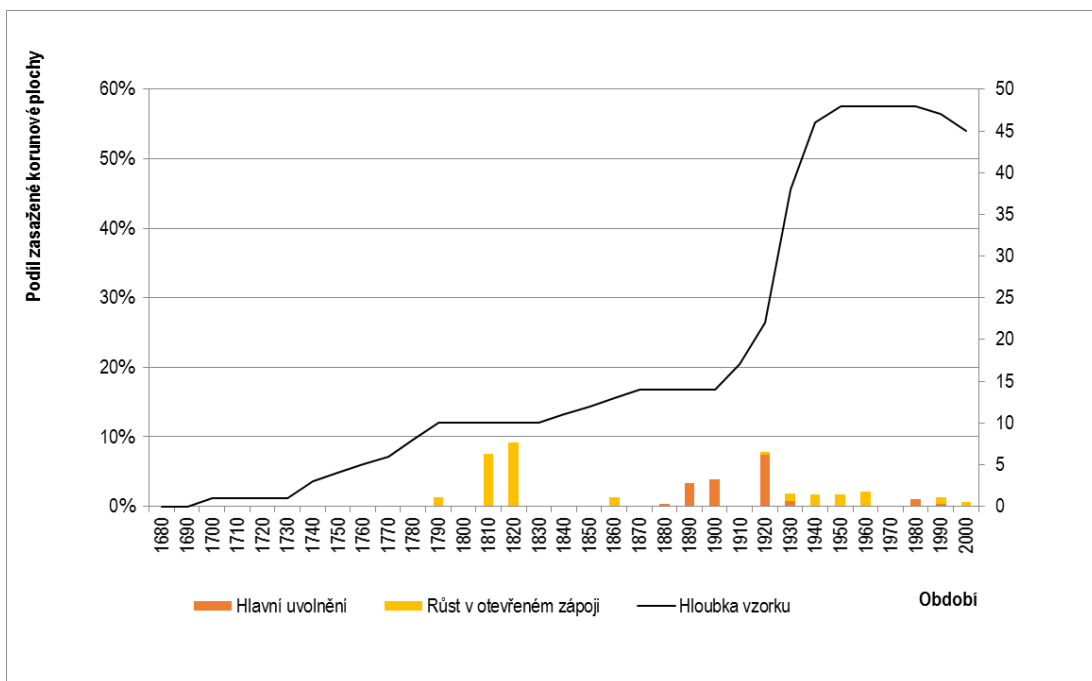
Příloha 23: Disturbanční historie lokality 005_1. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené koronové, rozdělený po dekadách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



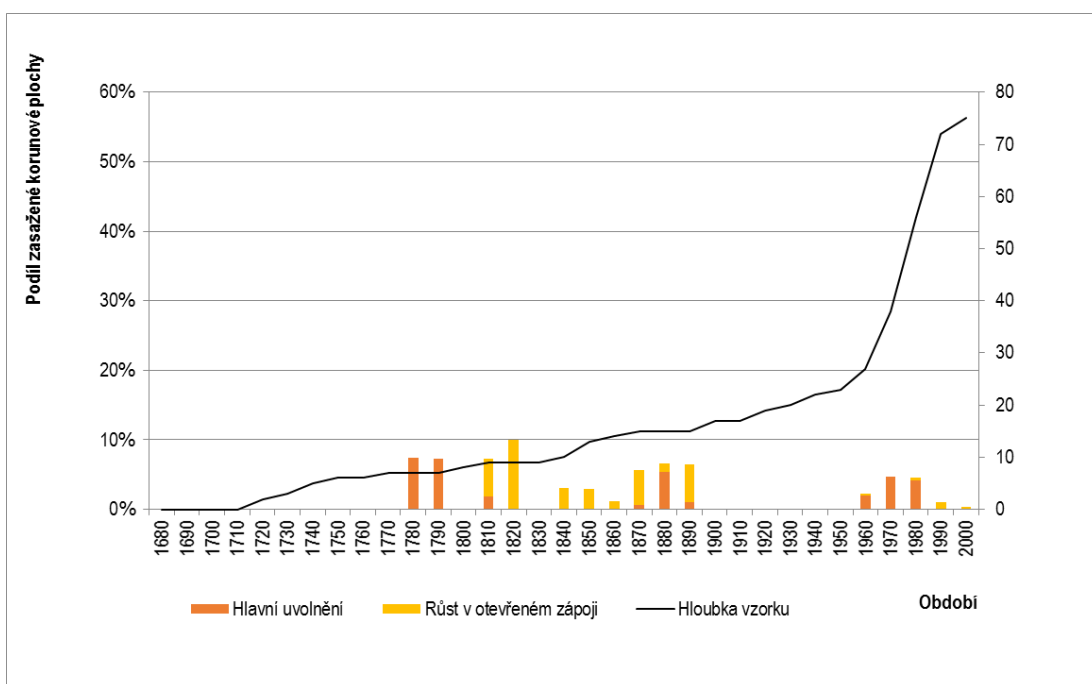
Příloha 24: Disturbanční historie lokality 005_2. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené koruny, rozdělený po dekádách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



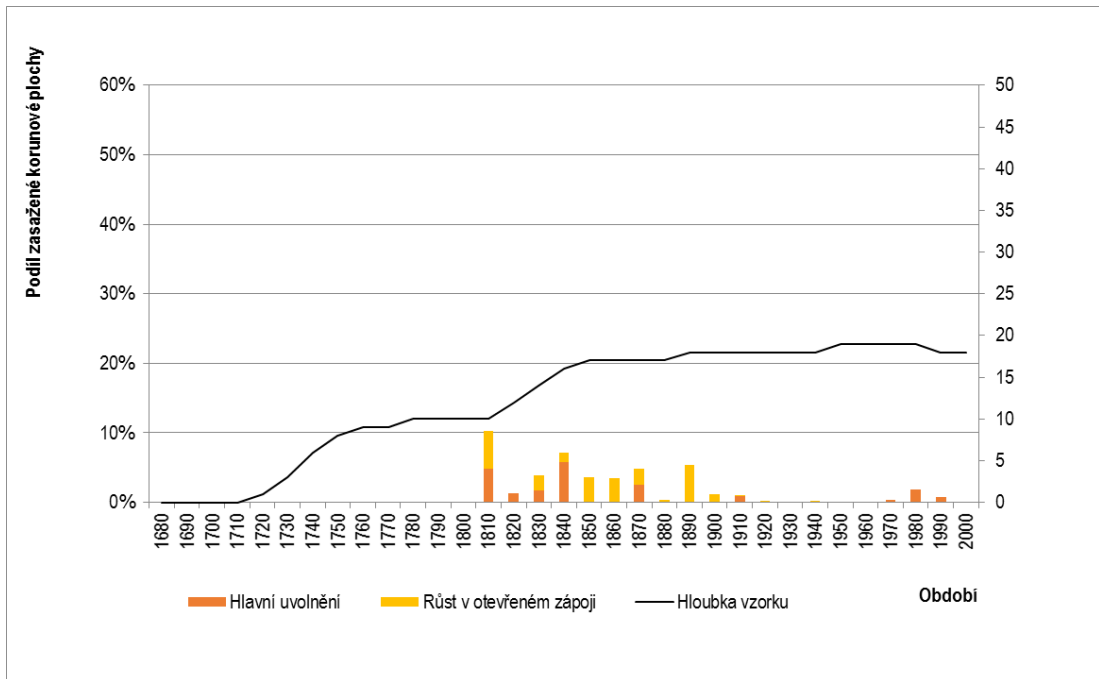
Příloha 25: Disturbanční historie lokality 006_1. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené koruny, rozdělený po dekádách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



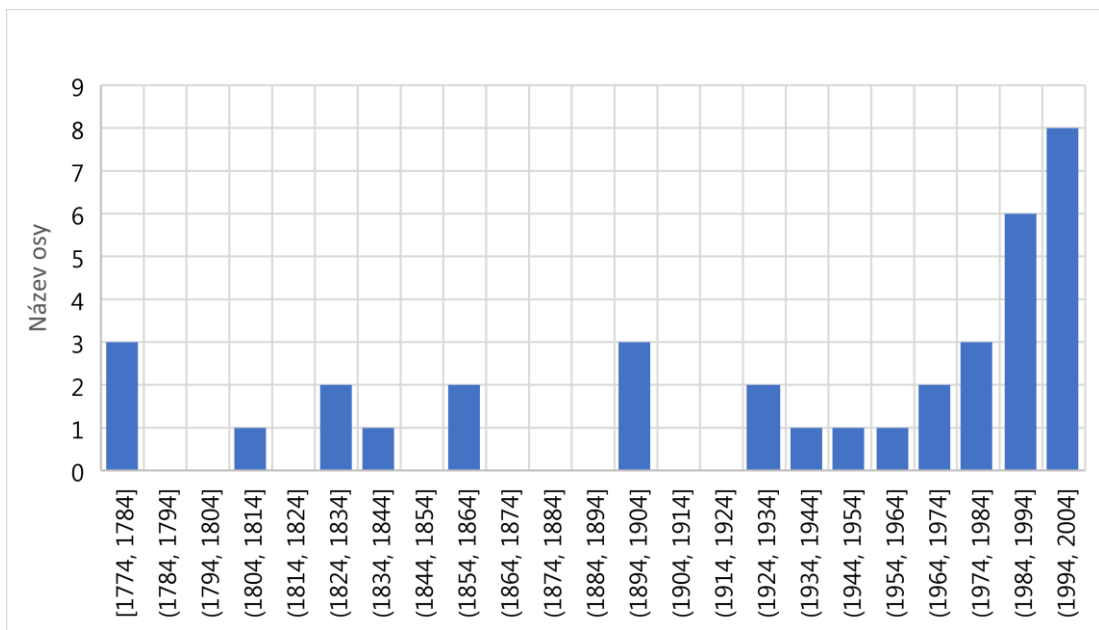
Příloha 26: Disturbanční historie lokality 006_2. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené korunné, rozdělený po dekadách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



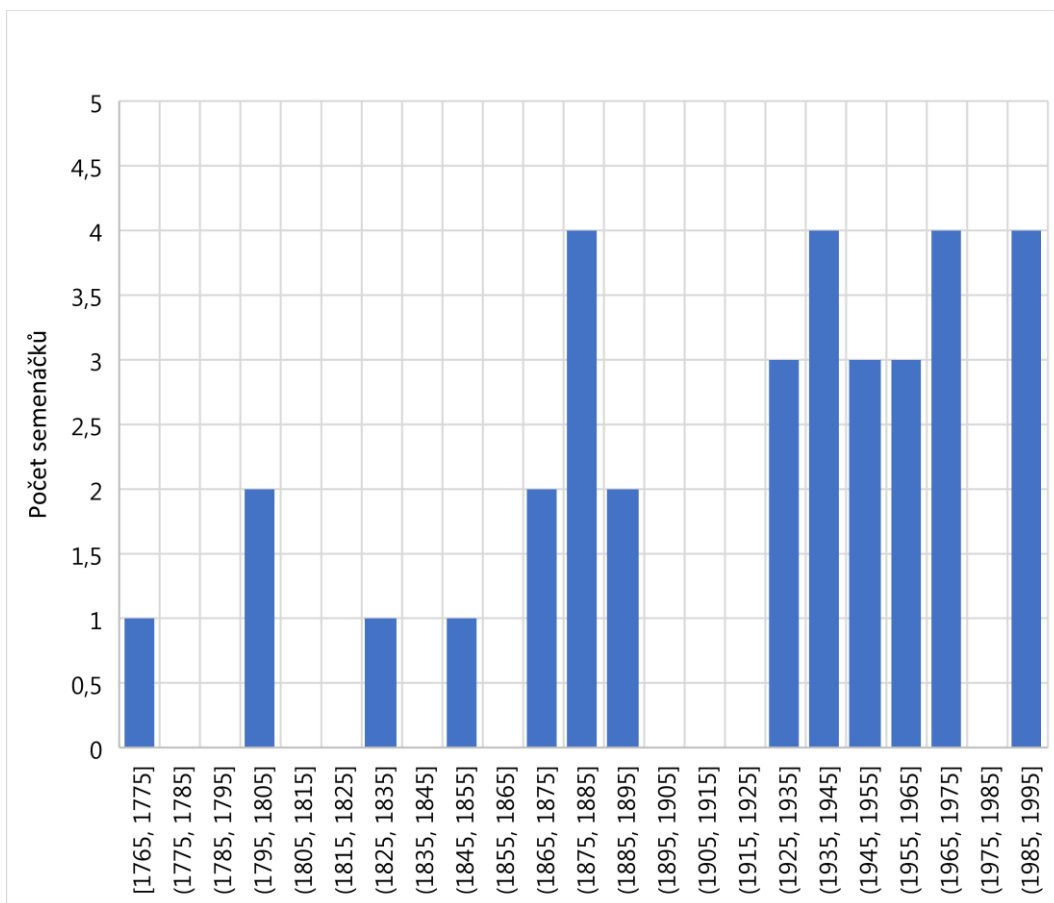
Příloha 27: Disturbanční historie lokality 007_1. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené korunné, rozdělený po dekadách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



