

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Vliv disturbancí a zvěře na stav přirozené obnovy v
kulturních lesích**

Bakalářská práce

Richard Klír

Ing. Vojtěch Čada PhD.

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Richard Klír

Myslivost a péče o životní prostředí zvěře

Název práce

Vliv disturbancí a zvěře na stav přirozené obnovy v kulturních lesích

Název anglicky

Effect of disturbances and game on natural regeneration in production forests

Cíle práce

Cílem práce bude shrnout dosavadní informace o vlivu disturbancí a zvěře na množství a dynamiku přirozené obnovy v lesích se zaměřením na hospodářské lesy. V praktické části práce bude cílem zhodnotit množství a strukturu přirozené obnovy a její poškození zvěří ve vybraných porostech kulturních lesů, které byly v různé míře ovlivněny přírodními disturbancemi, těžbou anebo jejich kombinací.

Metodika

Práce bude založena na rozboru aktuální domácí i zahraniční vědecké literatury, odborných publikací, dat a dalších odborných textech. V praktické části práce budou vytipovány porosty kulturních lesů, které byly v různé míře ovlivněny přírodními disturbancemi, těžbou anebo jejich kombinací (případně se jedná o porosty aktuálně odumírající či k odumření náchylné). Předpokládáme, že se bude jednat o odumírající porosty s dominantní jehličnatou dřevinou (zejména smrkem, případně borovicí). Data budou sbírána pomocí sítě náhodně umístěných studijních kruhových ploch o velikosti 500 m², na kterých bude spočítána veškerá přirozená obnova a u každého jedince bude odhadnuto, zda byl poškozen zvěří. Získaná data budou statisticky vyhodnocena a případně bude snaha vysvětlit variabilitu v hustotě přirozené obnovy korelací s charakteristikami porostu či stanoviště.

Harmonogram zpracování:

Květen 2023 — Zadání BP

Léto/Podzim 2023 — Studium literatury a dalších zdrojů, sběr dat

Podzim 2023 — Vyhodnocení dat a sběr doplňujících dat

Prosinec 2023 — Odevzdání osnovy práce, kostry literárních zdrojů a výsledků školiteli

Zima 2023/2024 — Příprava textu BP

Březen 2024 — Konzultace finální podoby práce se školitelem

Duben 2024 — Předložení práce

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

Disturbance, přirozená obnova, lykožrout smrkový, holoseč, biologické dědictví disturbancí, ekologická obnova, mrtvé dřevo, ekosystémové služby.

Doporučené zdroje informací

- Fischer, A. and Fischer, H.S., 2012. Individual-based analysis of tree establishment and forest stand development within 25 years after wind throw. *European Journal of Forest Research*, 131(2), pp.493-501.
- Harmer, R. and Morgan, G., 2009. Storm damage and the conversion of conifer plantations to native broadleaved woodland. *Forest Ecology and Management*, 258(5), pp.879-886.
- Kulla, L., Merganič, J. and Marušák, R., 2009. Analysis of natural regeneration in declining spruce forests on the Slovak part of the Beskydy Mts. *Beskydy*, 2(1), pp.51-62.
- Macek, M., Wild, J., Kopecký, M., Červenka, J., Svoboda, M., Zenáhlíková, J., Brůna, J., Mosandl, R. and Fischer, A., 2017. Life and death of *Picea abies* after bark-beetle outbreak: ecological processes driving seedling recruitment. *Ecological applications*, 27(1), pp.156-167.
- Maršánek, A., Dobrovolný, L. and Hurt, V., 2014. Comparison of different forest regeneration methods after windthrow. *Journal of Forest Science*, 60(5), pp.190-197.
- Maršánek, A., Dobrovolný, L. and Hurt, V., 2016. Potential of combined forest regeneration method on disturbed areas at lower altitudes. *Zprávy Lesnického Výzkumu*, 61(2), pp.125-131.
- Řehounková, K., Lencová, K. and Prach, K., 2018. Spontaneous establishment of woodland during succession in a variety of central European disturbed sites. *Ecological Engineering*, 111, pp.94-99.
- Taeroe, A., de Koning, J.H., Löf, M., Tolvanen, A., Heiðarsson, L. and Raulund-Rasmussen, K., 2019. Recovery of temperate and boreal forests after windthrow and the impacts of salvage logging. A quantitative review. *Forest ecology and management*, 446, pp.304-316.
- Tiebel, K., Huth, F., Frischbier, N. and Wagner, S., 2020. Restrictions on natural regeneration of storm-felled spruce sites by silver birch (*Betula pendula* Roth) through limitations in fructification and seed dispersal. *European Journal of Forest Research*, 139(5), pp.731-745.
- Zeppenfeld, T., Svoboda, M., DeRose, R.J., Heurich, M., Müller, J., Čížková, P., Starý, M., Bače, R. and Donato, D.C., 2015. Response of mountain *Picea abies* forests to stand-replacing bark beetle outbreaks: neighbourhood effects lead to self-replacement. *Journal of applied ecology*, 52(5), pp.1402-1411.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Vojtěch Čada, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 30. 4. 2023

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 7. 2023

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Vliv disturbancí a zvěře na stav přirozené obnovy v kulturních lesích jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce 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 5. 4. 2024

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Vojtěchovi Čadovi, Ph.D., za odborné rady, ochotu a vedení práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Lence Lehnerové, Ph.D a své rodině za podporu při studiu.

Vliv disturbancí a zvěře na stav přirozené obnovy v kulturních lesích

Abstrakt

Přírodní disturbance, ovlivňují přirozenou obnovu v našich lesích již od nepaměti. V současné době je však kladen stále větší důraz na nalezení rovnováhy mezi abiotickými a biotickými složkami lesního ekosystému. Jsme svědky nárůstu početních stavů prakticky všech druhů spárkaté zvěře, které jsou pro odrůstání přirozené obnovy limitujícím faktorem. Odrůstající přirozená obnova však může významným způsobem ušetřit celkové náklady na obnovu lesa.

Cílem práce je shrnout dosavadní informace o vlivu disturbancí a zvěře na množství a dynamiku přirozené obnovy v lesích se zaměřením na kulturní lesy.

Sběr dat byl prováděn terénním šetřením, které probíhalo na dvou lokalitách (Horní Berounka a Doksy) na jejichž území se nacházeli porosty kulturních lesů ovlivněné přírodními disturbancemi. Na každé lokalitě bylo založeno celkem dvanáct zkusných ploch se třemi způsoby managementu: holina bez oplocení, oplocená holina a odumírající či odumřelá kmenovina (bez recentní těžby). Na těchto plochách bylo zkoumáno množství, struktura a zdravotní stav přirozené obnovy. Data byla zpracována pomocí softwaru Excel.

Výsledky šetření potvrdili, že mezi prvními dřevinami, které osídlují plochy po přírodních disturbancích jsou bříza bělokorá a topol osika. Byl prokázán pozitivní vliv mateřského porostu na množství přirozené obnovy. Pokryvnost vegetace neměla signifikantní vliv na množství přirozené obnovy. Největší poškození obnovy zvěří bylo na plochách bez oplocení. Nejvíce zvěří poškozovanou dřevinou byl jeřáb ptačí následovaný břízou bělokorou.

Pro přirozenou obnovu je zásadní udržovat přiměřené počty zvěře v oblasti, pracovat s matečným porostem a pravidelně udržovat funkční oplocení. Z hlediska managementu je nejideálnější a nejekonomičtější řešením jedince obnovy plošně chránit.

Klíčová slova: Disturbance, přirozená obnova, lýkožrout smrkový, holoseč, biologické dědictví disturbancí, ekologická obnova, mrtvé dřevo, ekosystémové služby.

Influence of disturbance and game on the state of natural regeneration in cultural forests

Summary

Natural disturbances have been affecting natural regeneration in our forests since time immemorial. Today, however, there is an increasing emphasis on finding a balance between the abiotic and biotic components of the forest ecosystem. We are witnessing an increase in the numbers of virtually all game species, which are a limiting factor for the growth of natural regeneration. However, natural regeneration can significantly save the overall costs of forest regeneration.

The aim of thesis is to summarize existing information on the influence of disturbances and wildlife on the amount and dynamics of natural regeneration in forests, with a focus on cultural forests.

The data collection was carried out by field survey, which took place in two localities (Horní Berounka and Doksy) in the territory of which there were stands of cultural forests affected by natural disturbances. At each site, a total of twelve plots were established with three management methods: unfenced clearing, fenced clearing and dying or deadlogging (without recent logging). In these plots, the amount, structure and health of natural regeneration were investigated. Data were processed using Excel software.

The results of the survey confirmed that among the first tree species to colonise the areas after natural disturbance are white birch and aspen poplar. A positive effect of the parent stand on the amount of natural regeneration was demonstrated. Vegetation cover did not have a significant effect on the amount of natural regeneration. The greatest damage to the regeneration by game was in areas without fencing. The tree species most damaged by wild life was bird crane followed by white birch.

For natural regeneration, it is essential to maintain adequate numbers of game in the area, work with the parent vegetation and regularly maintain functional fencing. From a management point of view, the most ideal and economical solution is to protect individuals of the restoration area.

Keywords: Disturbance, natural regeneration, spruce bark beetle, holosis, biological heritage of disturbance, ecological restoration, deadwood, ecosystem services.

Obsah

1 Úvod	10
2 Cíl práce	11
3 Literární rešerše	12
3.1 Hospodářský les	12
3.1.1 Hospodářské způsoby	12
3.1.2 Smrkové hospodářské lesy	12
3.1.3 Přeměna lesního porostu	13
3.2 Přírozená obnova lesa	13
3.2.1 Přírozená obnova lesa v České republice	14
3.2.2 Vývojové cykly lesa	14
3.2.3 Vliv zvěře.....	17
3.3 Disturbance	19
3.3.1 Biotické disturbance	20
3.3.2 Abiotické disturbance	22
3.4 Přírozená obnova lesa po disturbance	24
3.4.1 Vliv větru na přírozenou obnovu lesa.....	24
3.4.2 Vliv ohně na přírozenou obnovu lesa	25
3.4.3 Vliv gradací kůrovců na přírozenou obnovu	25
4 Metodika	27
4.1 Vybrané lokality	27
4.2 Sběr dat	28
5 Výsledky	31
5.1 Celková obnova	31
5.1.1 Zastoupení dřevin v obnově.....	34
5.1.2 Obnova a nadmořská výška	34
5.1.3 Obnova a oplocení	35
5.1.4 Poškození zvěří	36
5.1.5 Vliv mateřského porostu.....	39
5.1.6 Vliv buřeně na obnovu.....	41
7 Diskuze	43
8 Závěr	46
9 Literatura	47
10 Seznam použitých zkratk a symbolů	57
10.1 Dřeviny-zkratky	57
11 Seznam obrázky	58

12 Seznam tabulek	58
--------------------------------	-----------

1 Úvod

Jako téma své bakalářské práce jsem si zvolil „Vliv disturbancí a zvěře na stav přirozené obnovy v kulturních lesích“. Toto téma jsem si vybral, jelikož bych rád zjistil, jak na sebe vzájemně působí a vzájemně se ovlivňují zvěř a přirozená obnova lesa v různých porostních podmínkách, jelikož je to aktuální téma. Zároveň bych se rád dozvěděl o krajinné oblasti Kokořínsko a přírodním parku Horní Berounka, odkud pocházím a mám k tomuto místu osobní vztah.

Kulturní lesy zaujímají ve střední Evropě významnou část porostní půdy. V posledních několika letech, jsou však stále více ovlivňovány probíhající a neustále zrychlující klimatickou změnou. Tyto lesy, ovlivněné lidskou činností pak často podléhají nejrůznějším disturbancím. Za hlavní faktor ovlivňující budoucnost těchto lesů můžeme považovat přirozenou obnovu a její schopnost odrůstat na daném stanovišti. V posledních letech jsme však svědky zvyšování stavů prakticky veškeré spárkaté zvěře, která je pro odrůstání přirozené obnovy limitujícím faktorem a na mnoha místech prakticky zamezuje jejímu rozvoji. V přestavbě porostů má přirozená obnova klíčovou roli. Z hlediska managementu kulturních lesů může být zásadní, zda se v nich přirozená obnova vyskytuje, jakou má strukturu a zda má smysl s ní počítat při obnově porostu. Je třeba si uvědomit, že hospodaření s přirozenou obnovou může významně snížit náklady na obnovu lesa.

Hlavním předmětem mého šetření bude zhodnocení tlaku zvěře, jako limitujícího faktoru vývoje přirozené obnovy v dané lokalitě. Chtěl bych zjistit jakým způsobem zvěř přirozenou obnovu ovlivňuje a prostřednictvím toho udává ráz krajiny, ve které se vyskytuje.

Cílem mé práce tedy bude vyhodnocení vlivu nejrůznějších disturbancí a zvěře na přirozenou obnovu. Byl bych rád, kdyby poznatky a závěry mé práce přispěli k porozumění vztahu zvěře a přirozené obnovy a pomohli tak zefektivnit hospodaření nejen v místních lesích.

2 Cíl práce

Cílem práce bude shrnout dosavadní informace o vlivu disturbancí a zvěře na množství a dynamiku přirozené obnovy v lesích se zaměřením na hospodářské lesy. V praktické části práce bude cílem zhodnotit množství a strukturu přirozené obnovy a její poškození zvěří ve vybraných porostech kulturních lesů, které byly v různé míře ovlivněny přírodními disturbancemi, těžbou anebo jejich kombinací.

3 Literární rešerše

3.1 Hospodářský les

Do lesů hospodářských patří lesy, které nejsou zařazeny do kategorií lesů ochranných nebo lesů zvláštního určení. Tato kategorie představuje téměř tři čtvrtiny lesů v ČR. Primárním účelem v těchto lesích, je produkce dřevní hmoty a generování ekonomického zisku. Vedlejšími funkcemi jsou pak především mimoprodukční funkce lesa (Sequens, 2007). Do mimoprodukčních funkcí lesa řadíme zejména klimatickou, vodoochrannou, půdoochrannou a rekreační funkci. Hospodářský les není v legislativě ČR definován, ale v kontextu této práce se jím rozumí les, který byl významně přetvořen intenzivním lesnickým hospodařením, což vyústilo v intenzivní změnu struktury a druhového složení lesa ve srovnání s přirozeným či historickým stavem.

3.1.1 Hospodářské způsoby

Hospodářský způsob můžeme charakterizovat jako soubor základních hospodářských opatření, který je realizovaný v prostorových a časových vazbách v rámci produkční doby. Vyjadřuje tak způsob obnovy lesních porostů (Sequens, 2007). Strukturu kulturních lesů významně ovlivňuje hospodářský způsob, tedy systém hospodaření, který souvisí zejména s postupem obnovy porostu.

U holosečného způsobu umělá obnova probíhá na vytěžené ploše, která je širší než průměrná výška těžného porostu.

Obnova porostu násečným způsobem probíhá částečně pod mateřským porostem a částečně vedle něj. Vytěžená plocha nepřekročí průměrnou výšku těžného porostu. Je možné kombinovat umělou a přirozenou obnovu.

U podrostního způsobu převládá přirozená obnova pod mateřským porostem, který je postupně vytěžen v několika krocích.

Výběrný způsob je charakterizován tím že, těžba není za účelem výchovy a obnovy porostu časově a prostorově rozlišena. Obnova probíhá nepřetržitě a uskutečňuje se těžbou jednotlivých stromů nebo skupin po celé ploše (Sequens, 2007; Bušina et al., 2023).

3.1.2 Smrkové hospodářské lesy

Pěstování smrku ve střední Evropě mimo jeho přirozený areál přineslo lesnímu hospodářství mnoho užitku ale také četné problémy.

Původní přirozený areál této dřeviny byl mnohem menší, než je tomu v dnešní době a vyskytoval se pouze izolovaně v horských oblastech (Klimo a Kulhavý, 1999).

Podle výsledků třetího cyklu inventarizace lesů, který probíhal v roce 2016 až 2020, lesnatost v České republice dosahuje úrovně 34 % (2 671 659 ha). Smrk představuje 48,8 % druhové skladby našich lesů (Máslo et al., 2023). V přirozených podmínkách by se smrk vyskytoval v zastoupení 11,2 % (Bušina et al., 2023). Co se týče zastoupení smrku ztepilého v České republice, zaujímáme první místo ve střední Evropě. Přičemž 26% veškeré plochy našich lesů představují smrkové monokultury (porosty se zastoupením smrku vyšším než 91%) (Tesař a Kraus, 2004). Na nevhodných stanovištích ztratil smrk svou přirozenou rezistenci a stal se tak málo odolným vůči abiotickým a biotickým činitelům (Klimo a Kulhavý, 1999).

V nižších nadmořských výškách byl rozšířen pouze podél vodních toků, v chladných kotlinách, inverzních roklích a na podmáčených a rašelinných půdách (Novotný, 2020).

3.1.3 Přeměna lesního porostu

Přeměnu porostu chápeme jako zásadní změnu dřevinné skladby předčasnou nebo urychlenou obnovou na požadované cílové zastoupení dřevin. Jedním z hlavních důvodů pro přeměnu porostu může být zásadní nesoulad mezi produkčním potenciálem daného stanoviště a současnou dřevinnou skladbou porostu (Chroust et al., 2001). Čížková et al. (2017) uvádí, že probíhající klimatická změna by mohla způsobit přeměnu druhové skladby lesů, které jsou ponechány samovolnému vývoji. Podle modelů by mohl smrk ztepilý vlivem stále častějších letních such a rostoucích zimních teplot významně ustupovat a být nahrazován bukem lesním, či dokonce duby. Změna klimatu může přímo ovlivnit dynamiku porostů, a to změnami ve způsobu jakým se dřeviny zmlazují, změnou růstu mortality dřevin a nepřímo také kompeticí mezi druhy.

3.2 Přirozená obnova lesa

Přirozená obnova lesa má ve srovnání s umělou obnovou mnoho ekologických a z části také ekonomických výhod (Prach et al., 2009). Přirozenou obnovou se v České republice v posledních letech obnovuje asi 10 % plochy celkem obnovované a zalesňované. Možnosti zvyšování podílu přirozené obnovy je do značné míry ovlivňováno vysokým podílem nahodilých těžeb (Šindelář, 2000). Potenciál přirozené obnovy ovlivňují jednak podmínky stanoviště, prostorová a druhová skladba mateřských porostů, věk, zakmenění a zápoj, vhodná těžební technologie a cílová skladba budoucího porostu (Vacek et al., 2000). Gray et al.,

(2005) uvádí, že přítomnost či nepřítomnost přirozené obnovy následně předurčuje budoucnost lesního porostu. Stádium semenáčků je nejcitlivější na mikrostanovištní podmínky. Světelné podmínky a půdní vlhkost jsou klíčovými faktory pro odrůstání přirozené obnovy.

