

STATICKÁ STABILITA SMREČÍN VYCHOVÁVANÝCH METÓDOU CIEĽOVÝCH STROMOV

STATIC STABILITY OF SPRUCE STANDS SUBJECTED TO TARGET TREES METHOD TENDING

JOZEF KONÔPKA¹⁾ - BOHDAN KONÔPKA^{1,2)} ✉

¹⁾Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 2175/22, 960 01 Zvolen, Slovak Republic

²⁾Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 - Suchbátka, Czech Republic

✉ e-mail: bohdan.konopka@nlcsk.org

ABSTRACT

Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) is economically very important tree species. On the other hand, mainly due to climate change, spruce is considered to be problematic and unpromising in many regions. Spruces are endangered by a wide variety of harmful agents, including abiotic, mechanically acting agents (snow, rime and especially wind). In this paper, knowledge focused on possibilities of increasing the static stability (resistance to wind) of spruce stands is synthesized. It deals mainly with their tending based on target trees method approaches. Following the graphics of static stability of spruce stands, results from verification of resistance of stands raised by this method are presented. The slenderness ratio (tree height to stem diameter ratio) and the crown proportion (crown length to tree height ratio) of the target trees were used as indicators for the static stability of the spruce stands. Data from long-term research activities on permanent plots located in a substantial part of the territory with natural occurrence of spruce in Slovakia were used as testing material. Research results indicate that trees with a favourable degree of static stability can be achieved in spruce forests by implementing the method of target trees. Finally, we propose measures how to apply the theoretical results of this work in forestry practice, namely in the planning and forest silviculture operations.

For more information see Summary at the end of the article.

Klíčové slová: *Picea abies*; statická stabilita; výchova metódou cieľových stromov; korunovosť; štíhlostný kvocient

Key words: *Picea abies*; static stability; target trees tending method; crown proportion; slenderness ratio

ÚVOD

Smrek obyčajný je významnou drevinou na území Slovenskej republiky (ale aj v ďalších krajinách Strednej Európy), a to najmä z hospodárskeho hľadiska (EWALD 1997). Komplikovanejšie je jeho postavenie z hľadiska ekologického. V takomto kontexte je smrek v niektorých oblastiach jeho súčasného výskytu považovaný za neperspektívnu drevinu (LINDROTH et al. 2009). Súvisí to s doterajším vývojom lesov, resp. s tým, ako sa s ňou doposiaľ nakladalo. Ide najmä o jej zastúpenie vo vzťahu k prírodným podmienkam, vrátane prebiehajúcej klimatickej zmeny a jej inherentných javov (LINDNER et al. 2010).

Napríklad na území terajšej Českej republiky, na začiatku 18. storočia, dochádzalo na mnohých miestach ku kolapsu prírodných lesov (DOMES 2018). Tieto neboli schopné kryť spoločenskú požiadavku na drevo ich samovoľnou obnovou. Preto bolo treba zabezpečiť trvalú rovnováhu medzi produkciou a spotrebou dreva (v dnešnej terminológii:

trvale udržateľný rozvoj – zabezpečenie trvalosti, vyrovnanosti a rastu produkcie dreva). Prvým krokom k dosiahnutiu tohto cieľa bola aktívna ochrana lesov ako prírodného zdroja. Ďalšie kroky smerovali k zabezpečeniu rastu produkčných schopností lesov – najmä produkcie dreva. Preto sa začali zalesňovať staré holiny rýchlo rastúcimi drevinami, predovšetkým smrekom a borovicou. Tieto dreviny zvládali burinu a nepriaznivé bioklimatické podmienky na starých holiach. Takto vznikali nezmiešané smrekové a borovicové porasty a veková porastová štruktúra zodpovedajúca modelu vekových tried. Uvedená druhová a porastová štruktúra bola zaťažaná rozličnými prírodnými disturbanciami. Na druhej strane boli takéto lesy nositeľom vysokej drevoproduktnej výkonnosti. To znamená, že hlavný dôvod zvyšovania zastúpenia smreka v lesoch vyplynul z požiadavky spoločnosti: zabezpečiť dostatok drevnej suroviny pre jej potreby. Takýto vývoj bol v Európe, v lesnícky vyspelých štátoch (napr. JANSEN et al. 2017).

Podobne aj na území Slovenska z tohto dôvodu došlo v minulosti k zvýšeniu zastúpenia smreka. Koncom 19. storočia mal smrek na území Slovenska už 20% zastúpenie (BEDŤ 1896). Treba ale uviesť, že táto „smrekománia“ sa na území Slovenska prejavila v menšom rozsahu ako napríklad na území Česka alebo Nemecka. Po 2. svetovej vojne došlo na Slovensku k regulácii zastúpenia smreka v nadväznosti na výsledky typologického prieskumu (ZLATNÍK 1959). V roku 1974 sa cieľové zastúpenie smreka stanovilo na úroveň 27 % (FAITH et al. 1974). V súčasnosti je už jeho zastúpenie menšie (okolo 23 %). Ako cieľové sa uvádza vo výške 18,2 % (VLADOVIČ et al. 1998), pričom napríklad v Českej republike má smrek aj v súčasnosti zastúpenie približne 50 % (MZE 2018).

Drevo bolo a aj bude významnou surovinou pre hospodárstvo. Zrejme, tak ako doposiaľ medzi najviac vyhľadávané sortimenty bude naďalej patriť ihličnatá (smreková) guľatina. Preto treba odmietnuť extrémne stanovisko, že zastúpenie smreka na Slovensku by sa malo znížiť na pôvodnú hladinu, tzn. necelých 6 % (GREK 1998). Ide o pesimistický scenár, ktorý prichádza do úvahy len v krajnom prípade, najmä ak sa budú eskalovať následky klimatickej zmeny a nebudú sa dôkladne realizovať nevyhnutné opatrenia na jeho zachovanie a ochranu.

Pritom treba zobrať do úvahy, že smrek je drevina, ktorá je aj geneticky málo odolná proti mnohým škodlivým činiteľom. Smrekové porasty v minulosti najviac poškodzovali abiotické činitele, najmä mechanicky pôsobiace (vietor, sneh a námraza). Tieto spravidla pôsobia ako primárne faktory. V prípade nespracovania kalamitnej hmoty vyvolávajú ďalšie, následné disturbancie porastov (reťazové reakcie, šírenie sekundárnych škodcov, najmä podkôrneho hmyzu; napr. NIKOLOV et al. 2014). Hlavne počas ostatných 15 rokov v dôsledku premnoženia podkôrneho hmyzu v smrekových porastov vznikla tak veľká kalamita, že to nemá obdobu v celej histórii lesného hospodárstva na Slovensku.

Uvedenej skutočnosti, že existenciu smrekových porastov ohrozujú v prvom rade mechanicky pôsobiace činitele, si boli vedomí lesníci už v dávnej minulosti. Preto osobitnú pozornosť venovali ich ochrane, najmä proti vetru. V období holorubného hospodárstva hlavným prvkom ochrany proti vetru bol horizontálny zápoj, ktorý vytváral tzv. „kolektívnu bezpečnosť“ (napr. DOLEŽAL 1981; STOLINA et al. 1985). V súvislosti s uplatňovaním podrastového hospodárskeho spôsobu, ako aj v dôsledku nárastu vetrových, snehových a námrazových polomov, najmä v smrečinách, sa prišlo k záveru, že tejto problematike treba venovať väčšiu pozornosť ako tomu bolo v minulosti. Preto sa na Slovensku v 70. rokoch minulého storočia do riešenia problematiky zapojil aj lesnícky výskum (KODRÍK, KONŤKA 1971; KONŤKA 1975, 1977). Pozornosť sa začala venovať širokej škále príčin a podmienok poškodzovania lesných porastov týmito škodlivými činiteľmi. Okrem iného sa prišlo k záveru, že poškodzovanie lesných porastov mechanicky pôsobiacimi činiteľmi možno v podstatnej miere znížiť zvyšovaním ich statickej stability. Jednou z možností bolo uplatnenie metódy cieľových stromov (v ďalšom texte CS) v pestovaní smrečín. Pri uplatnení tejto metódy sa hlavná pozornosť venuje CS (prevažne najkvalitnejšie predrastavé a úrovňové jedince). Pestovné zásahy sa robia v prospech CS, ktoré potom tvoria spevňovacia kostru, tzn. sú nositeľom statickej stability porastu. Takto koncom minulého storočia sa na Slovensku vypracovali „Grafikony statickej stability smrekových porastov“ (KONŤKA 1992, 1999a, 1999b; KONŤKA, KONŤKA 2017). Podľa nich možno posudzovať statickú stabilitu smrekových porastov. V nadväznosti na to sa navrhovalo realizovať pestovno-ochranné opatrenia tak, aby sa dosiahla priaznivá statická stabilita smrekových porastov.

Kvôli celkovému zhodnoteniu problematiky treba uviesť, že už v minulosti (najmä v poslednej tretine minulého storočia) sa v bývalom Československu stabilite smrekových porastov venovala veľká pozornosť. V tomto období došlo k vytvoreniu základov stability smrekových porastov na ekologických princípoch. Išlo najmä o práce českých

vedeckých pracovníkov, v prvom rade to bol CHROUST (1988, 1997), ďalej PAŘEZ (1972, 1985) a SLODIČÁK (1983). Niektoré problémy týkajúce sa pestovania smrekových porastov, najmä ich výchovy, sa riešili aj na Slovensku. Zo starších prác možno spomenúť PISKUNA (1984) a SANIGU (1996), z novších ŠTEFANČÍKA, ŠTEFANČÍKA (2002), resp. ŠTEFANČÍKA (2012).

Cieľom príspevku je syntetizovať doterajšie poznatky o možnostiach zvyšovania statickej stability smrekových porastov výchovou „metódou CS“. Pritom využiť „Grafikony statickej stability smrekových porastov“ na zatriedovanie porastov do jednotlivých stupňov statickej stability. V nadväznosti na to vypracovať návrh opatrení na zvyšovanie statickej stability smrekových porastov. Ide o opatrenia na realizáciu v hospodársko-úpravníckom plánovaní, najmä pri obnovách lesných hospodárskych plánov, ďalej v lesnej prevádzke pri realizácii výchovných zásahov.

