Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa

Obnova kulturních lesů po narušení

Bakalářská práce

Autor: Jakub Rychlík

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

2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce:	Jakub Rychlík
Studijní program:	Lesnictví
Obor:	Lesnictví
Vedoucí práce:	Ing. Vojtěch Čada, Ph.D.
Garantující pracoviště:	Katedra ekologie lesa
Jazyk práce:	Čeština
Název práce:	**Obnova kulturních lesů po narušení**
Název anglicky:	**Regeneration of production forests after a disturbance**
Cíle práce:	Cílem práce bude 1. shrnout dosavadní vědecké znalosti o obnově dřevin v souvislosti s typem a sílou narušení, 2. provést rešerši týkající se zastoupení dřevin při obnově lesů v ČR a změnách v zastoupení dřevin při obnově v průběhu času, 3. shrnout odborná doporučení pro postup obnovy kulturních lesů postižených přírodními narušeními (gradace hmyzu, větrné polomy), případně vědecké studie věnující se tématu a 4. na základě konzultací s vybranými lesními hospodáři, případně pomocí vlastních šetření popsat reálnou situaci na vybraných lesních územích (v kulturních lesích určených primárně k produkci dřeva) postižených v poslední době rozsáhlejšími přírodními narušeními.
Metodika:	Práce bude založena na rozboru aktuální domácí i zahraniční vědecké literatury, odborných publikacích, datech a dalších odborných textech. Poslední cíl práce bude zaměřen na vlastní analýzu konkrétní situace ve třech vybraných lesních územích, která byla v poslední době postižena rozsáhlejšími přírodními narušeními, s různým typem vlastnictví. Metoda práce bude zvolena dle reálných možností: formou vlastního šetření, polostrukturovaných rozhovorů s lesními správci apod. Harmonogram zpracování: Květen 2019 – Zadání BP Léto/Podzim 2019 – Studium literatury a dalších zdrojů dat, sběr dat Listopad 2019 – Odevzdání osnovy práce a kostry literárních zdrojů školiteli Listopad 2019 – Konzultace výsledků vlastního šetření se školitelem Zima 2019/2020 – Příprava textu BP Březen 2020 – Konzultace finální podoby práce se školitelem Duben 2020 – Předložení práce
Doporučený rozsah práce:	30–40 stran
Klíčová slova:	Disturbance, přirozená obnova, umělá obnova, lýkožrout smrkový, holoseč.

Doporučené zdroje informací

Cienciala, E., Tumajer, J., Zatloukal, V., Beranová, J., Holá, Š., Hůnová, I. and Russ, R., 2017. Recent spruce decline with biotic pathogen infestation as a result of interacting climate, deposition and soil variables. European journal of forest research, 136(2), pp.307-317.

Fischer, A. and Fischer, H.S., 2012. Individual-based analysis of tree establishment and forest stand development within 25 years aGer wind throw. European Journal of Forest Research, 131(2), pp.493-501.

Frelich, L.E., 2002. Forest dynamics and disturbance regimes: studies from temperate evergreen-deciduous forests. Cambridge University Press.

Macek, M., Wild, J., Kopecký, M., Červenka, J., Svoboda, M., Zenáhlíková, J., Brůna, J., Mosandl, R. and Fischer, A., 2017. Life and death of P icea abies aGer bark-beetle outbreak: ecological processes driving seedling recruitment. Ecological applications, 27(1), pp.156-167.

Mze, 2018. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství 2017. Ministerstvo zemědělství ČR.

Pajtik, J., Čihák, T., Konôpka, B., Merganičová, K. and Fabiánek, P., 2018. Annual tree mortality and felling rates in the Czech Republic and Slovakia over three decades. Central European Forestry Journal, 64(3-4), pp.238-248.

Seidl, R., Müller, J., Hothorn, T., Bässler, C., Heurich, M. and Kautz, M., 2016. Small beetle, large-scale drivers: how regional and landscape factors affect outbreaks of the European spruce bark beetle. Journal of Applied Ecology, 53(2), pp.530-540.

Schelhaas, M.J., Nabuurs, G.J. and Schuck, A., 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. Global Change Biology, 9(11), pp.1620-1633.

Thom, D. and Seidl, R., 2016. Natural disturbance impacts on ecosystem services and biodiversity in temperate and boreal forests. Biological Reviews, 91(3), pp.760-781.

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

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Vojtěch Čada, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 4. 9. 2019

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 15. 06. 2020

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Obnova kulturních lesů po narušení vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Vojtěcha Čady, Ph.D a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom/a že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne: Podpis autora:

Poděkování:

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu své bakalářské práce Ing. Vojtěchovi Čadovi, Ph.D. za cenné rady, poznámky k mé práci, vstřícné a ochotné jednání. Dále bych rád poděkoval všem lesním správcům, kteří si v nabitém programu udělali čas a ochotně odpovídali na mé otázky.

Abstrakt

Tato bakalářská práce popisuje problematiku obnovy kulturních lesů po narušení. Obnova reaguje odlišně na různé typy narušení. V přírodních lesích jsou disturbance nedílnou součástí vývoje ekosystému. V hospodářských lesích mohou disturbance způsobit značné škody. V posledních letech se zejména smrkové porosty potýkají s devastací lýkožroutem smrkovým. Kromě zpracování kalamity se lesníci aktuálně zabývají také obnovou postižených porostů. Existují různá doporučení, jak k obnově přistupovat, většina doporučeních se však shoduje, že obnova kalamitních holin musí být rychlá a mělo by se využívat přirozených procesů, což by mělo zajistit úspěšnou obnovu a budoucí stabilitu lesních porostů. Ačkoliv lesníci preferují přirozenou obnovu, její podíl klesá kvůli těžebním postupům a velkoplošným holinám, proto musí často přistupovat k umělé obnově. U té je často komplikací nedostatek sadebního materiálu a sucho znemožňující výsadbu. Jako efektivní řešení se jeví dvoufázová obnova, kdy se využívá přípravného lesa, který vzniká přirozeně nebo síjí. Přípravný les vytvoří vhodné podmínky a lesníci získají více času pro výsadbu cílových dřevin.

Klíčová slova: disturbance, přirozená obnova, umělá obnova, lýkožrout smrkový, holoseč.

Abstract

The bachelor thesis evaluates the issue of commercial forests restoration following any disturbances. Different types of disturbances evoke diversified restoration responses. While disturbances form an integral part of the development of natural forests ecosystem, in commercial forests, they can cause considerable damage. In particular, the European spruce bark beetle outbreaks have severely devastated the spruce stands in recent years. In addition to the processing of calamity-infested wood, foresters are currently also involved in the restoration of the affected stands. Various recommendations are specifying how to restore infested forests, but most experts agree that the afforestation process of calamity clearings should be rapid and as much natural as possible. By doing so, we can ensure successful restoration and future stability of forest stands. Although foresters also prefer to apply the natural restoration approach, its share has been declining due to logging practices and large-scale clearings; therefore, they often have to resort to artificial regeneration processes. However, such a procedure is often complicated by a lack of planting material and drought, which makes planting impossible. A two-phase restoration seems to be an effective solution, using a preparatory forest stand that grows naturally or gradually strengthens. The preparatory forest creates suitable conditions, and foresters get more time to plant the intended trees.

Key words: disturbances, natural restoration, artificial regeneration, spruce bark beetle, clear cut

Contents

1. Úvod 11
2. Obnova přírodních lesů po narušení 12
2.1 Dynamika přirozeného lesa 12
2.2 Disturbance 12
2.3 Obecný vývoj lesa po narušení 13
2.4 Vztah mezi disturbancemi a vývojem lesa 14
2.5 Faktory disturbancí 15
2.5.1 Frekvence narušení 15
2.5.2 Intenzita narušení 15
2.5.3 Závažnost narušení 16
3. Obnova lesa po jednotlivých typech narušení 16
3.1 Narušení ohněm 17
3.2 Obnova po narušení větrem 19
3.2.1 Těžba versus vichřice 20
3.3 Obnova po narušení kůrovcem 21
3.3.1 Faktory ovlivňující regeneraci smrkového lesa 22
3.3.2 Schopnost smrku zachovat dominanci 23
3.3.3 Vliv těžby na obnovu 25
4. Vývoj v zastoupení dřevin při obnově 26
4.1 Legislativa 27
4.2 Obnova 27
4.2.1 Přirozená obnova 27
4.2.2 Kombinovaná obnova lesa 29
4.2.3 Umělá obnova 29
4.3 Druhové složení lesů v Čr 31
4.4 Zastoupení dřevin při umělé obnově 32
4.5 Zastoupení jednotlivých druhů dřevin při umělé obnově 34
4.6 Zastoupení smrku 35
5. Obnova kalamitou postižených porostů 37
5.1 Kalamitní situace 37
5.2 Opatření proti kůrovci 38
5.2.1 Feromonové lapače 38
5.2.2 Lapáky 38
5.2.3 Těžba 38
6. Obnova na kalamitních holinách 39

7. Základní postupy pro obnovu kalamitních holin 40
7.1 Obnova na menších a středních holinách 40
7.2 Obnova na holinách nad 5 hektarů – Dvoufázová obnova 41
7.2.1 Příprava půdy 41
7.2.2 Přirozená obnova přípravných dřevin 41
7.2.3 Umělá obnova přípravných dřevin 42
7.2.4 Úspěšný vznik přípravného porostu 43
7.2.5 Vnášení cílových dřevin 44
7.3 Skupinová metoda obnovy 44
8. Postupy z praxe při řešení kůrovcové kalamity 45
8.1 Metodika 45
8.2 Charakteristika jednotlivých území 45
8.2.1 Charakteristika dotazovaného území ve vlastnictví státu (Respondent A) 45
8.2.2 Charakteristika dotazovaného území městského lesa (Respondent B) 45
8.2.3 Charakteristika dotazovaného území soukromého lesa (Respondent C) 46
8.3 Disturbanční činitel 47
8.4 Průběh kalamity a rozsah kalamity 47
8.5 Příčiny kůrovcové kalamity 47
8.6 Způsob asanace a zpracování kalamity 48
8.7 Tržby z prodeje a náklady na zpracování dříví 50
8.8 Umělá obnova 50
8.9 Přirozená obnova 51
8.10 Problematika zvěře 52
8.11 Opatření obecné povahy vydané Ministerstvem zemědělství v roce 2019 53
8.12 Ponechání mrtvých strom v porostech 53
9. Závěr 54
Bibliografie 58

Seznam grafů

Graf 1:Vývoj podílu přirozené a umělé obnovy v Čr. 29
Graf 2: Podíl jehličnatých a listnatých dřevin při umělé obnově 33
Graf 3: Zastoupení jednotlivých dřevin při umělé obnově 35
Graf 4: Procentuální zastoupení smrku při umělé obnově 37

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vývoj obnovy semenáčků nad 20 cm u jednotlivých druhů 25
Tabulka 2: Porovnání zastoupení síje a sadba na celkové hodnotě umělé obnovy 31
Tabulka 3: přirozená, současná a doporučená druhová skladba lesů v % 32
Tabulka 4: Způsoby obnovy. 34

1. Úvod

V posledních letech došlo v České republice ke značnému rozvoji narušení vlivem kůrovce. Velmi diskutované téma je, jak s těmito postiženými porosty nakládat. Většina doporučení je založena na, co největším využívání přirozených procesů. Proto je důležité těmto procesům porozumět. V přirozených lesích je narušení přirozenou součástí vývoje. Znalosti reakce dřevin na jednotlivé typy narušení, je možné využít také při obnově kalamitou postižených kulturních lesů. Obnova těchto postižených porostů bude klíčová pro budoucí stav našich lesů. Ve své práci jsem shrnul současné znalosti o obnově přirozených lesů po jednotlivých typech narušeních, obnovní postupy využívané v současnosti, na kalamitních holinách, v české republice. Na závěr své práce shrnuji odpovědi a názory lesníků z praxe, kteří se potýkají s kalamitou a spravují lesy v různých typech vlastnictví.

2. Obnova přírodních lesů po narušení

2.1 Dynamika přirozeného lesa

V případě, že v lesním ekosystému nedochází k zásahům člověka, je dynamika lesa řízena především přirozenými zákonitostmi sukcese, kdy klíčovou roli hraje zejména období, kdy se porosty obnovují po narušení (Frelich 2002).

Po narušení, způsobeném například větrem, požárem, či přemnožením herbovirů, se na narušeném místě mění podmínky prostředí. Místo je vystaveno slunečnímu záření, teplota má větší výkyvy v průběhu dne, dochází ke zvýšené mineralizaci, vyšší půdní vlhkosti až zamokření a v půdě je také dočasně více živin (Podrázský, 2014).

Tyto pozměněné podmínky mohou ovlivnit druhové složení obnovovaného porostu a podporovat typy dřevin, které jsou na změněné podmínky lépe přizpůsobeny. Může se jednat např. o pionýrské dřeviny, které mají slabou schopnost dlouhodobě konkurovat ostatním dřevinám, ale dokážou rychleji vyrůst a obsadit prostor uvolněný narušením.

Mezi jejich charakteristiky patří odolnost vůči fyzikálnímu prostředí a menší náročnost na půdní podmínky, dokážou se rychle rozmnožit a v mládí rychle rostou (Podrázský, 2014). Světlomilné, resp. pionýrské dřeviny mají často schopnost šířit svá semena pomocí větru na větší vzdálenosti. Některé druhy se zmlazují díky schopnosti tvořit výmladky z kořenů či pařezů. Další dřeviny se uplatňují po narušení díky obnově, která se vyskytovala v porostu již před narušením (Frelich, 2002).

2.2 Disturbance

Disturbance je událost, která naruší buď celý, anebo část porostu a změní jeho charakter. Jedná se o proces, který ovlivňuje vývoj a průběh vývoje jednotlivých ekosystémů (Bernhard, 2005). Narušení může probíhat buď náhle, anebo pozvolna. V obou případech však dojde k odstranění velkého množství biomasy a živočichů. Zatímco pro některé druhy živočichů a rostlin je tato změna podmínek nepříznivá, jiné druhy naopak prosperují díky tomu, že jsou lépe přizpůsobeny na nové životní podmínky (Koščulič, 2009).

V přírodních lesích jsou disturbance velmi důležitou součástí přirozeného vývoje (Koščulič 2009). Mají velký vliv na obnovu přírodních lesů, ovlivňují druhové složení a strukturu lesa (Frelich 2002). V některých biomech jsou disturbance podmínkou pro přirozenou regeneraci lesa. Jedná se například o severskou tajgu, kde často dochází k požárům nebo větrnému narušení. Pouze po velkoplošné disturbanci se utvoří na holině podmínky pro rozklad nahromaděného humusu. Toto narušení stojí na začátku velkého vývojového cyklu, kde se les vyvíjí od holiny přes přípravný a přechodný les až do své závěrečné fáze. Pokud by nedošlo k této události, nastaly by ekologické komplikace, které mohou vyústit ke změně biomu (Koščulič, 2009).

2.3 Obecný vývoj lesa po narušení

(Frelich 2002) definoval celkem čtyři fáze popisující obecný vývoj lesa po narušení.

V první fázi se na uvolněném místě uchytí jedinci, kteří se zmlazují vegetativně z kořenů, pařezů nebo se do porostu dostali díky lehkým semenům, které přenesl vítr. Pokud se v porostu před narušením nacházela obnova a přežila disturbanci, uplatní se v první fázi vývoje lesa.

Ve druhé fázi je zápoj natolik hustý, že na zem proniká minimum světla, což znemožní růst novým semenáčkům. Je zde velmi silná kompetice mezi stromy, které spolu soupeří o zdroje. Toto soupeření vede k autoredukci. Koruny stromů jsou malé, v případě, že některý strom odumře, je jeho prostor okamžitě nahrazen dalším jedincem.

Jak stromy rostou, porost se dostane postupně do třetí fáze, kdy jsou koruny stromů velké a v případě, že strom odumře, sousedící jedinec již není schopen zaplnit uvolněný prostor. V důsledku toho začne do podrostu opět pronikat dostatek světla a začne docházet k obnově nových stromů, které mají možnost proniknout do uvolněného zápoje a vytvořit novou kohortu. V případě, že v porostu dominovaly pionýrské druhy, je pravděpodobný nástup dřevin, které snáší větší zastínění. Ve třetí fázi se na zemi nahromadila silná humusová vrstva a dochází k výraznému rozrůznění porostu, který začíná být tvořen stromy různé velikosti s nepravidelným zápojem.

Závěrečná fáze je charakteristická tím, že porost má různou věkovou, tloušťkovou i výškovou strukturu, kohorta stromů, která se obnovila po původním narušení, se v porostu nevyskytuje vůbec nebo pouze minimálně. Mortalita je průběžná a probíhá již v malém množství, odumírají obvykle jednotlivé stromy. Tato

fáze pokračuje až do další velkoplošné disturbance.

2.4 Vztah mezi disturbancemi a vývojem lesa

V současnosti je málo dlouhodobých poznatků o regeneraci lesa po narušení ve střední Evropě (Splechtna 2005). Je to způsobeno především tím, že většina lesů, kde došlo k narušení se vytěží, což znemožní pozorovat dlouhodobou dynamiku přírodních lesů (Fischer, 2012).

Vztah mezi disturbancemi a vývojem lesa je přitom velmi důležité pochopit, poznatky z těchto vzájemných interakcí jsou pak důležitým podkladem při plánováních v hospodářských i přirozených lesích (Frelich 2002).

Podle hypotézy přímé regenerace je většina druhů, dominující v porostu před narušením, schopna být dominantní také po disturbanci. Závisí to na intenzitě narušení a specifických vlastnostech jednotlivých druhů (Chen, 2009).

Jelikož disturbance probíhají v lesích dlouhodobě, existují dřeviny, které z těchto narušení profitují, jelikož si vypěstovaly různé adaptace, na určité typy disturbancí a získaly tím konkurenční výhodu před ostatními druhy stromů. U některých jehličnatých druhů jsou například vytvořeny adaptace na požáry. Tyto druhy mají tzv serotinní šišky, které se otevírají až po požáru a semena, která z těchto šišek dopadnou na zem zajistí obnovu. Vysoce hořlavé jehlice těchto druhů stromů, navíc přispívají šíření požáru. Jedná se tedy o vzájemně provázaný vztah, který vznikl evolucí (Frelich 2002).

