

9/10  
VĚDECKÝ ČASOPIS



# LESNICTVÍ

8

ROČNÍK 28 (LV)  
PRAHA  
SRPEN 1982  
CENA 12 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ  
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ  
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

## LESNICTVÍ

Redakční rada: člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc. (předseda), Ing. Zdeněk Bludovský, CSc., prof. Dr. Ing. Václav Douda, CSc., prof. Dr. Ing. Ján Halaj, DrSc., prof. Dr. Ing. Václav Korf, DrSc., Ing. Jan Materna, CSc., prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., člen korespondent ČSAV prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., genmjr. Ing. Václav Růžička, prof. Ing. Miroslav Stolina, DrSc.

Šéfredaktor člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1982

CS ISSN 0024-1105

LESNICTVÍ uveřejňuje vědecká pojednání o vyřešených výzkumných úkolech ze všech oborů lesnické vědy, studie a rozborů. Vydává Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541. Celoroční předplatné Kčs 144,—.

LESNICTVÍ публикует научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области лесохозяйственной науки, обзоры и анализы. Издаёт Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция: 120 56 Прага 2, Слезска 7.

LESNICTVÍ publishes scientific treatises about the solved research tasks in the line of forest science, studies and analyses. Published by the Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office: 120 56 Prague 2, Slezská 7.

LESNICTVÍ veröffentlicht wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Forstwirtschaftswissenschaft, Studien und Analysen. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion: 120 56 Praha 2, Slezská 7.

LESNICTVÍ publie les traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de science silvicole, études et analyses. Publié par l'Institut des informations scientifiques et techniques pour l'agriculture. Paraît une fois par mois. Rédaction: 120 56 Praha 2, Slezská 7.

Na V. zasedání Ústředního výboru KSČ přednesl místopředseda vlády ČSSR a předseda Státní plánovací komise zprávu o státním plánu hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR na rok 1982 a o návrhu zákona o 7. pětiletém plánu ČSSR, vypracovaném ve smyslu požadavků, vyplývajících z Hlavních směrů hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR, schválených XV. sjezdem KSČ. Plán na rok 1982 sleduje především růst efektivnosti, hospodárnosti a kvality ve výrobě.

Není pochyby o tom, že těmito zásadám musí odpovídat i plán lesního hospodářství na rok 1982, které musí na všech úsecích využít případných výrobních a spotřebních rezerv.

Ekonomická efektivnost vyjadřuje v podstatě jednoduchý vztah mezi celkovými účinky  $U$  a vynaloženými prostředky  $N$  neboli  $E = \frac{U}{N}$ .

Ekonomická efektivnost každého podnikání bude tedy tím větší, čím vyšší budou dosažené účinky (např. počet a kvalita výrobků, hospodárnost výroby apod.) a čím nižší budou spotřebované náklady (např. spotřeba pracovního času, finančních prostředků, energie, námahy apod.) na vyráběnou jednotku.

V lesním hospodářství jde dnes nejen o efektivnost ekonomickou, ale i celospolečenskou, neboť les musí prokazovat nejen ekonomické, ale i stále více na důležitosti nabývající účinky mimoekonomické (např. vodohospodářské, půdoochranné, rekreační aj.). S narůstající technizací rychle narůstají vedle produkčních účinků lesa i jeho účinky mimoprodukční směřující hlavně k udržení a stálému zlepšování jeho funkce ekologické a pozitivního vlivu na pracovní a životní prostředí.

Již XV. sjezdem KSČ byly dány direktivy a uloženo rozvíjet a dále zdokonalovat řízení národního hospodářství tak, aby účinněji napomáhalo zvyšování efektivnosti rozvoje cestou důslednějšího uplatňování vědeckotechnického pokroku a socialistické ekonomické integrace, aby k tomu mobilizovalo rezervy, podněcovalo růst produktivity práce, zvyšování kvality výroby, tvořivé síly a iniciativu pracujících. Růst efektivnosti a kvality práce je velmi důležitým článkem naší národohospodářské a sociální politiky.

Jednou z hlavních složek a dlouhodobých faktorů zvyšování efektivnosti je plánovitě rozvíjení vědeckotechnického pokroku. Vědeckotechnický rozvoj představuje kvalitativní změny ve výrobním procesu v důsledku rychlého rozvoje a aplikace vědeckotechnického poznání. On vede k příznivým změnám v ekonomice, ke zvýšení produktivity práce a kvalifikace pracujících a tedy i k efektivnosti výroby. Pro další kvalitativní růst socialistické společnosti a zvyšování intenzity výroby má vědeckotechnický rozvoj velkou důležitost.

Uplatnění výsledků vědeckotechnického rozvoje vede nutně k pracovní specializaci, k prohlubování teoretických znalostí a praktické dovednosti pracovníků. Tím klesá počet pracovníků vykonávajících ruční práci a stoupá podíl specialistů zajišťujících vyšší produktivitu práce a životní úroveň pracujících. Vědeckotechnický rozvoj vede i k rychlému průmyslnování oborů technicky značně zaostalých, jakým bylo i naše lesní hospodářství v minulých dobách. Dnešní stupeň a úroveň mechanizace v lesním hospodářství by nebyly dosaženy bez stálé aplikace tech-



nického rozvoje. Jemu je nutno věnovat stálou pozornost a trvalé místo v naší socialistické společnosti.

Vědeckovýzkumná lesnická pracoviště mají urychleně předávat své poznatky z výzkumu vývoji a výrobě nebo přímo lesnímu provozu. V tom směru se musí vědecká a vývojová pracoviště více aktivizovat a najít účinnější formy předávání poznatků. Znamená to též, že vývoj a provoz má přejímat od výzkumu všechny poznatky, týkající se zvyšování i mimoprodukčních funkcí lesa, neboť i ty směřují ke zvýšení společenské efektivnosti. Jejich zanedbávání nebo pomalé zavádění vede k citelnému snižování ekonomické a společenské efektivnosti. Zaměření vědeckých pracovišť na aktuální a klíčové problémy v lesnictví se stává stále důležitějším. Vědeckotechnický rozvoj je hlavním zdrojem růstu společenské produktivity práce a tedy i rozhodujícím faktorem růstu životní úrovně společnosti.

Efektivnost v lesním hospodářství závisí na řadě dalších činitelů, z nichž velmi závažným je produktivita neboli účinnost práce. Její úroveň je určena buď množstvím produkce  $N$  vyrobeným po určité pracovní době  $T$ , nebo naopak potřebou pracovní doby vynaloženou na určité množství produkce neboli

$$P_r = \frac{N}{T} \quad (\text{min/ks}) \quad \text{nebo} \quad P_r = \frac{T}{N} \quad (\text{ks/min}).$$

Názorně řečeno to znamená, že čím kratší čas je potřebný ke zhotovení výrobků nebo čím více výrobku se zhotovuje za jednotku doby, tím je vyšší produktivita práce. Za produktivitou práce nelze ovšem vidět jenom množství výrobků, ale i jejich kvalitní provedení.

Zvyšování společenské produktivity práce se dosahuje i snižováním živé práce, resp. pracnosti, dané množstvím živé práce potřebné ke zhotovení výrobku za určitých technických a organizačních podmínek při normální intenzitě práce a kvalitě výrobku. Potřebu živé práce lze podstatně snižovat zvyšováním úrovně technického rozvoje, což musí být rovněž stálým cílem našeho lesního hospodářství a celé naší společnosti. Důsledným využíváním výpočetní techniky jako součásti vědeckotechnického rozvoje se zrychlí a zlepší řízení lesního hospodářství zvažující vždy před rozhodnutím řadu technických i biologických parametrů.

Rozšíření a zpřesnění plánovaných úkolů si vyžádá vyšší úroveň řízení na všech úsecích lesního hospodářství. Na 13. zasedání ÚV KSČ v roce 1979 byla nutnost zdokonalení této činnosti zvláště zdůrazněna vzhledem na efektivnost, hospodárnost a kvalitu práce. S technickým rozvojem stoupají podstatně požadavky na úroveň řídicí práce. Úroveň řídicí práce vedoucích pracovníků v lesnictví je určována především dlouhodobým plánem. Každý řídicí pracovník se musí ovšem účelně a hospodárně vypořádat i s krátkodobým řízením práce živelné, která často nastupuje na našich pracovištích s rychle se měnícími faktory přírodními i pracovními. Proto každý řídicí pracovník v lesním hospodářství musí umět správně improvizovat, k čemuž potřebuje i důkladný přehled a rutinu.

Je ovšem potřebné, aby podíl plánovitě a dobře organizované řídicí práce převládá nad prací živelnou, neboť plánovitá práce řídicí zaručuje jistý efekt. Nemenší pozornost řídicích pracovníků má být věnována i otázkám perspektivní koncepce, která se musí na základě získaných



poznatků a zkušeností stále zpřesňovat. Správná koncepce vede k reálným prognózám a dlouhodobým výhledům. Do řídicí činnosti je potřeba zainteresovat co nejvíce pracovníků, neboť tím snáze a rychleji je pak možno odhalovat rezervy.

Zefektivňování výroby je podmiňováno též hospodárností, která zajišťuje dosažení nejlepších výsledků s nejmenšími náklady. Hospodárnost ovlivňuje racionalizace, tj. systematické využívání všech poznatků vědy i praxe ke zvyšování efektivnosti veškeré lidské činnosti. Veškerá racionalizační opatření v lesním hospodářství musí směřovat k optimálnímu využití pracovních sil, k dosažení maximální produktivity práce s nejmenší námahou a spotřebou energie i s vysokou kvalitou výroby. Ne vždy ještě při výrobě všechny tyto faktory uspokojivě splňujeme. Je k tomu nutné důkladně hodnotit všechny na sobě úzce závislé vztahy mezi pracujícími, výrobními prostředky, technologiemi, pracovním prostředím i organizací, psychologii a fyziologií práce. Racionalizace musí ovládat nejen jednotlivé výrobní operace, ale i celý výrobní proces. I v tomto směru je v lesním hospodářství ještě dostatek rezerv, a tedy i rezervy k zajištění vyšší hospodárnosti. Komplexní socialistická racionalizace má za cíl soustavné zdokonalování výrobního procesu. Komplexní racionalizační brigády sdružující pracovníky různých profesí řešící společně vytčené úkoly budou mít stále vděčné pole působnosti i v lesním hospodářství.

Musíme si být také vědomi toho, že zlepšování výsledků na podnicích a závodech Státních lesů se odráží ve výsledcích celého národního hospodářství. Bez aktivní účasti pracujících nelze hospodárnost podstatně zvyšovat. Hospodárnost v lesním hospodářství by se měla urychleně projevit i v hospodaření s vlastní surovinou, tj. s veškerou lesní biomasou. Stále v lese zůstává nevyužito značné množství dřeva, které by se dalo racionálně využít v průmyslu (dřevotřískové desky, celulóza) i pro vlastní potřebu jako energetický zdroj (vytápění, pohon generátorů aj.). Nemalou důležitost má i zelený podíl biomasy (jehličí) pro průmysl chemický (silice, terpentýny) i pro zemědělství (krmné moučky). Důsledná kooperace mezi lesním hospodářstvím a integrujícím průmyslem by měla v tom směru nastoupit urychleně správnou cestu.

Jednou z forem zespolečenšťování výroby je koncentrace výroby. Je to ekonomický proces soustřeďování výroby do větších celků projevujících se v růstu objemu výroby. Také naše lesní hospodářství je nuceno s ohledem na zavádění a lepší využití výkonné mechanizace a automatizace, nových výkonných technologií a rozvinutí vyšší organizace a řízení výroby zavádět vyšší koncentraci výroby.

Proces koncentrace se projevuje nejen v růstu velikosti lesních podniků a závodů, ale i ve zvětšování jednotlivých pracovišť. V našich jemnějších výrobních podmínkách a při větší rozptýlenosti porostů nemusí vždy nadměrná koncentrace výroby přinášet jenom výhody, ale i určité nedostatky, jako je ztížená organizace řízení a kontroly vzdálených jednotek, zvýšené nároky na dopravu apod. Sdružování pracovišť a zvyšování objemu dřeva na nich má v četných případech za následek poškozování lesních porostů a půd zvýšenou četností jízdy těžkých mechanizačních prostředků. Je tedy nutno koncentraci výroby v našem lesním hospodářství zavádět pouze po náležité ekonomické analýze všech výrobních podmínek. Menší výrobní jednotky bývají přizpůsobivější změnám výrobního

programu, lépe využívají energetických i pracovních zdrojů a účelněji rozmisťují plánovanou výrobu.

Nutnost koncentrace výroby v lesním hospodářství je často zdůvodňována potřebou zavádění vysoce výkonných mechanizačních prostředků a komplexních technologických soustav, které úzce spojují současné soustavy strojů s progresivními technologiemi v jednotný systém. Zůstává ještě nedořešen problém, jak vysoké výrobní kapacity mají tyto systémy dosahovat, jak vysoké mají být optimální výkonnosti mechanizačních prostředků pro naše rozmanité výrobní podmínky a intenzivní hospodářské způsoby.

Stupeň koncentrace výroby v lesním hospodářství má odpovídat optimálním požadavkům techniky, ekonomiky, organizace i řízení a celospolečenskému poslání lesa i ve směru ekologickém.

V ý k o n n o s t í s t r o j ů a zařízení včetně obsluhy se rozumí schopnost splnit pracovní úkol po stránce kvalitativní a kvantitativní v nejkratší době a s nejmenšími náklady. Zahrnuje tedy produktivitu práce a vyjadřuje i efektivnost výroby. Tendencí každé racionální výroby je, aby byla co nejproduktivnější neboli aby bylo vyrobeno za určitou dobu co největší množství kvalitních a levných výrobků. Tato tendence vede i v lesním hospodářství k nasazování do provozu co nejvýkonnějších strojů. Vyjádříme-li teoreticky výkonnost  $P$  jako podíl času na jeden výrobek neboli délkou pracovního cyklu  $t_c$  bude za pracovní směnu  $T_{psm}$  vyrobeno

$$P = \frac{T_{psm}}{t_c} \quad (\text{ks}).$$

Z uvedeného vzorce vidíme, že čím kratší je čas spotřebovaný na pracovní cyklus, tím vyšší bude výkonnost stroje nebo zařízení za pracovní směnu. Je proto všeobecná snaha konstruovat a zavádět do lesního provozu stroje s nízkým nebo zkráceným pracovním cyklem a tedy i s vysokou výkonností. Čím vyšší výkonnost však příslušný stroj prokazuje, tím bývá zpravidla konstrukčně složitější, výrobně i provozně nákladnější i hmotnější a dražší. Často jeho zvýšená výkonnost nesnižuje úměrně i náklady na vyráběnou jednotku a výroba se stává dražší. V našem lesním hospodářství tyto rozměrné a těžké stroje způsobují kromě toho značné škody na stojících stromech, hlavně v probíraných porostech, a značné poškozování lesních půd. To má za následek další národohospodářské škody, jako je narušování přírody a životního prostředí vůbec. V tom směru máme již dostatek poznatků domácích i zahraničních a musíme hledat nápravy.

V další mechanizaci a technologiích vhodných pro naše velmi rozmanité výrobní podmínky v lesním hospodářství bude nutné výhledově se zaměřit i na řešení optimálních výrobních výkonností lesnických strojů a výrobních kapacit celých systémů, plně odpovídajících celospolečenským potřebám.

V lesním hospodářství u nás musí být na stálém vzestupu také efektivní intenzifikace výroby, neboť efektivnost výroby musí být dosahována při stálém vzestupu množství i jakosti výroby a snižování počtu pracovníků v provozu i intenzity jejich práce. Toho lze dosahovat uplatňováním všech intenzifikačních opatření, jako je např. zavádění a využívání vyšších stupňů mechanizace, uplatňování vyšší úrovně plánování, organizace a řízení, plné rozvíjení iniciativy pracujících, zajiště-

ní důkladné kooperace mezi všemi integrujícími jednotkami vlastními i cizími sektory apod.

Při dnešním tempu růstu a způsobu výroby v lesním hospodářství není často dodržen důležitý faktor výroby, tj. kvalita výrobku, a zachování nenarušeného pracovního i životního prostředí. Kvalitou výrobku se rozumí souhrn vlastností, které výrobek má mít, má-li plně uspokojovat potřeby společnosti. Ne vždy jsou dodrženy přesné rozměrové a jakostní parametry vyráběných sortimentů v lese. Jindy jsou vyráběny cenově podřadnější sortimenty, než jakým odpovídá jakost suroviny. Děje se tak často méně pečlivou prací pracovníků při sortimentaci a měření dřeva a někdy i jednotnou výrobou sortimentu pro urychlené splnění dodávky. Také automatické měřicí přístroje těžebních strojů nepracují dosud v přírodním prostředí lesa s dostačující přesností. Nedbalé kácení stromů a soustřeďování sortimentů (spouštění) působí značné ztráty nižším zhodnocením dřeva.

Neúměrné škody na porostech a lesních půdách nastávají také méně pečlivou prací obsluhy těžkých mechanizačních prostředků těžebních i dopravních. Tyto škody se odrážejí ve snižování ekonomických výsledků celého výrobního procesu přímo. Nepřímo se pak projevují i ve snižování přírůstu poškozených stromů znehodnocováním oddenkového dřeva poškozených stromů následnou hnilobou. Rozsáhlé poškozování lesních půd má za následek zvyšování investic na jejich asanaci, znehodnocování vodohospodářské funkce lesa i jeho funkce rekreační apod. V budoucnu musí být uplatňováno přísnější měřítko na jakost výroby i výrobků v lesním hospodářství.

Všem těmto uvedeným škodám lze bránit nebo je omezit především kvalifikací pracujících na všech stupních výroby. Kvalifikací tu rozumíme způsobilost pracovníků vykonávat s normální intenzitou, výkonností a přesností různě složitou práci. K tomu musí mít nejen určitý stupeň teoretických i praktických znalostí a zkušeností, ale i někdy zvláštních osobních a pracovních schopností. Požadavek na kvalifikaci pracovníků stoupá se stoupající mechanizací a automatizací výrobního procesu. V lesním hospodářství musí být požadavek na kvalitu práce a ji ovlivňující kvalifikaci pracovníků kladen na přední místo, neboť jde nejen o zajištění kvality výrobků a náležité zhodnocení suroviny, ale i jakostní výrobu při zajištění, popř. i zlepšování celospolečenských funkcí lesa. Každý pracovník musí mít dokonalé znalosti technické i biologické, organizační i řídicí. Rychle vzrůstající technizace v lesním hospodářství vyžaduje stále doplňování nejnovějších poznatků vědy i praxe.

Poněkud odlišná pracoviště v lesnictví proti pracovištím v průmyslu vyžadují od každého pracovníka i zvýšenou iniciativu, především v samotném rozhodování při řešení vyskytnuvších se problémů. Iniciativa pracujících v lesnictví projevující se v novátorské a zlepšovatelské i vynálezecké činnosti přinášela vždy řadu dobrých návrhů na pracovištích, byla a stále je jednou z důležitých cest při nástupu a zvyšování technického rozvoje v lesním hospodářství. Při nástupu a plnění náročných úkolů 7. pětiletky je potřebné podstatně zvýšit účinnost pracovní iniciativy, neboť v ní má naše společnost ještě cenné rezervy. Měla by se projevit výrazně nejen ve vlastní výrobě a službách, ale i v dnes velmi aktuální úspoře paliv a energie, ve zvýšené efektivnosti úrovně a kvality výroby, v urychleném předávání a realizaci dosahovaných výsledků v praxi.



Určité nedostatky má lesní hospodářství také v kooperaci s integrujícími podniky. Jsou to především podniky vyrábějící a opravující dodávané mechanizační prostředky. Projevuje se to hlavně ve zpoždování dodávek strojů a zařízení a především v nedostatku náhradních dílů k existujícím strojům. Lesní hospodářství se snaží samo ve své působnosti tyto nedostatky odstraňovat budováním a vybavováním vlastních strojních závodů, racionální organizací opravárenské a servisní činnosti, nestačí však v celém rozsahu na tyto úkoly. Integrace jako vyšší forma kooperace by měla zajistit mezi příslušnými podniky a závody podstatné zlepšení vztahů a zvýšení efektivity. Nedostatek integrace mezi lesním hospodářstvím, dřevozpracujícím a chemickým průmyslem se výrazně odráží i v nevyužívání celé lesní biomasy.

Každý pětiletý plán má významnou úlohu v soustavě řízení národního hospodářství na všech jeho stupních a úsecích. Jeho těžištěm je zajištění požadovaného tempa rozvoje národního hospodářství a společnosti. Musí se v něm promítat nejnovější výsledky vědeckotechnického rozvoje jak v oblasti techniky, tak i biologie i vývoje společnosti. Musí mít na zřeteli stálý růst produktivity práce, kvality výroby a její ekonomické efektivity při současném snižování intenzity práce, maximální úspoře a racionálním využívání surovin i energetických zdrojů, růstu kvalifikace pracovníků a důsledné organizaci všech integrujících jednotek.

Pětiletý plán lesního hospodářství musí přesně vyjadřovat kromě všech produkčních funkcí lesa i všechny jeho funkce mimoprodukční, které stále více nabývají na významu v naší společnosti. Je proto potřeba jeho sestavení a plnění věnovat mimořádnou péči. Nemenší význam pro lesní hospodářství má roční plán, jehož úkoly vycházejí z plánu pětiletého. Jelikož v lesním hospodářství se mohou přírodní podmínky pro plánovaný rok někdy odchylovat a tak podstatně ovlivňovat původně naplánované cíle, je nutno roční plán stále sledovat a korigovat tak, aby nebyl narušen cíl plánu pětiletého.

V každé etapě rozvoje národního hospodářství je nejdůležitějším činitelem člověk, jeho odborná i politická vyspělost a iniciativa. Jak účelně se připraví pětiletý plán a racionálně usměrní i jednorozhodní plány a jak efektivně se zajistí jejich plnění, tak efektivní budou i jejich celkové výsledky pro jednotlivce i společnost.

Mobilizace vnitřních rezerv s plným a hospodárným využitím všech zdrojů na každém pracovišti lesního hospodářství musí vést k jeho rychlému a efektivnímu rozvoji.

*Prof. Dr. Ing. Václav Douda, CSc.*

# ROZVOJ AUTOMATIZACE ŠKOLKOVÁNÍ SMRKOVÝCH SEMENÁČKŮ

A. Švenda

ŠVENDA, A. (Výzkumná stanice VŮLHM, Křtiny u Brna). *Rozvoj automatizace školkování smrkových semenáčků*. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 625-636.

Práce se zabývá hledáním možností dalšího rozvoje výroby školkových sazenic smrku cestou automatizace operace školkování. Je založena na vzájemném srovnání tří alternativ technologických koncepcí, a to: současné technologie s pěstováním a klasickým školkováním prostokořeňných semenáčků — technologie A; uplatnění automatického školkovacího stroje typu Picador v klasické technologii (semenáčky plněny ručně do pásových zásobníků) — technologie B; nově navrhovaná technologie charakteristická předpěstováním semenáčků s obalovaným kořenovým systémem v přenosných vícebuněčných, pevných, geometricky pravidelných sadbovačích, které slouží zároveň jako zásobníky semenáčků pro automatizovaný školkovací stroj (obdoba typu Kopparfors, Hillesjö) — technologie C. Kritéria hodnocení alternativ jsou pracnost výroby v celém ovlivnitelném úseku výrobního procesu od setí semen až po zaškolkování semenáčků a vliv na rozložení prací v průběhu roku (napjatost v agrotechnických špičkách). Ve srovnání s výchozí technologií A snižuje technologie B pracnost celého úseku výroby o 8,3 % a přispívá k omezení podílu prací v jarní a podzimní špičce jejich snížením o 44,6 %. Malé snížení celkové pracnosti je způsobeno tím, že ruční manipulace s jednotlivými semenáčky je zachována, i když je přenesena mimo školkovací stroj. Technologie C ve srovnání s technologií A vylučuje ruční manipulaci se semenáčky a přináší snížení pracnosti o 37,7 %. Podíl prací v jarní a podzimní špičce snižuje o 81 % a v jarním období vykazuje nejnižší pracovní zatížení v průběhu celého roku. Technologie C dále snižuje potřebu prostoru v klimatizovaných skladech, zvyšuje provozní jistotu při školkování a umožňuje úspěšnou aplikaci i při výrobě obalovaných sazenic. Přináší však také některé biotechnologické problémy, jejichž objasnění vyžaduje tvůrčí spolupráci biologů. Technologie C se považuje za příznivé východisko dalšího rozvoje školkařské výroby a doporučuje se k dalšímu studiu a ověření.

technika lesnická; automatizace; školkování; semenáčky; smrk

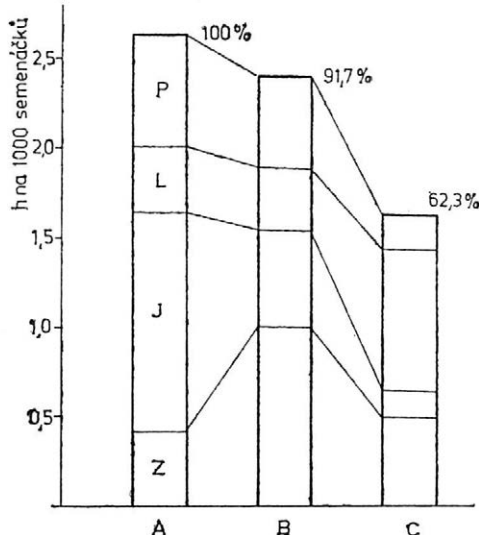
Uplatňování velkovýrobních technologií v lesních školkách spolu s nedostatkem pracovních sil a nerovnoměrným rozložením práce během roku si vynucuje obrátit naši pozornost k hlavním výrobním operacím a hledat možnosti jejich příznivého technického rozvoje.

K nejvýznamnějším operacím z tohoto hlediska patří výroba školkových sazenic a vlastní operace školkování semenáčků. Svojí pracností je na druhém místě hned za sklizní sazenic a podílí se významnou měrou na nepříznivém rozložení prací během roku.

Tato práce si klade za cíl navrhnout orientaci dalšího rozvoje školkování semenáčků, která by vedla k zásadnímu zvýšení produktivity práce, k uvolnění agrotechnické napjatosti v jarní a podzimní pracovní špičce a ovlivnila příznivě i ostatní problémy školkařského provozu.

Metodicky je práce založena na těchto skutečnostech:

Školkování smrkových semenáčků, což představuje rozhodující ob-  
jem výroby školkových sazenic.



