

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Počáteční fáze spontánní obnovy smrkových
hospodářských monokultur nižších poloh ponechaných
dočasně bez zásahu**

Bakalářská práce

Zdeněk Lhotský

RNDr. Jan Hoffmaister Ph. D

2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zdeněk Lhotský

Lesnictví

Ekonomika a řízení lesního hospodářství

Název práce

Počáteční fáze spontánní obnovy odumřelých smrkových hospodářských monokultur nižších poloh ponechaných dočasně bez zásahu

Název anglicky

Initial phase of spontaneous restoration of Norway spruce monocultures at lower altitudes following bark beetle outbreak

Cíle práce

Cílem práce je shromáždit údaje o iniciální spontánní obnově těžbou prozatím nenarušených smrkových hospodářských porostů nižších poloh odumřelých v důsledku kůrovcové kalamity. Výsledky budou srovnány s počáteční obnovou na blízkých holinách po asanaci odumřelých porostů ve stanovištně srovnatelných podmínkách a dále s obnovou ve srovnatelných dosud žijících smrkových porostech. Výsledky budou vyhodnoceny v kontextu odborné literatury věnované příčinám a dynamice rozpadu smrkových porostů a jejich přirozené i umělé obnovy. Ze zjištěných výsledků a diskuze literatury bude posouzena perspektiva nově založených či přirozeně vznikajících lesních porostů v kontextu pokračujících klimatických změn.

Metodika

1. V úvodu práce bude provedeno shrnutí současných informací o průběhu kůrovcové kalamity v kulturních smrkových porostech, významu lesnického hospodaření v minulosti a aktuálních klimatických změn a možnostech dalšího managementu lesních porostů s ohledem ve stanovištních podmínkách studované oblasti.

2. Terénní práce budou založeny na zmapování obnovy lesních dřevin na stanovištích nižších poloh a) pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty, b) přirozeně/uměle zalesněnými holinami a c) žijícími smrkovými porosty ve srovnatelných stanovištních podmínkách. Tyto tři typy stanovišť budou porovnány nejméně na pěti různých lokalitách. Základní velikost ploch pro mapování obnovy bude alespoň 400 m², pro nízkou obnovu (<10 cm) či velmi početné zmlazení bude dále využito vnořených ploch o menší výměře (25 m² a 1 m²). Na každé ploše bude zapsána souhrnná pokryvnost jednotlivých pater vegetace. Dále bude pořízen soupis druhů dřevin v obnově a spočtena (či kvalifikovaně odhadnuta) početnost obnovy každého druhu dřeviny v několika výškových kategoriích. Na každé lokalitě budou zmapovány alespoň plochách (jednoleté semenáčky, <10 cm, 10-30 cm, 30-100 cm a >100 cm). Zaznamenáno bude poškození zvěří.

3. Shromážděná data budou vyhodnocena a porovnána mezi jednotlivými typy ploch.

Na pokladě vyhodnocení bude proveden odhad rychlosti a průběhu spontánní sukcese odumřelých smrkových porostů v případě jejich ponechání bez dalších zásahů v daných stanovištních podmínkách ve srovnání s plochami obnovenými po asanačních těžbách tradičním způsobem. Po diskuzi výsledků s odbornou literaturou bude posouzena perspektiva lesních porostů v daných stanovištních podmínkách a případně formulována doporučení pro jejich další management.

Harmonogram vypracování:

Práce bude vypracována v průběhu roku 2022 a 2023.

duben-září 2022: sběr terénních dat, studium doporučené literatury,

říjen-prosinec 2022: digitalizace a základní zpracování terénních dat, rešerše literatury,

prosinec 2022: odevzdání první verze textu/osnovy BP a seznamu nastudované literatury vedoucímu práce, prezentace výsledků BP,

únor/březen 2023 – předložení textu rozpracované BP a konzultace závěrečné fáze přípravy a podoby BP s vedoucím práce.

duben 2023 – odevzdání BP vedoucímu práce.

Doporučený rozsah práce

min. 40 stran

Klíčová slova

přírodní disturbance, přirozená obnova, smrk ztepilý, sukces, umělá obnova

Doporučené zdroje informací

- Blicharska M., Angelstam P., Giessen L., Hilszczański J., Hermanowicz E., Holeksa J., Jacobsen J.B., Jaroszewicz B., Konczal A., Konieczny A., Mikusiński G., Mirek Z., Mohren F., Muys B., Niedzialkowski K., Sotirov M., Stereńczak K., Szwagrzyk J., Winder G.M., Witkowski Z., Zaplata R., Winkel G., 2020. Between biodiversity conservation and sustainable forest management – A multidisciplinary assessment of the emblematic Bialowieza Forest case. *Biological Conservation* 248, 108614.
- Fischer A., Fischer H.S., Kopecký M., Macek M., Wild J., 2015. Small changes in species composition despite stand-replacing bark beetle outbreak in *Picea abies* mountains forests. *Canadian Journal of Forest Research* 45, 1164-1171.
- Mattson L.R., Coop J.D., Battaglia M.A., Cheng A.S., Sibold J.S., Viner S., 2019. Post-spruce beetle timber salvage drivers short-term surface fuel increases and understory vegetation shifts. *Forest Ecology and Management* 437, 348-359.
- Orczewska A., Czortek P., Jaroszewicz B., 2019. The impact of salvage logging on herb layer species composition and plant community recovery in Bialowieza Forest. *Biodiversity and Conservation* 28, 3407-3428.
- Rozman A., Diaci J., Krese A., Fidej G., Rozenbergar D., 2015. Forest regeneration dynamics following bark beetle outbreak in Norway spruce stands: Influence of meso-relief, forest edge and deer browsing. *Forest Ecology and Management* 353, 196-207.
- Seidl R., Donato D.C., Raffa K.F., Turner M.G., 2016. Spatial variability in tree regeneration after wildfire delays and dampens future bark beetle outbreaks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113, 13075-13080.
- Seidl R., Müller J., Hothorn T., Bässler C., Heurich M., Kautz M., 2016. Small beetle, large scale drivers: how regional and landscape factors affect outbreaks of the European spruce bark beetle. *Journal of Applied Ecology* 53, 530-540.
- Senf C., Müller J., Seidl R., 2019. Post-disturbance recovery of forest cover and tree height differ with management in Central Europe. *Landscape Ecology* 34, 2837-2850.
- Svoboda M., Fraver S., Janda P., Bače R., Zenáhlíková J., 2010. Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. *Forest Ecology and Management* 260, 707-714.
- Winter M.B., Bässler C., Bernhardt-Römermann M., Krah F.S., Schaefer H., Seibold S., Müller J., 2017. On the structural and species diversity effects of bark beetle disturbance in forests during initial and advanced early-seral stages at different scales. *European Journal of Forest research* 136, 357-373.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FLD

Vedoucí práce

RNDr. Jan Hofmeister, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 25. 4. 2022

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 20. 2. 2023

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2023

1906

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci "**Počáteční fáze spontánní obnovy odumřelých smrkových hospodářských monokultur nižších poloh ponechaných dočasně bez zásahu**" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 4. dubna 2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce panu RNDr. Janu Hofmeisterovi, Ph.D. za trpělivost, ochotu a podporu během psaní mé bakalářské práce. Odborné rady a připomínky byly pro moji práci velkým přínosem.

Počáteční fáze spontánní obnovy smrkových hospodářských monokultur nižších poloh ponechaných dočasně bez zásahu

Abstrakt

Cílem této práce bylo shromáždit údaje o počáteční fázi spontánní obnovy hospodářských smrkových monokultur nižších poloh odumřelých v důsledku kůrovcové kalamity ponechaných dočasně bez zásahu. Výsledky byly porovnány s počáteční obnovou na holinách po asanaci odumřelých porostů a také s obnovou ve srovnatelných smrkových porostech.

Práce vycházela ze sběru dat z 18 zkusných ploch o výměře 400 m². Na každé ploše byl zajištěn soupis druhů dřevin v obnově a určena početnost obnovy každého druhu dřeviny v několika výškových kategoriích. Zaznamenáno bylo také poškození zvěří.

Z výsledků vyplývá, že zmlazení bylo druhově rozmanitější než původní odumřelý porost, ale smrk ztepilý v obnově dominoval. Na holině s přirozenou obnovou bylo druhové zastoupení pestřejší a obnova početnější než pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty. V hustě zapojeném smrkovém porostu, který odpovídal strukturou původnímu lesu před disturbancí, byla početnost obnovy minimální. Nejvyšší hodnoty početnosti zmlazení byly zaznamenány v malých výškových kategoriích a s přibývajícím výškou počty jedinců v obnově klesaly. Konkurence a mortalita může v budoucnu ovlivnit další vývoj obnovy zejména v místech s vyšší hustotou. Stejně tak může být zmlazení negativně ovlivněno škodami způsobenými zvěří.

Z výsledků zatím není možné jednoznačně potvrdit, že by se po kůrovcové disturbanci mohl na nevytěžených odumřelých smrkových plochách nižších poloh obnovit bohatě strukturovaný les. K tomu by bylo zapotřebí sledování v delším časovém rámci. Je ale zřejmé, že iniciální fáze obnovy probíhá podobně na dosud nevytěžených plochách i na holinách a dává dobrý základ pro další rozvoj lesa. V hospodářských lesích nižších poloh je kůrovcová disturbance velkého rozsahu příležitostí pro změnu struktury lesa. Mezi základní doporučení patří co největší míra využití potenciálu přirozené obnovy a využití umělé obnovy až následně buď podsadbou nebo na místech, kde je přirozená obnova nedostatečná.

Klíčová slova: přírodní disturbance, přirozená obnova, smrk ztepilý, sukces, umělá obnova

Initial phase of spontaneous restoration of Norway spruce monocultures at lower altitudes following bark beetle outbreak

Summary

The aim of this work was to collect data on the initial phase of spontaneous regeneration of lower-elevation economic spruce monocultures that died as a result of the bark beetle calamity and were left temporarily without intervention. The results were compared with the initial regeneration in clearings after the salvage logging of dead stands and also with regeneration in mature spruce stands.

The work was based on data collection from 18 plots of 400 m². In each plot, an inventory of tree species in regeneration was provided and the frequency of regeneration of each tree species in several height categories was determined. Damage caused by wild ungulates was also recorded. The results showed that the regeneration was more diverse in species in clearings than unlogged dead stand, but spruce dominated the regeneration. In the clearing with natural regeneration, tree species richness was more diverse and regeneration more abundant than under the unlogged dead spruce stands. In the dense mature spruce stand spruce stand, which corresponded in structure to the original forest before disturbance, regeneration was minimal. The highest values of regeneration abundance were recorded in low height categories and the numbers of individuals in regeneration decreased with increasing height. Competition and mortality may affect future regeneration trends, particularly in higher density sites. Similarly, rejuvenation may be negatively affected by damage caused by wild ungulates.

On the basis of obtained results, it is not yet possible to confirm unequivocally that a species-rich and structurally heterogeneous forest can be restored in the unlogged dead spruce areas after bark beetle disturbance. This would require monitoring over a longer time frame. However, it is clear that the initial phase of regeneration is similar in unlogged areas and in clearcuts and provides a good basis for further forest development.

In managed forests at lower altitude, large-scale bark beetle disturbance is an opportunity to change forest structure. The basic recommendations are to make the most of the potential of natural regeneration and to use artificial regeneration only afterwards, either by replanting or in places where natural regeneration is insufficient.

Keywords: natural disturbance, natural regeneration, Norway spruce, succession, artificial regeneration

Obsah

1	Úvod	14
2	Cíl práce	16
3	Literární rešerše	17
3.1	Smrkové lesy	17
3.2	Pionýrské dřeviny	18
3.3	Disturbance	19
3.3.1	Disturbance způsobená větrem	21
3.3.2	Lýkožrout smrkový	22
3.3.3	Změna klimatu	23
3.4	Sukcese	24
3.5	Obnova lesa	27
3.5.1	Umělá obnova lesa	28
3.5.2	Přirozená obnova lesa	29
3.5.3	Obnova kalamitních holin	31
4	Metodika	33
4.1	Klimatické podmínky v přírodní lesní oblasti Středočeská pahorkatina. 33	
4.2	Vývoj dřevinné skladby v přírodní lesní oblasti Středočeská pahorkatina	34
4.3	Popis terénního sběru dat a zkusných ploch	36
5	Výsledky	44
5.1	Zkusné plochy	44
5.2	Souhrnné výsledky	53
6	Diskuse	64
6.1	Diverzita dřevin	64
6.2	Výšková struktura obnovy	64
6.3	Vliv okolních porostů	65
6.4	Konkurence v bylinném patře	65
6.5	Mrtvé dřevo	65
6.6	Vliv světelných podmínek	65
6.7	Zastoupení druhů dřevin v obnově	66
6.8	Škody způsobené zvěří	66
6.9	Vliv klimatické změny	66
6.10	Perspektiva dalšího vývoje	67
6.11	Doporučení	67
6.12	Nedostatek dat o přirozené obnově pod nevytěženými smrkovými porosty	67

7 Závěr	69
8 Literatura	70
9 Seznam dřevin, latinské a české názvy	77
10 Samostatné přílohy	78
10.1 Těžba dříví v České republice (2000–2021)	78
10.2 Plocha holin a obnova lesa v České republice (2005–2021)	78
10.3 Zalesňování v České republice (1989–2021)	79
10.4 Podíl druhů dřevin v umělé obnově v České republice (1989–2021)	79
10.5 Průměrné ceny surového dříví, vybrané třídy jakosti smrku (kůrovcové dříví)	
80	

Seznam grafů

Graf 1 Vývoj porostní plochy dřevin v PLO 10 (Středočeská pahorkatina)	35
Graf 2 Četnost obnovy podle výškových kategorií na jednotlivých zkusných plochách	54
Graf 3 Obnova podle výškových kategorií (mimo <10 cm) na zkusných plochách.....	55
Graf 4 Četnost obnovy podle druhu dřevin – odumřelý smrkový porost	56
Graf 5 Četnost obnovy podle druhu dřevin – holina	57
Graf 6 Četnost obnovy podle druhu dřevin – žijící smrkový porost	59
Graf 7 Četnost obnovy pionýrských dřevin na jednotlivých zkusných plochách.....	60
Graf 8 Četnost obnovy cílových dřevin na jednotlivých zkusných plochách.....	60
Graf 9 Podíl obnovy poškozené zvěří z celkové obnovy podle druhů dřevin	62
Graf 10 Podíl obnovy poškozené zvěří podle typu zkusných ploch a druhů obnovy.....	63

Seznam tabulek

Tabulka 1 Změny dřevinné skladby PLO Středočeská pahorkatina (2000 a 2010)	35
Tabulka 2 Základní popis zkusných ploch (typ, souřadnice a nadmořská výška).....	38
Tabulka 3 Zkusná plocha 1 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	44
Tabulka 4 Zkusná plocha 2 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	45
Tabulka 5 Zkusná plocha 3 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	45
Tabulka 6 Zkusná plocha 4 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	46
Tabulka 7 Zkusná plocha 5 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	46
Tabulka 8 Zkusná plocha 6 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	47
Tabulka 9 Zkusná plocha 7 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	47
Tabulka 10 Zkusná plocha 8 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	48
Tabulka 11 Zkusná plocha 9 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	48
Tabulka 12 Zkusná plocha 10 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	49
Tabulka 13 Zkusná plocha 11 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	50
Tabulka 14 Zkusná plocha 12 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	50
Tabulka 15 Zkusná plocha 13 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	51
Tabulka 16 Zkusná plocha 14 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	51
Tabulka 17 Zkusná plocha 15 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	52
Tabulka 18 Zkusná plocha 16 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	52
Tabulka 19 Zkusná plocha 17 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	53
Tabulka 20 Zkusná plocha 18 – četnost obnovy ve výškových kategoriích	53
Tabulka 21 Četnost obnovy podle typů zkusných ploch a výškových kategorií.....	54
Tabulka 22 Četnost obnovy podle druhu dřevin – odumřelý porost	56
Tabulka 23 Četnost obnovy podle druhu dřevin – holina.....	57
Tabulka 24 Četnost obnovy podle druhu dřevin – žijící smrkový porost.....	58
Tabulka 25 Četnost obnovy a zastoupení pionýrských a cílových dřevin na ZP	61
Tabulka 26 Četnost obnovy poškozené zvěří a podíl na celkové obnově	62

Seznam obrázků

Obrázek 1 Členění území Středočeské pahorkatiny podle klimatických oblastí.....	33
Obrázek 2 ZP 1 – nevytěžený odumřelý smrkový porost.....	38
Obrázek 3 ZP 2 – odumřelý smrkový porost, přirozená obnova dubu letního	39
Obrázek 4 ZP 3 – přirozená obnova smrku ztepilého, odumřelý smrkový porost	39
Obrázek 5 ZP 4 – odumřelý smrkový porost, přirozená obnova smrku ztepilého	40
Obrázek 6 ZP 5 – odumřelý smrkový porost.....	40
Obrázek 7 ZP 6 – odumřelý smrkový porost.....	41
Obrázek 8 ZP 7 – holina s přirozenou obnovou	41
Obrázek 9 ZP 8 – holina s přirozenou obnovou	42
Obrázek 10 ZP 11 – holina s umělou obnovou.....	42
Obrázek 11 ZP 17 – smrkový porost s rozvolněným zápojem.....	43
Obrázek 12 ZP 6 – odumřelý smrkový porost.....	43

1 Úvod

V České republice se podle lesního zákona dělí lesy podle účelu využití na hospodářské, ochranné a zvláštního určení. Většina lesů, přibližně tři čtvrtiny, je zařazená do kategorie hospodářských lesů (MZe 2022). Jen malá část lesů je ponechána přírodnímu vývoji bez zásahu člověka. Tyto lesy se nacházejí v nejpřísněji chráněných zónách národních parků a některých maloplošných chráněných územích ve vybraných národních přírodních rezervacích.

Lesy mají produkční a mimoprodukční funkce. Produkční funkci využívají jejich vlastníci k získání a zpracování dřeva a ke tvorbě zisku. Důležité jsou ale také mimoprodukční funkce, k nimž patří ozdravná a sociálně hygienická, lesy se využívají také k rekreaci nebo sběru lesních plodů. Velmi významné mimoprodukční funkce lesa jsou ochrana biodiverzity, ukládání uhlíku a lokální regulace klimatu. Mezi funkcemi lesa jsou vzájemné vztahy synergií a kompromisů (Felipe-Lucia et al. 2018).

V posledním období zasáhla lesy v České republice kůrovcová kalamita, která probíhá od roku 2003 až do současnosti. Smrkové monokultury oslabené nepříznivými klimatickými podmínkami, především nedostatkem srážek a vysokými teplotami, špatně odolávají zvýšenému výskytu lýkožrouta smrkového a hromadně hynou (Hlásny et al. 2021). Mimořádné sucho se na našem území vyskytlo v srpnu 2003, v červenci a v srpnu 2015 a v srpnu a listopadu roku 2018. Deficit srážek se postupně prohluboval. Ani srážkově normální periody, které se místy objevovaly, nestíhaly vrátit stav oběhu vody do normálu (ČHMÚ 2020). V posledních dvou letech se situace částečně zlepšuje. V důsledku souběhu nepříznivých podmínek se zvýšil podíl nahodilé těžby a v lesích začaly vznikat obrovské holiny. Ty se i kvůli extrémním teplotám a srážkovému deficitu nedaří dobře zalesňovat, na takto velké rozloze to najednou není ani možné. Navíc se projevuje nedostatek pracovníků a také poddimenzovaná produkce sazenic. I proto zůstávají některé odumřelé smrkové hospodářské monokultury ponechané dočasně bez zásahu a je možné studovat počáteční fáze spontánní obnovy.

Jednou z možností, jak reagovat na tyto změny, je využití principů ekologie disturbance a přirozeného vývoje porostů k vytvoření lesnických přístupů, které jsou více v souladu s přírodními procesy (MacLean et al. 2022). Takové přístupy zajišťují větší množství stojícího a ležícího mrtvého dřeva a velkých starých stromů, což snižuje krátkodobou komerční produktivitu, ale v konečném důsledku zlepšuje stanoviště volně žijících živočichů, biologickou rozmanitost a funkce ekosystému, včetně ochrany půdy a zadržování živin. Struktura lesních porostů by měla být taková, aby byla zachována biologická rozmanitost a

zároveň se udržela produktivita lesa (Donato et al. 2012). Cílem lesního hospodářství by měla být produkce dřeva a biomasy při zachování biologické rozmanitosti a přírodních procesů (Hlásny et al. 2021).

2 Cíl práce

Cílem této práce bylo shromáždění základních údajů o iniciální spontánní obnově těžbou prozatím nenarušených smrkových hospodářských porostů nižších poloh odumřelých v důsledku kůrovcové kalamity a jejich porovnání s počáteční obnovou po asanaci odumřelých porostů a s přirozenou obnovou v dosud žijících smrkových porostech ve srovnatelných stanovištních podmínkách. Velký význam při obnově lesa hraje poškození zvěří, které bylo také zmapováno. Výsledky byly vyhodnocené v kontextu odborné literatury věnované příčinám a dynamice rozpadu smrkových porostů a jejich přirozené i umělé obnovy. Ze zjištěných výsledků a diskuse literatury byla posouzena perspektiva nově založených či přirozeně vznikajících lesních porostů v kontextu pokračujících klimatických změn. Byly shrnuty současné informace o průběhu kůrovcové kalamity v kulturních smrkových porostech, o významu lesnického hospodaření v minulosti a v současnosti s ohledem na probíhající klimatické změny a o možnostech dalšího managementu lesních porostů se zřetelem na stanovištní podmínky studované oblasti. Na podkladě vyhodnocení byl provedený odhad rychlosti a průběhu spontánní sukcese odumřelých smrkových porostů v případě jejich ponechání bez dalších zásahů v daných stanovištních podmínkách ve srovnání s plochami obnovenými po asanačních těžbách tradičním způsobem. Po diskusi výsledků s odbornou literaturou byla posouzena perspektiva lesních porostů v daných stanovištních podmínkách a zformulována doporučení pro jejich další management.

3 Literární rešerše

Lesy pokrývají přibližně třetinu území České republiky, z toho pětinu tvoří monokulturální lesy a v těch dominují jehličnany. Pěstování jehličnatých monokultur přitom již poměrně dlouho není cílem lesního hospodaření, prakticky od roku 1996, kdy začala platit nová lesnická legislativa. Posun k druhově pestřejším lesům je ale relativně pomalý (MZe, 2022), i když se v dnešní době mnohem více zdůrazňuje problém klimatické změny a adaptace na ni. Navíc se předpokládá, že probíhající kůrovcová kalamita přechod k druhově pestřejším lesům urychlí.