Na přirozenou obnovu po narušení mají velký vliv stromy nebo části stromů, které přežily disturbanci (Bartels 2015). Velkou výhodou je vegetativní rozmnožovací schopnost. Narušení se často týká úrovňových stromů, eliminuje apikální dominanci a výhonky jsou podporovány výživou z kořenů z pozůstalých mateřských stromů. Dřeviny, které se dokážou rozmnožit vegetativně z pozůstalých částí rostlin mají konkurenční výhodu před druhy, které využívají jiné strategie. Vegetativní rozmnožování totiž umožňuje druhovou stálost a omezuje možnosti křížení druhů, které jsou závislé na pohlavní reprodukci (Illisson, 2009).

To, jak rychle se les obnoví díky těmto přeživším orgánům, závisí na typu narušení, na míře poškození pozůstalých jedinců a na poškození půdy. Například při poškození jednotlivých stromů nebo menší skupiny se v porostu vytvoří malá mezera, která je ihned využita stinnými dřevinami a regenerace je tím pádem velmi rychlá

(Bartels 2015). Naopak v případě velkoplošné disturbance je pravděpodobné, že vývoj lesa nastartují pionýrské druhy (Frelich 2002).

Určité druhy rostou na extrémních stanovištích a dokážou přečkat narušení, poté mají dobrý předpoklad pro růst na uvolněném území, jakmile dojde k odstranění kompetičně silnějších druhů (Frelich 2002).

2.5 Faktory disturbancí

Vývoj ekosystému po narušení závisí na několika faktorech. Disturbance můžou probíhat v určitém časovém intervalu, v různém rozsahu, jsou způsobeny různými činiteli, a proto rozlišujeme typ, intenzitu, frekvenci či závažnost narušení (Bartels 2015).

2.5.1 Frekvence narušení

Frekvence, se kterou narušení probíhá představuje čas, za který se narušení zopakuje na stejném místě. Frekvence významně ovlivňuje obnovu a složení lesa (Pickett 1985). Na území, kde jsou větší narušení častá, se vyskytují světlomilné druhy jako je osika či bříza. Naopak v lesích, kde nedochází k větším disturbancím, se častěji vyskytují dřeviny, které tolerují velké zastínění, jako příklad můžeme uvést buk (Frelich, 2002). Tam, kde dochází k narušení s vysokou frekvencí, se les nevyvine do své závěrečné fáze (Čada, 2016).

2.5.2 Intenzita narušení

Frelich (2002) definoval intenzitu narušení jako množství energie, které se spotřebuje v procesu narušení. Používá se obvykle v souvislosti s narušením vlivem ohně. V tomto případě je intenzita množství energie, která se uvolní ohněm v průběhu hoření.

Pro intenzitu hoření jsou určující faktory počasí, georeliéf, hořlavost nebo struktura porostu (Pickett 1985). Intenzitu můžeme určit také při narušení větrem, v tomto případě by se jednalo o rychlost větru (Frelich 2002).

Různá intenzita může mít odlišný vliv na půdu a jiný dopad na narušení vegetace. V případě stejné intenzity, může být vliv na vývoj lesa odlišný. Vývoj lesa je závislý ještě na dalších faktorech. Obecně lze ale říct, že menší míra narušení, která

ponechá původní strukturu lesa, vede k rychlejší regeneraci než v případě velkoplošné disturbance (Bartels 2015).

2.5.3 Závažnost narušení

V souvislosti s disturbancemi se používá pojem „severity", neboli závažnost narušení. Tento termín popisuje (na rozdíl od intenzity narušení) skutečný dopad narušení na vegetaci, resp. míru poškození vegetace narušením (Pickett 1985). Za disturbanci malé závažnosti můžeme považovat výběrný způsob těžby, drobný požár, či větrné poškození v malém rozsahu, kdy dochází k odumření pouze části horního stromového patra, či podrostu. Naopak při vysoké závažnosti dochází k poškození většiny úrovňových stromů i podrostu. Jako příklad můžeme uvést holosečnou těžbu po které následuje vypálení celé plochy (Frelich, 2002).

Závažnost narušení má velký vliv na další vývoj porostu. V případě, že je narušení minimální a týká se pár jedinců, můžeme očekávat mnohem rychlejší regeneraci než v případě velkoplošného narušení, které změní charakter ekosystému a započne sekundární sukcesi (Bartels, 2015).

Často je dobrá korelace mezi intenzitou a závažností, avšak v oblastech s organickou půdou (rašeliniště, skalnaté oblasti), kde je půda pokrytá mechem, může oheň s nízkou intenzitou (s velikostí plamene menší než metr) zabít kořeny a způsobit téměř 100% úmrtnost stromů. Takový oheň by měl nízkou intenzitu, ale vysokou závažnost (Frelich, 2002).

Ke korelaci mezi intenzitou a závažností také dojde v případě, že vítr s určitou závažností naruší porost, kde se vytvoří množství biomasy podle míry závažnosti. Následný požár a jeho intenzita by byla ovlivněna právě množstvím hořlavého materiálu, na který má vliv závažnost (Cannon, 2019).

Dalším příkladem této korelace může být vichřice vysoké intenzity v mladém porostu. V tomto případě nedojde k žádnému narušení, závažnost je tedy malá, přestože měl vítr vysokou intenzitu.

3. Obnova lesa po jednotlivých typech narušení

Obnova lesa probíhá odlišně při jednotlivých typech narušení. Je to dáno tím, že jednotlivé typy narušení mají různý vliv na půdu či vegetaci, která byla v místě již před disturbancí a díky tomu probíhá obnova odlišně (Bartels, 2015). Například

narušení vlivem kůrovce nemá obvykle takový vliv na změnu druhového složení jako narušení ohněm. Při narušení kůrovcem dojde obvykle k uvolnění přirozeného zmlazení, které existovalo v porostu před narušením a které druhovým složením odpovídá druhovému složení mateřského porostu. Díky obsazení prostoru již existující obnovou se zde příliš neuplatní pionýrské druhy, jelikož se neutvoří holá plocha, na které by svým rychlým růstem konkurenčně předběhly ostatní dřeviny. Naopak v případě požáru dojde k odstranění vegetace i náletu či nárostu, který se pod mateřským porostem vyvíjel. Díky tomu se utvoří holá plocha, kde jsou změněné podmínky, které vyhovují pionýrským druhům (Fischer, 2015).

Dřeviny si vypěstovaly na jednotlivé typy narušení různé adaptace. Například na narušení požárem jsou ve výhodě dřeviny se serotinními adaptacemi před dřevinami, které jsou schopné vegetativního rozmnožování. V případě narušení je to právě naopak (Illisson, 2009).

3.1 Narušení ohněm

Požáry můžou mít velmi různorodý dopad na narušení a následnou obnovu lesa, je to dáno tím, jak různé charakteristiky může požár mít **(**White 1985)**.**

Obecně rozlišujeme podzemní, přízemní a korunové požáry. Jak již vyplývá z názvu, místo, kde probíhají korunové požáry jsou koruny stromů. Větší předpoklad k výskytu tohoto typu požáru mají jehličnaté lesy než listnaté. Jehlice jsou velmi hořlavé. V případě velké intenzity se oheň může šířit v korunách stromů a způsobit velkoplošnou disturbanci s vysokou závažností, listy mají naopak vyšší vlhkost a jsou méně hořlavé. Přízemní požáry jsou naopak typičtější pro listnaté lesy, jelikož v listnatých lesích je na zemi více hořlavého materiálu. Podzemní požáry probíhají několik centimetr podzemí a poškozují kořeny a reprodukční orgány stromů (Frelich 2002).

Intenzita požáru má velký vliv na obnovu lesa po narušení ohněm. Silnější ohně zničí kompletní nadzemní část porostu. V těchto podmínkách se můžou vegetativně obnovit rostliny, které mají své orgány (kořeny, oddenky „lignotubers“) ukryté pod povrchem. V případě serotinních druhů může probíhat obnova i ze semen. Mortalita druhů, které mají podzemní rozmnožovací orgány roste s intenzitou požáru. Tento vztah platí zejména pro podzemní požáry, které ve vrstvách rašeliny nebo humusu pronikají pod povrch a ničí i podzemní orgány (Sousa 1984).

Pro obnovu lesa po narušení je důležitá regenerace stromů, které přežily disturbanci. Podstatné je zejména, aby docházelo ke klíčení semen na narušeném území. Dalšími podstatnými parametry je, aby docházelo ke klíčení i z poškozených kořenů či kmenů a byla dostupná semena z okolního území, které nebylo postiženo velkoplošným narušením (Bartels, 2015).

Dřeviny, které se objevují v lesích ovlivněných ohněm si navíc vypracovaly různé adaptace. Borovice Banksova má tzv serotinní šišky, které zůstávají několik let na stromě v klidové fázi a otevírají se až při požáru. Poté několik milionů semen na hektar dopadá na půdu, aby zde začali klíčit noví jedinci. Serotinní šišky má také smrk černý, několik šišek se otevře každý rok, avšak většina se otevírá při požáru. Z několika milionů semen na hektar vyklíčí 100-300 tisíc semenáčků, které se dále vyvíjí na narušeném území (Frelich 2002). Zatímco serotinní druhy jsou díky ohni zvýhodňovány, druhy, které nemají tyto adaptace mohou lokálně vymírat (Illisson, 2009).

Bříza či topol jsou schopny vegetativního rozmnožování a plodí téměř každý rok. Tyto typicky pionýrské se objevují po velkoplošném narušení s vysokou závažností. Vyhovují jim exponovaná stanoviště, do kterých se brzy rozšíří díky tomu, že nejsou náročné na podmínky a dokážou rychle vyrůst (Frelich 2002).

Výše zmíněnými adaptacemi nedisponuje Borovice vejmutovka, přesto je její existence vázána na narušení působením ohně. Tento druh se střední tolerancí k zastínění plodí jednou za 3-5 let, v prvních 10 letech má velmi pomalý růst, proto roste cca 30 let pod rychleji rostoucími dřevinami jako je bříza nebo topol, javor červený nebo dub. Hlavním důvodem, proč se udržuje v porostech ovlivněných požárem, je schopnost mateřských stromů přežít povrchový požár a růst na nepříznivých stanovištích jako jsou břehy řek a skalní výchozy. Díky růstu na těchto extrémních stanovištích dokáže přečkat disturbance i odolávat kompetičně silnějším druhům (Frelich 2002).

Pokud porovnáme jednotlivé strategie pro obnovu po narušení požárem v boreálních lesích, největší schopnost přežít mají druhy se serotinními šiškami. Tyto dřeviny se dokázaly zachovat dominanci i po požáru. Naopak listnaté druhy se schopností vegetativního rozmnožování či jehličnaté druhy bez serotinních adaptací se v porostu po narušení vyskytovaly mnohem méně nebo vůbec (Illisson, 2009).

Také Chen (2009) ve svém výzkumu uvádí, že například borovice banksova dokáže díky serotinním šiškám pozitivně reagovat na požáry. Naopak počty smrku sivého či jedle

balzámové se po požáru snížily. Díky požáru se zvýšil výskyt topolu a břízy na místech, kde byly tyto druhy pouze málo zastoupenou dřevinou. Autoři tvrdí, že požáry přispívají k druhové diferenciaci a v porostech, kde momentálně dominují jehličnany se budou vytvářet směsi s listnatými druhy. S pozdně sukcesními jehličnatými druhy se do porostu také dostávají listnaté dřeviny. Autoři se domnívají, že díky požárům a klimatické změně by v boreálních lesích mohly dominovat směsi listnatých a jehličnatých dřevin.

Často se opakující požár může zabránit vývoji klimaxových dřevin, každý velkoplošný požár vrátí les ve svém vývoji do počáteční fáze, kdy se na stanovišti objevují opět pionýrské druhy (Bartels, 2015).

Pokud by se naopak narušení požárem neopakovalo déle než za 300 let, začaly by dominovat klimaxové druhy. Tím by se také změnily podmínky pro působení ohně a celý proces obnovy. Listnaté druhy s tvrdým dřevem mají nižší hořlavost a nepodporují požáry velkého rozsahu, tak jako jehličnany. V lese, kde dominují pozdně sukcesní dřeviny, dochází méně často k požárům (Frelich 2002).

3.2 Obnova po narušení větrem

Narušení větrem je běžná disturbance lesních ekosystémů, má velký vliv na dlouhodobou dynamiku struktury a složení lesa (Papaik 2006).

Díky vývratům stromů nebo skupin stromů se v porostech utvářejí mezery různých velikostí. Tento uvolněný prostor mohou využít buď pionýrské druhy, anebo mladí jedinci, kteří rostli pod mateřským porostem (Sousa 1984). V případě, že se v porostu ještě před narušením vyskytují mladí jedinci dřevin, regenerace probíhá rychleji a s menším počtem pionýrských druhů (Taeroe 2019).

Podobně jako u požárů je průběh obnovy závislý na míře narušení a složení porostu před narušením. Na rozdíl od požáru však vítr nezničí podrost, díky tomu zde může probíhat odrůstání stromů, které se v podrostu nacházely před narušením. Vichřice proto velmi často podporují stávající druhové složení porostu, anebo dokonce posouvají druhové složení ve prospěch druhů pozdně sukcesních. Obnova pionýrských druhů probíhá pouze na omezeném prostoru, anebo v případech, kdy se v podrostu nevyskytovalo před narušením dostatečné množství zmlazení (Frelich 2002).

Obecně platí, že k vývratům jsou náchylnější především starší stromy (Sousa 1984). Starší stromy postupně odumírají a je vyšší pravděpodobnost, že budou mít nějaké slabé místo, tam kde působí síla větru. Také mají obvykle větší plochu, na kterou vítr působí a tím jsou více namáhány (Frelich 2002).

Stromy s tloušťkou nad 46 cm byly 1,5krát častěji vyvráceny než stromy s tlouštkou 26- 49,9 cm. Menší stromy jsou ohebnější, díky čemuž je síla vichřice rozložena po celé délce kmene. S nepružným kmenem je veškerá síla větru na celý strom aplikována na kruhovou základnu stromu, což může mít za následek vyvrácení nebo zlomení kmene ve slabém bodě (Petty and Worrel in Frelich 2002).

Tato tvrzení jsou v rozporu s výzkumem, ve kterém se autoři zaměřili na oblast o celkové rozloze 236 000 ha, kde proběhlo narušení vlivem větru a v lese nebyl prováděný žádný zásah člověkem. Míra narušení se pohybovala od minimálního až po kompletní odstranění stromového patra. Zkoumáno bylo 29 334 stromů devíti různých druhů. Z výsledků vyplývá, že k narušení jsou náchylnější světlomilné druhy. Vyšší mortalita byla zaznamenána u stromů ve věku okolo devadesáti let, než u stromů se stářím 126-200 let. To však bylo pravděpodobně způsobeno tím, že starší les byl ve fázi, kdy podrůstal mladšími stromy a tím věkově diferencovanější. Podle výsledku tohoto výzkumu je tedy věková struktura dalším faktorem, ovlivňujícím narušení větrem (Rich 2007).

Větrem jsou postiženy jak jehličnaté, tak listnaté druhy. U listnatých dřevin hrozí poškození větrem zejména v období, kdy jsou na stromu listy. Vítr poté může působit na větší plochu. Obecně platí, že k vývratům jsou náchylnější stromy, které rostou na příkrých svazích nebo v místech, kde se nevyvine rozsáhlý kořenový systém, tak aby zajistil potřebnou stabilitu. Jako příklady můžeme jmenovat písčité, vlhké nebo velmi živné půdy (Sousa 1984).

3.2.1 Těžba versus vichřice

Řada studií se zabývala vlivem těžby na obnovu porostu po narušení větrem. Obnova probíhá odlišně, v závislosti na tom, zda se porost vytěží či ponechá přirozenému vývoji. Po větrné bouři, ke které došlo v roce 1983 v Německu, byla polovina narušeného území vytěžena a druhá polovina se ponechala přirozenému vývoji. Tím vznikl prostor pro porovnání průběhu obnovy. Výzkum probíhal 27 let až do roku 2010, díky tomu bylo možné dlouhodobě sledovat dynamiku lesa.

Rozdíly byly evidovány 10 let od narušení. Na vytěženém území se objevilo velké množství břízy, která dosáhla své maximální hustoty cca 9500 ks/ha. Na území ponechaném přirozenému vývoji dosáhla bříza své maximální hustoty o pět let déle a s přibližně polovičním počtem jedinců okolo 4000ks/ha. Od té doby se počet břízy na

obou stanovištích snižoval, naopak počet smrku se postupně zvyšoval po celých 25 let, kdy byl prováděn. Smrk lépe prosperoval na místě, kde nebyla prováděna těžba. Na netěženém stanovišti bylo více semenáčků a smrk také vykazoval větší výškovou a prostorovou variabilitu (Fischer 2012).

Pro úspěšnou regeneraci smrkového lesa je potřeba, aby v lese zůstalo dostatek mrtvého dřeva, které je důležité pro růst semenáčků. V případě, že dojde k odvozu vyvrácených stromů, regenerace trvá déle a je obtížnější (Svoboda 2010). Vývoj porostu se vytěžením posune do své dřívější sukcesní fáze. Na stanovišti je více vegetace, se kterou musí nové semenáčky soupeřit. Po těžbě se v porostu objeví více pionýrských dřevin a zůstávají delší dobu ve směsi s klimaxovými druhy, než když je porost ponechán přirozenému vývoji. Je to dáno tím, že těžbou se poškodí velké množství semenáčků, které již získaly růstový náskok před buření. Například pokud by byl vichřicí poškozen porost s dominancí břízy a smrkovým podrostem, došlo by k odstranění bříz, tím by se ke smrku dostalo více světla a mohl by odrůstat. Pokud by v tomto příkladu došlo k těžbě, poškodil by se smrkový podrost, tím by vznikl prostor pro osídlení stanoviště různými druhy trav a pionýrskými dřevinami. Kvůli tomu by regenerace smrku trvala déle (Taeroe 2019).