1. Celková pracnost technologií A, B, C (v h na 1000 vypěstovaných a zaškolovaných semenáčků): Z — zima, J — jaro, L — léto, P — podzim. — Overall labor requirement of the technologies A, B, C (hours per 1000 produced and transplanted seedlings)

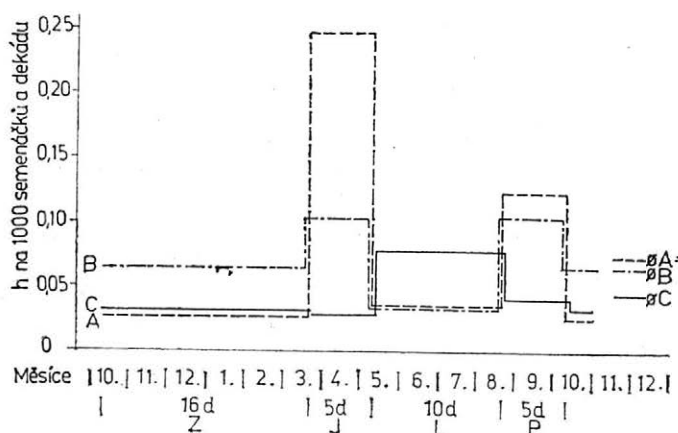
Detailní technologicko-ekonomický rozbor a vzájemné srovnání základních alternativ reprezentativních technologických koncepcí, a to: A. současná technologie, B. rozvojová technologie typu Picador, C. nově navrhovaná technologie.

Rozbor technologického postupu, který je operací školkování ovlivněn, tj. od přípravy substrátu a setí až po zaškolovaný semenáček.

Základními kritérii srovnání jsou pracnost výroby (v h na 1000 semenáčků) a agrotechnická napjatost prací (podíl prací v jarní a podzimní špičce). Nedostatek věrohodných a srovnatelných podkladů znemožňuje v této fázi použít také kritéria vlastních nákladů. Zvolená kritéria však mohou dostatečně přispět k základní orientaci.

Pro rozbor agrotechnické napjatosti byl roční cyklus rozdělen schematicky do 4 období: mimovegetační — 2. dekáda října až 2. dekáda března; jarní — 3. dekáda března až 1. dekáda května; letní — 2. dekáda května až 2. dekáda srpna; podzimní — 3. dekáda srpna až 1. dekáda října.

Vstupní podklady o pracnosti vycházejí z údajů vybraných školkařských provozů lesního hospodářství, avšak neopírají se o detailní časové



2. Agrotechnická napjatost podle technologií (v h na 1000 semenáčků a 1 dekádu). — Agrotechnical stress according to the technologies (hours per 1000 seedlings and 1 decade)

měrné pozorování: vstupní podklady pro hodnocení nerealizovaných technologií vycházejí z předpokladových kalkulací.

Výše uvedené skutečnosti dávají práci orientační charakter dostačující pro úvodní rozhodovací krok a orientaci dalších studijních upřesňujících prací.

## **CHARAKTERISTIKA A HODNOCENÍ VÝCHOZÍ SROVNÁVACÍ TECHNOLOGICKÉ VARIANTY (TECHNOLOGIE A)**

Současné způsoby výroby školkovaných sazenic se vyznačují pestrou variabilitou technologických postupů. Liší se zejména způsobem pěstování semenáčků (volně na záhonech, pod fóliovým krytem), charakterem sítí (celoplošné, rýhové), volbou živných substrátů, dobou školkování (jarní, letní) a délkou pěstování semenáčků (1 a 2leté).

Pro potřeby studie byla volena pouze jediná varianta, respektující známé progresivní prvky školkařské výroby a reprezentující při tom nejproduktivnější výrobu. Výchozí technologickou alternativu A lze charakterizovat takto: Pěstování 1letých semenáčků v živných substrátech, s celoplošným výsevem, ve fóliových sklenících, jarní (60 %), letní (40 %) školkování na volné 7řádkové záhony v bezprostřední vazbě na vyzvedávání a třídění semenáčků. V procesu jsou použity všechny dnes známé mechanizační prostředky.

Detailní rozbor pracnosti jednotlivých výrobních fází výchozí technologie je uveden v tabulce I a IV. Z údajů vyplývají tyto poznatky:

Celková pracnost výroby daného úseku činí 2,6093 h na 1000 semenáčků. Z toho 70,4 % připadá na jarní a podzimní agrotechnickou špičku. Nejpracnější fází je vlastní školkování (41,9 %), které spojeno s vyzvedáváním semenáčků činí 58,2 % celkové pracnosti. Rozdělení fáze školkování do jarního a podzimního období neovlivní celkovou pracnost. Ovlivní pouze rozložení práce mezi jarní a letní špičkou.

Za povšimnutí stojí operace spojené s přípravou substrátových ploch pro síť zaujímající celkem 14,7 % celkové pracnosti, což pochopitelně vyvolává tlak na řešení mechanizace prací ve skleníku. Podobně je tomu u ošetřování sítí (postřiky, závlahy, hnojení) zaujímající 12,4 %. Ruční pletí je relativně velmi nízké (1,9 %) díky dobré agrotechnice a rychlým pravidelným zásahům. To zvýhodňuje technologii A k prospěchu objektivnosti závěrů studie.

Tyto poznatky jsou všeobecně známy a potvrzují aktuálnost řešení problému. Při úvahách o východiscích řešení situace se pochopitelně pozornost zaměřuje na rozhodující fázi, kterou je vlastní práce školkovacích strojů, se 42% podílem na celkové pracnosti studovaného výrobního úseku.

Je známo, že podstata pracnosti vlastního školkování záleží v nutnosti ruční manipulace s jednotlivými semenáčky na školkovacím stroji. Tento úkon související s fyzickými možnostmi obsluhy vytváří mezní výkonovou hranici, kterou lze překročit jedině zásahem do jeho podstaty. Všechny dosud známé úvahy se při tom orientují na automatizaci vlastní operace školkování s těmito technologickými principy: ruční plnění prostokořenných semenáčků v mimovegetačním období do speciálních, obvykle pásových zásobníků a jejich uskladnění v klimatizovaných skladech; školkování semenáčků ze zásobníků automatickým strojem s vysokou výkonností v jarním agrotechnickém období.



## I. Pracnost technologie A. — Labor requirement of technology A

| Výrobní fáze |                                           | Zima                | Jaro   | Léto   | Podzim | Celkem |      |
|--------------|-------------------------------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|------|
|              |                                           | h na 1000 semenáčků |        |        |        |        | %    |
| 1            | Navážka hrubého substrátu a jeho urovnání | 0,1658              |        |        |        | 0,1658 | 14,7 |
| 2            | Příprava jemného substrátu                | 0,0536              |        |        |        | 0,0536 |      |
| 3            | Jarní navážka a úprava jemného substrátu  |                     | 0,0944 |        |        | 0,0944 |      |
| 4            | Vyvážení substrátů ze skleníků            | 0,0708              |        |        |        | 0,0708 |      |
| 5            | Manipulace s fóliemi                      | 0,1111              |        | 0,0888 |        | 0,1999 | 7,7  |
| 6            | Síje a zásypka                            |                     | 0,0944 |        |        | 0,0944 | 3,6  |
| 7            | Ošetřování siji                           |                     | 0,1023 | 0,2205 |        | 0,3228 | 12,4 |
| 8            | Ruční pletí siji                          |                     | 0,0150 | 0,0350 |        | 0,0500 | 1,9  |
|              | Mezisoučet                                | 0,4013              | 0,3061 | 0,3443 | —      | 1,0517 | 40,3 |
| 9            | Příprava půdy ke školkování               | 0,0119              | 0,0119 | 0,0159 |        | 0,0397 | 1,5  |
| 10           | Vyzvedávání semenáčků                     |                     | 0,2550 |        | 0,1700 | 0,4250 | 16,3 |
| 11           | Školkování                                |                     | 0,6557 |        | 0,4372 | 1,0929 | 41,9 |
| Celkem       |                                           | 0,4132              | 1,2287 | 0,3602 | 0,6072 | 2,6093 | 100  |

Z dostupných informací je známo, že jediným reprezentantem automatizovaného školkovacího stroje je typ Picador pracující se zásobníkem ve formě dvojice rolovaných pásů, mezi něž jsou vloženy prostokořenné semenáčky v požadované vzdálenosti. Několik těchto strojů jednořádkového provedení bylo před lety importováno do ČSSR, avšak nejsou provozně využívány. Nemá se známo, že by se tento typ automatického školkovacího stroje dále rozvíjel. Nemá rovněž známo, že by se na světovém trhu nabízel jiný typ automatického školkovacího stroje.

Pro účely této práce byla konstruována technologická varianta B, kterou lze charakterizovat takto: Pěstování jednoletých semenáčků v živných substrátech, s celoplošným výsevem ve fóliových sklenících a vyzvedáváním v podzimní agrotechnické lhůtě (až potud shodnost s variantou A). Dále pak uskladnění semenáčků v klimatizovaných skladech, ruční plnění semenáčků do zásobníků v mimovegetačním období s opětným uskladněním v klimatizovaných skladech, jarní školkování na volný záhon školkovacím automatem.

Varianta B je konstruována na srovnatelné bázi s variantou A. Oproti známému jednořádkovému školkovacímu stroji se předpokládá vyšší typ neexistujícího sedmiřádkového stroje, aby do srovnávacího rozboru byla zařazena technologie s nejvyšším možným stupněm rozvoje. Detailní rozbor pracnosti výrobních fází je uveden v tabulce II a IV. Z údajů vyplývají tyto poznatky:

Celková pracnost výroby daného úseku činí 2,3916 h na 1000 semenáčků, což je ve srovnání s variantou A o 8,3 % méně. Z toho 42,5 % připadá na jarní a podzimní agrotechnickou špičku. Nejpracnější fází je plnění semenáčků do zásobníků, která spolu s vyzvedáváním semenáčků a jejich uskladněním představuje 47,1 % celkové pracnosti. Vlastní školkování na záhonech spolu s přísunem zásobníků však klesá na 7,4 % celkové pracnosti.

Hlavní předností varianty B je to, že přispívá k částečnému omezení napjatosti v agrotechnických špičkách přenesením práce ruční obsluhy školkovacího stroje do sociálně příznivějších podmínek mimovegetačního období. Přesto však zůstává pro agrotechnické špičky ještě 42,5 % celkové pracnosti, i když příznivým jevem je to, že ve srovnání s variantou A poklesla pracnost výroby v agrotechnických špičkách o 44,6 %.

Pokles pracnosti o 8 % v celém výrobním úseku není vzhledem k přesnosti podkladů natolik výrazný, aby se stal rozhodujícím argumentem pro realizaci varianty. Spíše naopak naznačuje, že tato cesta automatizace školkování není tak optimistická, jak se na první pohled zdá. Je to způsobeno především tím, že v procesu školkování zůstala zachována ruční manipulace s jednotlivými semenáčky, kde ergonomické možnosti člověka jsou limitujícím faktorem jeho přirozené výkonnosti.

Naproti tomu třeba zdůraznit to, že varianta B vyvolává nové, z hlediska cíle výroby nežádoucí problémy, a to: uchování prostokořenných semenáčků v živé formě po celé mimovegetační období, přičemž nutno počítat s jejich krátkodobou manipulací v podmínkách příznivých pro práci člověka (teplota, vlhkost); požadavky na biochemické ošetřování semenáčků; požadavky na prostor klimatizovaných skladů, což z hlediska nedostatku stavebních investic a potíží při zajišťování regulační apa-

## II. Pracnost technologie B. — Labor requirement of technology B

| Výrobní fáze |                                         | Zima                | Jaro   | Léto   | Podzim | Celkem |       |
|--------------|-----------------------------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|-------|
|              |                                         | h na 1000 semenáčků |        |        |        |        | %     |
| 9            | Fáze 1—8 technologie A                  | 0,4013              | 0,3061 | 0,3443 | —      | 1,0517 | 44,0  |
| 10           | Vyzvedávání semenáčků                   |                     |        |        | 0,4250 | 0,4250 | 17,8  |
| 11           | Uskladnění v klim. skladě               |                     |        |        | 0,0850 | 0,0850 | 3,5   |
| 12           | Plnění semenáčků do zásobníků           | 0,6139              |        |        |        | 0,6139 | 25,7  |
| 13           | Příprava půdy pro školkování            | 0,0160              | 0,0237 |        |        | 0,0397 | 1,6   |
| 14           | Přeprava zásobníků z klimatizov. skladů |                     | 0,0810 |        |        | 0,0810 | 3,4   |
|              | Školkování Picador                      |                     | 0,0953 |        |        | 0,0953 | 4,0   |
| Celkem       |                                         | 1,0312              | 0,5061 | 0,3443 | 0,5100 | 2,3916 | 100,— |

## III. Pracnost technologie C. — Labor requirement of technology C

| Výrobní fáze |                              | Zima                | Jaro   | Léto   | Podzim | Celkem |      |
|--------------|------------------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|------|
|              |                              | h na 1000 semenáčků |        |        |        |        | %    |
| 1            | Příprava jemného substrátu   | 0,0889              |        |        |        | 0,0889 | 5,5  |
| 2            | Manipulace s fóliemi         | 0,1439              |        | 0,1151 |        | 0,2590 | 15,9 |
| 3            | Síje a zásepka do sadbovačů  | 0,1545              |        |        |        | 0,1545 | 9,5  |
| 4            | Ošetřování siji              |                     | 0,1325 | 0,2856 |        | 0,4181 | 25,7 |
| 5            | Ruční pletí siji             |                     | 0,0120 | 0,0341 |        | 0,0461 | 2,8  |
| 6            | Vylepšování siji             |                     |        | 0,3095 |        | 0,3095 | 19,0 |
| 7            | Příprava půdy pro školkování |                     |        | 0,0397 |        | 0,0397 | 2,5  |
| 8            | Školkování                   | 0,1110              |        |        | 0,2000 | 0,3110 | 19,1 |
| Celkem       |                              | 0,4983              | 0,1445 | 0,7840 | 0,2000 | 1,6268 | 100  |

ratury vysoké citlivosti hraje mimořádně významnou roli; požadavky na vysoce odborné zacházení (biologické aspekty) se zásobníky během fáze školkování a jeho technické zajištění; v konečné fázi pak nejistota z vitální kvality školkovaných semenáčků a z toho plynoucí nebezpečí pro hospodárnost dalšího vývoje sazenic.

Rozvoj výroby školkovaných sazenic aplikací automatického školkovacího stroje typu Picador není tedy z hlediska pracnosti natolik jednoznačně příznivý, aby nás opravňoval doporučit tuto technologii k realizaci a k zařazení stroje tohoto typu do vývoje a výroby.

Podmínkou pro uplatnění této technologie by bylo především vyřešit základní technický problém — odběr jednotlivých prostokořenných semenáčků z volného svazku, jejich ev. třídění a ukládání do zásobníku nebo přímo do záhonu bez účasti lidské ruky. Jde o náročný úkol badatelského charakteru, o jehož úspěchu si zatím nelze učinit reálnou představu ani co do kvality, ani co do termínu řešení.

Z tohoto důvodu se hledají další cesty reálného řešení, přičemž požadavek automatizace zůstává jako základní vůdčí princip.

### **NOVĚ NAVRHOVANÁ TECHNOLOGIE AUTOMATIZOVANÉHO ŠKOLKOVÁNÍ (TECHNOLOGIE C)**

Jádro problému je skryto, jak bylo již uvedeno, v nutnosti manipulace s jednotlivými semenáčky, která vyplývá z jejich tvarově proměnlivého a neskladného charakteru. Východisko může být ve vypěstování standardizovaného (kalibrovaného) semenáčku uloženého v zásobníku způsobem odpovídajícím stereotypu strojové práce. Za tohoto předpokladu je i řešení automatického školkovacího stroje zcela reálné.

Jelikož nadzemní část semenáčku nelze z tohoto hlediska ovlivnit a bude vždy variabilní, obrací se naše pozornost na kořenovou část s plným využitím bohatých poznatků v pěstování semenáčků s obaleným kořenovým systémem.

Podstata návrhu technologie C záleží pak ve výrobě semenáčků s obaleným kořenovým systémem přísně standardizovaného tvaru kořenového balu, předpěstovaných v přenosných, pevných, vícebuněčných, geometricky pravidelných sadbovačích, které slouží zároveň jako zásobníky semenáčků pro automatizovaný školkovací stroj. Od tohoto technologického principu se pak logicky odvíjí řešení všech základních požadavků.

Navrhovanou technologii C lze pro účely studie charakterizovat detailněji takto: příprava živného substrátu v mimovegetačním období; plnění sadbovačů substrátem, výsev a zásypka plně automatizovanou linkou a jejich uložení ve fóliových sklenících nebo na záhon v předvegetačním období; ošetřování semenáčků během vegetace; vylepšování sítě (doplnění mezer v sadbovačích); přesun sadbovačů ke školkování; automatizované školkování na volné záhony.

Technologie je postavena na převzetí příznivých prvků u nás známých systémů výroby obalovaných semenáčků pro přímé zalesňování typu Kopparfors nebo Hilleshög a jejich využití v nové oblasti (školkování). Sadbovače uvedených systémů po malém technickém přizpůsobení a po konfrontaci s biologickými požadavky jsou pro technologický záměr vyhovující.



## IV. Srovnání technologií podle pracnosti a agrotechnických období. — Comparison of the technologies according to labor requirement and agrotechnical periods

| Technologie | Zima   |       |      | Jaro   |      |      | Léto   |       |      | Podzim |      |      | Celkem |      |     |
|-------------|--------|-------|------|--------|------|------|--------|-------|------|--------|------|------|--------|------|-----|
|             | h/tis. | %     |      | h/tis. | %    |      | h/tis. | %     |      | h/tis. | %    |      | h/tis. | %    |     |
| A           | 0,4132 | 100   | 15,8 | 1,2287 | 100  | 47,1 | 0,3602 | 100   | 13,8 | 0,6072 | 100  | 23,3 | 2,6093 | 100  | 100 |
| B           | 1,0312 | 249,6 | 43,1 | 0,5061 | 41,2 | 21,2 | 0,3443 | 95,6  | 14,4 | 0,5100 | 84,0 | 21,3 | 2,3916 | 91,7 | 100 |
| C           | 0,4983 | 120,6 | 30,6 | 0,1445 | 11,8 | 8,9  | 0,7840 | 217,7 | 48,2 | 0,2000 | 32,9 | 12,3 | 1,6268 | 62,3 | 100 |

## V. Přehled pracnosti podle sdružených výrobních fází. — Survey of labor requirement according to the joint production phases

| Sdružené výrobní fáze |                         | A               |             | B                |             | C                  |             |
|-----------------------|-------------------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|--------------------|-------------|
|                       |                         | fáze dle tab. I | h/tis. sem. | fáze dle tab. II | h/tis. sem. | fáze dle tab. III. | h/tis. sem. |
| 1                     | Práce se substrátem     | 1, 2, 3, 4      | 0,3846      | 1—4              | 0,3846      | 1                  | 0,0889      |
| 2                     | Manipulace s fóliemi    | 5               | 0,1999      | 5                | 0,1999      | 2                  | 0,2590      |
| 3                     | Síje a zásypka          | 6               | 0,0944      | 6                | 0,0944      | 3                  | 0,1545      |
| 4                     | Ošetřování siji         | 7, 8            | 0,3728      | 7, 8             | 0,3728      | 4, 5               | 0,4642      |
| 5                     | Vyzvedávání semenáčků   | 10              | 0,4250      | 9                | 0,4250      | —                  | —           |
| 6                     | Příprava půdy ke školk. | 9               | 0,0397      | 12               | 0,0397      | 7                  | 0,0397      |
| 7                     | Školkování              | 11              | 1,0929      | 11, 14           | 0,7092      | 8                  | 0,3110      |
| 8                     | Práce s klimat. sklady  | —               | —           | 10, 13           | 0,1660      | —                  | —           |
| 9                     | Vylepšování siji        | —               | —           | —                | —           | 6                  | 0,3095      |
| Celkem                |                         |                 | 2,6093      |                  | 2,3916      |                    | 1,6268      |

Byl konstruován a vyhodnocen model předpokládané technologie. Ze sumarizačních tabulek III a IV vyplývají tyto poznatky:

Celková pracnost oproti technologii A poklesla na 1,6268 h na 1000 semenáčků, tj. o 37,7 %.

Z uvedené pracnosti připadá pak na špičkovou jarní a podzimní agrotechnickou lhůtu pouze 21,2 %. Významné je to, že oproti technologii A klesl podíl práce připadající na jarní a podzimní špičku o plných 81 % a v jarní špičce vykazuje nejnižší pracovní zatížení z celého ročního cyklu.

Ve srovnání s technologií A a B se vyřazují z procesu výroby dvě časově a sezónně významné operace, tj. navážení a úprava substrátu ve sklenících a vyzvedávání semenáčků, které mimo to trpí nedostatkem vhodné mechanizace.

Nová operace, kterou si naproti tomu vynutí technologie C, je vylepšování sítí (doplnění mezer v sadbovačích). Operace je nutná pro zajištění plnosti záhonů pro školkování. Tato operace bude velmi variabilní v závislosti především na kvalitě a klíčivosti použitého semene. Proto zaujímá v celkové kalkulaci pracnosti zatím plných 27 %. Práce však spadá do letní části vegetačního období (mimo pracovní špičky).

Vyšší pracnost vykazuje síje a zásypka. Je však konána v mimovegetačním období a lze ji automatizovat.

Oproti technologii A narůstá absolutní objem činnosti v mimovegetačním období o 20,6 % a v průběhu letní vegetace o 117,7 %. To přispívá k rovnoměrnějšímu zaměstnání stálých zaměstnanců školky a jejich uvolnění zejména v jarní špičce pro nárazovou sklizeň a distribuci sazenic. Výrazný pokles pracnosti oproti technologii A a snížení práce v agrotechnických špičkách jsou natolik výrazné, že i při přesnosti, se kterou tato studie pracuje, jsou dostatečným a hlavním argumentem pro to, abychom tuto technologickou variantu přijali s plnou vážností a vytvořili předpoklady pro její prohloubení a prověření.

Lze konstatovat, že technologie C vedle zvýšení produktivity práce přináší řadu příznivých aspektů:

Umožňuje automatizaci školkování.

Vylučuje plně ruční manipulaci s jednotlivými semenáčky (mimo „vylepšování“ sítí).

Vylučuje další pracné a mechanizačně nedořešené operace z procesu (vyzvedávání semenáčků, navážení substrátů do skleníků).

Snižuje podíl prací v agrotechnických špičkách až pod průměrnou hodnotu, a tím uvolňuje prostor jiným výrobním procesům ve školce (jarní sklizeň sazenic).

Rozšiřuje objem prací v období mimo agrotechnické špičky, čímž přispívá k vyrovnaní pracovního zatížení v průběhu roku.

Vylučuje zcela požadavek na prostor klimatizovaných skladů s regulací vysoké citlivosti.

Snižuje potřebu substrátu na počet semenáčků ve srovnání se záhonovou substrátovou technologií.

Umožňuje paletizaci a kontejnerizaci sadbovačů od sítí přes pěstování až po přípravu ke školkovacím strojům.

Plnění sadbovačů, osévání a zásypku lze mechanizovat, popř. automatizovat využitím již známých principů.

Práce s obalovanými semenáčky umožňuje letní školkování a pro-

dluhuje agrotechnickou lhůtu mimo obvyklé hranice, což přispívá k rovnoměrnosti pracovního zatížení a k vyššímu využití mechanizačních prostředků (školkovacích strojů).

Mimořádný význam má ta skutečnost, že princip automatického školkování obalovaných semenáčků lze plně využít při výrobě středních obalovaných sazenic tím, že k existujícím strojům pro plnění a osazování obalů konstruujeme automatický podavač obalovaných semenáčků využívající principu školkovacího stroje.

Vedle příznivých přínosů je třeba upozornit na některé nepříznivé aspekty navrhované technologie, s nimiž je nutno počítat:

Pěstování semenáčků v sadbovačích představuje snížené využití plochy skleníků. U sadbovačů typu Kopparfors je to 850 semenáčků na  $m^2$ , což ve srovnání s plnosíjí a obvyklou účelnou hustotou 1000 semenáčků na  $m^2$  znamená snížení o 15 %.

Hospodárnost technologie (eliminace vylepšování síjí nebo jejich jednocení) si vyžádá vysoce odbornou přípravu semene s vysokou klíčovostí.

Technologický proces vyžaduje velké množství vratných sadbovačů (cca 15 000 na 1 mil. semenáčků při počtu 67 buněk na sadbovač) přesto, že jde o nákladové zatížení 1 semenáčku cca 1,5 hal.

Většina posuzovaných aspektů, a to i přes orientační platnost získaných dílčích závěrů, vede k přesvědčení, že z hlediska pracnosti a sezónnosti prací dává navrhovaná technologie C reálnou naději na východisko pro další technologický rozvoj operace školkování semenáčků. Lze tedy přistoupit k dalším fázím, a to především k předpokladové kalkulaci vlastních nákladů, posouzení variant na základě kritéria spotřeby energie a zhodnocení biologických aspektů technologie, kde zejména biologické aspekty mohou mít zásadní korigující vliv.

Nesporným přínosem technologie C je provozní jistota, vyplývající ze školkování zaručeně živého obalovaného semenáčku, odstranění šoku z přesazení a vyloučení vyvolaných problémů (klimatizované sklady). Naproti tomu je zde otevřena otázka významnosti deformace kořenového systému při pěstování semenáčků v tuhých obalech, zejména u smrku.

Z technologicko-ekonomického, ale i technického hlediska je žádoucí objasnit ve spolupráci s biotechnologií tyto otázky: počet semenáčků na 1  $m^2$  produkční plochy ve vztahu k velikosti kořenového balu; příprava semene k setí s cílem dosažení maximální klíčovosti a s vlivem na využití semene i na hospodárnost technologického procesu; způsob pěstování semenáčků v sadbovačích (vzduchový polštář, propustné podloží, pevná podložka apod.); geometrie buňky sadbovače (rozměry, charakter dna a stěn) s respektováním požadavku strojové práce; receptura substrátu pro plnění buněk s požadavky na jeho kompaktnost; čas pěstování semenáčků v buňce; možnost pěstování a školkování 1 a 2letých semenáčků; možnost pěstování semenáčků v sadbovačích bez fóliových krytů.

Požadavek zvyšování efektivnosti školkařské velkovýroby při respektování všech dosud platných i nových ekonomických kritérií si vynucuje hledat nové, neobvyklé cesty řešení, které se neobejdou bez cílevědomé spolupráce technologů, biologů i techniků.

Došlo dne 27. 1. 1982

В работе изыскиваются возможности дальнейшего развития производства школированных словых сеянцев путем автоматизации операций в питомнике. Она основывается на взаимном сравнении трех вариантов технологических концепций, а именно: современные технологии выращивания и классического школирования сеянцев с корневой системой без земли — технология А; применение автоматической рассадно-посадочной машины типа Пикадор при классической технологии (сеянцы вручную наполняются в конвейерные бункеры) — технология Б; предлагаемая новая технология, характеризующаяся предварительным выращиванием сеянцев с необнаженной корневой системой в переносных многоячеечных плотных и геометрически правильных поддонах для рассады, которые одновременно служат в качестве бункеров рассады для автоматизированной рассадно-посадочной машины (аналогия типов Коппарфорс, Хиллсхёг) — технология В.

