

**Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Výzkumná stanice Opočno**

**Pěstební postupy ve smrkových a borových
porostech ohrožených sněhem a větrem**
(rukopis certifikované metodiky)

Ing. Jiří Novák, Ph.D.
Ing. David Dušek, Ph.D.
Ing. Vratislav Mansfeld, Ph.D.
Ing. Štěpán Křístek
Doc. RNDr. Marian Slodičák, CSc.
Ing. Eliška Friedlová, Ph.D.
Ing. Jakub Černý, Ph.D.
Ing. Pavel Bednář, Ph.D.

Opočno 2021

Podíl autorů:

Ing. Jiří Novák, Ph.D. (30 %)
Ing. David Dušek, Ph.D. (15%)
Ing. Vratislav Mansfeld, Ph.D. (15 %)
Ing. Štěpán Křístek (15 %)
Doc. RNDr. Marian Slodičák, CSc. (10 %)
Ing. Eliška Friedlová, Ph.D. (5 %)
Ing. Jakub Černý, Ph.D. (5 %)
Ing. Pavel Bednář, Ph.D. (5 %)

Oponenti:

Ing. Ladislav Šimerda, Ph.D. - Lesy Colloredo-Mansfeld s.r.o.

Ing. Martin Veselý - Ministerstvo zemědělství ČR

Obsah

1. Úvod	4
2. Cíl metodiky	5
3. Vlastní popis metodiky	5
3.1 Vymezení ohrožených lokalit podle provozních souborů	5
3.2 Postupy při obnově lesa.....	6
3.3 Postupy při výchově lesa.....	9
3.4 Závěr.....	12
4. Srovnání novosti postupů	12
5. Popis uplatnění metodiky	13
6. Ekonomické aspekty	13
7. Dedikace výzkumnému projektu	13
8. Literatura.....	13
8.1 Seznam použité související literatury	13
8.2 Seznam publikací, které předcházely metodice	16

1. ÚVOD

Hospodaření v lesích je nejenom na našem území silně ovlivňováno nahodilými těžbami. V posledních letech se jedná zejména o škody způsobené kůrovci. Dle údajů Lesní ochranné služby (Lubojacký Knížek 2021) dosáhlo v ČR celkové napadení smrku podkorním hmyzem v roce 2020 minimálně 25 mil. m³. Další stovky tisíc m³ reprezentuje napadení podkorním hmyzem na borovici. V tomto kontextu se zdá výše škod způsobených abiotickými činiteli, konkrétně větrem a sněhem (v roce 2020 to bylo v přepočtu na celou ČR ca 4,2 mil m³) méně významná. Je však třeba vzít v úvahu, že abiotické škody jsou spojené s extrémními projevy klimatu a jsou pak často spouštěcím faktorem následných škod působených biotickými škůdci.

V posledních dvou dekáдах se jednalo například o větrné kalamity spojené s působením vichřic Kyrill (2007), Emma (2008), Herwart (2017), Eberhard (2019) a Julie (2020). Největší sněhová kalamita v tomto období byla zaznamenána v roce 2006 (vytěženo více než 2,5 mil m³). Další významné škody sněhem (nad 0,5 mil. m³) vznikly na našem území v letech 2010 (s velkým podílem škod i v borových porostech) a 2019 (Novotný 2021).

U smrku ztepilého a borovice lesní, které jsou naše nejrozšířenější dřeviny, jsou škody sněhem nejčastější příčinou škod v mladých porostech. Vítr začíná škodit později, od horní výšky porostu ca 15 m. Ve vztahu k výši škod jsou mezi charakteristikami lesních porostů důležité zejména parametry korun a sbíhavost kmenů (např. Hanewinkel et al. 2011). Štíhlostní kvocient vyjadřující poměr výšky a výčetní tloušťky kmene má ve smrkových i borových porostech svůj charakteristický vývoj spojený nejdříve s nárůstem (do kulminace výškového přírůstu) a pozdějším poklesem (s pokračujícím přírůstem tloušťkovým). Tento vývoj je výraznější na stanovištích bohatších a naopak na chudších a výše položených stanovištích je prvotní nárůst kvocientu mírnější. To je v souladu se zjištěním, že nejvýznamnější ekologické faktory ovlivňující štíhlostní kvocient u smrku jsou nadmořská výška a bonita stanoviště (Bošela et al. 2014).

Do vývoje a stavu charakteristik určujících míru odolnosti porostů vůči škodám sněhem a větrem však může lesník aktivně zasáhnout. Jednou z cest je volba vhodné druhové skladby při obnově současných rozsáhlejších stejnorodých smrkových a borových porostů. V současnosti jsou k dispozici poznatky o zpevňující funkci jednotlivých dřevin v podmínkách většiny lesních stanovišť v ČR (Kacálek et al. 2017, Slodičák et al. 2017). Dalším opatřením je adekvátní výchova zejména mladých porostů. Pozitivní efekt silnějších zásahů (udržování volného zápoje) v mladých smrkových porostech na zvýšení stability vůči škodám sněhem a větrem byl jednoznačně potvrzen (Pařez 1972, Chroust 1980, Slodičák 1988, Slodičák, Novák 2006, Gauthier et al. 2015, Dušek et al. 2021a). Naopak silné zásahy uplatňované v pozdějším věku (horní výška již překročila hranici 10 m) jsou spojeny s rizikem rozpadu porostů. To platí zejména pro porosty, ve kterých je výchova v této růstové fázi teprve zahajována (Albrecht et al. 2012, Piticar 2016). Proto lze považovat za stále aktuální známou strategii tzv. odstupňované výchovy smrkových porostů (např. Chroust 1980), při které se v mlazinách intenzivní výchovou buduje individuální stabilita jednotlivých stromů a později se pro budování zápoje (prvku vzájemného zpevnění) přechází k zásahům slabším.

Růstová reakce borovice na uvolnění při výchovných zásazích není tak výrazná jako u smrku. Přesto lze zejména v mládí podpořit výraznějším uvolněním tloušťkový přírůst a zpomalit tak přirozený nárůst štíhlostního kvocientu (Valinger 1992, Novák et al. 2013). Intenzivní výchova v borových porostech od středního věku však již může vést ke ztrátám na celkové produkci (Chroust 2001, Mäkinen, Isomäki 2004, Lindgren et al. 2007, Routa et al. 2011).

Strategie silnějších zásahů v mladých smrkových a borových porostech jako opatření pro zvýšení jejich stability vůči škodlivému působení sněhu a větru je navíc v souladu s aktuální potřebou reagovat na častější výskyt sušších period. Po zásazích se zvyšuje suma

podkorunových srážek a zlepšují se také podmínky pro rychlejší dekompozici opadu (Chroust 1997, Slodičák et al. 2011, Dušek et al. 2021b). Dalším efektem aktivní výchovy v mladých porostech je zachování a podpora příměsi. Slabé zásahy nebo jejich opoždění vedou totiž často ke ztrátě pracně a nákladně budované směsi (Novák et al. 2017a).