Tradičně se lesní hospodaření zaměřovalo zejména na produkci dřeva, což formovalo druhové složení lesů. Kvůli optimalizaci produkce dřeva se hospodaření zaměřovalo na pěstování stejnověkých, homogenních lesních porostů s několika málo hospodářsky cennými druhy dřevin (Filipe-Lucia et al. 2018). V posledních dvou stoletích se smrk ve střední Evropě rozšířil umělou výsadbou mimo svůj přirozený areál. To přineslo lesnímu hospodářství mnoho výhod, ale na druhé straně také velké problémy. Původní přirozený výskyt smrku byl mnohem menší a na nevhodných stanovištích ztratil svoji přirozenou odolnost proti různým škodlivým vlivům (Chytrý 2012).

3.1 Smrkové lesy

Smrk ztepilý (*Picea abies*) je jednou z nejběžnějších a ekonomicky nejdůležitějších dřevin v severní a střední Evropě. V České republice je smrk ztepilý přirozeně rozšířený od pahorkatin po horní hranici lesa. Mimo původní rozšíření byl uměle vysazován i ve středních polohách.

Smrk ztepilý se řadí do čeledi borovicovitých (*Pinaceae*), rod smrk (*Picea*). Je to stinná až polostinná dřevina. V mládí toleruje vyšší zástin. Smrk ztepilý dorůstá v podmínkách přírodního lesa až do výšky 30 až 50 m, může dosáhnout tloušťky až 150 cm a objemu i přes 30 m³. Dožívá se až 400 let (Hecker 2015). Nejvyšší smrk byl změřený v roce 1864 na Šumavě. Měl výšku 68,9 m, tloušťku 168 cm, věk 585 let a byl zdravý. V hospodářských smrkových monokulturách dosahují stromy výšek kolem 30 m a věk je daný dobou obmytí.

Ve střední Evropě je pro smrk ztepilý optimální roční průměrná teplota kolem 6 °C, s teplotní amplitudou 19 °C (rozdíl nejteplejší a nejchladnější teplotou). Vyhovuje mu chladné a krátké letní období s kratší vegetační dobou. Daří se mu i v chladnějších polohách a dokáže velmi dobře odolávat mrazům (Úradníček et al. 2001). Vyšší nároky má na vlhkost půdy a vzduchu. Kvůli mělkým kořenům špatně snáší sucho a nedostatek vlhkosti může omezovat jeho

růst. Nejlépe prosperuje ve vyšších polohách s ročním úhrnem srážek nad 700 mm. Optimální srážky ve vegetačním období jsou kolem 500 mm. Na půdu, geologické podloží a obsah živin vyšší nároky nemá (Musil 2003). Ve středních polohách mu vyhovují severní svahy, v nížinách dna údolí, kde je dostatečná vlhkost.

Škodlivé vlivy se nejvíce projevují zejména ve stejnověkových monokulturách a na stanovištích mimo přirozený výskyt. Na škodách se z velké části podílí vítr. V důsledku mělkého zakořenění trpí vývraty. Při zatížení sněhem a námrazou jsou časté polomy. Porosty oslabuje také suché počasí. Může být napadán patogenními houbami. Z hmyzích škůdců je nejnebezpečnější lýkožrout smrkový (*Ips typographus*), ale škodí i jiné druhy, lýkožrout severský (*Ips duplicatus*) a lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*). V mladých porostech působí velké škody jelení a srnčí zvěř. Smrk je velmi citlivý na průmyslové imise a pod jejich vlivem smrkové porosty mohou velkoplošně odumírat (Úradníček et al. 2001). Dokládá to například imisní kalamita v 70. a 80. letech minulého století v Krušných a Jizerských horách způsobená imisemi oxidu siřičitého, kdy v důsledku imisní zátěže odumřelo asi 80 % všech smrkových porostů.

Smrk ztepilý je nejvýznamnější hospodářskou dřevinou. Jeho podíl na celkových porostních plochách v poslední době klesá, a to zejména kvůli kůrovcové kalamitě, jejíž poslední gradace začala v roce 2003 a trvá prakticky dodnes.

V roce 2000 zabíraly smrkové porosty 1 397 tisíc hektarů (54 % z celkové porostní plochy), v roce 2021 plochy poklesly na 1 255 tisíc hektarů a podíl na celkové ploše se zmenšil na 48 %, jak uvádí Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021 (MZe 2022).

Budoucí uplatnění smrku je v poslední době hodně diskutovanou otázkou. Kvůli klimatickým změnám se předpokládá posun jeho pěstování do vyšších poloh nad 800 až 900 metrů nad mořem. V nižších polohách by mohl mít šanci ve směsi s listnáči, a především na vodou ovlivněných stanovištích (ÚHÚL 2020).

3.2 Pionýrské dřeviny

Pionýrské dřeviny mají v hospodářských lesích mnoho důležitých funkcí, a to se aktuálně ještě zvyrazňuje především při obnově rozsáhlých kalamitních holin vzniklých kůrovcovou kalamitou. Vyšší využití pionýrských dřevin při obnově lesa umožňuje také legislativa.

Mezi pionýrské dřeviny vhodné pro obnovu lesa patří břízy, topoly, olše a jeřáb ptačí, které mají osídlovací funkci a uplatňují se na našem území už od doby poledové. Připravují

podmínky pro nástup náročnějších stinných a polostinných dřevin původního lesa, například smrku, jedle, buku, dubu nebo javoru (Korpeľ 1991). Jejich význam nekončí ve fázi obnovy lesa, nemají pouze přípravnou funkci (Konias 1951). Pionýrské druhy lesních dřevin s rozšířenou genetickou flexibilitou adaptované pro stále intenzivnější změny životního prostředí jsou dřevinami budoucnosti, kdy přírodní klimaxové druhy a jejich genofond ztratí svoji původní podobu vlivem ztráty přírodního prostředí, ve kterém se dlouhodobě vyvíjely (Kaňák 1988).

Pionýrské dřeviny mají výrazný pozitivní vliv na prostředí. Zlepšují stanovištní podmínky pro obnovu na holinách tím, že snižují extrémy mikroklimatu a rychlost proudění vzduchu. Zvyšují vzdušnou vlhkost v přízemních vrstvách a zvyšují také zásobu a koncentraci živin v nadložním humusu. Přispívají k vyšší kvalitě a pevnosti dřeva cílových dřevin. Tlumením růstu cílových dřevin vytváří výškovou, tloušťkovou a věkovou diferenciaci, což zvyšuje odolnost proti extrémním vlivům počasí, především větrům. Zvyšují celkovou produkci dříví tím, že poskytnou užité dříví přibližně v polovině doby obmytí cílových dřevin (Košulič 2019). Zvýšení produkce energetické biomasy pro výrobu energie je jednou z možností perspektivního využití přípravných dřevin. Porosty s dostatečnou hustotou stromového patra mohou sloužit jako porosty přípravné, zároveň mít svůj význam jako zdroj biomasy a rozčleňovat rozsáhlé stejnověké porosty vzniklé na kalamitních holinách (Špulák et al. 2016).

Význam pionýrských dřevin je nezastupitelný zejména u velkých holin k rychlé eliminaci negativních klimatických jevů (rychlost větru, vlhkostní poměry, nadměrné záření, teplotní extrémy).

3.3 Disturbance

Disturbance jsou časově jasně vymezené události, které narušují ekosystém, společenstvo nebo populační strukturu a mění dostupnost zdrojů nebo fyzikální prostředí (Pickett, White 1985). Disturbance je přirozený proces, kdy dojde k náhlému narušení jednoho nebo více jedinců v lesním porostu. Je nedílnou součástí dynamiky v každém lesním porostu (D'Amato 2008). Disturbance se může definovat jako hybná síla v přirozeném vývoji lesa (Frelich 2002).

Podle rozsahu dělíme disturbance na malé, střední a velké. Malé jsou v řádech několika stromů, velké zasahují rozsáhlá území. Z hospodářského hlediska můžeme disturbance velkého

rozsahu vnímat jako přírodní katastrofu. Dlouhodobý ekologický pohled ji za takovou však nepovažuje (Košulič 2009).

Podle původu se disturbance rozdělují na abiotické, například disturbance větrem, sněhem, sopečnou činností nebo ohněm, a biotické, ke kterým počítáme například hmyzí škůdce nebo patogenní houby (Turner 2010).

Disturbance může mít pozitivní vliv na diverzitu (rozmanitost) lesních společenstev. Některé druhy organismů pro svůj vývoj potřebují světlo, dostatečné množství mrtvého dřeva nebo narušení svrchní vrstvy půdy. Disturbance zvyšuje možnosti přežití organismů, které by v konkurenci jinak neuspěly. Vliv disturbance na diverzitu může být i negativní. Každý typ prostředí má optimální rozsah disturbancí. Pokud jsou příliš velké a časté, může být zničeno téměř vše. Naopak disturbance malého rozsahu a málo četné nedokážou omezit rozpínavost dominantních druhů (Hošek, Storch 1998).

Velké narušení může pomoci ekosystému obnovením struktury a krajinářské heterogenity ztracené předchozím intenzivním hospodařením s přírodními zdroji (Lindenmayer et al. 2004).

Hospodářské smrkové lesy jsou většinou bezprostředně po jakýchkoliv velkých narušeních asanovány těžbou a důsledkem toho je, že stále nemáme dostatečné informace o přirozeném vývoji po rozsáhlých disturbancích (Fischer et al. 2015). Pro les jako ekosystém není problémem disturbance, tím je mnohdy až následná asanační těžba, která může mít negativní dopad na mnoho skupin organismů (Thorn et al. 2018; Lindenmayer, Noss 2006).

Dynamiku lesa ve střední a západní Evropě nejvíce ovlivňují vítr a hmyzí škůdci (Kulakowski, Bebi 2004). Je prokázáno, že přemnožení lýkožrouta smrkového je spjato s bořivými vichřicemi (Svoboda 2008).

Specifické narušení má jasný regionální charakter: požáry se vyskytují především ve Středomoří, větrné bouře a silné sněhové srážky ve středních a severozápadních regionech. Škody spárkatou zvěří jsou celoevropským problémem. Škody způsobené hmyzem kolísají, zatímco škody způsobené větrem a sněhem se zvýšily. V poslední době byl pozorován zjevný posun v disturbancích, vlivem působení extrémního počasí, zejména sucha a vlny extrémních veder, je rozsáhlejší výskyt kůrovců a také vyšší výskyt lesních požárů (Forest Europe 2020).

Schelhaas et al. (2003) uvádí, že v období 1950-2000 bylo disturbancemi v průměru ročně poškozeno 5 milionů m³ dřeva, to představuje 8 % z celkového objemu těžby, ale s velkými rozdíly v jednotlivých letech. Abiotické faktory se podílely ve sledovaném období

na škodách v 77 % (vichřice způsobily 53 % z celkových škod, požáry 16 %, sníh 3 % a ostatní abiotické faktory 5 %). Biotické faktory způsobily průměrně 16 % škod a z toho na polovině se podílely kůrovci. Zbylých 7 % škod se přičítá kombinaci příčin. Škody způsobné disturbancemi se zvyšují v důsledku změn v lesním hospodaření, zvyšuje se také průměrný věk porostů a lesy stávají zranitelnějšími. Narůstá celková plocha lesů, a proto je pravděpodobné, že se úměrně tomu zvýší také škody způsobené disturbancemi (Schelhaas 2003).

Podle Lindnera et al. (2017) je narušení lesních porostů citlivé také na klimatické změny. Znalosti o dynamice disturbancí v reakci na klimatické změny jsou však stále neúplné, zejména pokud jde o velkoplošné narušení, interakční efekty a tlumící zpětné vazby. Vliv klimatických změn na významné abiotické a biotické disturbance je zřejmý. Klimatické změny, zejména extrémně teplé a suché podmínky přispívají ke vzniku a šíření lesních požárů, sucho je spojené s hmyzími disturbancemi, zatímco teplejší a vlhčí podmínky zvyšují disturbance způsobené patogeny. Rozsáhlé interakce mezi jednotlivými činiteli pravděpodobně zesilují disturbance, zatímco nepřímé účinky klimatu, jako jsou změny vegetace, je mohou naopak tlumit (Lindner et al. 2017).

3.3.1 Disturbance způsobená větrem

Disturbance jsou nedílnou součástí lesních ekosystémů a poškození větrem je nejvýznamnějším narušením v lesích mírného pásma (Seidl et al. 2016). Vítr patří mezi primární disturbanční činitele, které přirozeně narušují lesní ekosystémy (Clinton et al. 2000). Vítr je příčinou polomů a vývrátů. Polomy jsou ovlivněné přírodními i antropogenními vlivy. Člověk ovlivňuje stabilitu lesních porostů hospodářskými zásahy při pěstování lesa (Kolejka et al. 2010).

Vichřice se v minulosti vyskytovaly a stále vyskytují na území České republiky poměrně často. Jednu z nejničivějších a nejrozsáhlejších zaznamenaných kalamit v historii způsobily ničivé vichřice v prosinci v roce 1868 a říjnu 1870 s následným přemnožením lýkožrouta smrkového. Následná kůrovcová kalamita pak trvala až do roku 1878. Jen na Šumavě kalamita zničila asi 9 tisíc hektarů smrkového lesa a bylo vytěženo 3,6 miliónů m³ dříví (Skuhravý 2002). Po zahrnutí škod větrem i kůrovcem udávají různé zdroje objem 7 až 11 miliónů m³. V novodobé historii je příkladem ničivého působení větru orkán Kyrill v roce 2007, Ema v roce 2008 a Herwart v roce 2017.

Vichřice se na našem území opakují s následnou hmyzí kalamitou (Svoboda 2008). Lesy, zejména horské, se dokážou samovolně obnovit a změny vedou také k pestřejšímu zastoupení živých organismů (Winter et al. 2014).

3.3.2 Lýkožrout smrkový

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) má v lesním ekosystému významnou funkci, protože za normálních okolností zajišťuje zmlazení lesa a jeho dobrý zdravotní stav, protože mimo období kalamit napadá jen slabé a nemocné stromy. V současné době ale patří mezi nejvýznamnější evropské škůdce smrkových lesů.

Řadí se do čeledi kůrovcovitých (*Scolytidae*), řád brouci (*Coleoptera*). Je to tmavě hnědý až téměř černý, lesklý brouk, asi 4,5 mm dlouhý, s odstálými zlatavými chloupky a s useknutou zádi krovek s typicky uspořádanými zoubky.

Lýkožrout smrkový napadá především suchem oslabené stromy, polomy a vývraty. Vlivem teplého počasí, sucha a větrných kalamit dochází k jeho přemnožení (gradaci), pak napadá i zdravé stromy (Kindelmann et al. 2012). Lýkožrout smrkový se vyskytuje nejčastěji ve smrkových porostech starších šedesáti let a na jižních prosluněných porostních stěnách. Uvnitř porostů se vyskytuje při kalamitních stavech nebo při sníženém zakmenění (Zahradník, Knížek 2010). Ve vyšších polohách má lýkožrout smrkový obvykle jednu generaci a v nižších polohách dvě až tři generace do roka. Jeho vývoj je ovlivněný nadmořskou výškou a teplotami. Jarní rojení obvykle začíná na přelomu dubna a května, v horských oblastech až o měsíc později. Druhé rojení probíhá obvykle od června do srpna. V případě příznivých podmínek může proběhnout i třetí rojení (Skuhrový 2002).

Rozhodujícími faktory pro vznik přemnožení (gradace) je dostatek materiálu pro založení nové generace a průběh počasí. Obrannoschopnost porostů pozitivně ovlivňují vysoké a rovnoměrné srážky. Naopak dlouhodobý srážkový deficit vitalitu lesních porostů snižuje a suchem oslabené stromy jsou pro lýkožrouta smrkového dostupnější. Navíc vysoké teploty, které sucho obvykle doprovází, urychlují vývoj lýkožrouta smrkového, takže může mít více generací v jednom roce. Rozhodujícím faktorem v boji proti tomuto škůdci v hospodářských lesích je včasné a důsledné provádění účinných preventivních i obranných opatření.

Lýkožrout smrkový se řadí podle § 3 vyhlášky č. 101/1996 Sb. mezi kalamitní hmyzí škůdce. Vyhláška popisuje vedle základního stavu zvýšený stav, který upozorňuje na možnost kalamitního přemnožení, a kalamitní stav, který způsobuje rozsáhlá poškození lesních porostů

na stěnách nebo vznik ohnisek uvnitř lesních porostů nebo plošné napadení lesních porostů. Základem ochrany je celoroční aktivní kontrola porostů a vyhledávání kůrovcových stromů, které jsou aktuálně napadené lýkožroutem a jejich včasná a účinná asanace. Tím se zamezí dokončení jeho vývoje v kůrovcovém dříví nebo se zabrání jeho vylétnutí a napadení dalších stromů.

V České republice se ještě před 2. světovou válkou vyskytoval lýkožrout smrkový pouze v horských oblastech nad 800 m n. m s výjimkou Brd. Teprve v průběhu války se rozšířil i do nižších poloh, kde první velkou kalamitu způsobil na přelomu 40. a 50. let minulého století. V současnosti se vyskytuje od nejnižších poloh až po horní hranici lesa prakticky všude, kde se vyskytují smrky. Od 80. let minulého století je s výjimkou několika let stále v gradaci, i když se zde projevují lokální rozdíly.

Podle údajů ČSÚ se v roce 2021 vytěžilo 30,26 mil. m³ dřeva a většinu těžby stejně jako v minulých několika letech představovala těžba nahodilá (87 %), při které se zpracovávaly především stromy z kůrovcové kalamity. Prakticky na celém území Česka se lýkožrouti na smrku v roce 2021 vyskytovali v kalamitním stavu. V přepočtu reprezentuje vytěžené kůrovcové dříví v průměru 11 m³ na 1 ha smrkových porostů všech věkových stupňů. Jedná se i nadále o extrémní překročení hodnoty odpovídající základnímu stavu lýkožrouta smrkového, které je stanoveno vyhláškou MZe č. 101/1996 Sb. na hodnotu nepřevyšující 0,20 m³ na 1 ha smrkových porostů starších 50 let. Z dlouhodobého hlediska znamenala celková výše vykázaného kůrovcového dříví v roce 2021 hodnotu blízkou situaci v roce 2018, a po rekordních letech 2020 a 2019 se jednalo na území Česka o historicky třetí nejvyšší dosud zaznamenaný objem kůrovcového dříví (graf v příloze 10.1).

3.3.3 Změna klimatu

Změna klimatu, její dopady a nutnost reakce představují jedno z klíčových témat současné environmentální politiky. Přestože změny v klimatickém systému naší planety probíhaly od té doby, co planeta vznikla, vědecké poznatky posledních desetiletí ukazují, že v současné době tyto změny probíhají rychleji, než tomu bylo v minulosti. Hlavní příčinou těchto změn, a zejména jejich důsledků, je činnost člověka. Nejde však pouze o činnosti spojené s nárůstem emisí skleníkových plynů, ale i o aktivity člověka, které činí klimatický systém více zranitelný, než tomu bylo v minulosti. Mezi očekávané nepříznivé jevy patří častější extrémní projevy počasí, jako jsou období veder, suchá období, lesní požáry, přívalové deště se záplavami, nebo intenzivní sněhové srážky.

V České republice je potvrzený trend rychlého oteplování. Globální modely předpokládají oteplení o 2 až 3 °C do konce 21. století při současném významném omezení emisí (Stejskal 2012). Předpokládá se, že nejrychleji se bude oteplovat v nejvyšších oblastech. V lesních porostech se očekává, že se sníží vlhkost půdy, zvýší se výskyt sucha, sníží se hladina podzemní vody i povrchových toků (Stejskal 2012)

Lesy mají nezastupitelnou roli ve vázání atmosférického uhlíku. Často jsou v této souvislosti označovány jako zelené plíce planety. České lesy už ale tuto klíčovou roli neplní. V důsledku rozpadu lesů a zintenzivnění těžby se staly naopak producentem oxidu uhličitého, který dříve pohlcovaly. Uhlík se tak uvolňuje do atmosféry a způsobuje další globální oteplování. To je velký problém zejména v souvislosti s klimatickou změnou.

Klimatická změna hraje zásadní úlohu při zhoršování zdravotního stavu a stability smrkových lesů v nižších a středních polohách. I přes postupné zvyšování podílu listnatých stromů je současný podíl smrku i nadále vysoký (53 %), a to představuje velké riziko rychlého spontánního rozpadu nepůvodních smrkových monokultur se všemi souvisejícími důsledky, jako je složitost obnovy velkých holin, rychlá mineralizace humusových horizontů, ovlivnění vodního režimu a vodní bilance, nebezpečí eroze, kumulace škod zvěří okusem. Nejvýznamnějším rizikovým faktorem je sucho, které oslabuje porosty a snižuje odolnost vůči působení větru a na oslabení dřevin pak reagují další škůdci, zejména podkorní hmyz. Extrémní projevy počasí povedou ke zvyšování abiotických škod a mohou zhoršit současný nepříliš uspokojivý stav lesních porostů, vyvolaný v nedávné minulosti zejména zátěží vysokých koncentrací znečišťujících látek v ovzduší (ČHMÚ 2020).

3.4 Sukcese

Sukcese představuje postupné změny ve struktuře a funkci společenstva. Je zcela přirozeným procesem v jakémkoli ekosystému, v němž dochází k disturbancím, které narušují či likvidují celá společenstva. Sukcese je jedním ze základních ekologických pojmů a představuje speciální případ průběhu dynamiky vegetace (Bednařík 2014). Jedná se o změnu druhové skladby společenstev a jejich struktury na určitém místě v průběhu času (Pickett, Cadenasso 2005). Sukcese je vnímaná jako rozvojový proces ekosystému směřující k maximální stabilitě společenstva a k maximální účinnosti ve využívání zdrojů (Finegan 1984).

Základní rozdělení sukcesí je na primární a sekundární. Primární sukcese probíhá po odstranění celého společenstva včetně vytvořené půdy nebo kolonizací místa doposud

neporostlého rostlinami a bez vytvořené půdy (Moravec 1994). Sekundární sukcese je vývoj po odstranění společenstva disturbancí, ale se zachováním půdy a diaspor v půdě. Zásadní rozdíl mezi primární a sekundární sukcesí je tedy to, že sekundární sukcese využívá biologické dědictví tvořené organismy, které narušení přežily a organickými pozůstatky odumřelých jedinců (Barnes et al. 1998). Sekundární sukcese probíhá například po disturbanci v lesích, kdy dojde k úplnému nebo částečnému narušení klimaxového porostu a dochází k následnému rozvoji nového společenstva. Sukcese pak tvoří sled různých sukcesních stádií, a to od iniciálního, přes přechodná až po závěrečná, klimaxová (Moravec 1994).