Критериями оценки вариантов являются трудоемкость производства целого участка производственного процесса от высева семян и вплоть до посадки рассады и влияние на распределение работ на протяжении года (напряженность работ в пиковые агротехнические периоды).

По сравнению с исходной технологией А технология Б снижает трудоемкость всего участка производства на 8,3 % и способствует ограничению доли трудовых затрат в весенний и осенний пиковые периоды сокращением их объема на 44,6 %. Небольшое снижение общей трудоемкости объясняется тем, что ручное манипулирование с отдельными сеянцами сохраняется, хотя оно и осуществляется вне рассадно-посадочной машины.

Технология С — по сравнению с технологией А — исключает ручную манипуляцию с рассадой и снижает трудоемкость на 37,7 %. Доля работ в весенне-осенний периоды пик сокращается на 81 %, а весной она представляет наименьший объем трудовой нагрузки за весь год. Технология В, кроме того, снижает необходимость в кондиционированных хранилищах, повышает эксплуатационную надежность при посадке рассады и обеспечивает успешное применение и при производстве посадочного материала с необнаженной корневой системой. Однако она имеет и некоторые биотехнологические проблемы, объяснение которых требует творческого сотрудничества биологов. Технология В считается благоприятным решением дальнейшего развития производства посадочного материала и рекомендуется для дальнейшего изучения и испытания.

техника лесная; автоматизация; питомниководство; рассада; ель

Possibilities of further development of the production of transplanted spruce seedlings by automating the operation of transplanting are examined. Three alternatives of technological conceptions have been mutually confronted: current technology of growing and traditional transplantation of naked-root seedlings — technology A; use of automatic transplanting machine of the type Picador for the traditional technology (seedlings are placed by hand in belt containers — technology B; new-proposed technology of pre-cultivating seedlings with containerized root system in portable multicellular, compact, geometrically regular containers which are at the same time seedling containers for the automatic transplanting machine (analogical type to Kopparfors, Hilleshög) — technology C.

Criteria of evaluating the alternatives are labor requirement in the whole influenceable process from seed sowing to seedling transplanting, and the influence on the scheduling of works in the course of the year (time stress in agrotechnical peak periods).

Compared with the original technology A, technology B decreases the labor requirement of this production sector by 8.3 % and helps to reduce the labor proportion in the spring and autumn peak periods by 44.6 %. A low drop in labor requirement is due to the handling of seedlings by hand even though this operation is performed out of reach of the transplanting machine.

By technology C, compared with technology A, handling of seedlings by hand has been removed and labor requirement is reduced by 37.7 %. Labor proportion in the spring and autumn peak periods drops by 81 % and in the spring period the labor requirement is the lowest during the whole year. By technology C, space requirement in air-conditioned stores is also reduced, operational security of trans-

planting is enhanced, and can be successfully applied to the production of containerized plant stock. However, certain biotechnological problems arise, the elucidation of which will require creative cooperation of biologists. Technology C can beneficially promote further advance of transplanting stock production and can be recommended for further research and checks.

forest machines; automation; transplantation; plant stock; spruce

SVENDA, A. (Výzkumná stanice VÚLHM, Křtiny u Brna). *Entwicklung der Automatisierung der Verschulung von Fichtensämlingen*. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 625-636.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Suche nach Möglichkeiten weiterer Entwicklung der Produktion verschulter Fichtenpflanzen auf dem Wege der Automatisierung der Operation der Verschulung. Sie gründet sich auf dem Vergleich von drei Alternativen von technologischen Konzeptionen, und zwar: der gegenwärtigen Technologie mit dem Anbau und mit klassischer Verschulung freibewurzelter Sämlinge-Technologie A; Anwendung der automatischen Verschulungsmaschine vom Typ Picador in der klassischen Technologie (Sämlinge manuell in Streifenbehälter gefüllt), Technologie B; die neu vorgeschlagene Technologie, die durch Voranzucht von Ballenpflanzen in tragbaren mehrzelligen, festen, geometrisch regelmäßigen Pflanzbehältern charakterisiert ist, die zugleich als Vorratsbehälter mit Sämlingen für die automatisierte Verschulungsmaschine (Analogie des Typs Kopparfors, Hilles-hög) dienen — Technologie C.

Die Kriterien der Einschätzung von Alternativen sind der Arbeitsaufwand der Produktion im ganzen beeinflussbaren Abschnitt des Produktionsprozesses von der Aussaat von Samen bis zur Verschulung von Sämlingen und der Einfluß auf die Verteilung von Arbeiten im Laufe des Jahres (Gespanntheit in agrotechnischen Spitzen).

Im Vergleich mit der Ausgangstechnologie A setzt die Technologie B den Arbeitsaufwand des ganzen Produktionsabschnitts um 8,3 % herab und trägt zur Einschränkung des Anteils der Arbeiten in der Frühjahrs- und in der Herbstspitze durch ihre Herabsetzung um 44,6 % bei. Die geringe Herabsetzung des Gesamtarbeitsaufwands wird dadurch verursacht, daß die manuelle Manipulation mit einzelnen Sämlingen erhalten blieb, auch wenn sie außerhalb der Verschulungsmaschine übertragen wurde.

Die Technologie C schließt im Vergleich mit der Technologie A die manuelle Manipulation mit den Sämlingen aus und bringt eine Herabsetzung des Arbeitsaufwands um 37,7 %. Der Anteil der Arbeiten in der Frühjahrs- und in der Herbstspitze wird um 81 % herabgesetzt und in der Frühjahrsperiode weist diese Technologie die niedrigste Arbeitsbelastung im Laufe des ganzen Jahres auf. Die Technologie C setzt ferner den Raumbedarf in Klimatisationslagern herab, sie erhöht die Betriebssicherheit bei der Verschulung und ermöglicht eine erfolgreiche Applikation auch bei der Produktion von Ballenpflanzen. Sie bringt jedoch auch einige biotechnologische Probleme, deren Klärung die Mitarbeit von Biologen erfordert. Die Technologie C wird als günstiger Ausgangspunkt der weiteren Entwicklung der Forstpflanzenproduktion angesehen und wird zum weiteren Studium und für weitere Überprüfung empfohlen.

Forsttechnik; Automatisierung; Verschulung; Forstpflanzen; Fichte

---

Adresa autora:

Ing. Alois Š v e n d a, CSc., Výzkumná stanice VÚLHM, 679 05 Křtiny u Brna

---



# MECHANIZOVANÁ VÝROBA DŘEVA PŘI APLIKACI SORTIMENTOVÉ METODY V PROBÍRKÁCH

Z. Réman

RÉMAN, Z. (Výzkumná stanice VÚLHM, Křtiny u Brna). *Mechanizovaná výroba dřeva při aplikaci sortimentové metody v probírkách*. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 637-652.

Nová technologie je založena na využití odvětvovacího a kráčího stroje OKS-25, vyklizovacího navíječe s rádiovým ovládáním a vyvážecí soupravy s hydraulickou rukou. Technické řešení stroje OKS-25 vychází z použití podvozku lesního kolového traktoru LKT-80. Procesorová část stroje je uložena za zadní nápravou traktoru. Prostorové řešení dovoluje zpracovávat stromy z obou stran linky. Stromy mohou být vějířovitě uloženy od kolmé polohy k lince až po souběžnou polohu v rozsahu 90°. Krácené dřevo 2 m délky je ukládáno do zásobníku. Snížením zásobníku nad terén je zajištěno kvalitní odkládání a vytváření hraničních vhodných pro nakládku hydraulickou rukou na vyvážecí soupravu. Kácení a vyklizování se spojuje do jedné operace vykonávané jedním pracovníkem. Stromy po skácení bezprostředně vyklizuje oddenkem k lince. U tlustších stromů vymanipuluje u linky výřez v délce 4 m a zbytek stromu připraví na okraji linky. Uvedený způsob řešení mechanizované výroby sortimentů standardní délky má tyto výhody: snížení podílu lidské práce z 2,29 h na m<sup>3</sup> na 1,06 h na m<sup>3</sup>, možnost zvětšení rozestupu přibližovacích linek až na 50 m s řadou příznivých dopadů na stojící porost a zlepšení hygieny práce.

technika lesnická; těžba lesní; sortimentní metoda; probírky

Sortimentová technologie charakterizovaná výrobou sortimentu standardní délky k nám byla zavedena začátkem 70. let na základě širokého uplatnění ve skandinávských zemích. Její úspěch vyplývá z detailního zpřístupnění porostů sítí přibližovacích linek, což umožňuje vysokou výkonnost vyvážecích souprav využívajících hydraulického jeřábu k nakládání a skládání.

Přibližování dřeva je tedy možno považovat jak z hlediska pracnosti, tak i hygieny práce za operaci řešenou na vysoké úrovni. Na druhé straně však operace kácení, odvětvování, manipulace a ručního snášení vykonávané dřevorubcem se dostávají do stále většího rozporu s požadavky hygieny práce a pracnosti. Nepříznivé účinky při práci s JMP, jako vibrace, hluk a výfukové plyny, se projevují při těžební činnosti jak v mýtních těžbách, tak i v těžbách výchovných. Proto je na úseku technického rozvoje vyvíjeno úsilí vyřešit operaci strojního odvětvování, která vyžaduje nejvíce motomanuální práce dřevorubce s JMP. V jehličnatých probírkách u metody kmenové je to 73 % a u sortimentové metody 57 % hlavních časových nákladů práce dřevorubce připadajících na odvětvování a přidružené úkony (rozměření, krácení).

Současná sortimentová technologie s výrobou standardních délek zaujímá v ČSR z celkového objemu výchovných těžeb v jehličnatých porostech nepatrný objem [2,3 %]. Prognózy rozvoje našeho resortu však předpokládají, že se zavedením strojního odvětvování dojde k nárůstu, takže v roce 1990 bude zaujímat přibližně 13 % z celkového objemu výchovných těžeb v jehličnatých porostech.

U současné sortimentové technologie při výrobě standardních sortimentů je tato skladba pracnosti:

|                                                             |                       |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------|
| práce dřevorubce — kácení, odvětvování, manipulace, snášení | 2,12 h/m <sup>3</sup> |
| přibližování — vyvážecím traktorem                          | 0,17 h/m <sup>3</sup> |
|                                                             | 2,29 h/m <sup>3</sup> |

Z časového objemu práce dřevorubce připadá asi 25 % času na ruční snášení. Vzhledem k celkovému rozložení pracovních expozičních dřevorubce je možno při současném stavu považovat technologii výroby sortimentů relativně za hygieničtější, protože v čase, kdy dřevo snáší, není zatěžován účinky JMP, zatímco u kmenové technologie přestávky obdobného charakteru nejsou. Na druhé straně však ruční snášení je rovněž fyzicky velmi náročné a podle údajů některých lesních závodů může dojít u dřevorubců při jejich dlouhodobém nasazení v této technologii též k nežádoucím vlivům na lidský organismus (deformace páteře).

Za přednost výroby dřeva sortimentovou technologií je možno považovat snížení škod na stojícím porostě způsobované soustředováním dřeva. Podle výzkumného šetření v období 1972—1975 (H o c h m u t 1975) dosahují škody na stojícím porostě při těžbě a následném soustředování dřeva dále uvedených hodnot.

U sortimentové technologie je poškozeno 3,7 % v letním období a 2 % stojících stromů v zimním období. U technologie surových kmenů při práci v komplexní četě dochází k poškození 18,2 % stromů v letním období a 9,5 % v zimním období, zatímco při kombinaci kůň (vyklizování) a traktor (přibližování) dosahují škody až 34 % v letním a 15,6 % v zimním období.

Záporným jevům sortimentové technologie je věnována patřičná pozornost i v zahraničí. Ruční snášení je nahrazováno vyklizovacími navijáky s rádiovým ovládáním. Stromy po skácení a odvětvení pomocí JMP jsou vyklizeny k přibližovací lince, kde jsou dřevorubcem rozmanipulovány na standardní sortiment, který je potom uložen do hromad. K těmto účelům bylo vyvinuto různými výrobci několik typů navijáků (Norford, Radiotir).

Daleko větší pozornost je věnována komplexnímu řešení, jež je zaměřeno především na operaci odvětvování a odráží se v konstrukci nových strojů. Těchto řešení je mnoho, jsou na různé úrovni realizace (prototypy, sériové výrobky) a tudíž i rozsah informací o jednotlivých řešeních je rozdílný. Koncepte řešených strojů bude posouzena společně podle těchto kritérií:

místo nasazení stroje (přibližovací linka — PL, odvozní místo — OM),  
počet operací (kácení, odvětvování, odkorňování, krácení, vyklizování, přibližování),

způsob podávání stromů do stroje (hydraulická ruka, posuvné rameno apod.),

způsob odkládání vyrobeného sortimentu.

Výzkum a vývoj těžebních strojů byl na začátku 70. let orientován v zahraničí na řešení víceúčelových strojů. V roce 1973 byla lesnická veřejnost na výstavě Elmia seznámena s novým prototypem švédského stroje Livab G 1. Stroj provádí kácení, vynášení stromů z porostu pomocí hydraulické ruky, odvětvování, manipulaci, třídění a uložení do hrání, pracuje na přibližovací lince.

O několik let později se objevil další technicky náročný stroj Limbac 85-45 provádějící odvětvování, odkorňování, manipulaci, třídění a ukládání do hrání s možností nasazení na přibližovací lince nebo odvozním místě. Úroveň řešení, technické provedení a z toho vyplývající provozní uplatnění tohoto stroje je naší veřejnosti dostatečně známo. Především ve Skandinávii, ale i v jiných evropských zemích, se postupně přešlo na řešení strojů zaměřených především na operaci odvětvování s možností uplatnění těchto strojů na přibližovací lince.

Většina řešení je orientována na specifické skandinávské podmínky, lišící se od našich především hustotou stojícího porostu. Menší počet stromů na jednotku plochy, intenzivnější výchovný zásah a často méně přísné požadavky na přesnost sortimentace jsou dalšími hlavními znaky, kterými se skandinávské podmínky liší od našich, popř. středoevropských podmínek.

Všechna současná řešení víceoperačních stromů se zaměřují na řešení odvětvování a sortimentace. Některá řešení se pokoušejí řešit i operaci vyklizování, tj. přisun stromu z nitra porostu ke stroji. Většinou všechna řešení vycházejí ze zpřístupnění porostů hustou sítí přibližovacích linek vzájemně propojených.

U sortimentové technologie je u nás vžitá výroba standardní délky výřezů, která je u vlákniny 2 m, u kulatiny 4—6 m. Uložení 2m vlákniny do hromad vhodných pro nakládání drapákem je mnohem problematičtější než při větších délkách. Tento důležitý požadavek může být přijatelně splněn u těch strojů, které mají možnost regulovat výšky zpracovávaného stromu nad zemí. Zpracovávaný strom na vlákninu může být snížen bezprostředně nad terén. Tuto možnost mají např. stroje Stihl — Sifer 103, Makeri, Finko, MM-400. Další možný způsob uložení vlákniny do hromad je pomocí zásobníku, do kterého sortiment odpadává při manipulaci. Ten je pak najednou vyprazdňován. Je však třeba, aby zásobník nebyl vysoko nad terénem. Ukládání sortimentu do zásobníku má řešení stroje Limbac 85—45. Jelikož zásobník při vyprazdňování je vysoko nad terénem, dochází k překřížení jednotlivých kusů. Vyhovující řešení má Livab G 1.

Posuv stromu přes odvětvovací ústrojí je vyvozen podávacími válci nebo posuvným ramenem a kleštěmi, které slouží rovněž k uchopení stromu. Při posuvu stromu musí být překonán odpor vyplývající z odvětvování a dále z vlastního tažení stromu z porostu. Vzhledem k tomu, že tato druhá složka souvisí s vnějšími činiteli (zakmenění porostu, délka a zavětvení odvětvovaných stromů apod.), je žádoucí, aby odvětvovaný strom byl posouván dostatečně velkou silou. Potřeba rozdílně velké síly pro posuv stromu přes odvětvovací ústrojí vyplývá ze skutečnosti, že odvětvovaný materiál není stejnorodý a má velmi rozdílnou tloušťku větví. Z hlediska těchto požadavků pak nevyhovují některé typy uvedených

strojů (Stihl — Sifer, Stripper). Všeobecně lze říci, že s ohledem na uvedené skutečnosti lépe vyhovují stroje s posuvným ramenem (Kockum GP 822), popř. řešení, kde je možná kombinace obou způsobů posuvu (Igland Nisk, u kterého je možno provést předodvětvení kleštěmi teleskopického ramene sloužícího k podávání).

Podávací ústrojí přisunuje strom k odvětovacímu a zkracovacímu zařízení. Může splňovat několik funkcí:

Přisun stromu ke stroji s využitím jeho pohybu pro odvěttování (Kockum GP 822) nebo jen k předodvětvení (Igland Nisk).

Přisun stromu ke stroji a jeho zasunutí do odvětovacího zařízení. Tuto funkci splňuje Riko, Husqvarna SP-25, Snoken 780, Brunett, Limbac 85-45, MM-400.

Obdobná funkce jako předchozí, rozšířená o kácení pomocí kácací hlavičky (Livab G 1).

Hydraulická ruka namísto drapáku má odvětvací a zkracovací zařízení (RK-450, Skogssan, Finko).

Podávací ústrojí je řešeno jako naklápěcí rameno nesoucí odvětvací a zkracovací zařízení. Sklopením naklápěcího ramene je strom uchopen přímo odvětvacím ústrojím (Makeri, Stihl-Sifer 103, Stripper).

## VYMEZENÍ CÍLŮ ŘEŠENÉHO ÚKOLU

Koncepce řešení jednooperačních těžebních strojů se zaměřením na operaci odvěttování byla stanovena rozбором stavu řešení uvedených strojů a formulací potřeb lesního hospodářství ČSR a vytyčením základních technických podmínek pro řešení stroj (Švenda 1973). Je třeba vzít v úvahu, že v daném období byla orientace v zahraničí, především ve Skandinávii, zaměřena na víceoperační těžební stroje (Livab G 1), u nichž se kalkulovalo s podstatným snížením pracnosti, ale na druhé straně neúměrně vysoké investiční nároky prokázaly, že tato orientace byla nesprávná. Naopak jednooperační stroje jednoduššího typu byly známy z dostupné literatury jen ve velmi omezeném rozsahu (výchozí řešení nynějšího Kockum GP 822, Stihl-Sifer 103).

Pro odvětovací a krátící stroj byly stanoveny tyto základní technické a technologické podmínky:

**Charakteristika pracovních podmínek.** Pracovištěm stroje má být přibližovací linka, popř. některá část stroje může zasahovat na okraj pracovního pole porostu. Povrch přibližovací linky, její příčný a podélný sklon je určován následnou operací, a to jízdními vlastnostmi vyvážecích souprav. Podle těchto parametrů jsou vedeny přibližovací linky. Parametrů vyvážecích souprav by měl dosáhnout i odvětvací stroj. Za dobrých adhezních podmínek je podélný sklon linky 30—35 % a příčný sklon 8—10 %. Šířka linky je 3,5—4,5 m, maximální šířka je uplatňována u těžkých vyvážecích souprav. Konstrukce stroje by měla vyhovovat požadavku, aby potřebná šířka linky nepřekročila 4 m. Pracovní podmínky stroje jsou dále ovlivňovány vlastním porostem.

Z uplatnění vyklizovacích navijáků pro vyklízení stromů z pracovního pole na okraj linky vyplývají tyto požadavky: možnost zpracovávání stromů paprskovitě vyklizených oddenkovou částí na okraj linky; možnost zpracovávání stromů z obou stran linky.

Vzhledem k tomu, že vyklizené stromy leží ve stojícím porostu, je třeba, aby posuv stromu k odvětvovacímu stroji a ve stroji samotném byl ve shodném směru, jakým byl strom vyklizen. Tento požadavek má bezprostřední vztah k možným škodám ve stojícím porostu.

Charakteristika odvětvovaného materiálu. Odvětvovací stroj je určen do jehličnatých probírek. Výsledným produktem je 2m vlákna, která má stanovenou max. tloušťku dle ČSN 48 0089 (24 cm na tlustém konci a 7 cm na tenším konci).

Hlavní odvětvovanou dřevinou je smrk, u kterého je charakteristické uspořádání větví v přeslenech. Tloušťka větví je velmi proměnlivá. Je třeba předpokládat potřebu odvětvování stromů, z jejichž oddenkové části bude vymanipulována kulatina. Přípustná křivost je dle uvedené ČSN 6 % u smrku a 8 % u borovice, z čehož vyplývá, že u délky 2 m může osa kmene vybočit z původního směru o 12 cm u smrku a 16 cm u borovice. Uvedenou křivost musí zvládnout odvětvovací zařízení. Dovolená úchylna délky je podle ČSN 48 0089  $\pm 1$  %, což je  $\pm 2$  cm.

Odvětvené a rozmanipulované dřevo se odkládá mimo průjezdný profil linky tak, aby 2m sortiment byl ve hráni začelen. Pro způsob odložení platí přibližně stejné zásady jako při klasické sortimentové metodě. Hlavním cílem je možnost rychlého nakládání hydraulickou rukou.

## POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

Na základě stanovených technických podmínek byl v další etapě na VS Křtiny řešen projekt odvětvovacího a kráticího stroje s označením OKS-25. Na základě kladného oponentního řízení byla u SLPTR Olomouc — vývojová konstrukce Chrudim vypracována výrobní dokumentace, podle které byl u téhož podniku vyroben funkční model.

Odvětvovací a kráticí stroj OKS-25 je určen pro odvětvování jehličnatých stromů a jejich manipulaci na dvoumetrový sortiment, který odkládá do hrání vedle stroje. Procesor je řešen pro nasazení v probírkách na přibližovací lince. Za podvozek byl zvolen lesní kolový traktor LKT-80, který odpovídá požadované koncepci řešení jak svými jízdními vlastnostmi, tak i potřebným výkonem motoru.

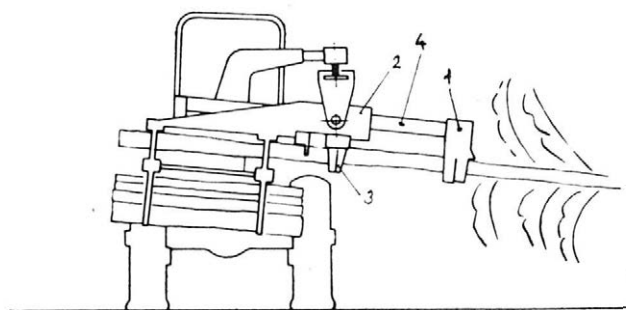
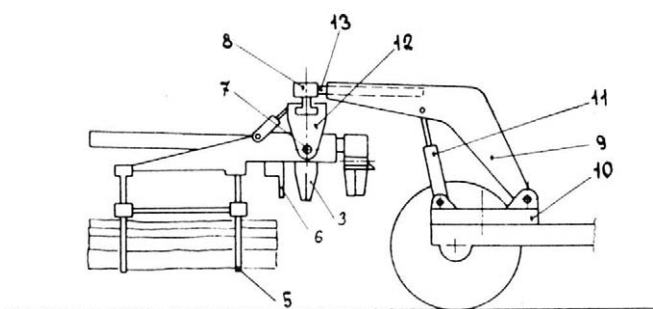
Celkové prostorové uspořádání stroje je na obr. 1. Procesorová část



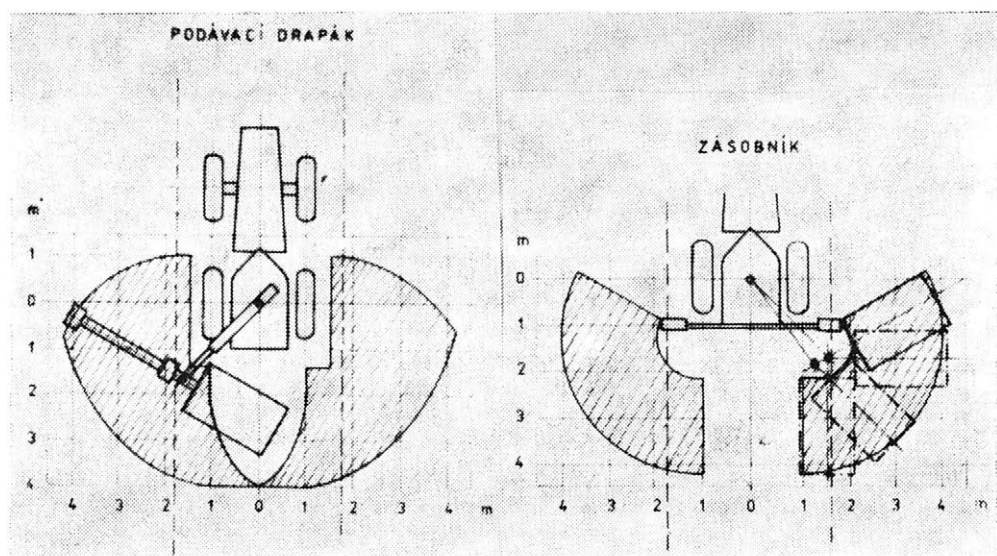
1. Celkový pohled na procesor OKS-25 v pracovní pozici. — General view of the OKS-25 processor at working position



stroje se nachází za zadní nápravou, kde jsou též uloženy stabilizační patky. Schéma procesorové části stroje je na obr. 2 a tvoří ji naklápěcí ústrojí (9) a vlastní pracovní agregát. Naklápěcím ústrojím je naváděn pracovní agregát do potřebného směru zpracovávaného stromu a rovněž umožňuje nasměrování a snížení agregátu nad terén při vyprazdňování zásobníku. Naklápěcí ústrojí je řešeno jako krakorcový nosník sklopně uchycený k točnici (10). Koncová část krakorcového nosníku je zakončena teleskopem (13), na jehož konci je na svislém čepu (8) otočně zavěšen pracovní agregát. Teleskopické řešení nosníku umožňuje zkrácení stroje v transportní poloze. Propojení pracovního agregátu se svislým čepem je prostřednictvím závěsu (12) a vodorovného čepu (7). Uvedené technické řešení dovoluje natáčení pracovního agregátu ve svislé i vodorovné rovině. Nosnou částí pracovního agregátu je skříň (2), ve které je uloženo výsuvné rameno (4), které s podávacím drapákem (1) a odvětvovacím drapákem (3) tvoří odvětvovací ústrojí. Odvětvovací drapák je připevněn na spodní část skříně z přední strany společně se zkracovacím ústrojím (6). Na zadní část skříně je připevněn zásobník pomocí čepů tak, aby bylo možné rozevření dna zásobníku. Na skříň za zásobníkem je kyvně zavěšena zarážka. Je umístěna v prostoru posouvajícího se kmene a slouží k zastavení jeho posuvu. Podávací i odvětvovací drapák se skládá z jedné pevné a dvou pohyblivých čelistí, které jsou z přední strany opatřeny odvětvovacími břity. Tvar čelistí u odvětvovacího drapáku vyplývá z hlavní funkce, tj. odvětvování. Tvar je zvolen pro rozsah odvětvování 6–24 cm s požadavkem na minimální ne-



2. Schéma procesorové části stroje. — Diagram of the part with the processor



3. Schéma pracovního rozsahu podávacieho drapáku a zásobníku. — Diagram of the range of operation of feed grab and container

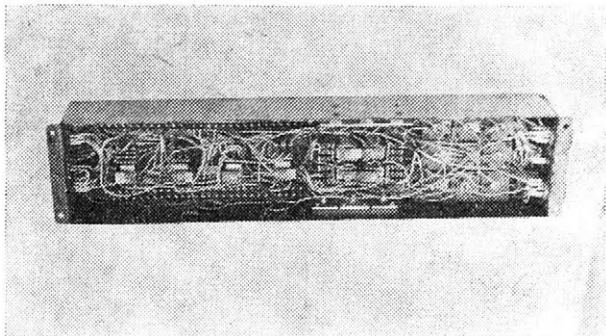
dořezy. Hodnoty nedořezů — maximální 18 mm při tloušťce stromů 25 cm, minimální 10 mm při tloušťce stromů 7 cm.