Předkládaná metodika se zaměřuje na ty složky adaptačního procesu, které souvisí s obnovou a výchovou lesů dvou nejvíce rozšířených dřevin smrku a borovice. V těchto porostech jsou zaznamenávány největší škody způsobené abiotickými činiteli. Jednotlivá adaptační opatření, jak jsou formulována např. v Národní adaptační strategii (MŽP 2021), je nutno z provozního hlediska zakotvit a zacílit tak, aby byla v praxi použitelná. Tento aplikační rámec je vymezen provozními soubory, mezi jejichž základní charakteristiky patří jejich cílová dřevinná skladba.

Metodika přináší doporučení pro lesní porosty, kde v současnosti dominuje smrk a borovice. Obsahuje postupy využitelné jednak při jejich přeměně obnovou, i pro jejich stabilizaci při výchově. Jejich používání v praxi tak může přispět k minimalizaci škod způsobených větrem a sněhem na lesních porostech v podmínkách probíhající klimatické změny.

2. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je poskytnout uživateli doporučení pro pěstební opatření (obnova a výchova) v současných porostech s převahou smrku a borovice s cílem zvýšení jejich stability a odolnosti vůči škodám sněhem a větrem v návaznosti na klimatickou změnu.

3. VLASTNÍ POPIS METODIKY

V lokalitách ohrožených častým působením abiotických škodlivých činitelů – sněhu a větru, je třeba reagovat přizpůsobením lesnického hospodaření ve všech fázích pěstebních opatření, tj. při zalesňování, výchově i obnově lesa. Vlastní metodika je tedy členěna na část s vymezením ohrožených lokalit podle provozních souborů, a návazně na postupy obnovy (umělé a přirozené) a porostní výchovy.

3.1 Vymezení ohrožených lokalit podle provozních souborů

V rámci oblastních plánů rozvoje lesů (OPRL) jsou pro jednotlivé přírodní lesní oblasti (PLO) vymezeny Provozní soubory (Mansfeld et al. 2020). Seskupením určitých cílových hospodářských souborů (CHS) je vyjádřena orientace na cílové hospodářství, které má předpoklady vhodně adaptovat lesní porosty na měnící se podmínky v důsledku probíhající klimatické změny. Tři CHS (13, 29 a 59) jsou natolik specifické, že i na této úrovni tvoří samostatné provozní soubory. Lze uvést, že provozní soubory rozlišují a následně rámuji trvale udržitelné obhospodařování lesních porostů s ohledem na problémy spojené s klimatickou změnou.

Mapové zpracování Provozních souborů (PS) je dostupné na mapovém portálu Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem (ÚHÚL) a tyto informace lze kombinovat s obrysovou mapou v měřítku 1:10 000 (předpoklad souhlas vlastníka se zveřejněním). Takto je umožněno danou problematiku využít jako podklad pro podrobné plánování a rozhodovací procesy v konkrétních porostech.

Z přehledu definovaných PS (tab. 1) byly pro účely této metodiky vybrány ty, ve kterých (dle příslušných CHS) uvádí vyhláška č. 298/2018 Sb. smrk nebo borovici mezi dřeviny základní cílové, tj. předurčující možný typ cílového hospodářství.

Základní členění metodiky dle provozních souborů bylo dále diferencováno z hlediska možnosti využití zpevňující účinnosti dřevin (podle stanovišť, kde je tato jejich účinnost alespoň dostačující) a míry ohrožení stávajících porostů s převahou smrku nebo borovice

sněhem a větrem (větší na živinově bohatých a vodou ovlivněných stanovištích a menší na exponovaných a kyselých stanovištích).

Tab. 1: Uspořádání provozních souborů (PS) ve vazbě na cílové hospodářství (Mansfeld et al. 2020) s označením PS (X), pro které je metodika zpracována.

Cílové hospodářství	Kód PS	Název provozního souboru	Pozice v ekologické síti	CHS	Doporučení v této metodice pro porosty s převahou	
					SM	BO
Smrkové	11-SM	Cílové SM (přirozené) hospodářství horských poloh	Horské polohy	71; 73; 75; 77; 79	X	
	12-SM	Cílové BK-SM (JD a smíšené) hospodářství vyšších poloh	Vyšší polohy	51; 53; 55; 57	X	X
	13-SM	Cílové SM (JD, BO) hospodářství na glejových a rašelinných stanovištích	Nižší, střední i vyšší polohy	59	X	X
Borové	31-BO	Cílové BO hospodářství na přirozených borových stanovištích	Bory	13		X
	32-BO	Cílové BO (SM, DB, JD) hospodářství na chudých zamokřených stanovištích	Nižší a střední polohy	27; 39		X
Dubové	51-DB	Cílové DB hospodářství nižších poloh	Nižší polohy	19; 25		
	52-DB	Cílové DB (BO, smíšené) hospodářství nižších poloh	Nižší polohy	23; 21		X
Bukové	6-BK	Cílové BK (SM, BO, DB a smíšené) hospodářství středních poloh	Střední polohy	41; 43; 45; 47	X	X
Olšové	7-OL	Cílové OL (JS) hospodářství na trvale zamokřených a lužních stanovištích	Nižší, střední i vyšší polohy	29		

3.2 Postupy při obnově lesa

3.2.1 Volba dřevin

Při obnově stávajících porostů s dominancí smrku nebo borovice nebo při novém zalesnění na lokalitách ohrožených sněhem a větrem je třeba v druhové skladbě zvýšit zastoupení dřevin, které mají v porostech zpevňující funkci. Ta se může významně lišit na různých stanovištích (Slodičák et al. 2017), a proto je nutné vždy zohlednit konkrétní podmínky obnovovaného porostu nebo zalesňované lokality – lesního stanoviště. Při plánování obnovy druhové skladby je tedy možné využít následující přehled dřevin (tab. 2) podle jejich zpevňující účinnosti diferencovaně dle provozních souborů. Přehled vychází z dřívějších poznatků o zpevňující funkci jednotlivých dřevin (Kacálek et al. 2017, Slodičák et al. 2017) doplněný o výsledky dlouhodobých experimentů, hodnocení větrných kalamit a zkušenosti praxe.

V podmínkách **PS 11-SM** je vzhledem k horským polohám výčet zpevňujících dřevin omezený. Přesto lze (zejména formou jednotlivého smíšení) využít na exponovaných a kyselých stanovištích vysokou zpevňující účinnost borovice, douglasky a jedle, průměrnou u buku, modřínu a zde přirozeně více zastoupeného smrku a dostačující u javoru (klenu). V porostech na živných a vodou ovlivněných lokalitách tohoto PS je výběr dřevin se zpevňující účinností ještě užší – průměrná účinnost u buku (pouze na živných stanovištích), jedle a smrku a dostačující u borovice. Výjimku tvoří vysoká zpevňující účinnost modřínu na živných stanovištích.

