

MODELÝ VÝCHOVY JEHLIČNATÝCH POROSTŮ PRO HARVESTOROVÉ TECHNOLOGIE



Ing. JIŘÍ NOVÁK, Ph.D.

Ing. DAVID DUŠEK, Ph.D.

doc. RNDr. MARIAN SLODIČÁK, CSc.



8/2019

Modely výchovy jehličnatých porostů pro harvestorové technologie

Certifikovaná metodika

Ing. Jiří Novák, Ph.D.

Ing. David Dušek, Ph.D.

doc. RNDr. Marian Slodičák, CSc.

Strnady 2019

Lesnický průvodce 8/2019

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

www.vulhm.cz

Publikace vydané v řadě Lesnický průvodce jsou dostupné v elektronické verzi na:

http://www.vulhm.cz/lesnicky_pruvodce

Vedoucí redaktor: Ing. Jan Řezáč; e-mail: rezac@vulhm.cz

Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; e-mail: valentova@vulhmop.cz

Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová; e-mail: simerova@vulhm.cz

ISBN 978-80-7417-196-3

ISSN 0862-7657

CONIFEROUS STANDS THINNING MODELS FOR HARVESTER TECHNOLOGIES

Abstract

Thinning models were compiled traditionally for moto-manual procedures of thinning. Continual development of harvesters brings new innovations such as machine's width under 1.8 m, i.e. using of these forest logging machines for precommercial thinning is more practicable. Additionally, several advantages are related with harvester techniques: high productivity, safety of operation and (in case of adequately trained operators) also minimal damage on trees after thinning. Presented is focused on thinning of conifer stands (with prevailing Norway spruce, Scots pine, Douglas-fir) resulting in an appropriate mean spacing of trees left after thinning. Before the realisation of thinning by harvesters, main principles such as appropriate terrain, adequate size of machine, actual soil conditions etc. should be taken into account, in order to minimise the damage to thinned stands.

Key words: thinning; Norway spruce; Scots pine; Douglas-fir; forest logging machines

Recenzenti: prof. Ing. Radomír Ulrich, CSc., Mendelova univerzita v Brně
Ing. Miroslav Válek, ÚHÚL Brandýs n. L., pobočka Hradec Králové

Foto na obálce:

Harvestor Vimek 404 T při výchovné těžbě (archiv Lesnická práce s.r.o.).

Podíl autorů:

Ing. Jiří Novák, Ph.D. (75 %)

Ing. David Dušek, Ph.D. (15 %)

doc. RNDr. Marian Slodičák, CSc. (10 %)

Adresy autorů:

Ing. Jiří Novák, Ph.D.

Ing. David Dušek, Ph.D.

doc. RNDr. Marian Slodičák, CSc.

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Výzkumná stanice Opočno

Na Olivě 550

517 73 Opočno

e-mail: novak@vulhmop.cz

dusek@vulhmop.cz

slodicak@vulhmop.cz

Obsah:

1	ÚVOD	7
2	CÍL METODIKY	8
3	VLASTNÍ POPIS METODIKY	9
	3.1 Konstrukce modelů výchovy a zásady použití	9
	3.2 Modely výchovy smrkových porostů	10
	3.3 Modely výchovy borových porostů	11
	3.4 Modely výchovy douglaskových porostů	12
	3.5 Porosty s opožděnou výchovou	15
	3.5 Závěr	15
4	SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	17
5	POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	17
6	EKONOMICKÉ ASPEKTY	18
7	DEDIKACE	19
8	LITERATURA	19
	8.1 Seznam použité související literatury	19
	8.2 Seznam publikací, které předcházely metodice	23
9	SUMMARY	25

1 ÚVOD

Výchova lesa je důležitým nástrojem lesníka pro pěstování stabilních a funkčních porostů. Bylo prokázáno, že zejména v jehličnatých porostech (nebo směsích s převahou jehličnanů) vede zanedbání výchovy ve fázi prořezávek a prvních probírek ke zvyšování rizika škodlivého působení sněhu a později větru. Největší škody u jehličnanů jako je smrk, borovice nebo douglaska jsou zaznamenávány právě v překmeněných a přeštíhlených porostech (Hofman, Heger 1959; Slodičák, Novák 2006; Novák et al. 2013; Ďodan, Perić 2019 a další). Neopomenutelné jsou také tzv. ekologické efekty výchovy, jako jsou snižování intercepce, zvyšování půdní vlhkosti a přístupu světla, tj. celkové zlepšení podmínek pro zpřístupnění živin při rozkladu surového humusu, potvrzené experimentálními poznatky pro uvedené dřeviny (Chroust 1997; Slodičák et al. 2011; Gebhardt et al. 2014 a další).

S výchovnými zásahy (zejména prvními) je spojeno i tzv. zpřístupnění porostů vložením systému linek, které ani při šířce 4–5 m nevedou k významným produkčním ztrátám (Horák, Novák 2009; Dušek et al. 2015; Kuliešis et al. 2018) a mohou působit i pozitivně ve smyslu zvýšení množství podkorunových srážek a snížení konkurence oproti plnému zápoji (Thompson et al. 2018; Kuehne et al. 2018).

S postupným vývojem techniky, zdrazováním lidské práce a obecným nedostatkem kvalifikovaného personálu pro moto-manuální těžební postupy je v posledních dekádách zaznamenáván ve střední Evropě dynamický nárůst využívání harvestorů a forwarderů nejen pro mýtní těžby, ale i pro těžby výchovné (Moskalik et al. 2017). Jako pozitivní efekt využití této techniky je zmiňována produktivita, ekonomika (zejména při větších rozlohách porostů) a bezpečnost práce. Ve srovnání s klasickou moto-manuální metodou byly také zjištěny po správně provedené těžbě a vyklizování harvestory a forwardery celkově menší škody na ponechaných stromech (Lanford, Stokes 1995; Košir 2008; Magagnotti et al. 2012; Dembure et al. 2019).