3.3 Obnova po narušení kůrovcem

Narušení lesa vlivem lýkožrouta je v posledních letech nejčastější disturbance v lesích střední Evropy. Podkorní hmyz napadá za normálních podmínek především oslabené stromy. V případě nevhodných podmínek je smrk stresován a jsou oslabovány jeho fyziologické procesy, díky tomu se stává náchylnějším k náletu kůrovce. Jednou z obran smrku proti napadení je produkce pryskyřice, v případě omezení této obranné schopnosti má brouk větší potenciál napadnout strom. Za zmínku také stojí vliv extrémních vichřic, které způsobí velkoplošné polomy a vývraty. Při velkoplošném poničení lesa lýkožrout snadno pronikne do stromů, které již nemají možnost produkovat pryskyřici. Za ideálních podmínek hrozí přemnožení tohoto škůdce a devastace velké lesní plochy. Vysoká teplota, sucho, slunné podnebí, stromy poškozené větrem tvoří ideální podmínky pro rozmnožování a šíření (Baier in Kindlmann 2012). Napadení probíhá tak, že samec vyhledá vhodný strom, kde vyhloubí tzv. Snubní komůrku, začne produkovat feromony, čímž naláká samičky. Obvykle platí, že na jednoho samce připadají dvě až tři samičky. Ve snubní komůrce

dochází k páření a samice hloubí mateřské chodby, kam kladou vajíčka. Obvykle nakladou dvě až tři vajíčka, přičemž celá snůška má mezi 50-80 vajíčky. Za ideálních podmínek se šíří velmi rychle, naopak lýkožroutovi neprospívá velké množství srážek, které napomáhají obranyschopnosti stromů a trvale nízké teploty. Jednotlivé studie se liší v údajích, při jakých teplotách je lýkožrout schopen napadnout stromy. Obecně platí, že při dlouhotrvajících teplotách pod -10 stupňů, dochází ke zvýšené mortalitě v zimním období. Pokud kůrovci nestihnou vyletět před zimou, přezimují na stejném místě, kde probíhal vývoj. V případě většího narušení lýka, určité procento opouští kmen a přezimuje v hrabance poblíž kmenu. Velkou výhodou jsou pro tento hmyz popadané nebo vyvrácené stromy pod sněhovou pokrývkou, která slouží jako tepelný izolant a zabrání teplotě klesnout pod 0 stupňů (Kindlmann 2012).

Ve srovnání s disturbancemi vlivem větru či ohně je narušení kůrovcem odlišné v několika bodech a.) nenarušený půdní povrch, b.) postupné změny v mikroklimatu v průběhu odumírání korunového patra c.) minimální narušení nejmladších zmlazených semenáčků a bylinného patra (Macek 2016).

Narušení probíhá jak v kulturních lesích, tak v chráněných oblastech. Velmi diskutované téma je, jak s těmito zasaženými oblastmi zacházet tak, aby byla zachována hospodářská funkce lesa, biodiverzita a funkce ekosystému. Proto je velmi důležitá detailní znalost post distubanční sukcese, protože období těsně po narušení je klíčové pro další vývoj lesa (Macek 2016).

Stromy se při narušení zmlazují okamžitě v místech, kde se v porostu utvoří mezera vlivem narušení a na půdu pronikne světlo. Mladí jedinci jsou schopni se uchytit na široké škále stanovišť, kde rostou do doby, než dojde k vlivu různých druhů trav, se kterou soupeří o zdroje. Takto zmlazené porosty v průběhu narušení mají dobrou stabilitu a genetickou výbavu (Macek 2016).

3.3.1 Faktory ovlivňující regeneraci smrkového lesa

Rychlost a kvalita přirozené obnovy, po narušení kůrovcem, závisí na několika faktorech. V případě, že se pod narušeným mateřským porostem nevyskytuje žádná obnova, musí být na stanovišti, kde došlo k narušení, dostatečné množství plodných stromů a pro vývoj semenáčků je podstatné, zda jsou půdní podmínky vhodné pro růst (Korpel, 1991). Pokud se v porostu před narušením vyskytuje obnova, pak úspěšná regenerace nezávisí na mateřských stromech, ale na dalších faktorech jako je teplota a

světlo či půdní podmínky. Dále je pro obnovu smrkového lesa důležité, na jakém stanovišti smrk rostl. Nejvyšší mortalitu měly semenáčky na graminoidech, středně se jim dařilo na rašeliništích a nejnižší mortalita byla zaznamenána na mrtvém dřevu. Nejvyšší rozdíly v mortalitě mezi jednotlivými stanovišti byly pozorovány v prvních 5 letech růstu. U semenáčků menších, než 5cm byla 80 % mortalita na graminoidech, na rašeliništi nepřežilo zhruba 70% a na mrtvém dřevu byla 50% úmrtnost. Jakmile výška semenáčků dosáhla 10 cm, rozdíly v mortalitě na jednotlivých stanovištích se snížili. Na graminoidech odumřelo 21 %, na rašeliništi okolo 14% a na mrtvé dřevu přibližně 12% jedinců. Při výšce smrku nad 50 cm, byla mortalita na všech stanovištích pouze minimální (Macek 2016).

Regeneraci lesa po kůrovcovém narušení výrazně ovlivňuje výška semenáčků, kteří se vyskytují v porostu před nebo těsně po narušení. Po narušení ve smrkových lesích často odrůstá obnova, která je v době narušení nižší než 10 cm. Na takových stanovištích může být obnova být klasifikována jako nedostatečná ještě několik let po narušení. Tyto nejmenší semenáčky vykazují nejvyšší mortalitu v rozmezí 20-50 % v závislosti na stanovišti, přesto hrají důležitou roli v obnově smrkového lesa. Naopak semenáčky vyšší než 50 cm vykazují mortalitu menší než 5 % na všech stanovištích (Macek 2016).

Vegetace je limitujícím faktorem přirozené obnovy, ovlivňuje zejména menší semenáčky, kterým ubírá světlo a živiny. Z toho důvodu mají větší šanci přežít vyšší semenáčky, jelikož s rostoucí výškou postupně odrůstají negativním vlivům buřeně. (Macek 2016).

3.3.2 Schopnost smrku zachovat dominanci

Narušení kůrovcem obvykle nevede k razantní změně v druhovém složení porostu. Uvolňování zápoje probíhá postupně, díky tomu obvykle vyrostou noví jedinci, kteří se vyvíjeli pod mateřským porostem před narušením nebo v jeho průběhu. Některé semenáčky odrostou vlivu buřeně dříve, než dojde k úplnému rozvolnění zápoje (Fischer, 2015). Macek (2016) od sebe ve svém výzkumu oddělil termíny „advance regeneration“ a „disturbance-related regeneration“. Termín „advance regeneration“ užívá pro stromky, které už přesáhly fázi růstu nejvíce náchylnou k úmrtí a mají vyšší šanci déle přežít v podrostu. „Disturbance-related regeneration“ je termín pro semenáčky, které začaly růst v průběhu nebo hned na

začátku narušení a mají jiné ekologické podmínky, ale pochází ze stejného zdroje semen. Na ploše bylo od roku 1998 sledováno celkem 2 552 semenáčků, z toho počtu se 14 % vyskytovalo v porostu již před narušením a zbylých 86 % začalo růst v průběhu nebo hned po začátku narušení. V roce 2010 na zkoumaném stanovišti přežilo 316 jedinců, tedy 12,4 % z celkového počtu. Většina obnovy (58 %) pocházelo ze semenáčků, které se v porostu vyskytovaly v průběhu či těsně po narušení. Obnova, která se v porostu nacházela před narušením zvýšila své zastoupení na 31 % v roce 2010, především kvůli nižší mortalitě. Autoři ve svém článku zamítli hypotézu, že obnově budou dominovat jedinci, kteří se v porostu vyskytovali již před narušením.

Silný pozitivní sousedský efekt řídí regeneraci stromů po narušení kůrovcem a vede k regeneraci dominantních stromů smrku ztepilého. Pro regeneraci lesa po narušení je klíčové, zda nejmenší semenáčky v podrostu zůstaly nenarušeny. Pokud je podrost nenarušen, pak nedojde ke změně druhového složení ani když narušení stromového patra dosáhne 100 % (Zeppenfeld, 2015).

Zejména semenáčky smrku vykazovaly dobrou schopnost regenerace. V prvních pěti letech bylo rozmístění smrku nepravidelné s nízkou hustotou, po pátém roce zvýšil dvojnásobně svou hustotu ve srovnání s ostatními druhy. Po narušení byla obnova přítomná na 58 % plochy, po pěti letech se zvýšila na 64 %, v desátém roce dosahovala hodnoty 71 % a po patnácti letech od narušení byla zaznamenána přítomnost obnovy na 76 % zkoumaného území. Při regeneraci jednoznačně dominoval smrk. Vyskytoval se buď samostatně nebo ve směsi s různými druhy listnatých dřevin. Pouze smrk se vyskytoval na 40,4 % zkoumaného území, smrk ve směsi s listnatými dřevinami zaujímal podíl 31,6 %, pouze listnaté dřeviny tvořily 4,1 % a z 23,9 % nebyla přítomna žádná obnova. Nejčastější dřevina, která se vyskytovala se smrkem byl v prvních letech po narušení jeřáb.

Autoři se navíc domnívají, že i v případě nepřítomnosti obnovy před narušení či velkoplošného narušení, které by způsobilo 99% odumření korunového patra, je možná regenerace smrkového lesa, aniž by se vývoje porostu účastnili pionýrské druhy. Odumření většiny stromů horního stromového patra by nevedlo k zásadní změně druhového složení ve prospěch pionýrských druhů jako bříza, vrba či osika. Smrk by si i po této události zachoval svoje dominantní postavení (Zeppenfeld, 2015).

Dominanci smrku při vývoji po narušení lýkožroutem smrkovým také dokazuje výzkum z Bavorského národního parku, jehož výsledky jsou znázorněny v tabulce 1. Autoři zachytili početní vývoj semenáčků jednotlivých druhů v čase.

Nejvýznamnějšími druhy, které se podílely na obnově byl smrk ztepilý, bříza bělokorá a jeřáb horský. Data jsou k dispozici od roku 1991, dva roky před narušením, které proběhlo v roce 1993 a zahrnují semenáčky vyšší než 20 cm. Dva roky před narušením se v porostu vyskytovalo 711 ks/ha smrku, 32 ks/ha břízy bělokoré a 215 ks/ha jeřábu. Smrk tvořil 72,7 % podíl z celkového počtu. V roce 1996 byl zaznamenán mírný pokles tohoto podílu na 70,9 % (769 ks/ha), naopak mírně vzrostl počet břízy bělokoré a jeřábu. Dominance smrku se začala výrazněji projevovat za 7 let od narušení, kdy počet smrku byl 1490 ks/ha, což bylo 77,3 % z celkového počtu. Od té doby smrk neustále zvyšoval svůj podíl v zastoupení dřevin. Na konci zkoumaného období v roce 2005, byl počet smrku 4033 ks/ha, což byl 89,6% podíl na celkovém zastoupení (Heurich, 2009).

TABULKA 1: VÝVOJ OBNOVY SEMENÁČKŮ NAD 20 CM U JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ

Zdroj: Heurich 2009

	1991		1996		2000		2005	
	Ks/ha	%	Ks/ha	%	Ks/ha	%	Ks/ha	%
Smrk ztepilý	711	72,7	769	70,9	1490	77,3	4033	89,6
Jeřáb	215	22	243	22,4	370	19,2	355	7,9
Bříza bělokorá	32	3,3	46	4,2	55	2,9	86	1,9
Ostatní druhy	21	2	26	2,5	13	0,6	28	0,6

3.3.3 Vliv těžby na obnovu

Volba managementu, podle kterého se bude postupovat při obnově lesa postiženého kalamitou, má velký vliv na regeneraci lesa (Fischer 2012).

V národním parku Šumava byl proveden výzkum, kde se porovnávaly plochy, kde došlo k narušení vlivem kůrovce, část porostu byla vytěžena, část ponechána bez intervence člověka. Území bylo rozděleno na 3 části. 1.) klimaxové porosty s kompletním odumřením korunového patra. 2.) klimaxové porosty kde proběhla těžba 3.) podmáčené porosty s částečným odumřením korunového patra.

Na vytěženém stanovišti razantně poklesl počet mechorostů, naopak expandovaly různé druhy trav s pionýrskými dřevinami (Jonášová 2008). V porostu bez zásahu člověka se dobře dařila regenerace smrku s jeřábem a výjimečně také buku. Na vytěženém stanovišti byl výrazně nižší počet smrku s jeřábem, naopak se na

stanovišti vyskytovaly pionýrské druhy jako je vrba, bříza či topol. Na místě bez těžby naopak byl vyšší výskyt klimaxových druhů jako je buk.
Zvláštním druhem byl jeřáb, který byl početně nejlépe regenerujícím druhem. Jeřáb se nejlépe obnovoval na ploše s kompletním odumřením stromového patra v netěženém porostu. Semenáčky jeřábu menší než 50 cm se hojně vyskytovaly na podmáčených stanovištích. Semenáčky vyšší než 50 cm se vyskytovaly většinou na území s odumřelým korunovým patrem. Zhruba 10 let od narušení se nejvíce semenáčků jeřábu vyskytovalo na netěženém území 100-600 ks/ha, na těženém území 50-175 ks/ha a na podmáčeném stanovišti 0-100 ks/ha.

Počet smrku se zvyšoval na všech stanovištích po dobu celého výzkumu, avšak jeho počet a výška se lišila v závislosti na stanovišti. Semenáčky smrku menší než 50 cm relativně dobře regenerovali na podmáčeném stanovišti, což bylo i díky úrodným stromům, avšak jejich počet klesal na stanovišti s odumřením korunového patra a na vytěženém stanovišti. Semenáčky vyšší než 50 cm zvyšovaly svůj počet na netěženém stanovišti i na vytěženém místě, naopak počet stagnoval na podmáčeném stanovišti. Největší část regenerace smrku probíhala přes nejmladší semenáčky jejich počet, ale klesal, zejména na vytěženém stanovišti. Na podmáčeném stanovišti se počet mírně zvyšoval. Všechny ostatní věkové kategorie smrku byly nejvíce zastoupeny na netěženém stanovišti, bylo zde velké množství mladých semenáčků a menší starších. Počet starších semenáčků se zvyšoval i na těženém stanovišti, ale ne tak razantně jako na netěženém. Na podmáčených stanovištích byl vzácný výskyt starších semenáčků (Jonášová 2004).

Podle dat z výzkumu, který probíhal na Šumavě po narušení kůrovcem, je tedy pro regeneraci smrku vhodnější, ponechat přirozený les bez zásahu. Na stanovišti bez těžebního zásahu byla zaznamenána větší věková diferenciace, což je příznivý jev pro stabilitu porostu. Semenáčkům nekonkurovala buřeň. Ve smrkovém porostu se navíc vyskytovalo méně pionýrských druhů.

4. Vývoj v zastoupení dřevin při obnově

Zastoupení dřevin při obnově se vyvíjelo podle požadavků majitelů lesů a společnosti na lesní funkci. Dříví se v minulosti využívalo především jako palivo, později i jako stavební materiál, dnes plní les také ekologickou a rekreační funkci.

4.1 Legislativa

Obnovu lesů ovlivňuje legislativa. Již od poloviny 18. století je lesním zákonem uložena povinnost zalesnit území, kde proběhla těžba (Cenia, 2008). V současné době vyhláška 289/1995 ukládá vlastníkovi lesa zalesnit každou holinu do dvou let a zajistit do sedmi let od jejího vzniku. Nerozlišuje se, z jaké příčiny došlo ke vzniku holiny. Pojmy zalesnění a zajištění definuje vyhláška 139/2004. Zalesněný pozemek je ten, na kterém roste minimálně 90 % životaschopných jedinců rovnoměrně rozmístěných po ploše, z toho může být maximálně 15 % pomocných dřevin. Pro zajištění jsou danou vyhláškou definovány tyto podmínky. Stromky musí vykazovat trvalý výškový přírůst, jsou rovnoměrně nebo skupinovitě rozmístěny, jejich počet navíc nesmí klesnou pod 80 % minimálního počtu pro obnovu nebo zalesnění. Musí být odrostlé negativnímu vlivu zvěře a buřeně.

Při volbě zastoupení jednotlivých dřevin při obnově, vlastník musí vycházet z vyhlášky 289/2018. V příloze této vyhlášky jsou cílové hospodářské soubory, které sdružují stanoviště s podobnými klimatickými a půdními podmínkami. Pro každý cílový hospodářský soubor je vyjmenováno, které druhy mohou být uplatněny jako základní cílové, základní přípravné nebo meliorační a zpevňující dřeviny. Navíc u melioračních a zpevňujících dřevin je u každého cílového hospodářského souboru uveden minimální podíl. Pokud bychom vycházeli pouze z této vyhlášky, je zřejmé, že smrk by se neměl vysazovat v nižších polohách. Smrk se nevyskytuje v žádném hospodářském souboru pro 1. a 2. lesní vegetační stupeň.

4.2 Obnova

Obnovu můžeme rozdělit na přirozenou, kombinovanou a umělou.

4.2.1 Přirozená obnova

Přirozená obnova je,, *Způsob vytváření nové generace lesa autoreprodukcí mateřského porostu semeny. V přirozeném lese probíhá samovolně, v lese hospodářském je spojena s cílevědomou činností lesního hospodáře“* (mezistromy.cz, 2020).

Pro úspěšný vznik kvalitní přirozené obnovy je důležité, aby byly splněny tyto podmínky:

1.) Zejména na holinách je podmínkou přirozené obnovy, aby se v sousedních porostech vyskytovaly dřeviny s lehkými a okřídlenými semeny, které vítr

snadno roznáší. Tato semena má například bříza nebo osika čili typicky pionýrské druhy, kterým podmínky holiny vyhovují (Vacek 2018).