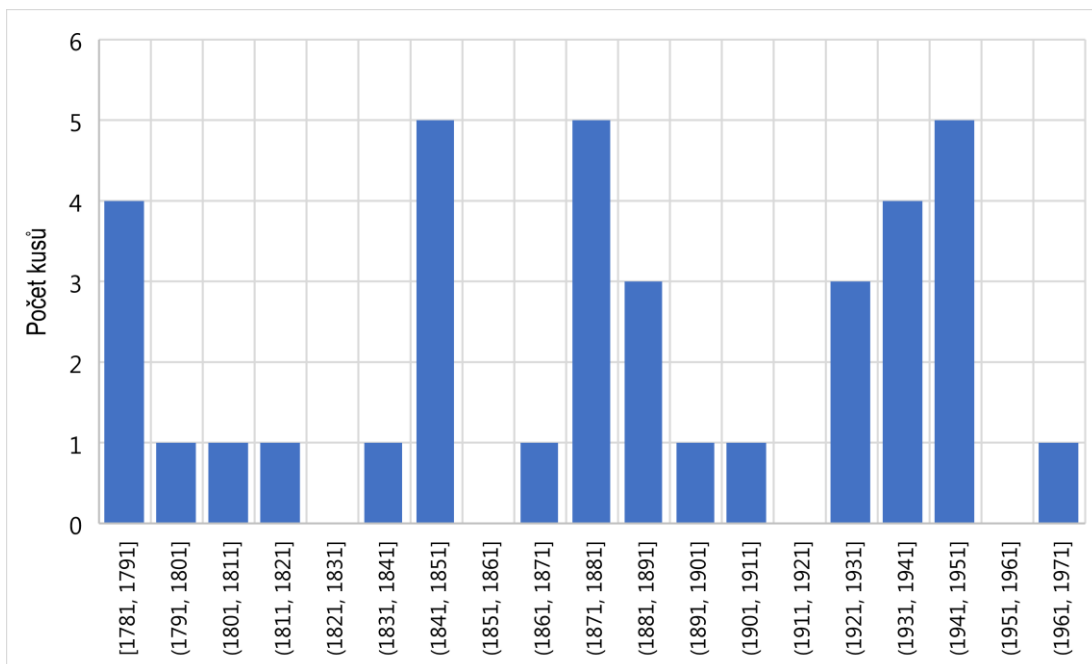
Příloha 28: Disturbanční historie lokality 007_2. Graf znázorňuje procentní podíl zasažené korunné, rozdělený po dekádách a celkový počet stromů. Dále podíl hlavního uvolnění a růstu v zápoji na celkovou severitu disturbancí.



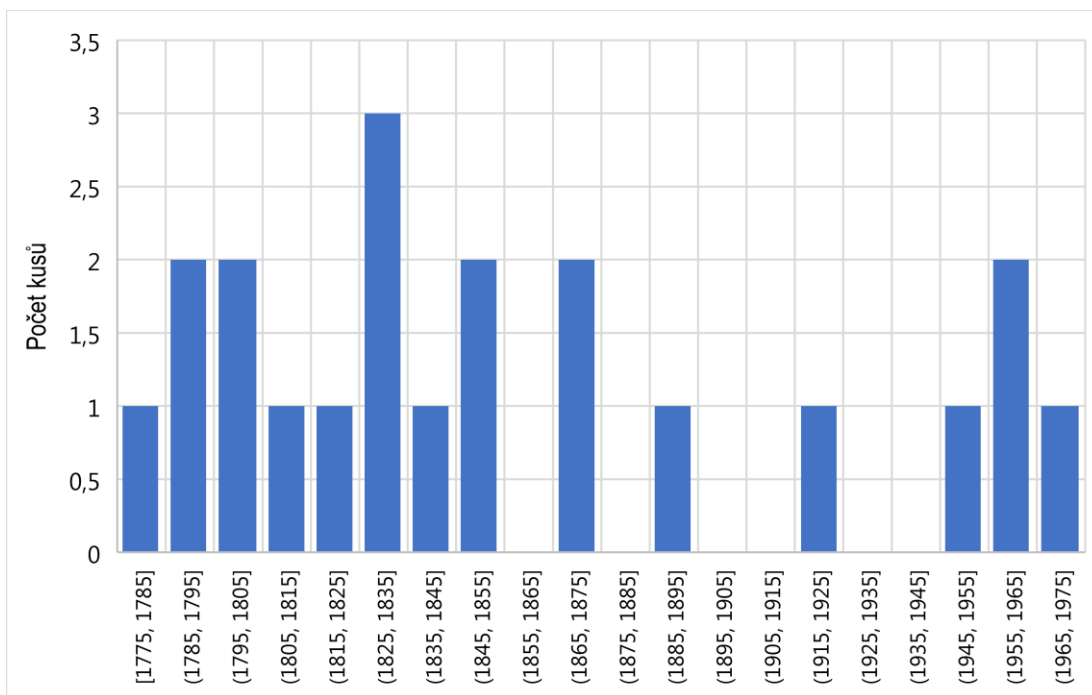
Příloha 29: Přehled zmlazení porostu na ploše 000_1, graf vykresluje počet vzejitých semenáčků v dané dekádě.



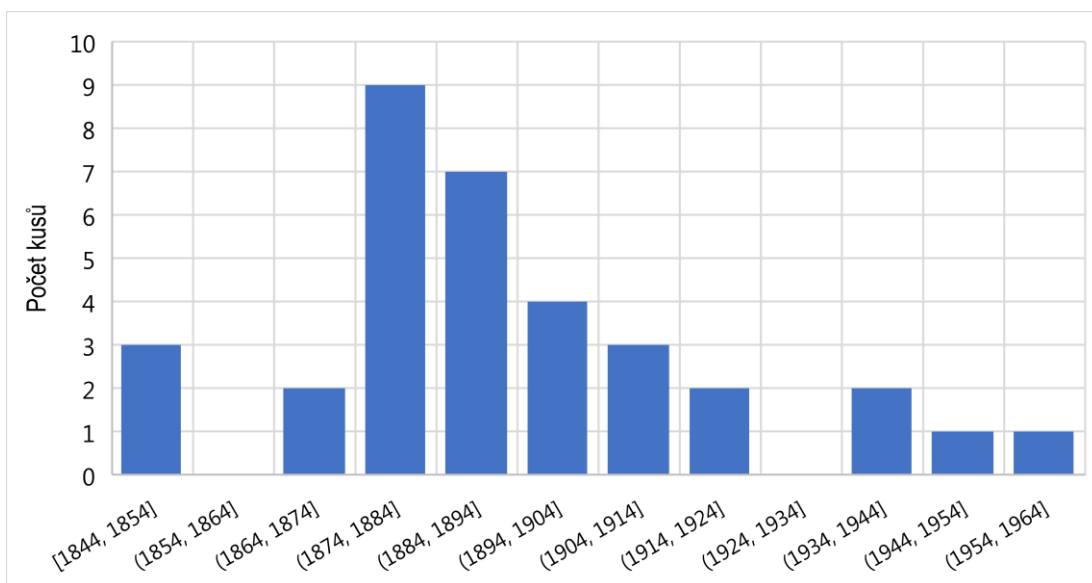
Příloha 30: Přehled zmlazení porostu na ploše 000_2, graf vykresluje počet vzejitých semenáčků v dané dekádě.



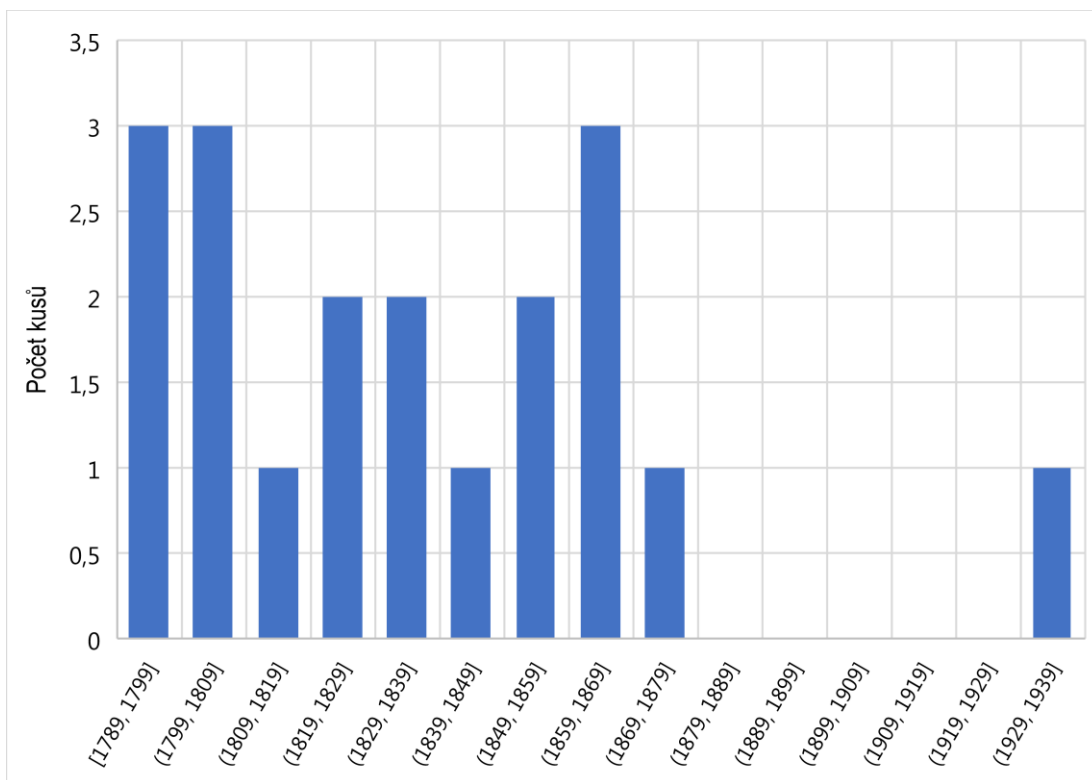
Příloha 31: Přehled zmlazení porostu na ploše 002_1, graf vykresluje počet vzejitých semenáčků v dané dekádě.



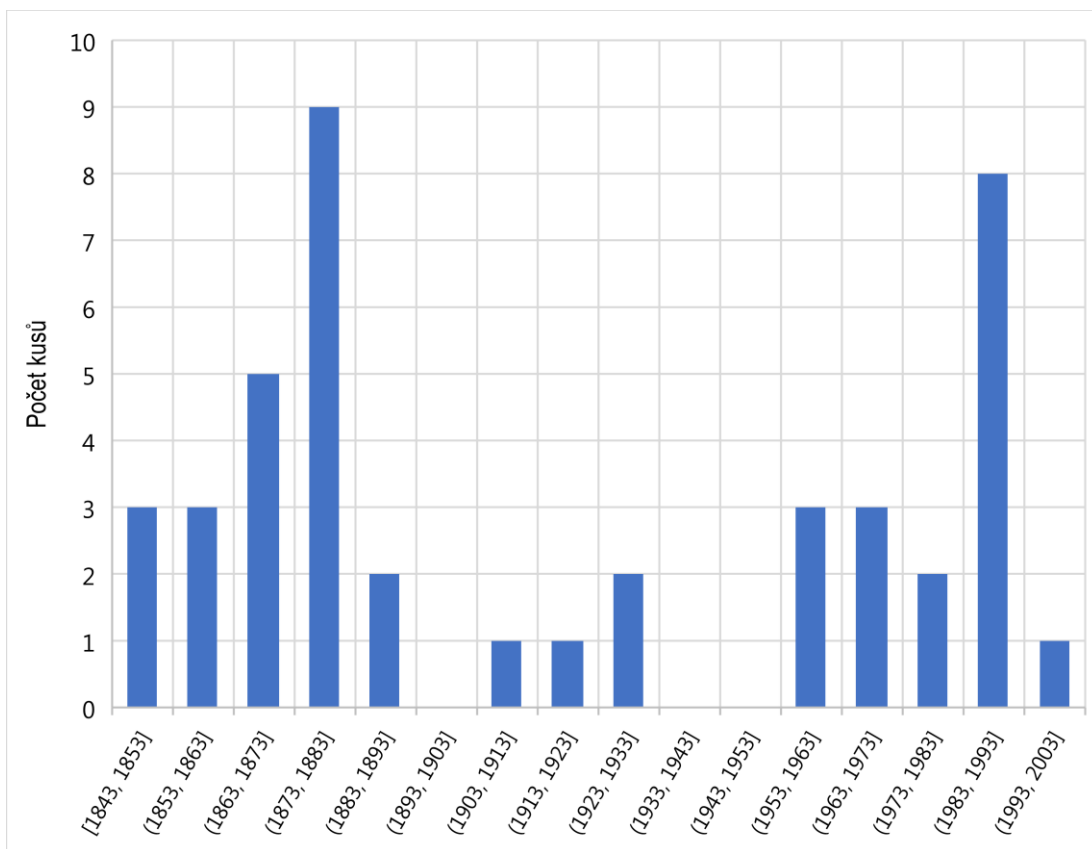
Příloha 32: Přehled zmlazení porostu na ploše 002_2, graf vykresluje počet vzejitých semenáčků v dané dekádě.