Využívání klasické techniky harvestorů a forwarderů, tj. se šířkou stroje nad 2 m, v mladších porostech vedlo k významným škodám (Lopes et al. 2018). Proto začaly být vyvíjeny a testovány i menší stroje s šířkou pod 1,8 m, které se osvědčily i při prvních zásazích (Bartoš 2009; Spinelli, Magagnotti 2010; Kuchta 2013; Neruda et al. 2013; Suda 2017).

Lze tedy konstatovat, že pro výchovné zásahy v mladých lesních porostech je již dnes k dispozici ověřená harvestorová technika. Její nasazení kromě ekonomických důvodů (např. výhodnější pro rozsáhlejší porosty se zastoupením jehličnanů minimálně 60 %) ovlivňují další důležitá kritéria (např. mikroreléf terénu a únosnost půdy, doba těžby, kvalifikace operátora, apod.). Při plánování využití harvestorové

techniky je tedy nezbytné zohlednit doporučené publikované postupy (např. Ulrich, Dvořák 2004; Malík, Dvořák 2007). Při jejich dodržení (např. správný výběr stanovišť, odpovídající pneumatiky, pokládání klestu na linky pro pojezd, zohlednění stavu půd, apod.) dochází k výrazné minimalizaci škod na vychovávaných porostech (Nadezhdina et al. 2006, 2012; Picchio et al. 2012; Sirén et al. 2013).

Pokud jde o pěstební doporučení k výchově jehličnatých porostů (modely výchovy), byly zpracovány pro primární realizaci tradiční moto-manuální metodou. S výše popsaným rozvojem a častějším využíváním harvestorů ve vhodných podmínkách vzniká potřeba úpravy těchto modelů pro postupy výchovy touto technikou. Předkládaná metodika je tedy zpracována s tímto zadáním, přičemž doporučení vycházejí z dříve publikovaných modelů, založených na poznatcích získaných na souboru experimentálních ploch se zohledněním dalších domácích i zahraničních publikovaných výsledků a zkušeností z praxe.

2 CÍL METODIKY

Cílem metodiky je poskytnout uživateli doporučení pro využití modelů výchovy jehličnatých dřevin (smrk, borovice, douglaska) při nasazení harvestorové techniky na vhodných stanovištích ve výchovných těžbách.

3 VLASTNÍ POPIS METODIKY

3.1 Konstrukce modelů výchovy a zásady použití

Modifikace modelů výchovy pro harvestory jsou založeny na vstupních informacích z předchozích doporučení určených primárně pro realizaci moto-manuální metodou. Pro časové určení jednotlivých výchovných zásahů není důležitý věk porostu, ale jeho stav a vzrůst. Proto se modely řídí horní porostní výškou (průměrná výška 100 nejsilnějších jedinců na hektar). Horní porostní výšku (h_o) lze v praxi určit jako průměrnou výšku 10 nejvyšších stromů v porostu na kruhové ploše s poměrem ca 15 m.

Pro podrobnější popis strategie výchovných zásahů doporučujeme výchozí publikace modelů pro porosty smrku, borovice a douglasky (Slodičák, Novák 2007; Slodičák et al. 2013, 2014; Novák et al. 2017). Jak již bylo uvedeno, předpoklad využití harvestorové techniky je zejména v rozsáhlejších porostech, a proto je důležité v doporučeních zohlednit vložení potřebných linek, a to již v mladých porostech. Linky se šířkou až 5 m by měly být v rozestupu 20 m. Ve fázi prořezávek je využitelná i technika založená na skupinové střížné hlavici na vyvážecí traktorové soupravě (Ulrich 2019, osobní sdělení). Menší dosah ramene hydraulického jeřábu (do 7 m) vyžaduje upravit technologický postup vložení slepé linky (která při dalších zásazích v porbírkách zanikne) do středu pracovního pole.

Vlastní výchovná těžba pak probíhá v pracovních polích, kde se řídí doporučenou hustotou porostů, vyjádřenou průměrným rozstupem stromů po zásahu v pracovních polích. Tyto údaje jsou zpracovány pro jednotlivé modely tabulkovou formou a diferencovaně. U smrku jde o celkem čtyři modely zvlášť pro stanoviště méně ohrožená abiotickými škodlivými činiteli (exponovaná a kyselá) a stanoviště více ohrožená (bohatá a vodou ovlivněná) v nižších, středních i horských polohách. Pro borovici a douglasku jsou zpracovány vždy dva modely diferencované podle kvality porostu se zohledněním bonity.

Aby byly škody na ponechaných stromech minimalizovány, je třeba zajistit použitým strojům dostatečný prostor po jeho stranách. Pro snížení rizika šíření hnilob z poškozených kořenů do kmene, by to mělo být (šetřeno u smrku) alespoň 0,5 m (Neruda et al. 2013). Proto bude pro využití těchto strojů zejména v mladších porostech zásadní jejich šířka (dnes nejužší stroje dosahují šířky 1,6 až 1,8 m). Z níže uvedených modelů tak vyplývá, že první zásahy (zejména u borovice i další zása-

hy) budou spíše prováděny klasicky moto-manuálně a harvestorové technologie se uplatní u zásahů navazujících.