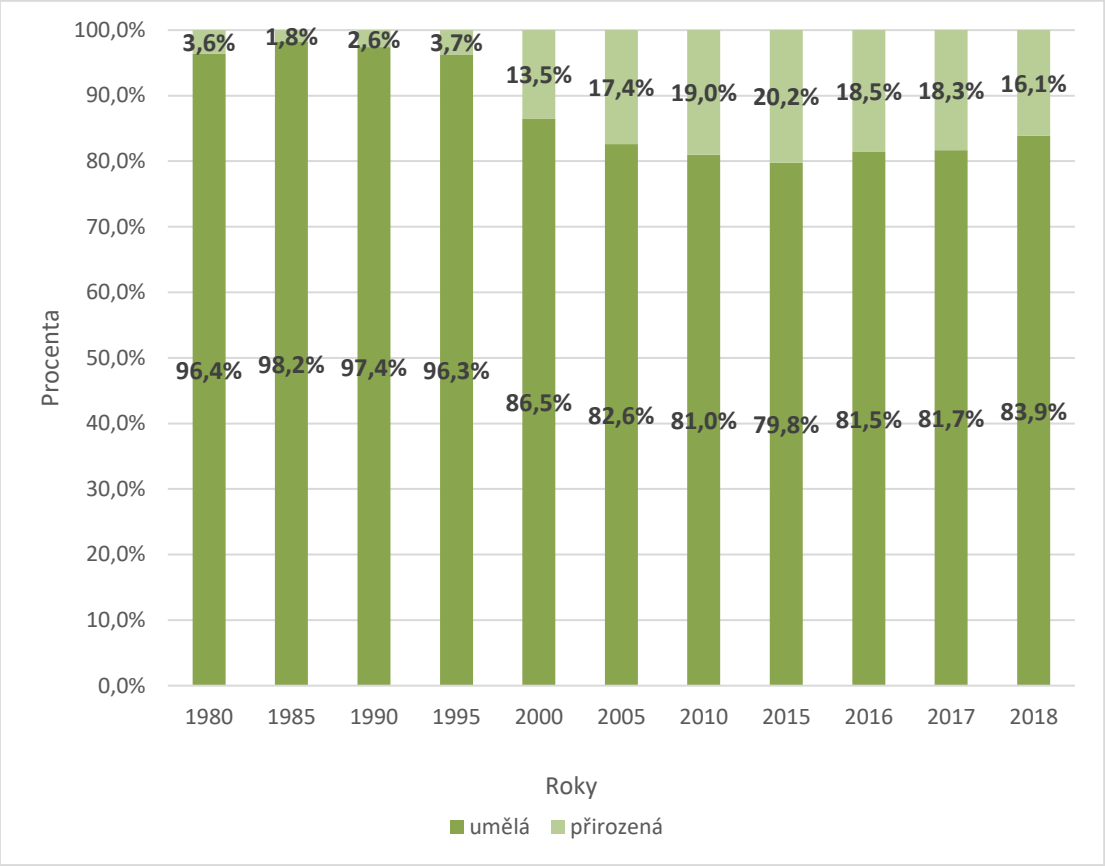
2.) Výskyt semenného roku – dřeviny, které by se měly účastnit přirozené obnovy, musí v daném roce produkovat semena (mezistromy.cz, 2020).
3.) Vhodné půdní podmínky – Důležitým předpokladem pro úspěšnou přirozenou obnovu je vhodný stav půdy. Vhodné vlastnosti půdy můžeme zajistit tím, že upravíme zápoj, tak aby na půdu dopadalo vhodné množství světla. Na zabuřeněných stanovištích se provádí narušení půdy, aby se odkryla minerální půda (Vacek 2018).
4.) Vhodné klimatické podmínky pro úspěšnou přirozenou obnovu jsou poslední podmínkou (Vacek 2018).

Při obnově kalamitní plochy je vhodné využít všechny dřeviny z přirozené obnovy, které se na holině vyskytují (Křístek, 2019). Využívání přirozené obnovy lesa má své výhody ekonomické i ekologické. Nově vzniklé porosty budou mít druhovou skladbu, která bude většinou lépe odpovídat stanovišti a porost bude pravděpodobně v budoucnu odolnější k dalšímu narušení. Komě toho je vyšší odolnost stromů zajištěna přírodním výběrem, který vyselektuje a zachová jen nejodolnější jedince. Ekonomické výhody spočívají v úspoře za pracovníky, nákup osiva a sazenic (Šindelář, 2000). Vzhledem k tomu, že přirozené zmlazení má vyšší hustotu než uměle založená kultura, náklady na výchovu přirozeně vzniklých porostů mohou být vyšší. Díky přírodnímu výběru jsou zachováni jedinci, kteří jsou lépe adaptováni na lokální podmínky. Navíc se omezí ztráty některých genů, jak k tomu dochází u umělé obnovy (Koščulič, 2010).

Přestože se nyní přirozená obnova podporuje a je v lesnictví vítanou možností obnovy, předpokládá se, že její podíl bude dočasně klesat, protože při těžbě na kalamitních holinách může dojít k poničení obnovy těžebními technologiemi. Dalším důvodem očekávaného poklesu podílu přirozené obnovy je snaha o změnu ve druhovém složení. V případě přirozené obnovy se na holině mohou vyskytnout pouze druhy dřevin, jejichž mateřské stromy se nacházely v porostu před narušením nebo po narušení. Pokud je zájmem dostat do porostu jiné druhy dřevin než ty, které se tam nacházely, není jiné možnosti, než přistoupit k umělé obnově (Lesy Čr, 2019).

Z grafu 1 vyplývá, že k výraznému zvýšení podílu přirozené obnovy došlo v letech 1995-2000, od té doby se podíl zvyšoval pouze minimálně do roku 2010 a od roku 2015, kdy se v některých místech České republiky začínal projevovat podíl nahodilých

těžeb spojených s gradací lýkožrouta smrkového, dochází k poklesu. V kalamitním roce 2018 je pokles výrazný.



GRAF 1:VÝVOJ PODÍLU PŘIROZENÉ A UMĚLÉ OBNOVY V ČR.

Zdroj: Mze 1999,2000,2005,2018

4.2.2 Kombinovaná obnova lesa

Tento typ obnovy se také využívá v kulturních lesích a kombinuje přirozenou a umělou obnovu. Základem nového porostu je přirozená obnova, která je z různých příčin nedostatečná. K přirozenému zmlazení se poté uměle doplňují další druhy, tak aby tvořily vhodnou směs s přirozenou obnovou a měly příznivé vlastnosti k růstu na daném stanovišti (Martiník 2016).

4.2.3 Umělá obnova

Stále ještě většinový podíl při obnově lesa zaujímá umělá obnova. Nový porost vzniká buď ze semenáčků vysázených na místě obnovy nebo síjí semen a plodů přímo na obnovovanou plochu (mezistromy.cz, 2020).

Reprodukční materiál, který se využívá, musí pocházet z tzv. uznaných zdrojů reprodukčního materiálu. Řadíme sem například semenný a sadební materiál. Sadební materiál se získá ze semenného materiálu, z částí rostlin nebo z přirozeného zmlazení. Zdroje reprodukčního materiálu uznává ÚHÚL. Vyhláška 139/2004 udává, kde můžeme daný reprodukční materiál použít. Odvíjí se to od stanoviště, kde byl reprodukční materiál získán. Je zde patrná snaha o to, aby byl reprodukční materiál použitý v podobných podmínkách, na které se přizpůsobil mateřský porost.

V případě, že jsou semena získána z více stromů, mají vyšší počet genotypů a je pravděpodobnost vyšší kvality. Riziko s sebou nese sázení semenáčků ze školek. Ve školkách se stromky pěstují v ideálních podmínkách a nedojde k selekci nejodolnějších jedinců. To může mít za následek menší odolnost vysázených semenáčků (Koščulič 2010).

Kromě kvality sadebního materiálu je při umělé obnově také velmi důležitý správný postup prací. Při převozu sadebního materiálu je důležité udržet vlhkost kořenů a zabránit jejich přehřátí či zapaření. Pro tento účel se doporučuje použít přepravní obaly. Skladování by nemělo být delší než 3 týdny v neklimatizovaných skladech (Jurásek 2016).

Výsadba prostokořenného materiálu může začít na jaře, kdy není promrzlá půdy a teplota je vyšší než 5 °C. Jehličnany, s výjimkou modřínu, je možné sázet i v létě za vhodných klimatických podmínek. Podzim je ideální pro výsadbu listnatých dřevin.

Výsadba krytokořenného sadebního materiálu se může provádět do vlhké půdy, půda však nesmí být zabahněná nebo zmrzlá. Během výsadby musí být vyšší teplota než -2 °C. Vzhledem k častému jarnímu suchu se doporučuje podzimní výsadba (Jurásek 2016).

„ *Při žádném způsobu výsadby nesmí dojít k deformacím kořenů a ke kořenovému systému musí být přidána organická hmota odebraná z okolních humusových horizontů. U krytokořenného sadebního materiálu je nutná ochrana kořenového balu před oschnutím“* (Jurásek 2016).

Umělá obnova se kromě zalesňování holin využívá v případě, že chceme významněji změnit druhovou skladbu. V tomto případě obvykle nelze spoléhat na přirozenou obnovu, protože cílové dřeviny se v porostu často nevyskytují (Mze 1999). Z tabulky 2 vyplývá, že umělá obnova probíhá většinou sadbou, síje tvoří jen nepatrnou část z celkového počtu umělé obnovy.

TABULKA 2: POROVNÁNÍ ZASTOUPENÍ SÍJE A SADBA NA CELKOVÉ HODNOTĚ UMĚLÉ OBNOVY ZDROJ: MZE 1999,2000,2005,2018

Rok	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018
Umělá obnova cekem	33615	30128	21867	18318	21859	18797	21245
Sadba	32846	29694	21486	18156	21686	18677	20987
Síje	769	434	381	162	173	120	258

4.3 Druhové složení lesů v Čr

Přestože by v České republice přirozeně dominovaly listnaté a smíšené lesy, v současné době převažují jehličnaté dřeviny. Pouze smrk zaujímá zhruba 50% celkové výměry porostní plochy (Mze 2018).

V období od 14. do 18. století pokrývaly lesy zhruba 20% plochy České republiky. Od té doby se výměra lesních pozemků zvyšovala až na dnešních 33 %. S tím souviselo vysazování dřevin na pozemcích, které neplnily funkci lesa. Tyto dřeviny byly často ekologicky nevhodné a vysazovány na velkých plochách jako monokultury (Prach, 2009).

Masová výsadba jehličnanů na našem území začala zhruba od poloviny 18. století. Nejprve se vysazovala především borovice a později i smrk. Důvody byly především ekonomické. Tehdejší lesníci byli zastánci tzv. školy čistého výnosu, kde hrál zisk klíčovou roli při lesnických plánech. Především smrk má pro toto uplatnění dobré předpoklady. Roste na široké škále stanovišť v různých nadmořských výškách. Není náročný na výchovu jako listnaté dřeviny, které mají sklon k rozsochatému růstu. Doba obmýtí je výrazně kratší než u dubu s bukem. Díky pěstování monokultur se zvýšil podíl holosečného hospodaření (Vacek 2019).

V zelené zprávě o stavu lesa, vydané ministerstvem zemědělství v roce 1999, se uvádí „Druhová skladba lesů je výsledkem úsilí minulých generací lesníků uspokojit tehdejší hlavní společenskou poptávku – požadavky na vyrovnanou maximálně možnou produkci kvalitního dříví. Relativně vysoké zásoby dříví v našich lesích i jejich rozloha a relativně velmi dobrá kvalita jsou důkazem, že tyto cílevědomé snahy byly úspěšné.“ Dosažení maximální možné produkce dříví je však vykoupeno

tím, že převažující jehličnaté monokultury jsou velmi labilní. Ve snaze docílit větší stability, byly hledány postupy, které by ji zajistily. Do porostů se opět zaváděly zpevňující dřeviny, při výchovných zásazích byl kladen větší důraz na stabilitu (Mze 1999).

Za současné situace, kdy neustále roste podíl nahodilé těžby a holin, je možné provést zásadní změnu v druhové skladbě našich lesů. Nově založené porosty by měly být druhově a strukturně pestré, tak aby byly v budoucnu odolné vůči různým (i aktuálně nepředpokládaným) narušením a schopné růst za změněných klimatických podmínek (Lesy Čr, 2019).

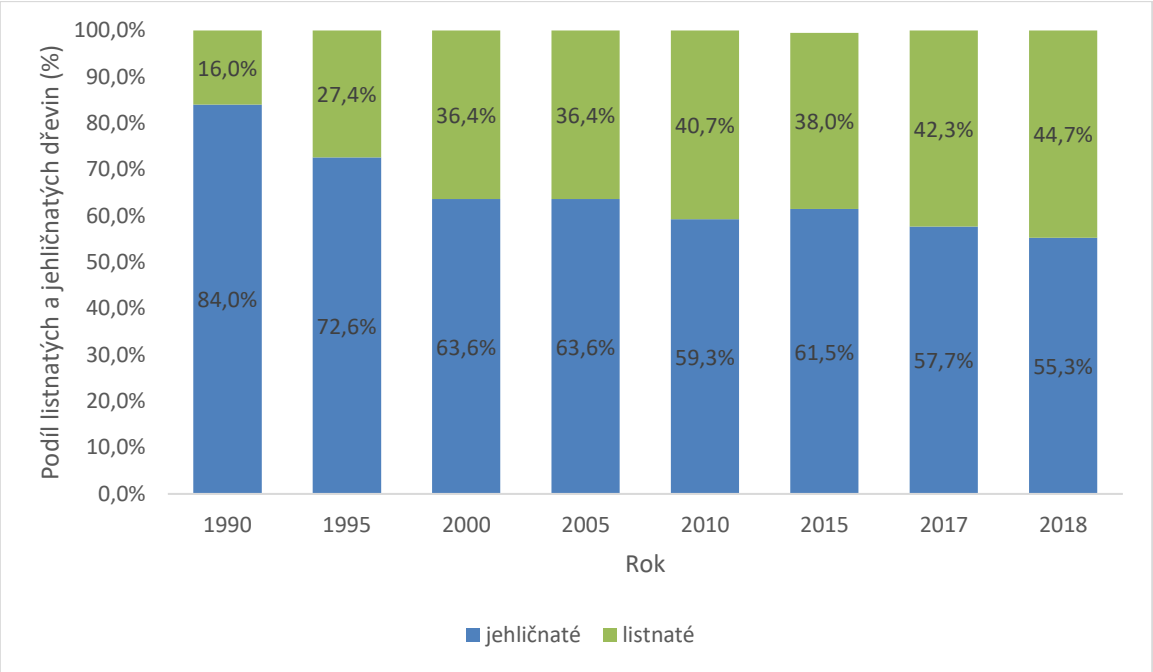
TABULKA 3: PŘIROZENÁ, SOUČASNÁ A DOPORUČENÁ DRUHOVÁ SKLADBA LESŮ V %

Zdroj: Mze 2018

Skladba lesů	smrk	jedle	borovice	modřín	dub	buk
Přirozená	11,2	19,8	3,4	0	19,4	40,2
Současná	50	1,1	16,4	3,8	7,3	8,6
Doporučená	36,5	4,4	16,8	4,5	9	18

4.4 Zastoupení dřevin při umělé obnově

V roce 1950 byl podíl listnatých dřevin v umělé obnově 12 %, což je velmi nízký podíl ve srovnání s jejich přirozeným zastoupením. Do roku 1990 se tento podíl zvýšil pouze na 16 %. Z procentuálního podílu jehličnatých a listnatých dřevin je zřejmé, že v roce 1995 byly lesy převážně jehličnaté. Přesto se v zelené zprávě, vydané ministerstvem zemědělství v roce 1999 uvádí,, *obecně tradovaný názor o převaze jehličnatých monokultur v České republice je mylný.*“ Ministerstvo vycházelo z definice, která označuje za jehličnatou monokulturu porost, ve kterém je méně než 25% listnatých dřevin. V takovém případě tvořily jehličnaté porosty pouze 31,18% porostní plochy (Mze 1999). Podle grafu 2, který sleduje zastoupení jehličnatých a listnatých dřevin při umělé obnově však v českých lesích jednoznačně převládají jehličnaté lesy.



GRAF 2: PODÍL JEHLIČNATÝCH A LISTNATÝCH DŘEVIN PŘI UMĚLÉ OBNOVĚ

Zdroj: Mze 1999,2000,2005,2018

Kromě ekonomické funkce by měl les plnit také funkci ekologickou, enviromentální, ochrannou a vodohospodářskou. Dřevinná skladba by měla být přizpůsobena růstovým podmínkám. Přestože byl tento požadavek formulován již v 19. století, přirozená druhová skladba se výrazně lišila a stále liší od současné i doporučované (Mze 2000). Zhruba ze dvou třetin se v České republice přirozeně vyskytovaly listnaté dřeviny, když si vezmeme, že v roce 1920 byl podíl jehličnatých dřevin 88 %, došlo k obrovské změně ve druhovém složení. Postupem času přicházela snaha o snížení tohoto propastného rozdílu. V zelených zprávách o stavu lesa, vydaných v letech 1998-2000, se píše, že výraznou změnu v druhovém složení, tak aby nedošlo k nepřiměřeným ekonomickým ztrátám a nákladům, je možno provést až v horizontu 100-200 let. (Mze1998-2000). Vhledem k aktuální situaci, kdy jsou ekonomické ztráty obrovské a náklady na těžbu a zpracování kůrovcového dříví často převyšují zisk, se tento plán ukázal být iluzorní a obavy o ekonomické ztráty nepodložené

Z tabulky 4 vyplývá, že nejčastějším způsobem zalesnění je umělá obnova na holině výsadbou sazenic. Síje tvoří v posledních letech pouze minimální podíl při umělé obnově.

TABULKA 4: ZPŮSOBY OBNOVY.