Zkracovací ústrojí se skládá z řetězové pily poháněné hydromotorem. Pohyb pily do řezu i zpět je ovládán dvojčinným hydraulickým válcem.

Základní činnost odvětvovacího ústrojí. Strom uchycený v čelistech podávacieho drapáku je zasunut pod skříň a sevřen velkým přítlakem čelisti odvětvovacího drapáku. V čelistech podávacieho drapáku je snížen přítlak na kmen, takže při vysouvání ramene čelisti kloužou po kmeni a odřezávají část větví. Po vysunutí ramene do koncové polohy dojde ke změně přítlaků v čelistech obou drapáků, strom je zasouván dále nad zásobník a čelisti odvětvovacího drapáku kvalitně odvětví zasouvanou sekci stromu. Posuv stromu je zastaven jeho najetím na zarážku. Po této fázi dochází ke změně tlaků v obou drapácích a zkracovací pila je uvedena do řezu.

Uvedeným způsobem řešené prostorové uspořádání stroje umožňuje zpracovávat stromy po obou stranách linky, jež jsou uloženy kolmo, popř. do věžie až souběžně s traktorem na okraji linky. Rovněž zásobník je možno vyklápat na obou stranách linky. Na obr. 3 je zobrazen pracovní rozsah podávacieho drapáku.

Pracovní hydraulika. Pohon procesorové části stroje zajišťují dva samostatné hydraulické obvody s přerušovaným provozem pracující při tlaku 14 MPa. Zdrojem tlakové kapaliny je dvojčerpadlo s průtokem 1,66—1,00 l/s při otáčkách motoru 1500 za min. Pohybové ústrojí nástavby procesorové části stroje je poháněno dvojčinnými hydraulickými válci. Otoč pracovního agregátu je řešena pomocí pastorku a dvojčinného hydraulického válce s hřebenovou vnitřní pístnicí. Posuv výsuvného ramene je pomocí dvojčinného hydraulického válce s dvoustrannou



4. Skříň elektrického ovládacího systému. — Case of the electric control system

pístnicí, přičemž jedna pístnice slouží pro vlastní posuv, který je zpřevodován na třinásobnou výsuvnou délku pomocí speciálního převodu. Druhá pístnice slouží pro změnu objemu plnění válce podle volby pracovního režimu. Na zadním nosném rámu traktoru je mezi točnicí a zlamovacím kloubem uložena nádrž hydraulického oleje. Nádrž je společná i pro hydrauliku ovládacího systému traktoru LKT.

**Ovládací systém.** Je umístěn v kabině traktoru a orientován k pozici řidiče při práci procesoru. Sedačka řidiče je otočná, takže při práci je řidič otočen dozadu. V dolní úrovni zadního okna kabiny z její vnitřní strany je uložen šestisekční rozváděč pro ovládání zásobníku, teleskopu, otoče a naklápění pracovního agregátu, jakož i otoče a naklápění naklápěcího ústrojí. Výsuvné rameno je ovládáno nožním pedálem. Rozváděč pro ovládání stabilizačních patek je umístěn na nádrži hydrauliky, takže při ovládání se musí řidič vyklonit z kabiny. Toto řešení je dočasné jen u funkčního modelu. Po pravé ruce řidiče je umístěn ovládací panel s tlačítky s funkcí ručního ovládání kleští obou drapáků (malý a velký tlak, rozevření) a pily. Třípolohový spínač slouží k volbě ručního ovládání odvětvovacího a zkracovacího ústrojí nebo k automatickému ovládání. Automatický chod stroje při odvětvování stromu a jeho krácení je zajišťován elektrickým systémem, jehož hlavní část je uložena ve speciální skříni na horní straně traktorového nosníku. Skříň je řešena jako samostatný odnímatelný celek za účelem řešení oprav výměnným způsobem (obr. 4). Hlavními prvky jsou spínače relé a diody. Skříň s pracovními částmi stroje a ovládacím panelem je propojena vícežilovými kabely.

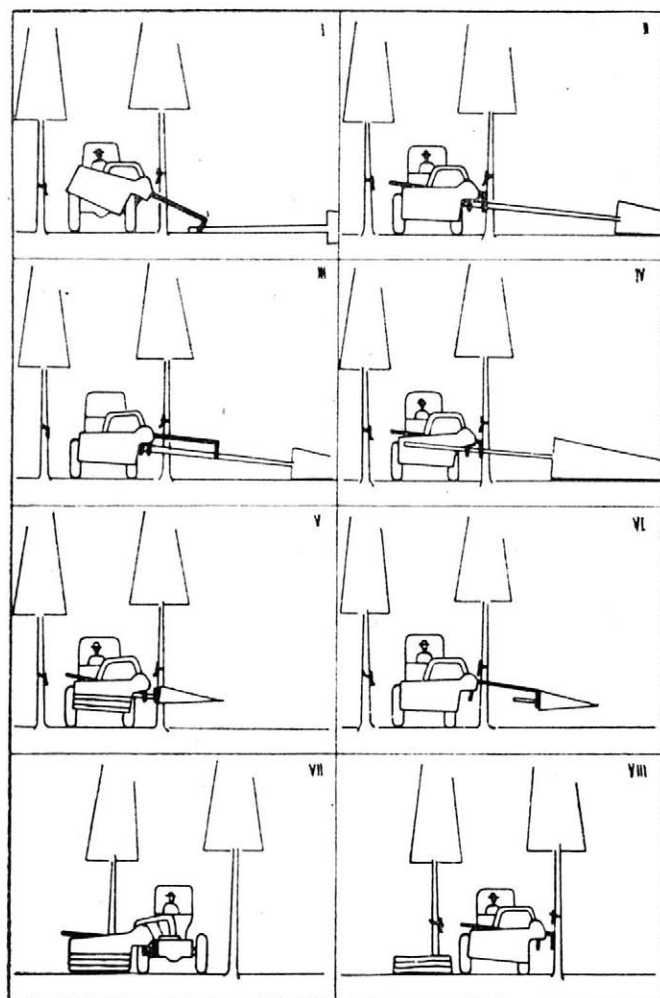
**Pracovní činnost stroje.** Jakmile řidič popojede se strojem na lince pracovním agregátem na úroveň stromů připravených k odvětvování, sklopí stabilizační patky a otočí se sedačkou směrem k procesorové části. Úkony probíhají v tomto sledu (obr. 5):

Vysunutí ramene, uchopení stromu podávacím drapákem (fáze I) (úkon řídí operátor jednak sekcemi rozváděče pro nasměrování naklápěcího ústrojí, jednak nožním pedálem a tlačítky pro rozevření a zavření kleští).

Zasunutí ramene se stromem tak, aby oddenek byl zasunut do rozevřených odvětvovacích kleští (fáze II) (úkon řídí přímo operátor obdobnými prvky jako při fázi I).

Vysouváním ramene se čelisti podávacího drapáku posouvají po kmeni, a tím odvětví první dvoumetrovou sekci (fáze III) (úkony nastavení

5. Sled úkonů při odvětvení OKS-25. —  
Sequence of operations  
during debranching with  
OKS-25



tlaků v obou drapácích a posuv ramene řídí operátor jedním tlačítkem).

Zpětné zasunutí ramene včetně kmene po zarážku, uvedení zkracovací pily v činnost (fáze IV) (operace probíhá automaticky, operátor uvedl v činnost automatický chod). Fáze III a IV se automaticky opakují až do zpracování celého stromu.

Ve fázi V je operátorem automatický chod procesoru zastaven. Odložení vršku stromu mimo linku (fáze VI).

Vychýlení zásobníku do boku, jeho snížení a otevření (VII).

Nasměrování pracovního agregátu do pracovní polohy (VIII).

Při vlastním zpracování stromu operátor má možnost volby pracovního režimu: Při I. režimu současně s vysouváním ramene probíhá řez. Tento režim je vhodný pro odvětvení stromů s tenkými větvemi (přibližně do tloušťky 2 cm). Při II. režimu je nejprve odříznuta 2m sekce a následně probíhá výsuv ramene s odvětčováním. Tento způsob je vhodný pro stromy s tlustšími větvemi (do tloušťky větví max. 7 cm na řezu).

## ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE STROJE

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| Rozvor náprav (zvětšen oproti LKT 80) | 3 300 mm  |
| Rozchod                               | 2 000 mm  |
| Transportní výška                     | 3 000 mm  |
| Transportní délka                     | 10 100 mm |
| Transportní šířka                     | 2 500 mm  |
| Celková hmotnost stroje               | 9 040 kg  |

### Odvětvovací ústrojí:

|                                                                |          |
|----------------------------------------------------------------|----------|
| 2 drapáky řešené jako třínožové odvětvovací hlavice            |          |
| Rozsah odvětvování (tloušťka kmene)                            | 6—25 cm  |
| Rychlost posuvu pracovního ramene                              | 1 m/s    |
| Max. tloušťka oddenku                                          | 36 cm    |
| Síla při vysouvání ramene — I. režim                           | 31 000 N |
| II. režim                                                      | 18 000 N |
| Síla při zasouvání ramene je seřiditelná — max.                | 31 000 N |
| Maximální dosah ramene v úrovni terénu (od podélné osy stroje) | 4 m      |
| Délka posuvu pracovního ramene                                 | 2 100 m  |
| Rozsah otoče pracovního agregátu                               | 240°     |
| Otoč naklápěcího ústrojí                                       | 90°      |

### Zkracovací ústrojí — řetězová pila:

|                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| Výkon hydromotoru | 10,3 kW                |
| Řeznost pily      | 140 cm <sup>2</sup> /s |

### Zásobník:

|                                       |                     |
|---------------------------------------|---------------------|
| Použitelná průřezová plocha zásobníku | 0,55 m <sup>2</sup> |
| Objem zásobníku                       | 1,1 m <sup>3</sup>  |

## VÝSLEDKY FUNKČNÍCH A POLOPROVOZNÍCH ZKOUŠEK

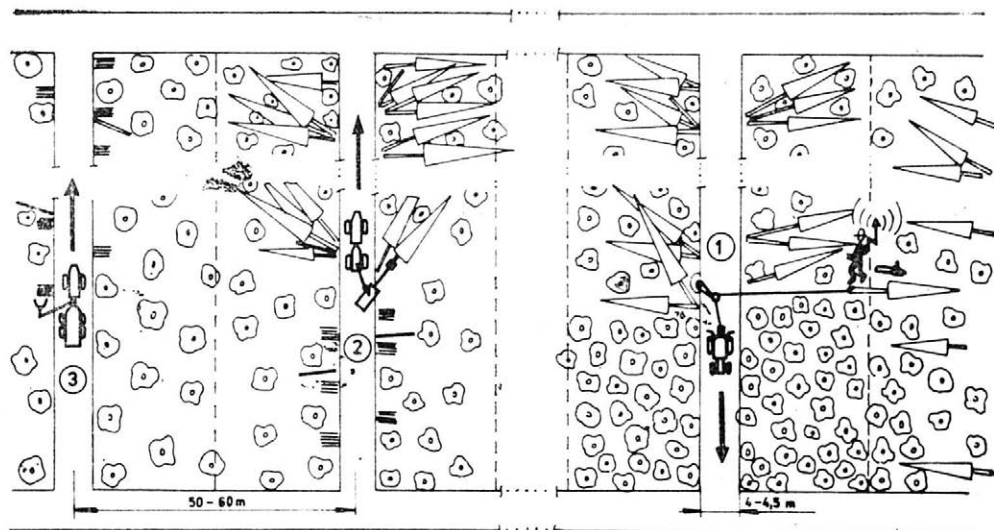
Funkční zkoušky proběhly ve vývojových dílnách SLPTR Olomouc v Chrudimi a na LZ Nasavrky. Cílem zkoušek bylo seřízení jednotlivých hydraulických obvodů a ověření pracovní činnosti stroje. Během zkoušek vzniklé závady, popř. některé drobné úpravy (např. sešíkmení zásobníků vůči pracovnímu rameni, ovládání pily dvojčinným válcem) byly realizovány průběžně během zkoušek. Funkční zkoušky potvrdily požadovanou činnost jednotlivých částí procesoru, ovládacího systému včetně automatického ovládání a podvozku.

Poloprovozní zkoušky stroje se uskutečnily na ŠLP Křtiny a LZ Prostějov, kde bylo zpracováno 800 m<sup>3</sup> dřeva procesorem na 2m vlákninu. Kromě toho bylo v rámci uvedené technologie vyrobeno cca 60 m<sup>3</sup> kulařiny 4—6 m délky. Objem zpracovávaných stromů se pohyboval v rozsahu 0,1—0,7 m<sup>3</sup>. U vyšších objemů byla procesorem zpracovávána jen vrcholová část.

Výsledky poloprovozních zkoušek jsou rozděleny na tyto části: posouzení technologického řetězce, ověření technické způsobilosti stroje, návrh úprav a jejich uplatnění na funkčním modelu, popř. na prototypu, získání podkladů pro předpokladovou kalkulaci.

Posouzení technologického řetězce je zaměřeno na přípravnou operaci, operaci strojního odvětvování a návaznou operaci. Návaznost jednotlivých operací je patrna z obr. 6. Vzhledem k tomu, že směnovou výkonností prostředků si jednotlivé operace neodpovídají, nelze předpokládat uplatnění kontinuálního výrobního cyklu.



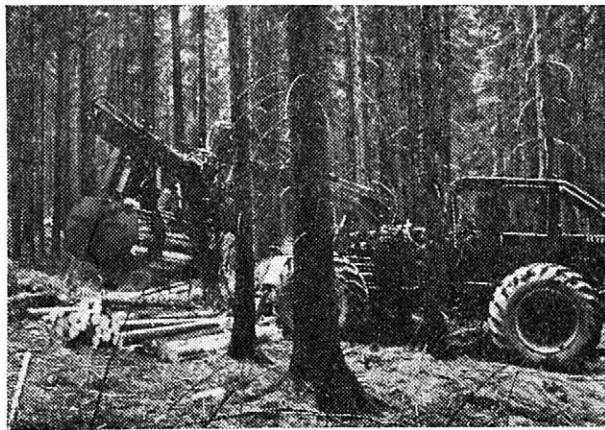


6. Technologické schéma mechanizované výroby dřeva sortimentovou technologií s OKS-25: 1 — dřevorubec vybavený JMP a navijákem s rádiovým ovládáním, 2 — procesor OKS-25, 3 — vyvážecí souprava. — Technological diagram of wood mechanical production — shortwood technology

Přípravná operace zahrnuje v rámci celého technologického řetězce operaci kácení a vyklizování stromů k přibližovací lince, popř. i prokacování linky. Ze současných poznatků je nejúčelnější integrovaná metoda kácení a vyklizování. Pracovník je vybaven JMP a vyklizovacím navijákem s rádiovým ovládáním. Pracovník vybavený rádiem a JMP zatáhne lano k nejvzdálenějšímu k těžbě vyznačenému stromu ve zvoleném směru od přibližovací linky. Postupně kácí a poutá jednotlivé stromy ve směru lana a vyklidí je na linku nebo k lince podle potřeby následné operace.

Pro nasazení procesoru je třeba, aby strom byl odvětven od tlustého konce v délce 1 m. Ojedinelé je možno zpracovat stromy procesorem i od tenkého konce, pak musí být odříznut vršek a provedeno potřebné odvětvení v délce 1 m. Vějířovité soustředění stromů k přibližovací lince se vytváří z těchto důvodů: a) stromy jsou vyklizovány k jedné pozici (směrové kladce nebo přímo k navijáku traktoru) tlustým koncem; b) seskupení více stromů vzniká na okraji linky v místě, kde stromy jsou v menším zápoji; c) stromy, které jsou káceny šikmo, mohou být po vyklizení v sektoru od kolmého směru na linku po směr souběžný s linkou (viz schéma), sektor je v rozsahu 90° po obou stranách linky, to-muto vějířovitému uzpůsobení stromů odpovídá pracovní areál OKS-25.

Při vyklizování tlustších stromů se z oddenkové části vymanipuluje u přibližovací linky kulatina v délce zpravidla 4—6 m a ponechá se v původním směru tlustým koncem u linky. Zbývající část stromu se vyklidí k lince. Uplatněním této metody se řeší hygienické problémy při práci s motorovou pilou (střídání práce), směrovost těžby je snadněji dosažitelná než při předkacování, čímž se odstraňuje fyzicky náročná práce dřevorubce.



7. Pozice stroje při vyprazdňování zásobníku. — Position of the machine during container emptying

Kromě toho lze předpokládat možnost zvětšení rozestupu přibližovacích linek z původních 25 m na 50 m, protože zpravidla při kolmém vyklizování stromů je maximální vyklizovací vzdálenost (25 m) přijatelná.

Tato metoda však přináší některé specifické problémy, a to snížení výkonnosti na prostředek a osamocenost pracovníka na pracovišti. Uvedené problémy jsou však řešitelné volbou vhodného vyklizovacího prostředku, jakým může být motorové vyklizovací navíjeadlo, popř. UKT nižší výkonové třídy. Předpokladem je však vyklizovací navíjeadlo s rádiovým ovládáním. Rovněž osamocenost pracovníka je možno řešit seskupováním dvou i více pracovníků, kteří budou vykonávat stejnou činnost ve vzájemné bezpečnostní vzdálenosti apod. Tento problém je řešitelný i využitím dvoububnového navijáku na UKT se samostatným rádiovým ovládáním každého bubnu. Naznačená řešení jsou zahrnuta v dílčím úkolu Progresivní technologie v probírkách a ten je součástí státního úkolu Progresivní těžební technologie pro 7. pětiletku.

Operace strojního odvětvování a krácení pomocí stroje OKS-25. Tuto operaci vykonává jeden pracovník — operátor. Pracovní postup procesoru v přibližovací lince je patrný z obr. 6. Stroj postupuje v opačném směru než u přípravné operace. Vlastní pracovní postup operátora byl již uveden v popisu technického řešení. Automatický chod stroje při odvětvování a krácení dovoluje operátorovi sledovat jen chod stroje, popř. jej zastavit při odvětvování zakřivených částí stromu. Odvětvování nerovných úseků stromu (bajonetový vrchol) je řízeno přímo operátorem. Při plnění zásobníku musí operátor odhadnout, zda se strom vejde kapacitně do zásobníku. V případě špatného odhadu musí být část nezpracovaného stromu ze stroje odložena. Zásobník je vyprazdňován zpravidla přímo z pozice odvětvování, i když je možné i popojetí stroje. Zásobník se snižuje co nejvíce nad terén, aby utvářené hráně byly pro návaznou operaci co nejvhodnější. Zpravidla se na jedno místo odkládají 2—3 zásobníky (obr. 7).

Návaznou operaci provádí vyvážecí souprava. U této operace nelze předpokládat žádné podstatné změny oproti klasické sortimentové metodě. Naopak lze očekávat příznivý vliv větší koncentrace vyrobeného dřeva na přibližovací lince vyplývající z většího rozestupu linek. Polo-

provozní zkoušky potvrdily správnost koncepce navrhovaného řešení. Požadovaná kvalita odvětvování na úrovni současných možností strojního odvětvování byla dodržena. Přesnost měření délek je rovněž vyhovující a bude dále sledována a vyhodnocena u prototypu. Stanovené základní technické podmínky pro stroj byly poloprovozními zkouškami prokázány jako účelné, což se odrazilo i v kladném hodnocení jednotlivých pracovních částí stroje. Výše uvedené technické řešení vyjadřuje úroveň funkčního modelu na konci poloprovozních zkoušek. Jsou v něm zohledněny úpravy, které byly vykonány během zkoušek. Úpravy na prototypu se ve většině případů netýkají technických parametrů stroje, ale zvýšení úrovně technického provedení, jako např. zlepšení hydraulického rozvodu, odstranění přívodu hydraulické kapaliny do kabiny použitím elektrohydraulického proporcionálního rozváděče. Tím se podstatnělepší pracovní prostředí v kabině, zrychlí se způsob ovládání procesoru tím, že mohou současně pracovat dva hydraulické obvody. Rovněž stabilizační patky budou ovládány přímo z kabiny. Všechny tyto úpravy jsou realizovány na prvním prototypu. U druhého prototypu bude v návaznosti na ZTS Martin využit podvozek LKT 81 se zabudovaným chladičem hydraulické kapaliny, který je umístěn před chladičem motoru. V návaznosti na toto uspořádání bude uložena i nádrž oleje vpředu.

## HLAVNÍ EKONOMICKÉ UKAZATELE

V tabulce I jsou uvedeny ukazatele pro jednotlivé operace, a to směnová výkonnost, pracnost a náklady na 1 m<sup>3</sup> u klasické sortimentové technologie a u technologie s OKS.

Z poloprovozních zkoušek byly získány i podklady pro stanovení hlavních ekonomických ukazatelů.

I. Přehled ekonomických ukazatelů pro jednotlivé operace. — Survey of economic indicators for different operations

| Technologie           | Operace                                                              | Prostředek  | Výkonnost          | Pracnost         | Náklady            |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|------------------|--------------------|
|                       |                                                                      |             | m <sup>3</sup> /sm | h/m <sup>3</sup> | Kčs/m <sup>3</sup> |
| Sortimentová klasická | kácení + odvětvování<br>manipulace + snášení<br>přibližování         | JMP         | 4                  | 2,12             | 101,00             |
|                       |                                                                      | VKS         | 50                 | 0,17             | 27,00              |
|                       |                                                                      |             |                    | 2,29             | 128,00             |
| Sortimentová s OKS-25 | kácení + vyklizování<br><br>odvětvování + manipulace<br>přibližování | JMP naviják | 14                 | 0,61             | 36,00              |
|                       |                                                                      | OKS-25      | 30                 | 0,28             | 62,00              |
|                       |                                                                      | VKS         | 50                 | 0,17             | 27,00              |
|                       |                                                                      |             |                    | 1,06             | 125,00             |

K výpočtu nákladů bylo použito vzorce podle Dresslera (1975):

$$N_m^3 = \frac{\frac{C}{R \cdot 200} + (B + E + P) \cdot s}{v \cdot s}, \quad [\text{Kčs/m}^3]$$

- kde  $N_m^3$  — náklady v Kčs/m<sup>3</sup> na operaci,  
 $C$  — cena použitého mechanizačního prostředku,  
 $R$  — životnost prostředku v letech,  
 $200$  — počet odpracovaných dní v roce,  
 $B$  — náklady na materiál v Kčs/směnu,  
 $E$  — náklady na opravy v Kčs/směnu,  
 $V$  — výkonnost v m<sup>3</sup>/směnu,  
 $P$  — náklady na pracovníka v Kčs/směnu,  
 $s$  — koeficient směnnosti.

Další použité hodnoty jsou v tabulce II.

## II. Hodnoty použité k výpočtu nákladů. — Values used to calculate the costs

| Prostředek                 | R  | C       | B                    | E   |
|----------------------------|----|---------|----------------------|-----|
| Vyvážecí souprava VKS-VS5H | 10 | 550 000 | 500                  | 200 |
| OKS - 25                   | 10 | 800 000 | 500                  | 600 |
| Vyklizovací naviják        | 10 | 60 000  | 50                   | 45  |
| JMP                        |    | 4 500   | 13,50/m <sup>3</sup> |     |

Došlo dne 9. 2. 1982

## Literatura

- BOSTRÖM, C.: Delmekaniserad Gallring med Kvistare-Kapare. Skogsarbeten Reo-görelse, 1977, č. 1
- DRESSLER, M.: Výzkum progresivních těžebních technologií pro různé způsoby obnovných těžeb. DZZ 1975, VÚLHM — VS Křtiny
- HOCHMUT, R.: Ochrana lesních porostů před škodami vznikajícími při nových plně mechanizovaných technologiích při výchově a těžbě. DZZ 1975, VÚLHM Jíloviště - Strnady
- LÖFFLER, H.: Developments in Forestry Technology in Western Europe, World Wood, 1978, 5, s. 9-12
- PETR, J.: Výzkum fyzického zatížení, hygieny a bezpečnosti práce v nových technologiích výroby dříví v jehličnatých předmyšných porostech. 1974, VÚLHM Jíloviště - Strnady, s. 99
- RĚMAN, Z.: Těžební stroje pro odvětvování krátkého a dlouhého dříví na přibližovací lince v jehličnatých probírkách. DZZ 1975, VÚLHM — VS Křtiny, s. 141
- RĚMAN, Z. — ŠVENDOVÁ, J.: Ověření funkčního modelu odvětvovacího a krátičího stroje OKS-25. DZZ 1980, VÚLHM — VS Křtiny, s. 145
- ŠVENDA, A.: Rozvoj technologie těžby dřeva v probírkách lesního hospodářství ČSR. Lesnictví, 20, 1974, s. 549-564
- ŠVENDA, A.: Rozvoj technologií těžby dřeva v jehličnatých probírkách v rovinách a pahorkatinách. DZZ 1975, VÚLHM — VS Křtiny

РЕМАН, З. (Výzkumná stanice VÚLHM, Křtiny u Brna). Механизированное производство древесины с применением сортиментного метода при прореживаниях. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 637-652.

Существующая сортиментная технология, применяемая при прореживании хвойных лесонасаждений с производством сортиментов стандартной длины (2 м) имеет все меньшие предпосылки для использования в лесной эксплуатации. Причина заключается в большой требовательности к мото-ручному труду лесоруба и к переноскам кряжей вручную.