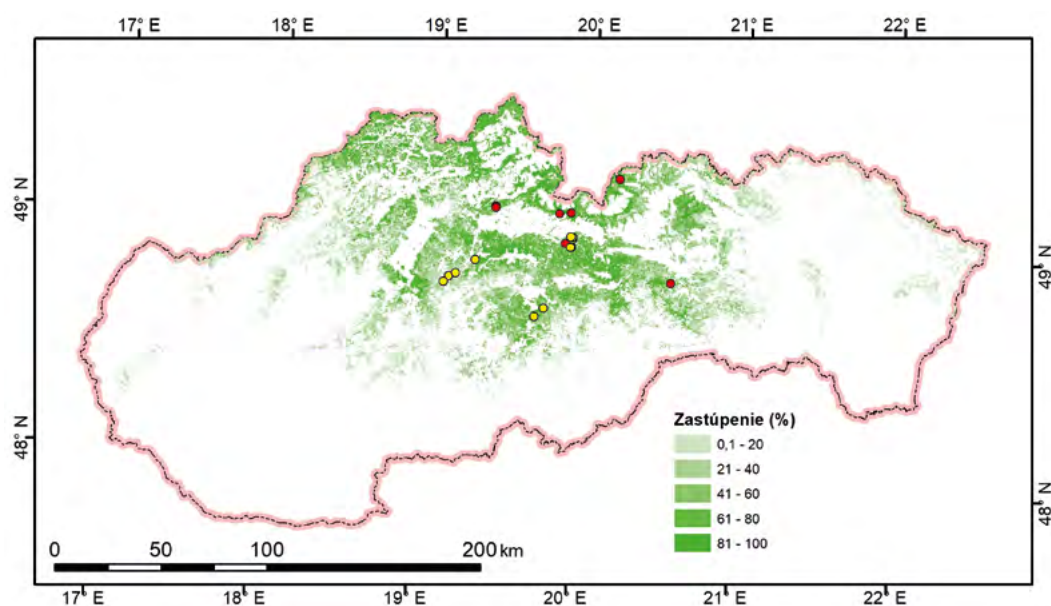
MATERIÁL A METODIKA

Experimentálny materiál tvorili výskumné plochy na rôznych lokalitách Slovenska, kde sa v minulosti realizovala výchova smrekových porastov „metódou CS“ (KONŤKA, KONŤKA 2019). Išlo o dve skupiny výskumných plôch. Prvou skupinou boli výskumné plochy, kde sa v mladom veku uskutočnila jednorazová redukcia počtu stromov a ďalšia výchova sa realizovala „metódou CS“. Druhou, kde sa jednorazová redukcia počtu stromov v mladom veku nerealizovala, ale výchova sa uskutočňovala „metódou CS“.

Celkom išlo o osemnásť trvalých výskumných plôch. Prvú skupinu tvorilo sedem výskumných plôch. V čase jednorazovej redukcie počtu stromov do rastového stupňa žrdkovina (stredná hrúbka porastu 7–12 cm) patrili dve výskumné plochy, do rastového stupňa žrdovina (stredná hrúbka porastu 13–19 cm) tri výskumné plochy a do rastového stupňa dospievajúca kmeňovina (stredná hrúbka porastu 20 cm a viac) dve výskumné plochy. Po desiatich rokoch, t. j. v čase keď sa začalo s výskumom statických charakteristík CS, do rastového stupňa žrdovina patrila len jedna plocha. Ostatných šesť výskumných plôch patrilo do rastového stupňa dospievajúca kmeňovina. Druhú skupinu tvorilo jedenásť výskumných plôch. Z nich v čase, keď sa začalo s výskumom statických charakteristík CS, do rastového stupňa žrdovina patrili tri výskumné plochy a do rastového stupňa dospievajúca kmeňovina osem výskumných plôch (lokalizácia výskumných plôch sa uvádza na obr. 1).

Na každej výskumnej ploche sa trvalo označili CS. Išlo o stromy hlavného porastu s najlepšimi rastovými predpokladmi (s voľnými, resp. voľne rozloženými korunami). Ich počet sa pohyboval v rozpätí od 350 po 400 jedincov na hektár. Zistili sa základné charakteristiky porastov. Zmerali sa parametre CS: hrúbka $d_{1,3}$, výška a dĺžka koruny. Výchova sa realizovala „metódou CS“. Išlo o štandardnú metódu, keď sa odstraňovali jedince, ktoré prekážali v raste a vývoji CS. Podrobnejšie informácie o zásadách výberu CS, o ich počte, ako aj spôsobe uvoľňovania CS sa uvádzajú v predchádzajúcich publikáciách autorov článku (pozri napr. KONŤKA, KONŤKA 2017, 2019). Merania sa opakovali spravidla každých päť rokov. Pri každom CS sa vypočítali jeho statické charakteristiky, t. j. podiel dĺžky koruny z celkovej výšky stromu v % (korunovosť, $k\%$) a pomer medzi výškou stromu a hrúbkou $d_{1,3}$ (štíhlostný kvocient, φ). Potom sa vypočítali stredné hodnoty statických charakteristík CS na jednotlivých výskumných plochách. Základné informácie o výskumných plochách, o rokoch merania a veku porastov, ako aj o vypočítaných stredných hodnotách ukazovateľov statickej stability CS sa uvádzajú v tabuľkách 1 a 2.

Stredné hodnoty, uvedené v tab. 1 a 2, tvoria experimentálny materiál práce. Z nich sa vypočítali korelačné závislosti ukazovateľov statickej stability CS ($k\%$ a φ) na ich strednej hrúbke, resp. na veku porastov, pre prvú, druhú skupinu výskumných plôch. V ďalšom postupe sa obe


Obr. 1.

Lokalizácia výskumných plôch smreka na území Slovenska. Kruhy označujú výskumné plochy s jednorazovou redukciou počtu stromov (červené), resp. bez jednorazovej redukcie počtu stromov (žlté). Odtiene zelenej farby naznačuje podiel smreka na drevinovom zložení lesov

Fig. 1.

Localization of research spruce plots on the Slovak territory. The circles indicate the research plots with one-off tree reduction (red), or the research plots without reduction of trees (yellow). The shades of green colour show contribution of spruce to tree species composition of the forests.

Tab. 1.

Statické charakteristiky smrekových porastov vychovávaných metódou „cieľových stromov“ podľa strednej hrúbky cieľových stromov. Výskumné plochy s jednorazovou redukciou

Static characteristics of spruce stands subjected to the “target tree” method according to the mean diameter of the target trees. Research plots with one-off tree reduction

Výskumná plocha/Research plot with number of trees per ha	Meranie/ Measurement	Rok/ Year	Vek/ Age	Ukazovateľ/Indicator				
				\bar{d} (cm)	\bar{h} (m)	k%	Φ	n
Podspády var. 1 3 000 ks.ha ⁻¹	1.	1981	26	16,15	10,88	78,74	0,680	50
	2.	1986	31	18,57	14,07	69,96	0,765	50
Podspády var. 2 805 ks.ha ⁻¹	1.	1981	26	17,50	10,95	88,46	0,635	50
	2.	1986	31	21,32	14,06	88,06	0,666	50
Podspády var. 3 2 000 ks. ha ⁻¹	1.	1981	26	16,77	11,65	83,72	0,689	50
	2.	1986	31	19,70	14,61	77,43	0,750	47
Svarín II-1 1 035 ks.ha ⁻¹	1.	1981	44	23,70	20,62	63,92	0,878	50
	2.	1986	49	25,22	23,12	55,16	0,926	49
	3.	1991	54	27,12	26,15	51,96	0,972	49
	4.	1996	59	28,56	27,56	50,16	0,976	49
Svarín I-3 1 285 ks.ha ⁻¹	1.	1981	44	23,52	22,77	56,68	0,971	50
	2.	1986	49	25,45	24,41	54,90	0,959	49
	3.	1991	54	27,27	26,05	53,27	0,968	49
	4.	1996	59	28,62	27,74	49,30	0,983	49
Svarín III-4 1 725 ks.ha ⁻¹	1.	1981	44	20,40	20,64	52,48	1,019	50
	2.	1986	49	22,55	21,78	53,51	0,977	49
	3.	1991	54	23,87	24,70	53,32	1,047	48
	4.	1996	59	24,79	26,32	48,15	1,074	47

Pokračovanie Tab. 1.

Statické charakteristiky smrekových porastov vychovávaných metódou „cieľových stromov“ podľa strednej hrúbky cieľových stromov. Výskumné plochy s jednorazovou redukciou

Static characteristics of spruce stands subjected to the “target tree” method according to the mean diameter of the target trees. Research plots with one-off tree reduction

Kamenistá var. 1 1 065 ks.ha ⁻¹	1.	1981	39	22,92	18,81	66,35	0,838	57
	2.	1986	44	25,30	20,71	68,44	0,825	59
	3.	1992	50	27,48	22,93	60,57	0,842	61
	4.	1997	55	28,28	25,26	53,90	0,899	46
Kamenistá var. 2 1 200 ks.ha ⁻¹	1.	1981	39	22,43	18,04	71,16	0,811	62
	2.	1986	44	24,58	20,54	67,71	0,843	59
	3.	1992	50	26,72	21,78	63,87	0,823	56
	4.	1997	55	27,62	24,01	54,37	0,877	53
Žihľavné var. 2 1 741 ks.ha ⁻¹	1.	1981	39	19,99	18,24	61,71	0,927	93
	2.	1986	44	22,39	19,94	62,78	0,909	49
	3.	1991	49	24,24	21,67	55,01	0,912	63
	4.	1996	54	25,21	22,46	45,09	0,891	56
Žihľavné var. 4 1 447 ks.ha ⁻¹	1.	1981	39	22,10	19,99	58,01	0,910	67
	2.	1986	44	24,24	22,11	53,61	0,930	49
	3.	1991	49	25,88	22,89	49,03	0,900	52
	4.	1996	54	27,71	24,01	44,13	0,883	49
Hradište var. 1 750 ks.ha ⁻¹	1.	1981	26	19,33	13,67	88,31	0,718	50
	2.	1986	31	22,38	16,29	77,36	0,734	49
	3.	1992	36	24,56	18,64	69,41	0,768	49
Hradište var. 3 1 225 ks.ha ⁻¹	1.	1981	26	16,02	11,59	78,96	0,789	50
	2.	1986	31	19,69	14,33	63,00	0,738	49
	3.	1992	36	21,78	17,08	57,55	0,784	44
Osobitô 957 ks.ha ⁻¹	1.	1981	69	31,91	28,54	54,42	0,905	60
	2.	1986	74	33,28	28,68	51,36	0,870	53
	3.	1991	79	36,25	30,23	45,69	0,842	52
	4.	1996	84	36,60	31,10	47,34	0,858	52
Hnilčik – parc. 1 1 167 ks.ha ⁻¹	1.	1982	45	27,67	23,27	51,06	0,850	33
	2.	1987	50	29,82	25,60	53,23	0,868	31
	3.	1992	55	32,08	27,38	43,54	0,853	31
	4.	1997	60	32,33	27,33	42,03	0,858	18
Hnilčik – parc. 2 1 545 ks.ha ⁻¹	1.	1982	45	26,35	22,78	49,81	0,873	37
	2.	1987	50	28,48	23,85	49,13	0,837	29
	3.	1992	55	29,76	24,92	51,32	0,851	29
	4.	1997	60	31,60	26,50	40,33	0,823	26
Hnilčik – parc. 3 1 435 ks.ha ⁻¹	1.	1982	45	25,97	22,22	51,27	0,864	41
	2.	1987	50	27,48	25,34	43,80	0,832	41
	4.	1997	60	30,48	25,42	40,00	0,855	28
Hnilčik – parc. 4 1 891 ks.ha ⁻¹	1.	1982	45	26,13	22,00	53,37	0,847	25
	2.	1987	50	28,48	23,38	47,50	0,829	25
Hnilčik – parc. 5 2 035 ks.ha ⁻¹	1.	1982	45	23,84	22,20	49,16	0,940	20
	2.	1987	50	26,37	24,98	46,50	0,958	20