Velký vývojový cyklus lesa je popisovaný jako hlavní model vývoje lesů bez vlivu člověka po velkoplošných disturbancích (Podrázský 2014). Má tři stádia, les přípravný, přechodný a závěrečný. Po disturbanci a zániku biocenózy se uvolní prostor, který začne být kolonizovaný jedním nebo více pionýrskými druhy (r – strategie) (Košulič 2009). Tyto druhy jsou odolné vůči extrémům prostředí a jsou méně náročné na půdní podmínky. Jsou to krátkověké, světlomilné dřeviny s rychlým růstem. Rychle osídlí volnou plochu. Jejich životaschopnost a konkurenceschopnost je však nízká. Patří mezi ně například bříza, jíva, osika, jeřáb nebo olše. Podobný charakter mají i borovice a modřín (Podrázský 2014). Vzniká tak přípravný porost jako iniciální sukcesní stádium (Košulič 2009). Přípravné dřeviny ovlivňují prostředí tak, že vznikají podmínky pro obnovu náročnějších dřevin, zpravidla polostinných a stinných. V našich podmínkách to je například jedle, buk, smrk nebo javor. Tyto dřeviny snášejí relativně vysoké zastínění a konkurenci jiných jedinců a jsou dlouhověké. Po určité době se postupnou obnovou a podrůstáním těchto dřevin pod přípravným porostem prosadí více druhů, které dospějí a ovládnou střední fázi sukcese, přechodný porost (Podrázský 2014). Během této fáze je většina pionýrských druhů již vytlačena. Následně vzniká závěrečná vývojová fáze, klimax, s dominancí konkurenčně nejsilnějších druhů (K – strategie) (Košulič 2009). Opětná obnova přípravných dřevin už neprobíhá nebo je omezená jen na vhodná stanoviště. V tomto stadiu se už obnovují jen klimaxové dřeviny.

Klimaxový les je v daných podmínkách zpravidla nejproduktivnější s maximální akumulací biomasy. Většinou je to také nejstabilnější typ ekosystému, který se v daných podmínkách může vytvořit. Ale ani klimaxový les není útvarem nehybným a neměnným (Podrázský 2014).

Během sukcese se uplatňují u dřevin různé životní strategie (Košulič 2009). Diverzita organismů v lesním ekosystému bývá obecně vyšší na začátku a v pozdních stádiích sukcese, nejnižší uprostřed (Hilmers et al. 2018).

Celá sukcese vrcholí stabilizovaným ekosystémem, ve kterém je na jednotku dosaženého toku energie uchováno nejvíce biomasy a symbiotických vztahů. Druhy během sukcese mění abiotické aspekty prostředí a připravují tak vhodné podmínky pro další organismy až do dosažení rovnováhy (Odum 1977).

Z dnešního pohledu již je jasné, že se ekosystémy neustále mění v čase i prostoru. Proto nemohou nikdy dosáhnout absolutní rovnováhy. Navíc v přírodních podmínkách sukcese po jednotlivých fázích probíhá zřídka, protože bývá ovlivněná disturbancemi, které mohou průběh sukcese vrátit do iniciálního stádia nebo ho naopak zrychlit nebo opakovaně měnit směr, kterým se sukcese ubírá (Barnes et al. 1998).

Vedle popsaného velkého vývojového cyklu se popisuje i malý vývojový cyklus spojený s menšími plochami, který trvá několik stovek let a probíhá v porostu neustále. Rozlišují se fáze dorůstání, optima, zralosti a rozpadu (Míchal 1983). Může probíhat v rámci velkého vývojového cyklu, během třetí fáze závěrečného lesa dochází k obnově na malých plochách a vzniká mozaikovitá struktura lesa (Korpeľ 1989). Po kompletním rozpadu stromového patra nastává fáze obnovy, přibližně za 100 až 150 let se vytvoří patro dospělých jedinců. Vlivem velké konkurence dojde k prořezávání. Může dojít k další disturbanci a porost se dostane opět do fáze kompletního narušení stromového patra s následnou obnovou. Pokud k narušení nedojde, porost přirozeně stárne a vznikají porostní mezery, kde má smrk šanci na přirozené zmlazení. Vzniká pralesovitá fáze porostu s rozmanitou výškovou a věkovou strukturou (Šantrůčková et al. 2010).

Jednotlivá stádia, která jsou dlouhodobě stabilizovaná díky vnějším podmínkám, například na pomalu zvětrávajících skalách, označuje termínem blokovaná sukcesní stádia (Moravec 1994). Thomasius (1995) popsal čtyři typy vývoje podle charakteru dřevin, které se na stanovišti dlouhodobě vyskytují a navzájem se ovlivňují.

První z nich je sukcese s trvalou existencí pionýrských dřevin (olšiny, bory, březiny), která se vyskytuje na extrémních stanovištích. Pokud se vytvářejí souvislé travnaté porosty například s třtinou chloupkatou, může docházet k dlouhodobému blokování sukcesních stadií a vzniká řídký lesní porost tvořený soliterními pionýrskými jedinci. Jestliže jsou na stanovišti extrémní podmínky, například trvalé zamokření nebo naopak sucho, nástup náročnějších dřevin se neuskuteční a v další generaci lesa se obnoví opět pionýrské dřeviny.

Dalším popsaným typem je sukcese lesa s dřevinami intermediárního typu typická pro doubravy nebo smrčiny. V iniciálním stadiu se na holině po disturbanci objevují osiky,

vrby, olše, v sušších podmínkách jíva a jeřáb, na chudých stanovištích borovice, modřín a bříza. Přípravný les je potom ve fázi stárnutí podrůstán duby, jasany, habry a smrky. Tyto dřeviny nabývají postupně převahu. Sukcese tohoto typu probíhala spontánně na většině stanovišť doubrav a zonálních smrčín.

Sukcese výrazně klimaxového typu probíhá opět přes iniciační stadium s přípravnými dřevinami, ve kterém se od začátku objevují i dřeviny lesa závěrečného. Na počátku sukcese může dojít k zarůstání narušené plochy trávami, které silně plodí a vytvářejí souvislý drn. Ten brání ve vyklíčení pionýrským dřevinám. Po narušení drnu, například požárem nebo vlastním stárnutím, nastává šance pro pionýrské dřeviny. Lépe odrůstají druhy s rychle rostoucími semenáčky (javory, jasany) nebo dřeviny s těžkými semeny, které svou vahou lépe prorůstají drnem k povrchu půdy. Bezlesé stadium může být překonávané dlouhou dobu. Přípravný les podrůstá klimaxovými dřevinami a po úplném vymizení pionýrských dřevin přechází do závěrečného stadia, klimaxu. Tento typ sukcese je charakteristický pro smíšené porosty tvořené bukem nebo jedlí.

Posledním popsaným typem je sukcese směřující spontánně k nevyrovnané bilanci energií a hmot v ekosystému a probíhá na stanovištních podmínkách nepříznivých pro růst dřevin, především na velmi silně kyselých půdách a při nízkých teplotách. V ekosystému se snižuje aktivita rozkladačů a odumřelá organická hmota se hromadí a vyvolává změny stanovišť s tvorbou surového humusu až rašelin. V některých typech přirozených smrčín se tvoří mocné mechové polštáře, které ztěžují nebo znemožňují přirozené zmlazování dřevin. To může vést ke změně nebo i úplnému zániku lesa.

Hospodaření v hospodářských lesích musí být založené na ekologických základech, aby se zvýšila stabilita a produkce s volbou optimálních pěstebních postupů. Je bezpochyby nezbytné poznání těchto zákonitostí (Podrázský 2014).

3.5 Obnova lesa

Obnova lesa je proces, kdy je stávající lesní porost nahrazený novou generací dřevin (Kupka 2005). Obnova lesních porostů může být přirozená, umělá nebo kombinovaná.

Podle dat Českého statistického úřadu bylo v roce 2021 obnoveno rekordních 49 790 ha lesních porostů, ve srovnání s předchozími roky to představuje významný nárůst, který souvisí s intenzivní obnovou holin po rozsáhlých nahodilých těžbách (graf v příloze 10.2).

Převažuje umělá obnova lesa (82 %). V roce 2021 se zalesnilo 40 679 hektarů, o 7 tisíc hektarů více než v předchozím roce. Podobně jako v minulých třech letech mírně převažovala plocha zalesněná listnatými dřevinami. Podíl listnatých dřevin na celkové umělé obnově dosáhl 52 % a postupně se zvyšuje. Před deseti lety listnaté stromy tvořily 39 % obnovy (graf v příloze 10.3).

Při zalesňování převažoval smrk (30 %), buk (24 %), dub (17 %) a borovice (8 %). Při výsadbě se spotřebovalo 244 miliónů sazenic a průměrná spotřeba sazenic na hektar byla 6 tis. kusů, z toho u listnatých dřevin 7 tisíc a u jehličnanů 5 tisíc sazenic na hektar (graf v příloze 10.4).

Přirozená obnova lesa se meziročně zvýšila o 2 496 ha na 9 111 ha (+38 %) a na celkové obnově se podílela 18 %. V přirozené obnově mírně převažovaly jehličnany (55 %), z jednotlivých dřevin pak smrk (46 %) a buk (22 %).

3.5.1 Umělá obnova lesa

Začátky umělého zakládání lesů sahají ve střední Evropě až do středověku. V Českých zemích od poloviny 18. století na základě vydání zemských lesních řádů byl vlastník lesa povinný se starat o zalesnění vykácených ploch. K lesnímu řádu byl vydaný i návod pro pěstování lesů, který obsahoval souhrn tehdejších lesnických vědomostí (Poleno et al. 2009).

Umělá obnova je obnova lesa provedená lidskou činností, prostřednictvím síše nebo sadby sazenic lesních dřevin. Vznikají porosty druhově odlišné od původních porostů. Volba obnovovaných dřevin nezávisí na mateřském porostu. Založené kultury jsou rovnoměrné, s optimální hustotou. Nevýhodou umělé obnovy je, že na holých plochách určených k zalesnění je omezena možnost výsadby stinných dřevin. Většinou vznikají stejnověké a stejnorodé porosty (monokultury) se všemi negativními aspekty. Intenzivnější je také poškození zvěří, proto je nutná ochrana nově založených porostů. Umělá obnova je nákladnější než přirozená, musí se počítat s náklady na pořízení sazenic, vlastní výsadbu a ochranu před okusem zvěří.

Volba struktury lesa při jeho zakládání a její usměrnění při výchově porostů je hlavním nástrojem pro vytvoření lesa, který má plnit požadované hospodářské i ekologické funkce. V současnosti je aktuální úprava dřevinné skladby českých lesů s příklonem k listnatým dřevinám a smíšeným porostům. Jehličnany jsou a budou i nadále důležitou součástí lesů. Vedle

smrku jsou vhodnými jehličnany také modřín nebo douglaska. Důležité jsou také meliorační a zpevňující dřeviny (ÚHÚL 2022).

V praxi je nejvýhodnější kombinovaná obnova, pokud přirozenou obnovou nelze zajistit celou porostní plochu, chybějící nebo prořídle nálety je nutné doplnit umělou výsadbou

3.5.2 Přirozená obnova lesa

Přirozená obnova bez zásahu člověka využívá schopnosti auto reprodukce porostů a je zásadní v bezzásahových zónách (Korpeľ 1991). V těchto oblastech se považuje za jeden z nejúčinnějších způsobů zalesnění například po kůrovcové kalamitě (Zeppenfeld 2015).

Rozhodující význam má přirozená obnova generativní (semenná), menší význam má vegetativní obnova pařezovou a kořenovou výmladností. Přirozená obnova probíhá za přímé účasti mateřského porostu. Je značně variabilní a závisí na mnoha faktorech.

Po narušení je pro regeneraci rozhodující početnost přirozeného zmlazení a jeho rozložení před disturbancí (Rammig et al. 2006). Vliv má také počet plodných stromů a s tím spojené množství semen (Ulbrichová et al. 2009). Dalším významným faktorem je kvalita mikro-stanoviště a příznivé podmínky pro vyklíčení semen (Kozłowski 2002). Mezi další faktory patří konkurence v bylinném patře, klimatické a světelné podmínky, vysychavost nebo okus zvěří (Ulbrichová et al. 2009). Pro vývoj přirozené obnovy je důležitá také nadmořská výška, expozice a sklon stanoviště (Štícha 2010) nebo půdní pH a obsah živin a vláh v půdě. Z toho vyplývá, že na vyklíčení a přežití semenáčků mají vliv různé biotické a abiotické faktory (Kramer et al. 2014).

Pro přirozenou obnovu jsou typické vysoké počty semenáčků, ale první roky vývoje jsou spojené také s vysokou úmrtností, mortalitou. Počet semenáčků je přímo ovlivněný semenným rokem. Na jeden hektar se může vyskytovat až desetitisíce jedinců (Jonášová 2013). Přežití semenáčků ovlivňuje jejich výška v době narušení porostu. U semenáčků vyšších než 10 centimetrů úmrtnost s rostoucím věkem a výškou významně klesá (Znenáhlíková et al. 2011). Z pěti centimetrových sazenic odumře za rok od 20 do 50 %, avšak u jedinců vyšších než 50 centimetrů se roční mortalita pohybuje do 5 % (Macek et al. 2017). Stromy reagují na narušení porostu vyšší úrodou semen a tím se zvyšuje četnost přirozené obnovy (Heurych 2009). Po odumření stromového patra nová generace odráží strukturu porostu před jeho narušením (Bače 2015).

Dostatek světla je pro odrůstání zmlazení velmi významný. Příliš velký horizontální zápoj způsobuje zastínění a má negativní dopad na odrůstání přirozené obnovy (Bače et al. 2007). Mortalitou stromového patra se horizontální zápoj sníží a zvýší se dostupnost světla pro rostoucí semenáčky, a to umožňuje jejich rychlejší růst (Bače et al. 2017). S lepšími světelnými podmínkami se rozvíjí i podrostní vegetace a ta představuje konkurenci pro semenáčky (Znenáhlíková et al. 2011). Hustotu přirozené obnovy pozitivně ovlivňuje nízká pokrývnost vegetace (Bače et al. 2011). Světelné podmínky ovlivňují také druhovou diverzitu v porostu. Druhová rozmanitost se s dostupností světla zvyšuje (Hofmeister et al. 2009). Množství a odrůstání obnovy ovlivňují různé faktory, například světlo, které se do porostu dostává mezerami v zápoji stromů (Cunningham et al. 2006). Množství světla ovlivňuje další klimatické podmínky, například teplotu na daném stanovišti (Canham et al. 1990). Na strukturu zmlazení má vliv nadmořská výška, s přibývajícím nadmořskou výškou je zmlazení více hloučkovité (Míchal 1983).

Velký vliv má také mikrostanoviště semenáčků. Mezi nejvhodnější substráty k vyklíčení semenáčků patří mechorosty, hrabanka, tlející dřevo a pahýly (Bače 2011). Tlející dřevo je důležité pro přirozený vývoj v lese, jeho pozitivní vliv stoupá s nadmořskou výškou. Biomasa ve formě mrtvého dřeva uvolňuje živiny do půdy a vytváří vhodné podmínky pro růst semenáčků. Zadržuje vláhu a chrání semenáčky před konkurencí okolní vegetace nebo před sněhem (Svoboda 2007). Až 30 % organismů v lese je vázáno na mrtvé dřevo (Šantrůčková et al. 2010).

Při aktivních postupech hospodaření v lese se odstraňují odumřelé a odumírající stromy. Vzhledem k významu mrtvého dřeva pro obnovu lesa a zotavení po disturbanci ale může odstraňování mrtvého dřeva omezit přirozenou obnovu v těchto porostech. Odstraňování odumřelých a odumírajících stromů z polopřirozených lesů je tedy třeba pečlivě zvážit (Svoboda et al. 2010). Kácení porostů postižených kůrovcem, po němž následuje výsadba dřevin, výrazně snižuje šance na úspěšnou přirozenou obnovu listnatými, strukturně složitými a různověkými lesy (Orczewska et al. 2019).

Podle Rozmana et al. (2015) přirozená sukcese vede k vývoji smíšených porostů smrku, pionýrských dřevin a hospodářsky a ekologicky žádoucích druhů středního sukcesního stádia. Pozitivní vliv má oplocení obnovy, které vedlo k větší hustotě, výšce a pokrývnosti semenáčků i ke zvýšení početnosti listnáčů. Přemnožení spárkaté zvěře naopak podpořilo obnovu smrku na úkor listnáčů.

Obecně platí, že vývoj malých semenáčků ovlivňuje světlo, klimatické podmínky, sucho, mráz, výška jedinců, škody zvěří, druhová konkurence a okolní vegetace (Vacek, Podrázský 2003).

3.5.3 Obnova kalamitních holin

Obnova lesa na kalamitních holinách je spojená s řadou potíží způsobených především extrémním klimatem (Martiník 2014). Vznikem kalamitní holiny se eliminuje příznivé mikroklima lesa. Sazenice jsou vystavené extrémním teplotním výkyvům. Dochází k nadměrné evapotranspiraci a rostliny ztrácí větší množství vody než stačí svými kořeny nahradit. Na volné ploše se vypaří o 85 % více vody než v porostu. Většina kalamitních holin, které vznikly vlivem rozpadu smrkových monokultur, je charakteristická procesem sléhávání spodních vrstev půdy a ztráty úrodnosti. Příčinou je mělký kořenový systém smrku ztepilého, který nezasahuje do nižších vrstev, a tudíž zúrodňuje půdu pouze do hloubky asi 30 cm (Pěničik et al. 1958). Problémové je i vlastní vnášení klimaxových dřevin na holiny (Kaňák 1988). Doporučené je širší uplatnění dřevin s pionýrskou strategií (Míchal 1994; Košulič 2010).

Základním cílem obnovy kalamitních holin je tvorba smíšených porostů se zastoupením širokého spektra dřevin, které budou v budoucnu plnit všechny očekávané funkce lesa (Mlčoušek 2020). Od vhodně zvolených lesních dřevin a jejich směsí se obecně očekává vyšší odolnost k probíhajícím nepříznivým projevům klimatických změn (Schwarz et al. 2019). Vhodné je využití směsi lesních dřevin, které lépe odolávají suchu tím, že využívají vodu z různých horizontů půdy. V podmínkách České republiky jsou to například směsi smrku, buku a jedle ve vyšších polohách nebo dub a borovice nebo buk a modřín v nižších polohách. Bohatě strukturované porosty mají vysoké nároky na vodu, a proto je potřeba počítat s jednodušší porostní strukturou a smíšením maximálně tří hlavních dřevin (Dušek et al. 2020).

Velký význam při obnově kalamitních holin má využití přípravných dřevin (Košulič 2010; Mlčoušek 2020). Při využívání přípravných dřevin je nutné zohledňovat potřeby cílových dřevin na využívání vody z různých horizontů půdy (Dušek et al. 2020). Na suchem ovlivněných stanovištích není vhodné využívat břízu jako přípravnou dřevinu pro smrk, kde si vzájemně konkurují v kořenovém prostoru. Jako vhodnější přípravná dřevina pro smrk se osvědčil topol osika, který zároveň lépe snáší suchu (Martincová, Leugner 2020). Pionýrské dřeviny mají na kalamitních holinách důležitou úlohu, podmínkou ale je, že se musí vyskytovat co nejdříve. Pokud nedojde k přirozené obnově pionýrských dřevin, musí být jejich porosty založeny uměle. Jsou určeny především pro buk a jedli, protože tyto stromy na holinu přímo

nepatří. Pro buk je vhodné místo pro podsadbu ve vzniklých mezerách ve stávajících porostech nebo ve výsadbě s pionýrskými dřevinami, které mu vytvářejí boční tlak. Jedle by pak měla mít zastoupení až čtvrtinu plochy s tím, že se kultivuje až do přípravných porostů nebo současně s jejich vznikem (Košulič 2010).

Pokud se uměle zalesňuje celá velká kalamitní holina najednou, tak by měly být střídány skupiny krátkověkých přípravných dřevin a dlouhověkých cílových dřevin. Dosáhne se tím dřívější produkce dříví a rozdílná doba mytní zralosti. Těžba pak bude skupinová a bude výrazně rozložená v čase. Automaticky tak vznikají různověké porosty (Košulič 2019).

Ústav pro hospodářskou úpravu lesa v Brandýse nad Labem (dále ÚHÚL) vydal Generel obnovy lesních porostů po kalamitě. Výsledky monitoringu kalamitní situace ukazují, že současná potřeba obnovy kalamitních ploch dvojnásobně přesahuje normální stav a zároveň kapacitní možnosti lesních podniků k zalesňování a pěstebním pracím. Na základě družicových dat byla odhadnutá celková kalamitní plocha v jehličnatých porostech za období 2017 až 2019 na 85 tisíc hektarů a téměř polovina těchto ploch dosáhla velikosti nad 5 hektarů. Generel obnovy navrhuje opatření k obnově porostů po kalamitě v souladu s Konceptí státní lesnické politiky do roku 2035. Cílem je navržení postupů k vytvoření druhově, věkově a prostorově diferencovaných porostů se stanovištně odpovídající druhovou skladbou dřevin. Jako ideální se jeví jehličnato-listnaté víceetážové porosty. Druhová a prostorová rozrůzněnost je předpokladem pro vyšší ekologickou rezistenci.