Průměrný rozestup stromů po zásahu je tedy v metodice hlavní veličinou, podle které se při postupně se zvyšující horní porostní výšce řídí plánování a realizace jednotlivých výchovných zásahů. U všech třech dřevin (SM, BO i DG) by ponechanými jedinci měli být stromy z nadúrovně a úrovně. Stromy z podúrovně je možno ponechat v uvedeném rozestupu v řidších částech porostu, kde dominanty chybí. Odstraňovány jsou samozřejmě prvořadě stromy poškozené a stromy ve špatném zdravotním stavu (zlomy, hniloba, loupání atd.). Ve směsích uvedených dřevin (SM, BO, DG) se použití doporučených průměrných rozestupů řídí podle dřeviny převažující (hlavní). Vtroušené a přimíšené dřeviny (listnáče, JD, MD apod.) je třeba v porostech ponechat, i když dojde místně ke zmenšení rozestupu stromů po zásahu. Přimíšené dřeviny světlomilné (MD, DB apod.) doporučujeme podpořit uvolněním (obkácením) i za cenu odstranění vzrůstného jedince dřeviny hlavní.

3.2 Modely výchovy smrkových porostů

Riziko přestíhnutí (tj. ztráty stability) hrozí pro porosty s převahou smrku zejména na stanovištích bohatých (CHS 45, 55) a ovlivněných vodou (CHS 57, 77, 39, 59, 79). Zde je třeba provést první zásah při horní výšce (ho) 5 m (tab. 1), a to na průměrný rozestup ponechaných stromů ca 2,5 m (2,4 m na bohatých až 2,6 m na vodou ovlivněných stanovištích). Další zásah je nutno provést při horní výšce 10 m, tj. přibližně za 8–10 let, a průměrný rozestup by se měl zvýšit na ca 3 m (2,8 na bohatých a 3,1 na vodou ovlivněných stanovištích). Třetí zásah je doporučován na bohatých stanovištích až při horní výšce 20 m se zvětšením průměrného rozestupu na 3,2 m a na vodou ovlivněných už při horní výšce 15 m a průměrným rozestupem po zásahu 3,5 m. Čtvrtý zásah na bohatých stanovištích při ho 25 m představuje zvýšení rozestupu na 3,3 m a na vodou ovlivněných stanovištích při ho 20 m téměř na 4 m (3,9 m). V této fázi, tj. ca ve 40 letech, je aktivní výchova v porostech 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 podpořena. V tabulce jsou tedy dále uvedeny rozestupy při horních výškách 30 a 35 m pouze orientačně na ca 4 m (3,8 až 4,2 m).

Porosty s dominancí smrku na stanovištích kyselých (CHS 43 a 53) a exponovaných nebo horských (CHS 51, 71, 73) jsou méně ohrožovány abiotickými škodli-

vými činiteli. S prvními zásahy se tedy začíná při horní výšce 7 m, kdy je průměrný rozestup ponechaných stromů upraven na 2,1 (exponovaná) až 2,2 m (kyselá stanoviště). Druhý zásah je plánován na kyselých stanovištích při ho 15 m se zvětšením rozestupu na 2,5 m. Na stanovištích exponovaných je tento zásah při ho 17 m na rozestup 2,2 m spojen s ukončením aktivní výchovy. Na stanovištích kyselých se doporučují ještě dva zásahy, a to při ho 20 m na rozestup 3 m a při ho 25 m na rozestup 3,3 m. Další zásahy se podobně jako u předchozí kategorie porostů řídí potřebami předmýtní výtěže při zohlednění zdravotního stavu a podle cíle lesního hospodáře, resp. vlastníka. V tabulce jsou tedy dále uvedeny rozestupy při horních výškách 22, 25 a 27 m na stanovištích exponovaných (rozestup po zásahu 2,3, 2,9 a 3,5 m) a při ho 29 a 32 m na stanovištích kyselých (rozestup 3,5 a 3,8 m).

3.3 Modely výchovy borových porostů

Intenzita výchovných zásahů v borových porostech je ve srovnání se smrkem nižší, protože tato dřevina potřebuje pro tvorbu tvárného kmene dostatečnou porostní hustotu. Na druhou stranu bylo experimentálně doloženo, že zanedbání výchovy v borových porostech vede ke zvýšení rizika ztráty statické stability (zejména vůči sněhu) a také ke zbytečnému snižování objemu podkorunových srážek zvýšenou intercepcí přehoustlého porostu.

Pro účely metodiky byly vytvořeny dva modely (tab. 2), a to pro borové porosty kvalitní (dostatečně husté mlaziny s velmi malým podílem netvárných a větevnatých jedinců) a méně kvalitní (založené v nízké hustotě a s převahou nekvalitních a větevnatých jedinců). Orientačně tomuto rozdělení odpovídá i bonita (kvalitní – bonita +1 až 3, méně kvalitní (bonita 4 až 7), avšak uvedené hledisko kvality by mělo být při volbě modelu kritériem hlavním a bonita pouze podporným.

Vzhledem k již popsané vyšší hustotě a tomu odpovídajícímu menšímu rozestupu stromů (do 1,5 m) je třeba první zásahy v obou kategoriích borových porostů provést klasicky moto-manuálně. První zásah je doporučován při ho 5 m s úpravou průměrných rozestupů na 1,3 m v porostech kvalitních a na 1,2 m v porostech méně kvalitních. U porostů vzniklých z umělé obnovy nebo z přirozené obnovy náletem do naoraných rýh lze tento zásah provést částečně schematicky, tj. odstraněním každé 4. řady a další redukci ve zbylých trojřadách. V porostech méně kvalitních bude i druhý zásah při ho 15 m proveden moto-manuálně, protože průměrný rozestup stromů po zásahu by měl dosahovat 1,5 m.

V kvalitních borových porostech jsou doporučovány další tři zásahy při horní výšce 10, 17 a 21 m s růstem průměrného rozestupu stromů po zásahu na 1,6, 2,1 a 2,2 m.