Mezi přednosti přirozené obnovy patří udržení původních populací dřevin, plné využití vhodných stanovištních podmínek porostu náletem, nerušený vývoj jedinců přirozené obnovy bez extrémních klimatických jevů pod ochranou mateřského porostu, při výchovných opatřeních je v nárostech a mlazinách velká možnost výběru jedinců, možnost opatření sazenic z náletu, úspora nákladů na zalesňování, větší a nerovnoměrná hustota vzniklého porostu – přirozená autoredukce počtu jedinců a adaptace jedinců na lokální mikrostanovištní podmínky (Vacek et al., 2000).

Nevýhodou přirozené obnovy je závislost na současné druhové a ekotypové skladbě mateřského porostu při obnově, obnova je plně závislá na stavu půdy, vegetačního krytu a mateřského porostu, těžba předchozího mateřského porostu je provozně náročnější (Vacek et al., 2000).

3.2.1 Přirozená obnova lesa v České republice

Dle druhého šetření národní inventarizace lesů, které probíhajícího v letech 2011 až 2015, plocha porostní půdy s přirozenou obnovou zaujímá v České republice $1\,217,8 \pm 35,5$ tis. ha. Průměrný počet jedinců přirozené obnovy na hektar je $30,4 \pm 2,0$ tis. ks/ha. Převládá přirozená obnova se zastoupením $82,3 \pm 1,0$ % (podíl umělé obnovy je $17,7 \pm 1,0$ %) (Kučera et al. 2019).

3.2.2 Vývojové cykly lesa

V rámci ontogenetického vývoje a obnovy přírodních lesů popisujeme velký a malý vývojový cyklus lesa, což jsou hlavní modely našich představ o vývoji lesů bez vlivu člověka. V prvním případě jde o sukcesy po velkoplošné disturbanci lesního ekosystému, přičemž vnější podmínky zůstávají nezměněny, ve druhém případě se jedná pouze o obnovu lesa (Podrázský, 2014). Šeřl (2014) udává, že lesní ekosystémy podléhají různým opakujícím se změnám ve druhové, věkové a prostorové struktuře. Tyto změny jsou dány ekologickými podmínkami biogeografické oblasti, se kterou je spojena dřevinná skladba. Uplatňují se vlastnosti dřevin, ekologické a kompetiční, jejich délka dožití a růstová dynamika.

3.2.2.1 Velký vývojový cyklus

Tento cyklus je spojen s rozpadem lesa na velkých plochách. Ten může být v přírodních podmínkách způsoben např. požáry, větrnými smrštěmi, či přemnožením některých herbivorů (Podrázský, 2014). Šefl (2014) uvádí, že velký vývojový cyklus můžeme chápat, jako cyklickou stabilitu, vesmyslu plošného rozpadu stromového patra s následnou změnou druhů dřevin v průběhu sukcese. Některé lesní ekosystémy mají značné předpoklady k výskytu těchto událostí a jsou na ně dokonce i přizpůsobeny. Běžně se takto obnovují tajgové ekosystémy nebo některé typy borových lesů v Severní Americe. V posledních letech jsou katastrofy tohoto rozsahu působeny člověkem (požáry, imise, přemnožení škůdců) (Podrázský, 2014). Požáry však hrají v rámci velkého vývojového cyklu zásadní roli v podobě tzv. pyrogenního regeneračního cyklu, který je charakteristický zejména pro boreální jehličnaté lesy. Tento cyklus však nemůžeme považovat za sekundární sukcesy pro svojí ekologickou podmíněnost. Lesní porost v tajze vytváří v průběhu let mocnou vrstvu opadu, který se ukládá ve formě surového humusu a vlivem specifických klimatických podmínek prostředí se nerozkládá. Akumuluje a hromadí tak v sobě zásoby živin, které tak zůstávají nevyužité. K uvolnění živin zpět do koloběhu tak dochází prostřednictvím požáru, kdy dojde k spálení surového humusu i s původním porostem. Prostřednictvím popela jsou živiny uvolněny a celý vývojový cyklus po rozpadu začíná znovu (Šefl, 2014).

Dle Podrázského (2014) se v případě velkoplošného rozpadu lesa mění mikroklimatické a ostatní fyzikální podmínky prostředí. Roste intenzita radiace, tepelné rozdíly a dochází ke zvýšené mineralizaci a tím pádem i k vyšší nabídce živin. Často dochází ke zvýšení půdní vláhly až k zamokření lokality. Kromě travinné a bylinné vegetace na tyto změny reagují některé dřeviny, které jsou přizpůsobené tomuto typu stanovišť.

Rozeznáváme několik stadií typu lesa:

- Stadium přípravného lesa
- Stadium přechodného lesa
- Stadium závěrečného lesa, (klimax)

V prvním stadiu dochází k invazi dřevin, které označujeme jako pionýrské či přípravné. V našich podmínkách to jsou především různé druhy bříz, jíva, osika, borovice a na vlhčích stanovištích i olše (Podrázský, 2014). Zpravidla jsou to dřeviny anomochorní (Šefl, 2014). Tyto dřeviny se vyznačují rychlým růstem v mládí, odolností, bohatou a častou úrodou semen ale také nižší konkurenční schopností, což je většinou vylučuje ze závěrečných stadií vývoje lesa a omezuje jejich růst na extrémní stanoviště (Podrázský, 2014).

Přes využívání prostoru ovlivňují tyto dřeviny prostředí natolik, že opět získává charakter lesního prostředí a vznikají tak podmínky pro obnovu polostinných a stinných dřevin jako je jedle, buk, smrk, javor. Holé plochy těmto dřevinám nevyhovují a mohou být poškozovány mikroklimatickými extrémy. Naopak snášejí konkurenci jiných jedinců a relativně vysoké zastínění. Podrůstáním a postupnou obnovou těchto dřevin pod lesem přípravným tak vzniká les přechodný, který je zpravidla dvouetážový (Podrázský, 2014).

Klimaxové dřeviny závěrečného lesa postupně dorůstají a předrůstají přípravné dřeviny až je zcela potlačí. Obnova přípravných dřevin je až na výjimky vyloučena a dále probíhá obnova pouze klimaxových dřevin. Klimaxový les je zpravidla nejproduktivnější a vyznačuje se maximální akumulací biomasy a stabilitou (Podrázský, 2014). Jeho trvalost a stabilita jsou určujícími faktory pro rozlišení mezi velkým a malým vývojovým cyklem (Šefl, 2014).

3.2.2.2 Malý vývojový cyklus

Klimaxový les však není nehybným a neměnným útvarům. Prodělává vývoj v rámci tzv. malého vývojového cyklu, který obnovuje jeho strukturu (Podrázský, 2014). U malého vývojového cyklu lesa nastává pouze generační obměna lesa v plošně jemnozrnné mozaice, přičemž se druhová skladba v čase téměř nemění (Šefl, 2014).

Obnova lesa probíhá ve třech specifických základních vývojových stádiích:

- stádium optima
- stádium rozpadu
- stádium dorůstání

Jako výchozí stav lze uvažovat stádium optima. Jednotlivé dřeviny se vyznačují výrazně delší dobou života, zejména v plném zápoji. Toto stádium je charakterizováno relativně malým počtem stromů, avšak velkých dimenzí, na plošné jednotce lesa. Převládají stromy nejvyšších tloušťkových tříd (Podrázský, 2014). Dřevní zásoba kulminuje (Šefl, 2014). Na konci tohoto stadia nastává fáze stárnutí porostu, začínají odumírat jednotlivé stromy a nastupuje první obnova (Podrázský, 2014).

Lesní porost nastupuje do stadia rozpadu. Počet jedinců a zásoba porostu starší generace rychle klesá a zvyšuje se počet a růst generace nastávající. Porost se nachází ve fázi obnovy. Rozmístění jedinců a skupin původního porostu a zmlazení porostu nastupujícího jsou zpravidla rozmístěny nepravidelně po ploše (Podrázský, 2014).

Podíl nového porostu se zvyšuje s tím, jak klesá dominance původního porostu a dostává se tak do stadia dorůstání, kdy zásoba spodní a střední vrstvy rychle narůstá. V tomto stadiu je největší výšková, tloušťková i plošná diference (Podrázský, 2014). Přibývá

životaschopných jedinců a následuje samoproředování (Šefl, 2014). Pokud jsou ještě přítomni jedinci ze staršího porostu, jde o fázi dozívání. Vývojové cykly jednotlivých generací se překrývají (Podrázský, 2014).

3.2.3 Vliv zvěře

Škody zvěří jsou dlouhodobě sledovaným problémem ochrany lesa. Tento problém je velice intenzivně diskutován a všichni se shodují, že je potřeba jej řešit (Čermák a Mrkva, 2007). Turek et al. (2021) udává, že jsou škody zvěří v současnosti významným limitujícím faktorem přeměny druhové skladby lesa a tlak, který zvěř, na lesní ekosystém, vyvíjí, znemožňuje trvale udržitelné hospodaření v našich lesích. Dle Sloupa (2007) krajní názory na jedné straně obhajují vyšší početní stavy zvěře a bagatelizují škody zvěří způsobené. Opačný názor považuje zvěř za škodlivý element, který je potřeba redukovat. Mělo by být snahou hledat kompromis mezi těmito oběma složkami, kdy by byly zajištěny přiměřené stavy zvěře současně při únosných škodách na lesním ekosystému.

Zvěř můžeme považovat za obnovitelné přírodní bohatství, které je přirozenou součástí ekosystému v únosné míře, tj. v takové míře kdy nenaruší ekosystém a jeho společenské funkce (Sloup, 2007). Vysoké škody zvěří jsou důsledkem nepřiměřeného mysliveckého hospodaření. Především neúnosně vysokých stavů zvěře, nevhodná věková, pohlavní struktura a nevhodná rajonizace chovu. Přičemž se na eskalaci škod spolupodílejí změny v lesním hospodářství v posledních 50-100 letech, především upřednostňování smrkového holosečného hospodaření a umělé obnovy lesa (Čermák a Mrkva, 2007). Holosečné smrkové hospodaření vytváří zpravidla druhově, věkově i prostorově uniformní porosty, které jsou málo úživné, zvěří neposkytují dostatečnou potravní nabídku a jsou tak zvěří nadměrně poškozovány.

Mezi nejvýznamnější problémy ochrany lesa v České republice patří spárkatá zvěř. Škody na lesních porostech uplatněné vlastníky činily v roce 2022 54 mil. Kč., 2021 39 mil. Kč, 2020 33,3 mil. Kč a v roce 2019 27,4 mil. Kč (Lubojacký et al., 2023). Z výše uvedeného je evidentní, že škody zvěří rok od roku rostou, což koresponduje s tím, jak dramaticky narůstají populace jednotlivých druhů spárkaté zvěře v posledních letech. Je však patrné, že reálné škody ročně vznikající na lesních porostech jsou násobně vyšší, jelikož zde nejsou zahrnuty další ekonomické ztráty, které vznikají negativním působením zvěře (prostředky na ochranu kultur, přírůstové ztráty).

Mezi roky 2019 až 2021 stouply evidované škody zvěří u LČR, s.p., o 55 % a nejvyšší nárůst byl zaznamenán v posledních letech (Lubojacký et al., 2023).

3.2.3.1 Okus

Za poškození okusem považujeme poškozování stromů v nejmladších porostech, a to okusováním jejich nejmladších výhonů – bočních a terminálních. Tyto druhy poškození se hodnotí odděleně. U hodnocení okusu u terminálního prýtu se zjišťuje především to, zda je vrchol poškozen. Intenzita okusu u bočních výhonů se hodnotí podle podílu poškozených postranních výhonů (IFER: Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, s. r. o a ÚHÚL, nedatováno). Čermák (2008) udává, že dlouhodobý okus, může vést k výrazným změnám dřevinné skladby. Výrazná změna zastoupení dřevin u přirozené obnovy tak může při vysoké intenzitě okusu nastat během několika málo let. Čermák a Mrkva (2007) uvádí, že je okusem poškozována celá řada dřevin, na jejichž zájem máme jak z ekologických, tak hospodářských důvodů – jedná se zejména o jedli bělokorou, jilmy, javory či jeřáb ptačí. Z výsledků druhého cyklu národní inventarizace lesů je patrné, že je celkem až 35 % jedinců obnovy do 1,3 metru výšky poškozeno okusem terminálního vrcholu. Přičemž zvěř zničí 15 % stromků ve stadiu obnovy (Kučera et al., 2019).

3.2.3.2 Ohryz

Jako ohryz označujeme poškození kůry mimo vegetační období. Kůra je skousávána řezáky po malých částech, protože ve vodivých pletivech chybí míza, a tudíž kůra nelze sloupnout v celých pásech. Zimní ohryz kůry bývá všeobecně menšího rozsahu, kambium u něj nebývá poškozeno, a tudíž následky nejsou tak vážné jako u loupání letního. V době ohryzu, tedy v zimních měsících, je menší pravděpodobnost infikování poškozeného jedince sporami houbových patogenů (Sloup, 2007). Dle Kučery et al., (2019) je zastoupení jedinců s ohryzem kůry 8,2 %.

3.2.3.3 Loupání

Loupání je opakem ohryzu. Je to poškození, ke kterému dochází během vegetačního období, kdy jsou pletiva protkaná mízou a lýko je tak sloupáváno v celých pruzích společně s kůrou. V období vegetace hrozí u oslabeného stromu i vyšší riziko infekce dřevokaznými houbami a hmyzem (Sloup, 2007). Nejvýznamnějším důsledkem poškození tohoto druhu je hniloba pevníku krvavějícího (Čermák a Mrkva, 2007). Stěžejní je proto včasné ošetření poškození. V nemalé míře jsou poškozovány i kořenové náběhy. Na některých lokalitách bývá častější než poškození na kmenech (Sloup, 2007). Podíl poškození lesa u tohoto poškození se ve srovnání NIL1 (2001-2015) a NIL2 (2011-2015) statisticky nesnižuje (Kučera et al., 2019).

3.2.3.4 Vytloukání

Toto poškození se nejčastěji projevuje na slabých kmíncích, kde bývá kůra sedřena od 30 cm do 1,5 m nad zemí. Vytloukání se projevuje poškozením kůry parožím. Toto poškození můžeme najít zpravidla ve smrkových porostech současně s loupáním (Sloup, 2007).

3.2.3.5 Základní pravidla biologické ochrany lesa jako prevence škod zvěří

Pro zmírnění škod zvěří Turek (2022) doporučuje v maximální míře využívat potenciálu přirozené obnovy lesních dřevin, ponechávat v porostech okusově atraktivní přípravné dřeviny pro zmírnění škod okusem u cílových dřevin až do jejich zajištění a ponechávat ohryzově atraktivních dřevin v podúrovni, zejména ve stadiu mlazin, tyčkovin a tyčovin pro naředění škod.

3.3 Disturbance

Disturbance neboli narušení je termín, kterým v ekologii společenstev můžeme označit jako událost, která odstraní vegetaci, buďto spontánně nebo uměle, a vytváří se tak prostor pro osídlení jedinci stejného nebo jiného druhu. Změna klimatu přispívá k častějšímu výskytu disturbancí. Disturbance jsou jednou z hlavních příčin přispívající k dynamické variabilitě lesa. Vznikají buďto vlivem přírodních faktorů nebo činností člověka (Košulič, 2009). Disturbancemůžeme považovat za hnací sílu vývoje lesa (Splechtna a Gratzer, 2005). Podstatou významu disturbancí je to, že se vyskytují ve všech ekosystémech v široké škále prostorových a časových měřítek ve všech úrovních ekologické organizace (White a Jentsch, 2001). Typ disturbance, její síla a frekvence jsou faktory, které ovlivňují, které druhy se po narušení objeví (Xu et al., 2012). Narušování lesního ekosystému disturbancemi má značný vliv na stav a funkci ekosystému. Tento vliv je buďto záporný nebo kladný a u velkých disturbancí se oba tyto vlivy kombinují. Zpočátku je můžeme považovat za záporný, později kladný vliv. Za jistých okolností mohou být tyto vlivy pro hospodářský les přínosné (Košulič, 2009).

Ekosystémové služby jako zejména produkční, podpůrné, regulační a kulturní jsou disturbancemi ovlivněny negativně. Naopak biologická diverzita, která může být reprezentována druhovou bohatostí je ovlivňována pozitivně (Thom a Seidl, 2015).

Thom a Seidl (2015) uvádí jako tři hlavní disturbanční činitele vítr, požár a hmyzí škůdce jako je např. lýkožrout smrkový.

3.3.1 Biotické disturbance

Za jeden z nejvýznamnějších činitelů ovlivňující dynamiku lesa v podmínkách střední Evropy můžeme považovat hmyz (Kulakowski a Bebi, 2004). Působením biotických činitelů bylo v České republice v roce 2020 ovlivněno cca 15,4 mil. m³ dřevní hmoty. V roce 2019 se jednalo o cca 14,8 mil. m³, v roce 2018 o cca 8,6 mil. m³, v roce 2017 o cca 4,1 mil. m³ a v roce 2016 o cca 3,5 mil. m³ (Lubojacký et al., 2021).

K nejvýznamnějším organismům působících biotické disturbance ve smrkových porostech jsou: lýkožrout smrkový (*Ips typographus*), lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*) a lýkožrout menší (*Ips aminitus*).

3.3.1.1 Lýkožrout smrkový

Lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) řadíme do řádu brouků (*Coleoptera*) a čeledi kůrovcovitých (*Scolytidae*). V podmínkách střední Evropy patří mezi nejvýznamnější škůdce především starších smrkových porostů, což můžeme dokladovat objemem napadeného dříví, který v osmdesátých a devadesátých letech dosáhl výše až téměř 14 mil. m³. Lýkožrout smrkový v první řadě napadá čerstvě vytěžené smrkové dříví a fyziologicky oslabené stromy především imisemi, suchem a václavkou. Je tedy považován za typicky sekundárního škůdce. Při přemnožení, když nenalézá dostatek potravy napadá i zdravé smrky (Lesnická práce, 2007). Lýkožrout napadá smrk na základě chemických impulzů (Skuhravý, 2002). Význam lýkožrouta je spojen se zdravotním stavem porostů, průběhem počasí a dostupným materiálem pro jeho namnožení. Časný nástup jara a abnormálně teplé a dlouhé léto urychlují jeho vývoj a ve svém důsledku mohou zmnožit počet generací (Lesnická práce, 2007). V nižších polohách asi do 700 m.n.m vytváří lýkožrout zpravidla 2 generace, ve vyšších polohách pouze jednu generaci (Kurovcoveinfo.cz, nedatováno). Bentz et al. (2019) udává, že dvě i více generací ročně jsou běžné v teplých evropských lokalitách.

Nejčastěji se vyskytuje na smrkových porostech starších šedesáti let na osluněných porostních stěnách (většinou J a JZ expozice). Když nemá dostatek vhodného materiálu pro svůj rozvoj může ve fázi gradace napadat i mladší porosty (zaznamenán byl i v kulturách). Uvnitř porostů ho najdeme v místech s nižším zakmeněním nebo ve fázi gradace. Skuhravý (2002) uvádí, že lýkožrout nalétá na strom obvykle v místě mezi nasazením živé koruny a mrtvými větvemi. Vršky pod 10 cm tloušťky zpravidla nenapadá. V oddenkové části zůstává bez napadení pouze nejspodnější část (1-1,5m). U ležících kmenů nalétává na celou plochu vhodné části kmene (Lesnická práce, 2007; Pech, 2023).