Vysvetlivky (platí pre tabuľky 1, 2 a 4)/Captions (for Table 1, 2 and 4):

– Stredná hrúbka v prsnej výške cieľových stromov/Mean diameter at breast height for target trees

– Stredná výška cieľových stromov/Mean height for target trees

k% – Podiel dĺžky koruny z celkovej výšky cieľových stromov (korunovosť) [%]/Share of crown length to total tree height for target trees [%]

φ – Štíhlostný kvocient/Slenderness ratio

n – Počet cieľových stromov/Number of target trees

skupiny výskumných plôch zlúčili do jedného súboru, kde sa takisto vypočítali korelačné závislosti ukazovateľov statickej stability CS ($k\%$ a φ) na ich strednej hrúbke, resp. na veku porastov. Takto vypočítané informácie dávajú prehľad o tom, aké hodnoty statickej stability dosahovali CS, ak sa výchova porastov realizovala metódou CS. So zreteľom na to, že stredná hrúbka CS je konkrétne merateľná (exaktnejšia) veličina, v ďalšom sa statická stabilita CS analyzuje podľa nej. Výsledky sa zhodnotili osobitne pre skupinu výskumných plôch, kde prebehla jednorazová redukcia počtu stromov v mladom veku, osobitne pre skupinu výskumných plôch bez jednorazovej redukcie počtu stromov a nakoniec taktiež z oboch skupín výskumných plôch, zlúčených do jedného súboru.

Uvedené výsledky sme znázornili graficky. Aby sme zistili, aký stupeň statickej stability sa dosiahol pri výchove porastov metódou CS, prekryli sme dosiahnuté výsledky s „Grafikonmi statickej stability“ (KONÔPKA 1992, 1999a, 1999b). Podľa nich možno posudzovať statickú stabilitu smrekových porastov. Ide o identifikáciu štyroch stupňov statickej stability porastov: 1. – výborný, 2. – dobrý, 3. – vyhovujúci, 4. – nevyhovujúci. Pritom ako ukazovatele statickej stability sa určili charakteristiky CS smreka: podiel dĺžky koruny z celkovej výšky stromov v % (korunovosť, $k\%$) a štišlostný kvocient (φ).

Základné údaje (tab. 1 a 2) sme použili taktiež ako podklady na zhodnotenie vplyvu výškovej bonity na statickú stabilitu smrekových porastov. So zreteľom na to, že v rastových tabuľkách (HALAJ et al. 1987) sa neuvádzajú výškové bonity podľa nami zistených strednej výšky CS, bonitácia sa uskutočnila jednak podľa hornej výšky porastu – smrek nižšie polohy, zásobová úroveň 2, združený porast, ďalej taktiež podľa strednej výšky porastu – smrek nižšie polohy, zásobová úroveň 2, hlavný porast.

VÝSLEDKY

Dosiahnuté výsledky sa zhrnuli do troch častí. V prvých dvoch častiach sa uvádzajú výsledky, ktoré vyplynuli z hodnotenia vývoja statických charakteristík CS v smrekových porastoch na výskumných plochách s jednorazovou redukciou počtu stromov v mladosti, na výskumných plochách bez jednorazovej redukcie počtu stromov, ako aj spolu za oboje skupiny výskumných plôch (tab. 3, obr. 2). V tretej časti sa uvádzajú výsledky, ktoré vyplynuli z analýzy vplyvu výškovej bonity na statickú stabilitu CS (tab. 4, obr. 3).

Tab. 2.

Statické charakteristiky smrekových porastov vychovávaných metódou „cieľových stromov“ podľa strednej hrúbky cieľových stromov. Výskumné plochy bez jednorazovej redukcie

Static characteristics of spruce stands subjected to the „target tree“ method according to the mean diameter of the target trees. Research areas without one-off tree reduction

Výskumná plocha/Research plot	Meranie/ Measurement	Rok/ Year	Vek/ Age	Ukazovateľ/Indicator				
				\bar{d} (cm)	\bar{h} (m)	$k\%$	φ	n
Biely Váh 236b parcela 1	1.	1978	37	19,82	19,52	55,24	1,010	26
	2.	1984	43	24,69	22,43	61,97	0,908	21
	3.	1989	48	27,22	24,84	60,00	0,926	19
Biely Váh 236b parcela 2	1.	1978	37	18,22	18,55	54,11	1,009	25
	2.	1984	43	23,20	22,07	64,07	0,951	12
	3.	1989	48	27,13	25,08	66,17	0,930	12
Čierna dolina parcela 1	1.	1984	32	19,03	19,22	75,29	1,031	50
	2.	1987	35	21,40	21,17	65,49	1,006	50
	3.	1992	40	24,80	22,74	62,52	0,929	48
Čierna dolina parcela 2	1.	1984	32	18,10	18,92	69,87	1,066	50
	2.	1987	35	20,35	20,51	62,89	1,024	50
	3.	1992	40	23,43	22,14	56,85	0,958	47
Čierna dolina parcela 6	1.	1984	32	15,26	16,67	71,00	1,110	50
	2.	1987	35	17,86	18,44	63,24	1,048	50
	3.	1992	40	21,17	20,15	58,46	0,967	50
Čierna dolina parcela 7	1.	1984	32	14,81	15,79	68,46	1,093	50
	2.	1987	35	16,87	17,64	58,77	1,072	50
	3.	1992	40	19,93	19,20	55,78	0,991	35
Mihalová 219c parcela 1	1.	1982	23	16,15	16,00	69,32	1,003	40
	2.	1987	28	18,51	18,05	63,12	0,988	40
	3.	1992	33	21,13	20,72	63,24	0,994	37
Mihalová 219c parcela 2	1.	1982	23	20,20	18,57	74,29	0,945	43
	2.	1987	28	22,38	20,55	70,26	0,940	43
	3.	1992	33	24,57	21,56	67,14	0,894	43

Pokračovanie Tab. 2.

Statické charakteristiky smrekových porastov vychovávaných metódou „cieľových stromov“ podľa strednej hrúbky cieľových stromov. Výskumné plochy bez jednorazovej redukcie

Static characteristics of spruce stands subjected to the „target tree“ method according to the mean diameter of the target trees. Research areas without one-off tree reduction

Staré Hory parceta 2a	1.	1976	42	24,47	20,88	49,81	0,880	22
	2.	1984	50	28,30	25,21	45,93	0,891	19
	3.	1989	55	30,88	27,82	57,26	0,917	19
	4.	1995	61	34,39	28,97	49,81	0,868	16
Staré Hory parceta 1a	1.	1976	42	20,07	19,29	48,00	0,982	36
	2.	1984	50	23,98	23,10	49,35	0,963	21
	3.	1989	55	25,89	25,52	53,82	0,995	21
	4.	1995	61	29,14	28,50	46,70	0,978	21
Staré Hory parceta 2b	1.	1976	42	26,18	22,00	44,58	0,870	17
	2.	1984	50	28,32	24,83	47,64	0,877	11
	3.	1989	55	32,68	28,41	60,64	0,889	11
Staré Hory parceta 1b	1.	1976	42	19,72	18,93	44,92	0,969	30
	2.	1984	50	22,91	23,54	42,95	1,027	24
	3.	1989	55	25,29	25,17	51,42	1,007	24
Brôtovo 63g parceta 1	1.	1977	40	22,41	23,98	39,32	1,087	27
	2.	1984	47	25,71	26,67	52,23	1,037	27
	3.	1989	52	28,15	29,89	53,73	1,079	26
	4.	1995	56	31,70	30,48	48,60	0,978	22
Brôtovo 63g parceta 2	1.	1977	40	24,83	26,20	42,33	1,092	18
	2.	1984	47	25,61	28,47	45,66	1,012	15
	3.	1989	52	28,71	31,11	56,39	1,108	15
	4.	1995	56	30,61	30,59	41,79	1,021	15
Mihalová 220c parceta 1	1.	1982	35	25,84	22,23	60,10	0,884	38
	2.	1987	40	28,85	24,72	63,32	0,870	38
	3.	1992	45	31,10	25,54	62,63	0,832	38
Mihalová 220c parceta 2	1.	1982	35	20,52	19,08	64,04	0,942	30
	2.	1987	40	22,47	20,27	56,37	0,913	30
	3.	1992	45	25,84	21,70	63,26	0,849	30
Motyčky parceta 1	1.	1972	47	21,14	19,05	57,74	0,901	40
	2.	1977	52	22,76	20,67	53,07	0,907	40
	3.	1982	57	24,63	21,51	54,88	0,873	39
Biely Váh intenzívny zásah	1.	1980	65	26,17	24,90	44,96	0,964	50
	2.	1985	70	27,62	26,40	44,90	0,968	48
	3.	1990	75	29,31	27,58	51,62	0,950	48
Biely Váh jemný zásah	1.	1981	66	27,60	26,46	47,31	0,968	50
	2.	1985	71	28,68	27,97	45,89	0,985	50
	3.	1990	76	30,61	29,36	50,58	0,970	49
Biely Potok parceta 1	1.	1984	60	32,42	28,92	48,72	0,892	45
	2.	1990	66	34,32	30,09	56,58	0,888	40
Korytnica parceta 1	1.	1972	59	27,09	21,81	50,79	0,805	23
	2.	1977	64	29,13	22,98	51,66	0,789	23
	3.	1982	69	30,93	24,85	52,31	0,803	23
	4.	1990	74	31,76	24,00	55,42	0,756	22
Šaling parceta 1	1.	1977	58	29,74	32,11	35,77	1,080	48
	2.	1984	65	33,23	33,00	40,00	0,994	48
	3.	1989	70	35,29	34,42	44,17	0,985	48
	4.	1995	76	37,60	35,18	43,56	0,948	46

Tab. 3.