Zdroj: Čsú

	síje		sadba		Přirozená obnova	
rok	Na holině	Pod porostem	Na holině	Pod porostem	Na holině	Pod porostem
2009	87	31	20441	341	3774	789
2012	76	9	19557	261	4873	688
2015	114	6	18444	233	4136	613
2018	231	27	20782	205	3244	831
celkem	581		80264		18948	

4.5 Zastoupení jednotlivých druhů dřevin při umělé obnově

Smrk je dlouhou dobu nejčastěji vysazovanou dřevinou. Z grafu 4 vyplývá, že se jeho podíl na umělé obnově snižoval v letech 1990-2000, naopak od roku 2000 se jeho podíl již příliš nemění.

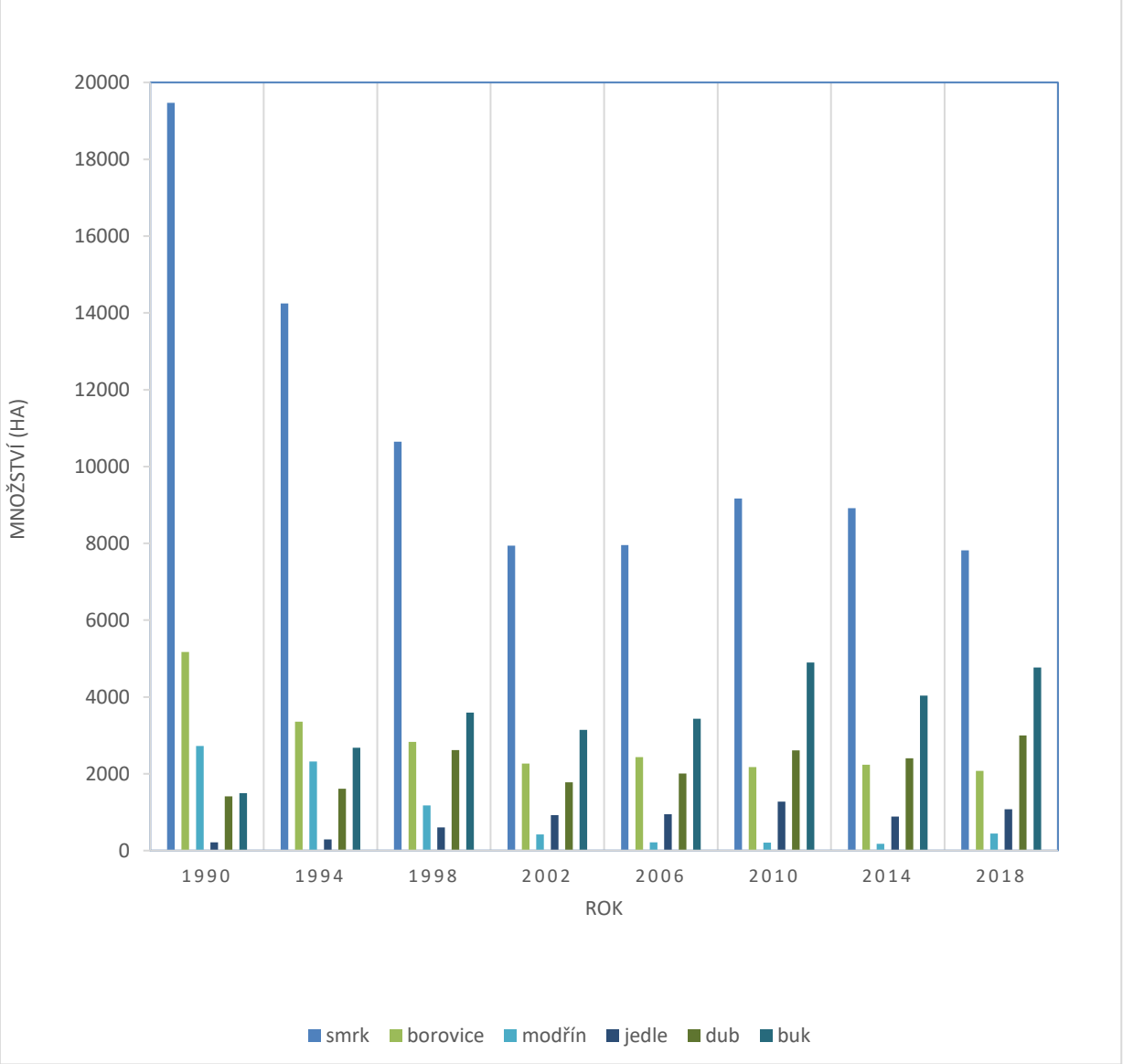
Borovice je dřevina, která má velkou odolnost vůči nepříznivým podmínkám, využívá se jako pionýrská dřevina, případně také na nepříznivých stanovištích v lesích, které plní spíše ochrannou funkci. Její podíl se při umělé obnově příliš nemění.

Zastoupení modřínu se snižovalo od roku 1990 do roku 2014, k největšímu poklesu došlo dle údaje z grafu mezi roky 1994-2002. Modřín je dřevina, které neprospívá růst v monokulturách. Vzhledem k současnému požadavku pěstování smíšených porostů se v posledních letech jeho zastoupení zvýšilo. Současné zastoupení modřínu je stále nižší než doporučené.

Jedle je náchylná ke znečištění ovzduší, kvůli tomu bylo poškozeno velké množství jedlových porostů. Z jehličnatých dřevin navíc nejvíce trpí okusem zvěří. Její výskyt ve směsích je žádoucí a ve výchovných zásazích podporován. Zastoupení jedle se od roku 1990 zvýšilo.

Dub je náročný na výchovu, má dlouhou dobu obmýtí, ale jeho cenné sortimenty mají vysokou prodejní cenu. Jeho podíl se v posledních osmi letech nijak výrazně nezměnil, pouze nepatrně rostl.

Buk je dřevina, která se v České republice vyskytovala nejčastěji. Jeho zastoupení se v současnosti zvyšuje. Pravděpodobně se buk jeví lesním hospodářům jako nejvhodnější původní dřevina nahrazující jehličnaté dřeviny, kterou je možné zároveň použít jako meliorační a zpevňující dřevinu (Mze + Vacek 2018).



GRAF 3: ZASTOUPENÍ JEDNOTLIVÝCH DŘEVIN PŘI UMĚLÉ OBNOVĚ

Zdroj: Mze 1999,2000,2005,2018

4.6 Zastoupení smrku

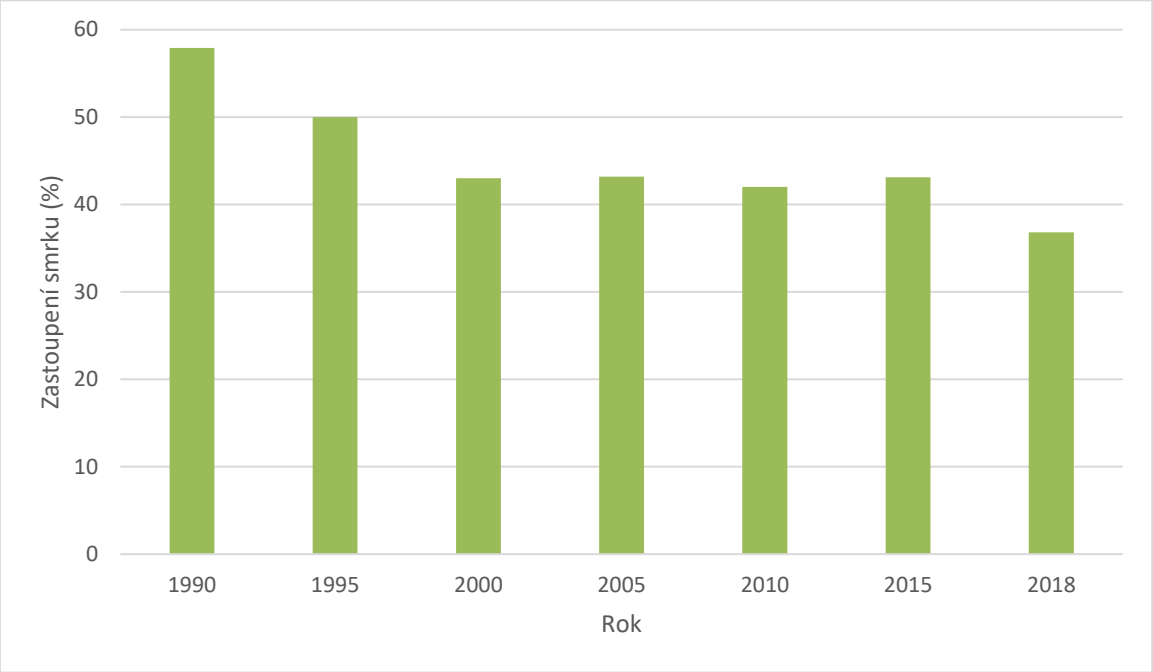
Smrk je dřevina, která je aktuálně nejvíce postižena kůrovcovou kalamitou. Díky tomu, že se každý rok vytěží obrovské množství smrkového dříví, a díky změnám v legislativě se předpokládá, že se bude zastoupení smrku v budoucnu snižovat. Smrk je náchylnější k odumírání v monokulturách než ve smíšených porostech (Křístek

2018). Již 15 let jsou publikovány články o tom, že střední Evropu zasáhnou sucha a bude ohrožena stabilita smrku, přestože byl čas se tyto změněné podmínky připravit, smrk se sázel i posledních 15 let v nadmořských výškách pod 400m (Biben, 2018).

Aktuálně je velmi diskutovaným tématem, jaký vliv mají smrkové stejnověké porosty na šíření kůrovce. Velká nevýhoda stejnověkých monokultur je, že většina jedinců v porostu dosáhne současně věku, kdy se stávají zranitelnějšími. Šíření a gradace je proto pro kůrovce snazší. Ve smíšených porostech, musí kůrovec hostitelský strom vyhledávat a je zde šance, že bude při hledání neúspěšný. Většinou totiž napadá stromy ve vzdálenosti do 10 m od hostitelského stromu (Kindlmann, 2012).

V grafu 4 je znázorněno, jak se mění podíl smrku v % na celkové umělé obnově. Přestože jsou v rámci různých doporučení snahy o snížení zastoupení smrku, jeho podíl se při umělé obnově příliš nesnižuje. K poklesu docházelo v letech 1990–2000, avšak od roku 2000 do roku 2015 se podíl téměř neměnil.

Přestože je dle vyjádření Lesů Čr či ministerstva zemědělství priorita snížit zastoupení smrku, tato snaha může narazit na nedostatek sadebního materiálu. Lesní školky nejsou schopny okamžitě reagovat na změnu poptávky, většina sazenic se prodává ve věku 3 let, proto bude nějakou dobu trvat, než školky vyprodukují požadovaný sadební materiál, aktuálně je přebytek smrku, naopak sazenice ostatních dřevin schází (Boček 2020). I z tohoto důvodu se často nadále sází smrk a je otázka, zda dokáže přežít na stanovištích, které pro tuto dřevinu nejsou typická.



GRAF 4: PROCENTUÁLNÍ ZASTOUPENÍ SMRKU PŘI UMĚLÉ OBNOVĚ

Zdroj: Mze 1999,2000,2005,2018

5. Obnova kalamitou postižených porostů

5.1 Kalamitní situace

V České republice je aktuálně nejčastější narušení vlivem větru a kůrovce. Vítr působí disturbance zejména na stanovištích ovlivněných vodou, kde mají stromy sníženou stabilitu. V posledních letech je však častější disturbancí narušení vlivem lýkožrouta.

Velikost gradace lýkožrouta závisí na množství napadnutelných stromů na jednotku plochy. V současnosti je velký problém omezit šíření lýkožrouta v smrkových monokulturách, uměle vysázených člověkem. V těchto porostech dospějí všichni jedinci současně do stadia, kdy jsou ideálním cílem pro útok škůdce, můžeme zde tedy očekávat rozsáhlejší napadení než v přirozených lesích s pestrou druhovou a věkovou skladbou (Kindlmann 2012). Při srovnání s ostatními zeměmi střední Evropy, má Česká republika nejvyšší podíl smrku na nepůvodních stanovištích a zároveň nejvyšší podíl holosečného hospodaření. Lesy v České republice mají také největší zásobu. Znamená to, že zde byla snaha vyprodukovat, co nejvíce objemu dřevní hmoty (Surmanová, 2019).

5.2 Opatření proti kůrovci

Pro ochranu lesa před lýkožroutem smrkovým je klíčové důsledné vyhledávání a odstraňování či asanace (chemická, loupáním) dříví napadeného lýkožroutem. Dále je potřeba odstranit veškeré vyvrácené nebo polámané stromy, protože do nich by kůrovec mohl snadno nalétnout a rozmnožit se. Často se také využívají feromonové lapače a lapáky (Kindlmann, 2012).

5.2.1 Feromonové lapače

Jedná se o lapací zařízení, které slouží k odchytu kůrovce. Obsahuje odparník, ze kterého se uvolňují látky atraktivní pro kůrovce (mezistromy.cz, 2020). Lapače se obvykle instalují na místa, která jsou pro lýkožrouta atraktivní. Jedná se zejména o holiny po kalamitní těžbě. Vzdálenost mezi jednotlivými lapači není nikde stanovena. Bylo dokázáno, že rozestupy mezi lapači nemají vliv na počet odchyceného hmyzu. Rozestupy se proto obvykle volí podle stanovištních podmínek a rozměrem holiny. Vzdálenost od porostní stěny je doporučována v rozmezí 10-25 m (Zahradník, 2016).

5.2.2 Lapáky

Lapák je pravděpodobně nejvíce využívanou metodou kontroly lýkožrouta. Jedná se o zdravý strom, který je pokácen, odvětven a ponechán s kůrou. Jeho povrch je ošetřen insekticidem a pro zvýšení atraktivity se využívá feromonový odparník (Kindlmann 2012). Otrávený lapák lze také využít ve formě trojnožek. „Trojnožky jsou tvořeny třemi smrkovými výřezy o délce zpravidla 1,5–2 m (s ohledem na následující zpracování dříví) a tloušťce >15 cm, které jsou v horní části pevně spojeny železným trojzubcem případně hřebíky, dráty, provazy apod. do tvaru tzv. Trojnožky“. Na celý povrch polen je aplikován insekticid ve dvou až čtyř týdenních rozestupech (Holuša, 2016).

5.2.3 Těžba

„Těžba napadených stromů a stále ještě lýkožroutem obsazených stromů je základním opatřením, které je podstatné pro snížení četnosti tohoto druhu a bude nezbytné i v budoucnosti“ (Oric a Jurc, in Kindlmann 2012).

Je hojně využívána v hospodářských lesích, dokonce je povinností lesního hospodáře přednostně provádět nahodilou těžbu, aby se zabránilo šíření škodlivého hmyzu.

Vzhledem k populační dynamice lýkožrouta je třeba těžbu provádět důsledně, aby v porostu nezůstávaly žádné napadené stromy. Efektivita těžby se značně snižuje s množstvím napadených stromů, vzhledem k technologickým limitům a omezené kapacitě pracovníků (Kindlmann, 2012).

6. Obnova na kalamitních holinách

I přes výše uvedená opatření a snahu zabránit šíření lýkožrouta, vzniká velké množství kalamitních holin, které je třeba, co nejdříve zalesnit. Ideální je, pokud se na ploše vyskytuje přirozené zmlazení. Na větších holinách se však buď neobjeví v dostatečném množství, anebo je poškozeno těžbou, proto je nutná včasná umělá obnova. Rychlost obnovy je důležitá pro uchování humusových látek v půdě a na povrchu půdy. Vzhledem k dlouhodobému nedostatku srážek je klíčové udržet humusové látky, protože mají klíčový význam v hydrické funkci půdy. V případě, že nedojde k rychlé obnově hrozí mineralizace povrchového humusu, může také dojít k půdní erozi. Hydrický potenciál stanoviště pro nově vznikající porosty je možné zvýšit na místech, kde došlo k odvodnění a snížení hladiny spodní vody. Hladinu spodní vody je možné zpětně upravit alespoň částečným zasypáním odvodňovacích kanálů. Přibližovací linky je třeba plánovat po spádnici k odvozní cestě, aby se neodváděla voda z celé šířky svahu. Pro zabránění odtoku vody z porostu se také doporučuje sanování erozních rýh a kolejí, které vznikly při těžbě (Křístek, 2019).

Obecně je doporučováno zakládat druhově pestré porosty, protože je u nich předpoklad vyšší odolnosti v budoucnu. V každém porostu by měly být zastoupeny minimálně tři hlavní dřeviny. V případě, že by v důsledku klimatické změny jedna či dvě dřeviny vypadly, nedošlo by k rozpadu porostu a kompletnímu odlesnění (Křístek, 2019). Snaha o pestrou druhovou skladbu, do jisté míry, naráží na nedostatek sazenic, na to zareagovalo ministerstvo zemědělství uvolněním pravidel přenosu sadebního materiálu při zalesňování kalamitních holin, vlastníci díky tomu mají možnost založit stabilní a druhově pestré lesy, mohou navíc využít nabídky lesních školek a zalesnit, co nejdříve vhodnými a dostupnými dřevinami (Svoboda, 2019). Otázkou zůstává, jaké množství vhodných dřevin bude ve školkách dostupné.

Pro umělou obnovu se využívá síje, či napěstovaný sadební materiál ze školek, v případě nedostatku sazenic lze, v mladém věku a za příznivých klimatických podmínek, vyzvednout semenáčky z přirozené obnovy kvalitních a zdravých stromů (Křístek, 2019).

Obnova holin po nahodilé těžbě, je aktuálně častou náplní práce většiny lesníků. Kvalitní a dobře provedená obnova je důležitá pro další vývoj našich lesů. Klimatické podmínky (především sucho) bohužel zalesnění znesnadňuje. Uměle vypěstované semenáčky jedle a buku jsou obvykle přemístěny z ideálních podmínek školek na holinu, kde trpí nedostatkem vody.