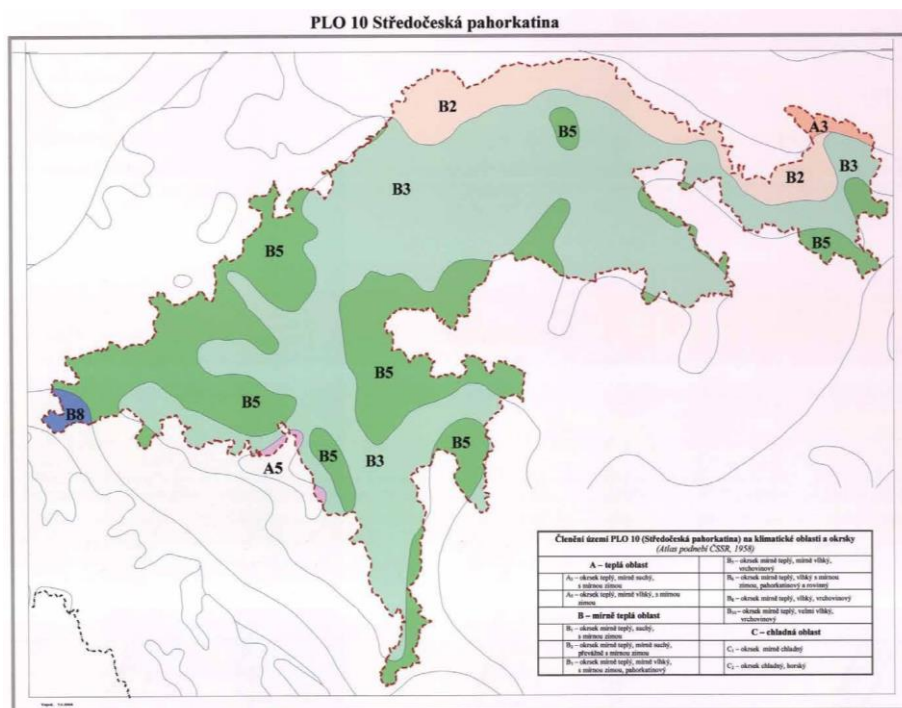
4 Metodika

4.1 Klimatické podmínky v přírodní lesní oblasti Středočeská pahorkatina

Zkusné plochy se nachází na lesních pozemcích v okolí Velkých Popovic, lesní hospodářský celek leží v přírodní lesní oblasti č. 10 – Středočeská pahorkatina. Podle fyto geografického členění patří do mezofytika, to je přechod mezi teplomilnou a chladnomilnou květenou. Klimaticky se území řadí jako okrsek mírně teplý, mírně vlhký, s mírnou zimou, pahorkatinový. Průměrný roční úhrn srážek je 600 až 650 mm. Během roku je rozložení srážek příznivé, až 65 % srážek spadne ve vegetačním období. Roční průměrná teplota se pohybuje od 7,0 do 7,5 °C. Ve vegetačním období dosahuje průměr teplot od 12,5 do 13,0 °C. Průměrná vegetační doba trvá přibližně 153 dní (ÚHÚL 2022). Klimatické oblasti znázorňuje obrázek 1.

S rostoucí nadmořskou výškou klesá teplota a zvyšuje se srážkový úhrn. Roli zde hraje i exponovanost krajiny vůči větrům, které přináší více srážek. V údolích je podnebí ovlivněno výraznou inverzí, a to hlavně v zářezech údolí větších řek a potoků. Převažuje zde západní proudění se západními, jihozápadními a severozápadními větry, výjimečně se vyskytují i bořivé větry od jihovýchodu. Větry jsou modifikované krajinným terénem (ÚHÚL 2022).

Obrázek 1 Členění území Středočeské pahorkatiny podle klimatických oblastí



Zdroj: ÚHÚL (2022)

4.2 Vývoj dřevinné skladby v přírodní lesní oblasti Středočeská pahorkatina

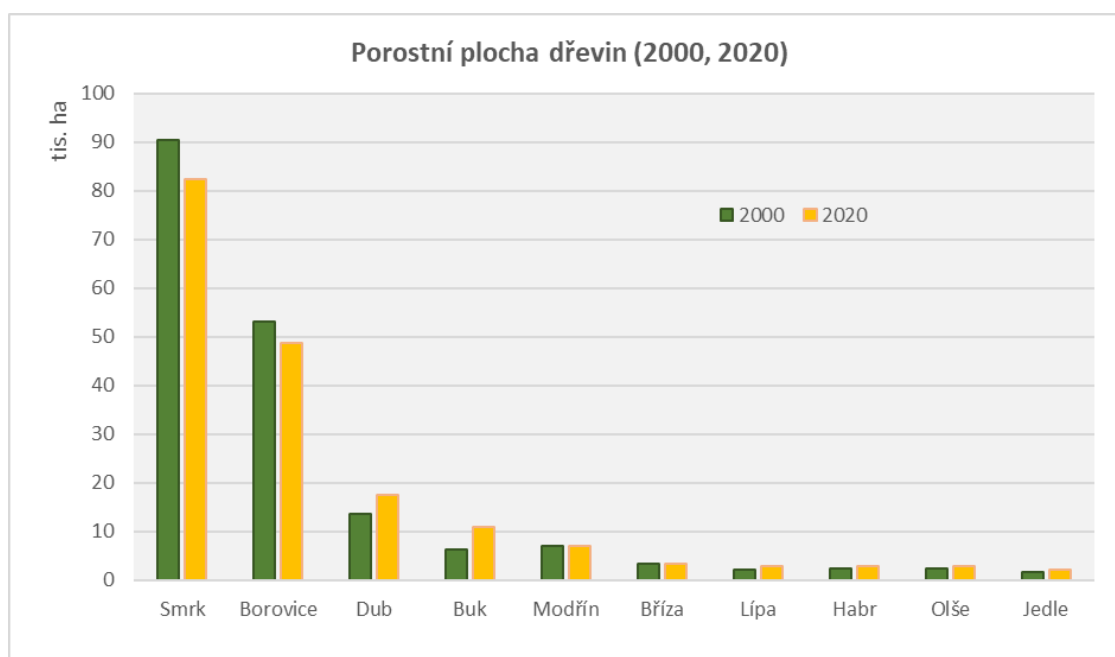
Ve srovnání s dnešním stavem měly původní lesní porosty v oblasti Středočeské pahorkatiny charakter smíšeného lesa s mnohem vyšším podílem dubu. Od poloviny 18. a během 19. století docházelo v souvislosti s rozvojem průmyslu ke zvyšování podílu smrku, borovice a modřínu. Zvyšoval se také podíl jehličnatých monokultur. S tím souvisí také snižování stability lesních porostů. Zvyšoval se se také podíl jehličnatých na úkor původních listnatých stromů.

Podle údajů zveřejněných ÚHÚL (2022) v lesích přírodní lesní oblasti Středočeská pahorkatina (PLO 10) stále dominuje smrk. V roce 2022 se podílel na celkové dřevinné skladbě 43,9 %. Druhou nejvýznamnější dřevinou z hlediska zastoupení je borovice (26,0 %), následuje dub (9,3 %), buk (5,9 %) a modřín (3,7 %). Zastoupení ostatních dřevin je pod 2 %.

Při porovnání dřevinné skladby mezi roky 2000 a 2020 je patrné snížení zastoupení jehličnatých dřevin. Zatímco v roce 2000 jejich podíl představoval 81,7 %, v roce 2020 je to 75,6 %, to znamená úbytek 6 p.b. (-11 tisíc hektarů). Ve struktuře dřevin se snížilo zastoupení smrku (z 48,3 % na 43,9 %) a borovice (z 28,3 % na 26,0 %).

Naproti tomu u všech listnatých dřevin byl zaznamenán nárůst plochy, mezi roky 2000 a 2020 o více než 11 tisíc hektarů. Podíl listnatých dřevin se zvýšil z 18,3 % na 24,4 % (+6,0 p.b.). Nejvýrazněji se zvýšil podíl buku (z 3,4 % na 5,9 %) a dubu (z 7,3 % na 9,3 %). Podrobnější informace uvádí tabulka 1 a graf 1.

Graf 1 Vývoj porostní plochy dřevin v PLO 10 (Středočeská pahorkatina)



Zdroj dat: ÚHÚL (2022), vlastní zpracování

Tabulka 1 Změny dřevinné skladby PLO Středočeská pahorkatina (2000 a 2010)

Skupina dřevin	Porostní plocha (ha)			Struktura (%)		
	2000	2020	Rozdíl	2000	2020	rozdíl (p.b.)
Smrk	90 286	82 335	-7 951	48,3	43,9	-4,4
Jedle	1 544	2 217	673	0,8	1,2	0,4
Borovice	52 949	48 725	-4 224	28,3	26,0	-2,4
Modřín	6 906	7 014	108	3,7	3,7	0,0
Ostatní jehličnaté	916	1 505	589	0,5	0,8	0,3
Jehličnaté celkem	152 601	141 796	-10 805	81,7	75,6	-6,0
Dub	13 577	17 480	3 903	7,3	9,3	2,1
Buk	6 330	10 969	4 639	3,4	5,9	2,5
Habr	2 444	2 798	354	1,3	1,5	0,2
Jasan	1 001	1 391	390	0,5	0,7	0,2
Javor	866	1 622	756	0,5	0,9	0,4
Jilm	23	39	16	0,0	0,0	0,0
Bříza	3 329	3 319	-10	1,8	1,8	0,0
Lípa	2 205	2 832	627	1,2	1,5	0,3
Olše	2 382	2 755	373	1,3	1,5	0,2
Ostatní listnaté	2 047	2 460	413	1,1	1,3	0,2
Listnaté celkem	34 204	45 665	11 461	18,3	24,4	6,0
Celkem	186 805	187 461	656	100,0	100,0	0,0

Zdroj dat: ÚHÚL (2022), vlastní zpracování

Zvyšování podílu listnatých dřevin v PLO 10 je v souladu s trendem v celé České republice (MZe 2021), který souvisí s povinným zaváděním melioračních a zpevňujících dřevin v obnově u všech vlastníků lesa s výměrou nad 3 hektary. Nárůst podílu listnáčů v PLO 10 je ovlivněný také vyšším využitím přirozené obnovy listnatých dřevin, zejména buku nebo ponecháním starých listnatých porostů do vysokého věku nebo až do přirozeného rozpadu (ÚHÚL 2022).

4.3 Popis terénního sběru dat a zkusných ploch

V terénu byla zmapována obnova lesních dřevin na vybraných stanovištích na lesních pozemcích v okolí Velkých Popovic. Území bylo zasaženo plošným odumíráním smrkových porostů v důsledku napadení lýkožroutem smrkovým. Bezprostřední příčinou bylo oslabení porostů extrémně suchým průběhem počasí především v letech 2015 a 2018. V oslabených porostech se nekontrolovatelně rozšířil lýkožrout smrkový. Na celé situaci se podílelo více faktorů a také to, že lesní hospodářství založené na produkci dřeva dlouhodobě podporovalo vysazování nepůvodních smrkových monokultur i na nevhodných stanovištích středních poloh. V důsledku nadbytku kůrovcového dříví na trhu se propadly výkupní ceny dřeva, a především drobným soukromým vlastníkům se nevyplatilo již odumřelé dřevo těžit, protože po započítání nákladů by skončili ve ztrátě. Také náklady na pěstební práce spojené s obnovou kalamitních holin a nedostatek pracovníků ovlivnily velikost holin ponechaných k obnově. Za běžných okolností v hospodářských lesích probíhá bezprostředně po zjištění napadení lýkožroutem asanační těžba s následným zalesněním. To se ale v době kalamitního přemnožení kůrovce nedělo. Díky všem okolnostem bylo možné zmapovat přirozenou obnovu také ve specifických podmínkách odumřelých porostů s ještě stojícími odumřelými stromy nebo na vytěžených holinách bez umělé obnovy.

Pro monitorování obnovy byla vybraná stanoviště ve srovnatelných stanovištních podmínkách. Zmapování obnovy a sběr dat byl provedený na 18 stanovištích. Stanoviště byla rozdělena na tři typy, a to:

- a) pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty (6 zkusných ploch)
- b) přirozeně nebo uměle zalesněnými holinami (6 zkusných ploch)
- c) žijícími smrkovými porosty (6 zkusných ploch)

Základní velikost ploch pro mapování obnovy byla 400 m², pro nízkou obnovu do 10 cm nebo velmi početné zmlazení bylo využito vnořených ploch o menší výměře (25 m² a 1 m²). V terénu

byly plochy vyměřeny pásmem a hraniční body byly vyznačené pomocí dřevěných kolíků. GPS souřadnice a nadmořská výška byly určeny prostřednictvím aplikace GPS Status & Toolbox.

Na každé ploše byly zaznamenány jednotlivé druhy dřevin v obnově a stanovená četnost obnovy každého druhu dřeviny. Obnova byla rozdělena do čtyř výškových kategorií, které byly definované následovně: do 10 cm, 10 až 30 cm, 30 až 100 cm a nad 100 cm. Bylo zaznamenáno také poškození obnovy zvěří.

Sběr dat probíhal v průběhu dubna až září 2022.

Prostřednictvím vyhodnocení snímků ortofoto map bylo odhadnuto, kdy došlo k odumření porostů na jednotlivých zkusných plochách. Další informace byly získány od hajného z polesí Olašovice (Lesy ČR s.p., lesní závod Konopiště) a z vlastní zkušenosti, poslední dva roky autor pracoval jako lesní adjunkt v tomto polesí.

Shromážděná data byla vyhodnocena a porovnána mezi jednotlivými typy ploch. Data byla zpracována v kontingenční tabulce do přehledových tabulek a grafů.

Na podkladě vyhodnocení byl proveden odhad rychlosti a průběhu spontánní sukcese odumřelých smrkových porostů v případě jejich ponechání bez dalších zásahů v daných stanovištních podmínkách ve srovnání s plochami obnovenými po asanačních těžbách tradičním způsobem a s obnovou ve vzrostlém lese. Po diskusi výsledků s odbornou literaturou byla posouzená perspektiva lesních porostů v daných stanovištních podmínkách a bylo zformulované doporučení pro jejich další management.

Základní popis zkusných ploch (ZP), to je typ plochy, souřadnice GPS a nadmořskou výšku, uvádí tabulka 2. Fotografie zachycují stav na vybraných zkusných plochách a byly pořízené v době sběru dat (obrázek 2 až 12).

Tabulka 2 Základní popis zkusných ploch (typ, souřadnice a nadmořská výška)

Zkusná plocha (ZP)	Souřadnice		Nadmořská výška (m n. m.)
Typ ZP: plocha pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty			
ZP 1	49°54'52.3"N	14°39'51.9"E	449
ZP2	49°55'07.9"N	14°40'19.7"E	457
ZP3	49°54'14.7"N	14°40'10.2"E	445
ZP4	49°55'01.2"N	14°40'17.6"E	437
ZP5	49°55'02.8"N	14°40'05.7"E	439
ZP6	49°55'07.5"N	14°40'00.4"E	440
Typ ZP: holina, přirozeně zalesněná			
ZP7	49°54'52.0"N	14°39'50.1"E	456
ZP8	49°54'19.1"N	14°40'16.2"E	449
ZP9	49°54'14.8"N	14°40'10.4"E	454
ZP10	49°54'15.0"N	14°40'17.8"E	455
Typ ZP: holina, uměle zalesněná			
ZP11	49°54'19.7"N	14°39'21.6"E	387
ZP12	49°54'20.4"N	14°39'24.3"E	400
Typ ZP: žijící smrkový porost			
ZP13	49°54'53.2"N	14°39'47.8"E	462
ZP14	49°55'08.7"N	14°40'19.3"E	447
ZP15	49°54'53.0"N	14°39'39.5"E	464
ZP16	49°54'57.0"N	14°39'06.0"E	439
ZP17	49°54'45.65"N	14°39'14.75"E	448
ZP18	49°54'41.52"N	14°39'9.34"E	447



Obrázek 2 ZP 1 – nevytěžený odumřelý smrkový porost



Obrázek 3 ZP 2 – odumřelý smrkový porost, přirozená obnova dubu letního



Obrázek 4 ZP 3 – přirozená obnova smrku ztepilého, odumřelý smrkový porost



Obrázek 5 ZP 4 – odumřelý smrkový porost, přirozená obnova smrku ztepilého



Obrázek 6 ZP 5 – odumřelý smrkový porost



Obrázek 7 ZP 6 – odumřelý smrkový porost



Obrázek 8 ZP 7 – holina s přirozenou obnovou



Obrázek 9 ZP 8 – holina s přirozenou obnovou



Obrázek 10 ZP 11 – holina s umělou obnovou



Obrázek 11 ZP 17 – smrkový porost s rozvolněným zápojem



Obrázek 12 ZP 6 – odumřelý smrkový porost

5 Výsledky

5.1 Zkusné plochy

Zkusná plocha 1 – plocha pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty (ZP 1)

Na první zkusné ploše se nacházel odumřelý smrkový les, stáří souší bylo přibližně 4 roky. Původní smrkový porost s velkým zápojem korun dosáhl stáří 40 let. V důsledku nedostatku světla a tepla nebylo zmlazení příliš výrazné. Vedle stojících souší se nacházely v okrajových částech také vývraty a polomy. V podrostu bylo husté bylinné patro s převahou netykavky malokvěté. Četný byl také výskyt bezu černého. Vyskytovaly se zde pionýrské dřeviny jeřáb ptačí (24 %) a topol osika (9 %). V obnově významně převažoval smrk ztepilý (47 %) a dub letní (20 %) (tabulka 3).

Tabulka 3 Zkusná plocha 1 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Corylus avellana		20			20
Picea abies	170				170
Populus tremula		31			31
Quercus robur	67			5	72
Sambucus nigra			80		80
Sorbus aucuparia	85				85

Zkusná plocha 2 – plocha pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty (ZP 2)

Na zkusné ploše 2 se nacházel stojící odumřelý les, který uschnul zhruba před 5 lety. Stáří původního smrkového porostu bylo 35 let. Ve zmlazení převažoval smrk ztepilý (44 %) a bylo zaznamenáno větší množství pionýrských dřevin: bříza bělokorá (9 %), topol osika (10 %) a jeřáb ptačí (12 %). Z cílových dřevin byl zastoupený kromě smrku také dub letní (12 %) a javor klen (12 %). Počty v jednotlivých výškových kategoriích jsou uvedeny v tabulce 4. Terén zkusné plochy je mírně svažité. Na této ploše se nacházelo větší množství vývratů, které narušily svrchní vrstvu půdy. V blízkosti zkusné plochy byl smíšený les s dubem letním a javorem klenem. V podrostu se nacházelo velmi husté bylinné patro netykavky malokvěté.

Tabulka 4 Zkusná plocha 2 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Acer pseudoplatanus	68				68
Betula pendula		51			51
Corylus avellana		68			68
Picea abies	240				240
Populus tremola		55			55
Quercus robur		68			68
Sambucus nigra			40		40
Sorbus aucuparia		67			67

Zkusná plocha 3 – plocha pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty (ZP 3)

Na třetí zkusné ploše se nacházel odumřelý smrkový les, stáří souší bylo přibližně 3 roky. Původní smrkový les odumřel přibližně ve stáří 50 let. Bylo zaznamenáno velké množství vývratů. V bylinném patře byl přítomný hustý souvislý porost netýkavky malokvěté. V blízkosti zkusné plochy se nacházel smíšený les. Z pionýrských dřevin se v obnově vyskytoval jeřáb ptačí (14 %). Z cílových dřevin byl zastoupený v nejvyšší míře smrk ztepilý (49 %), dále pak modřín evropský (18 %), buk lesní (10 %), dub letní (6 %), dub červený (1 %) a javor klen (1 %). Obnova byla zaznamenána ve všech výškových kategoriích (tabulka 5).

Tabulka 5 Zkusná plocha 3 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Acer pseudoplatanus				20	20
Fagus sylvatica	160				160
Larix decidua	140	103		35	278
Picea abies	704	60			764
Quercus robur	60	40			100
Quercus rubra		20			20
Sambucus nigra	80	200	105	38	423
Sambucus racemosa		60			60
Sorbus aucuparia	160	60			220

Zkusná plocha 4 – plocha pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty (ZP 4)

Na čtvrté zkusné ploše se nacházel odumřelý les, který odumřel zhruba před 2 roky. Stáří původního porostu bylo 35 let. Vývraty se nevyskytovaly. Bylo zde malé množství obnovy nad 30 cm kvůli kratšímu času doby od odumření původního porostu. Z pionýrských dřevin zde

byly zastoupeny bříza bělokorá (6 %) a jeřáb ptačí (3 %). Z dřevin cílových bylo zaznamenáno nejvyšší zastoupení smrku ztepilého (67 %) a buku lesního (17 %), vyskytoval se také javor klen (7 %) (tabulka 6). Výrazné bylo zastoupení bezu černého a bylinné patro tvořil souvislý porost netykavky malokvěté.

Tabulka 6 Zkusná plocha 4 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Acer pseudoplatanus	54		4		58
Betula pendula	55				55
Fagus sylvatica	130	13			143
Picea abies	475	89	8		572
Sambucus nigra	204	28			232
Sambucus racemosa	134				134
Sorbus aucuparia	27				27

Zkusná plocha 5 – plocha pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty (ZP 5)

Na zkusné ploše 5 se nacházel odumřelý smrkový les, stáří souší bylo přibližně 4 roky. Bylo zaznamenáno velké množství vývrátů. Z pionýrských dřevin zde byly zastoupeny bříza bělokorá (17 %), topol osika (11 %) a jeřáb ptačí (10 %). Z cílových dřevin převažoval smrk ztepilý (43 %) a buk lesní (19 %). Počty obnovy jsou uvedeny v tabulce 7. Bylo zde husté bylinné patro, ve kterém dominovala konopice sličná. Byl zaznamenán hojný výskyt bezu černého a rostla zde i líska obecná.

Tabulka 7 Zkusná plocha 5 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Betula pendula	127	4			131
Corylus avellana	67				67
Fagus sylvatica	80	55	15		150
Picea abies	306	25	2	2	335
Populus tremola	83		6		89
Sambucus nigra	115				115
Sorbus aucuparia	60	15			75

Zkusná plocha 6 – plocha pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty (ZP 6)

Na zkusné ploše 6 stál odumřelý smrkový les, stáří souší bylo přibližně 6 roků. Byla zaznamenána početná obnova. Počty obnovy ukazuje tabulka 8. Z pionýrských dřevin se zde

vyskytoval jeřáb ptačí (14 %) a bříza bělokorá (12 %). Z cílových dřevin byl nejvíc zastoupený smrk ztepilý (38 %), buk lesní (21 %), v menší míře habr obecný (10 %) a dub letní (4 %). Bylo zde husté bylinné patro s převahou netykavky malokvěté a početný byl také bez černý. Nacházelo se zde velké množství vývrátů a na zemi ležících kmenů.