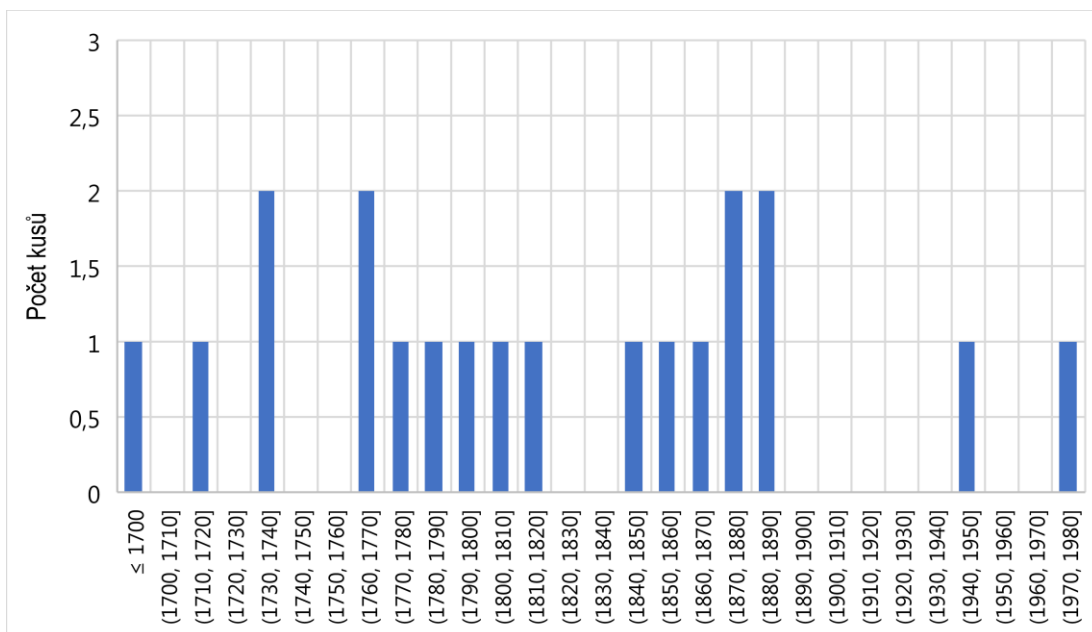
Příloha 33: Přehled zmlazení porostu na ploše 003_1, graf vykresluje počet vzejitých semenáčků v dané dekádě.



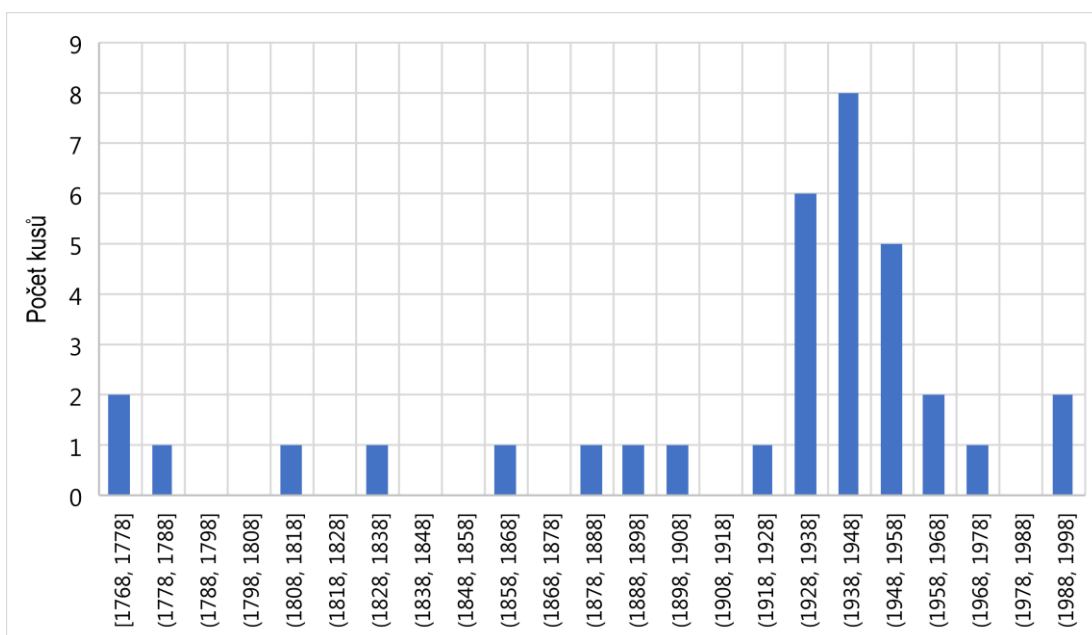
Příloha 34: Přehled zmlazení porostu na ploše 003_2, graf vykresluje počet vzejitých semenáčků v dané dekádě.



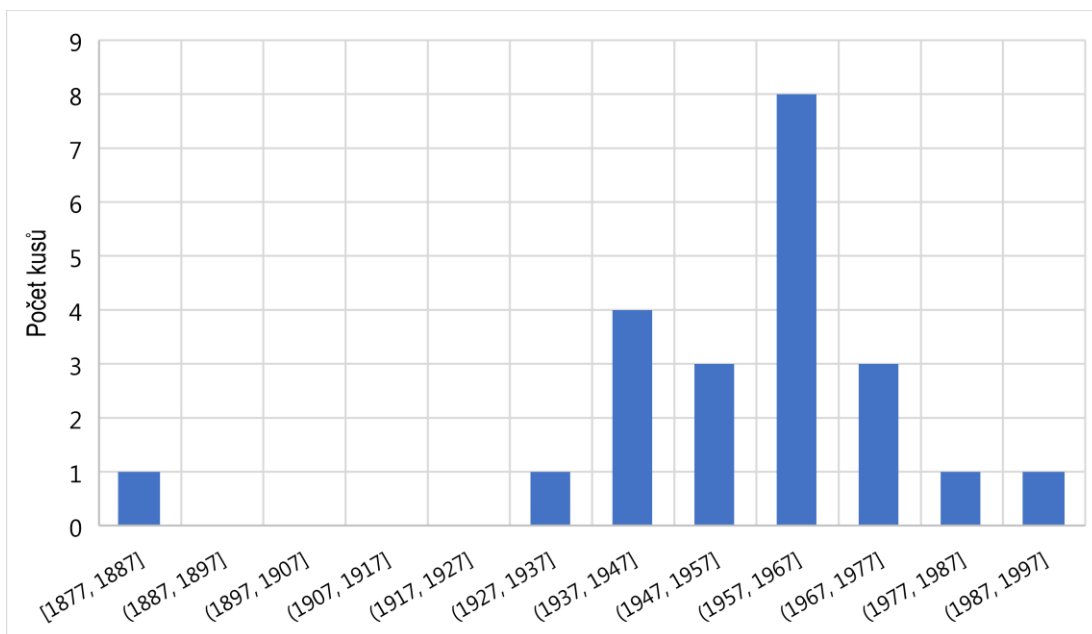
Příloha 35: Přehled zmlazení porostu na ploše 004_1, graf vykresluje počet vzejitých semenáčků v dané dekádě.



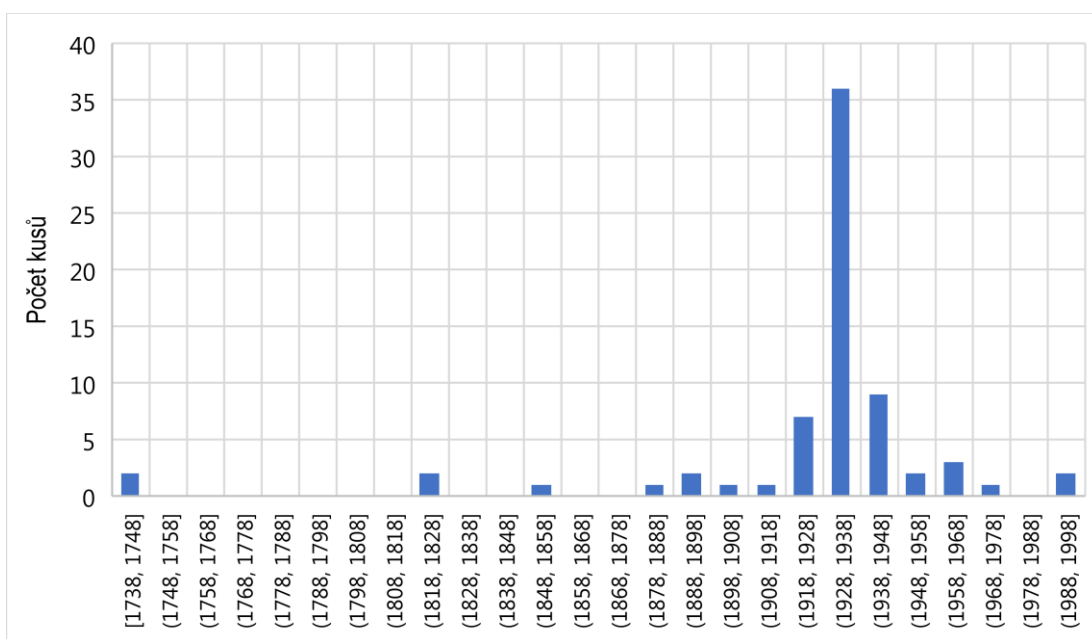
Příloha 36: Přehled zmlazení porostu na ploše 004_2, graf vykresluje počet vzejtých semenáčků v dané dekádě.



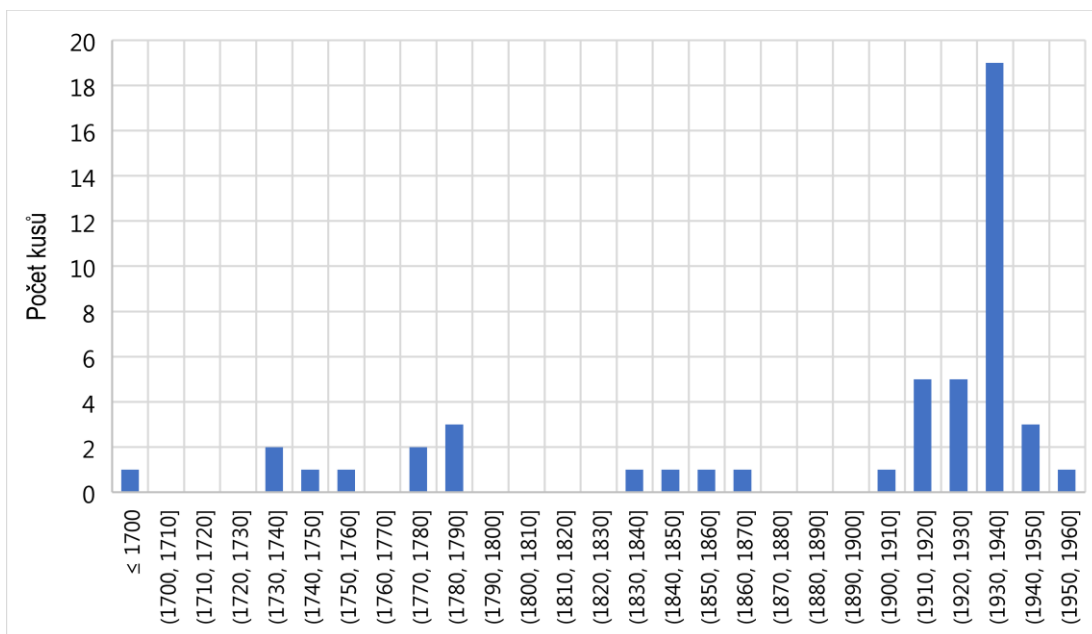
Příloha 37: Přehled zmlazení porostu na ploše 005_1, graf vykresluje počet vzejtých semenáčků v dané dekádě.