Do budoucna se neočekává větší množství srážek, a proto je otázkou jaké dřeviny sázet, aby se pokud možno, co nejlépe přizpůsobili klimatickým podmínkám, které budou panovat za několik desítek let. Většina odborných článků a doporučení shledává jako vhodný způsob obnovy, využívání přírodních procesů (Zachranmelesy.cz, 2018).

7. Základní postupy pro obnovu kalamitních holin

Kalamitní holina vzniká v důsledku působení biotických či abiotických činitelů. Její velikost často překračuje maximální možné rozměry dané zákonem. Zpravidla se vyznačuje méně příznivými podmínkami pro obnovu, vyšším výskytem buřeně, extrémnějším průběhem mikroklimatických podmínek (Souček, 2016). Generel obnovy lesních porostů po kalamitě uvádí základní postupy, které mezi sebou lze kombinovat. Tyto metody jsou rozděleny podle velikosti holin (Mlčoušek, 2020).

7.1 Obnova na menších a středních holinách

Pro holiny menší než 1 hektar je doporučována přímá výsadba směsí dřevin z doporučené obnovní skladby. Směs nově založeného porostu může být složena buď čistě z cílových dřevin, případně mohou cílové dřeviny utvořit směs a přípravnými. Přímá výsadba cílových dřevin je vhodná na bohatých stanovištích a ve vyhovujících terénních podmínkách (Mlčoušek, 2020).

Pro holiny o velikosti do 5 hektarů se doporučuje postupná výsadba. V tomto případě se nejprve vysází dřeviny, které mají dobré růstové vlastnosti na holých plochách. Využívají se jak přípravné, tak i cílové druhy. Řadíme sem například

modřín, smrk, dub zimní, olši nebo břízu. Tato první výsadba je po 2-5 letech vhodně doplněna dalšími dřevinami. Tyto druhy mohou využít příznivých ekologických podmínek, které vytvořil dříve založený porost (Mlčoušek, 2020).

7.2 Obnova na holinách nad 5 hektarů – Dvoufázová obnova

Pro velké holiny, které překračují 5 hektarů se doporučuje dvoufázová obnova, kdy první fáze je zajištěna buď přirozenou, anebo umělou obnovou (Mlčoušek, 2020). Tento alternativní způsob pěstování lesa je vhodné využít po narušení přírodními živly. Využívají se přípravné dřeviny, které připraví vhodné podmínky pro vnášení cílových dřevin. Přípravné dřeviny jsou dostatečně vybaveny pro růst na holině. Mají příznivý vliv na stanoviště, kde vyžadujeme obnovu (Souček, 2016).

7.2.1 Příprava půdy

Na kalamitních holinách je po těžbě a vyklizení obvykle dostatek ploch, kde jsou vhodné podmínky pro obnovu. V průběhu 1-3 let však stanoviště začne zarůstat buření. Na chudých stanovištích se pokryv vegetace objeví za delší dobu než na plochách dobře zásobených vodou s dostatkem živin. Doporučuje se připravit půdní podmínky v prvním roce po vzniku holiny. Buď se obnaží svrchní vrstva půdy, jelikož pionýrské dřeviny se nejlépe obnovují na obnažené minerální půdě, anebo se mechanicky zlikviduje buřeň, aby nemohla konkurovat. Chemické látky se v souvislosti s přípravou půdy využívají pouze v ojedinělých případech (Souček, 2016).

7.2.2 Přirozená obnova přípravných dřevin

Do takto připravené půdy, poté mohou nalétávat semena přípravných dřevin. Nejvýznamnější přípravnou dřevinou v Čr je bříza. Jeden strom může vyprodukovat až 13 milionů semen ročně, semena jsou lehká a větrem přenosná na delší vzdálenosti, průměrná klíčivost je uváděna okolo 35 %. Je to silně světlomilný druh. Ideální podmínky pro rozmnožení jsou v místech s velkoplošným narušením. Bylo zjištěno, že nejlepším půdním substrátem pro zmlazení jsou minerální půdy, rašelina nebo vrstva humusu (Martiník 2012).

Její rychlý růst v mladém věku, zajistí lepší podmínky pro dřeviny, které pro svůj vývoj potřebují prostředí lesa se všemi jeho vlastnostmi. Výška šest let staré břízy

je okolo šesti metrů, ve věku patnácti let už dosahuje 13-14 metru a výčetná tloušťky 10-20 cm. Již ve věku šesti let, někdy i kratším, mohou cílové dřeviny využívat krytu přípravného porostu (Dudík, 2018).

Kromě břízy se jako přípravná dřevina v České republice využívá jeřáb, topol, vrba, modřín a olše. Na některých stanovištích lze využít i smrk nebo borovici.

Přípravné dřeviny brzy utvoří zápoj a díky tomu dojde k omezení přímého slunečního záření, snížení teplotních rozdílů, snížení rychlosti proudění větru, omezení konkurence buřeně, stejným nebo lepším půdním podmínkám svrchní vrstvy půdy, také se sníží riziko eroze. Do podmínek, které vznikly díky přípravnému lesu se poté vnáší cílové dřeviny (Souček, 2016).

Výsadba cílových dřevin do mladého březového porostu má ekonomické i ekologické výhody. Porost, kde jsou klimaxové dřeviny vysázeny pod zástinem břízy, není tak náročné ochránit před vlivem zvěře či buřeně. Navíc se neutváří stejnověké nebo stejnorodé porosty klimaxových dřevin, jako při jejich výsadbě na holině (Martiník 2012).

7.2.3 Umělá obnova přípravných dřevin

Tento způsob se využívá v případě, že podmínky jsou vhodné pro využití metody dvoufázové obnovy a na stanovišti ani v jeho blízkosti se nevyskytují vhodné dřeviny, schopné přirozené obnovy. Umělá obnova přípravného porostu se může provést síjí. Před výsevem je třeba zvážit stav půdy a případně provést její přípravu. Síje může být buď celoplošná, plošková, pruhová skupinovitá nebo hnízdovitá. Semena břízy nebo směs semen s pískem je rozptýleno po ploše bez zásypu (Souček, 2016). Výsev je možné provádět od podzimu do jara, důležitá je vlhkost půdy. Známá je především zimní síje na sněhovou pokrývku. Doporučuje se vysít 40kg osiva na 1 ha, při poloviční výsevové dávce je průměrná hustota 13 ks na m2 (Martiník 2012). Použité množství semen se také odvíjí od kvality osiva a způsobu síje. Při vyšší čistotě, plnosti a klíčivosti semen je potřebné množství menší. Při plnosíji je uváděné množství semen 25-50 kg/ha, při pruhové síji 20-25 kg/ha a v případě miskové síje 15-20 kg. Uvedené množství semen se doporučuje rozložit do 2 až 3 opakovaných výsevů, čímž by se měla zvýšit úspěšnost. Náklady na obnovu a následnou výchovu jsou srovnatelné s náklady při umělé obnově sadbou. Oproti sadbě je výhoda nižší pravděpodobnosti

deformace kořenového systému, kořeny mohou být deformovány nevhodnou sadbou. Naopak nevýhodou je riziko nerovnoměrné hustoty mladých jedinců (Souček, 2016).

Další možností, jak provést umělou obnovu přípravného porostu je výsadba. Na lokalitách, kde není předpoklad dostatečné přirozené obnovy pionýrských dřevin, se provede výsadba přípravných dřevin do požadované hustoty. Sadební materiál se volí podle zabuřenění stanoviště. Na stanovištích s příznivými podmínkami s menším sklonem k zabuřenění je vhodné použít semenáčky. Na zabuřeněných stanovištích se jako sadební materiál využívají sazenice střední velikosti. Na místech, kde je silné zabuřenění se sází sazenice větších velikostí (Souček, 2016).

7.2.4 Úspěšný vznik přípravného porostu

Zákon stanovuje zajistit porost do sedmi let od vzniku holiny, ale již po dvou letech od vzniku holiny, musí porost splňovat některá kritéria.

A.) Přípravné dřeviny se musí vyskytovat minimálně na 80 % výměry obnovované plochy. Plochy větší než 0,04 ha bez výskytu přípravných dřevin jsou klasifikovány jako plochy bez obnovy.

B.) Životaschopný a odpovídající růst jedinců.

C.) Počet jedinců, který se vyskytuje na daném stanovišti musí být vyšší o 20% než minimální počet jedinců daný zákonem pro umělou obnovu na konkrétním stanovišti. Do těchto počtů spadají jak přípravné dřeviny, tak cílové druhy, v případě, že dojde k jejich přirozené obnově.

Pokud porost splňuje tato kritéria je považován za perspektivní. Naopak v případě, že ke splnění podmínek nedojde, zohlední se riziko zabuřenění a potenciál dalšího doplnění obnovy a podle toho se volí další postup. Jestliže jsou na stanovišti takové podmínky, že se očekává další výskyt přirozené obnovy, je možné podat žádost o prodloužení dosažení stavu zajištěnosti. Na místech, kde nejsou vhodné podmínky pro přirozenou obnovu, je porost doplněn uměle, tak aby dřeviny tvořily vhodnou směs. Umělé doplnění přirozeného zmlazení se provádí také do mezer větších než 0,04 ha v porostu, který je již hodnocen jako zajištěný celek (Souček, 2016).

7.2.5 Vnášení cílových dřevin

Po vytvoření vhodných podmínek přípravným porostem se vnáší cílové dřeviny. Cílové dřeviny poté využívají vhodné podmínky pod přípravným porostem, který může být buď odtěžen jednorázově na holích prvcích, anebo postupně za využití clonné seče. O volbě postupu rozhodují stanovištní podmínky, vlastnosti cílových dřevin a technologické možnosti lesního hospodáře (Souček, 2016). Výhodou clonné seče je, že výchovnými zásahy můžeme ovlivnit přísun světla k cílovým dřevinám a tím i jejích růstové vlastnosti (Vacek, 2018). Pokud se v porostu nachází kvalitní a vitální stromy přípravného lesa, lze je ponechat, aby utvořily směs s cílovými dřevinami (Souček, 2016).

Do míst, která vniknou částečným odtěžením přípravného porostu se poté vnáší cílové dřeviny. V případě, že je přípravný porost těžen v pruzích je důležitá volba šířky tohoto obnovního prvku. Doporučuje se šířka maximálně do velikosti porostní výšky. V úzkých pruzích by mohli jedinci přípravného lesa konkurovat cílovým dřevinám, pokud by byl pruh příliš široký nedošlo by k žádoucímu efektu zastínění. V případě správného postupu poté mohou cílové dřeviny využívat vhodné mikroklima pod přípravným porostem. Pruhy přípravných dřevin jsou domýceny až v časovém odstupu (Souček, 2016).

7.3 Skupinová metoda obnovy

Tento způsob obnovy na kalamitních holinách spočívá v tom, že se na holinu vysází malé hloučky cílových dřevin. Tyto hloučky jsou šachovitě rozmístěny po ploše a tvoří je maximálně několik desítek kusů. Ve volných místech, které se nachází mezi skupinami cílových dřevin se očekává výskyt přirozené obnovy pionýrských či cílových druhů. Zmlazení může například sloužit jako výplň porostu k následné dvoufázové obnově. Tato metoda umožňuje dopěstovat nadějné stromy, nacházející se v hloučcích, do mýtného věku. Tato metoda je vhodná pro obnovu cílových dřevin (Mlčoušek, 2020).

8. Postupy z praxe při řešení kůrovcové kalamity

8.1 Metodika

Pro praktickou část své práce jsem zvolil formu strukturovaného rozhovoru. Pokládal jsem předem připravené otázky lesním hospodářům, kteří spravovali les ve třech různých vlastnictvích. Jednalo se o státní, městské a soukromé lesy. Odpovědi jsem nahrával na diktafon a přepsal do Wordu. Otázky se týkaly průběhu a rozsahu kalamity, příčiny kůrovcové kalamity, způsobu asanace a zpracování, tržeb z prodeje a nákladů na zpracování dříví, přirozené a umělé obnovy, opatření obecné povahy vydané Ministerstvem zemědělství v roce 2019, ponechávání mrtvých stromů v porostech či ochrany obnovy.

8.2 Charakteristika jednotlivých území

8.2.1 Charakteristika dotazovaného území ve vlastnictví státu (Respondent A)

Výměra spravovaného majetku: 1207 ha

Zastoupení dřevin:

a.) Jehličnaté: smrk 51,34 %, borovice 12,63 %, modřín 10,92 %, jedle 0,95 %, douglaska 0,44 %,

b.) Listnaté: dub 7,58 %, buk 3,73 %, lípa 2,87 %, habr 2,83 %, bříza 2,03 %, olše 1,59 %, klen 1,38 %, jasan 0,84 %, akát 0,50 %, topol 0,22 %, jilm 0,02 %,
Celkem: 76,30 % jehličnatých dřevin, 23,70 % listnatých.

Stanovištní charakteristiky: PLO – 80% Českomoravská vrchovina, 12% Středočeská pahorkatina, 8 % Polabí.

Vegetační stupně: 91 % 3. LVS
9 % 2. LVS

Nejvíce zastoupené CHS: 47 Hospodářství oglejených stanovišť středních poloh, 45. CHS Hospodářství živných stanovišť středních poloh

8.2.2 Charakteristika dotazovaného území městského lesa (Respondent B)

Výměra spravovaného majetku: 2370 ha

Zastoupení dřevin:

a.) jehličnaté smrk 53,12 %, borovice 16,73 %, modřín 7,12 %, jedle 1,22 %, douglaska 0,22 %,
b.) listnaté dub 6,25 %, buk 5,80 %, klen 2,24 %, lípa 1,97 %, olše 1,42 %, habr 1,42 %, bříza 1,11 %, jasan 0,84 %, akát 0,32 %, topol 0,22 %. jilm 0,02 %,
Celkem: 78,41 % jehličnatých dřevin, 21,59 % listnatých.

Stanovištní charakteristiky: PLO – 50% Českomoravská vrchovina, Středočeská pahorkatina 30 %, Polabí 20 %.

Vegetační stupně: 40 % 1. LVS
34 % 3. LVS
26 % 2. LVS

Nejvíce zastoupené CHS: 13 Přirozená borová stanoviště, 21 Exponovaná stanoviště nižších poloh

8.2.3 Charakteristika dotazovaného území soukromého lesa (Respondent C)

Výměra spravovaného majetku: 1250 ha
Zastoupení dřevin:

a.) Jehličnaté: smrk 51,14 %, borovice 26,52 %, modřín 4,17 %, douglaska 1,34 %, jedle 0,85 %
b.) Listnaté: dub 4,64 %, buk 3,25 %, klen 1,45 %, lípa 1,17 %, habr 1,12 %, olše 1,09 %, bříza 1,05 %, jasan 0,92 %, akát 0,82 %, topol 0,42 %.
Celkem: jehličnatých 84,02 %, listnatých 15,98 %

Stanovištní charakteristiky: PLO – Středočeská pahorkatina 30 %, Polabí 70 %.

Vegetační stupně: 45 % 2. LVS
28 % 1. LVS
27 % 3. LVS

Nejvíce zastoupené CHS: 13 přirozená borová stanoviště, 21 Exponovaná stanoviště nižších poloh

8.3 Disturbanční činitel

Všichni dotazovaní se shodli na tom, že nejvýznamnější disturbanční činitel posledních let je lýkožrout. Respondent A a C navíc uvedli vítr jako další disturbanční činitel. U respondenta A je to dáno stanovištními podmínkami, protože se spravované území nachází na vodou ovlivněných stanovištích, kde jsou stromy náchylnější k poškození větrem. Respondent C dodal, že vítr ve srovnání s kůrovcem tvoří v posledních letech pouze minimální podíl celkového objemu těžby.

8.4 Průběh kalamity a rozsah kalamity

Respondent A uvedl, že od roku 2015 vytěžili okolo 60 000 m^3 dříví. Z celkového objemu těžby je každoročně vytěženo 5000 m^3 v důsledku narušení větrem, zbytek je v důsledku narušení kůrovcem. To znamená, že se v období od roku 2015 do roku 2019 vytěžilo 20 000 m^3 dříví po nahodilé těžbě způsobené větrem a 40 000 z celkového objemu tvořila kůrovcová těžba. Jedna třetina těžby je tedy vlivem větrného narušení. Postižená plocha je v rozmezí 50-60 hektary. Předpis pro roční těžbu je 10 000 m^3. Tato výše těžby byla poprvé překročena v roce 2017, kdy se vytěžilo 13 200 m3, v roce 2018 15 000 m^3, v roce 2019 došlo k mírnému poklesu těžby oproti předchozímu roku.

Na správním celku, který spravuje respondent B je předpis roční těžby 12 000 m^3. Kalamita většího rozsahu začala v roce 2017, kdy se vytěžilo 16 421 m3, v roce 2018 23 521 m^3, v roce 2019 12 888 m^3 (číslo ještě není konečné). Plošný rozsah kalamity byl za rok 2018 100 hektarů a za rok 2019 80 hektarů.

Podle respondenta C začala kalamita většího rozsahu v roce 2018. Roční etát je 10 000 m^3, v letech 2018 a 2019 bylo vytěženo 12-13 tisíc m^3 dříví. V roce 2020 se očekává nárůst na 15 000 m3, protože kalamita ještě nedosáhla svého vrcholu.

8.5 Příčiny kůrovcové kalamity

Respondent A uvedl za hlavní příčinu rozvoje kůrovcové kalamity sucho. S tím souvisí, že se spravované lesy nachází na vodou ovlivněných stanovištích. V případě nedostatku vody jsou stromy stresované, což kůrovec cítí a přednostně napadá tyto porosty. Dotazovaný již od roku 2015 pozoruje, že v lese usychá přirozené zmlazení smrku. Usychá také kmenovina v rámci boje o vodu. Jako další příčina byla uvedena nevhodnost dřeviny. Podle respondenta A je smrk nevhodnou dřevinou v porostech do

400 m.n.m. Na rozdíl od respondenta B nevnímá dotazovaný A jako jednu z hlavních příčin zanedbání na sousedních majetcích, podle něho dělá v této chvíli většina majitelů lesa a lesních správců maximum proto, aby potlačili kalamitu.