Statické charakteristiky skupín výskumných plôch smrekových porastov vychovávaných metódou „cieľových stromov“ podľa strednej hrúbky cieľových stromov
 Static characteristics of groups of research plots of spruce forests subjected to the „target tree“ method according to the mean diameter of the target trees

Skupina výskumných plôch/ Groups of research plots	Statická charakteristika/ Static characteristic	Stredná hrúbka cieľových stromov/ Mean diameter of target trees [cm]					
		15	20	25	30	35	40
S jednorazovou redukciovou stromov v mladom veku/With one-off reduction of trees at a young age	Korunovosť/Crown length to height [%]	89	70	56	48	46	50
	Štíhlostný kvocient/Slenderness ratio	0,662	0,809	0,886	0,893	0,850	0,697
Bez jednorazovej redukcie stromov v mladom veku/Without one-off reduction of trees at a young age	Korunovosť/Crown length to height [%]	68	60	54	51	49	49
	Štíhlostný kvocient/Slenderness ratio	1,065	0,981	0,922	0,888	0,879	0,895
Spolu s redukciovou a bez redukcie/Both with the reduction and without reduction	Korunovosť/Crown length to height [%]	76	64	55	50	47	48
	Štíhlostný kvocient/Slenderness ratio	0,920	0,921	0,916	0,907	0,892	0,873

Tab. 4.

Statické charakteristiky smreka na výskumných plochách podľa výškových bonít
 Static characteristics of spruce on research plots according to site class

Výskumná plocha/ Research plot	Vek/Age	Ukazovateľ/Indicator					
		\bar{d} (cm)	\bar{h} (m)	k%	φ	Bonita/Site class	
						Združený porast/ Associated stand*	Hlavný porast/ Main stand**
Podspády	29	18,30	12,71	81	0,7	30	34
Kamenistá	74	33,28	28,68	51,36	0,87	30	34
Žihlavné	55	29,76	24,92	51,32	0,85	32	36
Svarín	31	20,70	15,30	73,00	0,76	34	38
Hradište	45	23,84	22,20	49,16	0,94	34	38
Hnilčík	52	28,50	24,40	47,00	0,87	34	38
Osobitô	43	23,20	22,07	64,07	0,95	34	38
Korytnica	67	29,70	23,40	53,00	0,79	28	30
Motyčky	52	22,80	20,40	55,00	0,89	30	32
Biely Váh	43	23,40	22,10	60,00	0,96	34	38
Staré Hory	52	28,50	24,40	47,00	0,87	34	38
Biely potok	43	23,40	22,10	60,00	0,96	34	38
Biely Váh	43	23,40	22,10	60,00	0,96	34	38
Mihalová 220c	63	33,40	29,50	53,00	0,89	34	38
Čierna dolina	49	27,20	28,50	48,00	1,06	38	42
Brôtovo	49	27,20	28,50	48,00	1,06	38	42
Mihalová 219 c	28	20,50	19,30	68,00	0,97	40	42
Šaling	67	34,00	33,70	41,00	1,00	38	42

Vysvetlivky/Captions:

Bonity určené podľa rastových tabuliek/Site index determined according to growth tables:

*- smrek nižšie polohy, zásobová úroveň 2, združený porast, horná výška/spruce in lower altitudes, stock level 2, associated stand, upper altitude;

** - smrek nižšie polohy, zásobová úroveň 2, hlavný porast, stredná výška/spruce in lower altitudes, stock level 2, main stand, medium height

Statické charakteristiky smrekových porastov vychovávaných „metódou CS“ podľa strednej hrúbky cieľových stromov

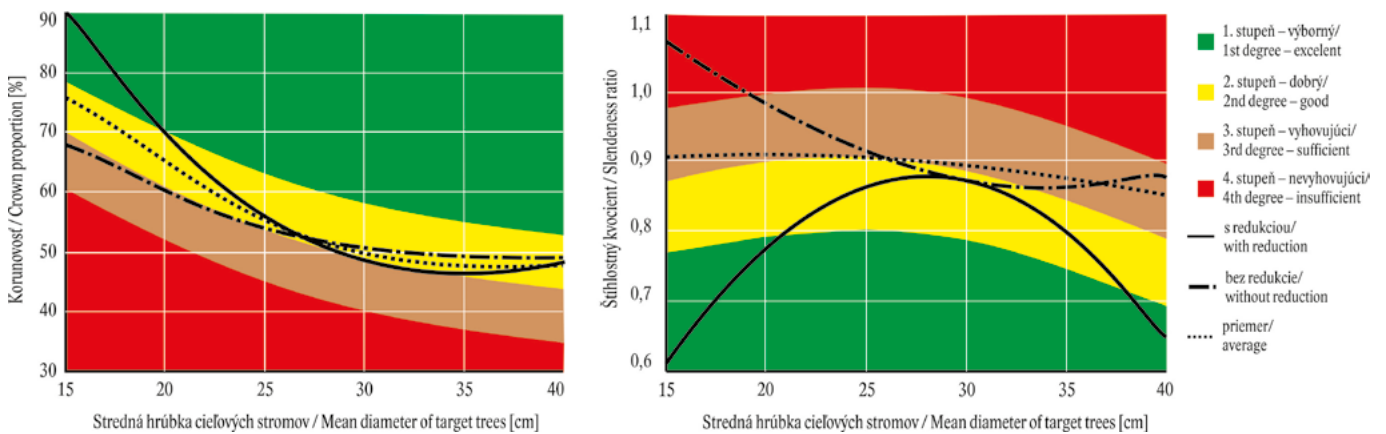
Výskumné plochy s jednorazovou redukciou počtu stromov

Z analýzy dosiahnutých výsledkov (tab. 3 – prvá časť) vyplynulo, že k% CS pri ich strednej hrúbke 15 cm dosahovala hodnotu 90 % (zaokrúhľovať budeme na 5 %). So stúpajúcou hrúbkou CS sa hodnota k% znižovala: pri strednej hrúbke CS 20 cm na 70 %, pri 25 cm na 55 %, pri vyšších stredných hrúbkach CS na 50 %. φ CS pri strednej hrúbke CS 15 cm mal hodnotu 0,66. So stúpajúcou strednou hrúbkou

CS sa jeho hodnota zvyšovala až na hodnotu 0,89 pri strednej hrúbke CS 30 cm. Potom poklesla, pri strednej hrúbke CS 35 cm na 0,85. Ďalší pokles jeho hodnoty pri strednej hrúbke CS 40 cm sa nebude brať do úvahy (najmä pre malý počet meraní možno spochybníť relevantnosť výsledkov).

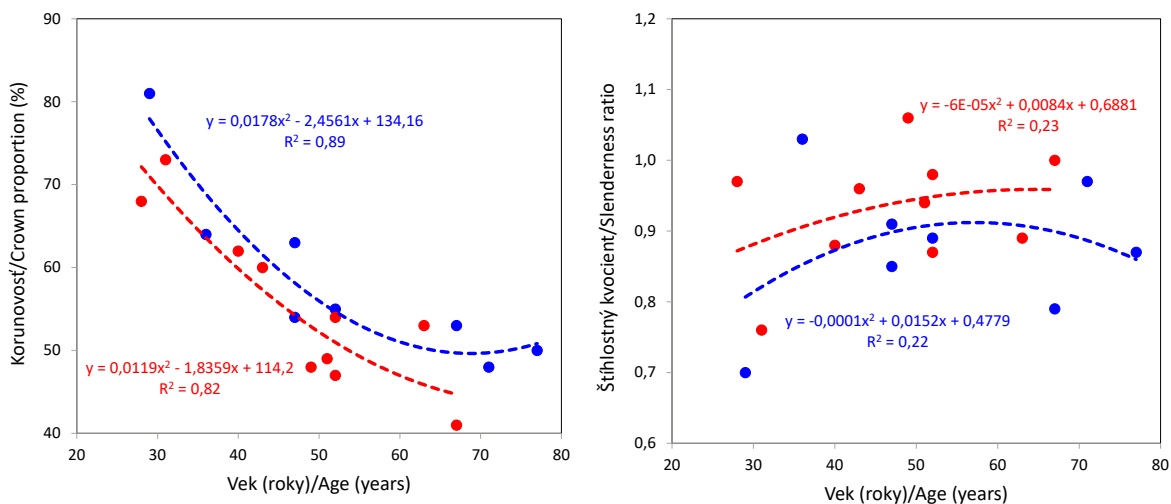
Výskumné plochy bez jednorazovej redukcie počtu stromov

Z analýzy dosiahnutých výsledkov (tab. 3 – druhá časť) vyplynulo, že hodnota k% CS pri ich strednej hrúbke 15 cm dosahovala 70 %. So stúpajúcou strednou hrúbkou CS sa znižovala, pri strednej hrúbke



Obr. 2. Posúdenie statickej stability smrekových porastov vychovávaných metódou „cieľových stromov“ podľa grafikonov statickej stability
Fig. 2.

Assessment of static stability of spruce stands raised by the method “target trees” according to static stability graphicons



Obr. 3. Statická stabilita smrekových porastov vychovávaných metódou „cieľových stromov“ podľa výškových bonít. Rastové tabuľky (HALAJ et al. 1987), smrek nižšie polohy, zásobová úroveň 2, združený porast, horná výška. Modrá farba (body, krivka a vzorec) platia pre bonity do 32, červená farba pre bonity 34 a viac
Fig. 3.