V **PS 12-SM** reprezentujícím vyšší polohy lze na exponovaných a kyselých stanovištích doporučit pro zpevnění především jedli, douglasku a modřín (vysoká účinnost) a dále borovici,

jasan a smrk (průměrná účinnost). Dostatečně zde zpevnění porostů může zajistit i buk, habr a javor (klen). Pro jedli, modřín a smrk (u těchto dvou dřevin se účinnost snižuje) toto platí i na živných a vodou ovlivněných stanovištích tohoto PS. U buku, douglasky a dubu (zimního) je jejich využití pro zpevnění porostů reálné u živných stanovišť. Naopak u jasanu a javoru (klen) dosahuje zpevňující účinnost vyšších hodnot i na vodou ovlivněných stanovištích.

Tab. 2: Zpevňující účinnost dřevin dle PS (1 - vysoká, 2 – průměrná, 3 – dostačující).

Dřevina	Provozní soubor (odpovídající CHS)									
	11-SM		12-SM		13-SM	31-BO	32-BO	52-DB	6-BK	
	(71, 73)	(75, 77, 79)	(51, 53)	(55, 57)	(59)	(13)	(27, 39)	(21, 23)	(41, 43)	(45, 47)
Borovice	1	3	2	-	2	1*	2	2	2	1*
Buk	2	2*	3	2*	3	3*	-	-	3	2*
Douglaska	1	-	1	1*	-	1*	-	1	1	1*
Duby	-	-	-	1*	1	2	2	1	2	1
Habr	-	-	3	-	-	2*	3	2	2	2*
Jasan	-	-	2	2 [▲]	1	-	1	3	-	2
Javory	3	-	3	2 [▲]	3	-	3	-	-	1 [▲]
Jedle	1	2	1	1	1	2 [▲]	1	1	1	1
Modřín	2	1*	1	2	-	2	2*	2	2	2
Smrk	2	2	2	3	2	3*	3	3	-	3*

V rámci jednotlivých PS a CHS je třeba zohlednit (podrobnější členění viz Slodičák et al. 2017):

* - hodnota platí pro živná stanoviště, na vodou ovlivněných je účinnost nízká až nedostatečná,

▲ - na vodou ovlivněných stanovištích je účinnost vyšší.

Na stanovištích **PS 13-SM** lze ke zpevnění porostu využít především dub (zimní), jasan a jedli. Průměrné účinnosti zde dosahuje borovice a smrk a ještě dostatečně zde tuto funkci splní buk a javor (klen).

Na přirozených borových stanovištích **PS 31-BO** má vysokou zpevňující účinnost douglaska a přirozeně dominující borovice. Na vodou ovlivněných lokalitách tohoto PS je však jejich účinnost velmi nízká až nedostatečná. Dobře (průměrně) zde zajistí zpevnění porostu dub (zimní), habr, jedle a modřín. U habru se účinnost snižuje na vodou ovlivněných lokalitách, naopak u jedle můžeme na těchto stanovištích počítat s účinností vyšší. Dostatečně může v tomto PS porosty zpevňovat BK a SM s výjimkou vodou ovlivněných lokalit.

V **PS 32-BO** plní nejlépe zpevňující funkci jasan a jedle, průměrně borovice, dub (zimní) a mimo podmáčená stanoviště i modřín. Dostatečnou zpevňující účinnost můžeme využít u habru, javoru (kлен) a smrku.

V podmínkách **PS 52-DB** mají nejvyšší zpevňující účinnost douglaska, duby (zimní i červený) a jedle, průměrnou pak borovice, habr a modřín. Dostatečné zpevnění zajistí na těchto stanovištích jasan nebo smrk.

V **PS 6-BK**, kde je v současnosti vysoký podíl stejnorodých smrkových porostů, lze při jejich obnově na exponovaných a kyselých stanovištích využít pro zpevnění především jedlí a douglasku (vysoká účinnost) a dále borovici, dub (zimní i letní), habr a modřín (průměrná účinnost). Dostatečně zde zpevnění porostů může zajistit i buk. Na živných a vodou ovlivněných stanovištích tohoto PS lze doporučit především jedli, a duby (zimní i letní), dále pak borovici, douglasku (především na živná stanoviště) a javory (mléč i klen – především na vodou ovlivněná stanoviště). S průměrnou zpevňující účinností se zde uplatní jasan, modřín a habr nebo buk (obě tyto dřeviny přednostně na živných stanovištích). Dostatečně lze zpevnit porosty na živných stanovištích i smrskem.

Téměř ve všech popisovaných PS má borovice a smrk alespoň dostačující zpevňující účinnost (tab. 2). To však neznamená, že v monokulturách smrku a borovice na těchto stanovištích není třeba přiměsí dalších zpevňujících dřevin. Uvedená zpevňující účinnost smrku a borovice je využitelná především při jejich přimíšení do porostů jiných dřevin.

3.2.2 Uplatnění zpevňujících dřevin při obnově

Kromě správného výběru druhů zpevňujících dřevin dle stanoviště, je třeba zohlednit typ porostního smíšení. Velikost skupin (i stejnorodých) lze přizpůsobit velikosti a tvaru obnovovaného nebo zalesňovaného prvku a může dosahovat od několika arů až po 0,5 ha. V původně smrkových a borových porostech by umělá obnova a podpora přirozené obnovy zpevňujících dřevin měla vést k jejich rovnoměrnému zastoupení tak, aby byla co nejvíce využita jejich účinnost po celé rozloze porostu. Větší stejnorodé skupiny těchto dřevin nejsou zejména u jehličnanů žádoucí. Douglasku a modřín je třeba používat pouze ve směsích. Tyto světlomilné jehličnaté zpevňující dřeviny je vhodnější mísit jednotlivě tak, aby byly součástí kostry budoucího porostu. To lze podpořit i při následné výchově. Zpevňující funkce je totiž významná pouze pokud se podaří tyto dřeviny udržet v úrovni nebo nadúrovni porostu.

Pokud je v současných dospělých smrkových a borových porostech přítomna dřevina se zpevňující účinností alespoň jako vtroušená, lze ke zvýšení jejího podílu v další generaci využít obnovy přirozené. Postup lze navázat na prosvětlení již vzniklá v důsledku např. jednotlivých vývrátů apod., kde se již zmlazení zpevňující dřeviny objevuje. Postupným zvětšováním procloněného prvku tak může být zajištěno dostatečné zastoupení zpevňující dřeviny v celém následném porostu. Rychlost a intenzita prořezávání k podpoře přirozené obnovy musí reflektovat nejenom stav porostu, ale i ekologické nároky podporované zpevňující dřeviny. Příkladem rozdílného přístupu může být podpora zmlazení dřevin snášejších stín, jako je buk a zejména jedle (kde může být postup prosvětlování poměrně dlouhodobý) ve srovnání se světlomilným modřínem, vyžadujícím pro úspěšné zmlazení větší osvětlené prvky.