Новая технология основана на использовании сучкорезной и раскряжевочной машины ОКС-25, трелевочной лебедки с радиоуправлением и на вывозных агрегатах с гидравлическим стреловым краном. Техническое решение машины ОКС-25 исходит из шасси лесного колесного трактора ЛКТ-80. Процессорная часть машины установлена за задней осью трактора. Пространственное решение позволяет обрабатывать деревья с обеих сторон линии. Деревья могут быть веерообразно расположены от перпендикулярного положения по отношению к линии и вплоть до параллельного в диапазоне  $90^\circ$ . Кряжи двухметровой длины укладываются в бункер. В результате снижения бункера над уровень местности обеспечиваются качественная отгрузка и образование штабелей, годных для погрузки гидравлическим стреловым краном на вывозной агрегат.

Рубка и трелевка леса объединяется в одну операцию, которую выполняет один работник. Деревья после рубки непосредственно вывозят комлем к линии. У деревьев с большим диаметром ствола в линии отманипулируется кряж длиной 4—6 метров, а остаток дерева подготавливают на краю линии.

Приведенный способ решения механизированного производства сортиментов стандартной длины имеет следующие преимущества: сокращение доли человеческого труда с 2,29 ч/м<sup>3</sup> до 1,06 ч/м<sup>3</sup>, возможность увеличения расстояния между трелевочными линиями вплоть до 50 м с рядом положительных влияний на древостой, повышение гигиены труда.

техника лесоводства; лесозаготовка; сортиментный метод; прореживания

ŘEMAN, Z. (Výzkumná stanice VÚLHM, Křtiny u Brna). Mechanized Production of Wood Applying the Shortwood Method to Thinnings. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 637-652.

Application of the current shortwood technology in the forestry to coniferous thinnings when producing shortwood of standard length (2 m) has become less suitable. The reasons are a great requirement of moto-manual labor of a logger and skidding by hand.

Applying the new technology, debranching and cutting machine OKS-25, skidding winch with radio control and transport combination set with hydraulic arm are used. The technical design of the OKS-25 machine uses an undercarriage of the forest wheeled tractor LKT-80. The processor is placed behind the rear axle of the tractor. The spatial design makes it possible to process trees on both sides of the line. Trees can be placed fanlike from the vertical position to the line, to the parallel position within the range of  $90^\circ$ . Wood shortened to 2m logs is placed into a container. Positioning the container lower than the terrain enables a proper depositing and making of wood piles suitable for loading by hydraulic arm to the transport combination set.

Felling and skidding are combined into one operation and are performed by one worker. Immediately after being felled, trees are skidded to the line, approaching it with stem bases. In trees of greater diameter, logs of 4—6 m length are cut by the line and the remaining part of the tree is placed near the line.

There are several contributions of the above method of organizing the mechanical production of standard-length shortwood: drop of the proportion of human work from 2.29 h/m<sup>3</sup> to 1.06 h/m<sup>3</sup>, possibility of increasing the spacings of skidding lines up to 50 m and a range of favorable impacts on standing trees, improvement of work hygiene.

forest machines; forest exploitation; shortwood method; thinnings

ŘEMAN, Z. (Výzkumná stanice VÚLHM, Křtiny u Brna). Mechanisierte Holzproduktion bei der Anwendung der Sortimentmethode in Durchforstungen. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 637-652.

Die bestehende Sortimentstechnologie, die in Nadelholzdurchforstungen bei der Produktion von Sortimenten mit Standardlänge (2 m) angewandt wird, hat immer geringere Voraussetzungen für Anwendung in der Praxis der Forstwirtschaft. Die



Ursache dafür ist ihre hohe Ansprüchlichkeit an motomanuelle Arbeit des Holzfällers und an Handbringung.

Die neue Technologie ist auf der Anwendung der Entastungs- und Kürzungs-maschine OKS-25, der Rückungswinde mit Funksteuerung und der Abfuhrgarnitur mit hydraulischer Hand begründet. Die technische Lösung der Maschine OKS-25 geht vom Fahrgestell des forstlichen Radtraktors LKT-80 aus. Der Prozessorteil der Maschine ist hinter der Hinterachse des Traktors gelagert. Die räumliche Lösung gestattet die Verarbeitung von Bäumen beiderseits der Linie. Die Bäume können fächerartig gelagert sein, und zwar von der zur Linie senkrechten Lage bis hin zur parallelen Lage im Bereich von 90°. Das gekürzte Holz von 2 m Länge wird im Vorratsbehälter gelagert. Durch Senkung des Behälters über dem Gelände wird eine genaue Ablage und Bildung von Stapeln gewährleistet, die für die Verladung auf die Abfuhrgarnitur mit Hilfe der hydraulischen Hand geeignet sind.

Die Fällung und das Rücken wird in eine Operation vereinigt und wird von einem Arbeiter durchgeführt. Die Stämme werden unmittelbar nach der Fällung mit dem Stammfuß zur Linie gerückt. Bei stärkeren Bäumen wird an der Linie ein Stammblock mit einer Länge von 4–6 m ausmanipuliert und der Rest des Baumes wird am Rande der Linie vorbereitet.

Die angeführte Art der Lösung der mechanisierten Produktion von Sortimenten mit Standardlänge weist folgende Beiträge auf: Herabsetzung des Anteils menschlicher Arbeit von 2,29 h/m<sup>3</sup> auf 1,06 h/m<sup>3</sup>, Möglichkeit der Vergrößerung des Abstands von Rückungslinien bis auf 50 m mit einer Reihe günstiger Einwirkungen auf den stehenden Bestand, Erhöhung der Hygiene der Arbeit.

forstliche Technik; Forstnutzung; Sortimentmethode; Durchforstungen

RĚMAN, Z. (Výzkumná stanice VÚLHM, Křtiny u Brna): *La production mécanisée du bois lors de l'application de la méthode d'assortiment dans les éclaircies*. Les-nictví, 28, 1982 (8) : 637-652.

La technologie actuelle des assortiments, utilisée pendant les éclaircies des conifères lors de la production des assortiments d'une longueur standard (2 m), n'a aujourd'hui des possibilités que très faibles pour se faire valoir dans l'exploitation forestière. La cause en est la grande exigence sur le travail motomanuel du bûcheron et sur le ramassage manuel.

La technologie nouvelle est fondée sur l'utilisation de la machine à ébrancher et à débiter OKS-25, du treuil à débiter à radiocommande et du train à débiter à bras hydraulique. La solution technique de la machine OKS-25 part du châssis du tracteur à roues forestier LKT-80. La partie de la machine comprenant le processeur est située derrière l'essieu arrière du tracteur. La solution spaciales permet de travailler les arbres de côté et d'autre de la ligne. Les arbres peuvent être déposés en forme d'éventail, prenant la position ou bien perpendiculaire, ou bien parallèle à la ligne dans les limites de 90°. Le bois débité d'une longueur de 2 m est déposé dans le silo. En abaissant le silo au niveau de terrain, on assure la déposition de qualité et la formation des piles convenables au chargement à l'aide du bras hydraulique sur le train de transport.

L'abattage et le débardage se réunissent pour ne former qu'une seule opération qui est exécutée par un travailleur: Celui-ci débarte les arbres immédiatement après l'abattage, leur base étant orientée vers la ligne. S'il s'agit des arbres plus forts, il produira sur la ligne une bille d'une longueur de 4–6 m et le reste de l'arbre sera préparé en bord de la ligne.

Le mode mentionné de solution de la production mécanisée des assortiments d'une longueur standard a les avantages suivants: la réduction de la part du travail humain de 2,29 h/m<sup>3</sup> à 1,06 h/m<sup>3</sup>, la possibilité d'agrandissement de l'intervalle entre les lignes de débardage jusqu'à 50 m, ce qui a un bon nombre d'incidences favorables sur le peuplement sur pied et l'amélioration de l'hygiène du travail.

technique forestière; exploitation forestière; méthode d'assortiments; éclaircies

---

Adresa autora:

Ing. Zdeněk R ě m a n, Výzkumná stanice VÚLHM, 679 05 Křtiny u Brna

---

# METODIKA POSUZOVÁNÍ TĚŽEBNÍHO A DOPRAVNÍHO PROCESU VÝROBY DŘEVA V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ Z HLEDISKA SPOTŘEBY ENERGIE

J. Dejmál

DEJMÁL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Metodika posuzování těžebního a dopravního procesu výroby dřeva v lesním hospodářství z hlediska spotřeby energie*. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 653-662.

V lesním provozu se doposud hodnotila spotřeba energie podle spotřeby pohonných hmot vyjadřované obvykle v litrech. Takové posuzování je však značně jednostranné, protože v průběhu těžebního a dopravního procesu výroby dřeva se čerpají mimo motorovou naftu a benzín i další zdroje energie, především krmiva pro potahy a potraviny pro lesní dělníky. Vzhledem ke skutečnosti, že se v přítomnosti stávají i potraviny a krmiva strategickými zdroji energie, je třeba je zahrnout do kalkulací energetické náročnosti jednotlivých výrobních postupů. Autor vypracoval metodiku, která umožňuje zjišťování celkového množství energie, která byla vynaložena přímo na výrobu 1 m<sup>3</sup> dřeva. Použití metodiky ilustroval autor na posouzení energetické náročnosti čtyř výrobních postupů, kdy první varianta představuje nejnižší stupeň mechanizace prací (ruční práce s jednomužnou motorovou pilou a soustředování koňským potahem), čtvrtá nejvyšší (činnost harvesteru a vyvážecí soupravy). Potřebné studie provedl autor na teoretickém modelu porostu, který zaručuje stejnost výrobních podmínek pro všechny uvažované alternativy. Dosazené výsledky především dokazují, že jednotka energie (MJ) má různou cenu podle zdroje energie (tabulka I). Nejdražší je energie vynaložená na lidskou práci, nejlevnější je energie z motorové nafty. Autor rovněž dokazuje, že s rostoucím podílem mechanizované práce roste celková spotřeba energie na výrobu 1 m<sup>3</sup> dřeva při klesajících nákladech na jednotku energie (tabulka II a III). Se stupněm mechanizace však roste (vyjádřeno v ‰) produktivita práce výrazněji než spotřeba energie. Výsledky výzkumu mohou sloužit jako exaktní podklady při rozhodování o optimálních výrobních postupech v lesním hospodářství ČSSR.

technika lesnická; těžba lesní; doprava dřeva; spotřeba energie; energetická náročnost

Do těžebního a dopravního procesu výroby dřeva v lesním hospodářství jsou zaváděny stroje se stále větším výkonem motoru a tudíž i vyšší spotřebou pohonných hmot. Vzhledem k obecně známé situaci na úseku zabezpečování energetických zdrojů pro rozvoj společnosti a s přihlédnutím k trvale stoupajícím cenám ropy na světových trzích je třeba při posuzování jednotlivých variant výrobních postupů klást důraz na jejich energetickou náročnost. Doposud se obvykle vyjadřuje spotřeba energie v průběhu těžebního a dopravního procesu výroby dřeva spotřebou pohonných hmot (v litrech). Má-li však být objektivně a komplexně posouzena energetická náročnost jednotlivých v úvahu přicházejících výrobních postupů, pak je podle mého názoru zapotřebí zahrnout do kalkulace všechny zdroje energie, které jsou v průběhu výrobního procesu čerpány, tedy nejen naftu nebo benzín, ale např. též krmivo pro koňské potahy nebo i potraviny dělníků zúčastněných na výrobě, neboť i potraviny

a krmiva se stávají strategicky důležitým zdrojem energie. V našich podmínkách nebyla dosud zpracována metodika, podle které by bylo možno z uvedeného hlediska komplexně hodnotit spotřebu energie v těžební činnosti; předložená práce má přispět k zaplnění vzniklé mezery.

## SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÍ DANÉ PROBLEMATIKY

Potřeba vyjadřovat činnost různých strojů v těžebním a dopravním procesu jedním společným jmenovatelem se projevila pochopitelně až v době, kdy bylo dosaženo výraznějšího stupně mechanizace těžebních prací. Originální metodu v tomto směru vypracoval Koroleff (1961), který vyjadřoval úhrnný objem činnosti veškeré techniky při výrobě dřeva v tehdy platných koňských silách (HP), což umožňovalo sečítat výkon nejrozličnějších strojů s výkonem potahů a posuzovat jednotlivé výrobní postupy podle celkové spotřeby HP na jednotku výroby. Podíl práce lesních dělníků na výrobě 1 m<sup>3</sup> dřeva vyjadřoval zmíněný autor počtem odpracovaných směn připadajících na jednotku výroby. Koroleffova metoda tedy umožňuje souhrnné vyjádření objemu strojové a potažní práce, neumožňuje však vyjadřovat jedním ukazatelem jak objem práce strojů a potahů, tak objem manuální práce.

Koroleffovu metodu rozpracoval v nedávné době Sundberg (1979), který hledal pomocí matematických metod optimální poměr mezi objemem strojní a manuální práce pro různé výrobní postupy.

V Sovětském svazu studoval vybavenost těžebního procesu stroji Romanov (1976), který vyjadřoval stupeň mechanizace výrobních postupů podílem z úhrnného výkonu použité techniky připadajícího na jednoho dělníka ve výrobním procesu.

Z jednotek výkonu vycházel rovněž Abeels (1971), který však vyjadřoval i účast dělníků na výrobním procesu v jednotkách výkonu, což umožňovalo sečítat strojovou i manuální práci a vyjadřovat její podíl na 1 m<sup>3</sup> vyrobeného dřeva jedinou jednotkou.

Nejdále postoupil v řešení dané problematiky Enger (1980), který studoval výrobní postupy v těžební činnosti v norském lesním hospodářství z hlediska celkové spotřeby energie, přičemž do kalkulací zahrnul jak energii spotřebovanou v průběhu výrobního procesu přímo (tj. pohonné hmoty, elektřinu, krmivo pro potahy, potravu lesních dělníků), tak energii, která byla spotřebována v průběhu výrobního procesu nepřímo (tj. byla např. vynaložena na zhotovení výrobních prostředků, pracovních oděvů lesních dělníků apod.).

Gasslander, Mattson a Sundberg (1979) zkoumali spotřebu energie v průběhu těžebního a dopravního procesu výroby dřeva v pěti různých rovinách (úrovních), přičemž první rovina zahrnovala minimální nutnou energii na určitý úkon, která odpovídá teoretickému fyzikálnímu výpočtu, druhá rovina zahrnovala spotřebu energie během skutečně efektivní pracovní fáze, třetí rovina zachycovala spotřebu energie na jeden pracovní cyklus, ve čtvrté rovině byla sledována spotřeba energie za jednotku času v průběhu jedné výrobní operace, pátá rovina zahrnovala spotřebu veškeré energie v průběhu životnosti stroje (včetně množství energie spotřebované na výrobu stroje, výrobu spotřebovaných náhradních dílů, energie maziva a energie spotřebované na údržbu). Problematikou spotřeby energie v těžební činnosti v lesním hospodářství

se zabývala řada dalších zahraničních autorů, v PLR např. K a m i ě n s k í (1980), který rovněž vychází z Koroleffovy metody, v NDR P a m p e l (1980) aj.

Většina autorů se však zaměřovala spíše na studium podílu mechanizované, animální a manuální práce vyjadřovaném v jednotkách výkonu (kW) než na spotřebu energie. I když je vztah mezi jednotkami výkonu a energie velmi úzký, přece jen soudím, že s přihlédnutím k současné energetické situaci má primární význam hodnocení spotřeby energie ve výrobních procesech a nikoliv posuzování vynaloženého výkonu (v kW), neboť výkon je fakticky jen důsledek spotřebování energie. Založil jsem proto metodiku posuzování energetické náročnosti jednotlivých variant těžebního a dopravního procesu na vyjadřování spotřeby joulů (J) na 1 m<sup>3</sup> (b. k.) vyrobeného dřeva.

## METODICKÝ POSTUP

Podle mezinárodní soustavy měřicích jednotek (SI) se vyjadřuje množství práce a energie stejnou jednotkou — joulem, což usnadňuje srovnávání práce strojů, lesních dělníků a ev. i potahů, protože může být posuzována efektivnost vynaložené energie na stejné bázi. Návrh metodiky, kterou předkládám, vychází ze zjišťování přímé spotřeby energie (podle citovaného E n g e r a) ve výrobním procesu za jednu pracovní směnu, kterou považuji z praktických důvodů za nejvhodnější časovou jednotku. Spotřeba energie na jednotku výroby (tj. 1 m<sup>3</sup> dřeva) se pak zjistí vydělením směnové potřeby energie směnovou výkonností podle jednotlivých výrobních postupů, které byly posuzovány.

## VÝCHOZÍ KALKULACE

|                                                                                                      |      |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------|
| 1. Motorová nafta                                                                                    | 1 l  | 28,40 MJ <sup>1)</sup> |
|                                                                                                      | 1 l  | 3,50 Kčs               |
|                                                                                                      | 1 MJ | 0,12 Kčs               |
| 2. Benzínová směs pro JMP (1 : 30)                                                                   | 1 l  | 33,40 MJ <sup>1)</sup> |
|                                                                                                      | 1 l  | 8,70 Kčs               |
|                                                                                                      | 1 MJ | 0,26 Kčs               |
| 3. Koňský potah (středně těžký kůň o hmotnosti 500 kg, 220 pracovních a 145 nepracovních dní ročně). |      |                        |
| Krmná dávka v pracovní dny v ovesných jednotkách: <sup>2)</sup>                                      |      |                        |
| 10 ovesných jednotek × 5,92 MJ                                                                       |      | 59,20 MJ za den        |
| z denní spotřeby energie připadá na pracovní směnu jen 29 % <sup>2)</sup>                            |      |                        |
|                                                                                                      |      | 17,17 MJ za směnu      |
| celkem krmné dávky za 220 směn                                                                       |      | 13 024,00 MJ za rok    |
| Krmná dávka v nepracovní dny v ovesných jednotkách: <sup>2)</sup>                                    |      |                        |
| 5 ovesných jednotek × 5,92 MJ × 145 nepracovních dní                                                 |      | 4 292,00 MJ za rok     |

<sup>1)</sup> Převzato z Technické příručky lesnické. SZN Praha, 1954.

<sup>2)</sup> Převzato z publikace J i n d r a a kol.: Kůň v lesním průmyslu. SZN Praha, 1955.

|                                                             |                             |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Energetická hodnota krmiva celkem                           | 17 316,00 MJ za rok         |
| Podíl energie připadající na jednu pracovní směnu celkem    | 78,71 MJ                    |
| Kalkulační cena krmiva jednoho koně ročně                   | 4 526,00 Kčs <sup>3)</sup>  |
| Z toho na jednu pracovní směnu připadá                      | 20,57 Kčs                   |
| Na jednotku energie spotřebovanou při soustředování připadá |                             |
| 20,57 Kčs : 17,17 MJ                                        | 1,20 Kčs . MJ <sup>-1</sup> |

Poznámka: Vzhledem ke zvolené úrovni zjišťování spotřeby energie jsem do kalkulace nezahrnul spotřebu energie koně od jeho narození do dospělosti (v období v průměru tříletém), se kterou počítal S u n d b e r g v již zmíněné práci. Stejně tak jsem neuvažoval spotřebu energie související s ustájením, krmením, ošetřováním apod.

4. Lesní dělník v těžební činnosti (dřevorubec nebo kočí, 220 pracovních směn za rok).

Podle běžně dostupných výsledků ergonomických šetření činí průměrný energetický výdaj dřevorubce nebo kočího za jednu pracovní směnu 7,50 MJ. Podle ergonomicky zdůvodněného jídelníčku (B r á z d o v á 1979) a za cen platných v roce 1981 činí průměrná cena stravy za 1 kalendářní den u uvedených pracovníků 36,50 Kčs, za kalendářní rok 13 322,00 Kčs; při 220 pracovních směnách připadá na jednu odpracovanou směnu 60,56 Kčs, 1 MJ = 8,07 Kčs.

Poznámka: Vzhledem ke zvolené úrovni zjišťování spotřeby energie jsem do kalkulace nezahrnul energii spotřebovanou při výrobě pracovních a ochranných prostředků, kterých dělníci používají, stejně jako energii spotřebovanou v jejich bytech (jak to učinil E n g e r v již zmíněné práci) a energii spotřebovanou v jejich předproduktivním a poproduktivním věku.

5. Řidič (nebo operátor) těžebních a dopravních strojů (220 pracovních směn za rok).

Podle běžně dostupných výsledků ergonomických šetření činí průměrný energetický výdaj řidiče mechanizačních prostředků v těžební činnosti za jednu pracovní směnu 4,70 MJ. Podle ergonomicky zdůvodněného jídelníčku (B r á z d o v á 1979) a za cen platných v roce 1981 činí průměrná cena stravy za 1 kalendářní den u řidičů a operátorů 34,00 Kčs, za kalendářní rok 12 410,00 Kčs; při 220 pracovních směnách připadá na jednu odpracovanou směnu 56,41 Kčs, 1 MJ = 12,00 Kčs.

Poznámka: Podobně jako ad 4. nebyla kromě energetické hodnoty stravy řidiče uvažována další spotřeba energie ať již v souvislosti s jeho výrobní, nebo mimovýrobní činností.

## ZVOLENÉ VÝROBNÍ POSTUPY PRO POSOUZENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Spotřebu energie (na zvolené úrovni) v těžebním a dopravním procesu výroby dřeva jsem studoval na teoretickém modelu porostu (D e j - m a l 1981), který zajišťuje pro všechny uvažované výrobní postupy tožné výrobní podmínky; zvolil jsem tyto varianty výrobních postupů:

1. Kácení a kompletní výroba kulatinových sortimentů na lokalitě P pomocí JMP, soustředování koňským potahem na OM.

2. Kácení a výroba surových kmenů na lokalitě P pomocí JMP, sou-

<sup>3)</sup> Převzato z výsledků ŠLP Křtiny v roce 1981.



středování surových kmenů pomocí LKT-80, doodvětvení a druhování kmenů na OM pomocí JMP.

3. Kácení stromů pomocí JMP, soustředování pokácených stromů pomocí LKT-120, odvětvození kmenů na OM pomocí OVP-1, krácení kmenů pomocí JMP.

4. Kácení, odvětvození, krácení a třídění na lokalitě P pomocí harvesteru, vyvážení výřezů pomocí vyvážecí soupravy.

Pro zvolené varianty výrobních postupů jsem vykalkuloval pro dané výrobní podmínky směnové výkonnosti a spotřebu pohonných hmot; obdržel jsem tyto výsledky:

Ad 1. Předpokládaná směnová výkonnost dřevorubce 15,45 m<sup>3</sup> při spotřebě benzínové směsi 3,5 l za směnu. Předpokládaná směnová výkonnost potahu 8,50 m<sup>3</sup>.

Ad 2. Předpokládaná směnová výkonnost dřevorubce 16,35 m<sup>3</sup>. Při doodvětvození a druhování kmenů na OM předpokládaná směnová výkonnost 56,67 m<sup>3</sup>. Celková spotřeba benzínové směsi za směnu 3,5 l na jednu pilu. Předpokládaná směnová výkonnost LKT-80 40,48 m<sup>3</sup> při spotřebě nafty 45,00 l.

Ad 3. Předpokládaná směnová výkonnost dřevorubce 77,27 m<sup>3</sup>. Při krácení surových kmenů na OM předpokládaná směnová výkonnost 85,00 m<sup>3</sup>. Celková spotřeba benzínové směsi 3,5 l za směnu na jednu pilu. Předpokládaná směnová výkonnost LKT-120 60,71 m<sup>3</sup> při spotřebě 55 l nafty. Předpokládaná směnová výkonnost OVP-1 se rovná výkonnosti soustředovacího prostředku při spotřebě 30 l nafty.

Ad 4. Předpokládaná směnová výkonnost harvesteru 70,00 m<sup>3</sup> při spotřebě nafty 80 l. Předpokládaná směnová výkonnost vyvážecí soupravy 60,00 m<sup>3</sup> při spotřebě 60 l nafty.

I. Přehled nákladů na 1 MJ při různých zdrojích energie. — Survey of costs per 1 MJ with different sources of energy

## VÝSLEDKY ŠETŘENÍ

Pro zvolené výrobní postupy a za zvolených výrobních podmínek, které lze považovat za průměrné, jsem provedl výpočty spotřeby energie na jeden vyrobený m<sup>3</sup> dřeva a nákladů na spotřebovanou energii. Výsledky jsou zahrnuty v tabulkách I—IV.

| Spotřebič energie       | Náklady<br>v Kčs. MJ <sup>-1</sup> | Pořadí |
|-------------------------|------------------------------------|--------|
| Vznětový motor          | 0,12                               | I.     |
| Zážehový motor<br>(JMP) | 0,26                               | II.    |
| Koňský potah            | 1,20                               | III.   |
| Dřevorubec nebo kočí    | 8,07                               | IV.    |
| Řidič nebo operátor     | 12,00                              | V.     |

## DISKUSE

Problematika šetření všemi zdroji energie při výrobní činnosti nabývá v současné době prudce na významu. Soudím, v souladu s Engerem [1980], že je třeba posuzovat energetickou náročnost v úvahu přicházejících výrobních postupů komplexně, tj. že má být zkoumána spotřeba všech energií, které jsou v průběhu výrobních procesů čerpány. Otázkou, k jejímuž řešení je však možno přistoupit z různých hledisek, je volba nejvhodnější roviny, na které má být spotřeba energie zkoumána. Jistě by bylo žádoucí, aby byly posuzovány výrobní postupy z hlediska přímé i nepřímé spotřeby energie (v pojetí Engera 1980), což by v podstatě

II. Skladba energie vynaložené na výrobu 1 m<sup>3</sup> dřeva podle uvažovaných výrobních variant. — Structure of energy expended per 1 m<sup>3</sup> wood according to production variants under study

| Výrobní postup | Lidská práce |       | Potažní práce |       | Vznětové motory |       | Zážehové motory |       | Celkem |        |
|----------------|--------------|-------|---------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|--------|--------|
|                | MJ           | %     | MJ            | %     | MJ              | %     | MJ              | %     | MJ     | %      |
| 1.             | 1,36         | 10,49 | 4,04          | 31,15 | 0,00            | 0,00  | 7,57            | 58,36 | 12,97  | 100,00 |
| 2.             | 0,71         | 1,71  | 0,00          | 0,00  | 31,57           | 76,05 | 9,23            | 22,24 | 41,50  | 100,00 |
| 3.             | 0,27         | 0,63  | 0,00          | 0,00  | 39,75           | 92,65 | 2,89            | 6,72  | 42,91  | 100,00 |
| 4.             | 0,15         | 0,25  | 0,00          | 0,00  | 60,85           | 99,75 | 0,00            | 0,00  | 61,00  | 100,00 |

III. Náklady na energie vynaložené na výrobu 1 m<sup>3</sup> dřeva podle uvažovaných výrobních variant. — Costs of energy expended for production of 1 m<sup>3</sup> according to production variants under study

| Výrobní postup | Lidská práce          |       | Potažní práce         |       | Vznětové motory       |       | Zážehové motory       |       | Celkem                |        |
|----------------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|--------|
|                | Kčs. .m <sup>-3</sup> | %     | Kčs. .m <sup>-3</sup> | %     | Kčs. .m <sup>-3</sup> | %     | Kčs. .m <sup>-3</sup> | %     | Kčs. .m <sup>-3</sup> | %      |
| 1.             | 11,03                 | 61,83 | 4,84                  | 27,13 | 0,00                  | 0,00  | 1,97                  | 11,04 | 17,84                 | 100,00 |
| 2.             | 6,17                  | 49,52 | 0,00                  | 0,00  | 3,89                  | 31,22 | 2,40                  | 19,26 | 12,46                 | 100,00 |
| 3.             | 2,45                  | 30,32 | 0,00                  | 0,00  | 4,85                  | 60,03 | 0,78                  | 9,65  | 8,08                  | 100,00 |
| 4.             | 1,74                  | 18,83 | 0,00                  | 0,00  | 7,50                  | 81,17 | 0,00                  | 0,00  | 9,24                  | 100,00 |

IV. Relativní porovnání spotřeby energie, nákladů na energii a výrobního času na 1 m<sup>3</sup> vyrobeného dřeva podle uvažovaných výrobních variant. — Relative comparison of energy consumption, costs of energy and production time of 1 m<sup>3</sup> wood according to production variants under study

| Výrobní postup | Spotřeba energie v % | Náklady na energii v % | Čas na 1 m <sup>3</sup> v % |
|----------------|----------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1.             | 100,00               | 100,00                 | 100,00                      |
| 2.             | 151,13               | 69,84                  | 54,84                       |
| 3.             | 156,26               | 42,29                  | 31,61                       |
| 4.             | 222,14               | 51,79                  | 16,77                       |

odpovídalo V. úrovni uvažované badateli Gasslandrem, Mattsonem a Sundbergem (1979). Jsem však přesvědčen, že zkoumání množství energie, která vstupuje do výrobního procesu nepřímým způsobem (tj. energie, která byla vynaložena například na výrobu výrobních prostředků), je tak složitý úkol, že z praktických důvodů a z hlediska možností pracovníků lesního provozu je takřka neřešitelný. Vycházím proto ve své metodice jen z analýzy přímé spotřeby energie, tj. takové

energie, která je vynakládána v přímé souvislosti s výrobní činností a její množství lze přesně vyčíslit. Je evidentní, že při popsaném postupu je energetická náročnost podhodnocována, že ve skutečnosti je celková spotřeba energie (přímé i nepřímé) vyšší. Soudím však, že pro praktickou potřebu, která bude vycházet z relativního posuzování energetické náročnosti jednotlivých výrobních postupů, je použitá rovina šetření vyhovující a navíc má tu přednost, že operuje jen s reálnými hodnotami.