Podle respondenta B je příčinou rozvoje kůrovcové kalamity z 60-70% člověk. Respondent B vnímá kriticky postupy při zpracování kůrovcové kalamity. Někde se kalamita zpracovává pouze odvozem, což je nedostatečné. Dalším problémem je doprava kůrovcového dříví, které není často zakryté. Kůrovec pak může při odvozu vylétnout a rozšířit se do okolních lesů. Sucho vnímá respondent B také jako jednu z příčin, nikoliv však jako hlavní příčinu.

Lidský činitel vnímá jako hlavní důvod také respondent C. V částech lesa, které sousedí s porosty drobnějších vlastníků dochází často k namnožení kůrovce a jeho šíření. Jako problém vnímá zejména to, že drobnější majitel lesů nejsou dostatečně a včas informování od lesních hospodářů, že se na jejich pozemku nachází kůrovec.

8.6 Způsob asanace a zpracování kalamity

Kalamita je zpracovávána harvestorovou technologií či motorovou pilou. Respondenti B a C uvedli, že ke zpracování nahodilé těžby využívají většinou harvestorovou technologii, přičemž motorová pila je využívána na obtížně dostupných stanovištích. Respondent A uvádí podíl zhruba 50 na 50. Všichni odpověděli, že tento podíl byl podobný také před kalamitou. Respondent B uvedl, že mají vlastní harvestor, na kterém jsou harvestorové hlavice vybaveny odvětvovacími noži, proto se dříví odkorňuje. Používá se také chemická asanace tak, že se na odvozním místě dříví přikrývá insekticidními sítěmi, aby se kůrovec nemohl dále šířit. V případě volných kapacit se dříví odváží z lesa.

V souvislosti s kalamitou se všichni dotazovaní shodli na tom, že nevyužívají žádná speciální opatření. K nahodilé těžbě přistupují stejně jako před kalamitou. Respondent A uvedl, že nepoužívá žádná nová opatření, v souvislosti s kalamitou, ale musí reagovat větším množstvím stávajících opatření. V tomto případě naráží na nedostatek pracovních sil, protože většina pracovníků nerada manipuluje s chemií. Dále je potřeba počet opatření dobře odhadnout. Jako příklad uvádí počty lapáků, v případě, že by jich bylo příliš a nebyla by odhadnuta kapacita pracovníků, nestihlo by se lapáky včas chemicky ošetřit a kůrovec by se mohl dále množit na pokácených

stromech. Respondent B zmínil, že již nepoužívají lapače. V minulosti se na místech, kde byl umístěn lapač objevil kůrovec v blízkých porostech. Tato metoda se tedy neosvědčila. Respondent C uvádí, že se momentálně v souvislosti s kalamitou používá větší množství chemie.

Důležitý je zejména včasný zásah. Dotazovaní, kteří zpravují soukromý a městský les shodně uvedli, že oproti státním lesům mají velkou výhodu v tom, že mohou těžbu zahájit okamžitě po nalezení napadených stromů. Přestože včasný zásah a co nejrychlejší odvoz dříví je pro respondenty klíčové ve snaze, co nejvíce snížit ztráty, včasné zpracování kalamity se úspěšně daří pouze respondentovi spravujícímu soukromé lesy. Jako velkou výhodu okamžitého zpracování uvádí, že v případě včasného zpracování kalamity, nejsou stromy tolik poškozeny a mohou být lépe zpeněžitelné než v případě, že by se k těžbě přistoupilo s odkladem.

Respondent A uvádí, že území rozdělil na 3 části podle naléhavého zásahu. Těžební kapacity jsou soustředěny na území, kde je pravděpodobnost záchrany smrkových porostů. Dvacet procent z celkové výměry lesní správy je tvořeno rozvrácenými porosty. Jedná se o porosty, kde se nachází pouze minimum zdravých smrků a záchrana by již nebyla možná. V zelené zóně, která tvoří třicet procent z celkové výměry lesní správy, jsou již rozvrácené porosty, ale nachází se zde také smrkové porosty, u kterých je šance na záchranu. Polovina území se nachází v žluté zóně, do které je soustředěna většina těžební kapacity. Jedná se o relativně zdravé porosty, u kterých je respondent A vyvíjí maximální snahu na jejich záchranu.

8.6.1 Důvody nezpracování kalamity

Respondent A uvedl, že důvodů nezpracování kalamity je více některá místa jsou špatně dostupná a nevede k nim žádná naše komunikace (například porosty okolo golfového hřiště). V minulosti jsme v případě dostatečného umrznutí půdy mohli využít zemědělské pozemky pro odvoz dříví. V posledních letech jsou i v zimních měsících příliš vysoké teploty na to, abychom mohli tyto pozemku pro dopravu využít. Dalším důvodem je nedostatek pracovních sil.

Respondent B uvádí, že se celou kalamitu není možné včas zpracovat i přes maximální snahu. Kalamita není zpracovaná včas kvůli plným skladům a malým zájmem o dříví. Velký problém je zejména s prodejem vlákninového dříví. Kulatina se prodává snáze díky vývozu do Číny.

Jediný, komu se daří celou kalamitu zpracovat včas je respondent C, spravující soukromé lesy.

8.7 Tržby z prodeje a náklady na zpracování dříví

Respondent A uvedl, že od roku 2018 náklady na zpracování převyšují tržby z prodeje.

Respondent B uvedl jako velkou výhodu, že využívají vlastní mechanizační prostředky, díky tomu jsou náklady na zpracování v průměru 350 Kč/m^3 a tržby se pohybují v rozmezí od 800-900 Kč/ m^3.

Respondent C odpověděl, že náklady na zpracování dřeva v mýtním věku se pohybují okolo 400 Kč/m3. Tyto náklady zahrnují těžbu + přibližování. Pokud se jedná o těžbu v porostech okolo 35 let, což je v době kůrovcové kalamity časté, náklady se pohybují okolo 650 Kč/m3. Toto dříví je obtížně zpeněžitelné, pokud se prodá, tak obvykle pro výrobu vlákniny, kde se cena za prodej pohybuje okolo 430 Kč. V případě této konkrétní hmoty se tedy jedná o ztrátu 220 Kč za každý vytěžený metr krychlový dříví. Tato ztráta se vyrovná těžbou v mýtním věku, kde jsou náklady opět 400 Kč. Těžbou v mýtním se získá přibližně 60% kulatiny, která se prodává v cenovém rozpětí od 800 Kč do 1100 Kč. Záleží na tom, jak je dříví poškozeno kůrovcem. Zbylých 40 % se prodá na vlákninu. Pokud se tedy od příjmů odečtou náklady, jsou příjmy minimální.

U respondenta A je tedy těžba celkově ztrátová, u respondenta B zisková a respondentovi C negeneruje žádný zisk ani ztrátu.

8.8 Umělá obnova

Všichni dotazovaní se shodli v tom, že zalesňují převážně uměle sadbou. Zatímco respondent A preferuje obalovanou sadbu, protože s ní je dosaženo zajištění již za 4 roky. Respondent C jednoznačně preferuje prostokořennou sadbu, protože obalovaná sadba je pěstovaná v ideálních podmínkách a není tolik odolná. Vzhledem k nedostatku obalované sadby však všichni respondenti využívají prostokořenné sazenice. Pokud se v porostu po těžbě vyskytují vhodné stromy pro přirozenou obnovu, provede se příprava půdy.

Respondent A označil za problém, kterému čelí při obnově, nedostatek pracovníků a velké množství oplocenek, které je nutné pravidelně kontrolovat a

případně opravovat. Respondent C uvedl, že na jaře není obvykle dostatek času na zalesňování, navíc je těžké odhadnout, zda bude v jarním období dostatek vody, a proto se snaží tento problém řešit zalesňováním na podzim. Jarní sucho označil za problém také respondent B, jako další problém zmínil zvěř, která některé druhy dřevin značně devastuje.

8.9 Přirozená obnova

Respondenti A a B jednoznačně preferují přirozenou obnovu, ideální by pro ně byl 100% podíl přirozené obnovy, což si oba uvědomují, není reálné. Všichni tři se shodli na tom, že podíl přirozené obnovy se snížil s nástupem kalamity.

Respondent A uvedl jako hlavní problémy, které brání přirozené obnově zvěř a zabuřenění. Problémy se zvěří nelze příliš ovlivnit, jediná možnost je udělit myslivcům pokuty za škody, které vznikají na porostech, to však není řešení, protože myslivce mají na zaplacení většinou dostatek peněz nebo vedou soudní spory a škody ani nezaplatí. Staví se také velké množství oplocenek. Například u jedlového nebo bukového náletu se vždy staví oplocenka. Není však možné stavět oplocenky kolem všech mladých porostů. Další problém je buřeň, což souvisí s tím, že revír se nachází na vodou ovlivněných stanovištích. Problémům s buřením se respondent A snaží předcházet tak, že pečlivě promýšlí přísun světla do porostu, v případě, že se porost příliš proředí, na půdu bude dopadat více světla a stanoviště má sklony k zabuřenění. Likvidace buřeně je další práce navíc, které se snaží vyhýbat správnou mírou propouštění světla. Respondent B uvedl, že dosažení 100% přirozené obnovy brání klimatické podmínky, závislost na semenném roce a druhová skladba.

Respondent C uvádí, že smrk není momentálně v obnově upřednostňován a má od majitelů lesa zakázáno nakupovat smrkové sazenice. Před nástupem kalamity se polovina území obnovovala přirozeně. Osmdesát procent z přirozené obnovy tvořil smrk, zbytek byla douglaska a modřín, proto ideální podíl přirozené obnovy není jasný. Jsou lokality, kde má smrk své opodstatnění, ale už není moc zájem smrk pěstovat jako před kalamitou ať už uměle nebo přirozeně. Do nástupu kalamity, byla častá přirozená obnova, porosty se postupně prořeďovaly, aby vznikly vhodné podmínky a docházelo k dobrému zmlazení všech dřevin.

Díky tomu, že smrk není pěstován v takovém množství, není jeho přirozená obnova již tolik žádoucí. Správce nemá možnost na svém území využít přirozené

obnovy buku, protože starší bukové porosty jsou předsunuté kotlíky a nejedná se o dostatečně velké porosty, aby zde probíhala přirozená obnova.

8.9.1 Ochrana porostu před těžbou

Již před těžbou se bere v úvahu přirozená obnova, lesní hospodáři se snaží, aby nebyla příliš poškozena a mohli využít zmlazení. Respondent C uvádí, že je důležité správné načasování těžebního zásahu na stanovišti, kde se nachází přirozená obnova. Ideální je, když se v porostu, již nachází přirozené zmlazení a je maximálně do výšky 50 cm. Stromy vyšší než 50 cm se častěji lámou nebo lehce vyvrátí a dochází k poškození kořenového systému. Pokud se prováděla těžba například borovice, pod kterou byl smrk ve výšce přes 1,5m i přes snahu lesních dělníků, došlo k poškození přirozené obnovy. Porosty se většinou staly natolik nestabilními, že musely být rekonstruovány. Také respondent B uvedl, že se před těžbou bere v potaz přirozená obnova. Probíhá zejména dobré zmlazení smrku. Pokud se odstraňuje mateřský porost, pod kterým je zmlazení, volí se technologie podle přírodních podmínek. Většinou smýcení provádí těžař a za ním harvestor nebo těžař a traktor, ale v žádném případě neprovádí těžbu pouze harvestor. Většinou se tedy jedná o kombinaci těžař traktor nebo těžař harvestor, podle stanoviště. Také respondent A zmínil, že je důležitý včasný zásah v porostu, kde se nachází zmlazení. Navíc je důležité mít kvalitní a kvalifikované pracovníky. Všichni dotazovaní se shodli na tom, že zejména u smrku je hustota přirozeného zmlazení natolik vysoká, že poškození těžbou obvykle není problémem, který by bránil přirozené obnově. V případě, že přirozená obnova není dostačující, je porost doplněn uměle.

Všichni dotazovaní se shodli na tom, že nich nedochází k odložení obnovy

8.10 Problematika zvěře

Respondenti uvedli, že musí chránit porosty před zvěří. Obvykle formou oplocenek nebo nátěrů. Nejvíce náchylné k okusu zvěře jsou listnaté dřeviny a jedle, okolo těchto mladých porostů se obvykle staví oplocenky. Další dřeviny jako je například smrk či modřín se chrání nátěrem. Procentuální ochrana je velmi vysoká. Dotazovaný C uvedl, že provádí 100 % ochranu proti zvěři. Další respondenti chrání zhruba 90% veškeré obnovy.

8.11 Opatření obecné povahy vydané Ministerstvem zemědělství v roce 2019

Na hospodaření na územích, které spravují dotazovaní lesní správci nemělo opatření obecné povahy vydané Ministerstvem zemědělství v roce 2019 příliš vliv. Dotazovaný A tato opatření hodnotí jako nedostačující. Dotazovaný B vidí opatření vhodná pro drobné vlastníky lesa, kteří nejsou schopni souše zpracovat a většinou na to ani nemají finanční prostředky. Jiné výhody má toto opatření podle dotazovaného C, který předpokládá, že je zvýšení doby zalesnění na 5 let v červených zónách vhodné v případě rozsáhlých holin, kde není dostatek pracovních kapacit a sadebního materiálu na zalesnění. V tomto případě se může jednat o jistou úlevu pro lesní správce, ale pokud někdo toto pravidlo zneužívá a nezalesní okamžitě jen z důvodu toho, že to není ze zákona povinné, je následná obnova několika násobně dražší a obtížnější. Tato situace však u žádného z dotazovaných nenastala, tudíž jim opatření vydané Ministerstvem zemědělství v roce 2019 práci nijak neusnadnilo.

Pouze respondent C uvedl jako výhodu odložení sterilních souší. Těžba může soustředit na aktuálně napadené stromy, ze kterých hrozí další šíření kůrovce. Je to dobré pro les v tom smyslu, že se neztrácí cenný čas na těžbu stromů, kde již kůrovec není a veškeré své kapacity mohou směrovat na aktuálně nalétlé stromy.

8.12 Ponechání mrtvých strom v porostech

Všichni dotazovaní se shodli na tom, že ponechávání mrtvých stromů v porostech je problematické z hlediska legislativy. Odumřelé stromy mají menší stabilitu a jsou náchylnější ke zlomům vlivem větru, a pokud by mrtvý strom někomu způsobil újmu na zdraví, byl by z toho problém. Respondent B je jednoznačně pro odstranění všech suchých stromů z lesa a nevidí žádnou výhodu v ponechání mrtvých stromů v porostu. Respondent A uvedl, že mrtvé dřevo do lesa patří, zlepšuje půdní podmínky. Slouží také ptactvu jako místo, kde mohou hnízdit nebo najít potravu. Dotazovaný A je pro ponechání mrtvých stromů na místech, kde je vysoce nepravděpodobné, že by se někdo pohyboval. Respondent C jako výhodu také vyzdvihl možnost hnízdění ptáků, mrtvé stromy se však snaží z porostu odstranit.

9. Závěr

Kůrovcová kalamita je aktuální problém, který musí řešit většina lesníků. Od roku 2017 výše těžby překračuje předepsaný roční etát. Náklady na zpracování kůrovcového dříví obvykle převyšují zisk z prodeje. Lesní správce spravující státní lesy uvedl, že těžba je pro něho ztrátová, respondent spravující soukromý les odpověděl, že těžba negeneruje žádný zisk a lesní správce městských lesů uvedl, že je těžba i nyní zisková záležitost. Jako velkou výhodu uvedl, že mají vlastní těžební technologie. Kromě nižších nákladů na těžbu je velkou výhodou, že kalamita může být zpracována okamžitě. Možnost okamžitého zpracování těžby vnímá jako velkou výhodu i správce soukromého lesa. Těžba může být provedena již druhý den od označení stromu. Naopak u státních lesů provádí těžbu firmy, které se obvykle účastní výběrových řízení a těžba nemůže být provedena okamžitě.

Těžba je ztrátová zejména u mladých napadených porostů ve věku okolo 40, avšak je nutná, jelikož odvoz napadených stromů je nejúčinnější metoda, jak zabránit dalšímu šíření lýkožrouta smrkového. Další opaření jako lapače, lapáky, chemická asanace, insekticidní sítě nejsou příliš účinná. Aktuálně je problém také s prodejem dříví, zejména poškozené dříví pro zpracování na vlákninu je problém prodávat. Přes nedostatek financí je nutné kalamitní holiny, co nejdříve obnovit. V případě, že by se nepodařila včasná obnova, odložená obnova by byla dražší a náročnější, tento fakt si uvědomují i všichni tři respondenti a neodkládají obnovu. Nevyužívají v tomto smyslu ani opatření vydané Ministerstvem zemědělství v roce 2019, podle kterého mají možnost odkladu zalesnění. Respondent C uvedl, že toto opatření má smysl pro vlastníky, kteří nestíhají obnovu včas. U správních celků, kde je možná včasná obnova by se tohoto opatření nemělo zneužívat.

Přirozená obnova může být určitou finanční úlevou. Lesník nemusí platit za sadební materiál a zaměstnance. Využívání přirozené obnovy je doporučováno při obnově kalamitních holin. Výskytu přirozené obnovy však brání nevyhovující podmínky na kalamitních holinách, tlak buřeně či poškození zvěří. Řešením by v určitých případech mohlo být využívání přípravných dřevin jako je bříza, té vyhovuje růst na exponovaných stanovištích, dokáže rychle utvořit zápoj a vytvoří vhodné podmínky pro cílové dřeviny. Využívání břízy či jiných pionýrských dřevin popisuje také generel obnovy lesních porostů po kalamitě. Vnášení cílových dřevin do přípravného porostu se provádí, jakmile přípravný porost utvoří vhodné podmínky,

což může trvat několik let. Díky tomu by se také posunuly výdaje za nákup sadebního materiálu, což by mohla být úleva, zejména v tomto ztrátovém období.