Static stability of spruce stands raised by the “target trees” method according to the height values. Growth tables (HALAJ et al. 1987), spruce lower altitudes, stock level 2, associated stand, upper stand height. Blue colour (points, curve and equation) corresponds to the site classes up to 32, red colour to site classes 34 and more

CS 20 cm na 60 %. Potom sa už nemenila. Dosahovala hodnotu 50 %. φ CS pri strednej hrúbke CS 15 cm mal hodnotu 1,07. So stúpajúcou hrúbkou CS sa jeho hodnota znižovala, pri strednej hrúbke CS 25 cm na hodnotu 0,92. Potom sa už podstatnejšie nemenila. Možno povedať, že dosahovala hodnotu 0,89.

Výskumné plochy spolu (s jednorazovou aj bez jednorazovej redukcie počtu stromov)

Ak analyzujeme obidva predchádzajúce súbory spolu (tab. 3 – tretia časť), pridáme k záveru, že k% CS najvyššiu hodnotu dosahovala pri strednej hrúbke CS 15 cm 80 %. Ďalej sa znižovala, pri 25 cm na 65 %, pri 25 cm na 60 %. Potom sa už nemenila, dosahovala hodnotu 50 %. Pokiaľ ide o φ CS, jeho najvyššie hodnoty boli pri strednej hrúbke CS 15 cm a 20 cm – 0,92. Potom sa postupne znižovali až na hodnotu 0,87 pri strednej hrúbke CS 40 cm.

Vzájomné porovnanie dosiahnutých výsledkov

Zo vzájomného porovnania výsledkov na výskumných plochách s jednorazovou redukciou a bez redukcie počtu stromov vyplynulo, že pri stredných hrúbkach CS 15 cm, 20 cm a 25 cm priaznivejšie statické charakteristiky mali CS na výskumných plochách s redukciou počtu stromov v mladom veku. Pri väčších stredných hrúbkach CS boli hodnoty k% takmer rovnaké. Pokiaľ ide o φ , aj tu sa v podstate dosiahli také isté výsledky ako v predchádzajúcom prípade. Priaznivejšie hodnoty mal φ na výskumných plochách, kde prebehla redukcia počtu stromov (s výnimkou pri strednej hrúbke 30 cm, keď hodnoty φ boli rovnaké 0,89). Z hľadiska statickej stability sú dosiahnuté výsledky logické. Tam, kde došlo k jednorazovej redukcii počtu stromov v mladom veku, je statická stabilita CS priaznivejšia. Na výskumných plochách s redukciou počtu stromov prekvapuje veľké zníženie hodnôt φ pri stredných hrúbkach CS 35 cm, 40 cm, čo nie je možné jednoznačne (logicky) vysvetliť. Ak obidva súbory zlúčime do jedného, pridáme k záveru, že hodnoty k% až do strednej hrúbky 30 cm postupne klesajú, potom sa už podstatne nemenia (dosahujú výšku 50 %). Hodnoty φ v závislosti na strednej hrúbke CS sa podstatne nemenia (do 25 cm je ich hodnota 0,92, potom postupne klesá, najnižšiu má pri strednej hrúbke 40 cm – 0,87).

Dosiahnuté výsledky potvrdzujú skutočnosť, že tam, kde došlo k jednorazovej redukcii počtu stromov v mladosti, je statická stabilita CS priaznivejšia. Tak je tomu pri strednej hrúbke CS 15 cm, 20 cm, ako aj 25 cm. Pri väčších stredných hrúbkach nie sú už rozdiely až tak jednoznačné. Dôležitý je taktiež poznatok, že aj v porastoch, kde nedošlo k jednorazovej redukcii počtu stromov v mladom veku, možno realizáciou výchovy „metódou CS“ dosiahnuť priaznivé statické charakteristiky smrekových porastov. Aby sa tu priaznivé parametre statickej stability dosiahli, je na to potrebné pomerne dlhé obdobie – 10 až 15 rokov.

Posúdenie statickej stability smrekových porastov podľa grafikonov statickej stability

Na obrázku 2 sa uvádzajú hodnoty stupňov statickej stability podľa grafikonov statickej stability, ktoré sa prekryli so zistenými hodnotami v porastoch, kde sa uskutočnila jednorazová redukcia počtu stromov v mladom veku a ďalšia výchova sa realizovala „metódou CS“ (tab. 3 – prvá časť) a v porastoch, kde sa neuskutočnila jednorazová redukcia počtu stromov v mladom veku, ale výchova sa taktiež realizovala „metódou CS“ (tab. 3 – druhá časť). Nakoniec spolu, so syntézou uvedených dvoch súborov (tab. 3 – tretia časť). Zo vzájomného porovnania vyplynuli tieto výsledky:

Výskumné plochy s jednorazovou redukciou počtu stromov

Po 10 rokoch od jednorazovej redukcie počtu stromov, pri strednej hrúbke CS 15 cm dosahovali CS pri k% 1. (výborný) stupeň statickej

stability (90 %). V podstate takto to bolo aj pri strednej hrúbke CS 20 cm (70 %). Vo vyšších stredných hrúbkach CS sa zistil 2. (dobrý) stupeň statickej stability. Značný pokles hodnoty statickej stability v porovnaní s predchádzajúcou bol pri strednej hrúbke CS 25 cm (55 %). Potom pri vyšších stredných hrúbkach CS 30 cm, 35 cm, 40 cm sa už hodnota k% podstatne nemenila (50 %). Išlo o 2. (dobrý) stupeň statickej stability. Pokiaľ ide o φ , tu pri strednej hrúbke CS 15 cm sa zistil taktiež 1. (výborný) stupeň statickej stability (0,66). Potom jeho hodnota stúpla pri strednej hrúbke CS 20 cm na 0,81. Taktiež išlo o 1. (výborný) stupeň statickej stability. Pri stredných hrúbkach CS 25 cm a 30 cm sa hodnota φ podstatne nemenila (0,89). Dosahovala 2. (dobrý) stupeň statickej stability. Pri stredných hrúbkach CS 35 cm, 40 cm hodnota φ klesala (0,85, 0,70). Pritom pokles hodnoty φ pri strednej hrúbke CS 40 cm až na 0,70 nie je celkom dôveryhodný. Zrejme sa nepomýlime, ak aj tu budeme usudzovať, že by malo ísť o 2. (dobrý) stupeň statickej stability.

Výskumné plochy bez jednorazovej redukcie počtu stromov

Pri strednej hrúbke CS 15 cm a 20 cm dosahovali tieto stromy pri k% hodnotu medzi 2. (dobrý) a 3. (vyhovujúci) stupňom statickej stability (70 %, 60 %). Pri strednej hrúbke CS 25 cm išlo o 3. (vyhovujúci) stupeň statickej stability (50 %). Vo vyšších stredných hrúbkach CS to bol 2. (dobrý) stupeň statickej stability. Potom sa už hodnota k% nemenila (50 %). Obdobný vývoj bol aj pri φ (v opačnom zmysle). Pri strednej hrúbke CS 15 cm sa zistil 4. (nevyhovujúci) stupeň (1,07). Potom jeho hodnota klesla pri strednej hrúbke CS 20 cm na 0,98. Išlo o 3. (vyhovujúci) stupeň statickej stability. Pri strednej hrúbke CS 25 cm hodnota φ poklesla na 0,92, a potom pri vyšších stredných hrúbkach CS na 0,89. Pri strednej hrúbke CS 30 cm išlo o 2. (dobrý) a potom pri vyšších stredných hrúbkach CS o 3. (vyhovujúci) stupeň statickej stability.

Výskumné plochy spolu (s jednorazovou aj bez jednorazovej redukcie počtu stromov)

V podstate ide o priemery z dvoch súborov (výskumné plochy s jednorazovou a bez jednorazovej redukcie počtu stromov). Podľa obidvoch ukazovateľov statickej stability ide o vyhovujúce parametre smrekových porastov (CS). Priaznivejší stav statickej stability je podľa ukazovateľa k% ako podľa ukazovateľa φ . Rozdiely ale nie sú veľké.

Vzájomné porovnanie dosiahnutých výsledkov

Zo súhrnného porovnania výsledkov, parametrov statickej stability smrekových porastov, ktoré sa dosiahli realizáciou výchovy „metódou CS“ s modelovými hodnotami CS, uvedenými v grafikonoch statickej stability vyplynulo že:

- Ak sa vykoná jednorazová redukcia počtu stromov v mladom veku, má to priaznivé dôsledky na celkový vývoj statickej stability (vysoká hodnota k%, nízka hodnota φ). Jednoznačne sa to ukázalo na CS po 10 rokoch od redukcie počtu stromov (stredná hrúbka CS 15 cm). Tento vplyv, v kombinácii s realizáciou výchovy porastov „metódou CS“ sa prejavil aj v ďalších časových obdobiach, po 10 až 15 rokoch. Pozitívny vplyv na statickú stabilitu smrekových porastov má aj ďalšia výchova realizovaná „metódou CS“. Možno ňou dosiahnuť ďalšie zvyšovanie statických parametrov smrekových porastov.
- Tam, kde sa neuskutočnila jednorazová redukcia počtu stromov v mladom veku, výchovné zásahy sa realizovali bežným prevádzkovým spôsobom, statické charakteristiky CS v rovnakých časových horizontoch boli pri φ nepriaznivejšie ako na výskumných plochách s redukciou počtu stromov. Taktiež tu boli menej priaznivé hodnoty k%. Ukázalo sa však, že aj tu možno výchovou porastov „metódou CS“ dosiahnuť zlepšenie statickej stability. Aby sa dosiahli také parametre statických charakteristík ako v pred-

chádzajúcom prípade, je na to potrebná dosť dlhá doba 15 až 20 rokov.