Z analýzy spotřeby různých druhů energií u čtyř výrobních postupů, které jsem zvolil, především přesvědčivě vyplývá, že náklady na jednotku energie jsou podle různých zdrojů energie významně odlišné (tabulka I). I po zvýšení cen motorové nafty je cena 1 MJ získaného z nafty výrazně nižší než cena jednotky energie z jiných zdrojů, které v těžební činnosti přicházejí z úvahu (např. náklady na jednotku energie spotřebovanou koňským potahem jsou 10X vyšší). Při rozhodování o optimálních výrobních postupech bude zřejmě nutno brát v úvahu nejen stránku nákladovou, nýbrž i možnosti zabezpečení zdrojů energie. Skutečnost, že krmiva lze zabezpečit vlastními silami, bude mít jistě svoji váhu.

Pokud se týká množství spotřebované energie na jednotku výroby (tj. 1 m<sup>3</sup> dřeva), pak je z údajů v tabulce II patrné, že toto množství stoupá se stupněm mechanizace výrobních operací. Z údajů tabulky II lze také odvodit, jak by se musela zvýšit směnová výkonnost v uvažovaných variantách výrobních postupů, aby množství energie na 1 m<sup>3</sup> zůstalo ve všech případech stejné. Je možno připustit, že v tomto směru existují v lesním provozu značné rezervy, zejména na úseku přípravy a řízení výroby.

Jestliže se stupněm mechanizace výrobních postupů stoupá spotřeba energie na 1 m<sup>3</sup> dřeva, pak se současně ukazuje, že náklady na spotřebovanou energii (při současných cenách) klesají, což vyplývá z údajů tabulky III.

Z údajů v tabulce IV je patrné, že pracnost výroby (tj. spotřeba času na 1 m<sup>3</sup> dřeva) klesá s rostoucím podílem mechanizované práce výrazněji než náklady na energii vynaloženou na výrobu 1 m<sup>3</sup>. Se stoupajícím podílem mechanizované práce se však zvětšuje produktivita práce rychleji, než roste celková spotřeba energie na jednotku výroby; to je příznivý poznatek.

Upozornit je třeba i na další skutečnost, která z předložených faktů není přímo zřejmá, a to že energetická účinnost strojů, potahů i dělníků je značně nízká a pohybuje se v průměru okolo 1/3 celkem spotřebované energie. Z uvedeného faktu vyplývá, že při jakémkoliv vynaložení energie jdou cca dvě třetiny na konto ztrát. Bylo by proto žádoucí, aby do lesního provozu byly nasazovány stroje jen s výkonem motoru přiměřeným vykonávané činnosti a aby v průběhu těžebního a dopravního procesu výroby dřeva v lesním hospodářství byl výkon motorů plně využíván. Nevytěžování dopravních prostředků nebo nevyužívání technických parametrů výrobních zařízení představuje fakticky značně nevhodné vynakládání energie.

## ZÁVĚRY

Současná situace v zabezpečování energetických zdrojů pro výrobní činnost vyžaduje komplexní a všestranné posuzování výrobních postupů,

které v konkrétních případech přicházejí v úvahu, z hlediska energetické náročnosti. Doposud se v lesním provozu hodnotila spotřeba energie jen podle spotřeby pohonných hmot, která se obvykle vyjadřovala v litrech. Takové posuzování je značně jednostranné, protože v průběhu těžebního a dopravního procesu výroby dřeva se mimo naftu a benzín čerpají i další zdroje energie, především krmiva pro potahy a potraviny pro lesní dělníky. Vzhledem ke skutečnosti, že potraviny a krmiva se stávají v přítomnosti rovněž strategickým zdrojem energie, je třeba při zkoumání energetické náročnosti jednotlivých výrobních postupů i tyto zdroje energie zahrnout do kalkulací. Předložená práce podává metodický návod, jak zjišťovat celkové množství energie, která byla vynaložena na výrobu 1 m<sup>3</sup> dřeva.

Použití metodiky jsem ilustroval na posouzení energetické náročnosti čtyř alternativ výrobních postupů, kdy první varianta představuje nejnižší stupeň mechanizace prací (ruční výroba s JMP a koňským potahem), čtvrtá nejvyšší (činnost harvesteru a vyvážecí soupravy). Potřebné studie jsem provedl na teoretickém modelu porostu, který zaručuje stejnost výrobních podmínek pro všechny uvažované alternativy.

Dosažené výsledky mohou sloužit jako exaktní podklady při rozhodování o optimálních variantách výrobních postupů v našem lesním hospodářství.

Došlo dne 27. 1. 1982

## Literatura

- ABBELS, P.: Critères en vue du choix des équipements mécanisés pour les travaux en forêts. Bull. Soc. roy. for. Belg., 78, 1971, č. 11, s. 432-450
- BRÁZDOVÁ, Z.: Racionální výživa lesních dělníků (strojopis). VŠZ v Brně, LF, 1979, 21 s.
- DEJMAL, J.: Metodika posuzování alternativ výrobních postupů v těžební činnosti v lesním hospodářství. Lesnictví, 26, 1980, č. 9, s. 769-778
- DEJMAL, J.: Studie spotřeby energie v těžebním a dopravním procesu výroby dříví v lesním hospodářství. 1981, 6 s., nepublikováno
- DEJMAL, J.: Výzkum vlivu vyvážecích souprav na racionalizaci výroby pilařské kulatiny. Lesnictví, 27, 1981, č. 3, s. 259-270
- ENGER, A.: Energiinnsatsen i skobruket (strojopis). NISK, 1980, 11 s.
- GASSLANDER-MATTSON-SUNDBERG: A pilot study on the energy requirements in forest logging. Sver. Instbruks-univ., Instit. för skogsteknik, Rapport Nr. 127, 1979, 33 s.
- KAMIŃSKI, E.: Die perspektiven der Mechanisierung der Holznutzung in VR Polen (Referát na XIV. Mezinár. sympoziu). Šoproň, 1980, 11 s.
- KOROLEFF, A. M.: New Approach to Collective Work Evaluation of Machinery Aggregations. Woodlands Review Section, April 1961, 18 s.
- PAMPEL, W.: Rationelle Energieverwendung bei der Forstarbeit. TU Dresden, 1980, 37 s.
- ROMANOV, E. S.: Energetická vybavenost při těžbě a druhotání dřeva na sortimenty. Les. prom., 1976, č. 10, s. 21-22
- SUNDBERG, U.: An analysis of mechanization in forestry — a method study. Sveriges Instbruksuniv. Garpenberg, Rapp. nr. 129, 1979, 18 s.

ДЕЙМАЛ, Й. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Методика оценки рубочного и транспортного процесса производства древесины в лесном хозяйстве с точки зрения затраты энергии. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 653-662.

В лесной эксплуатации затрата энергии до сих пор оценивалась по затрате горючего, выражаемой обычно в литрах. Однако такая оценка весьма односторонняя, так как в ходе рубочного и транспортного процесса производства древесины, наряду с дизельным топливом, и бензином, расходуются и другие источники энергии, прежде всего корма для конных

упряжек и продукты питания для лесных рабочих. Ввиду того, что в настоящее время стратегическими источниками сырья становятся также пищевые продукты и корма, нужно включить их в калькуляции энергоёмкости отдельных производственных процессов. Автор разработал методику, позволяющую определять общий объем энергии, затраченный непосредственно на производство 1 м<sup>3</sup> древесины. Применение методики автор демонстрировал на оценке энергоёмкости четырех производственных процессов, когда первый вариант представляет наименьшую степень механизации работ (ручная работа с мотопилой одиночного пользования и трелевка леса с конской упряжкой), а четвертый — наивысшую степень (работа харвестера и трелевочного агрегата). Необходимые исследования автор произвел на теоретической модели лесонасаждения, гарантирующей равенство производственных условий для всех рассматриваемых вариантов.

Полученные результаты, прежде всего, доказывают, что единица энергии (MJ) имеет различную стоимость в зависимости от источника энергии (таблица I). Самая дорогостоящая энергия, затраченная на человеческий труд, а самая дешевая энергия, получаемая от дизельного топлива. Автор также доказывает, что с возрастающей долей механизированного труда растет общая затрата энергии на производство 1 м<sup>3</sup> древесины при сокращающихся затратах на единицу энергии (таблицы II и III). Однако со степенью механизации производительность труда возрастает (в %-ном выражении) больше, чем затрата энергии. Результаты научного исследования могут служить в качестве точных отправных данных при принятии решений об оптимальных производственных процессах в лесном хозяйстве ЧССР.

техника лесная; лесозексплуатация; транспорт леса; затрата энергии; энергоёмкость

DEJMAL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Energy Consumption of the Logging and Transport Process of Wood Production in the Forestry — Methods of Evaluation*. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 653-662.

In the sphere of forestry, energy consumption has been evaluated by the consumption of fuels, usually expressed in litres. This mode of evaluation is, however, one-sided because during the logging and transport process of wood production, besides Diesel oil and gasoline other sources of energy are consumed, particularly feeds for draft horses and foods for forest workers. As even foods and feeds have recently become strategic raw materials, they must also be included in calculations of energy requirements of different work procedures. Methods have been elaborated of determining the total amount of energy directly consumed for production of 1 m<sup>3</sup> wood. Application of the methods was illustrated by evaluation of the energy requirement of four production procedures when the first variant represented the lowest degree of labor mechanization (manual labor with one-man power saw and wood skidding by draft horses), the fourth variant the highest degree (operation of harvester and haulage combination set). The study was conducted on a theoretical model of forest stand, providing equal production conditions for all alternatives under study.

The results demonstrate that the value of energy unit (MJ) differs according to the source of energy (Table I). The most expensive is energy spent for human work, the cheapest is energy obtained from Diesel oil. It is also demonstrated that with a high share of mechanical work the total energy consumption of production of 1 m<sup>3</sup> wood increases and costs of energy unit decrease (Tabs. II, III). The higher the degree of mechanization (expressed in %), the higher the increase in labor productivity than that in energy consumption. The results of research can serve as exact information for the decision-making on optimum production procedures in the Czechoslovak forestry.

forest machines; forest exploitation; wood transport; energy consumption; energy requirement

DEJMAL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Methodik der Beurteilung des Nutzungs- und Transportprozesses der Holzproduktion in der Forstwirtschaft hinsichtlich des Energieverbrauchs*. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 653-662.

Im Forstbetrieb wurde bisher der Energieverbrauch nach dem üblicherweise in Litern ausgedrückten Treibstoffverbrauch beurteilt. Solche Betrachtungsweise ist jedoch stark einseitig, weil im Verlauf des Nutzungs- und Transportprozesses der Holzproduktion außer dem Motorerdöl und Benzin auch andere Energiequellen verbraucht werden, vor allem Futtermittel für Gespanne und Nahrungsmittel für Waldarbeiter. Angesichts der Tatsache, daß in gegenwärtiger Zeit Nahrungs- und



Futtermittel strategische Rohstoffe geworden sind, ist es notwendig sie in Kalkulationen der energetischen Ansprüchigkeit einzelner Produktionsverfahren einzubeziehen. Der Verfasser hat eine Methodik ausgearbeitet, die die Ermittlung der Gesamtmenge an Energie erlaubt, die direkt für die Produktion von 1 m<sup>3</sup> Holz aufgewandt wurde. Die Anwendung der Methodik hat der Verfasser anhand der Beurteilung der energetischen Ansprüchigkeit von vier Produktionsverfahren illustriert, wo die erste Variante die niedrigste Stufe der Mechanisation der Arbeiten darstellt (Handarbeit mit der Einmannmotorsäge und Rücken mit Pferdegespann), die vierte hingegen die höchste (Tätigkeit des Harvesters und der Bringungsgarnitur). Die notwendigen Studien hat der Verfasser anhand eines theoretischen Modells eines Bestandes durchgeführt, das die Gleichheit der Produktionsbedingungen für alle erwogenen Alternativen garantiert.

Die gewonnenen Ergebnisse beweisen vor allem, daß die Energieeinheit (MJ) je nach der Energiequelle verschiedenen Wert hat (Tabelle 1). Die teuerste ist die auf menschliche Arbeit aufgewendete Energie, die billigste ist die Energie aus Motordöl. Der Verfasser beweist auch, daß mit steigendem Anteil an mechanisierter Arbeit der Gesamtverbrauch an Energie für die Herstellung von 1 m<sup>3</sup> Holz steigt, während die Kosten je Energieeinheit sinken (Tabelle II, III). Mit dem Grad der Mechanisation steigt jedoch (ausgedrückt in %) die Arbeitsproduktivität schneller als der Energieverbrauch. Die Forschungsergebnisse können als exakte Grundlage bei der Entscheidung über optimale Produktionsverfahren in der Forstwirtschaft der CSSR dienen.

Forsttechnik; Forstnutzung; Holztransport; Energieverbrauch; energetische Ansprüchigkeit

DEJMAL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *La méthode d'estimation du processus d'exploitation et de transport de la production du bois dans la sylviculture du point de vue de la consommation de l'énergie*. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 653-662.

Dans l'exploitation forestière on évaluait jusqu'à présent la consommation de l'énergie selon la consommation des carburants, exprimée généralement en litres. Une telle estimation est bien unilatérale, parce que au cours du processus d'exploitation et de transport de la production du bois on consomme, outre le naphte pour moteurs et l'essence, également d'autres sources d'énergie, en premier lieu les fourrages pour la traction animale et les denrées alimentaires pour les ouvriers forestiers. Etant donné le fait qu'à l'état présent les denrées aussi bien que les fourrages deviennent des sources stratégiques de la matière première, il devient nécessaire de les englober dans les calculs concernant l'exigence énergétique des procédés de production particuliers. L'auteur a élaboré la méthode qui permet d'identifier le volume total d'énergie qui a été directement dépensée pour la production de 1 m<sup>3</sup> de bois. L'emploi de la méthode a été illustré par l'auteur pour évaluer l'exigence énergétique de quatre procédés de production, où la première variante représente le degré le plus faible de mécanisation des travaux (travaux manuels avec la scie à moteur à un homme et traînage avec chevaux) et où la quatrième variante est la meilleure (efficacité du harvester et du groupe de débardage). Les études nécessaires, l'auteur les a réalisées sur un modèle théorique de peuplement qui garantit l'identité des conditions de production pour toutes les alternatives envisagées.

Les résultats obtenus prouvent en premier lieu que l'unité d'énergie (UI) a un prix différent, selon la source d'énergie (tableau I). La plus chère est l'énergie engagée dans le travail et la moins chère est l'énergie provenant du naphte pour moteur. L'auteur prouve aussi qu'à mesure que la proportion du travail mécanisé croît, croît aussi la consommation totale de l'énergie, nécessaire à la production de 1 m<sup>3</sup> de bois et les frais par unité d'énergie s'abaissent (tableaux II et III). Avec le degré de mécanisation croît cependant (exprimée en %) la productivité du travail d'une manière plus marquée que la consommation de l'énergie. Les résultats de la recherche peuvent servir comme documents exacts pour les décisions relatives aux procédés de production optima dans l'économie forestière de la République socialiste tchécoslovaque.

technique forestière; exploitation forestière; transport du bois; consommation de l'énergie; demande énergétique

---

Adresa autora:

Prof. Ing. Jaroslav Dejmál, DrSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno

---

V. Petříček, Z. Domes, Z. Černý

PETŘÍČEK, V. — DOMES, Z. — ČERNÝ, Z. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Hodnocení prořezávkových technologických systémů*. Lesnictví, 28, 1982 (8): 663-672.

V rámci hlavního výzkumného úkolu Způsoby pěstování lesních porostů podle přírodních podmínek a respektování užitečných funkcí lesa byl v období 1976—1980 řešen dílčí úkol Technologické postupy výchovných zásahů v mladých porostech. Výsledkem řešení výzkumného úkolu bylo zhodnocení použitelnosti mechanizačních prostředků v rámci jednotlivých technologií. Jako výraz systémového přístupu k problematice prořezávek byl zaveden pojem prořezávkové režimy a vypracována soustava jedenácti prořezávkových režimů pro smrkové porosty. Režimy jsou vždy vázány na použité kritérium optimálního vývoje porostu v období jeho mládí; byla stanovena tři kritéria optimality formulovaná do konkrétních požadavků. Definování prořezávkových režimů bylo východiskem pro vymezení soustavy technologických systémů prořezávek. Byly vypracovány technologické systémy prořezávek, zajišťujících jen výchovnou funkci prořezávek a systémy, které umožňují a zabezpečují uživatelskou použitelnost prořezávkové biomasy. Byly zhodnoceny současné technologie uplatňované v prořezávkách a vytyčena reálná možnost aplikace strojní technologie s použitím víceoperačního stroje, pracujícího na netradičním principu. Stroj sdružuje operace kácení, štěpkování a vyklízování v jedinou integrovanou operaci, tj. rozštěpkování stojících stromků s kontinuální pneumatikou dopravou zelených štěpk do vyklápečího přívěsu. Jsou obecně shrnuty přednosti navrhované alternativy strojní technologie a možnosti její aplikace v podmínkách lesního hospodářství ČR.

technika lesnická; prořezávky; technologické systémy

Prořezávkami vylučované stromové reprezentuje specifickou formu rostlinné biomasy, jejíž využití jako krmiva, suroviny pro chemické zpracování a jako energetického zdroje je v současné době předmětem výzkumného řešení i poloprovozního ověřování v souvislosti s obtížným zajišťováním výživy lidstva i jeho energetické spotřeby z tradičních zdrojů. Záměrná tvorba nedřevnaté biomasy se však prozatím nepočítá ani do ostatních užitečných funkcí lesa. Podle známých vývojových trendů je však třeba očekávat, že již v blízké budoucnosti dojde ke společenskému požadavku na rozšíření věcné náplně lesní výroby od produkce dřeva a ostatních užitečných funkcí k produkci rostlinné biomasy.

## PROBLEMATIKA

Rozšíření produkčního zaměření lesa vyvolává nároky na teoretické, metodické a technicko-technologické aspekty záměrného ovlivňování tvorby a zužitkování klasických i nových užitečných hodnot a užitečných funkcí. Vystává potřeba postupného řešení řady nových dílčích problémů.

V období 1976—1980 byl v ČSR řešen hlavní výzkumný úkol Způsoby pěstování lesních porostů podle přírodních podmínek a respektování užitečných funkcí lesa. Součástí byl též dílčí výzkumný úkol Technologické postupy výchovných zásahů v mladých porostech. Cílem tohoto úkolu bylo zhodnocení použitelnosti mechanizačních prostředků v rámci jednotlivých technologických systémů v prořezávkách a stanovení technologických systémů v prořezávkách a hlavních zásad jejich hodnocení. V neposlední řadě byla též řešena problematika zpřístupňování mladých porostů a stanovení technicko-technologických požadavků na prořezávkový stroj ve vývojové etapě.

Období prořezávkových zásahů je konvenčně vymezeno intervalem, jehož počátek je dán utvářením bočního zápoje mezi původně nezávisle rostoucími jedinci nárostů a kultur a dosažením dimenzí hroubí u většiny vylučovaného stromoví. V tomto období produkční schopnost průměrných stanovišť umožňuje růst velkého počtu jedinců. Pokud by smrkové prořezávkové porosty byly orientovány na tvorbu rostlinné biomasy, bude možno získat z jednoho ha 60 až 90 m<sup>3</sup> stromové biomasy za celé období prořezávek. Současná teorie a praxe je zaměřena na minimalizaci prořezávkové výtěže. Proto se snížily až na hranici únosnosti počty vysazovaných sazenic a redukce přirozených nárostů se provádí co nejdříve. Za těchto podmínek se objem prořezávek pohybuje v úhrnu v rozpětí od 2 do 6 m<sup>3</sup>, avšak může být i nulový. Při tak výrazném rozdílu mezi potenciálním a uplatňovaným využitím produkční schopnosti lesní půdy v nejmladších vývojových stadiích lesních porostů vyvstává oprávněná otázka, jakými hledisky se řídit při obhospodařování konkrétního segmentu lesa. Systémový přístup k tomuto problému vede k diferenciaci, jejímž výsledkem je vymezení soustavy prořezávkových režimů v závislosti na použitém kritériu optimálního porostního vývoje, způsobu vzniku mladého porostu a na růstových poměrech.

Dosud vypracované výchovné programy pro mladé jehličnaté porosty v hlavních souborech lesních typů nepředpokládají ani potenciální zájem o produkci a využití prořezávkové biomasy, ani neuvažují se všemi aspekty přírodně porostních poměrů, které významně ovlivňují prořezávkové technologie. Jak bylo výše uvedeno, krmivová, energetická a mechanicko-chemická využitelnost biomasy mladých lesních porostů je již v blízké perspektivě a tudíž je nezbytné přihlédnout k této skutečnosti při technologické diferenciaci. Z toho vyplývají dva praktické důsledky, a to zavedení pojmů prořezávkové režimy a technologické systémy prořezávek.

## VÝSLEDKY

### PROŘEZÁVKOVÉ REŽIMY

Prořezávkový režim označuje, podobně jako výchovný program, kvantitativně, časově a kvalitativně definovanou posloupnost prořezávkových zásahů. Zavedení nového termínu bylo vhodné proto, že systémový přístup k prořezávkám, pojatým nejen jako proces výchovy, ale i jako proces využití určité formy lesní produkce, vede k natolik odlišné kategorizaci prořezávkových cílů a postupů, že nemůže být řešen jen rozšíře-

ním již zmíněných výchovných programů. Dalším metodicky významným rozdílem je i to, že technologická závislost na terénních a jiných přírodních vlivech, která je do výchovného programu promítána alespoň rámcově, je u prořezávkových režimů řešena až v rámci nadstavbových technologických systémů, protože souvisí mnohem více s aspekty zužitkování než s výchovnou funkcí zásahů.

Režimy jsou vždy vázány na použité kritérium optimálního vývoje porostu v období jeho mládí; celkem jsou tři kritéria optimality formulovaná do požadavků: a) minimalizace objemu a intenzity pěstební péče při zachování přijatelné výše a kvality mýtní zásoby; b) dosažení optimálního celkového průměrného přírůstu kmenové hmoty při zachování nezbytné stability porostního vývoje; c) maximalizace produkce a zužitkování stromové biomasy při zachování přijatelného objemu (podílu) dřeva pro konstrukční a mechanické použití.

Každé z těchto kritérií je třeba vztahovat k růstovým poměrům, způsobu vzniku porostu, druhové skladbě a dalším přírodním a porostním faktorům.

Růstové poměry jsou členěny podle produkční schopnosti stanoviště, míry ohrožení porostní stability abiotickými vlivy a s ohledem na vliv zabuření na počáteční vývoj založení porostu.

Protože smrkové porosty představují v současnosti i cílově převážnou část našeho lesního fondu, byly studovány jen smrkové porosty čisté nebo s podružnou příměsí. Pro smrkové porosty bylo takto vymezeno celkem 11 prořezávkových režimů. Jejich vztah k diferencujícím činitelům uvádí tabulka I.

O vztahu mezi prořezávkovými režimy a běžně používaným termínem výchovné programy lze říci, že výchovné programy jsou konstruovány podle jiného pořadí priorit, než odpovídá systémovému pojetí komplexu: kritérium optimality porostního vývoje, rozložení kritéria optimality do dílčích kritérií jednotlivých etap porostního vývoje, pěstební metody naplňování etapových kritérií, technické prostředky a technologie pro realizaci etapových pěstebních metod, závislost realizačních technických prostředků a technologií na přírodních a porostních parametrech a na technickém řešení prostředků.

Prořezávkové režimy jsou výslednicí vztahů mezi prvními třemi prvky výše uvedené posloupnosti. To znamená, že technicko-technologická realizace je řešena až v nadstavbových technologických systémech, protože souvisí mnohem více s aspekty zužitkování, než s tzv. výchovnou funkcí zásahů.

Definování prořezávkových režimů je východiskem pro vymezené soustavy technologických systémů prořezávek.

## TECHNOLOGICKÉ SYSTÉMY PROŘEZÁVEK

Technologický systém představuje určitou posloupnost jednotlivých operací v rámci prořezávkového zásahu, realizovanou konkrétní kombinací pracovních a technických prostředků a postupů.