3.2.3 Opatření prostorové úpravy lesa

K podpoře stability porostů s převahou smrku nebo borovice lze využít **zakládání zpevňujících žeb** širokých až 20 m s orientací přibližně kolmo na směr převládajících větrů. Směry bořivých větrů lze nalézt v OPRL na „Mapě dlouhodobých opatření ochrany lesa“ (<http://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyOprl.html>). Na hospodářských celcích s rozsáhlejšími monokulturami smrku nebo borovice by tyto pásy měly rozdělit území na části o velikosti do 5 hektarů. Pro tvorbu žebra je třeba zohlednit ekologické nároky použitých zpevňujících dřevin. Kromě vhodných stanovištních podmínek jde i o typ smíšení. Listnaté zpevňující dřeviny je většinou výhodnější sázet v samostatných stejnorodých skupinách nebo alespoň se zastoupením 40 % a více, jehličnaté (např. MD nebo DG) spíše v jednotlivé přiměsí.

Ke zpevnění porostů přispívá i dobře založený a dostatečně hustý **systém linek**. Při umělé obnově a zalesňování (zejména rozsáhlejších ploch a kalamitních holin) je tedy vhodným opatřením na tyto linky (o šíři až 5 m) dřeviny nevysazovat.

Z dalších tradičních postupů používaných proti zmírnění rizika škod větrem se jedná o **odluky** (vytěžení pruhu ve starším porostu o šíři 10 až 30 metrů na hranici s porostem mladším a jeho obnovení přirozeně či uměle v době 20 až 30 let před plánovanou mýtní těžbou staršího porostu) a **rozluky** (rozčeňovací seče v rozsáhlých stejnověkových porostech) situované ve směru kolmo na převládající větry. S postupující snahou o zvýšení věkové diferenciace, podílu smíšených porostů a zmenšováním rozlohy obnovních prvků ztrácejí odluky a rozluky původně definované pro řešení snížené stability rozsáhlých stejnorodých a stejnověkových smrkových porostů na významu. Lze však předpokládat, že v porostech vznikajících na současných rozsáhlých

holinách po kůrovcové kalamitě najde v příštích dekádách uplatnění opatření typu rozluky, které přispěje nejen ke stabilizaci (budování vertikálního porostního pláště rozdělených skupin), ale i k usnadnění vlastního hospodaření (rozčlenění atd.). Tuto funkci zde mohou plnit i výše zmíněné linky o šíři až 5 m.

V současnosti veřejná vyhláška MZe Opatření obecné povahy ze dne 2. 4. 2020, čj. 17110/2020-MZE-16212, umožňuje „aby při zalesňování kalamitních holin o souvislé výměře větší než 2 ha byly ponechány nezalesněné pruhy o šířce až 5 metrů, jeden od druhého ve vzdálenosti přiměřené velikosti, terénním a ostatním poměrům zalesňované plochy, minimálně však 20 metrů, a tam, kde kalamitní holina tvoří okraj lesa, se povoluje ponechat nezalesněný pruh o šířce až 5 metrů pro vytvoření porostního pláště“.

Pro zmírňování škod větrem v rozsáhlejších porostech s převahou smrku je také doporučována tzv. **závora**. Jedná se silné proředění (na zakmenění 0,5 až 0,6) porostu v pásu vloženém kolmo na směr převládajícího větru o šíři až 30 m. Cílem je razantně uvolnit vybrané jedince (zásah je tedy primárně úrovněový) a tím podpořit jejich růst, zachování delších korun a zabránit přeštíhlení porostu. K dosažení efektu zpevnění rozsáhlých stejnorodých porostů musí být toto opatření provedeno v porostech do dosažení horní výšky 20 m (tj. ca 40 let věku). Toto úmyslné snížení zakmenění pod 0,7 není v rozporu s ustanovením lesního zákona (zákon č. 289/1995 Sb., § 31, odst. 4), protože je právě uskutečňováno za účelem zpevnění porostu. Prosvětlení porostu v části s vloženou závorou vede často i ke vzniku přirozené obnovy, což lze v dalším období využít k zvýšení věkové diferenciace původně stejnověkých porostů.

Mezi opatření snižující riziko poškození větrem patří také podpora tvorby **stabilního porostního pláště** s dostatečně sevřeným porostním zápojem (hustými korunami). K tomu lze přispět již při obnově zajištěním příměsi dřevin se zpevňující účinností. V dalším období pak kromě podpory těchto dřevin dostatečně a včas uvolňujeme koruny okrajových jedinců, aby nedocházelo k jejich zkracování. Můžeme ustoupit i v kritériu kvality produkce, tj. podpoříme i jedince méně tvárné pokud svojí korunou, postavením a zdravotním stavem přispívají k funkčnosti porostního okraje.

3.3 Postupy při výchově lesa

Doporučení pro zvýšení stability porostů s převahou smrku a borovice při výchově vycházejí z poznatků potvrzených dlouhodobým výzkumem a praxí. Sníh může decimovat smrkové i borové porosty především mladších stádií – až do stádia nastávajících kmenovin, ve starších porostech (kmenovinách) pak převládají vrcholové zlomy a celkové poškození je nižší. Naopak vítr většinou neškodí v porostech do horní výšky 15 m a největší škody (vývraty a zlomy) jsou zaznamenávány v druhé polovině doby obmýetí.

Cílem výchovy je tedy v porostech s převahou smrku a borovice vybudovat již při prvních zásazích individuální stabilitu dominantních jedinců jejich včasným uvolněním a zabránění jejich přeštíhlení. V pozdějším věku (v druhé polovině doby obmýetí) je pak možno v takto pěstebně připravených porostech již zvolit více přístupů k výchově (podúrovněové i úrovněové probírky) bez zvyšování rizika přílišného rozvolňování zápoje, tj. potenciálních škod větrem.

3.3.1 Modely výchovy

Doporučené postupy výchovy ve stejnověkých porostech s převahou smrku a borovice jsou sestaveny do modelů výchovy. Ty se řídí horní porostní výškou (která lépe charakterizuje růstovou fázi porostu než skutečný věk), při které by měly být provedeny výchovné zásahy proředěním na modelovou hustotu. Modely jsou nastaveny na zahájení výchovy při horní výšce 5 m, a to pro porosty z umělé obnovy i pro porosty vzniklé obnovou přirozenou. V nárůstch a

hustších kulturách vzniklých kombinovanou obnovou je však většinou nutno provést pěstební zásahy již dříve.

V nárostech s převahou smrku jde o prostřihávky, první při výšce ca 0,5 m (lze provést i schematicky) s úpravou rozestupu ca 1 x 1 m a druhou při jejich zapojování při horní výšce 1 až 2 m s redukcí na 3 až 4 tisíce jedinců na hektar. V nárostech s převahou borovice je prostřihávka většinou méně naléhavá, přesto pokud jsou přehoustlé, je třeba při výšce do 1 m provést redukcí na ca 10 tisíc jedinců na hektar, při které je třeba odstranit i dominantní netvárné jedince (předrostlíky a obrostlíky). Při těchto zásazích se dostatečně podporují přimíšené dřeviny, zejména druhy se zpevňující účinností (viz kap. 3.2.1).