Vzhledem k tomu, že borové porosty jsou v této fázi ca 40leté, je zde ukončena aktivní výchova a další zásahy se podobně jako u smrkových porostů řídí potřebami předmytní výtěže při zohlednění zdravotního stavu a podle cíle lesního hospodáře, resp. vlastníka. V tabulce jsou tedy dále uvedeny průměrné rozestupy v kvalitních porostech při horních výškách 24, 26, 28 a 29 m (rozestup po zásahu 2,3, 2,9, 3,3 a 3,8 m) a v méně kvalitních porostech při ho 17, 19, 21 a 22 m (rozestup po zásahu 1,7, 2,1, 3,0 a 3,7 m).

3.4 Modely výchovy douglaskových porostů

Pěstování douglasky je v našich podmínkách doporučováno zejména formou směsí s domácími dřevinami. V uplynulém období však již vznikla určitá výměra porostů se smíšením ve větších skupinách, nebo porostů, kde douglaska ve směsi dominuje. Část takových porostů vznikla i zalesněním bývalých zemědělských půd. Pro potřeby výchovy porostů s dominancí douglasky není třeba modely diferencovat a jsou rozděleny na dvě části tabulky – bonita 1 a bonita 3 (tab. 3) jen z důvodů přehledu dosažení horní výšky v různém věku a při jiné hustotě. Bonita 1 tedy reprezentuje porosty dynamicky přirůstající a bonita 3 porosty s menší dynamikou růstu.

V porostech vzniklých přirozenou obnovou je třeba provést první zásah již při horní výšce 2 m, kdy je nutno upravit (je možno i schematicky) průměrné rozestupy na 2,2 m. Při dalším zásahu (u porostů z umělé obnovy je tento zásah první) ve fázi horní výšky 5 m se doporučuje zvětšit rozestupy po zásahu na 2,8 m. Následuje zásah při ho 15 m, kdy se rozestupy zvětší na 3,6 a 3,9 m na bonitě 1 a 3. Tímto zásahem je aktivní výchova ukončena, přičemž je vhodné vybrat 200–300 nejkvalitnějších douglasek v úrovni či nadúrovni a vyvétvit je až do výšky 6 m.

Další zásahy se již řídí potřebami předmytní výtěže při zohlednění zdravotního stavu a podle cíle lesního hospodáře, resp. vlastníka. V tabulce jsou tedy dále orientačně uvedeny průměrné rozestupy porostů bonity 1 při ho 20 až 39 m s postupným zvětšováním rozestupu stromů od 3,9 do 5,8 m a porostů bonity 3 při ho 20 až 30 m s rozestupem 4,3 až 5,9 m.

Tab. 1: Modely výchovy pro smrkové porosty.

CHS 43, 53					
Věk*	ho	N po zásahu v prac. polích	d*	Průměrný rozestup v prac. polích	N v celém porostu se započtením 4 m linek po 20 m
(roky)	(m)	(ks.ha ⁻¹)	(cm)	(m)	(ks.ha ⁻¹)#
	0	4000		1,6	
	7	1900	7	2,2	1600
30	15	1400	13	2,5	1200
40	20	1000	17	3,0	800
55	25	800	23	3,3	700
70	29	700	27	3,5	600
80	32	600	30	3,8	500

CHS 45, 55					
Věk*	ho	N po zásahu v prac. polích	d*	Průměrný rozestup v prac. polích	N v celém porostu se započtením 4 m linek po 20 m
(roky)	(m)	(ks.ha ⁻¹)	(cm)	(m)	(ks.ha ⁻¹)#
	0	3500		1,7	
	5	1600	6	2,4	1300
15	10	1200	9	2,8	1000
30	20	900	16	3,2	800
40	25	800	21	3,3	700
55	30	600	26	3,8	500
70	35	500	32	4,2	400

CHS 57, 77, 39, 59, 79					
Věk*	ho	N po zásahu v prac. polích	d*	Průměrný rozestup v prac. polích	N v celém porostu se započtením 4 m linek po 20 m
(roky)	(m)	(ks.ha ⁻¹)	(cm)	(m)	(ks.ha ⁻¹)#
	0	3000		1,8	
	5	1400	6	2,6	1200
20	10	1000	9	3,1	800
30	15	750	13	3,5	600
40	20	600	17	3,9	500
80	30	500	29	4,2	400

CHS 51, 71, 73					
Věk*	ho	N po zásahu v prac. polích	d*	Průměrný rozestup v prac. polích	N v celém porostu se započtením 4 m linek po 20 m
(roky)	(m)	(ks.ha ⁻¹)	(cm)	(m)	(ks.ha ⁻¹)#
	0	4000		1,6	
	7	2200	6	2,1	1800
40	17	1900	13	2,2	1600
60	22	1600	16	2,3	1300
70	25	1000	23	2,9	800
80	27	700	25	3,5	600

CHS – cílový hosp. soubor, ho – horní porostní výška, N – počet stromů, d – výčetní tloušťka, * stanoveno orientačně, # zaokrouhleno na stovky

Tab. 2: Modely výchovy pro borové porosty.