Tabulka 8 Zkusná plocha 6 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Betula pendula	179				179
Carpinus betulus	80	60			140
Fagus sylvatica	245	45	12		302
Picea abies	468	80		5	553
Quercus robur	60				60
Sambucus nigra		89	32		121
Sorbus aucuparia	204				204

Zkusná plocha 7 – přirozená zalesněná holina (ZP 7)

Na zkusné ploše 7 se nacházela holina, která vznikla před 1 rokem vytěžením smrkového porostu. Z pionýrských dřevin zde byly zastoupeny jeřáb ptačí (8 %) a topol osika (9 %), v menší míře bříza bělokorá (1 %). Z cílových dřevin dominoval smrk ztepilý (45 %), dále zde byl zaznamenán javor klen (21 %) a dub letní (15 %). Převážná část obnovy byla zařazená do nejnižší výškové kategorie do 10 cm (tabulka 9). V bylinném patře byla hojně zastoupená třtina křovištní.

Tabulka 9 Zkusná plocha 7 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Acer pseudoplatanus	187				187
Betula pendula		7			7
Picea abies	396				396
Populus tremula	69	12			81
Quercus robur	130				130
Sorbus aucuparia	74				74

Zkusná plocha 8 – přirozená zalesněná holina (ZP 8)

Na zkusné ploše 8 se nacházela holina vzniklá po vytěžení smrkového porostu napadeného lýkožroutem před 2 roky. Byla zaznamenána významná přirozená obnova. Z pionýrských dřevin byly zastoupeny jeřáb ptačí (24 %), bříza bělokorá (16 %) a topol osika (11 %).

Z cílových dřevin byl v převaze smrk ztepilý (32 %) a borovice lesní (14 %), vyskytoval se také modřín evropský (4 %). Z keřů se vyskytoval bez černý (tabulka 10). Kvůli krátké době od vzniku holiny byla obnova zaznamenaná jen v nižších výškových stupních, obnova v kategorii nad 30 cm se nevyskytovala.

Tabulka 10 Zkusná plocha 8 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Betula pendula	230	25			255
Larix decidua	50	10			60
Picea abies	520				520
Pinus sylvestris	196	42			238
Populus tremola	175				175
Sambucus nigra		36			36
Sorbus aucuparia	396				396

Zkusná plocha 9 – přirozená zalesněná holina (ZP 9)

Na zkusné ploše 9 se nacházela holina s přirozenou obnovou. Stáří holiny bylo 4 roky. Pro tuto zkusnou plochu byl charakteristický velký počet druhů dřevin. Z pionýrů zde rostla bříza bělokorá (8 %) a olše lepkavá (2 %). Z cílových dřevin byl v největší míře zastoupený smrk ztepilý (35 %) a modřín evropský (18 %), následovala jedle bělokorá (8 %), buk lesní (8 %), dub letní (7 %) a javor klen (3 %). Vyskytovala se zde také introdukovaná dřevina douglaska tisolistá (1 %) (tabulka 11).

Tabulka 11 Zkusná plocha 9 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Abies alba	80				80
Acer pseudoplatanus		30			30
Alnus glutinosa	20				20
Betula pendula	124	48	3		175
Fagus sylvatica	80				80
Larix decidua	152	18	1		171
Picea abies	276	60	6		342
Pseudotsuga menziesii		5			5
Quercus robur	70				70

Zkusná plocha 10 – přirozená zalesněná holina (ZP 10)

Na zkusné ploše 10 se nacházela holina s přirozenou obnovou. Původní smrkový les se asanoval těžbou po napadení kůrovcem před 4 roky. Přirozená obnova byla významná, nacházelo se zde také větší množství druhů dřevin. Z pionýrských dřevin zde byl zaznamenán topol osika (4 %), jeřáb ptačí (4 %) a bříza bělokorá (3 %). Z cílových dřevin převažoval smrk ztepilý (50 %), habr obecný (12 %), borovice lesní (9 %), buk lesní (4 %), jedle bělokorá (3 %), modřín evropský (1 %) a javor klen (0 %). Obnova byla zaznamenaná převážně ve výškových patrech do 30 cm (tabulka 12).

Tabulka 12 Zkusná plocha 10 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Abies alba	47				47
Acer pseudoplatanus			1		1
Betula pendula	240	20	4		264
Carpinus betulus	214				214
Fagus sylvatica		64			64
Larix decidua		19			19
Picea abies	841	80			921
Pinus sylvestris	167				167
Populus tremola	76				76
Sorbus aucuparia	75				75

Zkusná plocha 11 – uměle zalesněná holina (ZP 11)

Zkusnou plochu 11 pokrývala holina s umělou obnovou. Plocha byla před osázením vyfrézovaná. Zalesněná holina byla oplocená. Stáří holiny bylo 3 roky. Byly zde vysázeny sazenice modřínu evropského ve sponu 1,8 m*1,8 m s hustotou výsadby 3 000 kusů sazenic na hektar. Mimo umělou výsadbu modřínu zde byla zaznamenaná také přirozená obnova ve výškové kategorii do 10 cm. Z pionýrských dřevin zde byly zastoupeny topol osika (10 %), jeřáb ptačí (8 %) a bříza bělokorá (4 %), z ostatních dřevin smrk ztepilý (16 %), javor klen (15 %) a dub červený (5 %). Byla zaznamenaná také ojedinělá jedle bělokorá (tabulka 13).

Tabulka 13 Zkusná plocha 11 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Abies alba			1		1
Acer pseudoplatanus	128				128
Betula pendula	30				30
Larix decidua		350			350
Picea abies	130				130
Populus tremola	80				80
Quercus rubra		40			40
Sorbus aucuparia	70				70

Zkusná plocha 12 – uměle zalesněná holina (ZP 12)

Na zkusné ploše 12 se nacházela holina s umělou obnovou. Původní smrkový porost napadený lýkožroutem smrkovým byl před 4 roky asanovaný těžbou a plocha byla před osázením vyfrézovaná. Po zalesnění byla plocha oplocená oplocenkou. Byly zde vysázeny sazenice dubu letního ve sponu 1 m*1 m v množství 10 000 kusů sazenic na 1 hektar a sazenice buku lesního ve sponu 1,1 m*1,1 m v množství 9 000 ks sazenic na 1 hektar. Tabulka 14 uvádí počty jedinců v obnově. Z pionýrských dřevin se zde rozšířily přirozenou obnovou bříza bělokorá (5 %) a topol osika (4 %), z cílových dřevin smrk ztepilý (7 %), habr obecný (3 %) a douglaska tisolistá (1 %).

Tabulka 14 Zkusná plocha 12 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Betula pendula	40				40
Carpinus betulus	20				20
Fagus sylvatica		184			184
Picea abies	50				50
Populus tremola		29			29
Pseudotsuga menziesii	4				4
Quercus robur		430			430

Zkusná plocha 13 – žijící smrkový porost (ZP 13)

Na zkusné ploše 13 se nacházel smrkový porost s hustým zápojem korun s přibližným stářím 50 let. Nebyla zaznamenána výrazná přirozená obnova, ani bylinné patro. Z pionýrských dřevin byly zastoupeny bříza bělokorá (17 %), topol osika (12 %) a jeřáb ptačí (7 %). Z cílových dřevin

se vyskytoval smrk ztepilý (64 %) a ojediněle buk lesní (1 %). Většina obnovy se nacházela v nižších výškových kategoriích (tabulka 15).

Tabulka 15 Zkusná plocha 13 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Betula pendula	20				20
Fagus sylvatica			1		1
Picea abies	60	15	2		77
Populus tremola	15				15
Sorbus aucuparia	8				8

Zkusná plocha 14 – žijící smrkový porost (ZP 14)

Na zkusné ploše 14 se nacházel zdravý smrkový les s hustým zápojem korun s odhadovaným věkem 40 let. Přírozená obnova proto nebyla početná. Z pionýrských dřevin byl zastoupený topol osika (6 %) a jeřáb ptačí (5 %), z cílových dřevin smrk ztepilý (64 %), javor klen (15 %) a dub letní (10 %) z keřů pak bez černý (tabulka 16).

Tabulka 16 Zkusná plocha 14 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Acer pseudoplatanus	17				17
Picea abies	40	24	8	2	74
Populus tremola	7				7
Quercus robur	12				12
Sambucus nigra	3				3
Sorbus aucuparia	6				6

Zkusná plocha 15 - žijící smrkový porost (ZP 15)

Na zkusné ploše 15 se nacházel padesátiletý smrkový porost s hustým zápojem korun. Přírozenou obnovou, která nebyla výrazná, se zde rozšířil z pionýrských dřevin jeřáb ptačí (13 %) a bříza bělokorá (11 %), ostatních dřevin dominantní smrk ztepilý (55 %), jedle bělokorá (11 %), dub letní (8 %), buk lesní (6 %) a javor klen (3 %). Obnova byla zaznamenána především v kategorii do 10 cm, částečně také v kategorii 10 až 30 cm (tabulka 17).

Tabulka 17 Zkusná plocha 15 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh dřeviny	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Abies alba	20				20
Acer pseudoplatanus	5				5
Betula pendula		8			8
Fagus sylvatica	11				11
Picea abies	67	31	4		102
Quercus robur	15				15
Sorbus aucuparia	24				24

Zkusná plocha 16 – žijící smrkový porost (ZP 16)

Na zkusné ploše 16 se nacházel smrkový porost ve věku 80 let s hustým zápojem korun. Byla zaznamenaná jen málo početná přirozená obnova. Výrazně převažoval smrk ztepilý (73 %) a ostatní dřeviny se vyskytovaly v malém počtu. Četnost obnovy je uvedena v tabulce 18. Z pionýrských dřevin byl zastoupený topol osika (8 %), bříza bělokorá (5 %) a jeřáb ptačí (5 %), z ostatních dřevin borovice lesní (3 %), dub letní (3 %), modřín evropský (2 %) a buk lesní (1 %).

Tabulka 18 Zkusná plocha 16 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh obnovy	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Betula pendula		8			8
Fagus sylvatica				1	1
Larix decidua		3			3
Picea abies	99		8		107
Pinus sylvestris	4				4
Populus tremola		12			12
Quercus robur	4				4
Sorbus aucuparia	8				8

Zkusná plocha 17 – žijící smrkový porost (ZP 17)

Na zkusné ploše 17 se nacházel zdravý smrkový porost se stářím asi 100 let s rozvolněným zápojem. Přirozená obnova byla početnější. Dominoval smrk ztepilý (75 %), dále byl zastoupený se větším počtu modřín evropský (14 %), v menší míře pak borovice lesní (4 %), buk lesní (4 %) a javor klen (2 %). Obnova se vyskytovala ve všech výškových kategoriích (tabulka 19).

Tabulka 19 Zkusná plocha 17 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

Druh obnovy	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Acer pseudoplatanus		15			15
Fagus sylvatica		34			34
Larix decidua	86	40			126
Picea abies	497	128	19	12	656
Pinus sylvestris	38				38

Zkusná plocha 18 – žijící smrkový porost (ZP 18)

Na zkusné ploše 18 se nacházel smrkový les ve stáří převyšujícím 100 let s rozvolněným zápojem. Obnova byla početná, rozložená ve více výškových kategoriích a výrazně v ní převažoval smrk ztepilý (68 %), dále se vyskytovala douglaska tisolistá (9 %), jedle bělokorá (6 %), buk lesní (5 %) a borovice lesní (1 %). Z pionýrských dřevin byl zastoupený jen jeřáb ptačí (10 %). Obnova byla rozložená ve všech výškových kategoriích (tabulka 20).

Tabulka 20 Zkusná plocha 18 – četnost obnovy ve výškových kategoriích

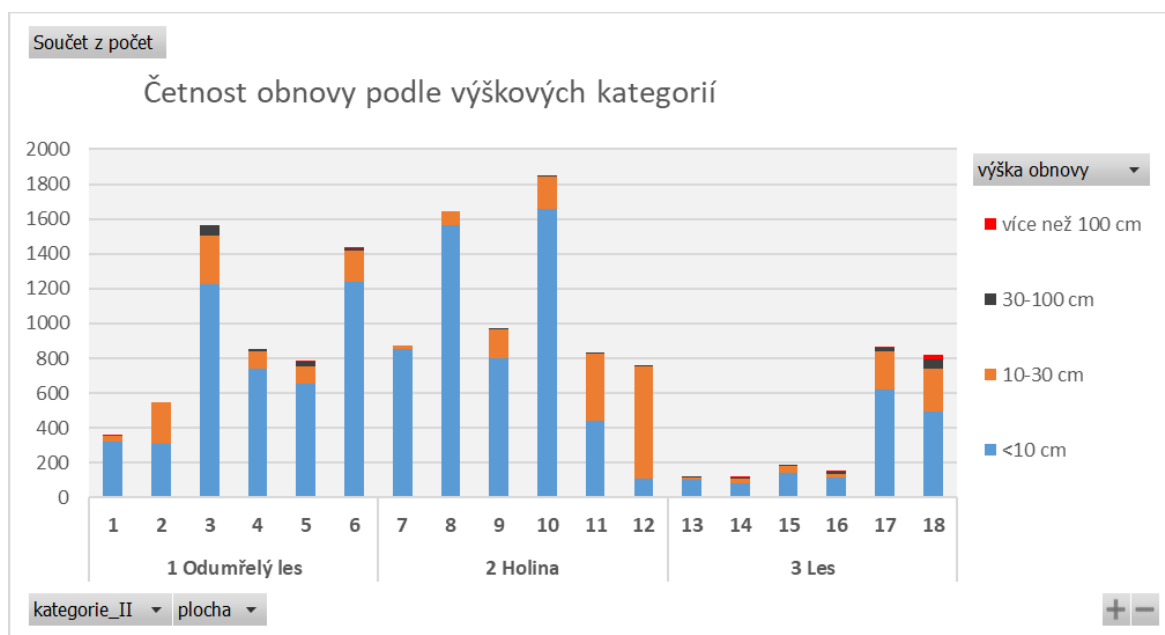
Druh obnovy	<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm	Celkem
Abies alba	47				47
Fagus sylvatica		43			43
Picea abies	366	128	40	26	560
Pinus sylvestris			12		12
Pseudotsuga menziesii		75			75
Sorbus aucuparia	81				81

5.2 Souhrnné výsledky

Celkově bylo na všech zkusných plochách zaznamenáno 14 724 jedinců obnovy, z toho 38 % na zkusných plochách pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty, 47 % na holinách a 15 % v žijících smrkových porostech (tabulka 21).

Nejvyšší četnost obnovy byla zaznamenána u ZP 10 a ZP 8 (typ holina) a u ZP 3 a ZP 6 (typ odumřelý les). Z hlediska výškové struktury na všech zkusných plochách dominovala obnova zastoupená ve výškové kategorii do 10 cm. Výjimkou byly holiny s umělou obnovou. Na ZP 12 převažovala kategorie 10 až 30 cm a ZP 11 měla vyrovnanou obnovu ve dvou kategoriích; do 10 cm a 10 až 30 cm. Četnost obnovy a zastoupení jednotlivých druhů ve výškových kategoriích podle typů ploch je uvedena v grafu 2 a tabulce 21.

Graf 2 Četnost obnovy podle výškových kategorií na jednotlivých zkusných plochách

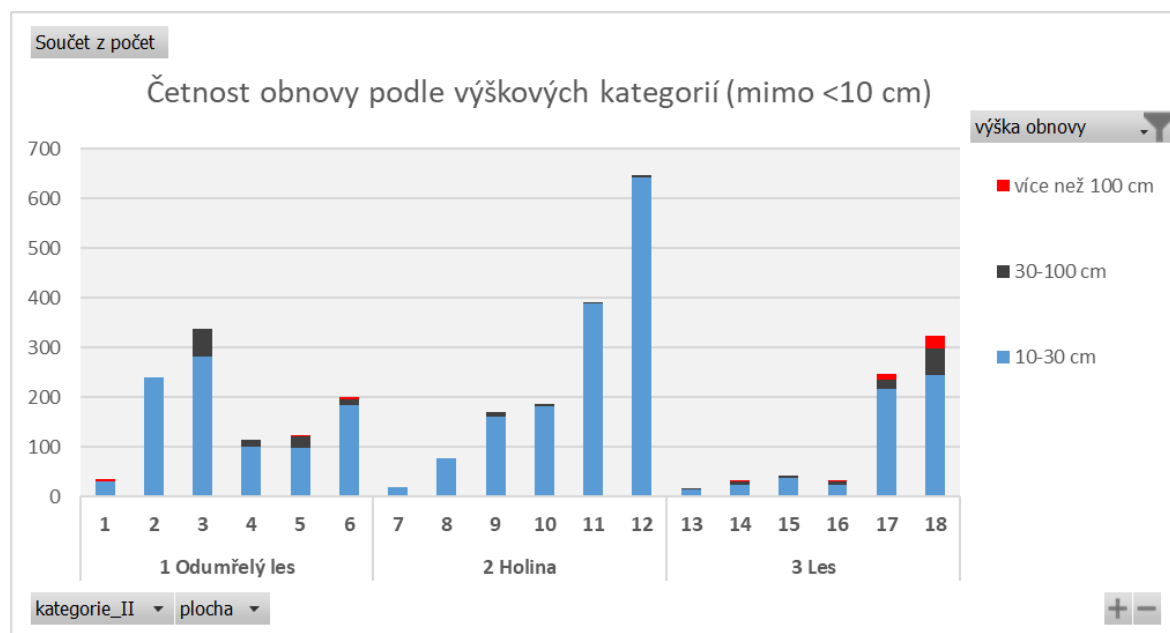


Tabulka 21 Četnost obnovy podle typů zkusných ploch a výškových kategorií

Typ ZP	ZP	Výškové kategorie				počet celkem	%
		<10 cm	10-30 cm	30-100 cm	>100 cm		
Odumřelý les	celkem	4 487	941	102	12	5 542	37,6
	1	322	31		5	358	2,4
	2	308	241			549	3,7
	3	1 224	283	55		1 562	10,6
	4	741	102	12		855	5,8
	5	656	99	23	2	780	5,3
	6	1 236	185	12	5	1 438	9,8
Holina	celkem	5 433	1 473	20		6 926	47,0
	7	856	19			875	5,9
	8	1 567	77			1 644	11,2
	9	802	161	10		973	6,6
	10	1 660	183	5		1 848	12,6
	11	438	390	1		829	5,6
	12	110	643	4		757	5,1
Les	celkem	1 557	564	94	41	2 256	15,3
	13	103	15	3		121	0,8
	14	82	24	8	2	116	0,8
	15	142	39	4		185	1,3
	16	115	23	8	1	147	1,0
	17	621	217	19	12	869	5,9
	18	494	246	52	26	818	5,6
Celkem		11 477	2 978	216	53	14 724	100,0

U obnovy ve výškové kategorii do 10 cm je pravděpodobný výskyt vysoké mortality u semenáčků. Pokud se nebrala v úvahu tato kategorie, pak na všech zkusných plochách převažovala obnova ve výškové kategorii 10 až 30 cm. Nejvyšší byla na ZP 12 a ZP 11 (typ holina – umělé zalesnění). Obnova ve vyšších výškových kategoriích nad 30 cm se vyskytovala spíše ojediněle. Nejvyšší zastoupení obnovy ve výškové kategorii nad 100 cm bylo pozorováno na ZP 17 a ZP 18, na kterých se nacházel rozvolněný smrkový les (graf 3, tabulka 21).

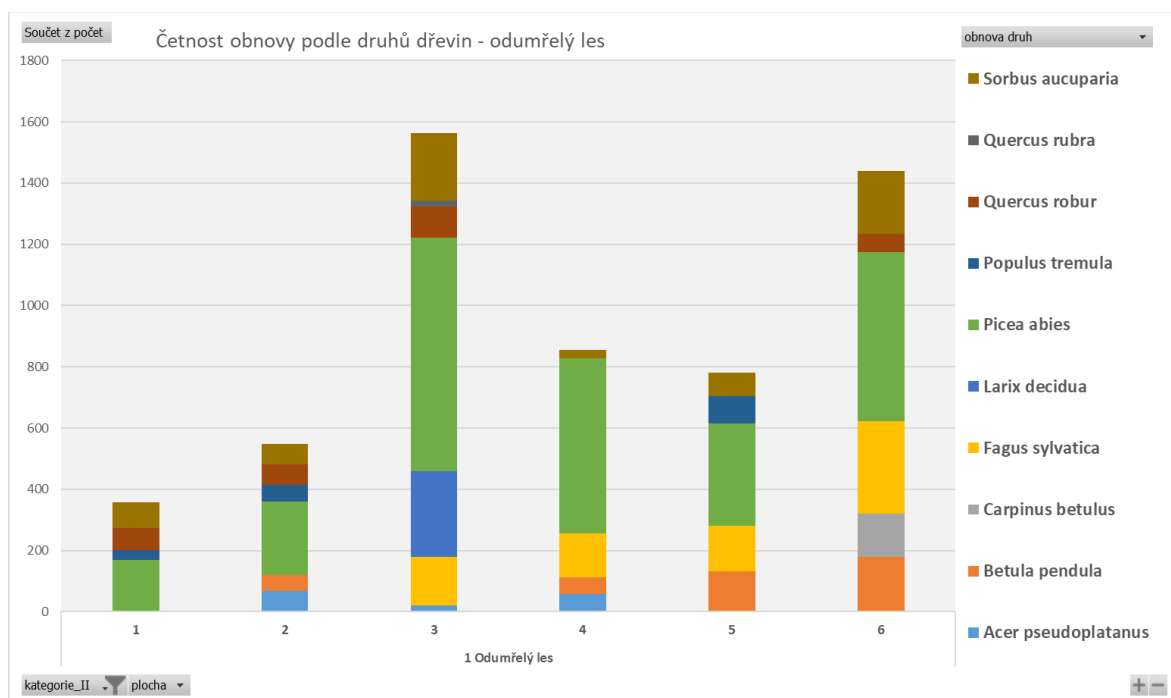
Graf 3 Obnova podle výškových kategorií (mimo <10 cm) na zkusných plochách



Při porovnání druhového zastoupení jednotlivých dřevin v obnově na všech typech zkusných ploch výrazně převažoval smrk ztepilý s výjimkou ZP 11 a ZP 12 (typ holina – umělá obnova). Na ZP 11 převažuje modřín evropský a na ZP 12 dub letní a buk lesní, které byly na těchto plochách vysázené.

Na zkusných plochách pod nevytěženými odumřelými porosty se nejvíce vyskytoval smrk ztepilý (48 % z celkové obnovy na tomto typu ZP), dále buk lesní (14 %) a jeřáb ptačí (12 %), jak je znázorněno v grafu 4 a tabulce 22.