Při zpracování doporučení se vycházelo ze zjištění, že smrkové i borové porosty jsou nejvíce ohrožené abiotickými škodlivými činiteli na stanovištích živných a vodou ovlivněných, naopak na exponovaných a kyselých stanovištích je riziko poškození nižší. Podobně jako u volby dřevin se zpevňující účinností (kap. 3.2.1) jsou navrhovaná opatření diferencována i v rámci některých provozních souborů. Celkem byly zpracovány čtyři modely (I., II., III. a IV.) pro porosty s převahou smrku a dva modely (V. a VI.) pro porosty s dominantním zastoupením borovice (tab. 3):

- **Model I. - pro PS 11-SM (stanoviště CHS 75, 77, 79) a PS 13-SM**
- **Model II. - pro PS 12-SM (stanoviště CHS 55, 57) a PS 6-BK**
- **Model III. - pro PS 12-SM (stanoviště CHS 51, 53)**
- **Model IV. - pro PS 11-SM (stanoviště CHS 71, 73)**

- **Model V. - pro PS 13-SM, PS 32-BO a PS 6-BK (stanoviště CHS 45, 47)**
- **Model VI. - pro PS 12-SM, PS 31-BO, 52-DB a PS 6-BK (stanoviště CHS 41, 43)**

Z pohledu budování stability porostů smrku nebo borovice jsou stěžejní zejména první dva až tři výchovné zásahy prováděné do horní výšky 15, respektive 17 m. Při zásazích jsou přednostně negativním výběrem odstraňování jedinci se zhoršeným zdravotním stavem, sníženou kvalitou nebo zaostávající v růstu. V modelech s doporučenou silnější redukcí je pak třeba odstranit i některé zdravé a přirůstající jedince. Kritériem je alespoň částečné zachování pravidelných rozestupů a maximální podpora přimíšených dřevin se zpevňující účinností. V porostech výškově homogenních lze první zásahy provést i schematicky. Naopak v porostech výškově diferencovaných není třeba zcela redukovat spodní etáž, zejména ve vyšších a horských polohách, kde jsou případné intercepční ztráty způsobené touto porostní složkou méně významné. Vhodné je zejména první zásahy spojit s racionálním rozčleněním porostů systémem linek, které mohou dosahovat až 5 m šířky.

3.3.2 Porosty s převahou smrku

Modely I. a II. jsou určeny pro porosty s převahou smrku na nejvíce ohrožených stanovištích. První zásahy je zde proto třeba provést již při horní výšce 5 m, kdy by po zásahu mělo v porostech zůstat na živných a vodou ovlivněných stanovištích ca 1400 jedinců na hektar v PS 11-SM a 13-SM (model I.) a 1600 v PS 12-SM a 6-BK (model II.). Druhý zásah je doporučen při horní výšce 10 m, s redukcí na 1000 stromků na hektar u modelu I. a 1200 jedinců u modelu II. Z pohledu budování stability je ještě důležitý třetí zásah, který je doporučován na nejvíce ohrožených stanovištích (model I.), a to při horní výšce 15 m s redukcí na 750 jedinců na hektar.

Na stanovištích méně ohrožených na exponovaných a kyselých stanovištích lze první zásahy provést až při horní výšce 7 m, kdy by mělo v porostech zůstat 1900 jedinců na hektar v PS 12-SM (model III.) a 2200 v PS 11-SM (model IV.). Druhý zásah je do dosažení horní porostní výšky 15 m plánován jen u modelu III., a to s redukcí na 1400 jedinců na hektar.

Tab. 3: Modely výchovy pro porosty s převahou SM a BO v jednotlivých provozních souborech (PS). Hodnoty uvádí doporučenou hustotu porostů po zásahu dle horní porostní výšky (Ho).

PS	11-SM		12-SM				13-SM		31-BO	32-BO	52-DB	6-BK			
CHS*	71, 73	75, 77, 79	51, 53		55, 57		59		13	27, 39	21, 23	41, 43	45, 47		
Dřevina	SM	SM	SM	BO	SM	BO	SM	BO	BO	BO	BO	BO	SM	BO	
Model	IV.	I.	III.	VI.	II.	VI.	I.	V.	VI.	V.	VI.	VI.	II.	V.	
Horní výška Ho (m)	5		1400		6000	1600	6000	1400	5500	6000	5500	6000	6000	1600	5500
	7	2200		1900											
	10		1000		3500	1200	3500	1000	3000	3500	3000	3500	3500	1200	3000
	15		750	1400				750							
	17	1900			1900		1900		1800	1900	1800	1900	1900		1800
	20		600	1000				900							900
	21				1700		1700		1600	1700	1600	1700	1700		1600
	22	1600													
	24				1600		1600		1500	1600	1500	1600	1600		1500
	25	1000		800				800							800
	26				1000		1000		900	1000	900	1000	1000		900
	27	700													
	28				800		800		700	800	700	800	800		700
	29			700	600		600		500	600	500	600	600		500
	30		500					600							600
	32			600											
35							500							500	

*V těchto CHS uvádí vyhláška č. 298/2018 Sb. smrk nebo borovice mezi dřeviny základní cílové, tj. předurčující možný typ cílového hospodářství.

V následující fázi je v podstatě aktivní výchova v porostech s převahou smrku u všech modelů (I. až IV) ukončena a další zásahy se řídí potřebami předmýtní výtěže (případně těžebním procentem) při zohlednění zdravotního stavu a podle cíle lesního hospodáře, resp. vlastníka, protože individuální stabilita jedinců v porostu byla již provedenými zásahy v mládí dostatečně podpořena. V tabulce 3 jsou tedy dále uvedeny pouze orientační hustoty porostů při vybraných horních výškách.

3.3.3 Porosty s převahou borovice

V borových porostech jsou z pohledu zvýšení jejich stability nejdůležitější první dva zásahy. První při horní výšce 7 m, kde je v porostech na stanovištích s přirozeně horší stabilitou (živných a vodou ovlivněných) PS 13-SM, 32-BO a 6-BK (model V.) třeba provést redukci na ca 5500 jedinců na hektar. V porostech méně ohrožených PS 12-SM, 31-BO, 52-DB a exponovaná a kyselá stanoviště PS 6-BK (model VI.) je první zásah méně intenzivní – na 6000 jedinců na hektar. Druhé zásahy jsou pro oba modely doporučovány při horní výšce 10 m s redukcí na 3000 jedinců na hektar u modelu V. a 3500 u modelu VI.

Podobně jako u smrkových porostů je v následující fázi aktivní výchova v porostech s převahou borovice u obou modelů (V. a VI.) ukončena. Z pohledu podpory stability lze doporučit ještě třetí zásah při horní výšce 17 m s redukcí na 1800 (model V.) a 1900 (model VI.) jedinců na hektar. Další zásahy se, jak již bylo uvedeno, řídí potřebami předmýtní výtěže (případně těžebním procentem) při zohlednění zdravotního stavu a podle cíle lesního hospodáře, resp. vlastníka lesa. Orientační hustoty porostů při vybraných horních výškách jsou uvedeny v tabulce 3.