Kvalitní (bon. +1 až 3)						Méně kvalitní (bon. 4 až 7)					
Věk*	ho	N po zásahu (v prac. polích)	d*	Průměrný rozestup stromů v prac. polích	N v celém porostu se započtením 4 m linek po 20 m	Věk*	ho	N po zásahu (v prac. polích)	d*	Průměrný rozestup stromů v prac. polích	N v celém porostu se započtením 4 m linek po 20 m
(roky)	(m)	(ks.ha ⁻¹)	(cm)	(m)	(ks.ha ⁻¹)#	(roky)	(m)	(ks.ha ⁻¹)	(cm)	(m)	(ks.ha ⁻¹)#
	0	10000		1,0			0	8000		1,1	
10	5	5500	6	1,3	4600	15	5	6500	5	1,2	5400
17	10	3500	9	1,6	2900	40	15	4000	12	1,5	3300
30	17	1900	15	2,1	1600	50	17	3000	15	1,7	2500
40	21	1700	18	2,2	1400	60	19	2000	18	2,1	1700
50	24	1600	21	2,3	1300	70	21	1000	21	3,0	800
60	26	1000	24	2,9	800	80	22	650	24	3,7	500
70	28	800	26	3,3	700						
80	29	600	29	3,8	500						

CHS – cílový hosp. soubor, ho – horní porostní výška, N – počet stromů, d – výčetní tloušťka, * stanoveno orientačně, # zaokrouhleno na stovky

3.5 Porosty s opožděnou výchovou

Za jehličnaté porosty s opožděnou výchovou lze obecně považovat takové, kde neproběhl žádný zásah (ani pročistka) do dosažení horní výšky 10 m, popř. byla síla zásahu nedostatečná a počet ponechaných stromů převyšuje o 20 % a více modelovou hustotu. V těchto porostech již lesní hospodář ztratil možnost aktivně ovlivnit produkční ukazatele (kvantita, kvalita, stabilita) pěstebními zásahy. Další postup se odlišuje od výše uvedených pravidel, protože pozdější silné uvolnění na modelové rozestupy může vést k pomístnému rozpadu a také k ohrožení produkční základny porostů.

Využití harvesterové techniky při zásazích je v takovýchto porostech limitované, protože výchova se zde omezuje pouze na slabé podúrovňové zásahy, kdy je v intervalech 5 (později 10) let odstraňována postupně odumírající porostní složka. V porostech se již zkracují koruny stromů a probíhá výrazná výšková i tloušťková diferenciacie, spojená s poklesem tloušťkového přírůstu zejména stromů podúrovňových, což vede ke zhoršování jejich statické stability (zvyšování štíhlostního kvocientu).

3.6 Závěr

S pokračujícím vývojem těžební techniky jsou dnes v praxi k dispozici harvestory se šířkou stroje pod 1,8 m, tj. jsou využitelné i při výchovných těžbách v mladých lesních porostech. Mezi výhody jejich nasazení patří vysoká produktivita, bezpečnost práce a při kvalitně proškolené obsluze i minimální škody na ponechaných stromech. Metodika přináší doporučení pro využití této techniky při výchově jehličnatých porostů s převahou smrku, borovice nebo douglasky, a to podle průměrného rozestupu stromů ponechaných v porostech po zásahu.

Před vlastním nasazením uvedené těžební techniky je třeba zohlednit hlavní zásady, jako je správný výběr stanovišť, odpovídající velikost stroje, pokládání klestu na linky pro pojezd, zohlednění stavu půd apod., aby došlo minimalizaci škod na vychovávaných porostech.

Tab. 3: Modely výchovy pro douglaskové porosty.

Bonita 1						
Věk*	ho	N po zásahu (v prac. polích)	d* (cm)	Průměrný rozetup stromů v prac. polích	Průměrný rozetup stromů v praco. polích	N v celém porostu se započtením 4 m linek po 20 m
(roky)	(m)	(ks.ha ⁻¹)	(cm)	(m)	(m)	(ks.ha ⁻¹)#
		25000				
6	2	2000	6	2,2		1700
10	5	1200	8	2,8		1000
18	15	700	14	3,6		600
30	20	600	21	3,9		500
40	27	500	29	4,2		400
50	32	400	35	4,7		300
60	36	300	42	5,4		300
70	39	250	50	5,8		200

Bonita 3						
Věk*	ho	N po zásahu (v prac. polích)	d* (cm)	Průměrný rozetup stromů v praco. polích	Průměrný rozetup stromů v praco. polích	N v celém porostu se započtením 4 m linek po 20 m
(roky)	(m)	(ks.ha ⁻¹)	(cm)	(m)	(m)	(ks.ha ⁻¹)#
		25000				
10	2	2000	5	2,2		1700
15	5	1200	7	2,8		1000
20	7	700	9	3,7		600
30	15	600	15	3,9		500
40	20	500	22	4,3		400
50	25	400	28	4,7		300
60	27	300	33	5,4		300
70	30	250	39	5,9		200

CHS – cílový hosp. soubor, ho – horní porostní výška, N – počet stromů, d – výčetní tloušťka, * stanoveno orientačně, # zaokrouhleno na stovky

4 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

V dosavadní praxi jsou k dispozici modely výchovy, které předpokládaly v podstatě bezvýhradné použití moto-manuální metody provádění jednotlivých zásahů. Z jehličnatých dřevin jde o modely pro smrk (Slodičák, Novák 2007; Remeš et al. 2016; Dušek et al. 2018), borovici (Pařez, Chroust 1988; Slodičák, Novák 2007; Slodičák et al. 2013; Novák et al. 2017) nebo douglasku (Slodičák et al. 2014).

Využití harvestorové techniky při výchovných zásazích se za ekonomicky rentabilní považuje při nasazení v porostech ve věku nad 35 let (Malík, Dvořák 2007). S rozvojem techniky těžebních strojů a jejich přizpůsobení i pro práci v mladších lesních porostech však vzniká v praxi poptávka po specifikaci používaných modelů výchovy pro harvestorovou technologii. Zásady správného používání techniky a jejího umístění na vhodných lokalitách splňujících podmínky pro minimalizaci škod jsou již k dispozici (např. Ulrich, Dvořák 2004; Malík, Dvořák 2007; Neruda et al. 2013). Předkládaná metodika pak přináší nově specifikované modely výchovy řízené horní porostní výškou s důrazem na základní doporučení – průměrný rozestup stromů po provedení zásahu. Toto kritérium je hlavním vodítkem pro personál plánující a provádějící zásahy se zohledněním konkrétních podmínek (stanoviště, smíšení dřevin, cíl vlastníka apod.). V metodice jsou zohledněny již publikované poznatky z domácí a zahraniční odborné a vědecké literatury a také zkušenosti z praxe.