Graf 4 Četnost obnovy podle druhu dřevin – odumřelý smrkový porost

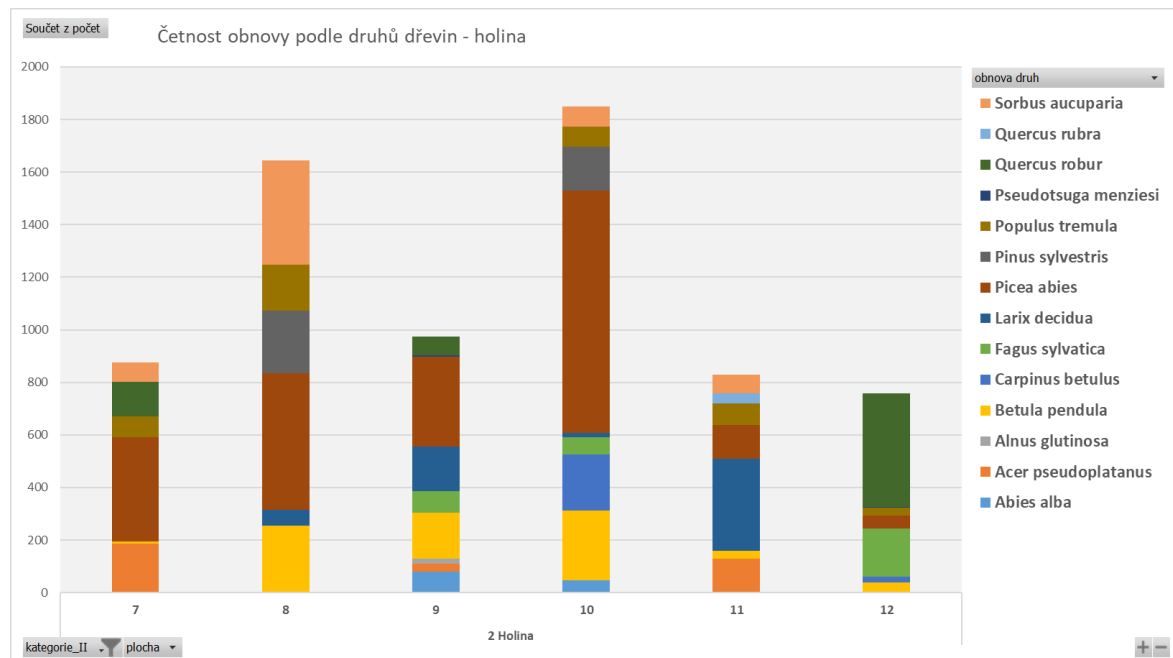


Tabulka 22 Četnost obnovy podle druhu dřevin – odumřelý porost

Druh obnovy	Odumřelý les						Celkem	%
	ZP 1	ZP 2	ZP 3	ZP 4	ZP 5	ZP 6		
Abies alba								
Acer pseudoplatanus		68	20	58			146	2,6
Alnus glutinosa								
Betula pendula		51		55	131	179	416	7,5
Carpinus betulus						140	140	2,5
Fagus sylvatica			160	143	150	302	755	13,6
Larix decidua			278				278	5,0
Picea abies	170	240	764	572	335	553	2 634	47,5
Pinus sylvestris								
Populus tremula	31	55			89		175	3,2
Pseudotsuga menziesii								
Quercus robur	72	68	100			60	300	5,4
Quercus rubra			20				20	0,4
Sorbus aucuparia	85	67	220	27	75	204	678	12,2
Celkem	358	549	1 562	855	780	1 438	5 542	100,0

Na zkušných plochách s holinami (graf 5, tabulka 23) převažoval také smrk ztepilý (34 %), následovaný břízou bělokorou (11 %), jeřábem ptačím, dubem letním a modřínem evropským (shodně 9 %).

Graf 5 Četnost obnovy podle druhu dřevin – holina



Tabulka 23 Četnost obnovy podle druhu dřevin – holina

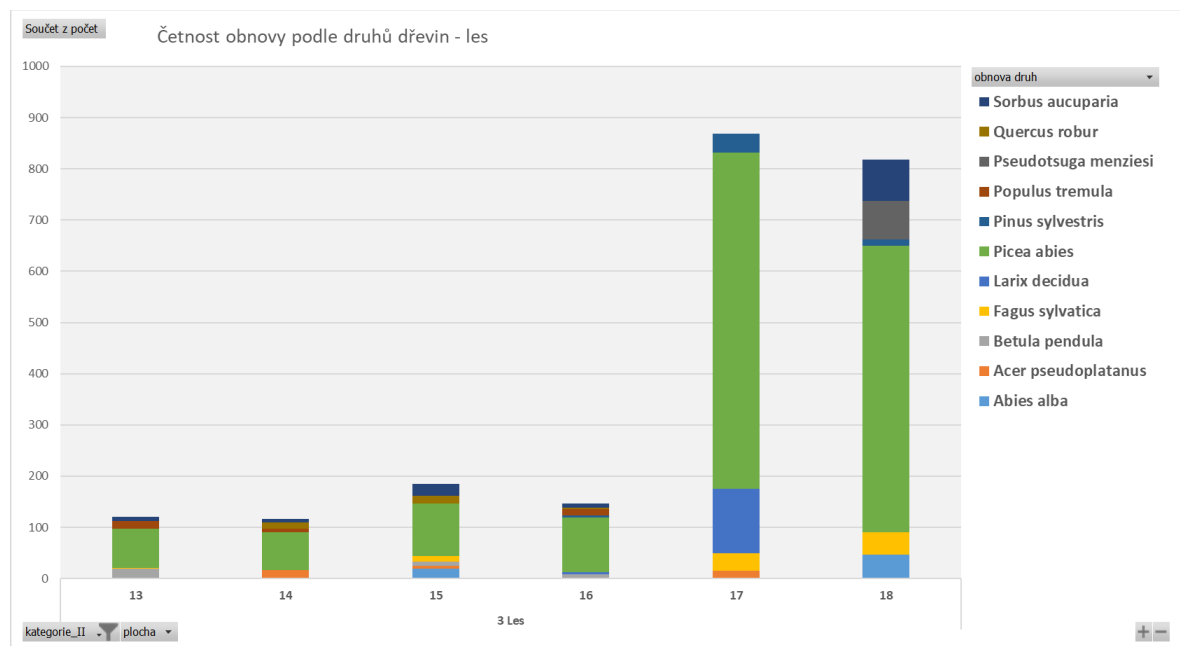
Druh obnovy	Holina						Celkem	%
	ZP 7	ZP 8	ZP 9	ZP 10	ZP 11	ZP 12		
Abies alba			80	47	1		128	1,8
Acer pseudoplatanus	187		30	1	128		346	5,0
Alnus glutinosa			20				20	0,3
Betula pendula	7	255	175	264	30	40	771	11,1
arpinus betulus				214		20	234	3,4
Fagus sylvatica			80	64		184	328	4,7
Larix decidua		60	171	19	350		600	8,7
Picea abies	396	520	342	921	130	50	2 359	34,1
Pinus sylvestris		238		167			405	5,8
Populus tremula	81	175		76	80	29	441	6,4
Pseudotsuga menziesii			5			4	9	0,1
Quercus robur	130		70			430	630	9,1
Quercus rubra					40		40	0,6
Sorbus aucuparia	74	396		75	70		615	8,9
Celkem	875	1 644	973	1 848	829	757	6 926	100,0

V obnově na kontrolních zkusných plochách s žijícími smrkovými porosty výrazně převažoval smrk ztepilý (70 %) a s velkým odstupem další v pořadí byly zastoupeny modřín evropský a jeřáb ptačí (shodně 6 %). Četnost obnovy podle jednotlivých druhů na tomto typu zkusných ploch je uvedena v grafu 6 a tabulce 24.

Tabulka 24 Četnost obnovy podle druhu dřevin – žijící smrkový porost

Druh obnovy	Les						Celkem	%
	ZP 13	ZP 14	ZP 15	ZP 16	ZP 17	ZP 18		
Abies alba			20			47	67	3,0
Acer pseudoplatanus		17	5		15		37	1,6
Alnus glutinosa							0	0,0
Betula pendula	20		8	8			36	1,6
Carpinus betulus							0	0,0
Fagus sylvatica	1		11	1	34	43	90	4,0
Larix decidua				3	126		129	5,7
Picea abies	77	74	102	107	656	560	1 576	69,9
Pinus sylvestris				4	38	12	54	2,4
Populus tremula	15	7		12			34	1,5
Pseudotsuga menziesii						75	75	3,3
Quercus robur		12	15	4			31	1,4
Quercus rubra							0	0,0
Sorbus aucuparia	8	6	24	8		81	127	5,6
Celkem	121	116	185	147	869	818	2 256	100,0

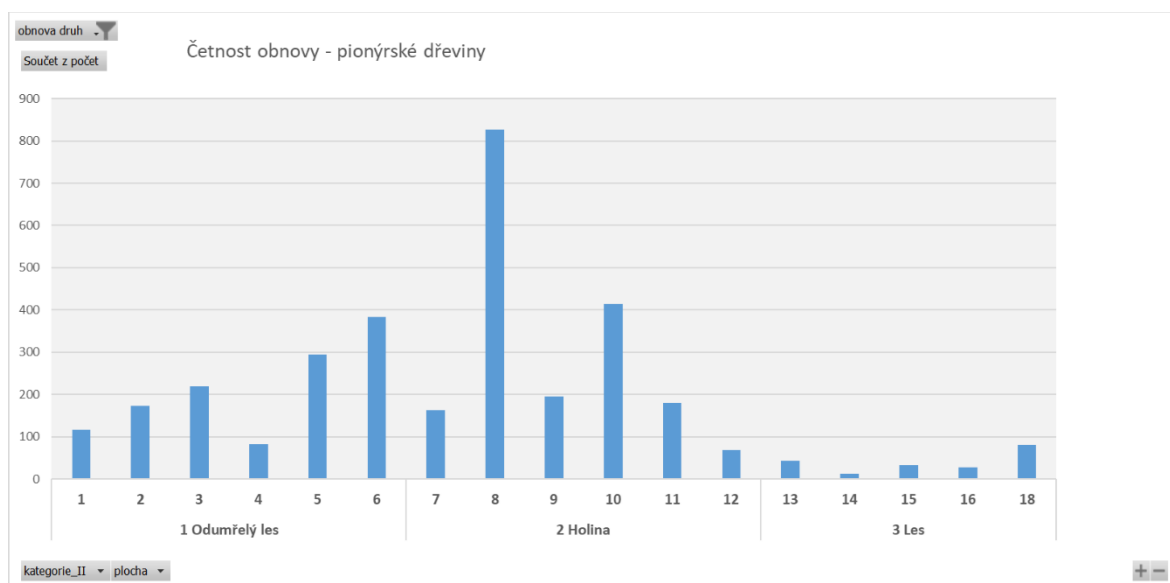
Graf 6 Četnost obnovy podle druhu dřevin – žijící smrkový porost



Pionýrské dřeviny (olše lepkavá, bříza bělokorá, topol osika, jeřáb ptačí) se nejvíce vyskytovaly na ZP 8 a ZP 10 (holina s přirozenou obnovou) a dále na ZP 5 a ZP 6 (nevytěžený odumřelý porost). Vyšší výskyt byl zaznamenán na všech sledovaných zkušných plochách s typem holina s přirozenou obnovou a nevytěžený odumřelý porost, zatímco výskyt na zkušných plochách s typem žijící les byl spíše ojedinělý (graf 7).

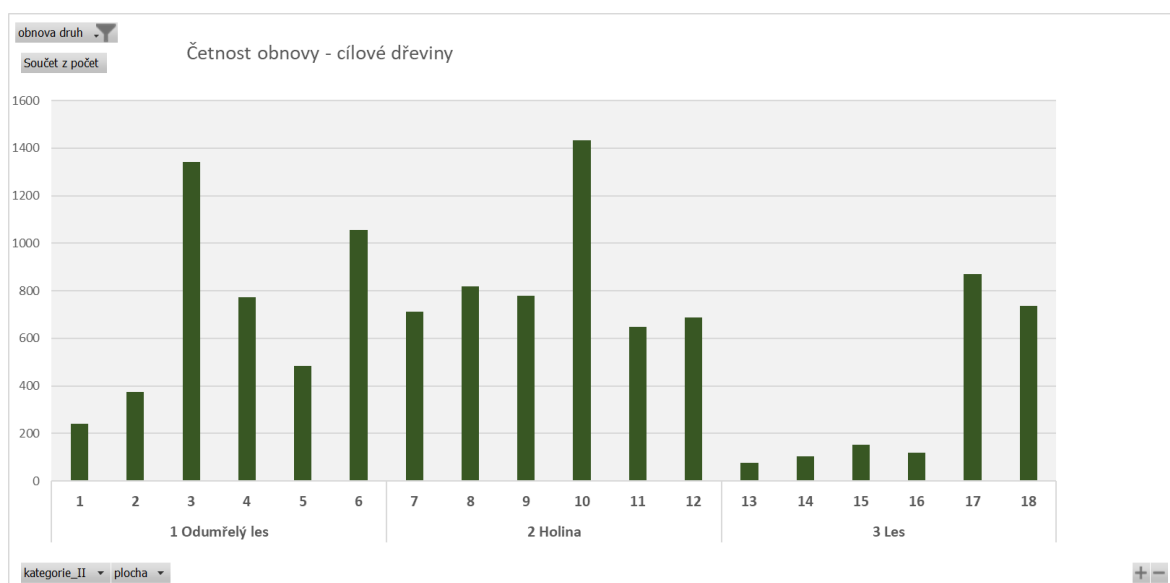
Tabulka 25 uvádí zastoupení pionýrských dřevin na celkové obnově každé zkušné plochy. Na zkušných plochách pod nevytěženými odumřelými porosty pionýrské dřeviny tvořily 23 % z celkové obnovy, na holinách s přirozenou obnovou 30 % (umělá obnova není zahrnutá) a v žijícím smrkovém porostu 9 %.

Graf 7 Četnost obnovy pionýrských dřevin na jednotlivých zkusných plochách



Četnost obnovy cílových dřevin (jedle bělokorá, javor klen, habr obecný, buk lesní, modřín evropský, smrk ztepilý, borovice lesní, douglaska tisolistá, dub letní, dub červený) byl vysoký na všech zkusných plochách s typem holina. Na zkusných plochách s typem odumřelý nevytěžený porost četnost obnovy cílových dřevin závisí na dostupnosti světla a zápoji odumřelého porostu. Je vyšší u ZP 3, ZP 4 a ZP 6. U zkusných ploch s typem žijící smrkový porost byla patrná velmi nízká obnova u ZP 13 až ZP 16, v těchto případech se jednalo o vzrostlý zapojený les. Naopak obnova v rozvolněném lesním porostu (ZP 17 a ZP 18) byla výrazně vyšší díky dobré dostupnosti světla (graf 8, tabulka 25).

Graf 8 Četnost obnovy cílových dřevin na jednotlivých zkusných plochách



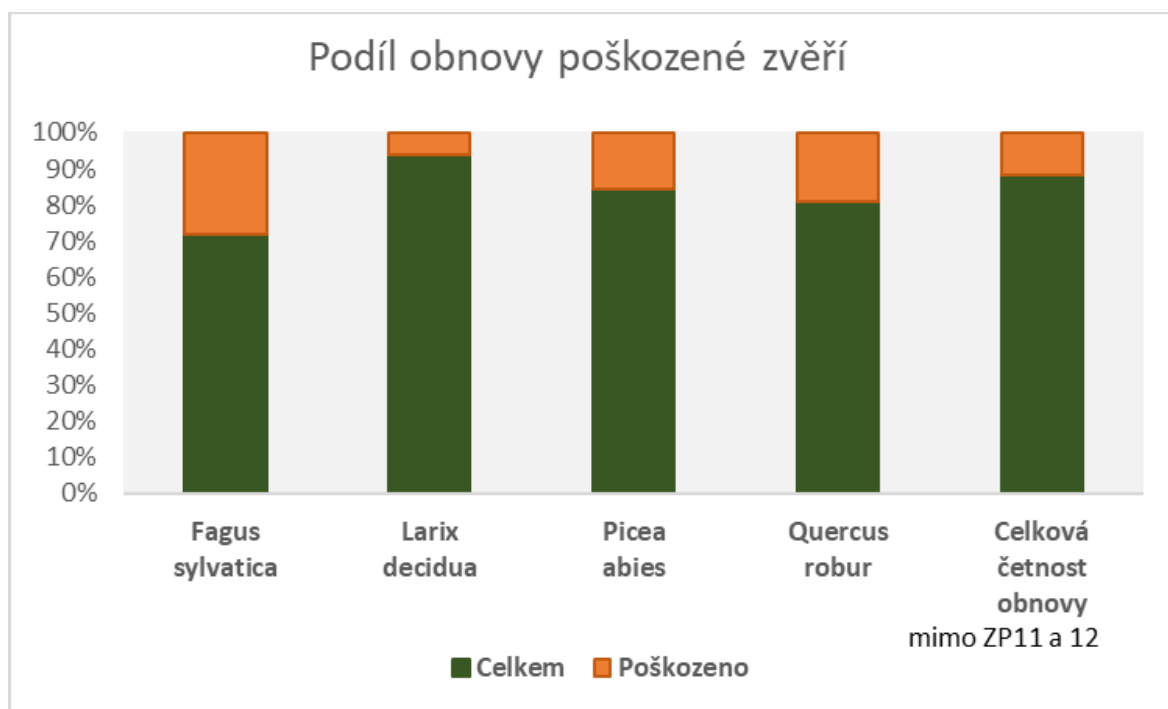
Tabulka 25 Četnost obnovy a zastoupení pionýrských a cílových dřevin na ZP

TP	Pionýrské dřeviny	%	Cílové dřeviny	%	Celkem
Odumřelý les	1 269	22,9	4 273	77,1	5 542
1	116	32,4	242	67,6	358
2	173	31,5	376	68,5	549
3	220	14,1	1 342	85,9	1 562
4	82	9,6	773	90,4	855
5	295	37,8	485	62,2	780
6	383	26,6	1 055	73,4	1 438
Holina	1 847	26,7	5 079	73,3	6 926
7	162	18,5	713	81,5	875
8	826	50,2	818	49,8	1 644
9	195	20,0	778	80,0	973
10	415	22,5	1 433	77,5	1 848
11	180	21,7	649	78,3	829
12	69	9,1	688	90,9	757
Les	197	8,7	2 059	91,3	2 256
13	43	35,5	78	64,5	121
14	13	11,2	103	88,8	116
15	32	17,3	153	82,7	185
16	28	19,0	119	81,0	147
17			869	100,0	869
18	81	9,9	737	90,1	818
Celkový součet	3 313	22,5	11 411	77,5	14 724

Poškození obnovy zvěří

Poškození zvěří bylo zaznamenáno na 13 % celkové obnovy (pro hodnocení poškození zvěří byly vyřazeny holiny s umělou obnovou chráněné oplocenkou ZP 11 a ZP 12). Nejvýznamnější míra poškození byla zaznamenána u buku lesního, bylo poškozeno až 40 % obnovy, u smrku ztepilého 18 %, dubu letního 23 % a modřínu evropského 7 % (graf 9, tabulka 26).

Graf 9 Podíl obnovy poškozené zvěří z celkové obnovy podle druhů dřevin

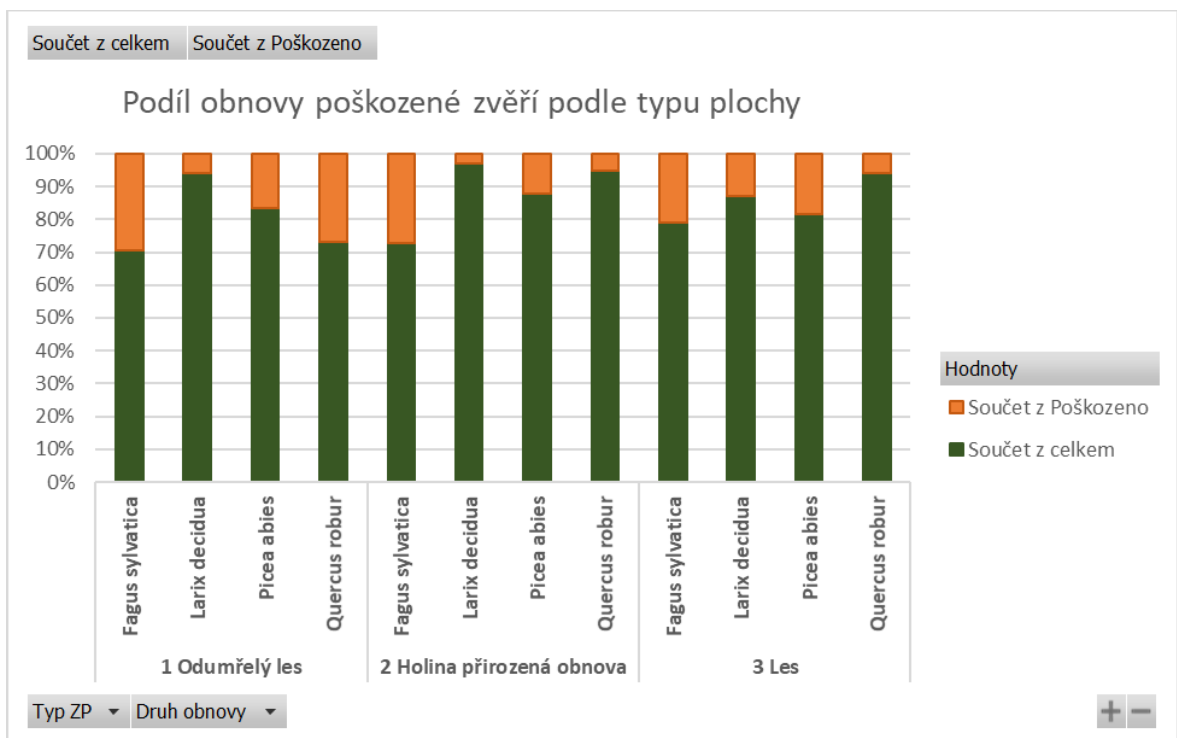


Tabulka 26 Četnost obnovy poškozené zvěří a podíl na celkové obnově

Druh obnovy	Celkem	Poškozeno	%
Fagus sylvatica	989	392	39,6
Larix decidua	657	44	6,7
Picea abies	6 389	1 177	18,4
Quercus robur	531	124	23,4
Celkový počet (mimo ZP 11 a ZP 12)	13 138	1 737	13,2

Bylo také porovnáno poškození zvěří na jednotlivých typech zkusných ploch. K nejvyšším škodám došlo na zkusných plochách pod nevytěženými odumřelými porosty, nejmenší podíl poškozené obnovy byl zaznamenaný na zkusných plochách, kde se nacházela holina s přirozenou obnovou (graf 10). Dvě zkusné plochy s umělou obnovou byly před škodami zvěří ochráněné oplocenkou (ZP 11 a ZP 12) a byly z hodnocení poškození stromů zvěří vyřazeny. Nejčastějším typem poškození byl okus spárkatou zvěří.