3.3.4 Porosty s opožděnou výchovou

U porostů s převahou smrku nebo borovice, ve kterých neproběhl žádný zásah (ani pročistka) do dosažení horní výšky 10 m nebo byla síla zásahu nedostatečná (počet ponechaných stromů převyšuje o 20 % a více modelovou hustotu uvedenou v tabulce 3), již nelze postupovat dle výše uvedených doporučení. Možnost aktivně podpořit stabilitu vůči škodlivým abiotickým

činitelům je v takových porostech již minimální a silné uvolnění na modelové hustoty může vést až k jejich plošnému rozpadu.

Výchova se zde tak omezuje jen na slabé podúrovňové zásahy zaměřené na postupné odstraňování odumírající a ustupující porostní složky (nejvíce přeštíhlených jedinců) s návratnou dobou 5 až 10 let.

3.4 Závěr

V současných porostech s převahou smrku a borovice je možno snížit riziko poškození abiotickými činiteli (sněhem a větrem) opatřením při jejich obnově a výchově. Patří sem také některá opatření prováděná v rámci vnější i vnitřní prostorové úpravy lesa. Při umělé obnově, novém zalesňování i obnově přirozené je třeba zvyšovat podíl dřevin se zpevňující účinností a tyto dřeviny pak podporovat i při následné výchově porostů. Metodika dále přináší modely pro výchovu porostů s převahou smrku a borovice, kdy je z pohledu podpory jejich budoucí stability kladen důraz na zásahy prováděné do horní porostní výšky 15, respektive 17 m.

Navrhovaná opatření jsou diferencována primárně podle provozních souborů s dalším členěním dle míry ohrožení porostů sněhem a větrem. V praxi by pak měly být tyto postupy aplikovány s přihlédnutím k aktuálnímu stavu porostů (zdravotní stav, intenzita předchozí pěstební péče apod.).

4. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

V problematice zpevňujících dřevin jsou dosud uživatelům k dispozici publikace, které byly i součástí odborných podkladů pro vyhlášku č. 298/2018 Sb. (Slodičák et al. 2017, Kacálek et al. 2017). V samotné vyhlášce není na rozdíl od uvedených publikací meliorační a zpevňující účinnost jednotlivých dřevin rozlišována. To může být u některých druhů zavádějící, tj. dřeviny s vynikající zpevňující účinností nemusí být zároveň plně funkční v oblasti biomeliorace. Samostatný přístup k oběma funkcím byl pak uplatněn při tvorbě doporučení Generelu obnovy lesních porostů po kalamitě, Etapa III, Příloha 1 (ÚHÚL 2020). V předkládané metodice jsou tyto poznatky nově zpracovány podle provozních souborů (Mansfeld et al. 2020) používaných v OPRL. Diferenciace obhospodařování lesů na základě provozních souborů je východiskem pro trvalou a bezpečnou produkci všech lesnických ekosystémových služeb.

V části výchovných opatření podporujících odolnost porostů s převahou smrku a borovice vůči poškození sněhem a větrem se metodika opírá o dřívější doporučení (Pařez, Chroust 1988, Slodičák, Novák 2007, Slodičák et al. 2013, Remeš et al. 2016, Novák et al. 2017b, Dušek et al. 2018, Novák et al. 2019). V těchto výstupech byly vždy na základě tehdejšího stavu poznání modifikovány výchovné programy – modely. Postupně se řídicím prvkem zásahů z dřívě používaného věku stala horní porostní výška lépe charakterizující vyspělost porostu. Korekce byly prováděny na základě zkušeností z dlouhodobých experimentů s výchovou a také vyhodnocení větrných a sněhových kalamit. V současném pojetí doporučovaných modelů výchovy v této metodice je důležitým novým prvkem diference podle provozních souborů (Mansfeld et al. 2020) používaných v OPRL. Tyto byly vytvořeny za účelem srozumitelně vyjádřit perspektivní typ cílového hospodářství s ohledem na extrémní projevy klimatické změny. Předkládaná metodika tak přináší nové informace o pěstebních postupech a zpevňujících dřevinách pro provozní soubory ve kterých má významné zastoupení smrk nebo borovice.

5. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena pro lesní hospodáře, vlastníky a správce lesů, subjekty podnikající v pěstební a těžební činnosti, orgány státní správy lesů a ochrany přírody, lesnické školy a univerzity a lesnický výzkum. Svým zaměřením na diferenciaci dle provozních souborů lze předpokládat i uplatnění v rámci hospodářské úpravy lesa (Oblastní plány rozvoje lesů, Lesní hospodářské plány, Lesní hospodářské osnovy). Pro širší uplatnění je zveřejněna jako recenzovaná (certifikovaná) metodika v tradiční edici Lesnický průvodce, VÚLHM v.v.i., Strnady.

6. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Škody větrem a sněhem jsou dlouhodobě zdrojem nahodilé těžby v porostech s převahou smrku a borovice na našem území. Z historicky využívaných obranných opatření se osvědčilo včas provádět zejména první výchovné zásahy, kdy je dostatečně podpořen tloušťkový přírůst v období přirozené kulminace přírůstu výškového. Výsledkem jsou pak porosty složené z jedinců se zvýšenou individuální stabilitou, ve kterých lze následně lépe využít další opatření na podporu pestřejší struktury a vyššího podílu přirozené obnovy. Stejně tak zvětšování podílu dřevin se zvýšenou zpevňující účinností snižuje riziko jejich rozpadu v důsledku škodlivého působení sněhu a větru.

Podle dostupných údajů (Knížek, Liška 2021) se od roku 2015 postupně zvyšuje podíl biotických škodlivých činitelů jako příčina nahodilých těžeb ve srovnání s činiteli abiotickými. Přesto bylo v roce 2020 podle evidence (údaje pokrývající ca 2/3 lesních porostů v ČR) hlášeno 2,69 mil. m³ vytěžených v důsledku poškození větrem a dalších 0,12 mil. m³ v důsledku poškození sněhem. Pokud by se používáním nových metodických postupů snížily tyto hodnoty alespoň o 5 %, jednalo by se o 141 tis. m³, které by mohly být vytěženy úmyslně a ne nahodile. Při modelovém předpokladu lepšího uplatnění dříví z úmyslné těžby ve srovnání s těžbou nahodilou (většinou poškozené dříví s nižším potenciálem uplatnění na trhu) o 500 Kč za m³, by byla tržba v uvedeném roce pro zmíněné území vyšší o více než 70 mil. Kč. Důležitým ekonomickým aspektem je i skutečnost, že u dříví z poškozených mladých porostů (zejména poškozených sněhem) je pro vlastníka ztracen přírůst za období scházející do plánované těžby úmyslné. Přímé ekonomické přínosy jsou samozřejmě ovlivněny poměrně dlouhým průměrným obmýtím, tj. opatření se pozitivně projeví na nižších škodách sněhem a větrem v dlouhodobém horizontu (desítky let). Dalším přínosem nových postupů je snížení rizika, že rozvrácením porostů dojde k omezení plnění ostatních funkcí lesa.