5 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena pro lesní hospodáře, vlastníky a správce lesů, subjekty podnikající v pěstební a těžební činnosti, organizace státní správy lesů a ochrany přírody, lesnické školy a univerzity a lesnický výzkum. Pro širší uplatnění je zveřejněna jako recenzovaná (certifikovaná) metodika v tradiční edici Lesnický průvodce, VÚLHM v. v. i., Strnady.

6 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Cenová kalkulace je při výchovných těžbách samozřejmě primárně závislá na aktuálních cenách dříví na trhu. V současné situaci (2018–2019), zejména v případě tenčího jehličnatého dříví (které převládá zejména v prvních zásazích), je zaznamenán obrovský propad cen, které se pohybují hluboko pod výrobními náklady. Dříve tržně uplatnitelná dřevní hmota sortimentu vlákna je tak dnes v mnoha případech neprodejná. Na druhou stranu, vynechání výchovy jehličnatých porostů (např. z důvodů nemožnosti uplatnění těžného dříví) s sebou nese významné zvyšování rizika budoucí nestability vedoucí až k velkoplošným rozpadům. Navíc, postupnou obnovou kalamitních holin vzniklých po nahodilých těžbách v posledních letech, kontinuálně naroste výměra mladých porostů vyžadujících adekvátní výchovu. Harvestorová technika může ve vhodných podmínkách přispět k řešení výchovných zásahů zejména v porostech větších výměr. Pokud jde o srovnání použití harvestorové technologie s klasickou moto-manuální, jsou k dispozici některé výsledky závislé na konkrétních porostních podmínkách (u nás např. Bartoš et al. 2009, v zahraničí např. Lanford, Stokes 1996; Wöll, Jónsson 2009). Použití harvestoru bylo podle modelových podmínek a v tehdejších cenách v ČR o 128 Kč/m³ levnější nebo až o 40 Kč/m³ dražší než klasická moto-manuální metoda. Obecně platné hodnocení ekonomických aspektů předložené metodiky tedy nelze provést a vždy bude třeba zohlednit konkrétní situaci (stanoviště, stav porostu, náklady na techniku a personál, ceny dříví atd.). Je však zřejmé, že v odpovídajících podmínkách a s postupným předpokládaným navyšováním ceny manuální práce má harvestorová technologie ve výchovných těžbách jehličnatých porostů svoje uplatnění.

Za posledních 10 let se průměrná plocha výchovných zásahů v porostech do 40 let pohybuje v ČR kolem 100 tis. ha ročně (viz Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství ČR). Za předpokladu vhodného použití harvestorové techniky pro výchovné zásahy můžeme uvažovat o úspoře nákladů. Každých 100 Kč snížených nákladů na jeden hektar může při předpokladu využití harvestorů na 50 % výměry ve výsledku vytvořit úsporu v rozsahu až 5 mil. Kč ročně. Ekonomickým aspektem je také skutečnost, že při správně provedené výchovné těžbě harvestorovou technikou dochází k výrazné minimalizaci škod na vychovávaných porostech.

7 DEDIKACE

Metodika byla vypracována v rámci institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe MZE-RO0118.

8 LITERATURA

8.1 Seznam použité související literatury

- BARTOŠ, L., 2009: Kolik místa zbývá v našich lesích pro harvestory? Lesnická práce, 88 (5): 22-23.
- BARTOŠ, L., MÁCHAL, P., SKOUPÝ, A., 2009: Possibilities of using price analysis in decision making on the use of harvester technology in forestry. Acta Univ. Agric. et Silv. Mendel. Brun., LVII (4): 31-36.
- DEMBURE, T. P., McEWAN, A., SPINELLI, R., MAGAGNOTTI, N., RAMANTSWANA, M., 2019: A comparison between two alternative harvesting systems in the thinning of fast-growing pine plantations under the conditions of low labour cost. European Journal of Forest Research, 138: 43-52.
- ĐODAN, M., PERIĆ, S., 2019: Windthrow resistance of Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) forest cultures – preliminary results. South-East Eur For, 10 (1): 77-88.
- DUŠEK, D., SLODIČÁK, M., NOVÁK, J., KACÁLEK, D., 2015: Vliv šířky linek na produkci smrkových porostů. Zprávy lesnického výzkumu, 60 (3): 171-176.
- 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