- Ak obidva súbory sa spoja do jedného celku, potom možno povedať, že ak sa výchova smrekových porastov realizuje „metódou CS“, dosiahne sa pri porovnaní s grafikonmi priaznivá statická stabilita. Záver je jednoznačný. Ak chceme dosiahnuť, aby sa smrekové porasty dožili rubného veku, treba ich výchovu realizovať „metódou CS“. Samozrejme nemožno vylúčiť ani to, že ak vzniknú mimoriadne meteorologické situácie, dôjde aj k disturbancii takýchto porastov.
- Zatiaľ nie je relevantne stanovené, ktorý stupeň statickej stability by sa mal dosiahnuť v konkrétnych prírodných a porastových podmienkach. Potrebné by bolo sa touto problematikou ďalej zaoberať. Návrh, že optimálny stav je vtedy, ak CS dosahujú 2. (dobrý) stupeň statickej stability, resp., že 1. stupeň statickej stability (výborný) by mal byť v ochranných lesoch, resp. v niektorých, subkategóriách lesov osobitného určenia (rekreácia a liečenie, zdravotná a kultúrna funkcia) vyplynul z logickej úvahy.

Statická stabilita smrekových porastov vychovávaných „metódou CS“ podľa výškových bonít

Dosiahnuté výsledky uvedené v predchádzajúcich kapitolách sa ešte zhodnotili podľa výškových bonít. Znovu zopakujeme, že so zreteľom na to, že v rastových tabuľkách (HALAJ et al. 1987) sa neuvádzajú výškové bonity podľa nami zistenej strednej výšky CS, bonitácia sa uskutočnila takto: prvý prípad – smrek nižšie polohy, zásobová úroveň 2, združený porast, horná výška, druhý prípad – smrek nižšie polohy, zásobová úroveň 2, hlavný porast, stredná výška. Výsledky uvádzame v tab. 4. Do hodnotenia sa zaradili všetky výskumné plochy (čiže ako jeden súbor, pozostávajúci z výskumných plôch s redukciami a bez redukcie počtu stromov).

Pre lepšiu predstavu sme tieto vzťahy vyjadrili aj graficky, avšak z dôvodu zjednodušenia a skrátenia problematiky sme použili už len prvý prípad (smrek nižšie polohy, zásobová úroveň 2, združený porast, horná výška). Tu sa výškové bonity agregovali do dvoch skupín: do 32 m a 34 m a viac. Na obrázku 3 sa uvádzajú hodnoty statických charakteristík CS ($k\%$ a φ) podľa veku porastu. Zistilo sa, že $k\%$ klesá s pribúdajúcim vekom porastov. Takto je tomu približne až do veku 60 (70) rokov. Potom sa už jeho hodnoty podstatne nemenia. Vyrovnávajúce krivky majú konvexný tvar. Vyššie hodnoty tejto statickej charakteristiky sa zistili pri výškových bonitách do 32 m, ako pri výškových bonitách 34 m a viac. Rozdiely v hodnotách tejto statickej charakteristiky sa podľa veku podstatne nemenia. Približne rovnaké sú vo veku 30, 40, 50, 60 rokov (5 %). Väčšie sú vo vyššom veku, čo je zrejme dôsledok menšieho počtu meraní. Z uvedeného vyplynulo, že pri výškových bonitách smreka do 32 m dosiahli CS vyššie (priaznivejšie) hodnoty tejto statickej charakteristiky ako pri výškových bonitách 34 m a viac. Vo veku 65 rokoch dosiahol podiel dĺžky koruny z celkovej výšky stromov pri výškových bonitách smreka do 32 m hodnotu 50 %, a pri bonitách smreka 34 m a viac hodnotu 45 %.

Naše výsledky ukázali, že hodnota φ stúpa s pribúdajúcim vekom porastov. Takto je tomu približne až do veku 50 (55) rokov. Potom sa už jeho hodnoty podstatne nemenia (pokles po 60 rokoch pri výškových bonitách do 32 m zrejme vyplýva z malého počtu meraní). Vyrovnávajúce krivky majú konkávny tvar. Vyššie hodnoty tejto statickej charakteristiky sa zistili pri výškových bonitách 34 m a viac, ako pri výškových bonitách do 32 m. Rozdiely medzi nimi v hodnotách tejto statickej charakteristiky sa podľa veku podstatne nemenia. Približne rovnaké sú vo veku 40, 50, 60 rokov (v priemere 0,04). V nižšom a vyššom veku sú väčšie, čo je zrejme v dôsledku malého počtu meraní. Z uvedeného vyplynulo, že pri výškových bonitách smreka do 32 m dosiahli CS priaznivejšie hodnoty tejto statickej charakteristiky ako

pri bonitách 34 m a viac. Najvyššie (najnepriaznivejšie) hodnoty dosiahol φ pri výškových bonitách 34 m a viac vo veku 65 rokov (0,96). Pri výškových bonitách do 32 m to bolo vo veku 55 rokov (0,91).

Potvrdila sa zákonitosť, že pri lepších bonitách dosahujú smrečiny nepriaznivejšie statické charakteristiky ako na horších. Takto je tomu aj v našom prípade, keď sa výchova porastov realizovala „metódou CS“, čiže podľa rovnakých zásad tak na lepších ako aj horších bonitách. Ako vyplynulo z predchádzajúceho textu, rozdiely medzi hodnotami statických charakteristík nie sú veľké. Pri horších bonitách sú statické charakteristiky CS priaznivejšie. Má to pozitívny vplyv na stupeň statickej stability CS. Čiže nemôže tu dôjsť k tomu, aby skutočný stupeň statickej stability porastu bol nepriaznivejší, ako keď sa statická stabilita posudzovala bez zreteľa na výškovú bonitu. K zhoršeniu stupňa statickej stability by mohlo dôjsť pri lepších bonitách, keď sú parametre CS nepriaznivejšie, ako keď sa výšková bonita neberie do úvahy. Preto sme nanovo porovnali statickú stabilitu výskumných plôch pri lepších bonitách s grafikonmi. Prišli sme k záveru, že k podstatnej zmene nedošlo. K zhoršeniu stupňa statickej stability z 2. (dobrý) do 3. (vyhovujúci) stupňa došlo len vtedy, ak statické charakteristiky boli na hranici medzi 2. a 3. stupňom, resp. veľmi blízko k 3. stupňu (obr. 2). Takto došlo pri $k\%$ k presunu z 2. stupňa statickej stability do 3. stupňa vo veku 50, 60, 70 rokov a pri φ vo veku 60 a 70 rokov.

Výsledky taktiež naznačujú, že pri stanovovaní stupňa statickej stability smrekových porastov v lesnickej praxi sa nemusí brať do úvahy výšková bonita. Inak tomu môže byť, ak sa do úvahy budú brať aj ďalšie skutočnosti, ktoré majú vplyv na statickú stabilitu. To by si ale žiadalo ďalšie výskumné riešenie problematiky.

DISKUSIA

S prebiehajúcou klimatickou zmenou narastá aj objem náhodných ťažieb v európskych lesoch, pritom vietor tu má dominantné postavenie (SEIDL et al. 2014). Z tohto dôvodu sa pôsobením vetra na lesné ekosystémy venuje vedecká pozornosť v mnohých vyspelých krajinách, a to najmä v ostatnom období. Rizikami vzniku vetrovej kalamity v lesných porastoch sa počas ostatných piatich rokov zaoberali z európskych štátov najmä vo Francúzsku (napr. JACTEL et al. 2017; HART et al. 2019), v Nemecku (SCHINDLER et al. 2016; ALBRECHT et al. 2019) a vo Veľkej Británii (HALE et al. 2015; LOCATELLI et al. 2017). Ďalšie práce pochádzajú prevažne z Japonska (KAMIMURA et al. 2019; MORIMOTO et al. 2019) a z USA (ANYOMI et al. 2017; COATES et al. 2018). Väčšina týchto prác zdôrazňuje význam lesného manažmentu pri budovaní statickej stability lesných porastov, čo vedie k zníženiu následkov ničivého pôsobenia vetra, resp. snehu.

Aj v našej práci sme sa sústredili na riešenie statickej stability, a to v existujúcich smrekových porastoch (trvalé výskumné plochy). Základný princíp je, že stupeň statickej stability by mal byť taký, aby nedošlo k predčasnemu zániku týchto porastov. Čiže, aby sa tieto porasty dožili rubného veku, resp. aby jednotlivé stromy dosiahli cieľové parametre. To je ekonomické hľadisko. Ale je tu aj druhé, taktiež veľmi významné hľadisko, možno ho označiť ako ekologické, t.j. zámerná reštrukturalizácia jednovrstvových smrekových porastov na viac vrstvom, resp. zmiešané. V obidvoch prípadoch, treba ale v prvom rade zabrániť predčasnemu rozvráteniu porastov mechanicky pôsobiacimi abiotickými činiteľmi. Inými slovami, vo všetkých rastových stupňoch treba zabezpečiť, aby porasty mali priaznivé statické parametre. Najlepšie riešenie je, ak sa opatrenia na tento účel realizujú už v mladom veku. Jednoznačne to vyplynulo aj z našich výsledkov, najmä v porastoch kde sa realizovala jednorazová redukcia počtu stromov. V týchto intenciách už dávno viacerí pestovatelia zostavili scenáre redukcie počtu stromov podľa veku, výšky porastov atď. (napr. POLLANSCHÜTZ 1971; PAŘEZ 1985; MRÁČEK, PAŘEZ 1986; SLODIČÁK, NOVÁK 2007a,

2007b; Novák et al. 2015). Poslednou prácou zaoberajúcou sa vplyvom výchovných zásahov na vývoj mladých chradnúcich smrekových porastov, vrátane ich vplyvu na statickú stabilitu, je publikácia Dušek et al. 2019. Možno konštatovať, že aj tu uvedené poznatky sú v súlade s našimi výsledkami.

Z tab. 3 a obr. 2 vyplynulo, že tam, kde sa uskutočnila jednorazová redukcia počtu stromov v mladom veku, dosahovali CS ešte aj pri ich strednej hrúbke 15 cm, prípadne aj 20 cm, 1. (výborný) stupeň statickej stability. V porastoch kde nedošlo k jednorazovej redukcii počtu stromov, ale ich výchova sa realizovala bežným prevádzkovým spôsobom, statické charakteristiky CS pri stredných hrúbkach 15 cm, 20 cm boli nepriaznivejšie (podľa φ tu išlo až o 4. nepriaznivý stupeň). Pri väčších stredných hrúbkach 25 cm, 30 cm, 35 cm, pokiaľ sa výchova porastov realizovala „metódou CS“, boli rozdiely v statických charakteristikách medzi porastami s jednorazovou a bez jednorazovej redukcie malé, resp. menšie. Hodnoty φ pri strednej hrúbke CS 40 cm nie sú, zrejme v dôsledku malého počtu meraní, relevantné (reálne by bolo aj tu uvažovať s rovnakým stupňom statickej stability ako pri strednej hrúbke CS 35 cm).