Lýkožrout smrkový se většinou vyvíjí téměř výhradně na smrku ztepilém (*Picea abies*) a výjimečně napadá i modřín evropský (*Larix decidua*), velmi vzácně také borovici lesní (*Pinus sylvestris*). Jarní rojení probíhá zpravidla v nižších a středních oblastech na přelomu dubna a května, letní zhruba od poloviny června do počátku srpna (Lesnická práce, 2007).

Odolnost a funkčnost evropských smrkových lesů je čím dál tím více ohrožována masovým výskytem lýkožrouta, který je podporován větrem, horkem a suchem. Změna klimatu způsobila zvýšenou četnost a závažnost horkých a suchých období, čímž se změnila distribuce stromů a jejich náchylnost k různým abiotickým a biotickým stresorům (Netherer et al., 2021).

3.3.1.2 Gradace lýkožrouta smrkového v České republice

Populační gradace lýkožrouta smrkového není záležitostí jen několika posledních let. V minulosti pravidelně docházelo k namnožení tohoto podkorního hmyzu jakožto důsledek klimatických extrémů, zejména sucha nebo jiných disturbancí, zejména větrných. Lýkožroutové gradace jsou na našem území popsány již koncem 18. století z oblasti Krušných hor, Plzeňska a Křivoklátska (Mezistromy.cz, 2018).

V 19. století proběhlo několik kalamit. Nejvýznamnější z nich probíhala na Šumavě v letech 1868–1880. Objem poškozeného dříví dosahoval až 6 mil. m³ (Mezistromy.cz, 2018).

Ve 20. století pak proběhly tři velké kalamity, a to v letech 1944–1954, 1983–1988 a 1993–1996 (Zahradník, 2021).

Ve 21. století proběhla kalamita v letech 2003–2004, kdy bylo evidováno 1,94 mil m³ kůrovcového dříví. Další významná kalamita proběhla v letech 2007–2010, kdy bylo evidováno 6,45 mil.m³. Jednou z hlavních příčin této kalamity byly pozdě zpracované polomy po orkánech Kyrril, Emma a Ivan (Zahradník, 2022).

Poté následoval rok 2015, který byl z hlediska klimatu extrémně teplý a suchý. Tím započala v současnosti probíhající kalamita (Zahradník, 2021). A od té doby objem vytěženého dříví každoročně narůstá (Mezistromy.cz, 2018). Zahradník (2021) uvádí, že od roku 2015 objem zpracovaného kůrovcového dřeva ročně přibližně zdvojnásobuje. Lesní ochranná služba obdržela hlášení za rok 2020 z rozlohy, která reprezentuje necelých 70 % celkové výměry lesů v České republice. V tomto roce meziročně došlo jen k mírnému nárůstu objemu poškození na 14,9 mil. m³. Nejdramatičtější situace byla v kraji Vysočina. Většina napadených porostů se nacházela do nadmořské výšky 800 m.n.m. (Lubojacký et al., 2021).

Od roku 2022 dochází k pozvolnému ústupu kůrovcové kalamity a poklesu objemu poškození na 5,6 mil. m³. Stále jsou to však výrazně vysoké objemy a kalamita na většině území ještě není pod kontrolou (Lubojacký et al., 2023).

3.3.1.3 Lignikolní houby

Lignikolní houby většinou nejsou disturbančním činitelem, který by ovlivňoval dynamiku lesů na větších plochách. Nicméně v kulturních porostech pěstovaných na nevhodných stanovištích může jít místy o významnější faktor podílející se na odumírání stromů i porostů. Vybrané druhy hub způsobují v České republice hospodářské škody, které odpovídají asi 5–10 % vytěžené dřevní hmoty (Soukup, 2007).

V roce 2020 byl výskyt houbových patogenů velmi vysoký. K čemuž významně přispěly vysoké teploty, které trvali do první třetiny roku, nízký úhrn srážek spolu s dlouhodobě nízkou hladinou podzemní vody a květnové mrazy. Nadprůměrné srážky v květnu a červnu vedli ke zlepšení kondice dřevin ale také k rozvoji houbových chorob (Zpravodaj ochrany lesa, 2021).

Z houbových patogenů je nejvýznamnější václavka (*Armillaria ostoyae.*). V roce 2003 zaujímala podíl 3 až 9 % na nahodilých těžbách (Rychtecká a Urbaňcová, 2008a). Dalšími lesnickými významnými houbovými patogeny jsou kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum*) a pevník krvavějící (*Stereum sanguinolentum*) (Soukup, 2007).

S václavkou smrkovou se můžeme setkat nejen v Evropě, ale i v Severní Americe a Asii. Obvykle napadá kořeny a oddenkovou (pařezovou) část kmene kde způsobuje bílou hnilobu napadeného dřeva. Houba může na hostitelské dřevině parazitovat i několik desítek let, přičemž postupně dochází k poškození kořenového systému a tím dochází k narušení statické stability stromu a bývá tím náchylnější k vyvrácení. Život stromu však přímo ohrožen není.

Václavkou jsou nejvíce ohrožovány smrkové porosty na nevhodných, nepůvodních stanovištích. Především tedy smrkové porosty středních poloh (Soukup, 2007). Velká plocha poškození byla evidována v mimořádně suchém roce 2003 (4 tis. ha) a v roce 2006 (3,2 tis. ha) a to ve Slezsku a na severní Moravě (Rychtecká a Urbaňcová, 2008a). Lorenc a Samek (2023) udávají, že za rok 2022 bylo celostátně hlášeno cca 115 tis. m³václavkového dříví.

3.3.2 Abiotické disturbance

Vliv abiotických disturbancí v lesnictví se přímo odráží v množství nahodilých těžeb. V České republice v období let 1996-2006 nahodilé těžby zaujímaly 11 až 41 % podíl na

celkových těžbách. Největší podíl na nahodilých těžbách mají abiotičtí činitelé (vítr, sucho, sníh, námraza a požáry) a to z 65 až 90 % (Rychtecká a Urbančová, 2008b). Novotný (2023) udává, že v roce 2022 dosáhl celkový objem nahodilých těžeb 10,2 mil. m³.

Nejvýznamnějším abiotickým činitelem je vítr, který zaujímal téměř 50 % objemu nahodilých těžeb (Rychtecká a Urbančová, 2008b). V roce 2022 poškodil vítr 3,2 mil. m³ dřeva (Novotný, 2023). Sucho je druhým nejvýznamnějším činitelem a na nahodilých těžbách se podílí z 5 až 13 %. Podíl škod sněhem se pohyboval mezi 2 až 12 %. Nejméně významnými činiteli jsou pak mráz a námraza. Škody požáry se pohybují okolo 1 % (Rychtecká a Urbančová, 2008b).

3.3.2.1 Vítr

Lesy mírného a borálního pásma na severní polokouli jsou často poškozovány větrem a to má velké ekonomické a ekologické důsledky (Taeroe et al., 2019). Vítr patří k nejvýznamnějším abiotickým činitelům v Evropě (Senf a Seidl, 2021). K opakujícímu se výskytu extrémně silným větrným událostem často dochází několikrát během vývojového cyklu lesa (Taeroe et al., 2019). Větretem jsou často více ohroženy stromy, které rostou v exponovaných polohách a na půdách, kde se nevytváří dostatečně stabilní kořenový systém, jako jsou půdy vlhké a písčité. S rostoucím věkem stromu roste i riziko, že bude vyvrácen. Rovněž s rostoucí nadmořskou výškou roste riziko, že dojde k rozpadu lesa (Poleno et al., 2011).

3.3.2.2 Požár

Lesní požár je primární proces, který významně ovlivňuje strukturu a složení vegetaci daného místa. Oheň utváří krajinou mozaiku a ovlivňuje biochemické cykly, jako je cyklus uhlíku. Složení lesa a jeho struktura je ovlivněna režimem požárů (Flannigan et al., 2000).

Rozsáhlý lesní požár má závažný dopad na životní prostředí a jeho budoucnost určuje na desítky let dopředu (Földi a Kuti, 2016).

V evropských lesích je požár jedním z nejdůležitějších rušivých činitelů (Senf a Seidl, 2021). Lesní požáry v České republice, nedosahují vzhledem k členitosti krajiny, porostů a hustotě osídlení tak katastrofických rozměrů známých ze zemí jako Kanada, Austrálie nebo Spojené státy Americké (Holuša et al., 2018).

Přibližně asi 75 % lesních požárů vzniká v jehličnatých lesích a jen 25 % připadá na lesy listnaté. Parametry vzniku a šíření požárů se u jednotlivých typů lesa liší. Podrost listnatého lesa má obecně větší vlhkost, takže se nevznítí tak snadno. V jehlicích a kmenech jehličnatých stromů je vysoký obsah pryskyřice, což způsobuje snadnější vzplanutí a hoření. Z klimatických faktorů jsou pro vznik lesních požárů klíčové zejména množství srážek

a teplota. Dalšími faktory jsou množství denního slunečního světla, atmosférické podmínky a převládající rychlost a směr větru. Z biotických faktorů jsou nejdůležitější druh a věk lesů, množství podrostu a odumřelého spadaného listí. Nejčastější příčinou vzniku lesních požárů je nevhodná lidská činnost, jelikož většina požárů vzniká v důsledku nedbalosti nebo úmyslného založení požáru (Földi a Kutí, 2016).

Při pozemním požáru dochází k zapálení půdního krytu v lese. V podmínkách střední Evropy je to nejčastější druh požáru. Zdrojem požáru a látkami vstupujícími do hoření bývá nejčastěji suchá tráva, jehličí a kůra, opadané listy, ležící větve, nízké stromy, nárosty a suché dřevo (Holuša et al., 2018).

Korunový požár je ze všech typů nejnebezpečnější. Největší nebezpečí spočívá v tom, že se velice rychle šíří porostem a je těžce zvladatelný. Požár nejčastěji vzniká v porostech, kde se nacházejí hluboko zavětvené stromy a v podrostu je vysoká buřeň, keře, mlaziny a další nárost (Holuša et al., 2018).

Pozemní požár se vyskytuje zpravidla v místech, kde se vyskytuje vysoká vrstva humusu, v ložiscích rašeliny a aktivního vápence. Oheň prohořívá až na hranici minerálního podloží. Požár je velmi složité lokalizovat, a to především díky nepříteli hustému dýmu vycházejícího kolem kořenů a pařezů. Šíří se velmi pomalu, zpravidla maximálně několik milimetrů až centimetrů za hodinu. Tento typ však nebývá příliš častý ani rozsáhlý (Holuša et al., 2018).

3.4 Přirozená obnova lesa po disturbanci

Hlavními faktory ovlivňující množství a strukturu přirozené obnovy obecně jsou věk porostu, zápoj korun a přítomnost druhů dřevin v mateřském porostu. Dalším faktorem je půdní vlhkost. Přítomnost či nepřítomnost přirozené obnovy předurčuje budoucnost lesního porostu (Kulla et al., 2009).

3.4.1 Vliv větru na přirozenou obnovu lesa

Vichřice jsou nejdůležitějšími přírodními disturbancemi, které ovlivňují ve velkém měřítku porostní strukturu přírodních i hospodářských lesů ve střední Evropě. Zranitelnost lesa vůči katastrofálním vichřicím závisí na několika faktorech. Patří sem typ, stáří a hustota, charakteristiky terénu včetně sklonu a hloubky půdy, geografická poloha regionu, struktura okolních lesů a povaha větrné události samotné. Smrk ztepilý je zejména citlivý na větrné disturbance, zejména pokud je ve stadiu zralosti, díky své vysoko nasazené koruně a mělkému kořenovému systému (Čermák, 2011).

Vývraty, které vznikají během narušení lesa větrem, mohou významně přispívat k procesu vývoje přirozené obnovy. V důsledku narušení půdního pokryvu a vegetace se otevírá prostor pro klíčení semen stromů z původního porostu nebo semen jiných druhů dřevin, které do těchto volných míst nalétávají. Vývraty proto mohou hrát důležitou roli v obnově lesního porostu po narušení (Šamonil, 2018).

Důležitým faktorem pro obnovu kalamit vzniklých větrnou kalamitou je mrtvé dřevo, tedy ponechání mrtvého dřeva na stanovišti. To pak slouží jako hlavní substrát pro úspěšnou obnovu semenáčků smrku a je klíčová pro obnovu lesa po budoucích disturbancích, jako jsou vichřice nebo výskyt kůrovcových kalamit (Svoboda et al., 2010). To potvrzuje i studie od Fischera a Fischera (2012), který zkoumal dlouhodobě obnovu po narušení větrem. Z jejich studie vyplývá, že celkově byla populační dynamika stabilnější na plochách, kde zůstala odumřelá dřevní hmota. Na vyčištěných plochách bylo množství obnovy výrazně vyšší, zatímco nejstabilnější populační dynamika smrku byla zaznamenána na plochách s ponechanou odumřelou dřevní hmotou (Pech, 2023).

3.4.2 Vliv ohně na přirozenou obnovu lesa

Podle Čermáka (2022) nedávný rozsáhlý požár v Národním parku České Švýcarsko zdůrazňuje zvýšenou náchylnost české krajiny k podobným situacím v posledních letech. Tento trend je podle něj způsoben klimatickými změnami, které vedou k častějším obdobím tepla a sucha, zvyšuje možnost vzniku lesních požárů.

Po požáru dochází k rychlému nalétnutí pionýrských druhů dřevin, které jsou adaptovány na život vnarušených podmínkách a mají schopnost rychle kolonizovat spálenou půdu. Tyto druhy připravují půdu pro další sukcesní stadia tím, že zlepšují půdní podmínky a vytváří tak prostor pro další druhy (Baselides, 2016).

Pavlišová (2021) udává, že lesní požár může půdu obohacovat o důležité prvky, jako jsou např. draslík, vápník a fosfor. Tyto prvky následně podporují půdní úrodnost, ze které prosperuje přirozená obnova.

3.4.3 Vliv gradací kůrovců na přirozenou obnovu

Přirozená obnova lesa po narušení lýkožroutem je dynamický proces, který zahrnuje řadu ekologických a biologických faktorů (Minařík et al., 2021).

Vliv lýkožroutů na lesy je významný, protože často způsobují rozsáhlé odumírání porostů, zejména v posledních letech. Nicméně, výzkumy ukazují, že lesy se mohou po takovýchto

narušeních celkem efektivně regenerovat, pokud jsou splněny určité podmínky, jako je např. dostatečné početní zastoupení semenáčků dřevin (Jaime et al., 2022).

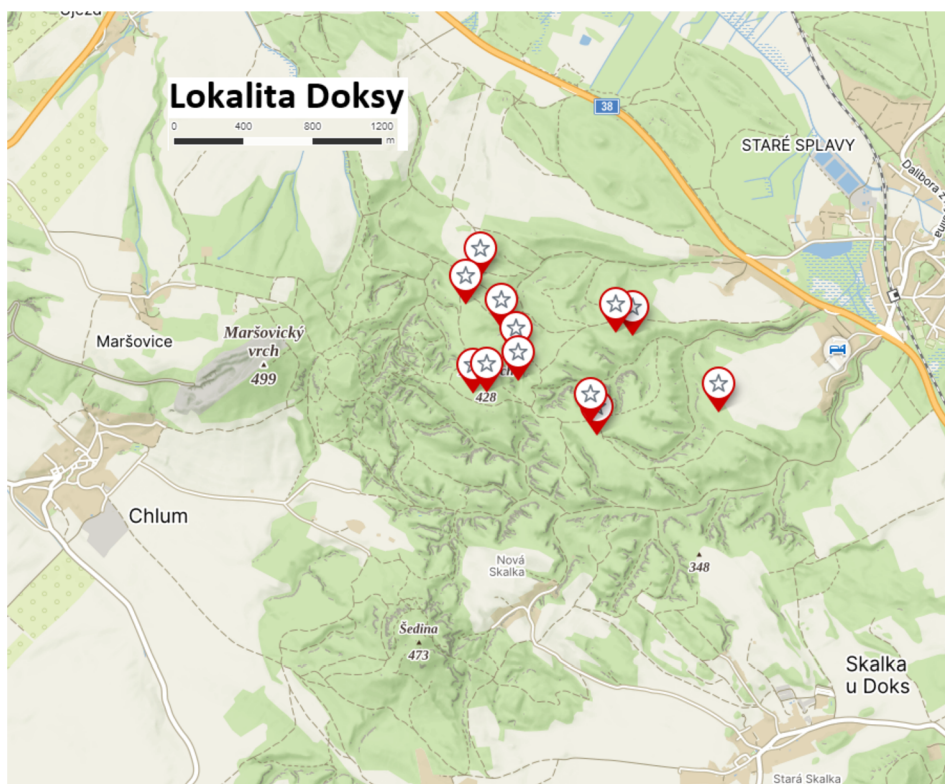
Výzkum, který provedl Macek et., al (2017) zaměřený na sledování vývoje obnovy smrku v bavorském národním parku po rozsáhlé kalamitě způsobené kůrovcem ukázal, že míra a dynamika přirozené regenerace jsou ovlivněny ekologickými faktory, jako jsou dostupnost světla, vnitrodruhová a mezidruhová konkurence mezi dřevinami a vliv mrtvého dřeva. Tanona a Czarnota, (2022) uvádějí, že odumřelé stromy poskytují důležitý substrát pro řadu druhů a hrají klíčovou roli v udržení biodiverzity lesních ekosystémů po kalamitě.