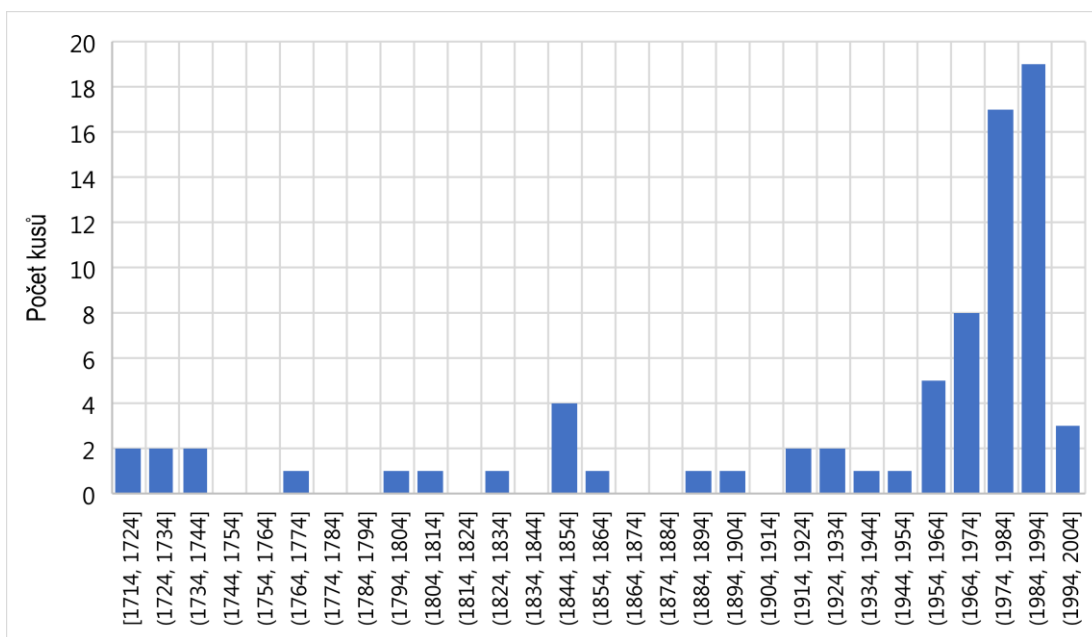
Příloha 38: Přehled zmlazení porostu na ploše 005_2, graf vykresluje počet vzejtých semenáčků v dané dekádě.



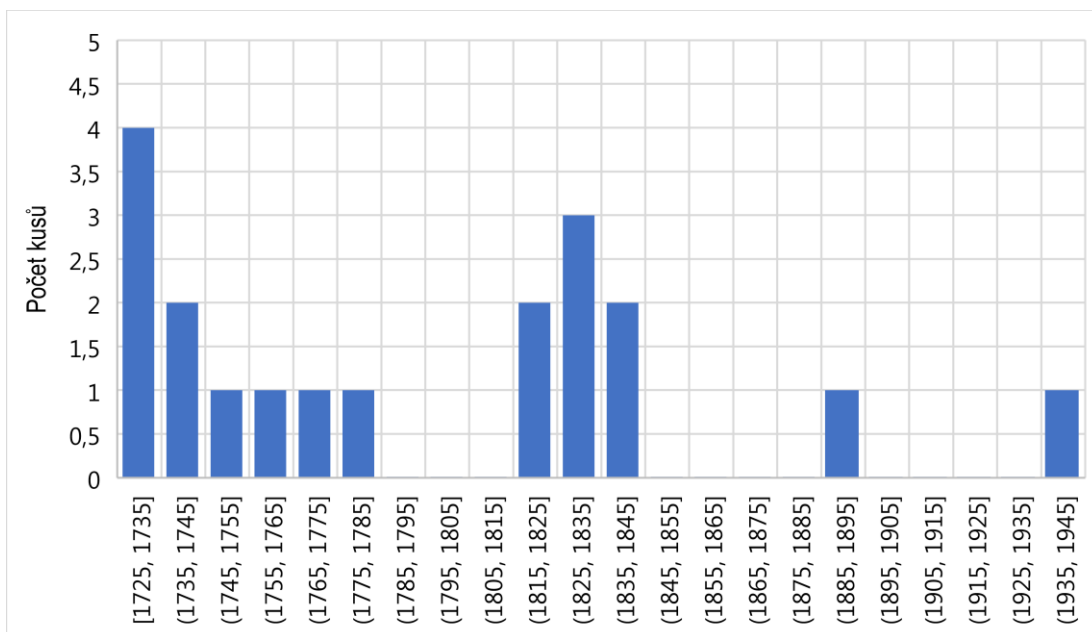
Příloha 39: Přehled zmlazení porostu na ploše 006_1, graf vykresluje počet vzejtých semenáčků v dané dekádě.



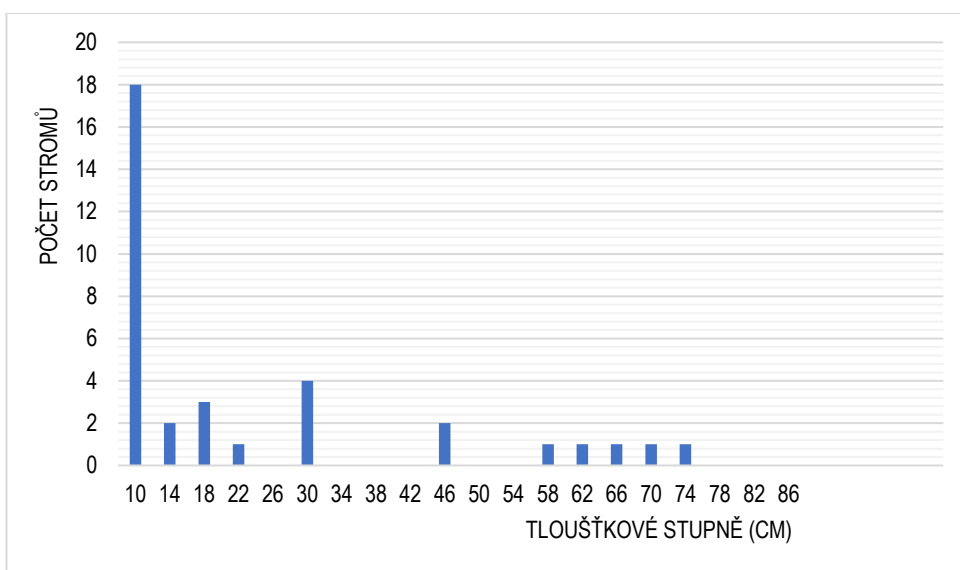
Příloha 40: Přehled zmlazení porostu na ploše 006_2, graf vykresluje počet vzejitých semenáčků v dané dekádě.



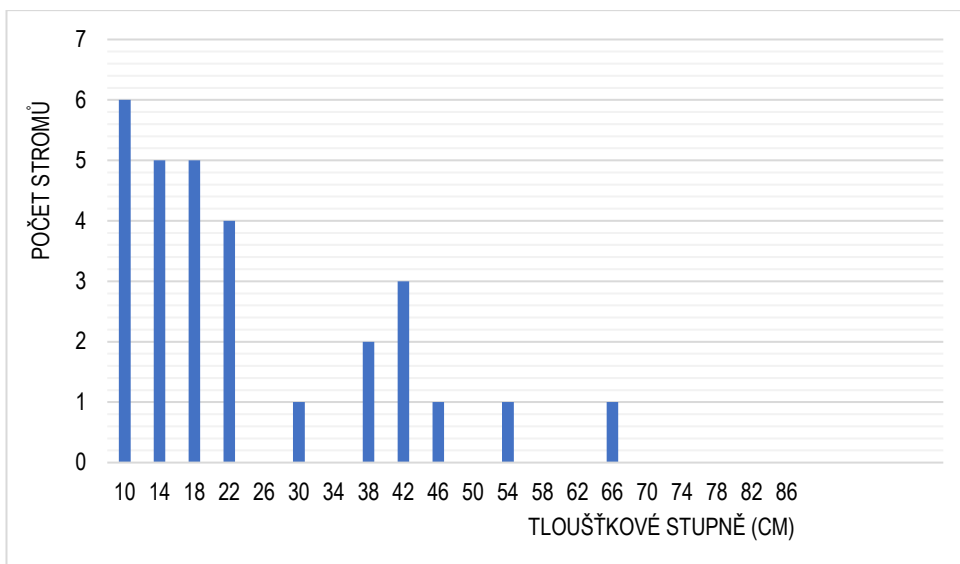
Příloha 41: Přehled zmlazení porostu na ploše 007_1, graf vykresluje počet vzejitých semenáčků v dané dekádě.



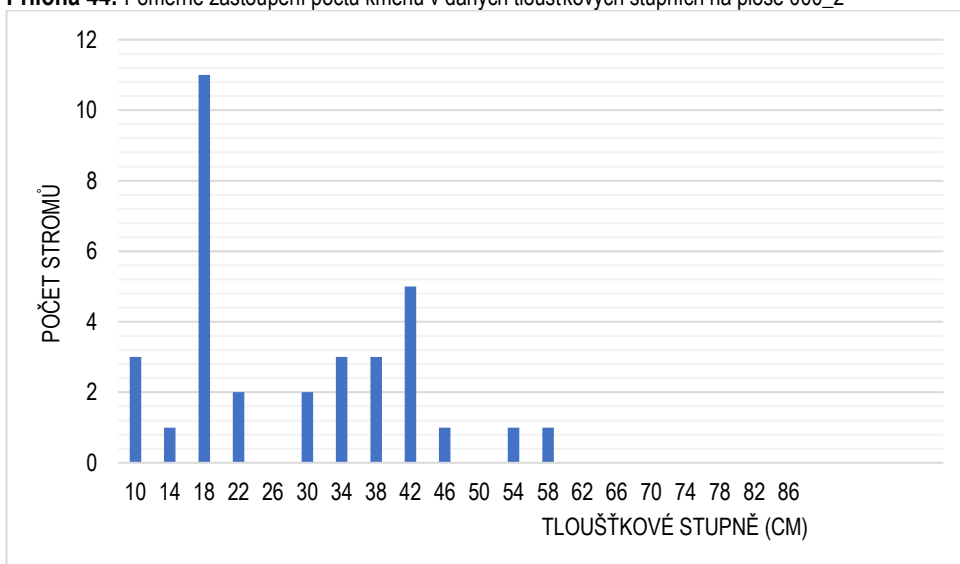
Příloha 42: Přehled zmlazení porostu na ploše 007_2, graf vykresluje počet vzejitých semenáčků v dané dekádě.