Zhodnotením statickej stability smrekových porastov vychovávaných „metódou CS“ podľa výškových bonít sme sa zaoberali najmä preto, aby sme zistili aký má vplyv táto taxačná charakteristika (výšková bonita) na stupeň stability.

Z porovnania dosiahnutých statických charakteristík CS podľa bonít vyplynulo, že aj keď sa výchova porastov realizuje „metódou CS“, pri lepších bonitách sa zistili nepriaznivejšie statické charakteristiky CS ako pri bonitách horších. Vyplýva to z objektívnych prírodných zákonitostí. V priaznivých rastových podmienkach rastú stromy (porasty) rýchlejšie. Prejavuje sa to najmä vo výškovom raste. Na horších bonitách je to pochopiteľne opačne. V dôsledku intenzívneho výškového rastu v priaznivých rastových podmienkach kmene stromov majú viac valcovitý charakter (hodnoty φ sú vysoké). Dochádza tu skôr k zahusťovaniu porastov, čo vedie k skraccovaniu korún (podiel dĺžky koruny z výšky stromov je tu menší ako v menej priaznivých rastových podmienkach). Takto to prebieha v prírode. My do toho zasahujeme tak, aby sa počas rastu a vývoja zachovala požadovaná statická stabilita. Snažíme sa dosiahnuť dostatočnú statickú stabilitu CS tým, že im poskytujeme náležitý priestor, aby sa zachovala dostatočne dlhá koruna a nevyhnutná zbiehavosť kmeňa (nižšie hodnoty φ). Ako vyplynulo z vykonanej analýzy, priaznivejšie statické vlastnosti dosiahli CS pri horších bonitách (synergický účinok prírodných zákonitostí a ľudskej intervencie do porastov). Pri lepších bonitách sa nám to celkom nepodarilo, tu sa dosiahli nepriaznivejšie statické vlastnosti CS. Rozdiely v statickej stabilite tu ale neboli veľké (v podiele koruny z celkovej dĺžky stromov -5 %, v φ +0,04). Napriek tomu treba uviesť či zopakovať skutočnosť, že pri lepších bonitách je nevyhnutné zasahovať silnejšie ako pri bonitách horších.

Výsledky výskumu možno využiť jednak pri obnovách lesných hospodárskych plánov, ako aj priamo v lesnej prevádzke v rámci porastovej výchovy. Pri obnovách lesných hospodárskych plánov sa na základe zistených statických charakteristík porast zatriedi do stupňa statickej stability. V nadväznosti na to sa predpíše intenzita (sila) prebiecky. Zvolí sa tak, aby sa dosiahli parametre statickej stability uvedené v grafikonoch. Optimálny stav je, ak sa dosiahne 2. (dobrý) stupeň statickej stability. Parametre statickej stability nemôžu byť nepriaznivejšie (horšie), ako sú podľa grafikonov v 3. stupni (vyhovujúci). 1. stupeň statickej stability (výborný) by mal byť v ochranných lesoch, resp. v niektorých subkategóriách lesov osobitného určenia (rekreácia a liečenie, zdravotná a kultúrna funkcia). V lesnej prevádzke pri realizácii výchovných zásahov v smrekových porastoch sa odstránením jedincov, ktoré prekážajú v raste a vývoji, uvoľnia CS tak, aby v čo najkratšom čase dosiahli 2. (dobrý), resp. v niektorých prípadoch aspoň

3. (vyhovujúci) stupeň statickej stability. Týmto sa vytvorí predpoklad, že CS (porasty) sa dožijú požadovaného rubného veku, resp. vo viac etážových porastoch dosiahnu stanovené hrúbkové dimenzie. Zabezpečiť treba, aby nedošlo k ich poškodeniu, najmä obhryzom alebo lúpaním zverou.

ZÁVER

V závere príspevku pripomíname závažný fakt, že koniec minulého a začiatok 21. storočia priniesol obrovský nárast vetrových polomov takmer vo všetkých krajinách Európy. Na Slovensku sme vetrovú kalamitu v roku 1964 označovali ako storočnú (viac ako 5 mil. m³). Po 40 rokoch – v roku 2004 – vznikla druhá, približne tak isto veľká kalamita (Alžbeta). A po pomerne krátkom čase – v roku 2014 – ďalšia takáto rozsiahla kalamita (Žofia). Tieto extrémne meteorologické situácie a v dôsledku nich veľké kalamity často vedú k názorom, že realizáciou ochranných opatrení nemožno dosiahnuť pozitívny efekt, preto ich realizácia je zbytočná a neefektívna. Podľa našich poznatkov a skúseností nemožno s takýmito názormi súhlasiť. Treba vychádzať zo skutočnosti, že na rozsah kalamít v dôsledku mechanicky pôsobiacich abiotických činiteľov má veľký vplyv statická stabilita lesných porastov. Samozrejme realizáciou opatrení, ktorými sa dosiahne zvýšenie statickej stability, nie je možné úplne zabrániť vzniku takýchto kalamít. Preventívne opatrenia ale znížia rozsah kalamít, najmä mimo epicentier pôsobenia uvedených škodlivých činiteľov. Naznačuje to aj táto práca, keďže sme preukázali vplyv výchovy smrekových porastov „metódou CS“ na ich statickú stabilitu, ako aj možnosť využitia grafikonov statickej stability smrekových porastov na zatriedovanie porastov do stupňov statickej stability. Ako významný poznatok, ktorý sa tu dosiahol, je skutočnosť, že výchovou smrekových porastov „metódou CS“ možno dosiahnuť ich priaznivú statickú stabilitu.

Podakovanie:

Tento článok vznikol vďaka riešeniu úloh projektov „Produkčno-ekologické štúdie stromovej a prízemnej vegetácie po veľkoplošných disturbanciách“ (APVV-14-0086) a „Interaktívne vplyvy stromovej kompetície, škodcov, klímy a manažmentu na pokalamitný vývoj lesa“ (APVV-18-0086), financovaných Agentúrou na podporu výskumu a vývoja, resp. v rámci projektu „Výskum a vývoj na podporu konkurencieschopnosti slovenského lesníctva – SLOV-LES“ finančne podporeného z rozpočtovej kapitoly MPRV SR (prvok 08V0301). Zároveň vyslovujeme úprimné poďakovanie Ing. Mariánovi Radochovi, CSc., za pomoc pri matematickom a grafickom spracovaní experimentálneho materiálu.