4 Metodika

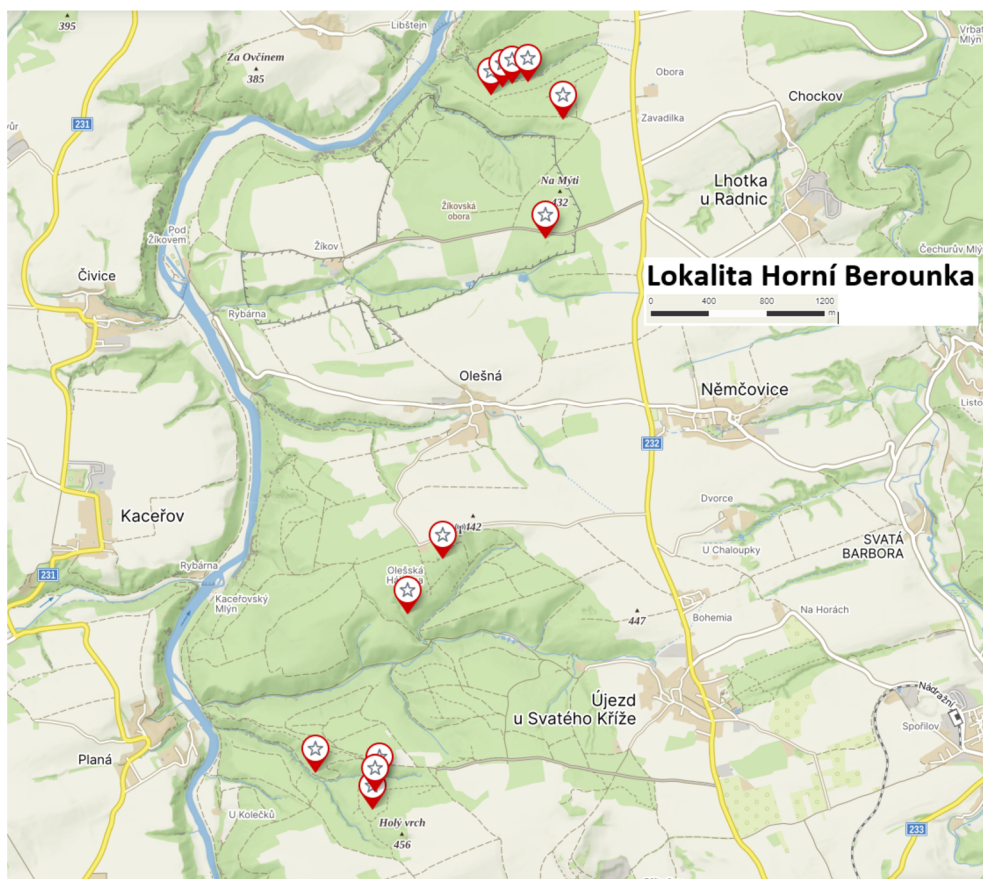
4.1 Vybrané lokality

Sběr dat pro praktickou část bakalářské práce probíhal na dvou lokalitách. První vybranou lokalitou bylo území nedaleko města Doksy v CHKO Kokořínsko – Přírodní lesní oblast č. 18 - Severočeská pískovcová plošina a Český ráj. Průměrná roční teplota se pohybuje v rozmezí 7–8 °C a roční srážky jsou v rozmezí 550–798 mm (ÚHÚL, 2001). Výzkumné plochy byly založeny v rozmezí nadmořské výšky od 340 do 410 m n.m. Lesy v této lokalitě patří městu Doksy viz Obrázek 1.

Druhou vybranou lokalitou bylo území nacházející se v CHKO Křivoklátsko – Přírodní lesní oblasti č. 8 Křivoklátsko a Český kras, Přírodní park Horní Berounka. Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 7–10 °C. Průměrné roční srážky jsou v rozmezí 475–625 mm (ÚHÚL, 2021). Plochy se nacházeli v rozmezí nadmořské výšky od 340 do 420 m n. m viz Obrázek 2. Výběr lokalit vhodných pro terénní šetření probíhal pomocí webové stránky Mapy.cz a Kurovcoveinfo.cz. Pomocí leteckých snímků a ortofota byly vytipovány lokality odumřelých nebo k odumření náchylným smrkových porostů ve stádiu kmenovin.



Obrázek 1 Zkusné plochy v lokalitě Doksy
(Zdroj: mapy.cz, 2024a)



Obrázek 2 Zkusné plochy v lokalitě Horní Berounka
(Zdroj: mapy.cz, 2024b)

4.2 Sběr dat

Ve dvou vybraných lokalitách, kde došlo k odumření smrkových porostů, byly sledovány plochy ve třech typech porostů: odumírající či již odumřelá kmenovina (tj. porost ideálně bez recentní těžby a bez oplocení); vytěžená holina bez oplocení a vytěžená holina s oplocením (tab. 1). Celkově bylo založeno 24 ploch (12 lokalita Doksy a 12 lokalita Horní Berounka), to znamená, že v každém typu porostu byly na každé lokalitě založeny čtyři plochy. Střed plochy byl určen náhodně v rámci vybraného porostu pomocí vygenerované sady náhodných čísel, tak aby se celá plocha nacházela v porostu v dostatečné vzdálenosti od jeho okraje. Na ploše se nesměla vyskytovat cesta, stavba, velký skalní útvar, vodní tok a podobně.

Plocha byla následně stabilizována dvěma kolíky, dřevěným a kovovým, pro případné ulehčení dalšího dohledání, které byly zatlučeny do země ve středu plochy. Pomocí aplikace mapy.cz byly zaměřeny souřadnice plochy a její nadmořská výška.

Na kruhové ploše o velikosti 25 m², o poloměru 2,82 m, bylo spočítáno veškeré zmlazení podle druhu dřevin a výšky v kategoriích: letošní semenáček, <10 cm; 10–50 cm; 50–130 cm;

130–250 cm; 250 cm–10 cm tloušťky. Na kruhové ploše o velikosti 500 m², o poloměru 12,62 m, bylo spočítáno veškeré zmlazení podle druhu dřevin a výšky v kategoriích: 50-130 cm; 130-250 cm; 250 cm–10 cm tloušťky. Na některých plochách byli zaznamenáni jedinci z umělé obnovy, a to konkrétně buk, dub letní, habr a jedle. Jedinci umělé obnovy, kteří byli identifikováni podle pravidelného sponu a na základě stejného věku byli z vyhodnocení vyloučeni.

Do měření byly zahrnuty pouze druhy dřevin mající potenciál dosáhnout stromového vzrůstu. Pokud měl jedinec několik výhonů, počítal se jako jeden jedinec. U všech jedinců splňujících registrační hranici byl dále zjišťován poškození zvěří na třístupňové škále:

- 1 – bez poškození,
- 2 – jednorázový okus terminálního vrcholu, boční okus a vytloukání,
- 3 – opakovaný okus terminálního vrcholu a opakovaný boční okus.

Dále byly zkoumány parametry ploch potenciálně vysvětlující charakteristiky zmlazení. S použitím relaskopické metody se posuzovala kruhová základna lesního porostu před jeho odumřením a po něm, jakožto i zastoupení různých druhů dřevin. V okolí přibližně 50 metrů od středu plochy byly zaznamenány všechny žijící plodící stromy. Následně byla na ploše o rozloze 500 m² zkoumána přítomná vegetace, celková pokryvnost půdy vegetací a celkové zastoupení jednotlivých typů vegetace: kapradiny, trsnaté trávy, výběžkaté trávy, biky, ostřice/sítiny, ostatní byliny, brusnice/borůvka, maliníky/ostružiníky, keřové patro, mechové patro, kameny/skály.

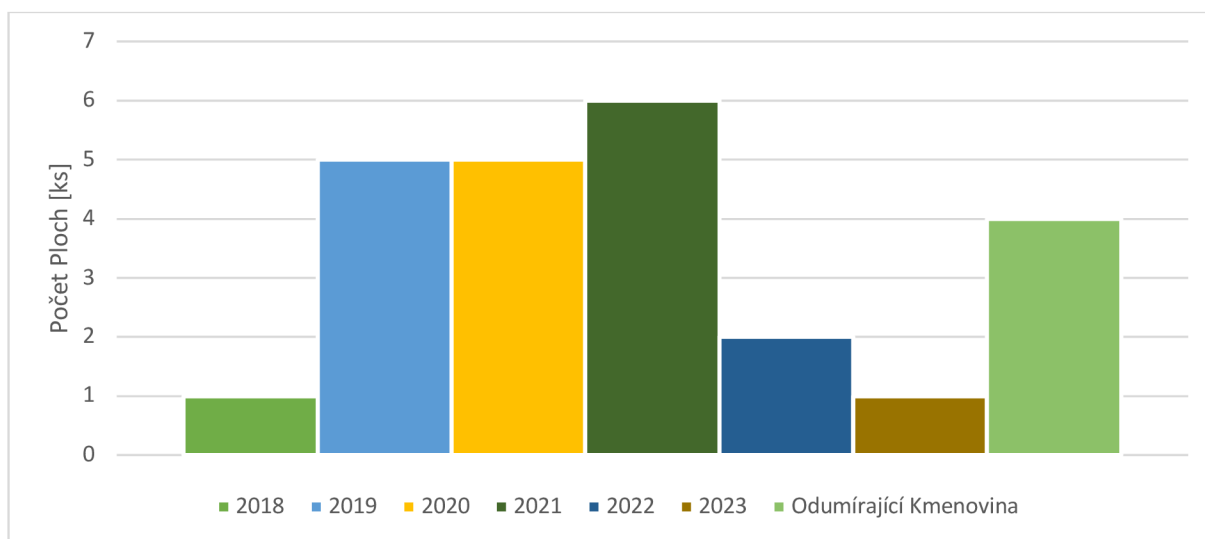
Data byla zjišťována v lokalitě Doksy v měsíci srpnu a v lokalitě Horní Berounka v září roku 2023. Jednotlivé plochy a jejich souřadnice viz Tabulka 1.

Získaná data byla zpracována v programu Microsoft Excel.

číslo plochy	lokalizace	souřadnice E	souřadnice N	typ plochy
1	Doksy	14.6047087	50.5804747	Holina bez oplocení
2	Doksy	14.6052651	50.5798219	Holina bez oplocení
3	Doksy	14.5988300	50.5826473	Holina bez oplocení
4	Doksy	14.5944853	50.5866428	Holina bez oplocení
5	Doksy	14.5986407	50.5839263	Oplocená holina
6	Doksy	14.5974251	50.5854063	Oplocená holina
7	Doksy	14.6067879	50.5851912	Oplocená holina
8	Doksy	14.6081449	50.5849979	Oplocená holina
9	Doksy	14.5962286	50.5820581	Odumírající Kmenovina
10	Doksy	14.5951068	50.5820214	Odumírající Kmenovina
11	Doksy	14.6151709	50.5810472	Odumírající Kmenovina
12	Doksy	14.5957079	50.5880494	Odumírající Kmenovina
13	Horní Berounka	13.5546397	49.8982268	Odumřelá Kmenovina
14	Horní Berounka	13.5530551	49.8981178	Odumřelá Kmenovina
15	Horní Berounka	13.5428878	49.8646395	Odumřelá Kmenovina
16	Horní Berounka	13.5338667	49.8546010	Odumřelá Kmenovina
17	Horní Berounka	13.5521445	49.8978637	Holina bez oplocení
18	Horní Berounka	13.5510313	49.8973612	Holina bez oplocení
19	Horní Berounka	13.5397369	49.8533811	Holina bez oplocení
20	Horní Berounka	13.5563408	49.8883931	Holina bez oplocení
21	Horní Berounka	13.5463272	49.8681381	Oplocená holina
22	Horní Berounka	13.5401443	49.8541286	Oplocená holina
23	Horní Berounka	13.5394266	49.8522927	Oplocená holina
24	Horní Berounka	13.5580602	49.8958914	Oplocená holina

Tabulka 1 Lokalizace jednotlivých ploch (WGS 84)

5 Výsledky

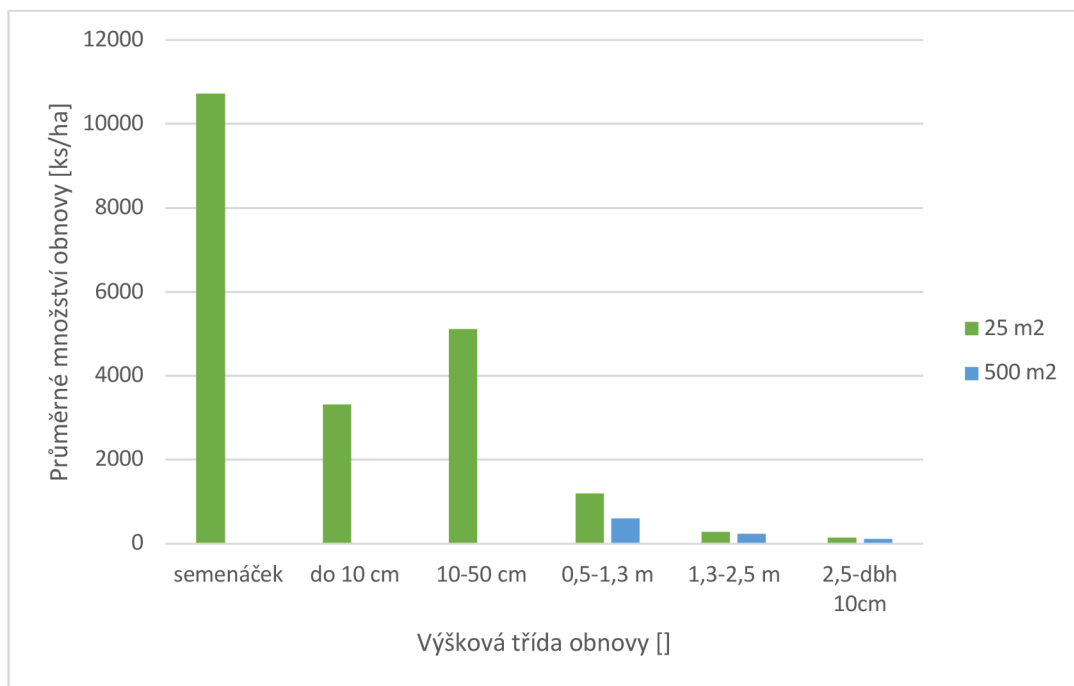


Obrázek 3 Stav mateřského porostu

Převážná většina porostů kmenovin odumřela v rozmezí let 2019 až 2021 a to 67 %. V letech 2018, 2022 a 2023 pak odumřelo 17 % porostů a 17 % porostů bylo zatím přítomno viz Obrázek 3.

5.1 Celková obnova

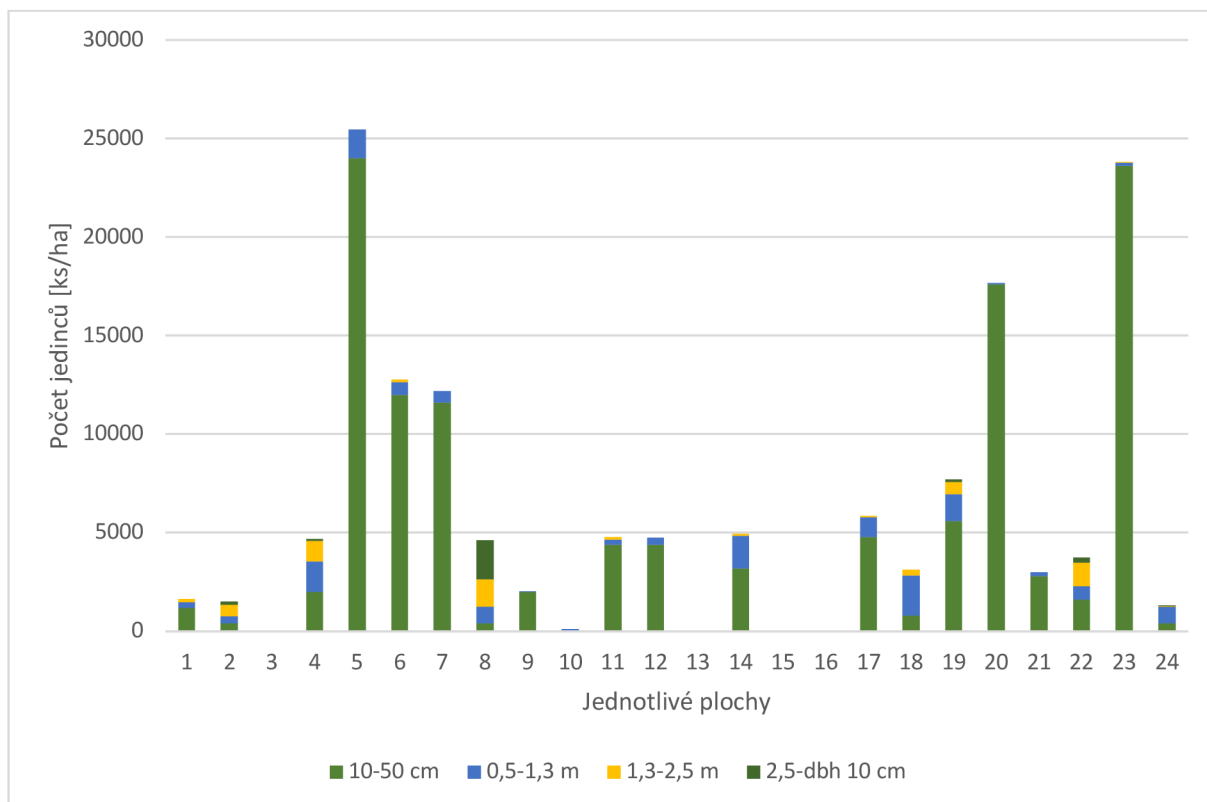
Na ploše velikosti 25 m² bylo zjištěno průměrně 20 782 jedinců všech výškových tříd. Průměrně bylo v obnově vyšší než 10 cm, kterou považují za relativně zajištěnou, zjištěno 6 750 jedinců na hektar.



Obrázek 4 Počet jedinců obnovy v jednotlivých výškových třídách na 1 ha na plochách dvou velikostí, 25 m² a 500 m².

Nejpočetnější výškovou třídou obnovy byla obnova semenáčků, další v pořadí četnosti byla výšková třída od 10 do 50 cm. U semenáčků to představuje průměrně 10717 jedinců na hektar a u jedinců mezi 10 a 50 cm ještě 5117 jedinců/ha. Početně dosti zastoupená je i výšková třída do 10 cm, která překračuje hodnotu 3317 jedinců na ha (viz Obrázek 4).

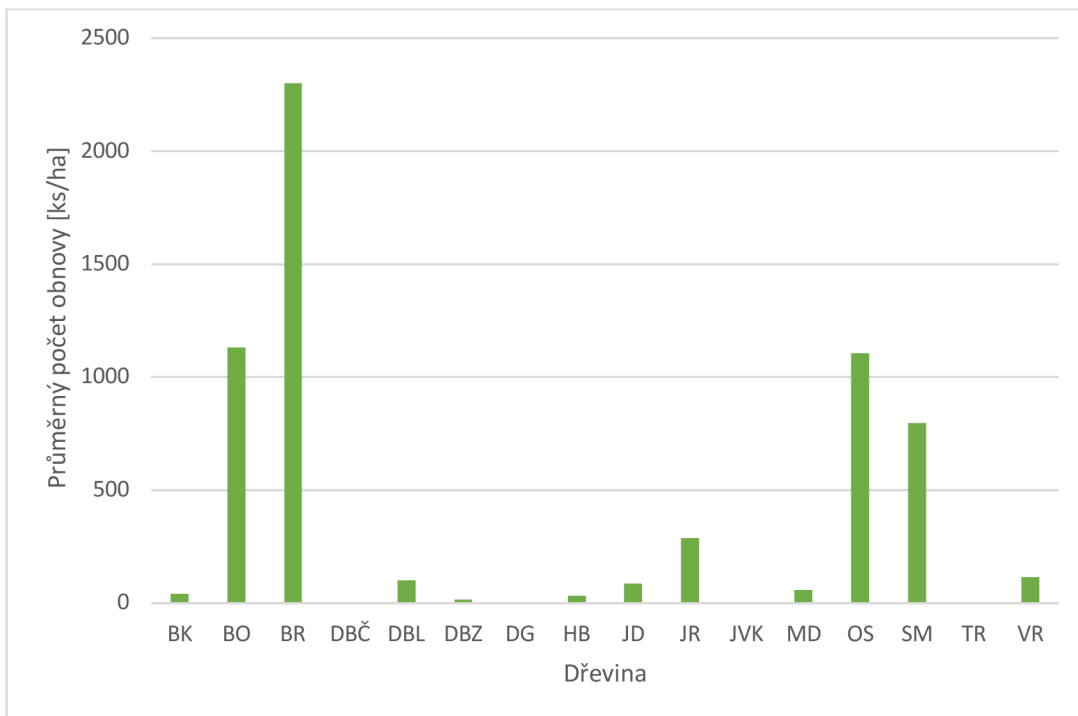
S výškou obnovy její počet klesá, přičemž jedinci obnovy nad 2,5 m představují pouze 150 respektive 113 jedinců na 1 ha (v závislosti na velikosti měřené plochy).