Graf 10 Podíl obnovy poškozené zvěří podle typu zkusných ploch a druhů obnovy



6 Diskuse

Smrkové porosty v okolí Velkých Popovic zasáhla disturbance velkého rozsahu způsobená kůrovcem. Odumřelé stojící stromy působí na laickou veřejnost pochmurným až apokalyptickým dojmem a jsou často v centru pozornosti. Z hospodářského hlediska se jedná o nepříznivý stav. Naproti tomu z dlouhodobého ekologického pohledu jde o přirozený proces, který je hybnou silou vývoje a může přispět ke vzniku lesa, který bude prosperovat i v podmínkách, které přináší klimatická změna (Thom et al 2017).

6.1 Diverzita dřevin

Přirozená obnova zaznamenaná na zkusných plochách pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty nebo s holinami (ZP 1 až ZP 10) měla rozmanitější druhové složení proti původním smrkovým monokulturním porostům. Disturbance měla tedy vliv na diverzitu a rozmanitost porostů, stejně jak to uvádí celá řada autorů (Košulič 2009; D'Amato 2008; Frelich 2002; Rozman et al. 2015; Picket 2005).

Druhová skladba byla v přirozené obnově pod nevytěženými smrkovými porosty i holinami (ZP 1 až ZP 10) sice odlišná od původního smrkového porostu a druhově rozmanitější, nicméně smrk v obnově jasně dominoval. To je v souladu s údaji, které uvádí Bače (2015), po odumření smrkového patra nová generace odráží strukturu před jeho narušením.

Podle obnovy zaznamenané na kontrolní ploše s žijícími smrkovými porosty s hustým zápojem korun (ZP 13 až ZP 16) lze předpokládat, že zmlazení nebylo ani na zkusných plochách před odumřením lesního porostu ve větší míře přítomné (ZP 1 až ZP 6). To odpovídá tomu, že ve zmlazení na těchto zkusných plochách nebyla zaznamenaná početná obnova ve vyšší výškové kategorii. To je v souladu se zjištěním, že po narušení je pro přirozenou obnovu rozhodující zmlazení a jeho rozložení před disturbancí (Rammig et al. 2006).

6.2 Výšková struktura obnovy

Nejvyšší početnost přirozené obnovy byla zaznamenaná v první výškové kategorii do 10 centimetrů, která zahrnuje především jednoleté semenáčky. Výraznou převahu měla tato obnova na zkusných plochách s odumřelým lesem (ZP 1 až ZP 6) a na holinách s přirozenou obnovou (ZP 7 až ZP 10). V této kategorii je očekávaná nejvyšší mortalita. Macek et al. (2017) uvádí, že z pětcentimetrových sazenic jich odumře za rok až 50 %. Pro dohad dalšího vývoje přirozené obnovy je tedy nutné přihlédnout k mortalitě semenáčků, která bude do značné míry

záviset také na průběhu počasí. S přibývajícím výškou početnost obnovy na zkusných plochách výrazně klesala, ale u vyšších jedinců také klesá mortalita (Znenáhlíková et al. 2011). Vyšší výšková patra jsou stabilnější. Pro přesnější určení by bylo vhodné ve sledování obnovy pokračovat a zkoumat tyto plochy s delším časovým odstupem.

6.3 Vliv okolních porostů

Druhové složení zmlazení na zkusných plochách bylo ovlivněno okolním porostem, stejně jako to uvádí Ulbrichová et al. (2009). Na obnovu má vliv výskyt plodných stromů a množství semen. Pokud v blízkosti stál vzrostlý strom, bylo téměř jisté, že se na zkusné ploše vyskytnou semenáčky nebo zmlazení stejného druhu.

6.4 Konkurence v bylinném patře

Konkurence v bylinném patře může mít vliv na vývoj semenáčků, hustotu přirozené obnovy pozitivně ovlivňuje nízká pokryvnost vegetace, což uvádí například také Znenáhlíková et al. (2011); Ulbrichová et al. (2009) nebo Bače et al. (2011). Na zkusných plochách s odumřelými stojícími stromy (ZP 1 až ZP 6) se v podrostu vyskytoval souvislý porost netykavky malokvěté nebo konopice sličné. Na holinách byl hojný výskyt třtiny křovištní, v menší míře se také vyskytoval maliník obecný nebo ostružiník maliník.

6.5 Mrtvé dřevo

Na nejstarší odumřelé zkusné ploše pod nevytěženým smrkovým porostem, která odumřela před asi 6 roky, byl patrný největší rozpad stromového patra (ZP 6). Další změny budou pravděpodobně následovat. Postupným rozpadem stojících souší a přesunem dřevní hmoty z korun na zem se změní podmínky, které budou ovlivňovat dostupnost světla, živin a vláhy, a tyto změny budou podporovat další rozvoj obnovy v delším časovém rámci. Význam mrtvého dřeva pro obnovu zdůrazňuje celá řada autorů například Svoboda et al. (2010) nebo Bače (2015). V podmínkách zkusných ploch (ZP 1 až ZP 5) se však jeho efekt ještě nemohl plně projevit vzhledem ke krátké době od odumření porostů. S přihlédnutím na to, že klimaxový les se vytváří 100 až 150 let (Korpeľ 1989; Míchal 1983) může být doba trvání iniciační fáze přirozené obnovy delší.

6.6 Vliv světelných podmínek

Zásadní pro rozvoj přirozené obnovy je dostupnost světla, jak uvádí Ulbrichová et al. (2009), Bače et al. (2007) a další. V souladu s tím byla u kontrolních zkusných ploch s žijícími

porosty hustě zapojeného lesa (ZP 13 až ZP 16) zjištěná nejméně významná obnova. Jedná se o plochy lesa s hustým zápojem korun a malým přístupem světla. Zastínění odumřelými stojícími stromy mohlo být také důvodem, proč bylo zmlazení vyšší u holin (ZP 7 až ZP 10) ve srovnání s plochami pod odumřelým porostem (ZP 1, ZP 2, ZP 4 a ZP 5). Naproti tomu byla zaznamenaná odlišná situace v lese s menším zápojem korun (ZP 17 a ZP 18), který umožňuje přístup světla, a to zmlazení prospívá a odrazilo se to také na četnosti obnovy.

6.7 Zastoupení druhů dřevin v obnově

Pro iniciální fázi obnovy je typický výskyt pionýrských dřevin. Na zkusných plochách se vyskytovaly bříza bělokorá, olše lepkavá, topol osika a jeřáb ptačí. Na plochách pod vytěženými odumřelými porosty byl podíl pionýrských dřevin na celkové obnově nižší (23 %) než na holině s přirozenou obnovou (30 %). Podobné nároky na dostatek světla jako pionýrské druhy mají borovice a modřín, jejichž obnova byla zaznamenaná především na holině s přirozenou obnovou.

6.8 Škody způsobené zvěří

Jako významný negativní faktor pro přežití přirozené obnovy se ukázalo poškození zvěří. Na zkoumaných plochách bylo zaznamenané celkové poškození 13 %. ÚHÚL (2019) uvádí v přírodní lesní oblasti Středočeské pahorkatiny celkové poškození zvěří na úrovni 26 %, tedy menší než byl průměr za celou Českou republiku (35 %). Poškozením zvěří se zabýval například Rozman et al. (2015), který uvedl vhodnost využití oplocenek, které měly pozitivní vliv na obnovu listnatých dřevin. Výsledky této práce potvrzují, že nejvyšší poškození bylo zaznamenané u buku lesního a případné opocení jeho přirozené obnovy by tyto škody omezilo. Použití oplocenek však není trvalé řešení a je také nákladné. Vhodnější by byla regulace početních stavů zvěře. V okolí zkusných ploch bylo využití oplocenek běžné na plochách s umělou obnovou a také na ZP 11 a ZP 12. Přirozená obnova na části zkusných ploch byla natřená ochranným repelentem, ale i přesto byly semenáčky často poškozené.

6.9 Vliv klimatické změny

V posledním období se zvyšuje četnost extrémních projevů počasí. Časté jsou vichřice nebo přivalové deště střídané se suchými periodami s extrémními teplotami. Ve spojení s hospodářskými zásahy v lese, které snížily jejich stabilitu, se potom jako důsledek vlivu klimatu rozvinula kůrovcová kalamita také na zkoumaném území. Lesní porosty jsou citlivé na klimatickou změnu (Kolejka 2010; Lindner 2017). Situace v okolí Velkých Popovic odpovídá

údajům uvedeným ve studii ČHMÚ (2020), která předpokládá možný rozpad nepůvodních smrkových monokultur v nižších a středních polohách jako důsledek klimatických změn. Ve Středočeské pahorkatině v posledních dvaceti letech způsobily velké škody vichřice v roce 2002 a 2003, orkán Kyril 2007 a Herwart 2017, větrná bouře Fadrine 2018 a orkán Sabine 2020. Způsobené polomy a suchá období s extrémními teplotami byly příčinou kalamitního výskytu kůrovce spojeného s odumřením velkých ploch smrkových porostů. To se také ukázalo jako komplikace při výběru vhodných podobných kontrolních zkusných ploch s žijícími smrkovými porosty, které bylo ve srovnatelných stanovištních podmínkách obtížné vyhledat.

6.10 Perspektiva dalšího vývoje

Řada autorů uvádí, že se lesy po disturbanci dokážou samovolně obnovit, například Winter et al. (2014) nebo Orczewska et al. (2019). Z výsledků této práce ale zatím není možné jednoznačně potvrdit, že by se po kůrovcové disturbanci mohl na nevytěžených odumřelých smrkových plochách nižších poloh obnovit bohatě strukturovaný les. K tomu by bylo zapotřebí sledování v delším časovém rámci. Je ale zřejmé, že iniciální fáze obnovy probíhá podobně na nevytěžených plochách i na holinách a dává dobrý základ pro další rozvoj lesa.

6.11 Doporučení

Mezi základní doporučení patří co největší míra využití potenciálu přirozené obnovy pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty. To platí i v případě holin. Přirozená obnova se nevyskytovala rovnoměrně na celých plochách holin, rostla ve hloučcích. Umělou obnovu by se dalo využívat až následně buď podsadbou nebo na místech, kde je přirozená obnova nedostatečná. Při zastínění přirozenou obnovou by bylo možné dosázet stínomilný buk lesní nebo další dřeviny k doplnění doporučené skladby lesa (borovice, dub, z melioračních dřevin lípa, javor, jedle, olše, jasan).

6.12 Nedostatek dat o přirozené obnově pod nevytěženými smrkovými porosty

Pro zmapování dalšího průběhu přirozené obnovy, která bude následovat na zkusných plochách, by bylo prospěšné pozorování zopakovat s časovým odstupem. To již ale nebude možné v plném rozsahu. Sběr dat byl prováděn v období duben až září 2022. Bylo zjištěno, že v průběhu podzimu 2022 až jara 2023 došlo k vytěžení odumřelých porostů na polovině zkusných ploch (ZP 2, ZP 3, ZP 5). Je pravděpodobné, že k vytěžení souší dojde i u ostatních zkusných ploch. Důvodem může být snaha o obnovení hospodářského lesa v souladu s povinnostmi vlastníků daných legislativou, a zcela jistě k tomu přispěl také nárůst ceny

palivového dříví. Cena reagovala na nižší nabídku dříví na trhu spojenou s postupně slábnoucí kůrovcovou kalamitou, a naopak vyšší poptávku kvůli energetické krizi způsobené válkou na Ukrajině. Průběh cen dříví ukazuje graf uvedený v příloze 10.5.

Informací o průběhu přirozené obnovy pod odumřelými dosud nevytěženými smrkovými porosty v nižších polohách je nedostatek. To uvádí také například Fischer et al. (2015). Jedním z důvodů může být i to, že v hospodářských lesích nižších a středních poloh mimo specifické podmínky velkoplošných disturbancí není ponechání odumřelých smrkových porostů bez dalších zásahů obvyklý způsob obnovy, který spíše pozorujeme ve vyšších polohách nebo bezzásahových územích.

7 Závěr

Cílem práce bylo zmapování počáteční fáze obnovy lesa se zaměřením na smrkové hospodářské porosty odumřelé v důsledku kůrovcové kalamity v lesích nižších poloh, ve kterých zatím neproběhla těžba. Pro porovnání byla zmapována počáteční obnova na holinách po asanaci odumřelých smrkových porostů a přirozená obnova v dosud žijících smrkových porostech ve srovnatelných stanovištních podmínkách Středočeské pahorkatiny. Vybrané zkusné plochy se nachází v okolí Velkých Popovic.

Bylo porovnáno druhové složení obnovy a počty zmlazení ve výškových kategoriích na těchto třech typech zkusných ploch. Z výsledků vyplývá, že početně nejvyšší obnova byla zaznamenána na přirozeně zalesněných holinách, kde se také vyskytoval největší počet druhů dřevin. Pod odumřelými nevytěženými smrkovými porosty nebyla obnova tak výrazná jako na holinách. Nejméně početná obnova byla zaznamenána na zkusných plochách s živými smrkovými porosty s hustým zápojem korun. Obnova v lesním porostu s rozvolněným zápojem korun byla početnější a výškově nejrozmanitější. Poškození zvěří bylo významné na všech typech ploch, nejvyšší bylo zaznamenáno u buku lesního. Ochranné repelentní nátěry poskytly jen částečnou ochranu, pokud byly použity, a oplocenka využitá na plochách holin s umělou obnovou se ukázala jako jediná efektivní obrana před tímto typem poškozením.

Počáteční fáze spontánní obnovy v hospodářských smrkových lesích odumřelých v důsledku kůrovce zatím není dostatečně popsána ani v dostupné literatuře. Pro průkaznější výsledky by bylo vhodné obnovu na zkusných plochách sledovat v delším časovém rozmezí. To ale již nebude v plném rozsahu možné vzhledem k vytěžení stojících souší na některých zkusných plochách.

Odumření lesních porostů po rozsáhlé kůrovcové kalamitě a následná přirozená nebo umělá obnova je příležitostí ke změně druhové skladby a zvýšení pestrosti lesních porostů, které lépe odolají extrémům počasí vyvolaných změnou klimatu.

Samotná perspektiva ploch pod nevytěženými odumřelými smrkovými porosty je nejistá, protože v hospodářských lesích v nižších polohách obvykle dojde dříve nebo později k jejich vytěžení. Nicméně zmlazení vzniklé v počátečních fázích obnovy má své využití i po vytěžení souší. Doporučení pro sledovaná území je možnost ponechání přirozenému vývoji a v případě asanace odumřelých porostů využití přirozené obnovy a doplnění výsadby jen v místech, kde se přirozená obnova nenachází v dostatečném počtu nebo má nevyhovující strukturu.

8 Literatura

- BAČE, R., JANDA, P., SVOBODA, M., 2007: Vliv horizontálního korunového zápoje na zmlazení dřevin ve smrkovém horském lese v 1. zóně Trojmezna. NP Šumava, Srní.
- BAČE, R., SVOBODA, M., POUŠKA, V., JANDA, P., ČERVENKA, J., 2011: Natural regeneration in Central-European subalpine spruce forests: Which logs are suitable for seedling recruitment? *Forest Ecology and Management* 266. 254-262.
- BAČE, R., SVOBODA, M., JANDA, P., et al., 2015: Legacy of pre-disturbance spatial pattern determines early structural diversity following severe disturbance in montane spruce forests. *PLoS ONE* 10: e0139214.
- BAČE, R., SCHURMAN, J.S., BRABEC, M., et al., 2017: Long-term responses of canopy-understorey interactions to disturbance severity in primary *Picea abies* forests.
- BARNES, B. V.; ZAK, D. R.; DENTON, S. R.; SPURR, S. H.: *Forest Ecology*. 4th edition. USA: John Wiley & Sons., 1998. ISBN 978-0-471-30822-5.
- BEDNAŘÍK, J.: *Sekundární sukcese smrku ztepilého (Picea abies /L./ Karst.) v oblasti Medvědí hory (I. zóna NP Šumava Modravské slatě)* [online]. Praha, 2014 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: <https://www.infodatasys.cz/proj007/bednarik2014.pdf>. Disertační. Fakulta lesnická a dřevařská, ČZU.
- CANHAM, C.D., DENSLow, J.S., PLATT, W.J., RUNKLE, J.R., SPIES, T.A., WHITE, P.S., 1990: Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 20, 620-631.
- ČHMÚ [Český hydrometeorologický ústav]. Stav a vývoj sucha v ČR, Hodnotící zpráva k jednání Národní koalice pro boj se suchem [online]. 2020 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2020/Stav_a_vyvoj_sucha-kveten_2020.pdf
- ČHMÚ [Český hydrometeorologický ústav]. Očekávané dopady změny klimatu v ČR [online]. 2020 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap11.pdf.
- CLINTON, B.D.; BAKER, C.R., 2000: Catastrophic windthrow in the southern Appalachians: characteristics of pits and mounds and initial vegetation responses. *Forest Ecology and Management*, 126: 51-60.
- UNNINGHAM C. et al., 2006: Growth of Norway spruce splings in subalpine forests in Switzerland: Does spring climate matter? *Forest Ecology and Management*.
- ČESKO. Vyhláška č.101 ze dne 29. dubna 1996 o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážě, dostupný z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1996-101>

ČSÚ [Český statistický úřad]. Veřejná databáze. Dostupné z: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=statistiky>

D'AMATO, A. W., ORWIG, D. A., 2008: Stand and Landscape-Level Disturbance Dynamics in Old-Growth Forests in Western Massachusetts. *Ecological Monographs*, 78(4).

DUŠEK, D.; LEUGNER, J.; NOVÁK, J.; SLODIČÁK, M.; ČERNÝ, J.; KACÁLEK, D.: *Lesnický průvodce 5/2020: Pěstební postupy v lesích ohrožených suchem na stanovištích s převahou nepůvodních smrkových porostů* [online]. 5/2020. Jíloviště: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2020 [cit. 2023-03-17]. ISBN 978-80-7417-205-2. Dostupné z: https://www.vulhm.cz/files/uploads/2021/02/LP_5_2020.pdf

FINEGAN, B.: Forest succession. *Nature* [online]. 1984, **312**(5990), 109-114 [cit. 2023-03-17]. ISSN 0028-0836. Dostupné z: doi:10.1038/312109a0

FISCHER, A.; FISCHER, H. S.; KOPECKÝ, M.; MACEK, M.; WILD, J.: Small changes in species composition despite stand-replacing bark beetle outbreak in *Picea abies* mountain forests. *Canadian Journal of Forest Research* [online]. 2015, **45**(9), 1164-1171 [cit. 2023-03-17]. ISSN 0045-5067. Dostupné z: doi:10.1139/cjfr-2014-0474

FELIPE-LUCIA, María R., et al. Multiple forest attributes underpin the supply of multiple ecosystem services. *Nature communications*, 2018, 9.1: 4839.

FRELICH, L.E., 2002: Forest dynamics and disturbance Regimes – Studies from temperature evergreen-deciduous forest. 1. vydání. New York: Cambridge University Press. 222s.

FOREST EUROPE: State of Europe's Forests 2020 [online]. 2020. Bratislava: Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, 2020 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/SoEF_2020.pdf

HECKER U.: *Stromy a keře*. Zlín: Graspo CZ, a.s., 2015. ISBN 978-80-255-0969-2.

HEURICH, M., 2009: Progress of forest regeneration after a large-scale *Ips typographus* outbreak in the subalpine *Picea abies* forests of the Bavarian Forest National Park, 15 (1): 49-66.

HILMERS, Torben, Nicolas FRIESS, Claus BÄSSLER, et al. Biodiversity along temperate forest succession. *Journal of Applied Ecology* [online]. 2018, **55**(6), 2756-2766 [cit. 2023-03-17]. ISSN 0021-8901. Dostupné z: doi:10.1111/1365-2664.13238

HLÁSNY, T., et al. Devastating outbreak of bark beetles in the Czech Republic: Drivers, impacts, and management implications. *Forest Ecology and Management*, 2021, 490: 119075.

HOFMEISTER, J., HOŠEK, J., MODRÝ, M., ROLEČEK, J., 2009: The influence of light and nutrient availability on herb layer species richness in oak-dominated forests in central Bohemia. *Plant Ecology*, 205, 57-75.

HOŠEK P., STORCH D., 1998: O katastrofách malých a velkých. Publikováno: Vesmír 1998, roč. 77, č. 10, s. 558.

- CHYTRÝ, Milan, et al. Vegetation of the Czech Republic: diversity, ecology, history and dynamics. *Preslia*, 2012, 84.3: 427-504.
- JONÁŠOVÁ, M., 2013: *Přírodní disturbance – klíčový faktor obnovy horských smrčín*. *Živa*, č.5, roč. 2013, 216-219.
- KANÁK, K.: *Teoretické podklady pěstební strategie v imisních oblastech*. In: Sborník přednášek. Ústí nad Labem: [s.n.], 1988
- KINDELMANN, P. a kolektiv: *Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody*. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 9788024621555
- KOLEJKA, J., KLIMÁNEK M., MIKITA T., SVOBODA J., 2010: Polomy na Šumavě způsobené orkáňem Kyrill a spoluúčast reliéfu na poškození lesa. *Geomorphologia slovaca et Bohemica* 2/2010.
- KONIAS, H.: *Lesní hospodářství*. Svazek 2. Praha: Nakl. Jedn. sv. č. zeměd., 1951.
- KORPEL, Š., 1989: *Pralesy Slovenska*. Bratislava: Slovenská akademie věd. 80-224-0031-9.
- KORPEL, Š., et al.: *Pestovanie lesa*. Bratislava: Príroda, 1991. 465 s. 80-07-00428-9. (Vysokoškolská učebnica pre lesnícke fakulty VŠLD a VŠZ, študij. odbor Lesné inžinierstvo.).
- KOŠULIČ, M.: *Přírodě blízké lesnictví. Přirozené lesy: Alternativní internetový lesnický časopis* [online]. 4.1.2009 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: <http://prirozenelesy.cz/node/26>
- KOŠULIČ, M.: *Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu*. Brno: FSC Česká republika - Forest Stewardship Council, 2010. ISBN 978-80-254-6434-2.
- KOŠULIČ, M.: PIONÝRSKÉ DŘEVINY V HOSPODÁŘSKÉM LESE. *Lesnická práce (Online)*. Čs. matice lesnická, 2019, 98,1(98,1), 25, 26, 27. ISSN 0322-9254.
- KOZŁOWSKI, T. T., 2002: Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: implications for forest management. *Forest ecology and management*, 158 (1-3): 195-221.
- KRAMER, K., BRANG, P., BACHOFEN, H., BUHMANN, H., WOHLGEMUTH, T., 2014: Site factors are more important than salvage logging for tree regeneration after wind disturbance in Central European forests. *Forest Ecology and Management*. 331, 116-128.
- KULAKOWSKI, D., BEBI, P., 2004: *Range of Variability of unmanaged subalpine forests*. *Forum für Wissen*. 47-54
- KUPKA, I., 2005: *Základy pěstování lesa*. - Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha: 174.
- LINDENMAYER, D. B. ECOLOGY: Enhanced. *Science* [online]. 2004, 303(5662), 1303-1303 [cit. 2023-03-17]. ISSN 0036-8075. Dostupné z: [doi:10.1126/science.1093438](https://doi.org/10.1126/science.1093438)

LINDENMAYER, D.B. and NOSS, R.F., 2006: Salvage Logging, Ecosystem Processes, and Biodiversity Conservation. *Conservation Biology*, 20: 949-958. Dostupné z: <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1111/j.1523-1739.2006.00497.x>

LINDNER M., REYER C. PO, et al.: Are forest disturbances amplifying or canceling out climate change-induced productivity changes in European forests? *Environmental research letters: ERL* [<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa5ef1/meta>], 2017, 12.3: 034027.