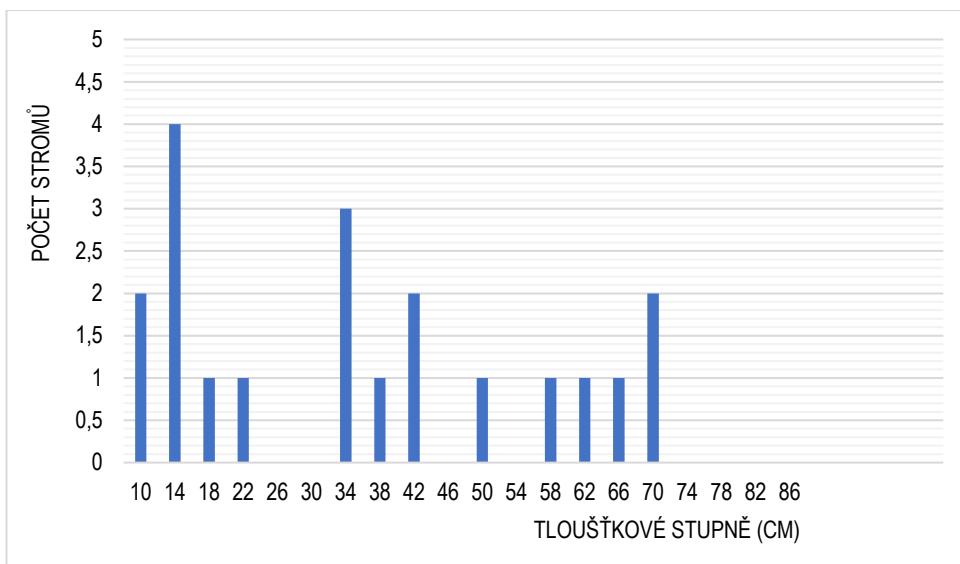
Příloha 43: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 000_1



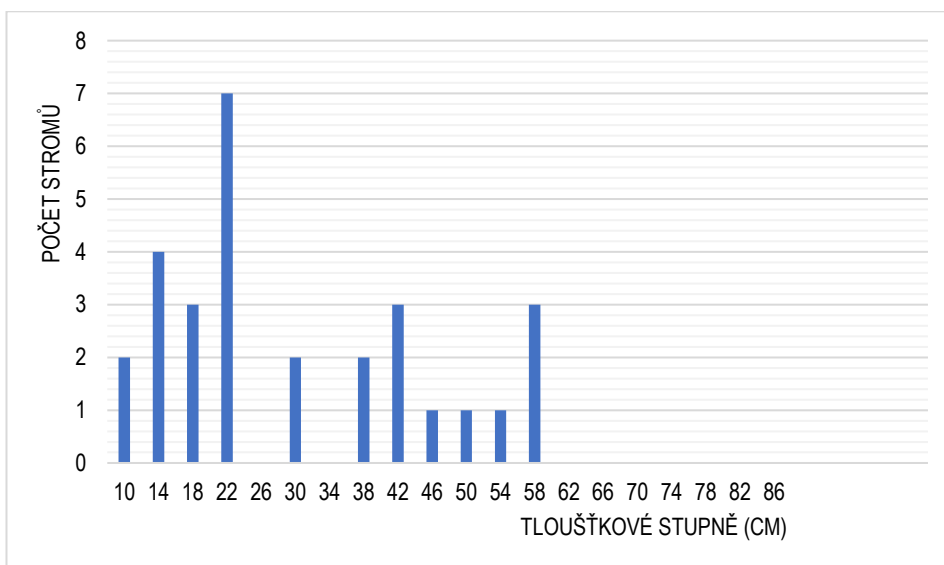
Příloha 44: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 000_2



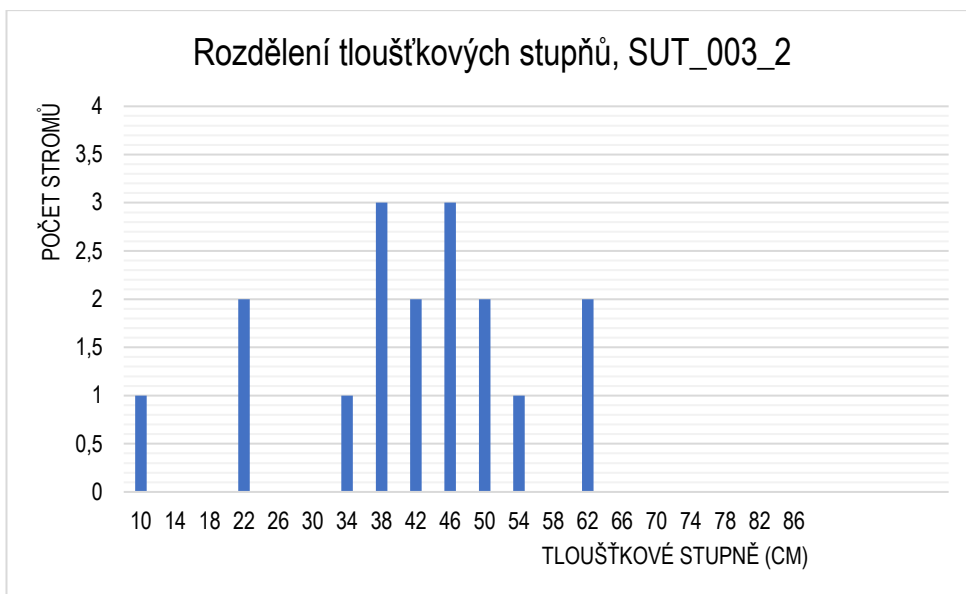
Příloha 45: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 002_1



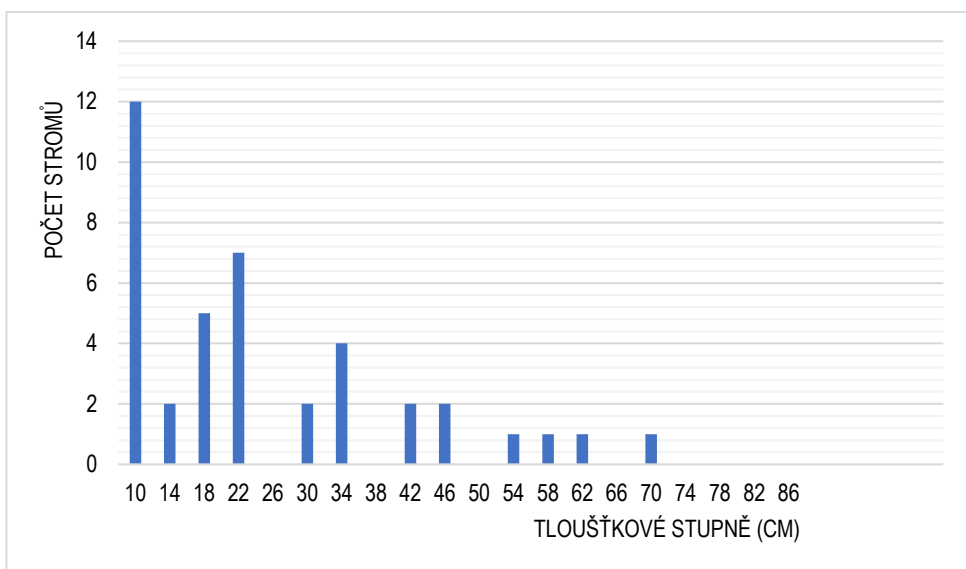
Příloha 46: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 002_2



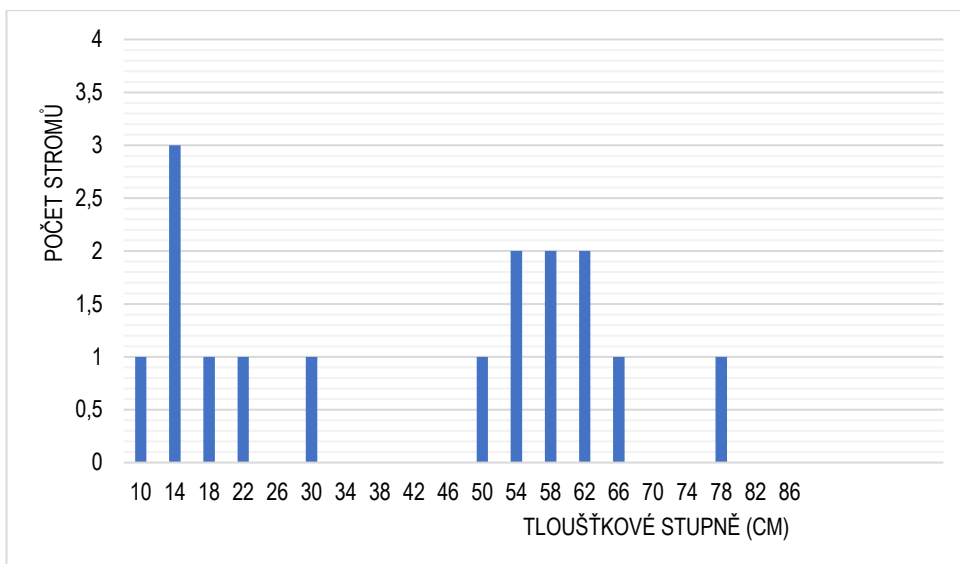
Příloha 47: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 003_1



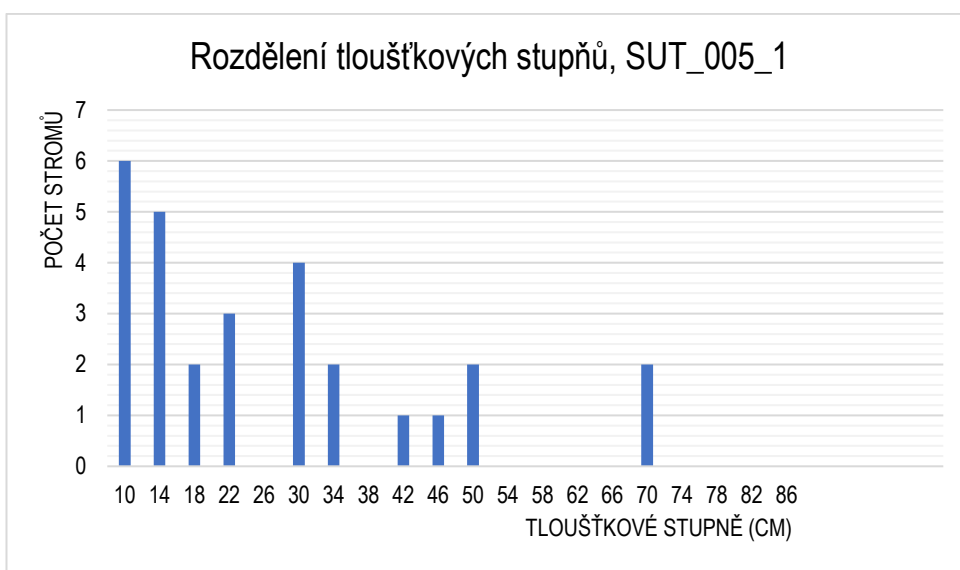
Příloha 48: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 003_2



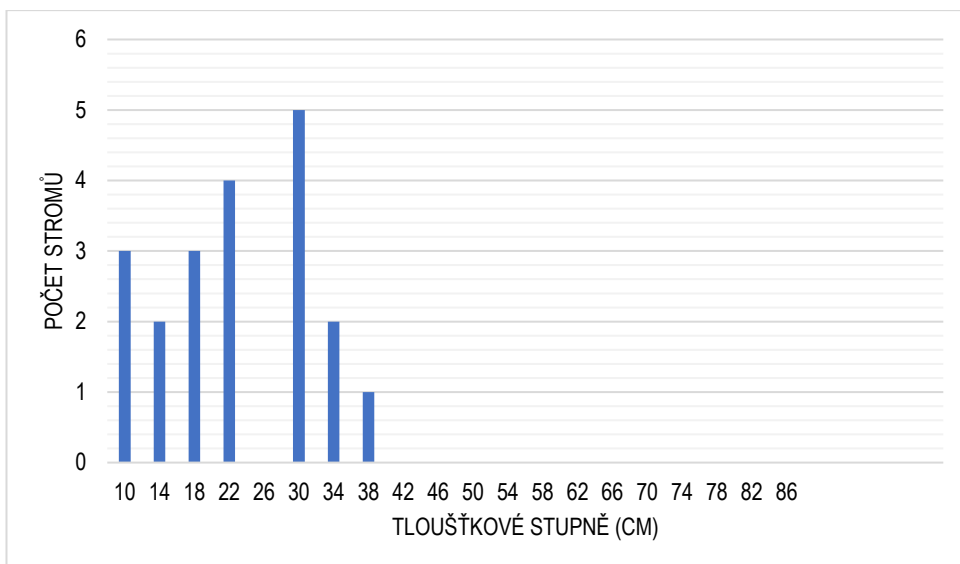
Příloha 49: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 004_1