- GEBHARDT, T., HÄBERLE, K.-H., MATYSSEK, R., SCHULZ, CH., AMMER, CH., 2014: The more, the better? Water relations of Norway spruce stands after progressive thinning. *Agricultural and Forest Meteorology*, 197: 235-243.
- HOFMAN, J., HEGER, B., 1959: Pěstování douglasky. *Lesnický průvodce sv. 1, Příloha Zpráv VÚLH*, sv. 5 (2): 1-28.
- HORÁK, J., NOVÁK, J., 2009: Effect of stand segmentation on growth and development of Norway spruce stands. *Journal of Forest Science*, 55 (7): 323-329.
- 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.
- KOŠIR, B., 2008: Modelling stand damage and comparison of two harvesting methods. *Croat J For Eng*, 29: 5-14.
- KUEHNE, CH., WEISKITTEL, A., POMMERENING, A., WAGNER, R. G., 2018: Evaluation of 10-year temporal and spatial variability in structure and growth across contrasting commercial thinning treatments in spruce-fir forests of northern Maine, USA. *Annals of Forest Science*, 75: 20
- KUCHTA, T., 2013: První probírky harvestorem bez trvalých linek. *Lesnická práce*, 92 (12): 300
- KULIEŠIS, A., ALEINIKOVAS, M., LINKEVICIUS, E., KULIEŠIS, A. A., SALADIS, J., ŠKEMA, M., ŠILINSKAS, B., BENIUSIENE, L., 2018: The impact of strip roads on the productivity of spruce plantations. *Forests*, 9: 640.
- LANFORD, B. L., STOKES, B. J., 1995: Comparison of two thinning systems. Part 1. Stand and site impacts. *Forest Products Journal*; 45 (5): 74-79.
- LANFORD, B. L., STOKES, B. J., 1996: Comparison of two thinning systems. Part 2. Productivity and costs. *Forest Products Journal*; 46 (11-12): 47-53.
- LOPES, E. S., OLIVEIRA, F. M., DROOG, A., 2018: Damage to residual trees following commercial thinning by harvester and forwarder in a *Pinus taeda* stand in Southern Brazil. *Sci. For.*, 46 (118): 167-175.
- MAGAGNOTTI, N., SPINELLI, R., GÜLDNER, O., ERLER, J., 2012: Site impact after motor-manual and mechanized thinning in Mediterranean pine plantations. *Biosys Eng*, 113: 140-147.
- MALÍK, V., DVOŘÁK, J., 2007: Harvestorové technologie a vliv na lesní porosty. *Folia Forestalia Bohemica*, 5. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce*: 84 s.

- MOSKALIK, T., BORZ, S. A., DVOŘÁK, J., FERENCIK, M., GLUSHKOV, S., MUISTE, P., LAZDIŇŠ, A., STYRANIVSKY, O., 2017: Timber harvesting methods in Eastern European countries: a review. *Croat. J. For. Eng.*, 38 (2): 231-241.
- NADEZHDINA, N., ČERMAK, J., NERUDA, J., PRAX, A., ULRICH, R., NADEZHDIN, V., GAŠPÁREK, J., POKORNÝ, E., 2006: Roots under the load of heavy machinery in spruce trees. *Eur J Forest Res*, 125: 111-128.
- NADEZHDINA, N., PRAX, A., ČERMAK, J., NADEZHDIN, V., ULRICH, R., NERUDA, J., SCHLAGHAMERSKY, A., 2012: Spruce roots under heavy machinery loading in two different soil types. *Forest Ecology and Management*, 282: 46-52.
- NERUDA, J., ULRICH, R., KUPČÁK, V., SLODIČÁK, M., ZEMÁNEK, T., 2013: *Harvestorové technologie lesní těžby*. Mendelova univerzita v Brně. 166 s. – ISBN 978-80-7375-842-4
- NOVÁK, J., DUŠEK, D., SLODIČÁK, M., 2013: Výchova porostů borovice lesní a poškození sněhem. *Zprávy lesnického výzkumu*, 58 (2): 147-157.
- NOVÁK, J., DUŠEK, D., KACÁLEK, D., SLODIČÁK, M., SOUČEK, J., 2017: *Pěstební postupy pro borové porosty 1. a 2. lesního vegetačního stupně*. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 28 s. Lesnický průvodce 12/2017. – ISBN 978-80-7417-150-5
- PAŘEZ, J., CHROUST, L., 1988: Modely výchovy lesních porostů. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Lesnický průvodce, 4: 83 s.
- PICCHIO, R., NERI, F., PETRINI, E., VERANI, S., MARCHI, E., CERTINI, G., 2012: Machinery-induced soil compaction in thinning two pine stands in central Italy. *Forest Ecology and Management*, 285: 38-43.
- REMEŠ, 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: 27 s. Lesnický průvodce 14/2016. – ISBN 978-80-7417-124-6
- SIRÉN, M., ALA-ILOMÄKI, J., MÄKINEN, H., LAMMINEN, S., MIKKOLA, T., 2013: Harvesting damage caused by thinning of Norway spruce in unfrozen soil. *International Journal of Forest Engineering*, 24 (1): 60-75.
- 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 (3): 252-257.

- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J., 2007: Výchova lesních porostů hlavních hospodářských dřevin. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 46 s. Recenzované metodiky. Lesnický průvodce 4/2007. – ISBN 978-80-86461-89-2
- 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: 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., NOVÁK, J., DUŠEK, D., 2014: Výchova porostů s douglaskou. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 23 s. Lesnický průvodce 8/2014. – ISBN 978-80-7417-085-0
- SPINELLI, R., MAGAGNOTTI, N., 2010: Performance and cost of a new mini-forwarder for use in thinning operations. *Journal of Forest Research*, 15 (6): 358-364.
- SUDA, O., 2017: Posouzení provedení prvních probírek dle velikosti použitého harvesteru s dopadem na budoucí růst a potenciální výnos z porostů. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně: 43 s.
- THOMPSON, N. P., LEWIS, K. J., POIRIER, L. M., 2018: Adjacency to a harvest trail increases drought resistance of interior Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*) in partially harvested stands in central British Columbia. *Can. J. For. Res.*, 48: 809-820.
- ULRICH, R., DVOŘÁK, J., 2004: Harvesterové technologie v lesním hospodářství v rámci programu SAPARD. Krátkodobý seminář pro odborné pracovníky. ČZU v Praze: 49 s. – ISBN 80-213-1154-1
- WÖLL, CH., JÓNSSON, L., 2009: Productivity and cost analysis of a harvester operation in Hallormsstaður, east Iceland. Dostupné z https://www.northernperiphery.eu/files/archive/Downloads/Project_Publications/10/Study_Reports/Harvester_operation_East_Iceland_2009.pdf (22. 11. 2019)