MARTINCOVÁ J.; LEUGNER J.: Vyhodnocení odolnosti k vysychání u základních přípravných dřevin – břízy a osiky. *Zprávy lesnického výzkumu*, 65 (3): 190–196, 2020.

MARTINÍK, A.: Obnova lesa sítí břízou – zkušenosti ze smrkového porostu po větrné kalamitě. *Zprávy lesnického výzkumu* [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014, 2014(1), 35-39 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/02/337.pdf>

MACEK, M., WILD, J., KOPECKÝ, M., et al., 2017: Life and death of *Picea abies* after bark-beetle outbreak: ecological processes driving seedling recruitment. *Ecol. Appl.* 27(1): 156-167.

MacLean D.A., et al., 2022. Natural disturbance regimes for implementation of ecological forestry: a review and case study from Nova Scotia, Canada. *Environmental Reviews* 30, 128-158.

MÍCHAL, I., 1983: Dynamika přírodního lesa II. *Živa*, č. 2, s. 48-51.

MÍCHAL, I.: *Ekologická stabilita*. 2. rozš. vyd. Brno: Ministerstvo životního prostředí ČR, 1994. ISBN 80-85368-22-6.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR: *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2022. ISBN 978-80-7434-669-9.

MITCHELL, Robert J., et al. Ecological forestry in the Southeast: understanding the ecology of fuels. *Journal of Forestry*, 2009, 107.8: 391-397.

MLČOUŠEK, M.: Generel obnovy lesních porostů po kalamitě: Etapa III. In: *UHUL - Informace o lesích* [online]. Frýdek Místek: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2020, s. 6-70 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/Generel_obnovy/III/Generel_etapa_III.pdf

MORAVEC, J.: *Fytocenologie: (Nauka o vegetaci)*. Praha: Academia, 1994. ISBN 80-200-0457-2.

MUSIL, I.: *Lesnická dendrologie 1: jehličnaté dřeviny: Přehled nahosemenných (i výtrusných) dřevin*. Vyd. 2. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2003. ISBN 80-213-0992-X

ODUM, E. P.: The Emergence of Ecology as a New Integrative Discipline. *Science* [online]. 1977, 195(4284), 1289-1293 [cit. 2023-03-17]. ISSN 0036-8075. Dostupné z: [doi:10.1126/science.195.4284.1289](https://doi.org/10.1126/science.195.4284.1289)

- ORCZEWSKA, A.; CZORTEK, P.; JAROSZEWICZ, B.: The impact of salvage logging on herb layer species composition and plant community recovery in Białowieża Forest. *Biodiversity and Conservation* [online]. 2019, 28(13), 3407-3428 [cit. 2023-03-17]. ISSN 0960-3115. Dostupné z: doi:10.1007/s10531-019-01795-8
- PĚNČÍK, J.: Zalesňování kalamitních holin. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1958. Lesnická knihovna. malá řada, sv.73.
- PICKETT, S. T. A.; WHITE, M. L.: *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, Academic Press, 1985. ISBN 9780125545211.
- PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, M. L.: Vegetation dynamics. VAN DER MAAREL, Eddy. *Vegetation Ecology: Edited by Eddy Van der Maarel* [online]. Malden, USA: BLACKWELL PUBLISHING, 2005, s. 172-198 [cit. 2023-03-17]. ISBN 0-632-05761-0. Dostupné z: https://e.famnit.upr.si/pluginfile.php/14045/mod_resource/content/1/Vegetation%20Ecology.pdf
- PODRÁZSKÝ, V.: *Základy ekologie lesa*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. ISBN 978-80-213-2515-9.
- POLENO, Z.; VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V.: *Pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009, 650 s. ISBN 978-80-87154-34-2
- RAMMIG, A., FAHSE, L., BUGMANN, H., BEBI, P., 2006: Forest regeneration after disturbance: A modelling study for the Swiss Alps. *Forest Ecology and Management*, 222: 123-136.
- ROZMAN, A.; DIACI, J.; KRESE, A.; FIDEJ, G.; ROZENBERGAR, D.: *Forest regeneration dynamics following bark beetle outbreak in Norway spruce stands: Influence of meso-relief, forest edge distance and deer browsing*. *Forest Ecology and Management* [online]. 2015, 353, 196-207 [cit. 2023-03-17]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi:10.1016/j.foreco.2015.04.028
- SEIDL, R.; DONATO, R. C.; RAFFA, K. F.; TURNER, M. G.: Spatial variability in tree regeneration after wildfire delays and dampens future bark beetle outbreaks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. 2016, 113(46), 13075-13080 [cit. 2023-03-17]. ISSN 0027-8424. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.1615263113
- SCHELHAAS, M.; NABUURS, G.; SCHUCK, A.: Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology*, 2003, 9.11: 1620-1633.
- SCHWARTZ, J. A.; BAUHUS, J.: Benefits of Mixtures on Growth Performance of Silver Fir (*Abies alba*) and European Beech (*Fagus sylvatica*) Increase With Tree 24 Size Without Reducing Drought Tolerance. *Frontiers in Forests and Global Change*, 2 (79): 1-18, 2019.
- SKUHRAVÝ, V.: *Lýkožrout smrkový (Ips typographus L.) a jeho kalamity*. Praha: Agrospoj, 2002. ISBN 80-7084-238-5.

SVOBODA, M.; FRAVER, S.; JANDA, P.; BAČE, R.; ZENÁHLÍKOVÁ, J.: Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. *Forest Ecology and Management* [online]. 2010, 260(5), 707-714 [cit. 2023-03-172]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi:10.1016/j.foreco.2010.05.027

SVOBODA, M.: Efekt disturbancí na dynamiku horského lesa s převahou smrku ve střední Evropě. *Ochrana přírody* [online]. 2008, 26.2.2008, 2008(1) [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/efekt-disturbanci/>

SVOBODA, M., 2007: *Tlející dřevo – jeho význam a funkce v horském smrkovém lese*. Aktuality šumavského výzkumu. Sborník z konference Srní 4.-5. října, 115-118

STEJSKAL, L., 2012: Změna klimatu a její dopady: hlavní hrozba 21. století. Trendy, rizika a scénáře bezpečnostního vývoje ve světě, Evropě a ČR – dopady na bezpečnostní politiku a bezpečnostní systém ČR. Ministerstvo vnitra České republiky [online]. 2012 [cit. 2023-17-03]. Dostupné z: https://klimatickakoalice.cz/images/dokumenty/sbp_zmena_klimatu_a_její_dopady.pdf

SCHELHAAS, Mart-Jan; NABUURS, Gert-Jan; SCHUCK, Andreas. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology*, 2003, 9.11: 1620-1633.

ŠPULÁK, O.; SOUČEK, J.; LEUGNER, J.: *Nadzemní biomasa, živiny a spalné teplo v mladém sukcesním porostu přípravných dřevin*. *Zprávy lesnického výzkumu* [online]. Opočno: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2016, 2016 (2)(61), 132-137 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/02/444.pdf>

ŠANTRŮČKOVÁ, H., VRBA J. a kolektiv: *Co vyprávějí šumavské smrčiny: Průvodce lesními ekosystémy Šumavy*. Vimperk: Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava, 2010. ISBN 978-80-87257-04-3.

ŠTÍCHA, V., 2010: Vliv mikrostanoviště na přirozenou obnovu a svrchní humusové horizonty v NP Šumava. Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha. 91 s. (Disertační práce). „Nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

THOMASIUS, H.: *Geschichte, Anliegen und Wege des Waldumbaus in Sachsen: erweiterte Fassung eines Vortrages anlässlich der von der Sächsischen Landesanstalt für Forsten Graupa*. Drážďany. Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten, 1995. [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/19579/documents/43130>

THORN, S., et al., 2018: Impacts of salvage logging on biodiversity: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 55.1: 279-289.

THOM, D. et al. The impacts of climate change and disturbance on spatio-temporal trajectories of biodiversity in a temperate forest landscape. *Journal of Applied Ecology*, 2017, 54.1: 28-38.

TURNER G. M., 2010: Disturbance and landscape dynamics in a changing world. *Ecological Society of America. Ecology*, 91(10), pp. 2833-2849.

ÚHÚL: *Textová část oblastního plánu rozvoje lesů Část A: Přírodní lesní oblast č. 10 Středočeská pahorkatina* [online]. Stará Boleslav: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2001 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: https://www.uhul.cz/wp-content/uploads/OPRL-LO10-Stredoceska_pahorkatina.pdf

ÚHÚL: *Oblastní plán rozvoje lesů, souhrnná zpráva: Přírodní lesní oblast č. 10 Středočeská pahorkatina* [online]. Stará Boleslav: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2022 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: https://www.uhul.cz/wp-content/uploads/2021_SZ_PLO_10.pdf

ÚHÚL: *Národní inventarizace lesů: Škody zvěří na lesních porostech* [online]. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2019 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: https://nil.uhul.cz/downloads/kalendar_nil_2019/11_Listopad_skody_zveri.pdf

ULBRICHOVÁ, I., REMEŠ, J., ŠTÍCHA, V., 2009: *Vyhodnocení přirozené obnovy smrku NP Šumava* [online]. Dostupné z: https://www.infodatasys.cz/biodivkrsu/rep2008_ulbrichova.pdf

ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA P. a kolektiv: *Dřeviny České republiky*. Písek: Matice Lesnická, spol. s.r.o., 2001. ISBN 80-86271-09-9.

VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V., 2003: *Forest ecosystems of the Šumava Mts. and their management*. *Journal of Forest Science*, 49: 291-301.

WINTER, M. B., AMMER, CH., BAIER, R., DONATO, D. C., SEIBOLD, S., MÜLLER, J., 2014: *Multi-taxon alpha diversity following bark beetle disturbance: Evaluating multi-decade persistence of a diverse early-seral phase*. In: 2015: *Forest Ecology and Management*. Elsevier, 338: 32-45.

ZAHRADNÍK, P., KNÍŽEK, M., 2007: *Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.)*. Lesní ochranná služba. *Lesnická práce* 4/2007. Druhé, doplněné vydání.

ZAHRADNÍK, P., KNÍŽEK M., 2010: *Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.)*. Lesní ochranná služba

ZENÁHLÍKOVÁ, J., SVOBODA, M., WILD, J., 2011: *Stav a vývoj přirozené obnovy před a jeden rok po odumření stromového patra v horském smrkovém lese na Trojmezí v Národním parku Šumava*.

ZEPPENFELD, T., SVOBODA, M., DEROSE, J., et al., 2015: *Response of *Picea* forests to stand-replacing bark beetle outbreaks: Neighborhood effects lead to direct regeneration*. *J. Appl. Ecol.* 52(5): 1402-1411.

9 Seznam dřevin, latinské a české názvy

Abies alba – jedle bělokorá

Acer pseudoplatanus – javor klen

Alnus glutinosa – olše lepkavá

Betula pendula – bříza bělokorá

Carpinus betulus – habr obecný

Corylus avellana – líska obecná

Fagus sylvatica – buk lesní

Larix decidua – modřín evropský

Picea abies – smrk ztepilý

Pinus sylvestris – borovice lesní

Populus tremula – topol osika

Pseudotsuga menziesii – douglaska tisolistá

Quercus robur – dub letní

Quercus rubra – dub černý

Rubus idaeus – ostružiník maliník

Sambucus nigra – bez černý

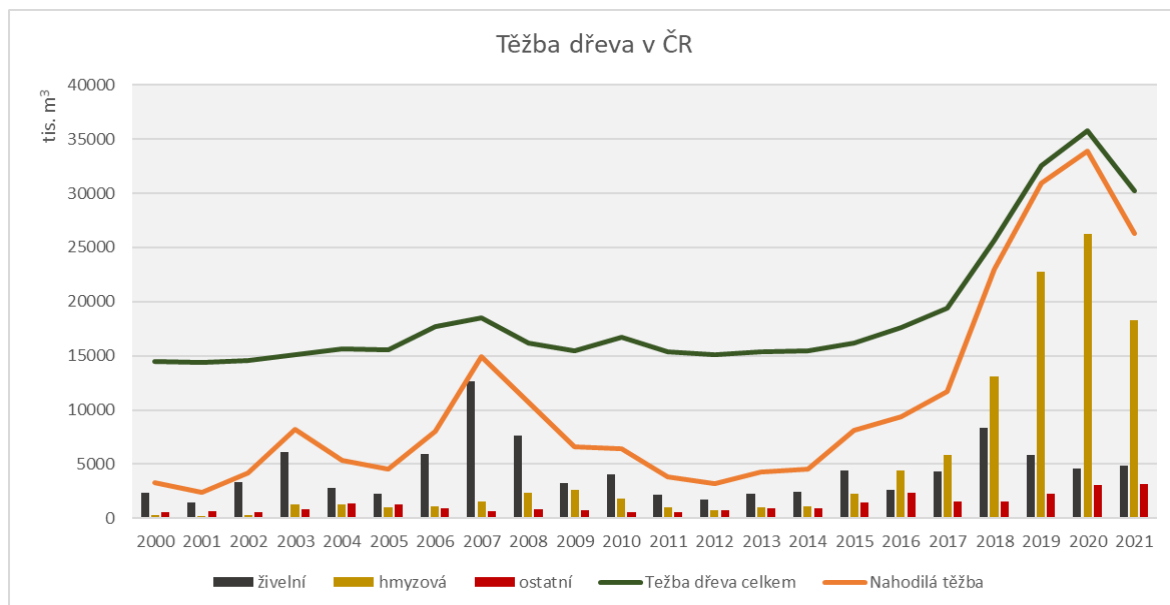
Sambucus racemosa – bez červený

Sorbus aucuparia – jeřáb ptačí

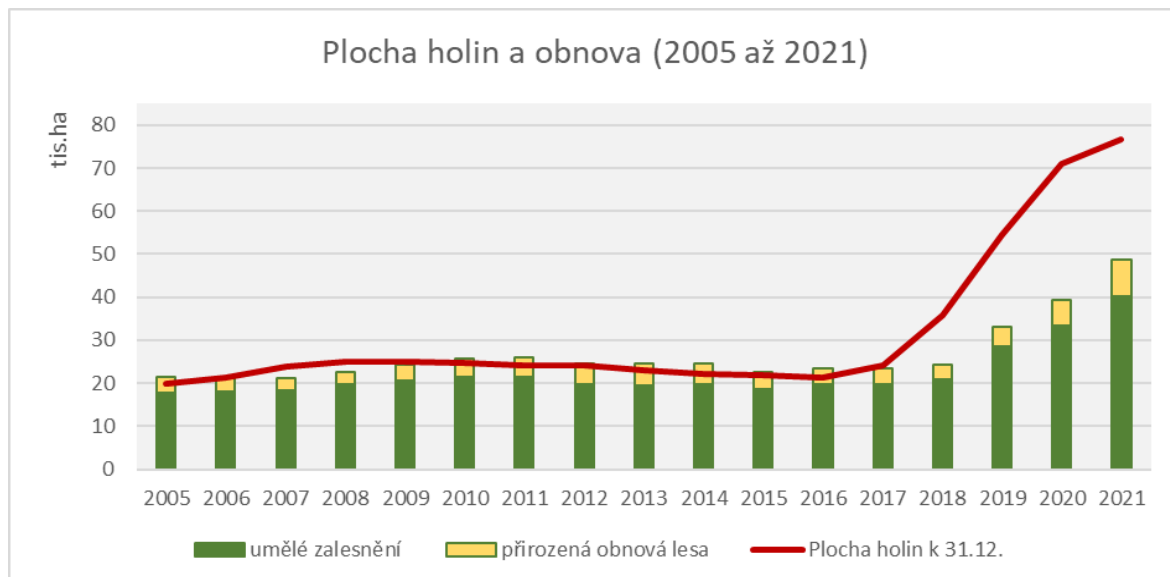
10 Samostatné přílohy

Zrojem dat pro přílohy 10.1 až 10.5 je Český statistický úřad, vlastní zpracování.

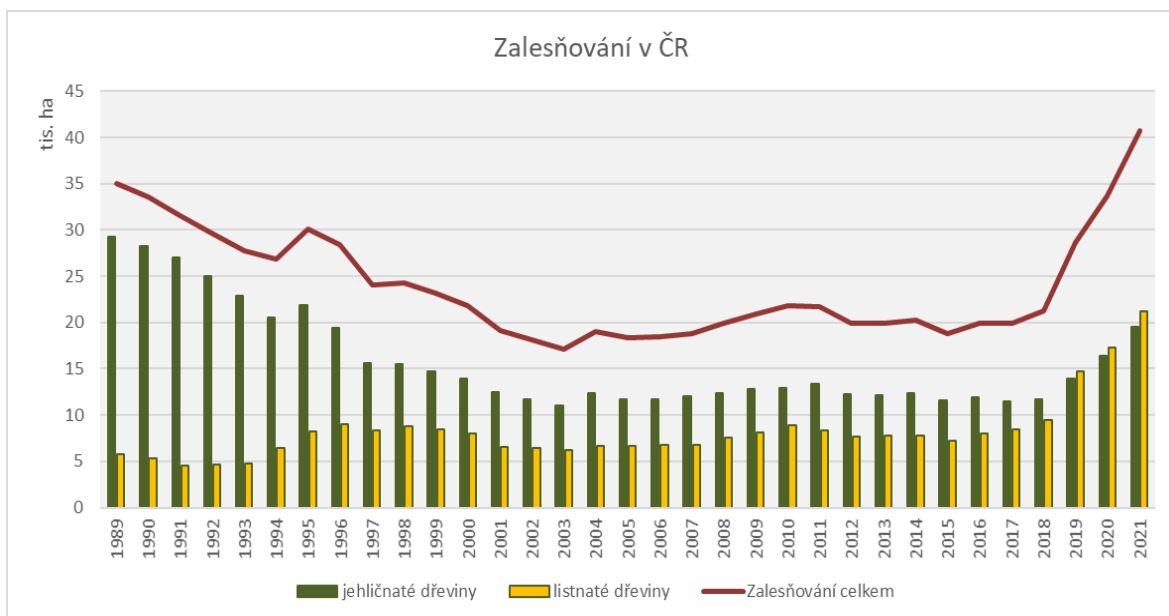
10.1 Těžba dříví v České republice (2000–2021)



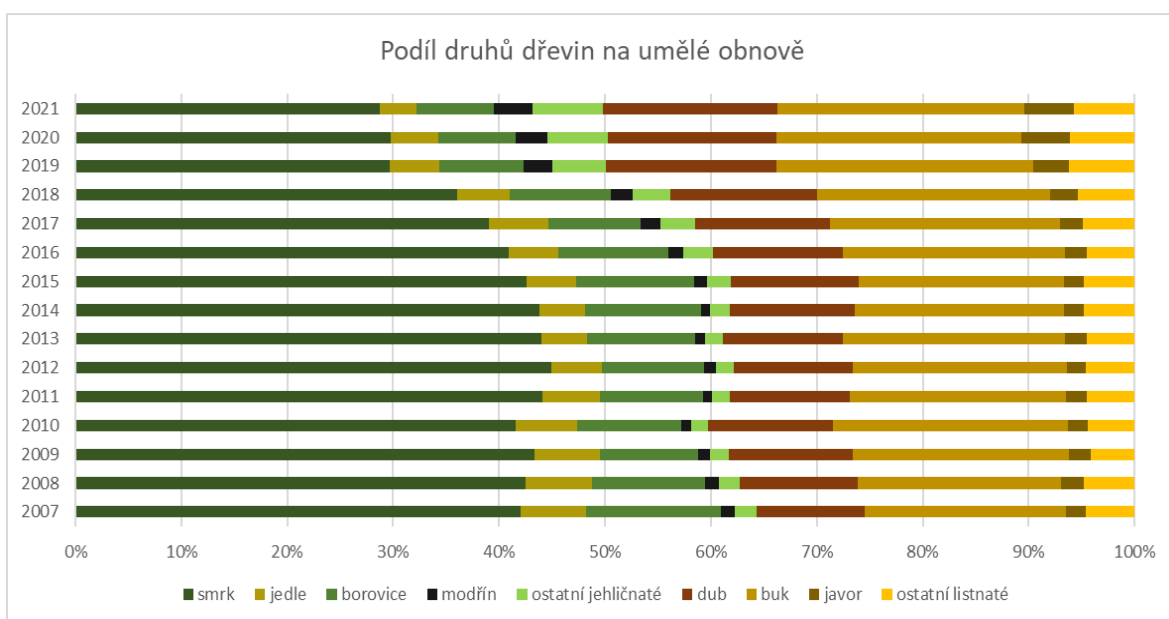
10.2 Plocha holin a obnova lesa v České republice (2005–2021)



10.3 Zalesňování v České republice (1989–2021)



10.4 Podíl druhů dřevin v umělé obnově v České republice (1989–2021)



10.5 Průměrné ceny surového dříví, vybrané třídy jakosti smrku (kůrovcové dříví)