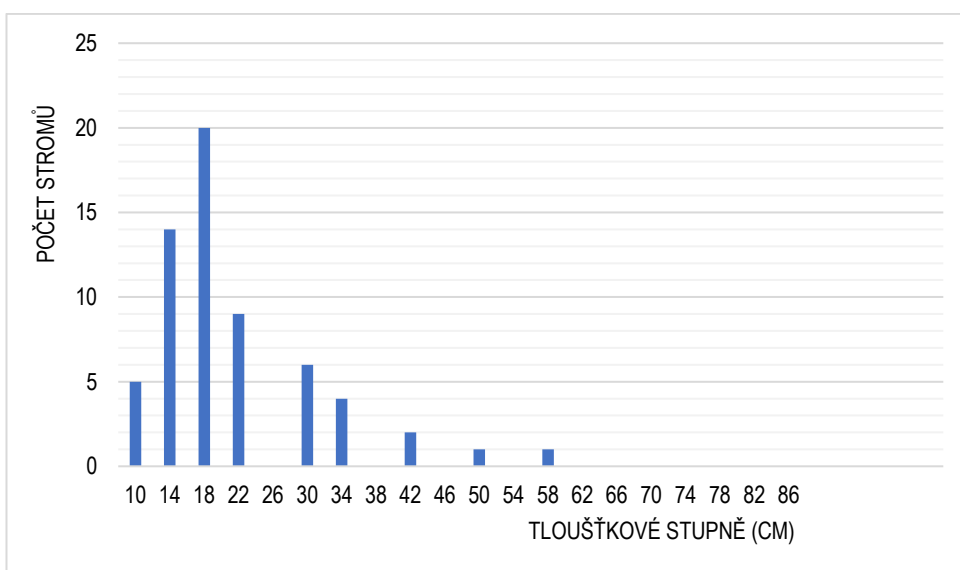
Příloha 50: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 004_2



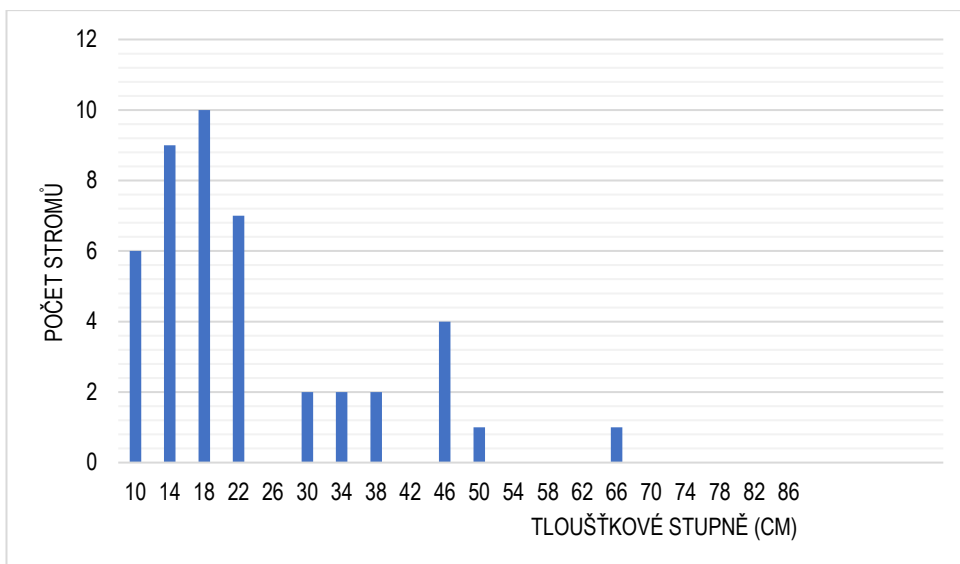
Příloha 51: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 005_1



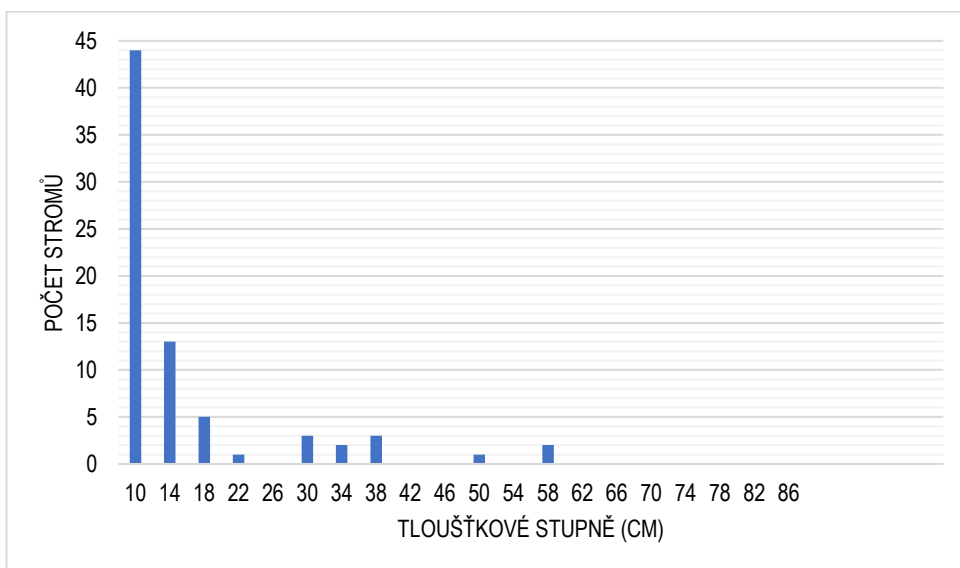
Příloha 52: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 005_2



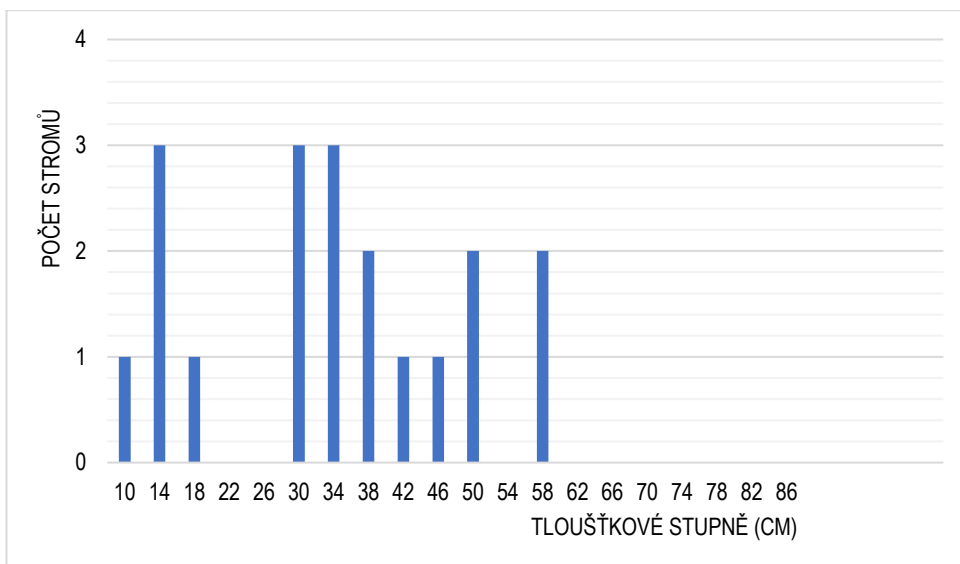
Příloha 53: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 006_1



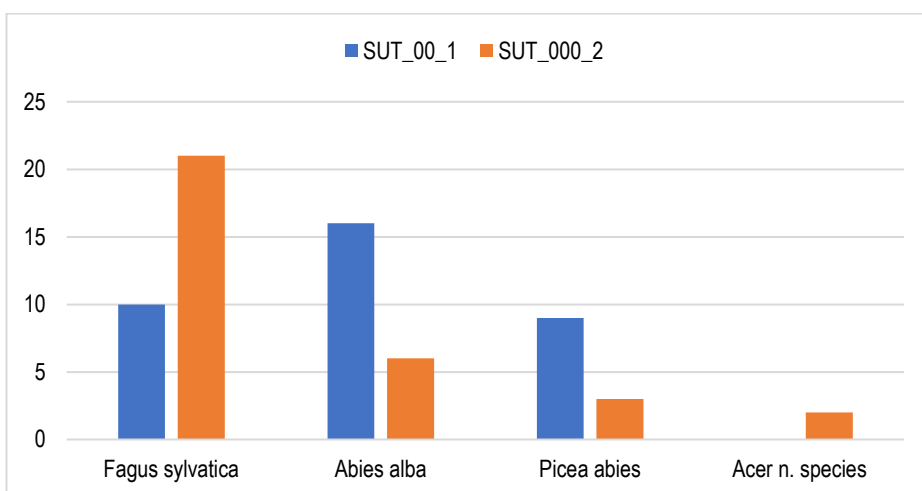
Příloha 54: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 006_2



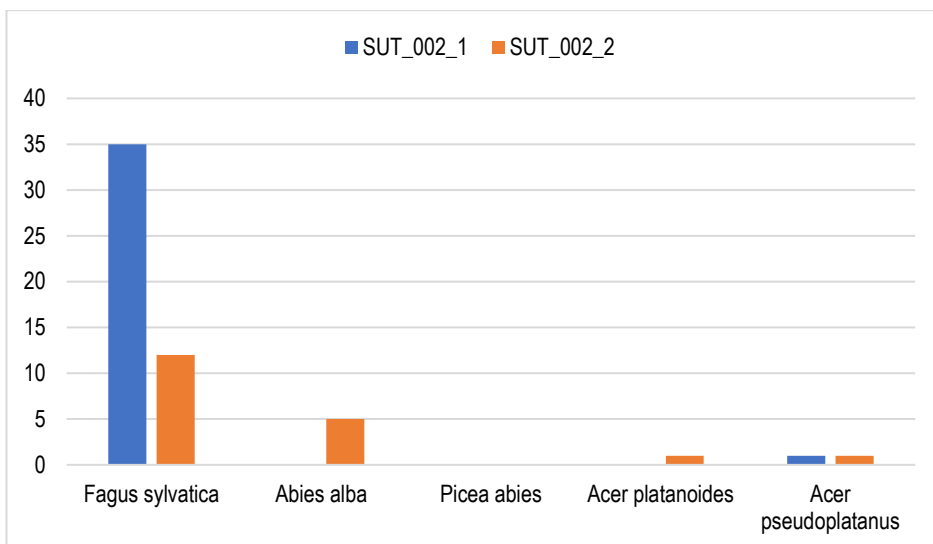
Příloha 55: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 007_1



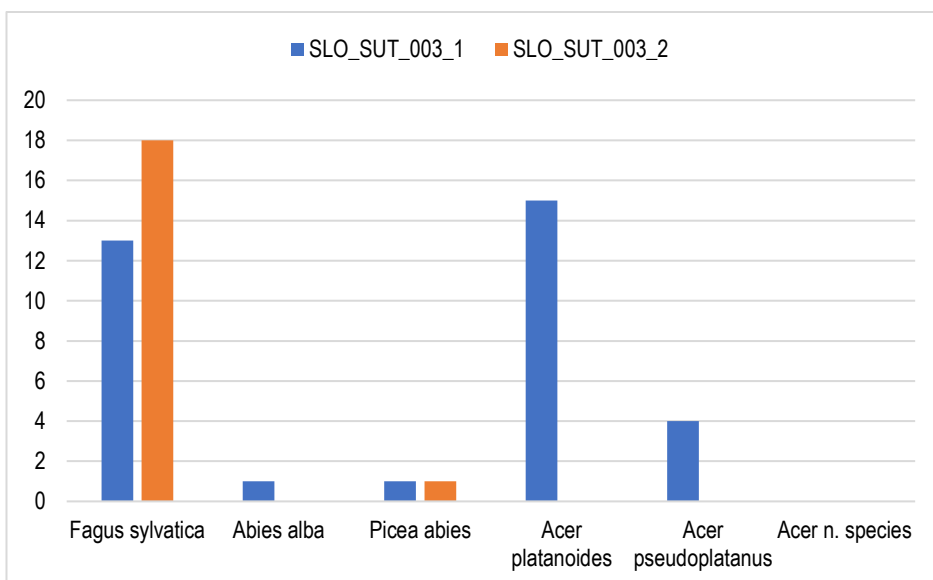
Příloha 56: Poměrné zastoupení počtu kmenů v daných tloušťkových stupních na ploše 007_2