8.2 Seznam publikací, které předcházeły metodice

- DUŠEK, D., SLODIČÁK, M., NOVÁK, J., KACÁLEK, D., 2015: Vliv šířky linek na produkci smrkových porostů. Zprávy lesnického výzkumu, 60 (3): 171-176. (Výstup za institucionální podporu)
- DUŠEK D., SLODIČÁK M., NOVÁK, J., ČERNÝ J., 2018: Růstová reakce mladých douglaskových porostů na první výchovné zásahy. Zprávy lesnického výzkumu, 63 (1): 20-27. (výstup za QI112A172 a institucionální podporu)
- HORÁK, J., NOVÁK, J., 2009: Effect of stand segmentation on growth and development of Norway spruce stands. Journal of Forest Science, 55 (7): 323-329. (Výstup za MZE0002070203)
- NERUDA, J., ULRICH, R., KUPČÁK, V., SLODIČÁK, M., ZEMÁNEK, T., 2013: Harvesterové technologie lesní těžby. Mendelova univerzita v Brně. 166 s. – ISBN 978-80-7375-842-4
- NOVÁK, J., DUŠEK, D., SLODIČÁK, M., 2013: Výchova porostů borovice lesní a poškození sněhem. Zprávy lesnického výzkumu, 58 (2): 147-157. (Výstup za MZE0002070203)
- NOVÁK, J., DUŠEK, D., KACÁLEK, D., SLODIČÁK, M., 2015: Parametry stability různě vychovávaných smrkových porostů. Zprávy lesnického výzkumu, 60 (3): 177-187. (Výstup za QJ 1220316 a institucionální podporu)
- NOVÁK, J., DUŠEK, D., KACÁLEK, D., SLODIČÁK, M., SOUČEK, J., 2017: 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 (Výstup za TA04021532)
- NOVÁK, J., DUŠEK, D., SLODIČÁK, M., 2018: Možnosti ovlivnění stability smrkových porostů výchovou – dlouhodobý 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 2018, s. 87–93. Proceedings of Central European Silviculture. Vol. 8. – ISBN 978-80-213-2866-2 (Výstup za QK1810443 a institucionální podporu)
- REMEŠ, 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 (Výstup za TA02021250)
- 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 (3): 252-257. (Výstup za MZE0002070201)
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J., 2007: Výchova lesních porostů hlavních hospodářských dřevin. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2007. 46 s. Recenzované metodiky. Lesnický průvodce 4/2007. – ISBN 978-80-86461-89-2 (Výstup za MZE0002070201)
- 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: 1913-1918. (Výstup za MZE0002070203)
- 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 (Výstup za MZE0002070203)
- SLODIČÁK, M., KACÁLEK, D., NOVÁK, J., DUŠEK, D., 2014: Výchova porostů s douglaskou. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2014. 23 s. Lesnický průvodce 8/2014. – ISBN 978-80-7417-085-0 (Výstup za QI112A172 a institucionální podporu)

CONIFEROUS STANDS THINNING MODELS FOR HARVESTER TECHNOLOGIES

Summary

In the last decades, the area of sites where forest logging machines were used has significantly increased in the Czech Republic. According to development of new machines, also small harvesters (with width under 1.8 m) are available for precommercial thinning. On the other hand, thinning models were compiled traditionally for moto-manual procedures of thinning. Thus, demand for models modified for harvesters has increased now in practice.

Presented guide focused on recommendation for thinning of conifer stands using forest logging machines. Thinning models are based on top height and appropriate mean spacing of trees left after thinning according to new knowledge of silviculture research (thinning effects on stand stability, production and other forest services).

For three conifer species (Norway spruce, Scots pine and Douglas-fir), 8 thinning models were constructed totally. Recommendations for Norway spruce (Tab. 1) are differentiated by soil conditions on four models: (1) acidic sites on middle elevations (CHS 43, 53), (2) nutrient rich sites on middle elevations (CHS 45, 55), (3) water-logged sites (CHS 57, 77, 39, 59, 79) and (4) nutrient poor exposed sites or acidic sites in mountains (CHS 51, 71, 73). Thinning models for Scots pine (Tab. 2) are differentiated by level of stand quality (site index) on two ways: (1) high quality stands (site index +1-3) and low quality stands (site index 4-7). In case of Douglas-fir (tab. 3), two models are differentiated according to site index: (1) site index 1 and (2) site index 3. Recommendations for stands with neglected thinning are also included into this guide.

Harvester techniques have apparent advantages such as high productivity, safety of operation and also lower damage to trees left after thinning compared to traditional moto-manual techniques. However, before planning of thinning by harvesters, main known principles such as appropriate terrain, adequate size of machine, adequately trained operators, actual soil conditions etc should be taken into account.

The guide is intended for forest owners and managers, companies focused on logging operations, agencies of state forest management and nature conservation, forestry high schools and universities and also for forest researchers.



Probírka harvestorem v borovém porostu,
autorské právo: https://cz.123rf.com/profile_bschonewille



Zemědělský traktor s kácací hlavici vhodný do menších lesů,
autorské právo: https://cz.123rf.com/profile_taina



Vyvážecí souprava Vimek 606 TT při práci v porostech
(foto: Gosta Wendelius, zdroj: www.fotogw.se)



Vyvážecí souprava Vimek 606 TT, šetrné vyjíždění přes příkop z vyvážecí linky na odvozní místo (foto: Radomír Ulrich)



Malý harvester Vimek 404 T při práci v borovém porostu – pohled z boku
(foto: archiv Lesnická práce s.r.o.)



Malý harvester Vimek 404 T při práci v borovém porostu – pohled ze předu
(foto: archiv Lesnická práce s.r.o.)



Výzkumný ústav
lesního hospodářství
a myslivosti, v. v. i.

www.vulhm.cz

LESNICKÝ PRŮVODCE 8/2019