Obrázek 5 Obnova na jednotlivých plochách

Množství obnovy na plochách, se značně liší. Minimální počet jedinců je 0 (na třech plochách) a nejvíce je pře 25 000 jedinců (viz Obrázek 5).

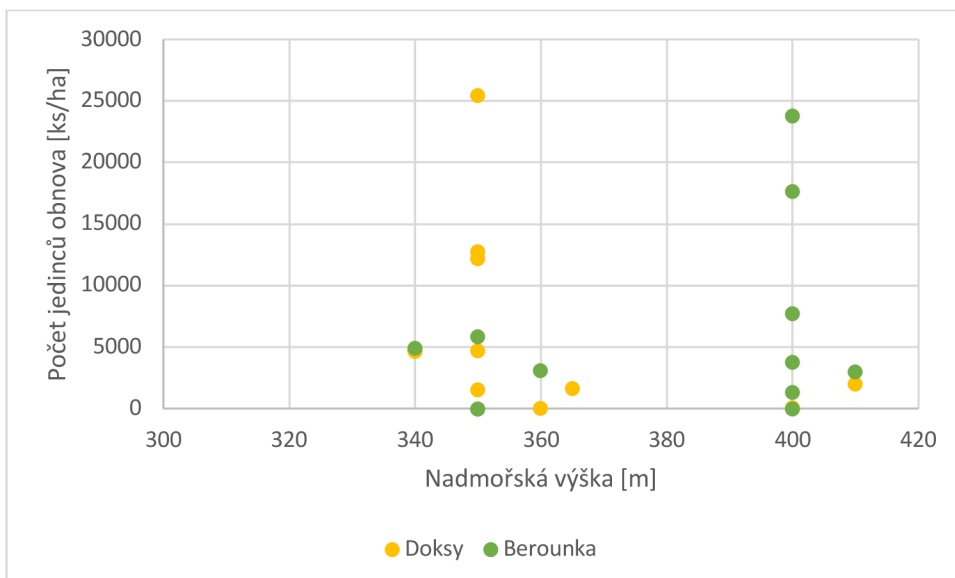
5.1.1 Zastoupení dřevin v obnově



Obrázek 6 Hustota obnovy vyšší než 10 cm podle druhů dřevin

Největší zastoupení v přirozené obnově měly druhy pionýrských dřevin a dřevin zastoupených v mateřském porostu (Obrázek 6). Nejpočetněji je zastoupena bříza s velkým předstihem. Následují borovice, osika a smrk se srovnatelnou početností.

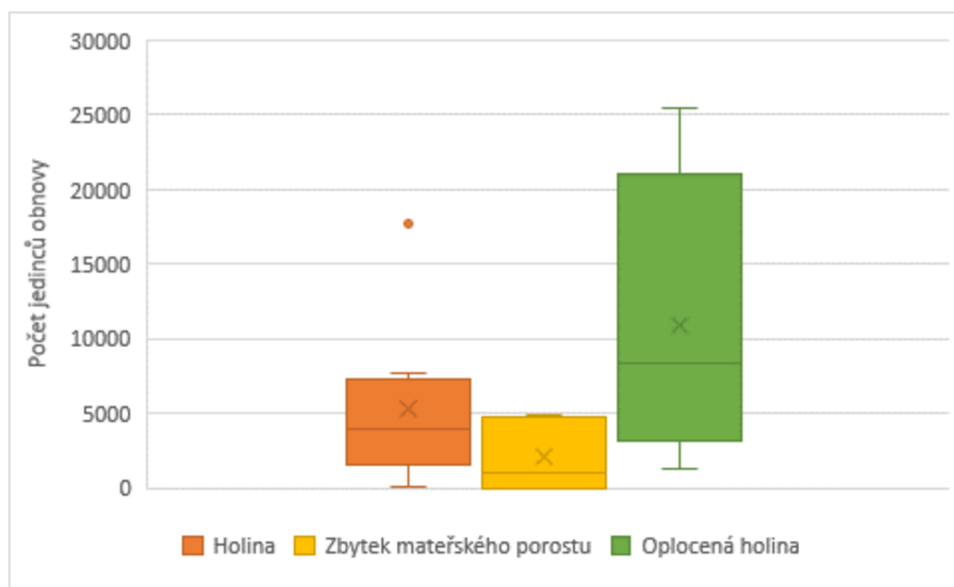
5.1.2 Obnova a nadmořská výška



Obrázek 7 Počet jedinců obnovy nad 10 cm přepočítaných na 1 ha dle nadmořské výšky plochy.

Obě lokality, a tedy všechny plochy se nacházejí v rozmezí od 340 do 410 m n. m. Vztah mezi počtem jedinců a nadmořskou výškou nepřinesl (Obrázek 7) žádný statisticky významný vztah mezi nadmořskou výškou a počtem jedinců. Korelační koeficient pro obě lokality dohromady vyšel 0,013, ale byl statisticky nevýznamný ($p=0,97$, na hladině $\alpha=0,05$).

5.1.3 Obnova a oplocení

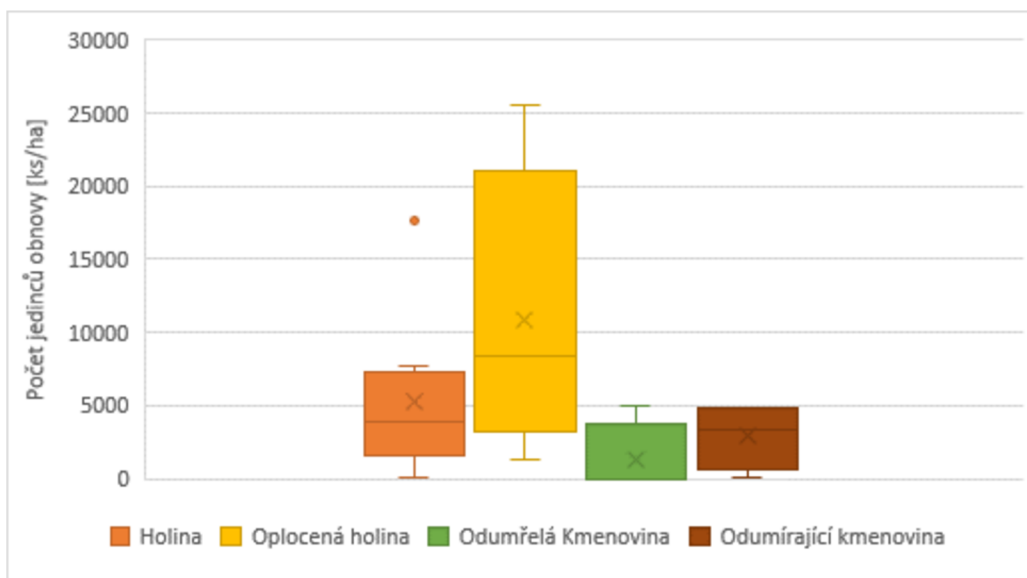


Obrázek 8 Porovnání počtu jedinců obnovy nad 10 cm přepočítaných na 1 ha z hlediska ochrany oplocením a mateřského porostu

Na osmi plochách, tj. na jedné třetině ploch bylo zaznamenáno oplocení, tedy ochrana proti zvěři, na dalších osmi byl zbytek mateřského porostu, zbytek byla holina. Není žádným překvapením, že na oplocených plochách je mnohem více obnovy (viz Obrázek 8). Rozdíly mezi kategoriemi byly statisticky významné ($\alpha=0,05$), výsledek ANOVY hodnota $p=0,041$.

Průměrný počet jedinců na holinách byl 5282, na plochách pod odumírající kmenovinou 2075 a v oplocenkách 10870 kusů.

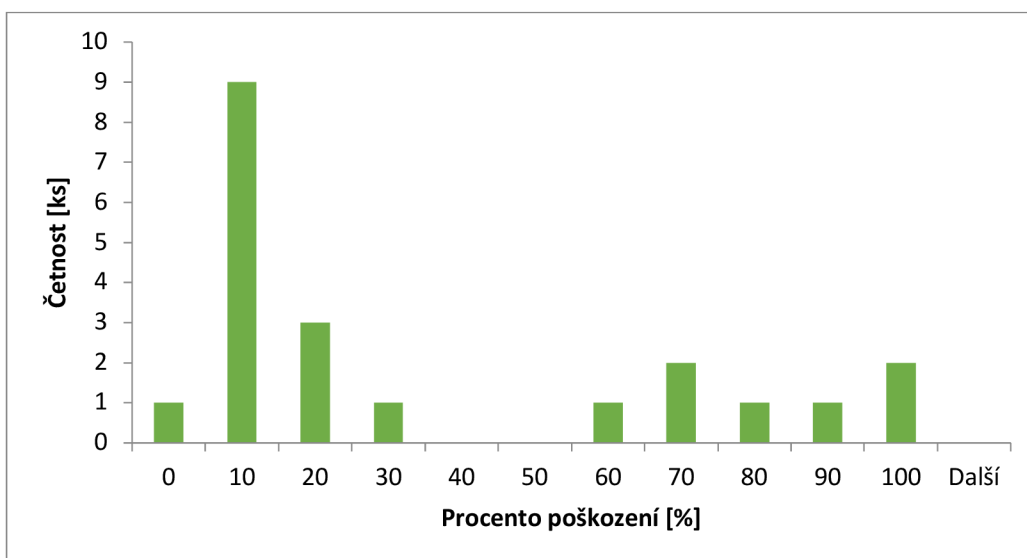
Rozlišíme-li z hlediska charakteru plochy ještě to, jestli je mateřský porost ještě živý. Dostaneme 4 kategorie charakterizující plochu viz Obrázek 9. Nejméně obnovy pak bylo pod odumřelým porostem (průměrně 1235 jedinců) a odumírajícím porostem (průměrně 2915), dále na holé ploše (průměrně 5283 jedinců) a nejvíce jedinců bylo na oplocených plochách (průměrně 10870 jedinců). Rozdíly mezi kategoriemi byly statisticky nevýznamné ($\alpha=0,05$), výsledek ANOVY $p=0,094$.



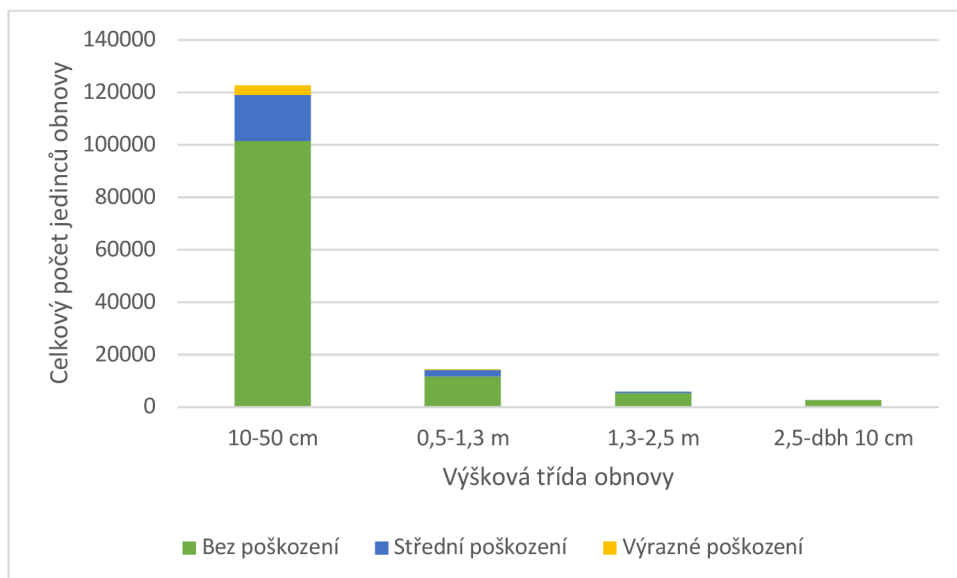
Obrázek 9 Porovnání počtu jedinců obnovy nad 10 cm přepočítaných na 1 ha z hlediska ochrany oplocením a ochrany mateřského porostu.

5.1.4 Poškození zvěří

Pouze na jedné ploše bylo nulové poškození zvěří, a naopak nejvyšší poškození bylo 100 %. Četnosti poškození na plochách jsou zobrazeny v následujícím grafu - Obrázek 10. Průměrné poškození bylo 31,6 %. Nejvíce bylo ploch, kde bylo poškození do 10 %.

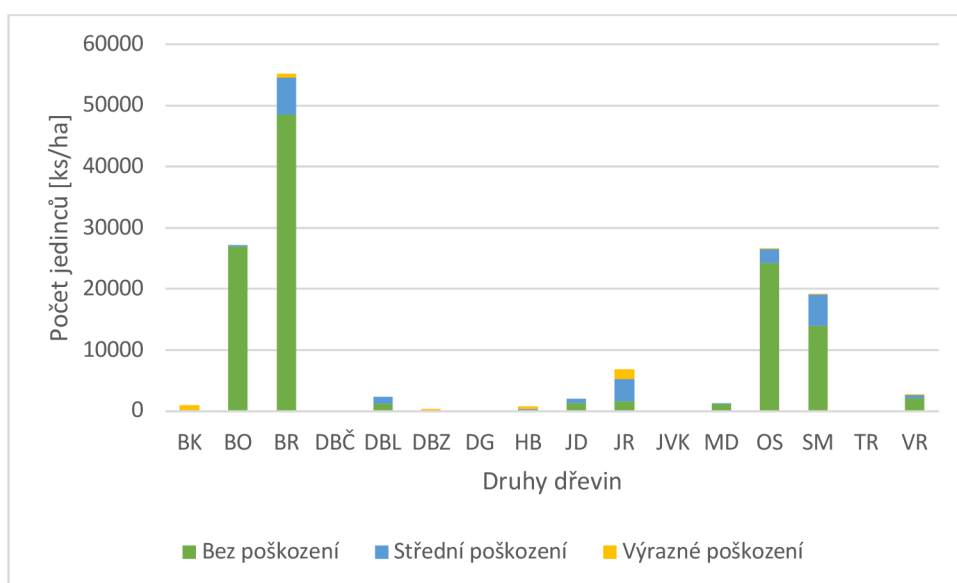


Obrázek 10 Histogram – procentuální poškození obnovy



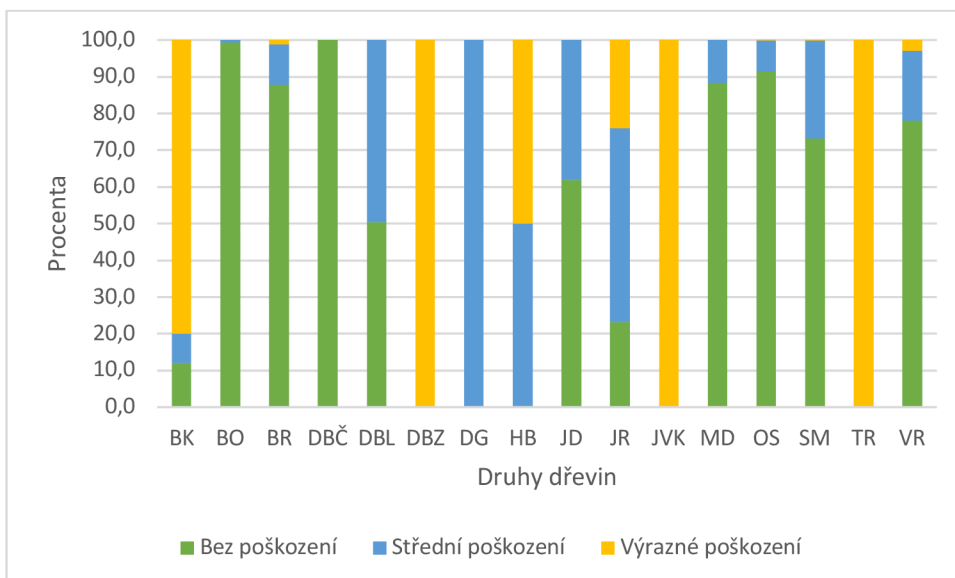
Obrázek 11 Poškození v jednotlivých výškových třídách obnovy.

Nejvíce poškozených jedinců obnovy se bez ohledu na stupeň poškození vyskytovalo ve výškové třídě 10–50 cm, přičemž s rostoucí výškou jedinců se podíl poškození snižoval (Obrázek 11).



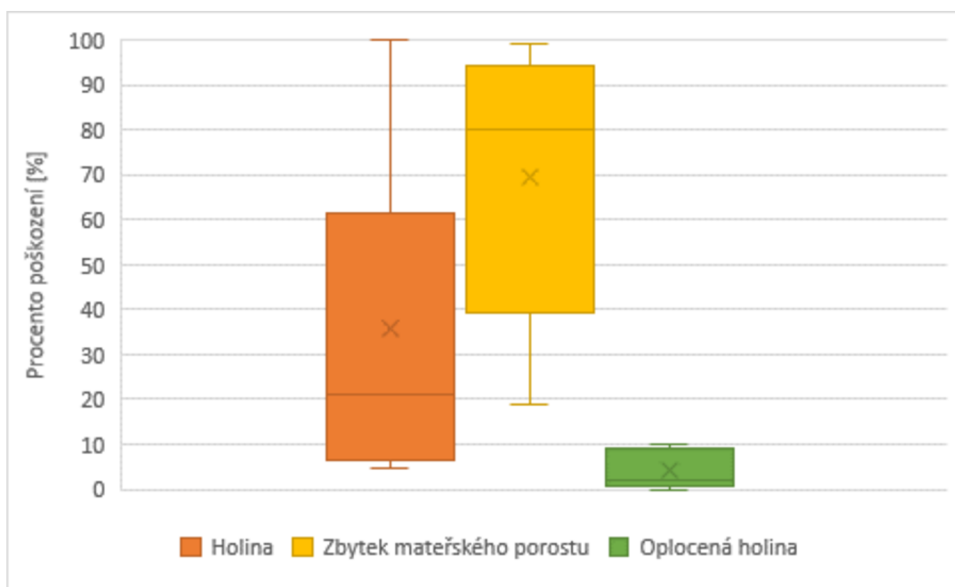
Obrázek 12 Poškození obnovy nad 10 cm pro jednotlivé dřeviny v počtech kusů na hektar.

Mezi zvěří nejvíce vyhledávané a poškozované dřeviny patřil jeřáb ptačí, následovaný břízou bělokorou, smrkem ztepilým, jedlí bělokorou a bukem lesním (Obrázek 12 a Obrázek 13).



Obrázek 13 Poškození obnovy nad 10 cm pro jednotlivé dřeviny v procentech.