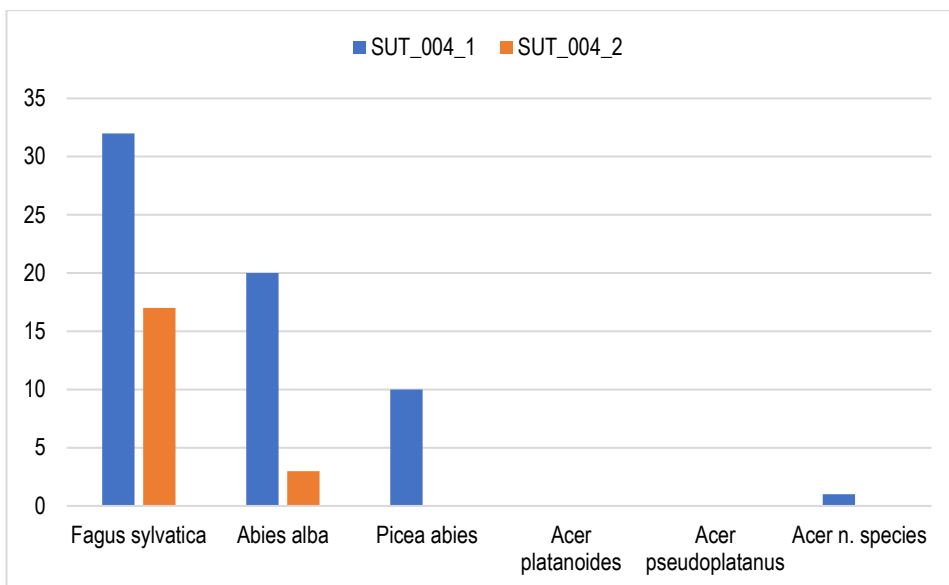
Příloha 57: Druhové složení dřevin na ploše 000_1 a 000_2



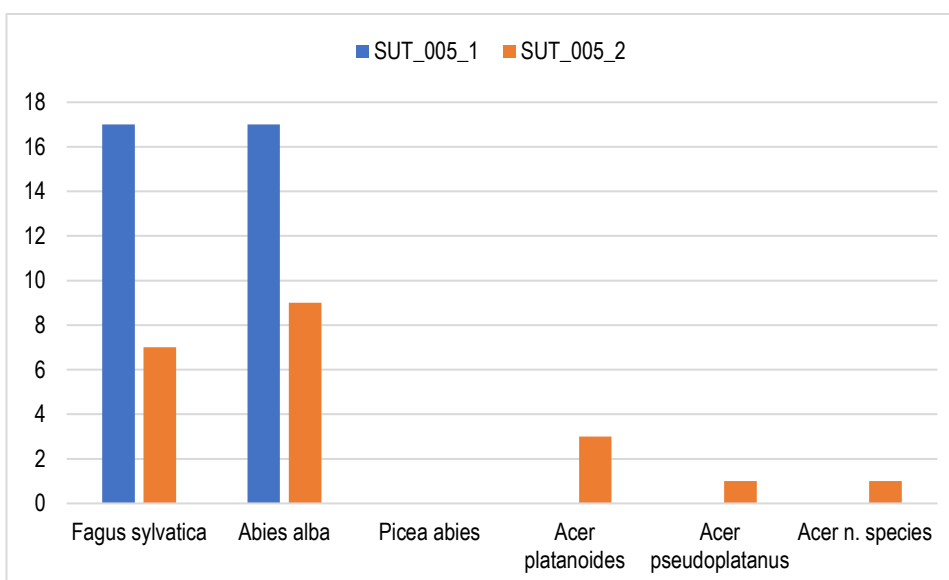
Příloha 58: Druhové složení dřevin na ploše 002_1 a 002_2



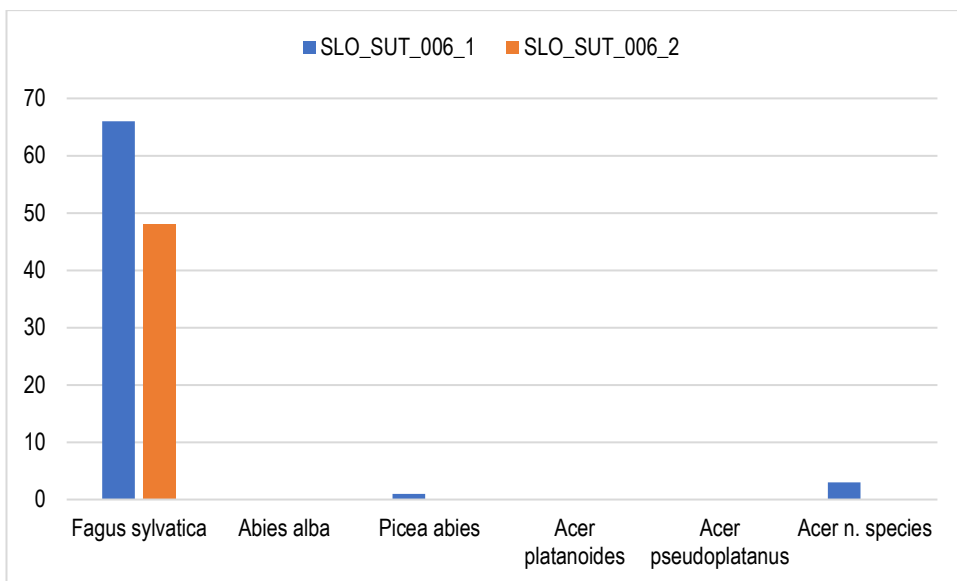
Příloha 59: Druhové složení dřevin na ploše 003_1 a 003_2



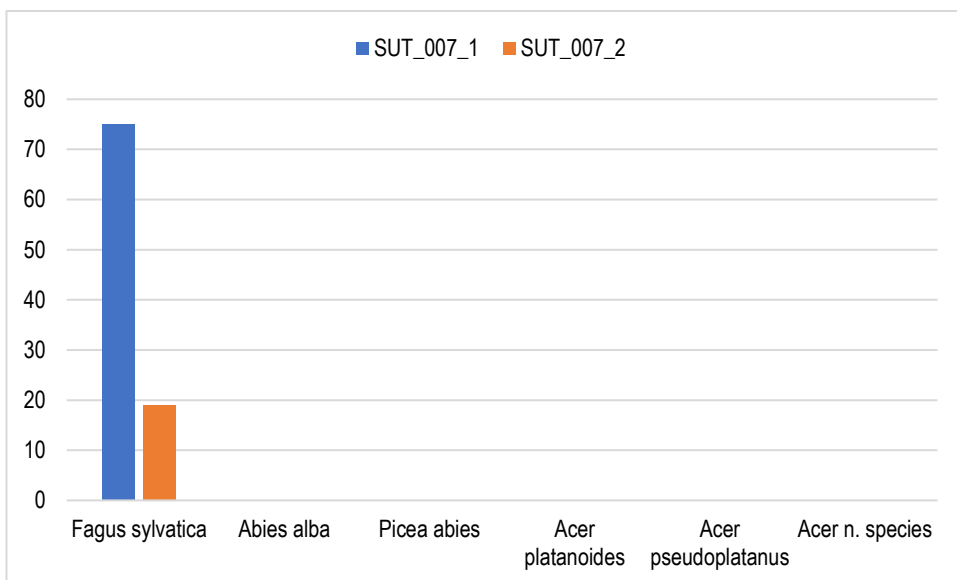
Příloha 60: Druhové složení dřevin na ploše 004_1 a 004_2



Příloha 61: Druhové složení dřevin na ploše 005_1 a 005_2



Příloha 62: Druhové složení dřevin na ploše 006_1 a 006_2



Příloha 63: Druhové složení dřevin na ploše 007_1 a 007_2

Příloha 64: Tabulka narušení koronové plochy. Hú 100% - hlavní uvolnění s PGC \geq 100 %, Ot. záp. – růst dřeviny pod otevřeným zápojem, Hv – hloubka vzorku (počet stromů)

| Dekáda | SUT_000_1 | | | SUT_000_2 | | | SUT_002_1 | | | SUT_002_2 | | | SUT_003_1 | | | SUT_003_2 | | | SUT_004_1 | | |
|--------|-----------|----------|----|-----------|----------|----|-----------|----------|------|-----------|----------|------|-----------|----------|------|-----------|----------|------|-----------|----------|------|
| | Hú 100% | Ot. záp. | Hv | Hú 100% | Ot. záp. | Hv | Hú 100% | Ot. záp. | Hv | Hú 100% | Ot. záp. | Hv | Hú 100% | Ot. záp. | Hv | Hú 100% | Ot. záp. | Hv | Hú 100% | Ot. záp. | Hv |
| 1680 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0% | 0.0% | 0.00 | 0% | 0.0% | 0.00 | 0% | 0.0% | 0.00 | 0% | 0.0% | 0.00 | 0% | 0.0% | 0.00 |
| 1690 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 |
| 1700 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 |
| 1710 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 |
| 1720 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 |
| 1730 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 |
| 1740 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 |
| 1750 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 |
| 1760 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 |
| 1770 | 0.0% | 0.0% | 0 | 0.0% | 0.0% | 1 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 |
| 1780 | 0.0% | 0.0% | 2 | 0.0% | 0.0% | 1 | 0% | 0% | 1 | 0% | 0% | 1 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 |
| 1790 | 0.0% | 19.2% | 3 | 0.0% | 0.0% | 2 | 0% | 0% | 4 | 0% | 10% | 3 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 3 | 0% | 0% | 0 |
| 1800 | 0.0% | 0.0% | 3 | 0.0% | 0.0% | 3 | 0% | 0% | 5 | 0% | 3% | 4 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 5 | 0% | 0% | 0 |
| 1810 | 4.6% | 24.2% | 4 | 2.9% | 0.0% | 3 | 1% | 0% | 6 | 0% | 10% | 6 | 0% | 0% | 0 | 4% | 0% | 7 | 0% | 0% | 0 |
| 1820 | 0.0% | 0.0% | 4 | 0.0% | 0.0% | 3 | 0% | 0% | 7 | 0% | 16% | 8 | 0% | 0% | 0 | 0% | 14% | 8 | 0% | 0% | 0 |
| 1830 | 0.0% | 5.0% | 6 | 0.0% | 0.0% | 3 | 0% | 0% | 7 | 7% | 19% | 10 | 0% | 0% | 0 | 9% | 14% | 10 | 0% | 0% | 0 |
| 1840 | 0.0% | 11.7% | 7 | 0.0% | 0.0% | 4 | 0% | 8% | 10 | 0% | 12% | 11 | 0% | 6% | 0 | 1% | 9% | 11 | 0% | 29% | 1 |
| 1850 | 0.0% | 9.0% | 7 | 0.0% | 0.0% | 5 | 5% | 6% | 15 | 0% | 7% | 13 | 0% | 35% | 2 | 0% | 9% | 13 | 0% | 7% | 4 |
| 1860 | 0.0% | 5.7% | 8 | 6.0% | 9.6% | 5 | 12% | 1% | 16 | 0% | 8% | 14 | 1% | 55% | 3 | 0% | 8% | 15 | 0% | 10% | 6 |
| 1870 | 0.0% | 5.3% | 9 | 0.0% | 15.1% | 7 | 0% | 9% | 19 | 0% | 8% | 14 | 0% | 40% | 6 | 0% | 6% | 17 | 0% | 10% | 13 |
| 1880 | 0.0% | 7.3% | 9 | 0.0% | 11.6% | 10 | 0% | 4% | 20 | 0% | 1% | 15 | 0% | 6% | 16 | 0% | 4% | 18 | 0% | 5% | 19 |
| 1890 | 3.3% | 5.7% | 9 | 0.0% | 10.1% | 12 | 0% | 4% | 22 | 0% | 2% | 15 | 0% | 5% | 22 | 0% | 4% | 18 | 0% | 4% | 21 |
| 1900 | 0.0% | 5.2% | 11 | 0.0% | 4.2% | 13 | 0% | 0% | 23 | 0% | 2% | 16 | 0% | 5% | 25 | 0% | 2% | 18 | 0% | 3% | 22 |
| 1910 | 0.0% | 6.0% | 12 | 0.0% | 5.6% | 13 | 4% | 0% | 24 | 0% | 3% | 16 | 0% | 5% | 27 | 0% | 2% | 18 | 0% | 3% | 22 |
| 1920 | 0.0% | 3.8% | 12 | 0.0% | 9.4% | 13 | 19% | 1% | 24 | 0% | 2% | 17 | 9% | 3% | 29 | 0% | 4% | 18 | 0% | 3% | 24 |
| 1930 | 0.0% | 0.0% | 14 | 0.0% | 3.5% | 17 | 0% | 3% | 28 | 0% | 1% | 17 | 2% | 3% | 30 | 0% | 3% | 18 | 0% | 3% | 25 |
| 1940 | 0.0% | 0.0% | 15 | 0.0% | 0.7% | 20 | 0% | 2% | 33 | 0% | 1% | 17 | 0% | 1% | 31 | 0% | 0% | 19 | 2% | 2% | 26 |
| 1950 | 1.2% | 0.0% | 16 | 0.4% | 0.5% | 23 | 0% | 2% | 36 | 1% | 1% | 17 | 0% | 2% | 33 | 0% | 0% | 19 | 5% | 0% | 26 |
| 1960 | 0.0% | 1.8% | 17 | 0.0% | 0.7% | 26 | 0% | 2% | 36 | 0% | 0% | 19 | 0% | 2% | 34 | 0% | 0% | 19 | 0% | 0% | 28 |
| 1970 | 0.8% | 4.9% | 19 | 0.3% | 2.9% | 30 | 0% | 2% | 37 | 1% | 0% | 21 | 0% | 3% | 34 | 0% | 0% | 19 | 0% | 0% | 32 |
| 1980 | 2.8% | 3.9% | 22 | 3.6% | 2.8% | 30 | 0% | 2% | 37 | 1% | 0% | 21 | 0% | 0% | 34 | 1% | 0% | 18 | 2% | 1% | 34 |
| 1990 | 2.4% | 2.4% | 30 | 1.4% | 1.8% | 32 | 0% | 2% | 34 | 0% | 2% | 19 | 0% | 0% | 34 | 0% | 0% | 18 | 1% | 1% | 41 |
| 2000 | 0.0% | 0.4% | 35 | 0.0% | 0.7% | 32 | 0% | 1% | 33 | 0% | 0% | 18 | 0% | 0% | 31 | 0% | 0% | 17 | 0% | 0% | 43 |