Dotazovaní lesníci z praxe však zatím přípravné dřeviny příliš nevyužívají. Při snaze docílit přirozené obnovy na kalamitní holině často ponechávají výstavky pozůstalých dřevin, pokud mají adekvátní kvalitu. Jedná se zejména o borovici nebo dub. Z odpovědí respondentů vyplynulo, že druhovou skladbu nových porostů volí podle stanoviště. Respondenti B a C uvedli, že nemají problém s výsadbou či přirozenou obnovou smrku na vhodných stanovištích. Respondent C je však limitován zákazem majitelů lesů nakupovat smrkové sazenice, smrk se však na jeho spravovaném území dobře zmlazuje, a proto ho využívá při přirozené obnově. Respondent A se naopak snaží sázet a přirozeně obnovovat všechny dřeviny, které mu dovoluje vyhláška kromě smrku. Ten nepovažuje za perspektivní dřevinu, naopak se snaží vysazovat listnaté porosty, kromě běžných dřevin jako je dub či buk, do druhové skladby vysazuje jilm a třešeň ptačí.

V praxi se obvykle využívá umělá obnova, podíl přirozené obnovy dokonce ještě poklesl s nástupem kalamity. Ministerstvo zemědělství uvolnilo pravidla přenosu sadebního materiálu při zalesňování kalamitních holin, to by mělo lesníkům umožnit využít sadební materiál vhodných dřevin pro výsadbu druhově pestrých porostů. V praxi je však nedostatek sadebního materiálu, zejména obalované sadby je málo. Školky nejsou schopny okamžitě zareagovat na změnu poptávky po jednotlivých druzích dřevin, je to dáno tím, že vypěstování jedné sazenice trvá zhruba tři roky. Dostatek sadebního materiálu je zejména u smrku, který se v některých případech stále vysazuje i na nevhodná stanoviště, protože je dostupný. Není to však pravidlem a například respondent spravující soukromý les uvedl, že má od majitelů zakázáno nakupovat sazenice smrku.

Sucho, které v posledních letech panuje v České republice negativně ovlivňuje umělou obnovu. Sazenice často nejsou schopny přežít období sucha a s tím jsou spojeny další náklady na nákup nových sazenic. Lesníci na sucho reagují, tím že výsadbu provádí především na podzim. Vzhledem k rozsáhlým plochám, které je třeba zalesnit se to ne vždy daří. Navíc je zde riziko, nekvalitně provedené výsadby a následného odumírání sazenic. Umělá obnova nemá takovou hustotu jako přirozená, narušení zvěří by proto mělo horší následky než v případě hustého přirozeného zmlazení. Zejména uměle vysazené listnaté dřeviny a jedle je nutné oplotit. Všichni dotazovaní uvedli, že jakmile neoplotí listnatou dřevinu či jedli, je nulová šance na

přežití. Zvěř tyto porosty decimuje. Se stavbou oplocenek jsou spojené další náklady, navíc při obrovském množství oplocenek je pro lesníky obtížné všechny oplocenky kontrolovat. Dotazovaní shodně uvedli, že přemnožená zvěř je obrovský problém při obnově lesa. Respondent A uvedl, že proti zvěři nemá účinné řešení. Jediné, co může, je udělovat myslivcům pokuty za to, že neredukují počty zvěře. To však v praxi nepomůže, protože myslivci mají obvykle dostatek financí na uhrazení pokut. Vzhledem k tomu, že se oplocenky staví kvůli zvěři, kterou nejsou myslivecké spolky schopni adekvátně redukovat, bylo by efektivním řešením fakturovat náklady spojené se stavbou oplocenek mysliveckým spolkům.

Kalamitní situace zapříčinila různé změny. Zatímco v minulých letech lesy generovaly do státní pokladny především zisk, nyní je lesní hospodářství ztrátové a vyžaduje finanční podporu ze strany státu. Před kalamitní situací byla více využívaná přirozená obnova na čemž se shodli všichni dotazovaní, aktuálně však její podíl klesá. Nastala také změna v preferencích jednotlivých dřevin, různá doporučení preferují druhově pestré lesy. Přes tyto změny se k ochraně lesa před kůrovcem i obnově přistupuje stejně, rozdíl je pouze v množství. Pro nahodilou těžbu se využívá především harvestorová technologie, na nepřístupných místech motorová pila, pro snížení počtů kůrovce se aplikují feromonové lapače a lapáky. Ve větším množství se využívá chemických látek. Přestože dotazovaní jsou proti využívání chemie, množství kůrovcového dříví je vede k aplikaci chemických postřiků například na vytěžené dříví na odvozních místech. Obnova kalamitních holin se provádí především uměle.

Z odpovědí lesníků z praxe vyplývá, že příliš nevyužívají doporučení, odborníků či ministerstva zemědělství. Raději volí podobné postupy jako před kalamitou. Přestože by lesníci rádi využívali přirozenou obnovu, její podíl není dostatečný. Přirozené obnově se nedaří zejména kvůli a.) poškození těžbou, b.) zvěři nebo c.) suchu. Škody těžbou se dle respondenta A dají ovlivnit kvalifikovanou pracovní sílou a kontrolou provádění těžby. Problém je v nedostatku pracovních sil a časové náročnosti ohlídat, tak velký objem těžby. Do určité míry lze vyřešit problém se zvěří, větším tlakem na myslivecké spolky, aby stavy zvěře nepřevyšovaly doporučené počty. Jako řešení problému sucha se mi jeví jako efektivní řešení využití přípravných dřevin, v praxi však není tento postup využíván. Vzhledem k finančním problémům majitelů lesů by podle mého názoru mohlo být řešením udělování dotací, pro využívání přípravných dřevin, při obnově kalamitních holin. Dostala by se tím finanční pomoc majitelům lesů v těžkých chvílích, vznikly by vhodné podmínky pro

vytváření druhově pestrých lesů, holiny by byly zalesněny okamžitě a přirozeným způsobem. Do určité míry by se tím mohl změnit, aktuálně nepříznivý, pohled společnosti na lesnictví. Aktuálně se totiž vytváří obrovské holiny tím, že harvestorové technologie odstraní původní poškozený porost. Při umělé výsadbě například dubu či buku trvá velmi dlouho, než porost dosáhne výšky řekněme šesti metrů, naopak bříza této výšky dosáhne za pár let a změnil by se tím i estetický vzhled krajiny.

Bibliografie

1. BARTELS, Samuel F., Han Y.H. CHEN, Michael A. WULDER a Joanne C. WHIT. Trends in post-disturbance recovery rates of Canada's forests followingwildfire and harvest. Forest Ecology and Management. 2015, 194-207.

2. BIBEM, Martin. Kácet každý kůrovcem napadený strom je zbytečné, část lesů by měla zůstat v přírodním stavu, říká vědec. Hospodářské noviny [online]. 2018 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: https://domaci.ihned.cz/

3. BOČEK, Jan. Tichá revoluce v českých lesích: poprvé se vysadilo víc listnáčů než jehličnanů. Jaké budou lesy po kůrovci? IROZHLAS [online]. 2020 [cit. 2020-06-14]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/smrk-dub-buk_2006100522_jab

4. Cannon, Jeffery B., Suzanne K. HENDERSON, Michael H. BAILEY a Chris J. PETERSON. Interactions between wind and fire disturbance in forests: Competing amplifying and buffering effects. Forest Ecology and Management [online]. 2019, 117-128 [cit. 2020-05-10]. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.01.015. ISSN 03781127.

5. ČADA, Vojtěch, Robert C. MORRISSEY, Zuzana MICHALOVÁ, Radek BAČE, Pavel JANDA a Miroslav SVOBODA. Frequent severe natural disturbances and non-equilibrium landscape dynamics shaped the mountain spruce forest in central Europe. Forest Ecology and Management [online]. 2016, , 169-178 [cit. 2020-05-09]. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.12.023. ISSN 03781127.

6. DUDÍK, Roman. Vyhodnocení plnění funkcí lesa u březových porostů, ekonomiky březového hospodářství a návrh východisek pro hospodaření s břízou v Čr. Praha, 2018.

7. FISCHER, Anton, Clemens ABS, Marcus LINDNER a Petra LASCH. Vegetation dynamics in Central European forest ecosystems (near-natural as well as managed) after storm events.. Folia Geobotanica [online]. 2002, 37(1), 17-32 [cit. 2020-06-13]. DOI: 10.1007/BF02803188. ISSN 12119520.

8. FISCHER, Anton, Hagen S. FISCHER, Martin KOPECKÝ, Martin MACEK a Jan WILD. Small changes in species composition despite stand-replacing bark beetle outbreak in Picea abies mountain forests. Canadian Journal of Forest Research [online]. 2015, (9), 1164-1171 [cit. 2020-04-25]. DOI: 10.1139/cjfr-2014-0474. ISSN 00455067.

9. FISCHER, Anton a Hagen S. FISCHER. Individual-based analysis of tree establishment and forest stand development within 25 years after wind throw. European Journal of Forest Research [online]. 2012, 493-501 [cit. 2020-04-10]. DOI: 10.1007/s10342-011-0524-2. ISSN 16124669.

10. FRELICH, Lee E. Forest dynamics and disturbance regimes: studies from temperate evergreen- diciduous forests / Lee E. Frelich. Cambridge (Massachuttes): Cambridge University Press., 2002. ISBN 9780521650823.

11. HEURICH, Marco. Progress of forest regeneration after a large-scale Ips typographus outbreak in the subalpine Picea abies forests of the Bavarian Forest National Park. Nationalpark Bayerischer Wald. 2009.

12. HOLUŠA, Jaroslav, Jan LUBOJACKÝ a Karolina LUKÁŠOVÁ. Využití otrávených lapáků ve formě trojnožek proti lýkožroutu smrkovému (Ips typographus L.) a lýkožroutu severskému (Ips duplicatus Sahlberg) (Coleoptera: Curculionidae): Certifikovaná metodika. Strnady, 2016. ISBN 978-80-7417-113-0. ISSN 0862-7657.

13. Hospodářství a životní prostředí v České republice po roce 1989. CENIA, 2008. ISBN 978-80-85087-67-3.

14. CHEN, Han Y.H., Stan VASILIAUSKAS, Gordon J. KAYAHARA a Triin ILISSON. Wildfire promotes broadleaves and species mixture in boreal forest. Forest ecology and management [online]. 2009, , 343-350 [cit. 2020-04-18]. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.09.022. ISSN 03781127. Dostupné z: http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301566841

15. ILISSON, Triin. The Direct Regeneration Hypothesis in Northern Forests. Journal of Vegetation Science [online]. 2009, , 735 [cit. 2020-05-13]. ISSN 11009233. Dostupné z: https://www-jstor-org.infozdroje.czu.cz/stable/40295787

16. JONÁŠOVÁ, Magda a Karel PRACH. Central-European mountain spruce (Picea abies (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. Ecological Engineering [online]. 2004, **23**(1), 15-27. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2004.06.010. ISSN 09258574.

17. JONÁŠOVÁ, Magda a Karel PRACH. The influence of bark beetles outbreak vs. salvage logging on ground layer vegetation in Central European mountain spruce forests. Biological Conservation [online]. 2008, **141**(6), 1525-1535 [cit. 2020-06-13]. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.03.013. ISSN 00063207.

18. JURÁSEK, Antonín. Správný postup při zalesňování a související legislativa. Silvarium [online]. 2016 [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: silvarium.cz

19. KINDLMANN, Pavel, Karel MATĚJKA a Petr DOLEŽAL. Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody. Univerzita Karlova v Praze: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-2155-5.

20. KORPEL, Štefan. Pestovanie lesa. Bratislava, 1991. ISBN 80-07-00428-9.

21. Koščulič. Disturbance neboli narušení [online]. 2009 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: http://www.prirozenelesy.cz/node/26

22. KOŠČULIČ, Milan. Dynamika horských lesů po disturbanci [online]. 2008 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-87-2008/lesnicka-prace-c-2-08/dynamika-horskych-lesu-po-disturbanci

23. KOŠČULIČ, Milan. Cesta k přírode blízkému hospodářskému lesu. FSC ČR, o. s., 2010. ISBN 978-80-254-6434-2.

24. KŘÍSTEK, Štěpán. Generel obnovy lesních porostů po kalamitě: etapa II. Frýdek Místek, 2019, 55.

25. Lesy Čr. Strategie obnovy lesa na kalamitních holinách u Lesů ČR. 2019.

26. MACEK, Martin, Jan WILD, Martin KOPECKÝ, et al. Life and death of Picea abies after bark-beetle outbreak: ecological processes driving seedling recruitment. Ecological Applications [online]. 2017, **27**(1), 156 [cit. 2020-06-13]. ISSN 10510761.

27. MARTINÍK, Adam. Potenciál kombinované obnovy lesa na kalamitních holinách nižších poloh. Zprávy lesnického výzkumu. 2016, , 125-131. ISSN 0322-9688.

28. MARTINÍK, Antonín. Bříza – „mocná“ dřevina a nemocné lesy. Lesnická práce [online]. 2012 [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-91-2012/lesnicka-prace-c-3-12/briza-mocna-drevina-a-nemocne-lesy

29. MLČOUŠEK, Marek a Štěpán KŘÍSTEK. Generel obnovy lesních porostů po kalamitě: Etapa III. Frýdek Místek, 2020.

30. Mze, 2019. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství 2018

31. Mze, 2018. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství 2017

32. Mze, 2005. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství 2004

33. Mze, 2000. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství 1999

34. PAPAIK a CANHAM. Species Resistance and Community Response to Wind Disturbance Regimes in Northern Temperate Forests. Journal of Ecology [online]. 2006, **94**(5), 1011-1026 [cit. 2020-05-02]. ISSN 00220477. Dostupné z: https://www-jstor-org.infozdroje.czu.cz/stable/3879593

35. PICKETT, Steward T. a P. S. WHITE. The ecology of natural disturbance and patch dynamics / edited by S.T.A. Pickett, P.S. White. 1985. ISBN 0125545207.

36. PODRÁZSKÝ, Vilém. Základy ekologie lesa. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. ISBN 978-80-213-2515-9.

37. PRACH, Karel, Magda JONÁŠOVÁ a Miroslav SVOBODA. Ekologie obnovy narušených míst V. Obnova lesních ekosystémů. 2009.

38. Přirozená obnova lesa [online]. [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: https://www.mezistromy.cz/slovnik/prirozena-obnova-lesa

39. RICH, Roy, Lee FRELICH a Peter REICH. Wind-throw Mortality in the Southern Boreal Forest: Effects of Species, Diameter and Stand Age. Journal of Ecology [online]. 2007, 95(6), 1261-1273 [cit. 2020-04-13]. ISSN 00220477.

40. SOUČEK, Jiří. Dvoufázová obnova lesa na kalamitních holinách s využitím přípravných dřevin: Certifikovaná metodika. 2016. ISBN 978-80-7417-119-2. ISSN 0862-7657.

41. SOUSA, Wayne. The Role of Disturbance in Natural Communities. Annual Review of Ecology and Systematics [online]. 1984, **15**, 353-391 [cit. 2020-01-11]. ISSN 00664162.

42. SPLECHTNA, Bernhard a Georg GRATZER. Natural disturbances in Central European forests: approaches and preliminary results from Rothwald. Forest Snow and Landscape Research. 2005, (79), 57-67.

43. SURMANOVÁ, Kateřina. Kdybychom neměli tolik smrků, nemáme takový problém s kůrovcem. Česká pozice [online]. 2019 [cit. 2020-06-01]. Dostupné z: https://ceskapozice.lidovky.cz/

44. SVOBODA, Miroslav. Díky novému opatření mohou vlastníci lesů rychleji a efektivněji zalesňovat kalamitní holiny. Argo dialog [online]. 2019 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: https://www.agrodialog.cz/obsah/37/diky-novemu-opatreni-mohou-vlastnici-lesu-rychleji-efektivne/152726

45. SVOBODA, Miroslav, Shawn FRAVER, 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), 707-714 [cit. 2020-01-09]. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.05.027. ISSN 03781127.

46. ŠINDELÁŘ, Jiří. Přirozená obnova lesních porostů v České republice. Lesnická práce [online]. 2000 [cit. 2019-12-02]. Dostupné z: http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-79-2000/lesnicka-prace-c-7-00/prirozena-obnova-lesnich-porostu-v-ceske-republice

47. TAEROE, Anders, Johannes H.C. DE KONING, Magnus LÖF, Anne TOLVANEN, Lárus HEIÐARSSON a Karsten RAULUND-RASMUSSEN. Recovery of temperate and boreal forests after windthrow and the impacts of salvage logging. A quantitative review. Forest Ecology [online]. 2019, , 304-316 [cit. 2020-05-13]. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.03.048. ISSN 03781127.

48. VACEK, Stanislav, Jiří REMEŠ, Lukáš BÍLEK, Igor ŠTEFANČÍK, Martin BALÁŠ a Vilém PODRÁZSKÝ. Pěstování lesa. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2018. ISBN 978-80-213-2891-4.

49. ZAHRADNÍK, Petr a Marie ZAHRADNÍKOVÁ. Použití feromonových lapačů v ochraně lesa proti lýkožroutu smrkovému: Certifikovaná metodika. Strnady, 2016. ISBN 978-80-7417-103-1. ISSN 0862-7657.

50. ZEPPENFELD, Thorsten, Miroslav SVOBODA, Robert J. DEROSE, et al. Response of mountain Picea abies forests to stand-replacing bark beetle outbreaks: neighbourhood effects lead to self-replacement. Journal of applied ecology [online]. 2015, **52**(5), 1402-1411 [cit. 2020-06-13]. DOI: 10.1111/1365-2664.12504. ISSN 00218901.

51. Umělá obnova lesa [online]. 2020 [cit. 2019-12-14]. Dostupné z: https://www.mezistromy.cz/slovnik/umela-obnova

52. Uměle vysazené semenáčky spaluje sucho. Nechme obnovu na přírodě. [online]. 2018 [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: https://zachranmelesy.cz/cs/clanky/clanky/umele-vysazene-semenacky-spaluje-sucho-nechme-obnovu-na-prirode