Mezi dřeviny, o které zvěř evidentně nejevila na zkusných plochách zájem a jsou tedy i nejméně poškozovány můžeme zařadit borovici lesní, dub červený a topol osiku. Střední poškození se nejvíce vyskytuje u douglasky tisolisté, jeřábu ptačího a habru obecného. Naopak dřeviny s výrazným poškozením zvěří byly dub zimní, javor klen a třešeň ptačí.



Obrázek 14 Porovnání procenta poškození obnovy nad 10 cm přepočítaných na 1 ha z hlediska ochrany oplocením a mateřského porostu

U porovnání poškození zvěří z hlediska ochrany oplocením a mateřského porostu vychází oplocení jako účinná ochrana (viz Obrázek 14). Poškození je výrazně nižší než na ostatních plochách (průměr 4 %) oproti poškození na holině (35,6 %) a pod zbytkem porostu (69,5 %). Rozdíly mezi kategoriemi byly statisticky nevýznamné ($\alpha=0,05$), výsledek ANOVY $p=0,0015$. Rozlišení na porost odumřelý a částečně živý by bylo v tomto případě zavádějící,

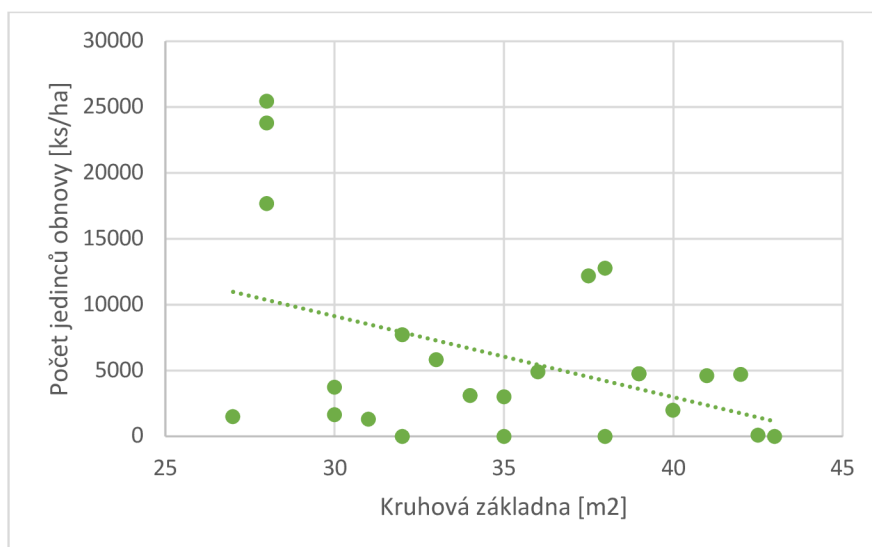
protože pod odumřelým porostem je jen jedna plocha, na které lze vypočítat poškození, ostatní tři mají nulový počet jedinců obnovy.

5.1.5 Vliv mateřského porostu

5.1.5.1 Původní mateřský porost

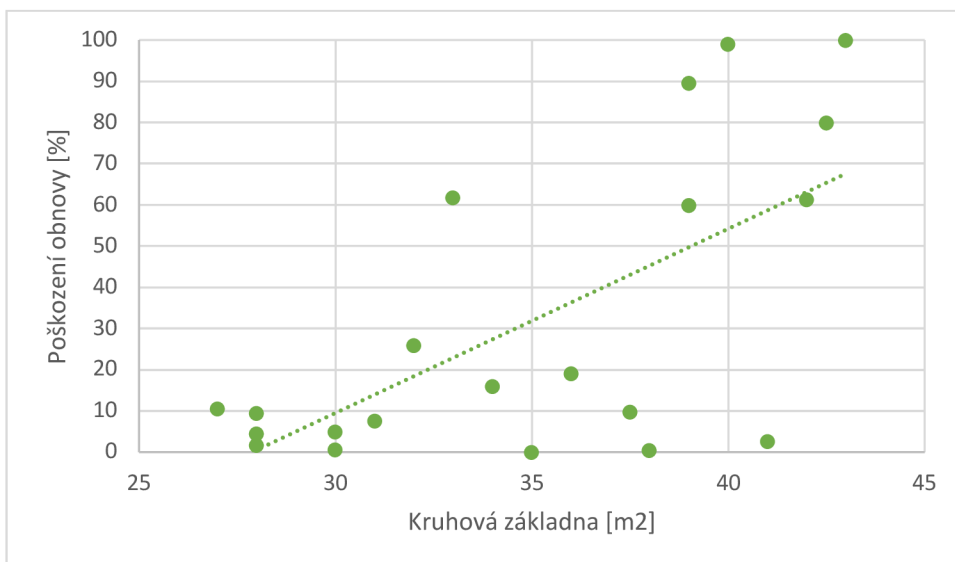
Původní mateřský porost je charakterizován kruhovou základnou. V době měření nebyl přítomen, mohl ale mít vliv na obnovu v době jejího vzniku.

Vzájemný vztah původního porostu a obnovy je charakterizován jako velikost kruhové základny původního porostu ku počtu jedinců obnovy viz Obrázek 15. Korelační koeficient vyšel $-0,45$ s hodnotou $p=0,045$. Můžeme tedy konstatovat, že kruhová základna mateřského porostu má vliv na množství obnovy. Se stoupající kruhovou základnou původního porostu počet obnovy na měřených lokalitách klesal.



Obrázek 15 Vliv původního porostu na obnovu

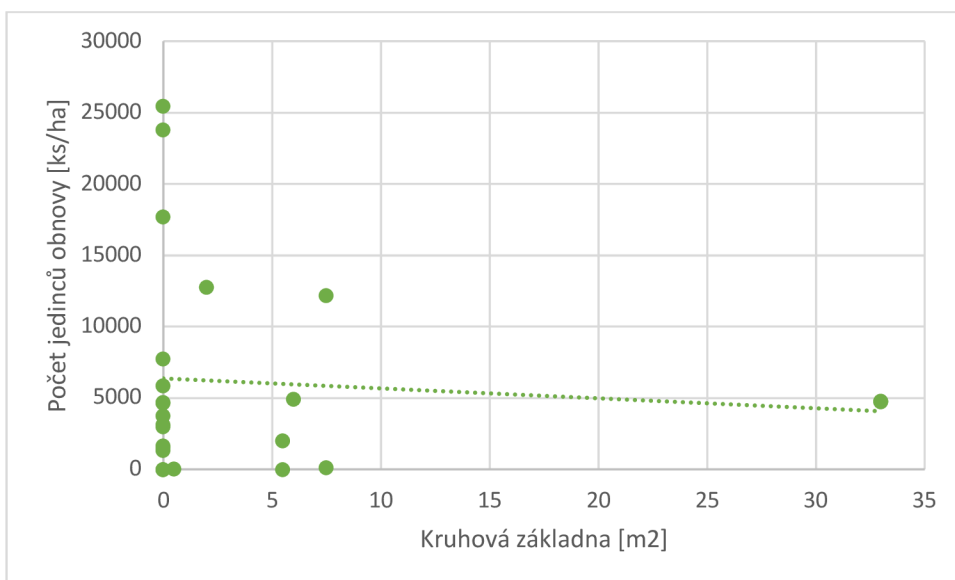
Podobně jako vliv na množství obnovy bylo zkoumáno poškození obnovy, dle kruhové základny mateřského porostu. I zde vyšel statisticky významný výsledek $p=0,002$ a to $r=0,66$. Lze tedy konstatovat, že čím větší kruhová základna porostu, tím větší poškození obnovy viz Obrázek 16.



Obrázek 16 Vliv původního porostu na poškození obnovy

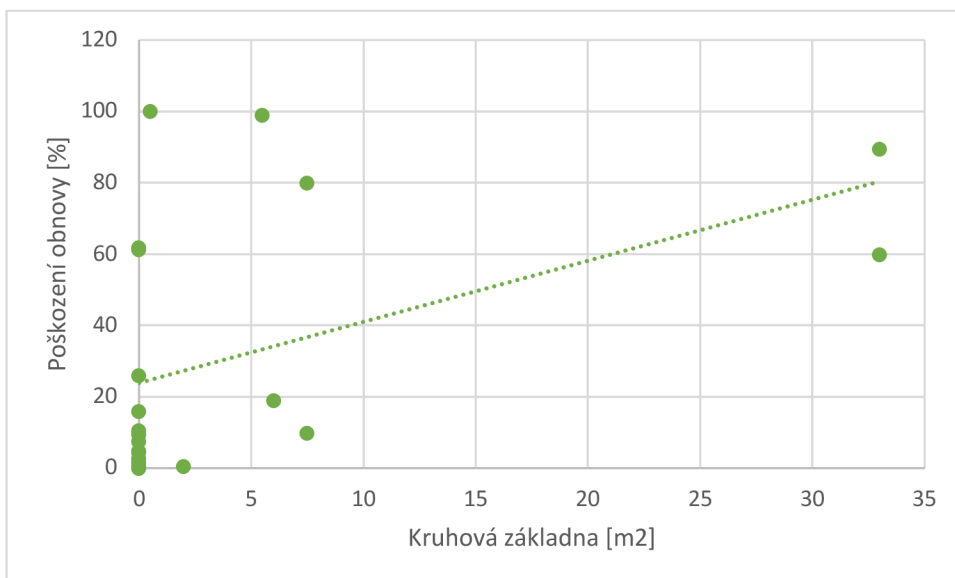
5.1.5.2 Zbytky mateřského porostu

Stejně jako u původního porostu, byla zaznamenána kruhová základna stojících stromů na lokalitách. Výsledek vzájemného vztahu mezi kruhovou základnou zbylého porostu a obnovou je znázorněn v následujícím grafu (viz Obrázek 17). Korelační koeficient $r=-0,09$ a $p=0,67$ naznačuje, že nízký korelační koeficient je statisticky nevýznamný.



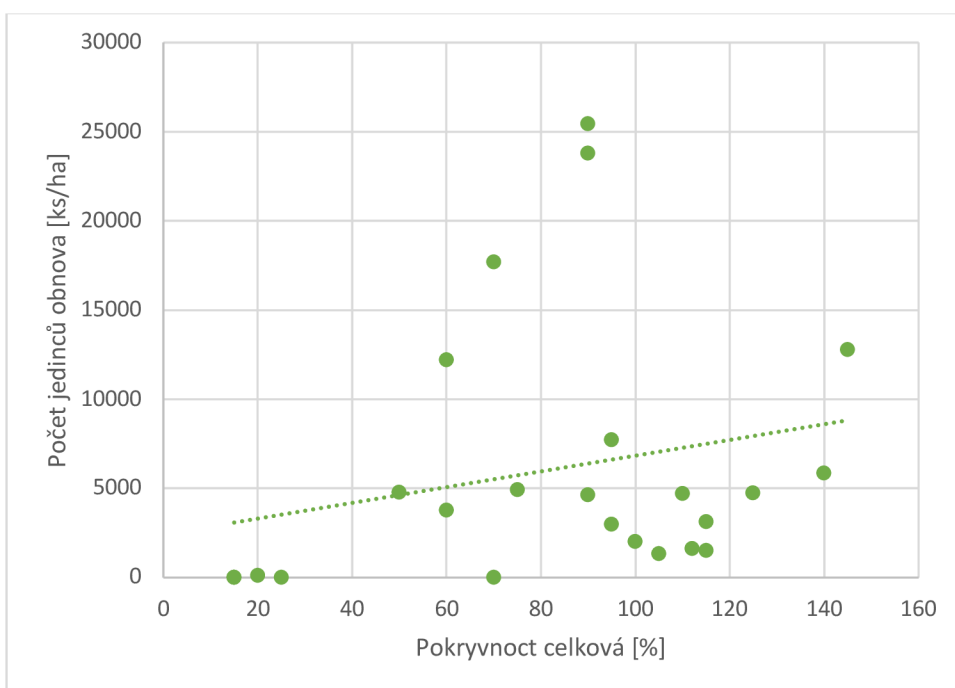
Obrázek 17 Vliv zbylého mateřského porostu na obnovu

Něco jiného už platí pro vliv zbylého porostu na poškození obnovy. Tak vyšel vyšší korelační koeficient $r=0,47$ s $p=0,03$. Můžeme tedy konstatovat, že zbytky porostu mají vliv na poškození obnovy, a to tak, že se zvyšující se kruhovou základnou zbylého porostu roste i poškození obnovy (viz Obrázek 18).



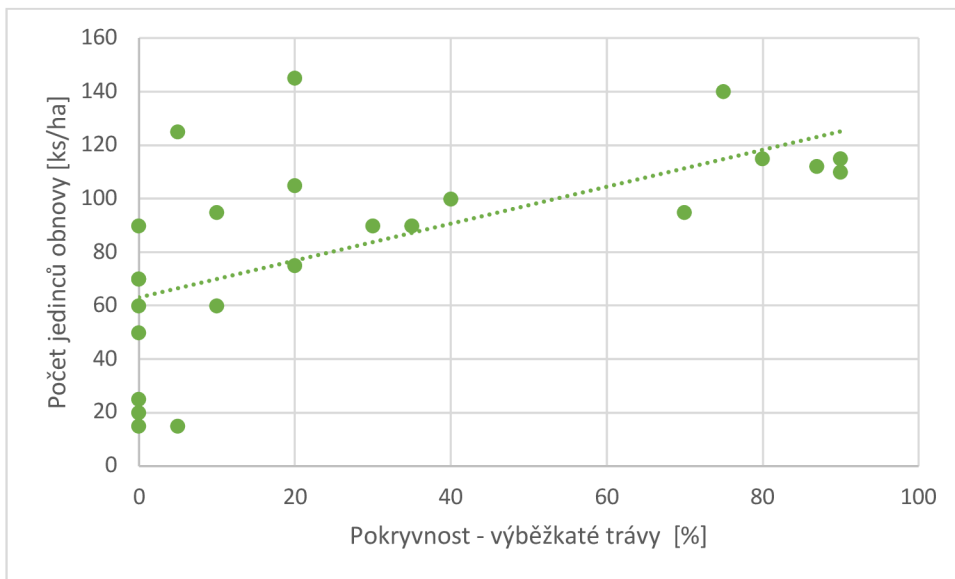
Obrázek 18 Vliv zbylého mateřského porostu na poškození obnovy

5.1.6 Vliv buřeně na obnovu



Obrázek 19 Vztah mezi celkovou pokryvností vegetací a obnovou nad 10 cm

Na uvedených lokalitách nebyl prokázán negativní vliv vegetace na početnost obnovy. Naopak dochází k mírné pozitivní korelaci mezi pokryvností vegetace a množstvím obnovy ($r=0,23$), tj. se zvyšující se celkovou pokryvností se zvyšuje i počet jedinců obnovy (Obrázek 19), tento výsledek je ale statisticky nevýznamný $p=0,29$.



Obrázek 20 Vztah mezi pokryvností výběžkatých trav a obnovou nad 10 cm.

Jako možný faktor, který ovlivňuje počet jedinců obnovy se jeví pokryvnost výběžkatých trav, kde se se zvyšující se pokryvností výběžkatých trav snižuje počet jedinců obnovy viz Obrázek 20. Korelační koeficient je nízký ($r=-0,14$), ale je statisticky nevýznamný ($p=0,5$).

7 Diskuze

Většina porostů ve stadiu kmenovin, ve kterých probíhal sběr dat, odumřela v roce 2019 až 2021 a to v důsledku napadení lýkožroutem smrkovým. V takových případech není obnova plánovaná a většinou není dostatek času na přípravu porostů k přirozené obnově. I v takových případech je možno nerezignovat na přirozenou obnovu, ale je třeba zjistit, jaké faktory mají na její vývoj vliv a jak tuto přirozenou obnovu vhodným managementem podpořit či dokonce vůbec umožnit a s jakými potížemi můžeme počítat.

Z výzkumu pozorované přirozené obnovy lesa je zřejmá silná závislost mezi výškovou třídou a hustotou jedinců. Čím vyšší je výšková třída jedinců, tím menší je jejich hustota. Což může být přisuzováno větší míře mortality v době po vyklíčení semenáčků. Klesající počet jedinců s rostoucí výškovou třídou je dále v souladu s očekávaným růstovým modelem dle Koplitzte et al. (2021), kde starší a vyšší jedinci jsou zastoupeni méně, což může souviset s větší konkurencí mezi nimi o zdroje nebo s vyšší mortalitou spojenou s biotickými či abiotickými činiteli.

Počet přirozené obnovy na jednotlivých plochách je značně proměnlivý. Na některých plochách je obnova prakticky nulová, zatímco na jiných můžeme pozorovat počty obnovy přesahující až 25 000 jedinců na hektar. Tato variabilita může být připisována specifickým stanovištním vlivům a podmínkám, které byly sledovány, jako např. poškození obnovy zvěří, vliv oplocení na poškození, kruhová základna mateřského porostu před odumřením, zbylý mateřský porost, pokryvnost vegetace a nadmořská výška nebo může být způsobena náhodnou variabilitou, kterou nelze jednoduše vysvětlit a je standardním přírodním jevem.

Z výsledků práce je patrné, že přirozené obnově lesa dominují především dřeviny, které můžeme označit jako pionýrské. Ty se vyznačují rychlým růstem v mládí a vysokou produkcí semen šířících se na velké vzdálenosti, díky čemuž mohou snáze osídlovat nové stanoviště (Souček, 2021). Dále byla zjištěna dominance břízy bělokoré, což může být dle Rozmana et al. (2015) způsobeno její schopností vytvářet velké množství semen, které jsou schopné se rozšiřovat na značně velké vzdálenosti. Borovice lesní a topol osika, které mají také vysoké početní zastoupení, mají rovněž pionýrský charakter.

Analýza vztahu mezi nadmořskou výškou a početností obnovy lesa na dvou lokalitách neprokázala statisticky významný korelační vztah, což naznačuje, že nadmořská výška samotná není významným činitelem ovlivňující regenerační úspěch přirozené obnovy na těchto dvou lokalitách. Tento výsledek naznačuje, že pro posouzení faktorů ovlivňujících obnovu lesa je třeba vzít v úvahu komplexnější soubor proměnných než pouze nadmořskou

výšku. Mezi tyto proměnné můžou patřit např. abiotické podmínky stanoviště či biotičtí činitelé. Je možné, že obě lokality, i přes rozdíl v jejich nadmořské výšce, sdílejí podobné mikroklimatické a půdní podmínky, které jsou pro existenci přirozené obnovy důležitější než samotná nadmořská výška lokalit.

Co se týče vlivu oplocení, na početnost přirozené obnovy, je zřejmé, že oplocené plochy vykazují vyšší průměrný počet jedinců obnovy než neoplocené plochy. Není překvapením, že mechanická ochrana proti herbivorní zvěři v podobě funkčního oplocení zamezuje jejímu přístupu a významně zvyšuje šance obnovy na její odrůstání. Studie Vlka (2015) potvrzuje, že celoplošné ochranné opatření významně přispívá k zamezení škod zvěři na mladých lesních porostech. Zabloudil a Korhon (2005) však dodává, že jde o poměrně pracné a nákladné řešení ochrany kultur. Byly prokázány významné rozdíly v početnosti obnovy mezi čtyřmi druhy managementu. Největší hustota jedinců obnovy byla zjištěna na oplocených plochách což může nasvědčovat tomu, že mechanická ochrana je zásadní pro přirozenou obnovu.