Příloha 65: Tabulka narušení koronové plochy a hloubky vzorku. Hú 100% - hlavní uvolnění s PGC \geq 100 %, Ot. záp. – růst dřeviny pod otevřeným zápojem, Hv – hloubka vzorku (počet stromů)

| Dekáda | SUT_004_2 | | | SUT_005_1 | | | SUT_005_2 | | | SUT_006_1 | | | SUT_006_2 | | | SUT_007_1 | | | SUT_007_2 | | |
|--------|-----------|----------|----|-----------|----------|----|-----------|----------|----|-----------|----------|----|-----------|----------|----|-----------|----------|----|-----------|----------|----|
| | Hú 100% | Ot. záp. | Hv | Hú 100% | Ot. záp. | Hv | Hú 100% | Ot. záp. | Hv | Hú 100% | Ot. záp. | Hv | Hú 100% | Ot. záp. | Hv | Hú 100% | Ot. záp. | Hv | Hú 100% | Ot. záp. | Hv |
| 1680 | 0% | 0.0% | 1 | 0% | 0.0% | 0 | 0% | 0.0% | 0 | 0% | 0.0% | 0 | 0% | 0.0% | 0 | 0% | 0.0% | 0 | 0% | 0.0% | 0 |
| 1690 | 0% | 0% | 1 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 |
| 1700 | 0% | 0% | 1 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 1 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 |
| 1710 | 0% | 0% | 2 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 1 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 |
| 1720 | 0% | 0% | 3 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 1 | 0% | 0% | 2 | 0% | 0% | 1 |
| 1730 | 7% | 0% | 3 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 1 | 0% | 0% | 3 | 0% | 0% | 3 |
| 1740 | 33% | 0% | 4 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 1 | 0% | 0% | 3 | 0% | 0% | 5 | 0% | 0% | 6 |
| 1750 | 10% | 0% | 4 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 2 | 0% | 0% | 4 | 0% | 0% | 6 | 0% | 0% | 8 |
| 1760 | 0% | 0% | 4 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 2 | 0% | 0% | 5 | 0% | 0% | 6 | 0% | 0% | 9 |
| 1770 | 0% | 0% | 6 | 0% | 0% | 1 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 2 | 0% | 0% | 6 | 0% | 0% | 7 | 0% | 0% | 9 |
| 1780 | 0% | 0% | 7 | 0% | 0% | 2 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 2 | 0% | 0% | 8 | 7% | 0% | 7 | 0% | 0% | 10 |
| 1790 | 0% | 6% | 8 | 0% | 17% | 3 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 2 | 0% | 1% | 10 | 7% | 0% | 7 | 0% | 0% | 10 |
| 1800 | 0% | 13% | 9 | 0% | 45% | 3 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 2 | 0% | 0% | 10 | 0% | 0% | 8 | 0% | 0% | 10 |
| 1810 | 0% | 5% | 10 | 0% | 49% | 3 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 2 | 0% | 7% | 10 | 2% | 5% | 9 | 5% | 5% | 10 |
| 1820 | 0% | 2% | 11 | 0% | 34% | 4 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 2 | 0% | 9% | 10 | 0% | 10% | 9 | 1% | 0% | 12 |
| 1830 | 0% | 0% | 11 | 0% | 0% | 4 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 4 | 0% | 0% | 10 | 0% | 0% | 9 | 2% | 2% | 14 |
| 1840 | 0% | 1% | 11 | 0% | 2% | 5 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 4 | 0% | 0% | 11 | 0% | 3% | 10 | 6% | 1% | 16 |
| 1850 | 0% | 4% | 12 | 0% | 13% | 5 | 0% | 0% | 0 | 12% | 0% | 5 | 0% | 0% | 12 | 0% | 3% | 13 | 0% | 4% | 17 |
| 1860 | 1% | 0% | 13 | 0% | 0% | 6 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 5 | 0% | 1% | 13 | 0% | 1% | 14 | 0% | 3% | 17 |
| 1870 | 0% | 5% | 15 | 0% | 3% | 6 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0% | 5 | 0% | 0% | 14 | 1% | 5% | 15 | 3% | 2% | 17 |
| 1880 | 0% | 6% | 16 | 0% | 0% | 6 | 0% | 0% | 1 | 0% | 0% | 5 | 0% | 0% | 14 | 5% | 1% | 15 | 0% | 0% | 17 |
| 1890 | 0% | 5% | 18 | 0% | 2% | 7 | 0% | 0% | 1 | 0% | 0% | 6 | 3% | 0% | 14 | 1% | 5% | 15 | 0% | 5% | 18 |
| 1900 | 1% | 0% | 18 | 0% | 0% | 8 | 0% | 0% | 1 | 3% | 0% | 8 | 4% | 0% | 14 | 0% | 0% | 17 | 0% | 1% | 18 |
| 1910 | 1% | 1% | 18 | 1% | 0% | 9 | 0% | 0% | 1 | 37% | 0% | 9 | 0% | 0% | 17 | 0% | 0% | 17 | 1% | 0% | 18 |
| 1920 | 0% | 0% | 18 | 9% | 0% | 9 | 0% | 0% | 1 | 14% | 3% | 12 | 7% | 0% | 22 | 0% | 0% | 19 | 0% | 0% | 18 |
| 1930 | 0% | 0% | 18 | 4% | 4% | 12 | 0% | 3% | 1 | 0% | 3% | 43 | 1% | 1% | 38 | 0% | 0% | 20 | 0% | 0% | 18 |
| 1940 | 2% | 1% | 18 | 2% | 2% | 20 | 0% | 13% | 4 | 0% | 2% | 63 | 0% | 2% | 46 | 0% | 0% | 22 | 0% | 0% | 18 |
| 1950 | 0% | 1% | 19 | 0% | 2% | 27 | 3% | 15% | 8 | 0% | 2% | 65 | 0% | 2% | 48 | 0% | 0% | 23 | 0% | 0% | 19 |
| 1960 | 0% | 0% | 19 | 0% | 4% | 30 | 1% | 7% | 16 | 0% | 2% | 65 | 0% | 2% | 48 | 2% | 0% | 27 | 0% | 0% | 19 |
| 1970 | 1% | 0% | 19 | 1% | 3% | 30 | 0% | 7% | 19 | 0% | 0% | 67 | 0% | 0% | 48 | 5% | 0% | 38 | 0% | 0% | 19 |
| 1980 | 3% | 0% | 20 | 2% | 2% | 32 | 1% | 7% | 20 | 0% | 1% | 67 | 1% | 0% | 48 | 4% | 0% | 56 | 2% | 0% | 19 |
| 1990 | 2% | 0% | 20 | 1% | 2% | 33 | 1% | 5% | 22 | 0% | 1% | 68 | 0% | 1% | 47 | 0% | 1% | 72 | 1% | 0% | 18 |
| 2000 | 0% | 0% | 19 | 0% | 1% | 34 | 0% | 1% | 22 | 0% | 1% | 67 | 0% | 1% | 45 | 0% | 0% | 75 | 0% | 0% | 18 |

Příloha 66: Tabulka počtu ležícího mrtvého dřeva jednotlivých dřevin podle druhu

| Zájmové plochy | Počty jednotlivých dřevin na ploše podle druhu | | | | | Celkem kusů mrtvého dřeva |
|----------------------------------|--|------------|-----------------|---------------------|----------------|---------------------------|
| | Picea abies | Abies alba | Fagus sylvatica | Acer pseudoplatanus | Listnaté dřevo | |
| SLO_SUT_000_1 | 13 | 8 | 3 | 0 | 0 | 24 |
| SLO_SUT_000_2 | 2 | 6 | 12 | 0 | 0 | 20 |
| SLO_SUT_002_1 | 0 | 2 | 7 | 0 | 0 | 9 |
| SLO_SUT_002_2 | 0 | 2 | 14 | 3 | 3 | 22 |
| SLO_SUT_003_1 | 2 | 6 | 12 | 0 | 0 | 20 |
| SLO_SUT_003_2 | 0 | 0 | 27 | 0 | 0 | 27 |
| SLO_SUT_004_1 | 4 | 10 | 12 | 0 | 0 | 26 |
| SLO_SUT_004_2 | 0 | 2 | 25 | 0 | 0 | 27 |
| SLO_SUT_005_1 | 0 | 2 | 6 | 0 | 0 | 8 |
| SLO_SUT_005_2 | 0 | 5 | 3 | 4 | 0 | 12 |
| SLO_SUT_006_1 | 2 | 0 | 9 | 0 | 0 | 11 |
| SLO_SUT_006_2 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 16 |
| SLO_SUT_007_1 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | 32 |
| SLO_SUT_007_2 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 18 |
| Celkem kusů mrtvého dřeva | 23 | 43 | 196 | 7 | 3 | 272 |

Příloha 67: Tabulka objemu ležícího mrtvého dřeva podle stádia rozkladu.

| Zájmové plochy | Objem ležícího mrtvého dřeva podle stádia rozkladu v m ³ ha ⁻¹ | | | | | |
|---------------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| | stadium 1 | stadium 2 | stadium 3 | stadium 4 | stadium 5 | celkem za plochu |
| SLO_SUT_000_1 | 0.0 | 0.6 | 4.7 | 67.4 | 106.9 | 179.60 |
| SLO_SUT_000_2 | 0.0 | 0.0 | 20.0 | 42.8 | 58.9 | 121.73 |
| SLO_SUT_002_1 | 0.0 | 4.1 | 17.9 | 0.0 | 0.0 | 22.00 |
| SLO_SUT_002_2 | 0.0 | 131.4 | 38.5 | 93.3 | 10.5 | 273.64 |
| SLO_SUT_003_1 | 0.0 | 13.8 | 7.7 | 4.1 | 0.0 | 25.61 |
| SLO_SUT_003_2 | 0.0 | 100.7 | 20.8 | 77.4 | 3.7 | 202.61 |
| SLO_SUT_004_1 | 4.1 | 33.9 | 35.6 | 23.1 | 89.5 | 186.23 |
| SLO_SUT_004_2 | 0.9 | 22.2 | 32.5 | 62.1 | 29.3 | 147.03 |
| SLO_SUT_005_1 | 0.0 | 4.7 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 8.74 |
| SLO_SUT_005_2 | 0.0 | 128.4 | 10.8 | 0.0 | 1.6 | 140.87 |
| SLO_SUT_006_1 | 0.0 | 0.0 | 7.9 | 2.9 | 4.3 | 15.11 |
| SLO_SUT_006_2 | 0.0 | 1.7 | 55.2 | 6.5 | 56.8 | 120.22 |
| SLO_SUT_007_1 | 2.5 | 0.0 | 167.8 | 50.0 | 59.0 | 279.41 |
| SLO_SUT_007_2 | 0.0 | 15.9 | 34.4 | 45.9 | 38.8 | 134.98 |
| Celkový průměr za plochu | 0.5 | 32.7 | 32.7 | 34.0 | 32.8 | 132.70 |