7. DEDIKACE VÝZKUMNÉMU PROJEKTU

Metodika byla vypracována v rámci řešení projektu QK1810443 „Postupy minimalizace škod způsobených větrem a sněhem na lesních porostech v návaznosti na klimatickou změnu“ a institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe MZE-RO0118.

8. LITERATURA

8.1 Seznam použité související literatury

Albrecht, A., Hanewinkel, M., Bauhus, J., Kohnle, U. (2012). How does silviculture affect storm damage in forests of south-western Germany? Results from empirical modeling based on long-term observations. *European Journal of Forest Research*, 131, s. 229-247.

- Bošeľa M., Konôpka B., Šebeň V., Vladovič J., Tobin B. (2014). Modelling height to diameter ratio – an opportunity to increase Norway spruce stand stability in the Western Carpathians. *Lesn. Cas. For. J.*, 60, s. 71-80.
- Dušek, D., Novák, J., Slodičák, M., Kacálek, D. (2018). Pěstební doporučení pro výchovu smrkových porostů v oblastech jejich chřadnutí. *Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM 2018. 36 s. Lesnický průvodce 10/2018. – ISBN 978-80-7417-176-5*
- Dušek, D., Novák, J., Kacálek, J., Slodičák, M. (2021a). Norway spruce production and static stability in IUFRO thinning experiments in the Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 67, č. 4, s. 185–194. DOI: 10.17221/188/2020-JFS
- Dušek, D., Černý, J., Novák, J., Kacálek, D. (2021b). Vliv výchovných zásahů v mlazinách na obsah vody ve svrchním půdním horizontu. *Zprávy lesnického výzkumu* 66, č. 4, v tisku.
- Gauthier, M. M., Barrette, M., Tremblay, S. (2015). Commercial Thinning to Meet Wood Production Objectives and Develop Structural Heterogeneity: A Case Study in the Spruce-Fir Forest, Quebec, Canada. *Forests*, 6, s. 510-532.
- Hanewinkel, M., Hummel, S., Albrecht, A. (2011). Assessing natural hazards in forestry for risk management: a review. *European Journal of Forest Research*, 130, s. 329-351.
- Chroust, L. (1980). Tvar kmene a velikost korun při výchově smrkových porostů ve vztahu ke škodám působeným sněhem a větrem. *Práce VÚLHM*, 56, s. 31-52.
- Chroust, L. (1997). Ekologie výchovy lesních porostů. Smrk obecný - borovice lesní - dub letní - porostní prostředí - růst stromů - produkce porostu. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství - Výzkumná stanice. 277 s.
- Chroust, L. (2001). Thinning experiment in a Scots pine forest stand after 40-year investigations. *Journal of Forest Science*, 47, s. 356-365.
- Kacálek, D., Mauer, O., Podrázský, V., Slodičák, M., Houšková, K., Špulák, O., Souček, J., Novák, J., Jurásek, A., Leugner, J., Dušek, D. (2017). Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin. *Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti v nakladatelství Lesnická práce 2017. 300 s. – ISBN 978-80-7458-102-1 (Lesnická práce); 978-80-7417-148-2 (VÚLHM)*
- Knížek, M., Liška, J. (eds.). (2021). Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2020 a jejich očekávaný stav v roce 2021. *Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum 2021. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady 2021. 74 s. - ISSN 1211-9350, ISBN 978-80-7417-212-0*
- Lindgren, P. M. F., Sullivan, T. P., Sullivan, D. S., Brockley, R. P., Winter R. (2007). Growth response of young lodgepole pine to thinning and repeated fertilization treatments: 10-year results. *Forestry*, 80, s. 587-611.
- Lubojacký, J., Knížek, M. (2021). Podkorní hmyz. In: Knížek, M., Liška, J. (eds.): *Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2020 a jejich očekávaný stav v roce 2021. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum 2021. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady 2021. s. 22-36 - ISSN 1211-9350, ISBN 978-80-7417-212-0*
- Mäkinen, H., Isomäki, A. (2004). Thinning intensity and growth of Scots pine stands in Finland. *Forest Ecology and Management*, 201, s. 311-325.
- Mansfeld, V., Taubr, K., Novák, J. (2020). Metodické uplatnění provozních souborů a pracovní postup jejich vymezení. *ÚHÚL Brandýs nad Labem. 20 s. Dostupné na: http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/publikace/nove/Methodika_PS_v_OPRL.pdf*
- MŽP (2021). Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. 1. aktualizace pro období 2021 – 2030. Schválená usnesením vlády ČR ze dne 13. září 2021 č. 785 o aktualizaci Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách České republiky a Národního akčního plánu adaptace na změnu klimatu. Ministerstvo životního prostředí ČR. Dostupné na:

- [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/\\$FILE/OEOK_Narodni_adaptacni_strategie-aktualizace_20212610.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK_Narodni_adaptacni_strategie-aktualizace_20212610.pdf)
- Novák, J., Dušek, D., Slodičák, M. (2013). Výchova porostů borovice lesní a poškození sněhem. Zprávy lesnického výzkumu, 58, č. 2, s. 147-157.
- Novák, J., Dušek, D., Slodičák, M., Kacálek, D. (2017a): Importance of the first thinning in young mixed Norway spruce and European beech stands. Journal of Forest Science, 63, č. 6, s. 254–262. DOI: 10.17221/5/2017-JFS
- Novák, J., Dušek, D., Kacálek, D., Slodičák, M., Souček, J. (2017b). Pěstební postupy pro borové porosty 1. a 2. lesního vegetačního stupně. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2017. 28 s. Lesnický průvodce 12/2017. – ISBN 978-80-7417-150-5
- Novák, J., Dušek, D., Slodičák, M. (2019). Modely výchovy jehličnatých porostů pro harvesterové technologie. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2019. 28 s. Lesnický průvodce 8/2019. ISBN – 978-80-7417-196-3
- Novotný, R. (2021). Abiotické vlivy a antropogenní činitelé. In: Knížek, M., Liška, J. (eds.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2020 a jejich očekávaný stav v roce 2021. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum 2021. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady 2021. s. 13-20 - ISSN 1211-9350, ISBN 978-80-7417-212-0
- Pařez, J. (1972). Vliv podúrovňové a úrovňové probírky na výši škod sněhem v porostech pokusných probírkových ploch v období 1959 - 1968. Lesnictví, 18, s. 143 - 154.
- Pařez, J., Chroust, L., 1988. Modely výchovy lesních porostů. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Lesnický průvodce, 4, 83 s.
- Pitcar, M. A. (2016). The effects of thinning on a spruce stand, over a period of 40 years of monitoring. Advances in Agriculture & Botany, 8, č. 2, s. 77-86.
- Remes, J., Novák, J., Štefančík, I., Dušek, D., Slodičák, M., Bílek, L., Pulkrab, K. (2016). Postupy výchovy k dosažení pěstebně-ekologického a ekonomického optima ve smrkových porostech na CHS 43 a 45. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM 2016. 27 s. Lesnický průvodce 14/2016. – ISBN 978-80-7417-124-6
- Routa, J., Kellomäki, S., Peltola, H., Asikainen, A. (2011). Impacts of thinning and fertilization on timber and energy wood production in Norway spruce and Scots pine: scenario analyses based on ecosystem model simulations. Forestry, 84, s. 159-175.
- Slodičák, M. (1988). Vývoj mladých smrkových porostů v podmínkách imisního zatížení po výchovných zásazích různé intenzity. Lesnictví, 34, s. 991-1004.
- Slodičák, M., Novák, J. (2006). Silvicultural measures to increase the mechanical stability of pure secondary Norway spruce stands before conversion. Forest Ecology and Management, 224, s. 252-257.
- Slodičák, M., Novák, J. (2007). Výchova lesních porostů hlavních hospodářských dřevin. Recenzované metodiky. Lesnický průvodce 4/2007, Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 46 s.
- Slodičák, M., Novák, J., Dušek, D. (2011). Canopy reduction as a possible measure for adaptation of young Scots pine stand to insufficient precipitation in Central Europe. Forest Ecology and Management, 262, s. 1913-1918.
- Slodičák, M., Novák, J., Dušek, D. (2013). Výchova porostů borovice lesní. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2013. Lesnický průvodce 5/2013. 23 s. – ISBN 978-80-7417-069-0
- Slodičák, M., Kacálek, D., Mauer, O., Dušek, D., Houšková, K., Jurásek, A., Leugner, J., Novák, J., Souček, J., Špulák, O., Podrázský, V., Zouhar, V. (2017). Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin v CHS borového a smrkového hospodářství.

- Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2017. 44 s. Lesnický průvodce 7/2017. – ISBN 978-80-7417-153-6
- ÚHÚL (2020). Generel obnovy lesních porostů po kalamitě. Příloha č. 1 Rámcové směrnice hospodaření pro obnovu kalamitou dotčeného území dle CHS. ÚHÚL Brandýs nad Labem. Dostupné na:
http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/Generel_obnovy/III/Priloha_c_1_Ramcove_smernice_hospodareni_pro_obnovu_kalamitou_dotcneho_uzemi_dle_CHS.pdf
- Valinger, E. (1992). Effects of thinning and nitrogen fertilisation on stem growth and stem form of *Pinus sylvestris* (L.) trees. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 7, s. 219–228.

8.2 Seznam publikací, které předcházely metodice

- Bednář, P., Bína, J. (2020). Kocanda – an example of multifunctional forest management during forest stand transformation. In: *How to balance forestry and biodiversity conservation: A view across Europe*. Ed. F. Krumm, A. Schuck, A. Rigling. European Forest Institute (EFI); Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), s. 384–396. – ISBN 978-3-905621-62-4 (print). Dostupné na:
<https://drive.switch.ch/index.php/s/kMjgTSCm1C18Ytq RO0118>, (výstup za QK1810415 a QK1810443)
- Bednář, P., Černý, J. (2019). Evaluation of abiotic disturbance agents on Norway spruce mechanical stability in monocultures in Kocanda forest district. In: *Pěstování lesů ve střední Evropě. Sborník vědeckých prací u příležitosti 20. mezinárodního setkání pěstitelů lesa střední Evropy a 100 let založení Mendelovy univerzity v Brně*. Brno, 3.–5. 9. 2019. Ed. K. Houšková, D. Jan. Brno, Mendelova univerzita v Brně, s. 295–303. *Proceedings of Central European Silviculture [Vol. 9]*. – ISBN 978-80-7509-669-2 (výstup za RO0118, QK1810443)
- Dušek, D., Novák, J., Kacálek, J., Slodičák, M. (2021). Norway spruce production and static stability in IUFRO thinning experiments in the Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 67, č. 4, s. 185–194. DOI: 10.17221/188/2020-JFS (výstup za QK1810443)
- Křístek, Š. (2020). Perspektiva smrkového hospodářství středních poloh z hlediska bezpečnosti produkce. *Lesnická práce*, 99, č. 10, s. 648–651. (výstup za QK1810443)
- Mansfeld, V., Taubr, K., Novák, J. (2020). Metodické uplatnění provozních souborů a pracovní postup jejich vymezení. (Externí aplikační garant: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem) Brandýs nad Labem, ÚHÚL. 20 s. Dostupné na:
http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/publikace/nove/Methodika_PS_v_OPRL.pdf, (výstup za QK1810443)
- Novák, J., Dušek, D., Slodičák, M. (2018). Možnosti ovlivnění stability smrkových porostů výchovou – dlouhodobý experiment Polom. [Possible effect of thinning on stability of spruce stands – long-term experiment Polom]. In: *Pěstování lesů ve střední Evropě. Sborník vědeckých prací u příležitosti 19. mezinárodního setkání pěstitelů lesa střední Evropy*. Doksy, 4.–5. 9. 2018. Ed. M. Baláš, V. Podrázský, J. Gallo. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, s. 87–93. *Proceedings of Central European Silviculture*. Vol. 8. – ISBN 978-80-213-2866-2 (výstup za QK1810443, RO0118)
- Novák, J., Dušek, D., Slodičák, M. (2019). Modely výchovy jehličnatých porostů pro harvesterové technologie. [Coniferous stands thinning models for harvester technologies]. *Certifikovaná metodika*. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2019. 28 s. Lesnický průvodce 8/2019. ISBN – 978-80-7417-196-3 (výstup za RO0118)

- Novák, J., Mansfeld, V., Křístek, Š., Friedlová, E. (2019). Podkladové mapy pro hodnocení stability lesních porostů v PLO 40 a na LHC Ostravice (Biskupství ostravsko-opavské). [Specializované mapy s odborným obsahem]. (výstup za QK1810443)
- Novák, J., Špulák, O., Černý, J. (2020). Problematika zakládání a pěstování porostů borovice lesní v měnicích se podmínkách prostředí. In: Škodliví činitelé v lesích Česka 2019/2020 – Krize zdravotního stavu borovice lesní. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. 22. 10. 2020. F. Lorenc, J. Liška (ed.). Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, s. 48-54. – Zpravodaj ochrany lesa, Svazek 23/2020. (výstup za RO0118, TH02030823, QK1810415)
- Sloup, M., Lehnerová, L., Slodičák, M., Lehečka, J. (2018). Vliv výchovných zásahů na růst a vývoj borového porostu. Lesnická práce, 97, č. 12, s. 888–891. (výstup za RO0118)
- Sloup, M., Lehnerová, L., Slodičák, M., Lehečka, J. (2019). Vliv výchovných zásahů na růst a vývoj borového porostu – II. část. Lesnická práce, 98, č. 1, s. 34–37. (výstup za RO0118)