Dále je z výsledků patrné, že největší počet zkusných ploch má poškození jedinců obnovy zvěří do 10 %. Průměrná míra poškozených jedinců však byla téměř 32 % což je nezanedbatelné číslo. Turek et al. (2022) uvádí, že zvěř významně poškozuje až 15 % jedinců obnovy. Z výsledků druhého cyklu národní inventarizace lesů je patrné, že je celkem až 35 % jedinců obnovy do 1,3 metru výšky poškozeno zvěří (Kučera et al., 2019). Studie Prokúpkové et al. (2020) potvrzuje, že takto vysoké úrovně poškození mohou významně ovlivnit strukturu a složení lesních společenstev. Nejvyšší počet zvěří poškozených jedinců byl zaznamenán ve výškové třídě 10–50 cm. Čím jsou jedinci obnovy vyšší, tím méně jsou poškozováni. Prokúpková et al. (2020) rovněž poukazuje na souvislost mezi výškou jedinců a jejich poškozením. To samozřejmě může záviset na tom, jaké druhy spárkaté zvěře se v dané lokalitě vyskytují. Předpokládám, že se na obou lokalitách můžeme setkat spíše se zvěří srnčí a daňčí. Je možné, že pokud by se na lokalitách vyskytovala zvěř jelení zaznamenali bychom poškození i u vyšších výškových tříd obnovy. Mezi dřeviny, které byly zvěří poškozovány, nejvíce patřil jeřáb ptačí, následovaný břízou bělokorou, smrkem ztepilým, jedlí bělokorou a bukem lesním. Kořínek (2003) udává, že zvěř určité druhy dřevin upřednostňuje, zatímco jiné opomíjí. Dle tohoto autora patří mezi nejohroženější dřeviny jasan ztepilý a javor klen. Konečný (2016) ve svém výzkumu uvádí, že nejvíce poškozovanou dřevinou byl buk lesní, javor klen a smrk ztepilý. Dá se předpokládat, že preference právě těchto druhů dřevin zvěří může souviset s jejich vyšším zastoupením v druhové skladbě porostu dané lokality, protože nepreferovanější druhy nemají vůbec šanci se v obnově vyskytnout, neboť jsou odstraněny dříve, než se stihnou uchytit. Výrazný stupeň poškození byl zaznamenán u dubu zimního,

javoru klenu a třesně ptačí, což jsou druhy právě na těchto lokalitách velmi málo zastoupené. Výsledkem porovnání poškození obnovy podle managementu, tj. na holině, pod zbytkem porostu a v oplocenkách dává jednoznačný výsledek potvrzující, že na daných lokalitách jednoznačně dochází k poškození na neoplocených plochách. Paradoxně bylo nejvyšší procento poškození pod zbytkem porostu (70 %), přičemž na holině bylo nižší (36 %). Nicméně v obou případech se jednalo o dosti vysoké číslo.

Na vznik nového porostu mají vliv nejen faktory prostředí, ale také mateřský porost a u přirozené obnovy je to vliv dosti zásadní. Jedinci jsou alespoň částečně potomci předchozího porostu nebo alespoň vyrůstají pod ochranou původního porostu. U kalamitních holin je rychlost obnovní doby limitována rychlostí odumírání mateřského porostu. Výsledkem zkoumání kruhové základny původního porostu a počtu jedinců zmlazení bylo zjištěno, že čím vyšší kruhová základna mateřského porostu, tím méně jedinců přirozené obnovy. Zároveň byl zjištěn pozitivní vztah mezi kruhovou základnou mateřského porostu a poškozením obnovy. Tyto výsledky lze interpretovat tak, že kde byla vyšší kruhová základna, bylo méně světla v porostu a obnova teprve začíná po odumření původního porostu, kdežto v porostech rozvolněných nastoupila obnova dříve, tj. porosty byly v lepší výchozí pozici z hlediska obnovy. Větší poškození v porostech s vyšší kruhovou základnou původního porostu lze vysvětlit buď větším krytem pro zvěř, která se zde cítí bezpečně, nebo menším počtem jedinců v obnově.

Stejně jako kruhová základna mateřského porostu před odumřením byla zkoumána i kruhová základna zbylých stromů po disturbanci. Vliv kruhové základny přeživších stromů na obnovu se nepotvrdil, ale opět vyšlo, že se zvyšující se kruhovou základnou zbylých stromů se zvyšuje i poškození jedinců obnovy.

Analýza vztahu mezi celkovou pokryvností vegetace a obnovou nad 10 cm odhalila mírně pozitivní, avšak statisticky nevýznamnou korelaci. Tento výsledek naznačuje, že zvýšená pokryvnost vegetace může mít pozitivní vliv na početnost jedinců obnovy, což by mohlo souviset s jejich ochranou před abiotickými stresory. Výběžkaté trávy mohou obnově konkurovat, ale jejich vliv zřejmě zatím není dostatečně silný, aby omezoval množství obnovy.

8 Závěr

Současná kůrovcová kalamita klade před lesní hospodáře jiné problémy než běžný provoz. Zatímco na počátku bylo hlavním problémem zužitkování dřeva a zastavení rozšiřování kůrovce, vzápětí vyvstal problém s obnovou kalamitních holin. Umělá obnova je samozřejmě možná, ale nákladná a pracná. Lepším řešením je maximální podpora přirozené obnovy v co nejvyšších počtech a v co nejvyšší druhové rozmanitosti.

Výzkum provedený v oblastech Horní Berounka a Doksy odhalil, že přirozená obnova lesa je významně ovlivněna jak abiotickými, tak biotickými faktory. Zkoumané faktory byly následující: nadmořská výška, ochrana před zvěří, mateřský porost a konkurence vegetace.

Bylo zjištěno, že bříza bělokorá, borovice lesní a topol osika jsou mezi prvními druhy, které osídlují oblasti ovlivněné přírodními disturbancemi. Další početnou dřevinou byl smrk ztepilý, což byla dřevina původních mateřských porostů. Ostatní dřeviny nebyly početné, ale o to důležitější z hlediska biodiverzity a dalšího vývoje porostu. Zjištění také potvrzují důležitost mateřského porostu pro výskyt a úspěšné odrůstání přirozené obnovy.

Faktorem, který však významným způsobem v současnosti ovlivňuje přirozenou obnovu, je spárkatá zvěř. Podle očekávání bylo na plochách bez oplocení méně obnovy. Obnova na neoplocených plochách trpěla vyšším poškozením zvěří, přičemž nejčastěji poškozovanými druhy dřevin byly jeřáb ptačí a bříza bělokorá. Důsledná regulace počtů zvěře a ochrana jedinců obnovy pomocí oplocení mají proto velký význam, pro zajištění udržitelného stavu a úspěšné obnovy lesních ekosystémů. Závěrem je možné konstatovat, že zvěř je v tomto případě natolik limitujícím faktorem, že ostatní faktory jsou výrazně potlačeny a nehrají zásadnější roli v přirozené obnově kalamitních holin.

9 Literatura

1. BASELIDES, Andrzej. *Vyhodnocení úspěšnosti obnovy lesa na kalamitních holinách LS LČR Jablunkov*. Bakalářská práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2016.
2. BENTZ, Barbara J., JÖNSSON, Anna Maria, SCHROEDER, Martin, WEED, Aaron, WILCKE, Renate Anna Irma a LARSSON, Karin. *Ipstypographus and DendroctonusponderosaeModels Project ThermalSuitabilityfor Intra- and Inter-Continental Establishment in ChangingClimate*. *Frontiers in Forests and GlobalChange*. [online]. 2019. [cit. 2023-11-3]. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/ffgc.2019.00001/full>
3. BUŠINA, František, Martin KUDLÁČEK a Jana BAŽANTOVÁ. *Pěstování lesů: pro střední školy*. Kostelec nad Černými lesy: Asociace lesnických škol, [2023]. ISBN 978-80-7458-145-8.
4. ČERMÁK, Martin. *Vliv stanovištních podmínek na přirozenou obnovu smrkových porostů po větrném polomu na Černé hoře (NP Šumava)*. Diplomová práce. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2011.
5. ČERMÁK, Petr a MRKVA, Radomír. Škody zvěří – neřešený eskalující problém. *Zpravodaj ochrany lesa*. 2007, 2007(14), s. 39 - 45. [cit. 2023-10-15]. ISSN 1211-9342. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/aktivity/vydavatelaska-cinnost/zpravodaj-ochrany-lesa/>
6. ČERMÁK, Petr. Expert: Česká krajina je k požárům náchylnější, než bývala. *Asociace soukromého zemědělství ČR* [online]. 2022 [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://www.asz.cz/clanek/9532/expert-ceska-krajina-je-k-pozarum-nachylnejsi-nez-byvala/>
7. ČERMÁK, Petr. Vliv zvěře na stav a vývoj lesních ekosystémů. [online]. 2008, roč. 2008, č. 1. [cit. 2023-10-22]. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/vliv-zvere-na-stav-a-vyvoj-lesnich-ekosystemu/>.
8. ČÍŽKOVÁ, Pavla, HUBENÝ, Pavel a SVOBODA, Miroslav. Současné rozšíření smrku ztepilého a buku lesního v Národním parku Šumava v území ponechaném samovolnému vývoji: Dochází ke změně druhové skladby ve prospěch buku lesního? *Zprávy lesnického výzkumu*. [online]. 2017, roč. 62, č. 4, s. 213-222. ISSN 0322-9688. [cit. 2023-10-4]. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/02/502.pdf>
9. FISCHER, Anton a FISCHER, Hagen S. Individual-based analysis of tree establishment and forest stand development within 25 years after windthrow.

- European Journal of Forest Research*. [online]. 2012, 131(2), 493-501. [cit. 2023-12-8].
Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10342-011-0524-2>
10. FLANNIGAN, M.D., STOCKS, B.J., a WOTTON, B.M. Climate change and forest fires. *The Science of the Total Environment*. [online]. 2000, 262(3), 221-229. [cit. 2023-12-1].
Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/12240844_Climate_change_and_forest_fires
11. FÖLDI, László and KUTI, Rajmund. Characteristics of Forest Fires and Their Impact on the Environment. *AARMS - Academic and Applied Research in Military and Public Management Science*. [online]. 2016, 15(1), s. 5-17. [cit. 2023-12-1]. ISSN 1788-0019.
Dostupné z: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/aarms/article/view/1757>
12. GRAY, Andrew N., ZALD, Harold S. J., KERN, Ruth A. a NORTH, Malcolm. Stand Conditions Associated with Tree Regeneration in Sierran Mixed-Conifer Forests. *Forest Science*. [online]. 2005, vol. 51, no. 3, s. 198–210. [Cit. 2023-10-8]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/45513776_Stand_conditions_associated_with_tree_regeneration_in_Sierran_mixed-conifer_forests
13. HOLUŠA, Jaroslav; BERČÁK, Roman; LUKÁŠOVÁ, Karolina; HANUŠKA, Zdeněk; AGH, Pavel; VANĚK, Jan; KULA, Emanuel; CHROMEK, Ivan. Lesní požáry v České republice – definice a rozdělení: Review. *Zprávy Lesnického Výzkumu*. [online]. 2018, roč. 63, č. 2, s. 102-111. [cit. 2023-12-1]. Dostupné z: https://www.vulhm.cz/zlv_online_detail/lesni-pozary-v-ceske-republice-definice-a-rozdeleni-review/
14. CHROUST, Luděk, Petr KANTOR, Jiří PEŇÁZ, et al. Pěstební systémy. *Pěstování lesa* [online]. 2001 [cit. 2023-10-4]. Dostupné z: https://rumex.mendelu.cz/uzpl/pestovani_v_heslech/pestsyst/prev_prev_prem.html
15. IFER – ÚSTAV PRO VÝZKUM LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ, s. r. o. a ÚHÚL. Poškození zvěří nebo mechanizací. [online]. Nedatováno [Cit. 2023-10-22]. Dostupné z: <https://www.uhul.cz/mapy-a-data/poskozeni-zveri-nebo-mechanizaci/>
16. JAIME, Luciana, Enric BATLLORI, Francisco LLORET a Marco FERRETTI. Climatic and stand drivers of forest resistance to recent bark beetle disturbance in European coniferous forests. *Global Change Biology* [online]. 2022, 28(8), 2830-2841 [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.16106>

17. KLIMO, Emil a KULHAVÝ, Jiří. Smrkové monokultury ve střední Evropě. *Lesnická práce*. [online] 1999, roč. 78, č. 10, s. 456- 457. [cit. 2023-10-1]. ISSN 0322-9254. Dostupné z: <https://lmda.silvarium.cz/view/uuid:a1e42ea8-5595-4066-922a-7ce2bc5922b1?page=uuid:5a4b9a1a-c55a-11e4-ac60-001b63bd97ba>
18. KONEČNÝ, Ondřej. *Zhodnocení faktorů ovlivňujících výši škod zvěří na lesních porostech v působnosti LS Karlovice*. Bakalářská práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2016.
19. KOPLITZ, Shannon N.; NOLTE, Christopher G.; SABO, Robert D.; CLARK, Christopher M.; HORN, Kevin J. et al. The contribution of wildland fire emissions to deposition in the U S: implications for tree growth and survival in the Northwest. Online. *Environmental Research Letters*. [online] 2021, roč. 16, č. 2. [cit. 2024-3-25]. Dostupné z: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abd26e>.
20. KOŘÍNEK, Gustav. Chov zvěře a škody zvěří v lesním hospodářství. *Myslivost*. [online]. 2003, roč. 51 (81), č. 8. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2003/Srpen---2003/Chov-zvere-a-skody-zveri-v-lesnim-hospodarstvi>
21. KOŠULIČ, Milan. *Disturbance neboli narušení*. Přírodě blízké lesnictví. [online]. 2009. [cit. 2023-10-25]. Dostupné z: <http://www.prirozenelesy.cz/node/26>.
22. KUČERA, Miloš; ADOLT, Radim; KOHN, Ivo; KRATĚNA, Lukáš; ZÁVODSKÝ, Jiří et al. *Národní inventarizace lesů v České republice - výsledky druhého cyklu (2011-2015)*. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2019. ISBN 978-80-88184-23-2.
23. KUEPPERS, Lara M. Forest regeneration within Earth system models: current process representations and ways forward. *New Phytologist*. [online] 2022, č. 235, s. 20-40. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/nph.18131>
24. KULAKOWSKI, Dominik a BEBI, Peter. Range of Variability of unmanaged subalpine forests. *Forum für Wissen* [online]. 2004, s. 47–54, [cit. 2023-11-1]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/254624465_Range_of_Variability_of_unmanaged_subalpine_forests
25. KULLA, L., MERGANIČ, J. a MARUŠÁK, R. Analysis of natural regeneration in declining spruce forests on the Slovak part of the Beskydy Mts. *Beskydy*. [online]. 2009, roč.

2. č. 1, s. 51-62. ISSN 1803-2451. [cit. 2023-12-1]. Dostupné z: http://www.forim.sk/index_soubory/Kulla_Merganic_Marusak_2009.pdf
26. KUROVCOVEINFO.CZ. Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*). *Kurovcoveinfo.cz* [online]. [cit. 2023-11-1]. Dostupné z: <https://www.kurovcoveinfo.cz/lykozrout>
27. LESNICKÁ PRÁCE: časopis vydávaný Čs.maticí lesnickou a věnovaný lesnické vědě a praxi. Písek: Čs. matice lesnická, 04.2007, roč. 86, č. 4. ISSN 0322-9254. Dostupné také z: <https://lmda.silvarium.cz/uuid/uuid:fccd5f1a-0aa7-40d8-be28-b13a7b2df2e8>
28. LORENC, František a SAMEK, Michal. Houbové a ostatní patogeny. *Zpravodaj ochrany lesa: Supplementum 2023 – Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2022 a jejich očekávaný stav v roce 2023*. [online]. 2023, s. 53-59 [cit. 2023-11-5]. ISSN 1211-9000. Dostupné z: https://www.vulhm.cz/aktivity/vydavatelska_cinnost/zpravodaj-ochrany-lesa-supplementum/
29. LUBOJACKÝ, Jan, František LORENC, Michal SAMEK, Miloš KNÍŽEK a Jan LIŠKA. Hlavní problémy v ochraně lesa v Česku v roce 2020 a prognóza na rok 2021. *Zpravodaj ochrany lesa* [online]. 2021, 17-26 [cit. 2023-11-1]. ISSN 1211-9342. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/aktivity/vydavatelska-cinnost/zpravodaj-ochrany-lesa/>
30. LUBOJACKÝ, Jan, František LORENC, Michal SAMEK, Miloš KNÍŽEK a Jan LIŠKA. Hlavní problémy v ochraně lesa v Česku v roce 2022 a prognóza na rok 2023. *Zpravodaj ochrany lesa* [online]. 2023, 18-25 [cit. 2023-10-20]. ISSN 1211-9342. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/aktivity/vydavatelska-cinnost/zpravodaj-ochrany-lesa/>
31. MACEK, Martin, Jan WILD, Martin KOPECKÝ, et al. Life and death of *Picea abies* after bark-beetle outbreak: ecological processes driving seedling recruitment. *Ecol Appl.* [online]. 2017, 27(1), s. 156-167 [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28052495/>
32. MAPY.CZ. *Doksy*. Seznam.cz, [online]. 2024a. [citováno 2023-11-10]. Dostupné z: <https://mapy.cz/s/cemevacafa>
33. MAPY.CZ. *Horní Berounka*. Seznam.cz, [online]. 2024b. [citováno 2023-11-10]. Dostupné z: <https://mapy.cz/s/ganovulepo>
34. MÁŠLO, Jan; ADOLT, Radim; KUČERA, Miloš; KOHN, Ivo. Národní inventarizace lesů v České republice: Výsledky třetího cyklu 2016–2020. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů. [online]. 2023. [cit. 2023-10-1]. Dostupné z:

<https://nil.uhul.cz/aktuality/48-vysledky-tretiho-cyklu-narodni-inventarizace-lesu-v-ceske-republice-2016-2020>