LITERATÚRA

- ALBRECHT A.T., JUNG C., SCHINDLER D. 2019. Improving empirical storm damage models by coupling with high-resolution gust speed data. *Agricultural and Forest Meteorology*, 266–267: 23–31. DOI: 10.1016/j.agrformet.2018.12.017
- ANYOMI K.A., MITCHEL S.J., PERERA A.H. RUEL J.-C. 2017. Windthrow dynamics in boreal Ontario: A simulation of the vulnerability of several stand types across a range of wind speeds. *Forests*, 8 (7): 233. DOI: 10.3390/f8070233
- BEDŐ A. 1896. Magyar állarm őszszes erdősegeinek átnézeti terképe. Budapest, 12 mapových listov s číselnými údajmi.
- COATES K.D., HALL E., CANHAM C. 2018. Susceptibility of trees to windthrow storm damage in partially harvested complex-structured multi-species. *Forests*, 9: 199. DOI: 10.3390/f9040199
- DOLEŽAL B. 1981. Vývoj, stav a výhled úpravnických preventivních opatření proti škodám živly v lese. *Acta Universitatis Agriculturae (Brno)*, 50: 155–170.
- DOMES Z. 2018. Vývoj ekonomických aspektů lesního hospodářství od roku 1918 do současnosti. *Lesnická práce*, 97: 624–630.
- DUŠEK D., NOVÁK J., SLODIČÁK M., KACÁLEK D. 2019. Vliv výchovných zásahů na vývoj mladých chřadnoucích smrkových porostů. *Zprávy lesnického výzkumu*, 64: 37–44.
- EWALD J. 1997. Die Bergmischwälder der Bayerischen Alpen: Soziologie, Standortbindung und Verbreitung. Berlin, Cramer: 234 s. *Dissertationes Botanicae*, 290.
- FAITH J. et al. 1974. Odvodenie cieľového zastúpenia drevín pre oblasť smreka, jedle a buka. Zvolen, VÚLH: 134 s. *Lesnícke štúdie č. 20*.
- GREK J. 1998. Pôvodné zastúpenie drevín. In: Vladovič, J. et al.: Prehodnotenie cieľového zloženia drevín s dôrazom na využívanie prirodzenej obnovy. Záverečná správa. Zvolen, LVÚ: 53 s.
- HALAJ J. et al. 1987. Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR. Bratislava, *Príroda*: 361 s.
- HALE S.E., GARDINER B., PEACE A., NICOLL B., TAYLOR P., PIZZIRANI S. 2015. Comparison and validation of three versions of a forest wind risk model. *Environmental Modelling & Software*, 68: 27–41. DOI: 10.1016/j.envsoft.2015.01.016
- HART E., SIM A., KAMIMURA K., MEREDIEU C., GUYON, D., GARDINER B. 2019. Use of machine learning techniques to model wind damage to forests. *Agricultural and Forest Meteorology*, 265: 16–29. DOI: 10.1016/j.agrformet.2018.10.022
- CHROUST L. 1988. Vliv selektivního, řadového a kombinovaného výchovného zásahu na smrkovou tyčkovinu. *Lesnícky časopis*, 34: 37–49.
- CHROUST L. 1997. Ekologie výchovy lesních porostů. *Opočno, VÚLHM*: 277 s.
- JACTEL H., BAUHUS J., BOBERG J., BONAL D., CASTAGNEYROL B., GARDINER B., GONZALEZ-OLABARRIA J.R., KORICHEVA J., MEURISSE N., BROCKERHOFF E.G. 2017. Tree diversity drives forest stand resistance to natural disturbances. *Current Forestry Reports*, 3: 223–243. DOI: 10.1007/s40725-017-0064-1
- JANSEN S., KONRAD H., GEBUREK T. 2017. The extent of historic translocation of Norway spruce forest reproductive material in Europe. *Annals of Forest Science*, 74: 56. DOI: 10.1007/s13595-017-0644-z
- KAMIMURA K., GARDINER B., FINNIGAN J., DUPONT S. 2019. Agent-based modelling of wind damage processes and patterns in forests. *Agricultural and Forest Meteorology*, 268: 279–288. DOI: 10.1016/j.agrformet.2019.01.020
- KODRÍK J., KONÓPKA J. 1971. Mechanické pôsobenie vetra a snehu na lesné porasty. Zvolen, VÚLH: 83 s.
- KONÓPKA J. 1975. Posúdenie odolnosti lesných porastov proti vetru pomocou základných taxačných veličín a skupín lesných typov. Bratislava, *Príroda*: 112 s.
- KONÓPKA J. 1977. Vplyv rastových vlastností smreka na odolnosť lesných porastov proti vetru v oblasti Nízkych Tatier. Bratislava, *Poľnohospodárska veda*: 163 s.
- KONÓPKA J. 1992. Modely cieľových stromov smreka z hľadiska statickej stability. Praha, AZV: 106 s.
- KONÓPKA J. 1999a. Ohrozenie lesných porastov mechanicky pôsobiacimi škodlivými činiteľmi. *Lesnícky časopis*, 45: 51–72.
- KONÓPKA J. 1999b. Grafikony statickej stability smrekových porastov na Slovensku. Zvolen, LVÚ: 22 s.
- KONÓPKA J., KONÓPKA B. 2017. Výchova smrekových porastov z hľadiska statickej stability. *Zprávy lesnického výzkumu*, 62: 223–232.
- KONÓPKA J., KONÓPKA B. 2019. Statická stabilita smrekových porastov – výsledky dlhodobých meraní na výskumných plochách. Zvolen, NLC, LVÚ: 97 s. *Lesnícka štúdia*, 67.
- LINDNER M., MAROSCHEK M., NETHERER S., KREMER A., BARBATI A., GARCIA-GONZALO J., SEIDL R., DELZON S., CORONA P., KOLSTRÖM M., LEXER M.J., MARCHETTI M. 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259: 698–709. DOI: 10.1016/j.foreco.2009.09.023
- LINDROTH A., LAGERGREN F., GRELE A., KLEMEDTSSON L., LANGVALL O., WESLIEN P., TUULIK J. 2009. Storms can cause Europe wide reduction in forest carbon sink. *Global Change Biology*, 15: 346–355. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2008.01719.x
- LOCATELLI T., TARANTOLA S., GARDINER B., PATENAUDE G. 2017. Variance-based sensitivity analysis of a wind risk model – Model behaviour and lessons for forest modelling. *Environmental Modelling and Software*, 87: 84–109. DOI: 10.1016/j.envsoft.2016.10.010
- MRÁČEK Z., PAŘEZ J. 1986. Pěstování smrku. Praha, SZN: 203 s.
- MZE. 2018. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2017. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 116 s.
- MORIMOTO J., NAKAGAWA K., TAKANO K.T., AIBA M., OGURO M., FURUKAWA Y., MISHIMA Y., OGAWA K., ITO R., TAKEMI T., NAKAMURA F., PETERSON C.J. 2019. Comparison of vulnerability to catastrophic wind between *Abies* plantation forests and natural mixed forests in northern Japan. *Forestry*, 92: 436–443. DOI: 10.1093/forestry/cpy045
- NIKOLOV C., KONÓPKA B., KAJBA M., GALKO J., KUNCA A., JANSKÝ L. 2014. Post-disaster forest management and bark beetle outbreak in Tatra National Park, Slovakia. *Mountain Research and Development*, 34: 326–335. DOI: /10.1659/MRD-JOURNAL-D-13-00017.1
- NOVÁK J., DUŠEK J., KACÁLEK D., SLODIČÁK M. 2015. Parametry stability různě vychovávaných smrkových porostů. *Zprávy lesnického výzkumu*, 60: 177–187.

- SCHINDLER D, JUNG C, BUCHHOLZ A. 2016. Using highly resolved maximum gust speed as predictor for forest storm damage caused by the high-impact winter storm Lothar in Southwest Germany. *Atmospheric Science Letters*, 17: 462–469. DOI: 10.1002/asl.679
- PAŘEZ J. 1972. Vliv podúrovňové a úrovňové probírky na výši škod sněhem v porostech pokusných probírkových ploch v období 1959–1968. *Lesnictví*, 18: 143–154.
- PAŘEZ J. 1985. Zhodnocení výzkumných ploch ve smrkových a borových porostech. *Jíloviště-Strnady, VÚLHM*: 102 s.
- PISKUN B. 1984. Začiatočná hustota a spon lesných kultúr v rastových podmienkach Slovenskej socialistickej republiky. *Vedecké práce VÚLH vo Zvolene*, 34: 15–35.
- POLLANSCHÜTZ J. 1971. Durchforstung von Stangen–Baumhölzern. *Allgemeine Forstzeitung*, 82: 250–253.
- SANIGA M. 1996. Vplyv rôznej sily a rôzneho druhu výberu na vybrané znaky kvantitatívnej štruktúry a stabilitu smrekovej žrdkoviny. *Lesnictví - Forestry*, 42: 254–26.
- SCHINDLER D, JUNG C, BUCHHOLZ A. 2016. Using highly resolved maximum gust speed as predictor for forest storm damage caused by the high-impact winter storm Lothar in Southwest Germany. *Atmospheric Science Letters*, 17: 462–469. DOI: 10.1002/asl.679
- SEIDL R., SCHELHAAS M.J., RAMMER W., VERKERK P.J. 2014. Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. *Natural Climate Change*, 4: 806–810. DOI: 10.1038/NCLIMATE2318
- ŠLODIČÁK M. 1983. Výskyt poškodení sněhem a větrem v rozdílně vychovávaných smrkových porostech. *Práce VÚLHM*, 62: 151–178.
- ŠLODIČÁK M., NOVÁK J. 2007a. Růst, struktura a statická stabilita smrkových porostů s různým režimem výchovy. *Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce*: 128 s. *Folia Forestalia Bohemica*, 3.
- ŠLODIČÁK M., NOVÁK J. 2007b. Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – zhodnocení poznatků ze 4. série založené v letech 1964 – 1969. *Zprávy lesnického výzkumu*, 52: 205–213.
- STOLINA M. et al. 1985. *Ochrana lesa*. Bratislava, *Príroda*: 473 s.
- ŠTEFANČÍK I., ŠTEFANČÍK L. 2002. Výskum pestovno-produkčných otázok smrekových žrdovín založených prírodnou východiskovou počte sadení. *Folia Oecologica*, 291: 109–132.
- ŠTEFANČÍK I. 2012. Development of spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) target (crop) trees in pole-stage stand with different initial spacing and tending regime. *Journal of Forest Science*, 58: 456–464.
- VLADOVIČ J. et al. 1998. Prehodnotenie cieľového zloženia lesných drevín s dôrazom na využívanie prirodzenej obnovy. *Zvolen, NLC*: 53 s.
- ZLATNÍK A. 1959. *Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů*. Brno, *VŠZ*: 195 s.

STATIC STABILITY OF SPRUCE STANDS SUBJECTED TO TARGET TREES METHOD TENDING

SUMMARY

One of the aims of this paper was to synthesize available research knowledge dealing with possibilities for increasing the static stability (resistance to abiotic mechanically acting agents, especially wind) of spruce stands focusing mainly on the “target trees method”. These results come from long-term research activities performed especially at the Forest Research Institute in Zvolen, Slovakia (currently the National Forestry Centre - Forest Research Institute Zvolen).

The experimental material originated from the permanent research plots where the target trees method was used in the past. There were two groups of research plots. The first were research plots where a one-off reduction in the number of trees was carried out at a young age, and in the following years, the forest management was carried out using the target trees method. The second group consisted of research plots without a one-off reduction in the number of trees, but stands were also tended using the target trees method. In total, there were 19 research plots located in the central part of the Western Carpathians – mountain coniferous forests of the Slovak Republic (Fig. 1; Tab. 1 and 2).

It was found that where there was a one-off reduction in the number of trees at a young age, the static stability of target trees was favourable (Tab. 3). This was the case with a mean stand diameter of target trees 15 cm, 20 cm, and 25 cm. As for larger tree diameters, the results were no longer so obvious. In research areas where there was no one-off tree selection, it was concluded that even by implementing the target trees method, rather favourable static characteristics could be achieved. However, this requires a relatively long period (over 10 years). Both groups of research plots show a positive effect of target trees method implementation on spruce static stability. It was also confirmed that such tending must be started at a young age, as its impact on static stability is gradually decreasing with stand age.

The assessment of the static stability of the spruce stands according to the “Graphics of static stability” (which classifies spruce stands into four degrees of static stability: 1. excellent, 2. good, 3. satisfactory and 4. unsatisfactory), indicated 2nd and 3rd degrees, which is a rather positive result (Fig. 2). These degrees of static stability varied according to the mean diameter of target trees (stand age) and depended on whether there was a one-off tree reduction at young age, as well as according to which growth stage the tending with this method was started. Considering that, in addition to the aforementioned factors influencing static stability, the natural conditions are also relevant, specifically site class (Tab. 4). It was confirmed that spruce achieves more unfavourable static characteristics in better site conditions (Fig. 3). However, the differences between the sites in the values of the static characteristics were not significant. It was concluded that site class was not considered in the process of static stability assessment.

The achieved results were at the same time proposed for using in practice, both in planning and silvicultural procedures. In the first case, according to the determined degree of static stability of the stand and required degree of static stability (from the graphics), the tending intensity would be implemented. The acceptable condition in spruce stands is when the static stability indicators of target trees reach the 2nd (good) degree of static stability. In fact, they cannot be more unfavourable than the 3rd (satisfactory) degree of static stability. This status can be achieved by tending focused on removing trees that limit the growth and development of target trees. This procedure creates conditions for stands to reach harvest age, i.e. avoiding destruction caused by abiotic mechanically acting agents, especially wind. As for the other forest protection issues, particular attention should be paid to saving target trees from a variety of damage mainly by game browsing.

Zasláno/Received: 18. 09. 2019

Přijato do tisku/Accepted: 05. 11. 2019