Jelikož na obsah a druh technické realizace prořezávky má rozhodující vliv rozhodnutí o zpracování nebo nevyužití prořezávkového materiálu, jsou technologické systémy členěny do dvou základních řad:

| Růstové poměry | Způsob vzniku porostu                                                  |     |     |                                                                                 |     |      |
|----------------|------------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------|-----|------|
|                | umělá obnova neovlivněná<br>podstatně dodatečnou<br>obnovou přirozenou |     |     | přirozená obnova nebo umělá,<br>ale významně ovlivněná<br>dodatečnou přirozenou |     |      |
|                | kritérium zaměření prořezávkového období                               |     |     |                                                                                 |     |      |
|                | MN                                                                     | OK  | MX  | MN                                                                              | OK  | MX   |
| E              | R-0                                                                    |     |     |                                                                                 |     |      |
| Nn+            | R-1                                                                    | R-3 | R-5 | R-7                                                                             | R-8 | R-10 |
| Nn-            | R-2                                                                    | R-3 | R-5 | R-7                                                                             | R-8 | R-10 |
| Ne+            | R-1                                                                    | R-4 | R-6 | R-7                                                                             | R-9 | R-11 |
| Ne-            | R-2                                                                    | R-4 | R-6 | R-7                                                                             | R-9 | R-11 |

- MN — požadavek minimalizace objemu a frekvence pěstební péče při zachování přijatelné výše a kvality mýtní zásoby;  
 OK — požadavek optimalizace celkového průměrného přírůstu kmenové hmoty při zachování nezbytné porostní stability;  
 MX — požadavek maximalizace produkce a využití stromové biomasy při zachování přijatelného podílu dřeva pro konstrukční a mechanické užití;  
 E — porosty na stanovištích s extrémně nízkou produkční schopností bez ohledu na půdní nebo klimatickou podmíněnost;  
 Nn — ostatní porosty v polohách neohrožených periodickým výskytem těžkého vlhkého sněhu nebo ledu;  
 Ne — ostatní porosty periodicky ohrožené vlhkým sněhem nebo ledem  
 — — porosty s malým vlivem buňeně ve stadiu obnovy;  
 + — porosty s významným vlivem buňeně ve stadiu obnovy.

řada V — zahrnuje systémy, které zajišťují jen výchovnou funkci prořezávek,

řada Z — pro systémy, které umožňují a zabezpečují užitkovatelnost prořezávkové biomasy.

Schematický přehled náplně obou řad podává tabulka II.

#### TECHNOLOGICKÉ ZPŘÍSTUPNĚNÍ PROŘEZÁVKOVÝCH POROSTŮ

Jednotlivé technologické systémy prořezávkových zásahů různým způsobem závisí na zpřístupnění porostů, tj. na tvaru, velikosti, uspořádání pracovních polí a směrovém i sklonovém vedení a stavebním provedení jízdných drah operujících technických prostředků. Z toho vyplývá, že zpřístupnění má těsný vztah k prořezávkovým režimům. Tento vztah se neomezuje na specifické rozdíly mezi technologiemi pro prořezávky jen výchovné a pro prořezávky plnicí i funkci přisvojování biomasy vylučovaného porostu. Promítá se do diferencované intenzity zpřístupňovacích zásahů v jednotlivých vývojových fázích mladých porostů prořezávkového věku. Všeobecně platí, že při zaměření na využití vylučované hmoty



II. Technologické systémy prořezávek zajišťující jen výchovnou funkci prořezávek (řada V) a technologické systémy, které umožňují užitkovatelnost prořezávkové biomasy (řada Z). — Technological systems of cleanings, providing only a tending function of cleanings (series V) and technological systems enabling to make use of all biomass from cleanings (series Z)

| Označení systému                                                                                                                                                                                                      | Náplň                                                                                                                 | Technická realizace                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| V.1.r                                                                                                                                                                                                                 | oddělení vylučovaných jedinců, zkrácení na kusy vhodné k uložení na povrchu půdy k přirozenému rozpadu přímo na místě | ručně                                |
| V.2.r                                                                                                                                                                                                                 | totéž, ale s vyklizením na deponia, vzdálenost vynášení do 10 m                                                       | ručně                                |
| V.1.m                                                                                                                                                                                                                 | mechanizované provedení náplně k V.1.r                                                                                | JMP nebo motomačeta, vynášení ručně  |
| V.2.m                                                                                                                                                                                                                 | mechanizované provedení náplně k V.1.m                                                                                |                                      |
| V.CH.r<br>V.CH.m                                                                                                                                                                                                      | chemické prořezávky selektivní arboricidy                                                                             | — ruční postřik<br>— strojní postřik |
| Pro všechny systémy řady platí, že rozčlenění má funkci výlučně nebo převážně orientační. Volba individuálního výběru nebo schematického zásahu je předurčena režimem prořezávky, v jehož rámci se zásah uskutečňuje. |                                                                                                                       |                                      |
| Z.1.rm                                                                                                                                                                                                                | oddělení vylučovaných jedinců, vyklizení v celých délkách na rozčl. linii a uložení bez úprav                         | ručně                                |
|                                                                                                                                                                                                                       | přiblížení volně uloženého materiálu traktorem s drapákem                                                             | traktor s drapákem                   |
| Z.1.mm                                                                                                                                                                                                                | jako u Z.1.rm, ale kácení:                                                                                            | JMP nebo motomačeta                  |
| Z.2.rm<br>Z.2.mm                                                                                                                                                                                                      | jako u Z.1.rm a Z.1.mm, ale:                                                                                          | traktor pro úvazk. přibližování      |
| Z.X.1                                                                                                                                                                                                                 | oddělení jedince a mechanické zpracování probíhá současně, štěpky nebo drť se ponechává na místě                      |                                      |
| Z.X.2                                                                                                                                                                                                                 | jako u Z.X.1, ale materiál je dopravován k užitkování                                                                 |                                      |

se hlavní váha zásahu posouvá do pozdějšího vývojového období, které poskytuje z jednotky porostní plochy podstatně více stromové hmoty při menší pracnosti a nákladovosti na jednotku objemové nebo hmotnostní výtěže ( $\text{m}^3$ , kg apod.). V tabulce III je uvedena výtěž prořezávkové biomasy v jednotlivých režimech.

#### PROŘEZÁVKOVÉ TECHNOLOGIE, SOUČASNÝ STAV A PERSPEKTIVY

Pomineme-li prořezávkové technologie založené na chemizaci, je možno charakterizovat technologie konané mechanickým způsobem s ohledem na technickou úroveň, schopnost provádět různé druhy pro-

III. Celková výtěžnost prořezávkové biomasy v jednotlivých prořezávkových režimech z 1 ha plochy. — Total produce of biomass from cleanings in different cleaning regimes per 1 ha area

| Režim | Celková výtěž za období prořezávek |                                          | Modelový počet zásahů | Průměrná výtěž z jednoho zásahu m <sup>3</sup> |
|-------|------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------|
|       | strom. objem m <sup>3</sup> celkem | z toho v rámci zpřístupnění (rozčlenění) |                       |                                                |
| R-1   | 6                                  | až v období probírek                     | 2                     | 3,0                                            |
| R-2   | 4,5                                | až v období probírek                     | 1                     | 4,5                                            |
| R-3   | 39                                 | 13                                       | 2                     | 19,5                                           |
| R-4   | 2                                  | až v období probírek                     | 1                     | 2,0                                            |
| R-5   | 57                                 | 7                                        | 4                     | 14,2                                           |
| R-6   | 89                                 | 7                                        | 4                     | 22,2                                           |
| R-7   | 11                                 | 1                                        | 4                     | 2,7                                            |
| R-8   | 36                                 | 1                                        | 4                     | 9,0                                            |
| R-9   | 9                                  | 1                                        | 4                     | 2,2                                            |
| R-10  | 60                                 | 7                                        | 4                     | 15,0                                           |
| R-11  | 92                                 | 7                                        | 4                     | 23,0                                           |

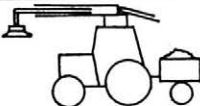
závkových zásahů a prvotní zpracování vylučovaných jedinců. V tabulce IV je uveden přehled prořezávkových technologií, jak se v tuzemsku a zahraničí ustálily a možný výhled s použitím víceoperačních strojů.

Manuální technologie je založena na použití ručního nářadí, vylučování jedinci se pouze skácejí a ponechají v porostu. Podíl této technologie u Státních lesů ČSR činí přibližně 10 %.

Motomanuální technologie je v tuzemsku a zahraničí naprosto převládající, je založena na použití ručních strojů — jednomužných benzínových řetězových pil a křovinořezů. Při této technologii se stromky kácejí, popř. rozřezají na 2—3 kusy a ponechají v porostu k přirozenému rozpadu. Jednomužné pily a křovinořezy jsou použitelné pro všechny způsoby zásahu, a to i v extrémních terénních podmínkách; jsou však velmi častým zdrojem úrazů obsluhy a jsou hygienicky závadné. Je všeobecně známé škodlivé působení vibrací, hluku a výfukových zplodin na lidský organismus. Výkonnost ručních strojů kromě jiného závisí především na fyzické zdatnosti obsluhy a intenzitě práce. Uvedená technologie je u Státních lesů ČSR zastoupena 88 %.

Motomanuálně strojní technologie je kombinací použití strojů ručních (jednomužných pil) pro selektivní výběr mezi pruhů a strojů poháněných a nesených traktorem, jež jsou určeny pro tvorbu pruhů (koridorů) při schematických nebo kombinovaných zásazích. Jejich konstrukční řešení neumožňuje sběr a koncentraci vylučovaných jedinců nebo prvotního produktu zpracování — zelených štěpek, které zůstávají v porostu jako organické hnojivo. V ČSR byly ověřovány různé importované typy strojů nesených traktorem, které se však nerozšířily.

Ze zhodnocení dosavadních technologií v prořezávkách vyplývá, že pokud by se prováděly motomanuálním způsobem všechny operace, tj.

| Označení | Operace                                                                           |     |     |     | Podíl<br>v % | Získaný<br>produkt                           | Způsob<br>zásahu                         | Transport | Způsob<br>zužitkování                                                |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|--------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------|
|          | K                                                                                 | V   | P   | Š   |              |                                              |                                          |           |                                                                      |
| Ma       |  | ne  | ne  | ne  | 10           | ne                                           | selektivní<br>schematický<br>kombinovaný | ne        | ne                                                                   |
| MoMa     |  | ne  | ne  | ne  | 88           | ne                                           | selektivní<br>schematický<br>kombinovaný | ne        | ne                                                                   |
| MoMaS    |  | ne  | ne  | ano | 2            | ne                                           | selektivní<br>schematický<br>kombinovaný | ne        | organické hnojivo                                                    |
| S        | ano                                                                               | ano | ano | ano | >1985        | ano<br>zelené<br>štěpky<br>72-87 %<br>zeleně | selektivní<br>schematický<br>kombinovaný | ano       | 1. krmení zvířat<br>2. mech. a chem.<br>zpracování<br>3. energ. účel |
|          |  |     |     |     |              |                                              |                                          |           |                                                                      |

Ma .. - manuální

MoMa - motomanuální

MoMaS - motomanuálně strojní

S - strojní

K - kácení P - přibližování

V - vyklízování Š - štěpkování

# 1. Prořezávkové technologie (současný stav a výhled). — Cleaning technologies (current state and outlooks)

kromě kácení také vyklízování, přibližování a štěpkování, pak právě pohyb stromků po kácení a štěpkování je hlavním nositelem efektivity. Tak ze 100 % času potřebného pro výrobu 1 m<sup>3</sup> zelených štěpek připadá na kácení 2—9 %, vyklízování a přibližování 37—40 % a štěpkování 6 až 10 %.

Z uvedeného vyplývá, že podstatného snížení pracnosti a zlepšení efektivity lze očekávat pouze u vyšších forem mechanizace prořezávek zaručujících integraci prořezávkových operací strojem harvestorového typu s možností prvotního zpracování vylučovaných jedinců a koncentrace produktu.

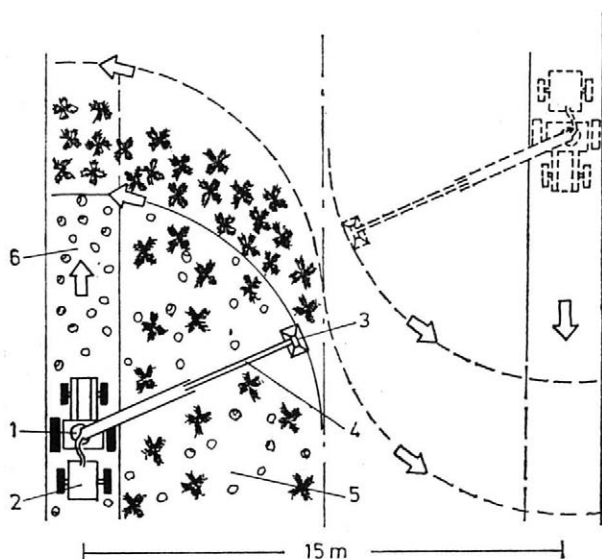
V tabulce IV ve spodní části je znázorněna strojní technologie jako jedna z reálných perspektiv. Navržená strojní technologie je založena na použití víceoperačního prořezávkového stroje, jehož princip je nekonvenční. Stroj sdružuje operace kácení, štěpkování a vyklízování v jedinou integrovanou operaci, tj. rozštěpkování stojících stromků s kontinuální pneumickou dopravou zelených štěpek do vyklápěcího přívěsu.

Na základě teoretického výzkumu konaného katedrou lesnické mechanizace a opravárenství lesnické fakulty VŠZ v Brně a na základě ověření funkčního modelu stroje je možno obecně shrnout přednosti nové strojní technologie v prořezávkách takto:

1. Integrovaní základních operací zaručuje, že v tomtéž čase probíhá skácení stromku, rozštěpkování stromku, vyklížení z porostu, koncentrace a uložení do přívěsu. Přibližování probíhá současně s pracovními jezdby stroje.

2. Vyloučení namáhavé fyzické práce dělníků, rizika úrazovosti, škodlivých účinků stroje a prostředí na člověka.

3. Nižší pracnost a úspora pracovních sil.



- 1- prořezávkový stroj  
2- jednoosý přívěs  
3- štěpkovací hlavice

- 4- teleskopický vyložík s pneumatickou dopravou štěpek  
5- selektivní zásah  
6- přibližovací linka

2. Pracovní postup prořezávkového stroje. — Operation of a cleaning machine

4. Možnost mechanizovaného provádění všech druhů prořezávkových zásahů: selektivních, řadových, pruhových a kombinovaných, a to za použití jednoho stroje.

5. Získaná biomasa je velmi čistá, prostá mechanických nečistot vzhledem k tomu, že při zpracování se stromek nedotkne země a není po ní vlečen.

Pracovní postup prořezávkového víceoperačního stroje je patrný ze schématu na obr. 1.

Technologie, které zahrnují zpracování a transport štěpek získaných z mladých porostů jsou omezeny sklonovými poměry a překážkami na povrchu půdy. Na základě rozboru terénních poměrů a klimatických a typologických charakteristik hlavních oblastí lesů ČR je možno konstatovat, že výskyt půd s významnými překážkami a půd, u kterých nelze najít období přiměřené únosnosti, je relativně malý, nepřesahuje 5 %. Rozhodující je tedy podíl ploch o sklonech do 25 %, resp. do 40 %. Podle předběžných výsledků terénní typizace je těchto ploch asi 70 %, resp. 85 %. Odečteme-li polohy ohrožené sněhem a ledem, zbývá 45 %, resp. 60 % rozlohy lesů. Relativně významným činitelem je i druhová skladba prořezávkových porostů. V současné době je i smrk cílovou a převažující dřevinou u 60 % rozlohy prořezávkových porostů, zatímco borovice u 18 % a listnaté dřeviny u 21 %. Z celkové výměry 400 000 ha prořezávkových porostů by tedy bylo možno aplikovat režimy zaměřené na využití biomasy na 14 000 až 20 000 ha ročně.

Došlo dne 27. 1. 1982

- ČERNÝ, Z.: Příspěvek k použitelnosti mechanizačních prostředků při provádění výchovných zásahů v mladých smrkových porostech. 1979, VŠZ, Brno, KDP, s. 132
- DOMES, Z.: Technicko-ekonomické hodnocení technologických systémů prořezávek v ČSR. ÚHÚL Frýdek Místek, 1980, s. 26
- DOMES, Z.: Technologické zásady zpřístupnění prořezávkových porostů. Frýdek Místek, ÚHÚL, 1980, s. 7
- DOMES, Z.: Současná a perspektivní úloha prořezávek v procesu reprodukce lesa a užitků poskytovaných lesem. Frýdek Místek, ÚHÚL, 1981, s. 11
- HÄGGLUND, B.: Treatment of Young Stands. IUFRO Joint Meeting, Wageningen, 1974
- CHROUST, L.: Projekt diferencované porostní výchovy. Lesnický průvodce VÚLHM č. 3, 1976
- JURČA, J. a kol.: Racionalizace výchovy mladých lesních porostů. VŠZ Brno, 1975, s. 154
- OSVALD, H.: Aspects biologiques et ecologiques du traitement des jeunes peuplements. IUFRO Joint Meeting, 1974, Wageningen
- PETRÍČEK, V. — ČERNÝ, Z.: Technologické postupy výchovných zásahů v mladých porostech. Záv. zpr. VÚ C 16-331-027-04, 1980, Brno, s. 73
- PETRÍČEK, V.: New Method of Mechanization in Young Coniferous Stands with special regard to Utilization of Biomass. XVII IUFRO World Congress, 1981, Kyoto, Japan, s. 10
- PETRÍČEK, V.: Příspěvek k problematice mechanizace prořezávek. Vědecká konference VÚLHM VS Křtiny, 1981, s. 6
- PETRÍČEK, V. — ČERNÝ, Z.: Aktuální otázky mechanizace výchovy mladých lesních porostů. Studijní informace VŠZ, 1974, s. 8
- PLÍVA, K.: Diferencované způsoby hospodaření v lesích ČSR. SZN Praha, 1980, s. 211
- PLÍVA, K.: Návrh diferenciacie způsobu výchovy porostů, Brandýs n. L. ÚHÚL, 1977

ПЕТРШИЧЕК, В. — ДОМЕС, З. — ЧЕРНЫ, З. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Оценка технологических систем прореживания. Lesnictví, 28, 1982 (8): 663-672.

В рамках главного научно-исследовательского задания Способы выращивания лесных насаждений в соответствии с природными условиями и с учетом полезных функций леса в период 1976—1980 гг. решалось частное задание Технологические процессы ухода за молодыми лесонасаждениями. Результатом решения научно-исследовательского задания была оценка применимости средств механизации в рамках отдельных технологий.

Как выражение системного подхода к проблематике рубок ухода было введено понятие режимы прореживаний и разработана система одиннадцати режимов прореживания для ельников. Режимы всегда обусловлены примененным критерием оптимального развития насаждения в его раннем возрасте; установлены три критерия оптимальности, сформулированные в конкретных требованиях. Определение режимов прореживания было исходом для определения системы технологических методов прореживания. Разработаны технологические системы прореживаний, обеспечивающих лишь воспитательную функцию рубок ухода, и системы, позволяющие и обеспечивающие использование биомассы прореживаний. Оценены современные технологии, применяемые при прореживаниях, и определена реальная возможность применения машинной технологии с использованием многооперационной машины, работающей на нетрадиционном принципе. Машина объединяет операции рубки, производства щепы и трелевки в одну интегрированную операцию, т.е. разделка молодых деревьев на корню на щепу с поточным пневматическим транспортом зеленой щепы в самосвальную тележку. Подытожены преимущества предлагаемого варианта машинной технологии и возможности ее применения в условиях лесного хозяйства ЧСР.

техника лесная; прореживания; технологические системы



PETŘÍČEK, V. — DOMES, Z. — ČERNÝ, Z. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Evaluating Technological Systems of Cleanings*. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 663-672.

A partial task Technological Procedures of Tending Measures in Young Forest Stands was solved in the period 1976—1980 as a part of the main research task Methods of Tending Forest Stands according to Natural Conditions and Respecting of Utility Functions of the Forest. The result of the solution to the research task was the evaluation of applicability of forest machines within different technologies.

The problems of cleanings were solved by a system approach, the term "cleaning regimes" was introduced and a system of eleven cleaning regimes for spruce stands was elaborated. The regimes are always related to the used criterion of the optimum development of young forest stand; three criteria of optimum development were determined and formulated as concrete requirements. Cleaning regimes had been defined and then a system of cleaning technologies was delimited. Technological systems of cleanings were devised, providing only a tending function of cleanings, and systems enabling and securing the processing of all biomass from cleanings.

Technologies used currently for cleanings were evaluated, and realistic possibilities of applying machine technology using a multi-operational machine operating on a non-traditional principle were expressed. By the machine the operations of felling, chipping and wood extraction are combined in an integrated operation, i. e. the chipping of standing trees and continual pneumatic transport of green chips in a tipping trailer. Advantages of the devised alternative of machine technology and its possible applications to the conditions of the forestry of the CSR have been summed up in general.

forest machines; cleanings; technological systems

PETŘÍČEK, V. — DOMES, Z. — ČERNÝ, Z. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Die Einschätzung technologischer Läuterungssysteme*. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 663-672.

Im Rahmen des Hauptforschungsauftrags „Arten waldbaulicher Behandlung von Waldbeständen nach Naturbedingungen und Respektierung der nützlichen Funktionen des Waldes“ wurde im Zeitraum 1976—1980 die Teilaufgabe „Technologische Verfahren von Erziehungseingriffen in Jungbeständen“ gelöst. Das Ergebnis der Lösung des Forschungsauftrags stellte die Einschätzung der Anwendbarkeit von Mechanisationsmitteln im Rahmen einzelner Technologien dar.

Als Ausdrucks des Systemzutritts zur Problematik der Läuterungen wurde der Begriff von Läuterungsregimen eingeführt und es wurde ein System von elf Läuterungsregimen für Fichtenbestände erarbeitet. Die Regimes sind stets auf das angewandte Kriterium der optimalen Entwicklung des Bestandes im Zeitraum seiner Jugend gebunden; es wurden drei Kriterien der Optimalität festgesetzt, die in konkreten Anforderungen formuliert wurden. Die Definition von Läuterungsregimen stellte den Ausgangspunkt für die Abgrenzung des Systems technologischer Läuterungsverfahren dar. Es wurden technologische Läuterungssysteme erarbeitet, die die Nutzbarmachung der Biomasse von Läuterungen ermöglichen und sichern. Es wurden gegenwärtige in Läuterungen angewandte Technologien bewertet und es wurde die reale Möglichkeit der Applikation maschineller Technologie unter Anwendung einer Mehroperationsmaschine aufgestellt, die auf nichttraditionellem Prinzip arbeitet. Die Maschine vereinigt die Operationen Fällen, Spanproduktion und Bringung in eine integrierte Operation, d. h. Verarbeitung stehender Bäume zu Spänen mit kontinuierlichem pneumatischem Transport der grünen Späne in den Kippanhänger. Es werden allgemein die Vorzüge der vorgeschlagenen Alternative der maschinellen Technologie zusammengefaßt sowie auch die Möglichkeiten ihrer Applikation unter den Bedingungen der Forstwirtschaft der CSR.

Forsttechnik; Läuterungen; technologische Systeme

---

#### Adresa autorů:

Prof. Ing. Vsevolod Petříček, DrSc., Ing. Zdeněk Domes, Ing. Zdeněk Černý, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno

---

V. Petříček, J. Pernica

PETŘÍČEK, V. — PERNICA, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Teoretické předpoklady konstrukce prořezávkového stroje*. Lesnictví, 28, 1982 (8): 673 — 682.

Ideově byl navržen víceoperační prořezávkový stroj charakterizován nekonvenčním principem činnosti, tj. operace kácení, štěpkování a vyklízování se sdružují v jedinou integrovanou operaci, a to rozštěpkování stojících stromků s kontinuální pneumatickou dopravou zelených štěpek do přívěsu taženého vlastním strojem. Prořezávkový stroj je určen především pro jehličnaté porosty. Byly vypracovány základní technologické požadavky na víceoperační stroj. Návrh konstrukce a příslušné výpočty prokazují reálnou možnost splnění technologických požadavků. Prioritu konstrukčních návrhů funkčních částí prořezávkového stroje potvrzuje udělení autorských osvědčení (patentů). Byl vypracován návrh výpočtu příkonu na štěpkování včetně jeho experimentálního ověření na modelu štěpkovací hlavy. Byla provedena analýza příčné a podélné stability navrženého stroje, prokazující jeho schopnost pracovat v traktorových terénech. Byl vypracován postup pro výpočet výkonnosti prořezávkového stroje s vymezením technických a technologických faktorů, ovlivňujících výkonnost. Výsledky výzkumu jsou základním podkladem pro následný výzkum a vývoj konstrukce víceoperačního prořezávkového stroje a dále rozšiřují teoretické poznatky v oblasti možnosti aplikace víceoperačních strojů v mladých lesních porostech.

technika lesnická; víceoperační stroje; prořezávkový stroj; štěpkování; jehličnaté porosty

Výchovné těžební zásahy v mladých porostech se v celosvětovém měřítku téměř výhradně zajišťují pomocí jednomužných pil a křovinořezů; práce s těmito ručními a člověkem nesenými stroji je málo produktivní, velmi namáhavá, hygienicky závadná a nebezpečná. Následné operace, tj. vyklizení pokácených stromků, jejich soustředění, popř. rozštěpkování, se vůbec neuskutečňují.

Průzkum v rámci mezinárodního výzkumného programu Komplexní využití dřeva realizovaného členskými státy RVHP a průzkum v rámci specializovaných skupin mezinárodní organizace IUFRO prokázal, že celosvětově se většinou vůbec nevyužívají tenké stromky z prořezávek. Za hlavní příčinu tohoto nepříznivého stavu se především pokládá nedostatek vhodných strojů pro komplexní mechanizaci prací na vysoké technické a výkonnostní úrovni, vysoká pracnost při použití současných technologií, nedostatek pracovních sil a nízká prodejní cena produktu ve vztahu k vysokým výrobním nákladům.

Avšak program komplexního využití lesní biomasy v ČSSR předpokládá mimo jiné perspektivní zužitkování prořezávkového materiálu; konkrétní opatření v tomto směru jsou rozpracována v usnesení vlády z roku 1979 O programu využití odpadního dřeva v lesích.

V rámci hlavního výzkumného úkolu Teoretické základy techniky v lesním hospodářství s ohledem na biologický proces výroby byla v uplynulém období řešena na katedře lesnické mechanizace a opravárenství lesnické fakulty VŠZ v Brně samostatná etapa Výzkum technických a technologických parametrů prořezávkového stroje. Cílem řešení výzkumného úkolu bylo na základě teoretických zkoumání a experimentálního ověření vypracovat technické a technologické parametry prořezávkového stroje a ideový návrh stroje harvestorového typu, který by byl schopen sdruženým způsobem provést základní operace (kácení, štěpkování) a vyklizení dřevní suroviny na přibližovací linku a její kon-

centraci; měl by splňovat také biologické požadavky co do možnosti bežeškového vykonávání různých způsobů výchovných zásahů v mladých lesních porostech, tj. zásah selektivní, řadový, pruhový a kombinovaný.