35. MEZISTROMY.CZ. Lýkožrout smrkový – příčiny přemnožení. *Mezistromy.cz* [online]. 2018 [cit. 2023-11-5]. Dostupné z: [https://www.mezistromy.cz/lesni-kalamity/lykozrout-smrkovy-\(kurovec\)-priciny-premnozeni/odborny](https://www.mezistromy.cz/lesni-kalamity/lykozrout-smrkovy-(kurovec)-priciny-premnozeni/odborny)
36. MINAŘÍK, Robert, Jakub LANGHAMMER a Theodora LENDZIOCH. Detection of Bark Beetle Disturbance at Tree Level using UAS Multispectral Imagery and Deep Learning. *Remote Sensing* [online]. 2021, 13(23), 4768 [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2072-4292/13/23/4768>
37. NETHERER, Sigrid; KANDASAMY, Dineshkumar; JIROSOVÁ, Anna; KALINOVÁ, Blanka; SCHEBECK, Martin; SCHLYTER, Fredrik. Interactions among Norway spruce, the bark beetle *Ips typographus*, and its fungal symbionts in times of drought. *Journal of Pest Science*. [online]. 2021, 94(2), 591-614. [cit. 2023-11-3]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10340-021-01341-y>
38. NOVOTNÝ, Petr; FULÍN, Martin; DOSTÁL, Jaroslav; ČÁP, Jiří; FRÝDL, Josef. Zhodnocení růstu proveniencí smrku ztepilého na Jesenicku a v Krušných horách ve věku 46 a 45 let. *Zprávy lesnického výzkumu*, [online]. 2020, 65(2), s. 112-124. [cit. 2023-10-1]. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/files/uploads/2020/06/594.pdf>
39. NOVOTNÝ, Radek. Abiotické vlivy a antropogenní činitelé. *Zpravodaj ochrany lesa: Supplementum 2023 – Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2022 a jejich očekávaný stav v roce 2023*. [online]. 2023, s. 13-21 [cit. 2023-11-15]. ISSN 1211-9000. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/aktivity/vydavatelstva-cinnost/zpravodaj-ochrany-lesa-supplementum/>
40. NOVOTNÝ, Radek. Abiotické vlivy a antropogenní činitelé. *Zpravodaj ochrany lesa: Supplementum 2023 – Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2022 a jejich očekávaný stav v roce 2023*. [online]. 2023, s. 13-21 [cit. 2023-1-22]. ISSN 1211-9000. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/aktivity/vydavatelstva-cinnost/zpravodaj-ochrany-lesa-supplementum/>
41. PAVLIŠOVÁ, Adéla. *Dlouhodobé disturbance v temperátních horských lesích a jejich projev v různých proxy datech*. Bakalářská práce. Praha: Univerzita Karlova, 2021
42. PECH, Tomáš. *Přirozená obnova v odumírajících kulturních lesích*. Bakalářská práce. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2023

43. PODRÁZSKÝ, Vilém a Martin BALÁŠ. *Základy ekologie lesa*. 2. vydání. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2014. ISBN 978-80-213-2515-9.
44. POLENO, Zdeněk a Stanislav VACEK. *Pěstování lesů*. 2., upr. a dopl. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2011. ISBN 978-80-87154-99-1.
45. PRACH, Karel, JONÁŠOVÁ, Magda a SVOBODA, Miroslav. Ekologie obnovy narušených míst. *Živa*. [online]. 2009, 5, s. 212-215. [cit. 2023-10-5]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/2009-5/ekologie-obnovy-narusenych-mist-v-obnova-lesnich-ekosystemu.html>
46. PROKŮPKOVÁ, Anna; VACEK, Zdeněk; VACEK, Stanislav; BLAŽEJOVÁ, Jana a BULUŠEK, Daniel. Dynamika přirozené obnovy horských lesů po větrné kalamitě: Modelová studie pro Krkonoše. *Zprávy lesnického výzkumu*. [online]. 2020, roč. 65, č. 2, s. 72-81. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/343084067_Dynamics_of_natural_regeneration_of_mountain_forests_after_winddisturbance_model_study_for_the_Krkonoše_Mts_Czech_Republic
47. ROZMAN, Andrej; DIACI, Jurij; KRESE, Anze; FIDEJ, Gal a ROZENBERGAR, Dusan. Forestregenerationdynamicsfollowing bark beetleoutbreak in Norwaysprucestands: Influence ofmeso-relief, forestedge distance and deerbrowsing. *ForestEcology and Management*. [online] 2015, č. 353, s. 196-207. [cit. 2024-03-25]. ISSN 0378-1127. Dostupné z: https://www.academia.edu/23683855/Forest_regeneration_dynamics_following_bark_beeble_outbreak_in_Norway_spruce_stands_Influence_of_meso_relief_forest_edge_distanc_e_and_deer_browsing.
48. RYCHTECKÁ, Petra a URBAŇCOVÁ, Naděžda. Škodliví činitelé lesa v letech 1996–2006 II. část: Biotičtí činitelé. *Lesnická práce*. [online] 2008a, roč. 87, č. 7, s. 26-29. [cit. 2023-11-5]. ISSN 0322-9254. Dostupné z: <https://lmda.silvarium.cz/view/uuid:73a946ee-c7c3-43a2-893d-ca060806294a?page=uuid:24bf4ab7-c571-11e4-8912-001b63bd97ba>
49. RYCHTECKÁ, Petra a URBAŇCOVÁ, Naděžda. Škodliví činitelé lesa v letech 1996–2006 I. část: Abiotičtí činitelé. *Lesnická práce*. [online] 2008b, roč. 87, č. 6, s. 14-15. [cit. 2023-11-15]. ISSN 0322-9254. Dostupné z: <https://lmda.silvarium.cz/view/uuid:a5c7ee70-745a-4590-a8f9-0e0ebf0e40ad?page=uuid:7e084ed7-c570-11e4-8912-001b63bd97ba>.

50. SENF, Cornelius a SEIDL, Rupert. Storm and fire disturbances in Europe: Distribution and trends. *GlobalChange Biology*. [online]. 2021, 27(15), 3605-3619. [cit. 2023-12-1]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.15679>
51. SEQUENS, Josef. Hospodářská úprava lesů. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007.
52. Shannon N. KOPLITZ, Christopher G. NOLTE, Robert D. SABO, Christopher M. CLARK, Kevin J HORN, Quinn R. THOMAS a Tamara A. NEWCOMER-JOHNSON. The contribution of wildland fire emissions to deposition in the U S: implications for tree growth and survival in the Northwest. *Environmental Research Letters* [online]. 2021, roč. 16, č. 2. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abd26e>
53. SKUHRAVÝ, Václav. *Lýkožrout smrkový Ips typographus (L.) a jeho kalamity*. Praha: Agrospoj, 2002. ISBN 80-708-4238-5.
54. SLOUP, Miroslav. Škody zvěři na lesních porostech. *Lesnická práce*. [online] 2007, roč. 86, č. 12, s. 16-19. [cit. 2023-10-18]. ISSN 0322-9254. Dostupné z: <https://lmda.silvarium.cz/view/uuid:af1b149a-de70-45e5-b19a-7f4486e93b51?page=uuid:1775d271-c55f-11e4-ac60-001b63bd97ba>
55. SOUČEK, Jiří. Potenciál přirozené obnovy pionýrských druhů dřevin – Review. *Zprávy Lesnického Výzkumu*. [online]. 2021, 66(3), s. 188-196. [cit. 2024-3-25]. Dostupné z: https://www.vulhm.cz/zlv_online_detail/potencial-prirozene-obnovy-pionyrskych-drevin-review/
56. SOUKUP, František. K současné aktivizaci některých dřevokazných hub v lesních porostech Česka. *Zpravodaj ochrany lesa* [online]. 2007, 21-23 [cit. 2023-11-10]. ISSN 1211-9342. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/aktivity/vydavatelska-cinnost/zpravodaj-ochrany-lesa/>
57. SPLECHTNA, Bernhard E. a GRATZER, Georg. Natural disturbances in Central European forests: Approaches and preliminary results from Rothwald Austria. *Forest Snow and Landscape Research* [online]. 2005, 79(1/2), 57-67. [cit. 2023-10-25]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/228708856_Natural_disturbances_in_Central_European_forests_Approaches_and_preliminary_results_from_Rothwald_Austria

58. SVOBODA, Miroslav, Fraver SHAWN, Pavel JANDA, Radek BAČE a Jitka ZENÁHLÍKOVÁ. Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. *Forest Ecology and Management* [online]. 2010, 260(5), s. 707-714 [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112710002963?via%3Dihub>
59. ŠAMONIL, Pavel, DANĚK, Pavel, HORT, Libor, JANÍK, David, KRÁL, Kamil, VRŠKA, Tomáš, UNAR, Pavel, KAŠPAR, Jakub, PŘÍVĚTIVÝ, Tomáš a ADAM, Dušan. Rok českých pralesů V: Divoké půdy pod divokými stromy. *Živa* [online]. 2018, (6), s. 310-314. Nakladatelství Academia, SŠČ AV ČR, v. v. i.. [cit. 2023-12-8]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/2018-6/rok-ceskych-pralesu-v-divoke-pudy-pod-divokymi-stromy.html>
60. ŠEFL, Jiří. *Funkce lesa - základy*. 2. vyd. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-893-4.
61. ŠIMEK, Jaroslav. *Přirozená obnova smrku*. 2. vyd. Tábor: Frank, 1993. ISBN 80-708-4056-0.
62. ŠINDELÁŘ, Jiří. Přirozená obnova lesních porostů v České republice. *Lesnická práce* [online]. 2000, roč. 79, č. 7, s. 296-297. VÚLHM Jiloviště-Strnady. [cit. 2023-10-5]. Dostupné z: <https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-79-2000/lesnicka-prace-c-7-00/prirozena-obnova-lesnich-porostu-v-ceske-republice>
63. TAEROE, Anders, DE KONING, Johannes H.C., LÖF, Magnus, TOLVANEN, Anne, HEIDARSSON, Lárus a RAULUND-RASMUSSEN, Karsten. Recovery of temperate and boreal forests after windthrow and the impacts of salvage logging: A quantitative review. *Forest Ecology and Management* [online]. 2019, 446, s. 304–316. [cit. 2023-11-20]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112718321546?via%3Dihub>
64. TANONA, Magdalena a CZARNOTA, Paweł. What determines the diversity and succession of lichens inhabiting post-bark beetle snags in the Western Carpathians? Online. *Annals of Forest Research*. 2022, 65(1), s. 65-84. [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/363841104_What_determines_the_diversity_and_succession_of_lichens_inhabiting_post-bark_beetle_snags_in_the_Western_Carpathians.
65. TESAŘ, Vladimír a KRAUS, Miloš. Přestavba smrkových monokultur na příkladových objektech u nás. *Lesnická práce*. [online]. 2004, roč. 83, č. 6, s. 16-18. [cit. 2023-10-1]. ISSN 0322-9254. Dostupné z: <https://lmda.silvarium.cz/view/uuid:6145a6d7-6d2e-484f-9e93-13aea156ce68?page=uuid:1a65d12c-c560-11e4-ac60-001b63bd97ba>.

66. THOM, Dominik a SEIDL, Rupert. Natural disturbance impacts on ecosystem services and biodiversity in temperate and boreal forests: Disturbance impacts on biodiversity and services. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, [online]. 2016, 91, s. 760-781. [Cit. 2023-10-25]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/277024663_Natural_disturbance_impacts_on_ecosystem_services_and_biodiversity_in_temperate_and_boreal_forests_Disturbance_impacts_on_biodiversity_and_services
67. TUREK, Kamil, KRÍSTEK, Štěpán, TOMEČEK, Pavel, ZLATNÍK, Vincenc, KAJFOSZ, Radek, MIKLOŠ, Libor, BOJKO, Jan, MANSFELD, Vratislav. *Škody zvěří na lesních porostech: Metodika a pracovní postupy*. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů. [online]. 2021. [Cit. 2023-10-15]. Dostupné z: https://www.uhul.cz/wp-content/uploads/Met_KSP_30_11_2021.pdf
68. TUREK, Kamil, Štěpán KRÍSTEK, Jaroslav KUBIŠTA, Jan VROBEL a Pavel TOMEČEK. Vyhodnocení poškození lesa zvěří pomocí porovnání kontrolních a srovnávacích ploch v ČR v letech 2013-2021. *Zpravodaj ochrany lesa* [online]. 2022, 63-67 [cit. 2024-03-25]. ISSN 1211-9342. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/aktivity/vydavatelska-cinnost/zpravodaj-ochrany-lesa/>
69. TUREK, Kamil. *Škody zvěří jako limitující faktor obnovy lesa (nejenom) na kalamitních holinách*. Specializované pracoviště myslivosti, ÚHÚL, Frýdek-Místek. [online]. 2022. [Cit. 2024-02-2]. Dostupné z: https://www.nature.cz/documents/20121/2710257/14_Turek_Kamil_%C3%9AH%C3%9AL_%C5%A0kody_zv%C4%9B%C5%99%C3%AD_jako_limituj%C3%ADc%C3%AD_faktor_obnovy_lesa.pdf/
70. ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM. *Oblastní plán rozvoje lesů Přírodní lesní oblast 8 – Křivoklátsko a Český kras: Všeobecné údaje* [online]. ÚHÚL, 2021 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: https://www.uhul.cz/wp-content/uploads/2022/01/2019_VS_PLO_8.pdf
71. ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM. *Oblastní plán rozvoje lesů Přírodní lesní oblast 18 – Severočeská pískovcová plošina a Český Ráj* [online]. ÚHÚL, 2001 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: [OPRL-LO18-Severoceska_piskovcova_plosina_a_Cesky_raj.pdf \(uhul.cz\)](https://www.uhul.cz/wp-content/uploads/2022/01/2019_VS_PLO_18.pdf)

72. VACEK, Stanislav, BALCAR, Vratislav, KACÁLEK, Dušan, KRIEGEL, Horst, PODRÁZSKÝ, Vilém, SOUČEK, Jiří. Rámcové zásady a zakládání bukových a smíšených porostů s bukem v měnících se ekologických poměrech. [online] 2000. [Cit. 2023-10-5]. Dostupné z: <http://vulhm.opocno.cz/download/rv00dp02.pdf>
73. VLK, Jiří. *Projekt obnovy kalamitních holin a chřadnoucích porostů smrku ztepilého*. Bakalářská práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015.
74. WHITE, Peter S. a JENTSCH, Anke. The Search for Generality in Studies of Disturbance and Ecosystem Dynamics. *Progress in Botany* [online]. 2001, Vol 62, s. 399-449. [Cit. 2023-10-25]. Dostupné z: http://labs.bio.unc.edu/White/Reprints/White_and_Jentsch_2001.pdf
75. XU, Chonggang, GERTNER, George Z. a SCHELLER. Importance of colonization and competition in forest landscape response to global climatic change. *Climatic Change*, [online]. 2012, vol. 100, s. 53-83. [Cit. 2023-10-25]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-011-0098-5>
76. ZABLOUDIL, František a KORHON, Petr. Ochrana porostů proti škodám zvěří dříve a dnes. *Myslivost*. [online] 2005, roč. 53 (83), č. 10, s. 26. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2005/Rijen---2005/OCHRANA-POROSTU-PROTI-SKODAM-ZVERI-DRIVE-A-DNES>
77. ZABLOUDIL, František a KORHON, Petr. Ochrana porostů proti škodám zvěří dříve a dnes. *Myslivost*. [online] 2005, roč. 53 (83), č. 10, s. 26. [cit. 2024-03-25].
78. ZAHRADNÍK, Petr, et al. *Aktuální situace v kůrovcové kalamitě v ročníku 2019/20*. Agromanual.cz. [online]. 2021. [cit. 2023-11-5]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/aktualni-situace-v-kurovcove-kalamite-v-rocniku-2019-20>.
79. ZAHRADNÍK, Petr, et al. *Aktuální situace v kůrovcové kalamitě v roce 2021/22*. Agromanual.cz. [online]. 2022. [cit. 2023-11-5]. Dostupné z: [Aktuální situace v kůrovcové kalamitě v roce 2021/22 - Články - Agromanual.cz \(agromanual.cz\)](https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/aktualni-situace-v-kurovcove-kalamite-v-roce-2021-22)
80. ZPRAVODAJ OCHRANY LESA: Přehled výskytu lesních škodlivých činitelů v roce 2020 a jejich očekávaný stav v roce 2021 [online]. 2021. Praha-Zbraslav: Útvar ochrany lesa VÚLHM Jiloviště - Strnady. [Cit. 2023-11-5]. ISBN 978-80-7417-212-0. ISSN 1211-9350. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/aktivity/vydavatelska-cinnost/zpravodaj-ochrany-lesa-supplementum/>

10 Seznam použitých zkratek a symbolů

10.1 Dřeviny-zkratky

BK	buk lesní (<i>Fagussylvatica</i>)
BO	borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>)
BR	bříza bělokorá (<i>Betulapendula</i>)
DBČ	dub červený (<i>Quercus rubra</i>)
DBL	dub letní (<i>Quercus robur</i>)
DBZ	dub zimní (<i>Quercuspetraea</i>)
DG	douglaska tisolistá (<i>Pseudotsugamenziezii</i>)
HB	habr obecný (<i>Carpinusbetulus</i>)
JD	jedle bělokorá (<i>Abies alba</i>)
JR	jeřáb ptačí (<i>Surbusaucuparia</i>)
JVK	javor klen (<i>Acer pseudoplatanus</i>)
MD	modřín opadavý (<i>Larix decidua</i>)
OS	topol osika (<i>Populustremula</i>)
SM	smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)
TR	třešeň ptačí (<i>Prunusavium</i>)
VRK	vrba křehká (<i>Salixfragilis</i>)

11 Seznam obrázky

Obrázek 1 Zkusné plochy v lokalitě Doksy	27
Obrázek 2 Zkusné plochy v lokalitě Horní Berounka	28
Obrázek 3 Stav mateřského porostu	31
Obrázek 4 Počet jedinců obnovy v jednotlivých výškových třídách na 1 ha na plochách dvou velikostí, 25 m ² a 500 m ²	32
Obrázek 5 Obnova na jednotlivých plochách	33
Obrázek 6 Hustota obnovy vyšší než 10 cm podle druhů dřevin	34
Obrázek 7 Počet jedinců obnovy nad 10 cm přepočítaných na 1 ha dle nadmořské výšky plochy.	34
Obrázek 8 Porovnání počtu jedinců obnovy nad 10 cm přepočítaných na 1 ha z hlediska ochrany oplocením a mateřského porostu	35
Obrázek 9 Porovnání počtu jedinců obnovy nad 10 cm přepočítaných na 1 ha z hlediska ochrany oplocením a ochrany mateřského porostu.....	36
Obrázek 10 Histogram – procentuální poškození obnovy	36
Obrázek 11 Poškození v jednotlivých výškových třídách obnovy.	37
Obrázek 12 Poškození obnovy nad 10 cm pro jednotlivé dřeviny v počtech kusů na hektar. .	37
Obrázek 13 Poškození obnovy nad 10 cm pro jednotlivé dřeviny v procentech.....	38
Obrázek 14 Porovnání procenta poškození obnovy nad 10 cm přepočítaných na 1 ha z hlediska ochrany oplocením a mateřského porostu	38
Obrázek 15 Vliv původního porostu na obnovu	39
Obrázek 16 Vliv původního porostu na poškození obnovy	40
Obrázek 17 Vliv zbylého mateřského porostu na obnovu	40
Obrázek 18 Vliv zbylého mateřského porostu na poškození obnovy.....	41
Obrázek 19 Vztah mezi celkovou pokrývností vegetací a obnovou nad 10 cm	41
Obrázek 20 Vztah mezi pokrývností výběžkatých trav a obnovou nad 10 cm.....	42

12 Seznam tabulek

Tabulka 1 Lokalizace jednotlivých ploch (WGS 84)	30
--	----