Výsledky výzkumu poskytují základní teoretické předpoklady pro výzkum a vývoj prořezávkového harvestoru.

## PROBLEMATIKA

Biologickými aspekty výchovy v mladých lesních porostech ve vztahu ke způsobu provádění vlastních zásahů se zabývali četní autoři v zahraničí i tuzemsku. Hägglund (1974) podal na sympoziu IUFRO celosvětový přehled způsobů provádění výchovy a jejich zhodnocení; mimo jiné dospěl k závěru, že schematické výchovné zásahy neodpovídají přirozeným potřebám vývoje mladých porostů; čistě schematické zásahy mají za následek horší biologické výsledky.

Oswald (1974) zkoumal vliv různých způsobů prořezávek na přírůst; podle tohoto autora schematický způsob vede zpravidla k nižšímu přírůstu a intenzivní prořezávky mohou redukovat celý výnos.

Z biologického hlediska se dává přednost kombinovaným výchovným zásahům, které jsou charakterizovány pruhovou rozčleňovací sítí a selektivním výběrem na plochách mezi pruhy.

Kromě jednomužných benzínových pil a křovinořezů běžně používaných v prořezávkách se u nás i v zahraničí ověřovaly stroje nesené traktorem, vhodné výlučně pro tvorbu pruhů. U nás je nejznámější rotační sekačka typ RSB-631 (Rotorschneider), jejíž pracovní orgán je tvořen čtyřmi noži rotujícími ve vodorovné rovině; rozsekává stromky na kusy o velikosti 10–30 cm a ponechává je roztroušené na pruhu.

V NDR se používá stroj Rotorschlager OR 67, schopný nasazení v mladých jehličnatých porostech do tloušťky 7 cm a listnatých do tloušťky 5 cm v místě řezu.

U nás se ověřoval také drtič nehroubí Nicolas, jehož hlavní funkční částí je rotující buben, na jehož obvodu jsou výkyvně uložena kladiva; je schopen práce v porostech do tloušťky 7,5 cm.

V NSR se používají různé typy mulčovacích strojů Willibald o pracovní šířce 150 až 225 cm, které rozsekávají stromky do tloušťky 10 cm.

V Kanadě byl vyvinut stroj Muskeg s čelně neseným drticím zařízením.

Je známý též dánský stroj UG-W-1540 využívající principu rotačních kladiv. Společným charakteristickým rysem výše uvedených strojů je to, že jsou určeny pouze pro jeden způsob výchovného zásahu, a to pruhový. Za velkou nevýhodu stroje tohoto typu je možno pokládat skutečnost, že nedovolují shromažďování rozsekaných stromků jako základní předpoklad využití prořezávkového materiálu.

V SSSR byl vyvinut křovinořezný stroj CNII MPS tažený kolovým traktorem a určený pro pruhovou likvidaci křovin; stroj stromek ohne, uřízne v příslušné výšce, rozseká a rozptýlí po povrchu, popř. nafouká do přívěsu. Řezné orgány stroje jsou tvořeny dvěma kotoučovými pilami, sekačka je bubnová.

Firma Tervolan Konepaja Ky ve Finsku vyvinula a poloprovozně ověřila prototyp stroje s označením Pallari Busharvester. Stroj je určen pro pruhové zásahy v mladých porostech do tloušťky 10 cm na úřezu; je nesen kolovým traktorem a skládá se z řezného, podávacího a sekacího ústrojí. Pojezdem stroje dopředu se stromky na pruhu o šířce 250 cm odříznou a podávacím ústrojím usměrní do sekačky; štěpky z rozsekaných stromků se pneumaticky dopravují do přívěsu, který je jiným traktorem tažen a souběžně se přemísťuje vedle prořezávkového stroje. Šířka pruhu je tedy dána záběrem stroje a volným prostorem, nezbytným pro pojezd traktoru s přívěsem pro přepravu štěpek. Po-

honnou jednotkou stroje je šestiválcový motor Volvo TD67C o výkonu 110 kW (150 k) při 2400 ot. min<sup>-1</sup>.

Z analýzy současného stavu mechanizace prořezávek v celosvětovém měřítku vyplývá, že dosud nebyl vyvinut a ověřen prořezávkový stroj harvestorového typu, schopný vykonávat selektivní, řadový a pruhový zásah se současným štěpkováním a koncentrací vyrobeného produktu.

## VÝSLEDKY

Ideově byl navržen víceoperační prořezávkový stroj zabezpečující možnost provádění selektivních řadových a pruhových zásahů se současným vyklizováním a koncentrací rozštěpkovaných stromků. Stroj je charakterizován nekonvenčním principem činnosti, který záleží v tom, že se operace kácení, štěpkování a vyklizování sdružují v jedinou integrovanou operaci, tj. rozštěpkování stojících stromků s kontinuální pneumatickou dopravou zelených štěpek do přívěsu taženého vlastním strojem.

Ideový návrh prořezávkového stroje je schematicky znázorněn na obr. 1. Základ stroje tvoří kolový traktor (5) Zetor, řady 120. Účelová nástavba je umístěna na rámu (4) a skládá se ze základny hydraulického ramene (3), dvoudílného teleskopického výložníku (2), sekací hlavičky (1) a sacího ventilátoru (6); stroj přepravuje v závěsu jednoosý vyklápec (7) pro shromažďování zelených štěpek.

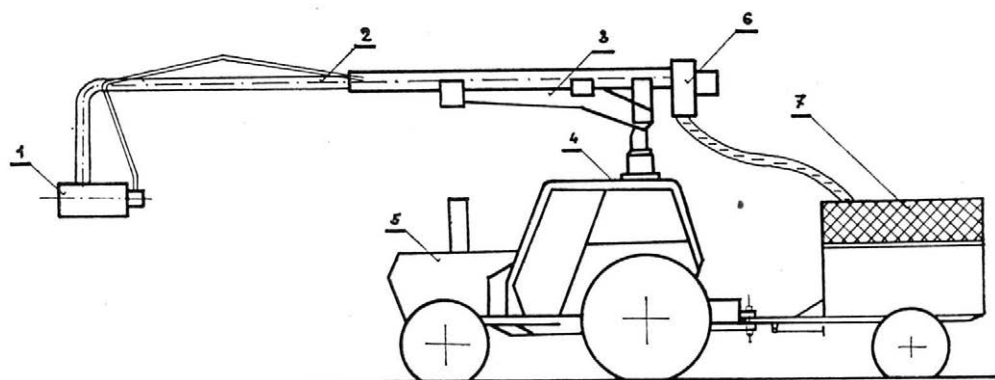
Navržená konstrukce stroje předpokládá jeho použití v jehličnatých porostech do výšky 7 m a tloušťce na pařezu do 10 cm. Boční dosah ramene teleskopického výložníku je 7,5 m. Šířka pracovních polí je dána dvojnásobkem účinného dosahu výložníku a činí 15 m.

Pro vlastní funkci stroje je velmi důležité teoretické propracování řezného ústrojí, stability stroje za různých podmínek a objasnění teoretických předpokladů výkonnosti stroje.

## ŘEZNÉ ÚSTROJÍ

Ideový návrh prořezávkového stroje předpokládá, že stromky se budou rozštěpkovávat v bubnové sekací hlavičce.

Pro výpočet řezné síly a příkonu na štěpkování bylo použito těchto závislostí.



1. Schéma ideového návrhu prořezávkového stroje. — Diagram of the conceptual design of the cleaning machine

Potřebná řezná síla na každém noži:

$$P_z = k_1 \frac{b}{\cos \alpha_2} \quad (\text{N}) \quad (1)$$

Celkový příkon na štěpkování:

$$N_z = \frac{Z_{stř} \cdot P_f \cdot v}{\eta} \quad (\text{W}) \quad (2)$$

kde:  $k_1$  — měrná řezná síla ( $\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ ),  
 $b$  — šířka řezu (m),  
 $Z_{stř}$  — průměrný počet současně pracujících nožů,  
 $v$  — řezná rychlost ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),  
 $\eta$  — účinnost převodů.

Průměrný počet současně pracujících nožů:

$$Z_{stř} = \frac{H_1 \cdot Z}{\pi \cdot D_1 \cdot \cos \alpha} \quad (3)$$

kde:  $H_1$  — tloušťka rozštěpkovaného materiálu (m),  
 $Z$  — celkový počet nožů na bubnu,  
 $D_1$  — průměr nožového bubnu (m),  
 $\alpha$  — úhel určující směr přísunu materiálu.

Při štěpkování kulatiny  $H_1 = d$ ,  $b_{stř} = \frac{\pi}{4} \cdot d$ ,

kde  $d$  — tloušťka kmene.

Rovnici (2) je možno po dosažení vyjádřit ve tvaru

$$N_f = \frac{k_1 \cdot H \cdot b \cdot z \cdot \omega}{2\pi \cdot \eta \cdot \cos \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2} \quad (4)$$

nebo

$$N_f = \frac{k_1 \cdot d^2 \cdot z \cdot \omega}{8 \cdot \eta \cdot \cos \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2} \quad (4)$$

kde:  $\omega$  — úhlová rychlost bubnu,  
 $\alpha_1$  a  $\alpha_2$  — úhly určující směr přísunu materiálu.

## STABILITA STROJE

Na stabilitu prořezávkového stroje má především vliv: hmotnost stroje a její rozložení, natočení výložníku hydraulické ruky vzhledem k podélné ose stroje, poloha stabilizačních opěr při práci stroje, dynamika pracovních pohybů, sklon terénu.

## Vstupní údaje

Při výpočtu příčné a podélné stability stroje byly použity tyto údaje:

Hmotnost

|                                | kg                  |       |
|--------------------------------|---------------------|-------|
| Traktor Z 12045 s nosným rámem | $M_T = 5720$        | $O_T$ |
| Sekací hlavice                 | $M_h = 190$         | $Q_h$ |
| Rameno                         | $M_z = 79,2$        | $Q_r$ |
| 1 m délky ramene               | $m_2 = 36$          | $q_r$ |
| 1 m délky výložníku            | $m_v = 26$          | $q_v$ |
| Výložník                       | $M_v = m_v \cdot L$ | $Q_v$ |



|                                          |                            |        |
|------------------------------------------|----------------------------|--------|
| Podíl hmotnosti návěsu na háku           | kg                         |        |
| návěs prázdný                            | $M_{n'} = 100$             | $Q'_n$ |
| návěs plný                               | $M_n = 500$                | $Q_n$  |
| Čelní pruhové sekací zařízení            | $M_s = 400$                | $Q_s$  |
| Výška těžiště                            | m                          |        |
| traktoru                                 | $h_T = 0,9$                |        |
| výložníku                                | $H = 4,0$                  |        |
| návěsu                                   | $h_n = 0,4$                |        |
| čelního sekacího zařízení                | $h_s = 0,3$                |        |
| Délky                                    | m                          |        |
| rameno výložníku                         | $l_r = 2,2$                |        |
| část ramene výložníku za osou otáčení    | $R = 0,4$                  |        |
| vzdálenost opěr                          | $l_{op} = 1,725 \cdot 2,6$ |        |
| dosah výložníku                          | $L_{max} = 7,5$            |        |
| Koeficient bezpečnosti                   | $k = 3$                    |        |
| Dynamický moment při vysouvání výložníku | $M_D = 600 \text{ Nm}$     |        |
| Dynamický moment při otáčení výložníku   | $M_{Da} = 3000 \text{ Nm}$ |        |

## Příčná stabilita stroje

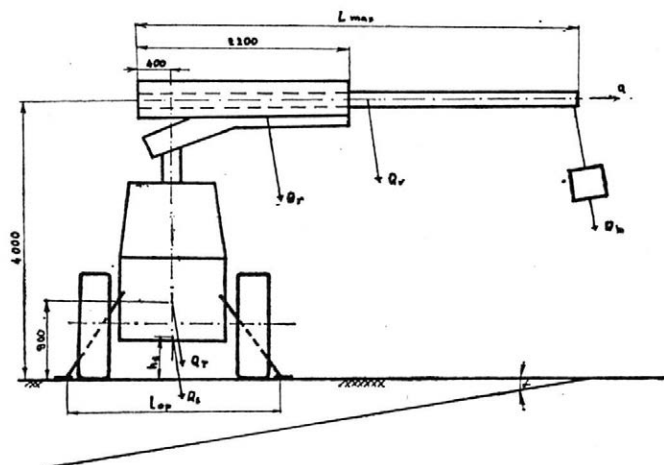
Schéma prořezávkového stroje pro výpočet příčné stability je znázorněn na obr. 2.

Základní rovnice stability:

$$Q_T \left( \frac{l_{op}}{2} - h_T \tan \alpha \right) + Q'_{(n)} \left( \frac{l_{op}}{2} \cdot h_n \tan \alpha \right) + Q_s \left( \frac{l_{op}}{2} - h_s \cdot \tan \alpha \right) - k \cdot$$

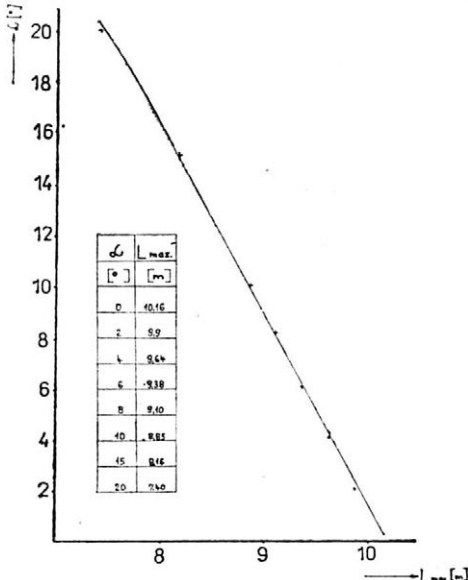
$$\cdot \left[ q_v \cdot L_{max} \left( \frac{L_{max}}{2} - \frac{l_{op}}{2} \right) + Q_h \left( L_{max} - \frac{l_{op}}{2} \right) + q_v L_{max} H \tan \alpha + Q_n H \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \tan \alpha + Q_r \left( \frac{l_r}{2} - R - \frac{l_{op}}{2} \right) + Q_r H \cdot \tan \alpha + M_D \right] = 0; \quad (1)$$



2. Schéma prořezávkového stroje pro výpočet příčné stability. — Diagram of the cleaning machine for the calculation of transverse stability

3. Závislost maximálního vysunutí výložníku na úhlu sklonu terénu (příčná stabilita). — Dependence of the maximum jib extension on the angle of the slope of terrain (transverse stability)



Při práci na rovině ( $\alpha = 0$ ) má rovnice (1) tvar:

$$(Q_t + Q'_n + Q_s) \cdot \frac{l_{op}}{2} - k \left[ q_v \cdot L_{max} \left( \frac{L_{max} - l_{op}}{2} \right) + Q_h \left( L_{max} - \frac{l_{op}}{2} \right) + Q_2 \left( \frac{l_{op}}{2} - R - \frac{l_{op}}{2} \right) + M_D \right] = 0 \quad (2)$$

Řešením rovnice (1) při vzdálenosti opěr  $l_{op} = 2,6$  m a pro různé úhly sklonu terénu  $\alpha$  obdržíme závislost maximálně možného vysunutí výložníku na úhlu sklonu. Tato závislost je graficky znázorněna na obr. 3.

Maximální vysunutí výložníku při práci na rovině a vzdálenosti opěr 2,6 m je 10 m. Při sklonu terénu  $8^\circ$  je maximální vysunutí zkráceno na 9,1 m.

### Podélná stabilita stroje

Schéma prořezávkového stroje pro výpočet podélné stability je znázorněno na obr. 4.

Podélná stabilita prořezávkového stroje je prověřována jak při práci po svahu, tak i proti svahu.

#### a) Práce po svahu

Rovnice stability při práci po svahu:

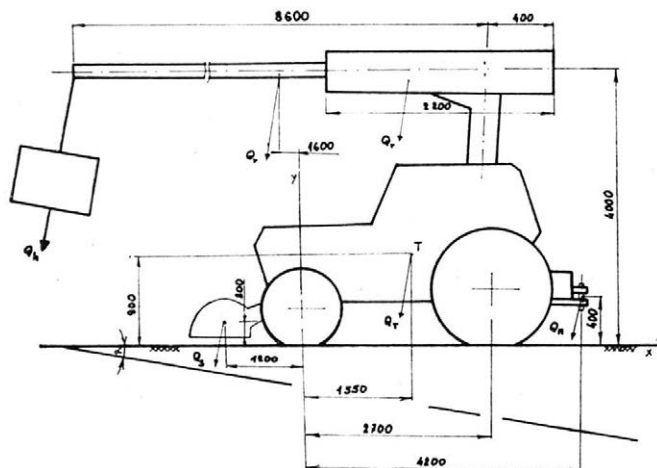
$$Q_T (x_T - h_T \operatorname{tg} \alpha) + Q'_n (x_n - h_n \operatorname{tg} \alpha) - Q_s (x_s + h_s \operatorname{tg} \alpha) + Q_r \cdot (x_r - H \operatorname{tg} \alpha) - k [Q_v (x_v + H \operatorname{tg} \alpha) + Q_h (x_h + H \operatorname{tg} \alpha) + M_D] = 0. \quad (3)$$

Souřadnice těžišť sekací hlavy a výložníku jsou odvozeny pro maximální délku výložníku 8,6 m a jsou společně s ostatními souřadnicemi vyznačeny na obr. 4.

Pro práci prořezávkového stroje po svahu byl vypočten limitní úhel svahu  $\alpha$  v hodnotě  $22^\circ 20'$ .

Kdyby pracoval stroj po svahu bez čelního sekacího zařízení, pak limitní úhel svahu  $\alpha$  bude  $24^\circ 45'$ .

4. Schéma prořezávkového stroje pro výpočet podélné stability. — Diagram of the cleaning machine for the calculation of longitudinal stability



#### b) Práce proti svahu

Kritický okamžik pro stabilitu stroje je v okamžiku, kdy maximálně vysunutý výložník končí své natáčení do polohy kolmé na podélnou osu stroje a návěs je naplněn štěpkami.

Rovnice stability má tvar:

$$Q_T (x'_T - h_T \tan \alpha) + Q_s (x'_s - h_s \tan \alpha') + k [Q_n (x' + h_n \tan \alpha'') + (Q_h + Q_u + Q_s) \cdot H \tan \alpha' + M_D \omega] = 0. \quad (4)$$

Předpokládá se, že  $M_D \omega \leq 3000 \text{ Nm}$ . Pro výpočet bylo dále použito:  $x'_T = 1,15 \text{ m}$ ,  $x'_s = 3,9 \text{ m}$ ,  $x'_n = 1,5 \text{ m}$ ,  $H = 4 \text{ m}$ ,  $h_T = 0,9 \text{ m}$ ,  $h_s = 0,3 \text{ m}$ ,  $h_n = 0,4 \text{ m}$ ,  $Q_n = 5000 \text{ N}$ .

Pro práci stroje proti svahu byl vypočten limitní úhel svahu  $\alpha' = 22^\circ 55'$ ; při práci stroje bez čelního sekacího zařízení úhel svahu bude  $\alpha' = 16^\circ 20'$ .

#### VÝKONNOST PROŘEZÁVKOVÉHO STROJE

Byl vypracován postup pro výpočet výkonnosti prořezávkového stroje a vymezení faktorů ovlivňujících výkonnost.

Výkonnost prořezávkového stroje lze určit rovnicí:

$$P = \frac{3600 \cdot \varphi}{T_c}, \quad (\text{ks} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (5)$$

kde:  $\varphi$  — koeficient využití pracovního času,

$T_c$  — čas potřebný na zpracování jednoho stromku (s)

$$T_c = t_f + \frac{t_j}{\Delta_m}, \quad (6)$$

$t_f$  — čas potřebný na vlastní rozštěpkování jednoho stromku v s,

$t_j$  — střední čas potřebný na přejezd stroje z jednoho postavení na druhé v s,

$\Delta_m$  — počet stromků rozštěpkovaných z jednoho postavení.

Při vyjádření výkonnosti prořezávkového stroje v kg rozštěpkovaných stromků má rovnice (5) tvar:

$$P = \frac{3600 \cdot \varphi \cdot G}{T_c}, \quad (\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (7)$$

kde:  $G$  — střední hmotnost stromku v kg.

Факторы влияющие на количество времени на собственное разделение одного дерева  $t_f$ :

a) факторы технологические: высота пороста, толщита кмене, заветвение, вид древесины, теренные условия, годичный период;

b) факторы технические: подающий скорость до реза, форма бара режущей головки и способ отсуда щепки, количество режущих ножей, вращения бара режущей головки.

З технических факторов на при обеспечении необходимого прироста решающий влияние подающий скорость; та зависит и на других введенных факторах, з которых наибольшее влияние на форму бара режущей головки и способ отсуда щепки.

На количество разделенных деревьев  $m$  на влияние вид воспитательного проделывающего вмешательства (селективный, рядовой, пружинный) и его интенсивность.

Прделывающий аппарат может з одного построения отбрасывать деревья на площадь части между кругами определенного радиуса минимального и максимального радиуса выгрузки.

Долго дня 27. 1. 1982

## Литература

BERG, H. — BÄCKSTRÖM, P. O. — GUSTAVSON, R. — HÄGGLUND, B.: Naogra system för ungskogsröjning — En analys. Forskningsstiftelsen skogsarbeten. Redogörelse nr. 5, 1973

HÄGGLUND, B.: Treatment of Young Stands. IUFRO Joint Meeting, 1974, Wageningen

JURČA — CHROUST a kol.: Racionalizace výroby молодых лесных порослей. Леснические актуальности SZN, Прага 1973

LYNCH, D. W.: Mechanical thinning of young conifer stands. Power and Machinery Division, ASAE, 1972

OSWALD, H.: Biological and Ecological Aspects of the Treatment of Young Stands. IUFRO Joint Meeting, 1974, Wageningen

PETŘÍČEK, V. — PERNICA, J.: Výzkum технических и технологических параметров проделывающего аппарата. Заключительный отчет исследовательского задания ч. VI-5-8/1d, Брно 1980

PETŘÍČEK, V. — PERNICA, J. — MAZÁLEK, A.: Проделывающий аппарат для селективного, рядового и пружинного проделывающего разделения. PV 7793-80.

PETŘÍČEK, V. — ŠOLEK, J.: Zařízení к уничтожению стоящих деревьев. АО ч. 186598.

PETŘÍČEK, V. — ŠOLEK, J.: Zařízení к уничтожению стоящих деревьев. АО ч. 184738.

PETŘÍČEK, V. — ŠOLEK, J.: Zařízení к проделывающему молодых лесных порослей. АО ч. 191774.

PETŘÍČEK, V. — ŠOLEK, J.: Zařízení к разделению молодых лесных порослей. PV 7305-77.

ZALEGALLER, B. G. — LASTOČKIN, P. V.: Mechanizacija i avtomatizacija rabot na lesnych skladach. Lesnaja promyšlennost, 1973, s. 293-302

ПЕТРИЩЕВ, В. — ПЕРНИЦА, И. (Лесническая факультет ВШ, Брно). Теоретические предположения конструкции проделывающего аппарата. Лесничество, 28, 1982 (8) : 673-682.

В рамках решения теоретического научно-исследовательского задания Исследование технических и технологических параметров проделывающего аппарата была предложена полностью механизированная технология проделывающего с переработкой материала от проделывающего в щепки. Основной предпосылкой реализации предлагаемой технологии является многооперационная проделывающая машина, позволяющая проводить селективные рядовые и ленточные проделывающего, затем рубку на щепу и погрузку материала в бункер или прицеп.

Предложенная многооперационная проделывающая машина была по идее характеризуется неконвенциональным принципом работы, т.е. операции рубки, колки щепы и трелли объединяются в одну интегрированную операцию, а именно рубка молодых деревьев на щепу с поточной пневматической транспортировкой зеленой щепы в прицеп, прикрепленный к самой машине. Проделывающая машина предназначена, прежде всего, для хвойных лесонасаждений.

Разработаны основные технологические требования к многооперационной машине. Проект конструкции и соответствующие вычисления свидетельствуют о реальной возможности удовлетворения технологических требований. Приоритет конструктивных проектов ра-

бочих частей прореживающей машины подтверждает присвоение авторских свидетельств (патентов). Разработан проект вычисления потребляемой мощности для производства щепы, вместе с его экспериментальным испытанием на модели щепкоочной головки. Произведен анализ поперечной и продольной стабильности предлагаемой машины, подтвердивший его способность работать в тракторных местностях. Разработана методика вычисления производительности прореживающей машины с определением технических и технологических факторов, влияющих на производительность.

Результаты научного исследования служат основой для последующего исследования и разработки конструкции многооперационной прореживающей машины и далее расширяют теоретические сведения в области возможности применения многооперационных машин в молодых лесонасаждениях.

техника лесная; многооперационные машины; прореживающая машина; производство щепы; хвойные лесонасаждения

PETŘÍČEK, V. — PERNICA, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Theoretical Presumptions of the Design of Cleaning Machine*. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 673-682.

Research task "Research on Technical and Technological Parameters of a Cleaning Machine" was solved to propose a fully mechanized cleaning technology processing cleaning material into chips. To realize the proposed technology, a multi-operational cleaning machine should be available, performing selective row and strip cleaning, chipping and loading the material into a container or trailer.

A conceptual design of a multi-operational cleaning machine has been devised, characteristic by a non-conventional mode of operation, i. e. felling, chipping and skidding are combined in an integrated operation — in chipping standing young trees and continual pneumatic transport of green chips into a trailer with a towing vehicle. The cleaning machine should be used mainly in coniferous stands.

Basic technological demands for a multi-operational machine have been elaborated. The proposed design and respective calculations demonstrate a real chance of meeting the technological demands. The priority of constructional designs of functional elements of the cleaning machine is confirmed by the author's certificates (patents) granted. Calculation of power input for chipping was proposed, including its experimental checks on a model of chipping head. Transverse and longitudinal stability of the designed machine was analyzed, demonstrating the ability of the machine to work in the terrain where tractors are usually used. A procedure of calculating the performance of the cleaning machine was devised, determining the technical and technological factors influencing the performance.

The results of research provide knowledge for subsequent research and development of the construction of a multi-operational cleaning machine, and extend theoretical findings in the sphere of possible use of multi-operational machines in young forest stands.

forest machines; multi-operational machines; cleaning machine; chipping; coniferous stands

PETŘÍČEK, V. — PERNICA, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Theoretische Voraussetzungen für die Konstruktion einer Läuterungsmaschine*. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 673-682.

Im Rahmen der Lösung des Forschungsauftrags „Erforschung technischer und technologischer Parameter der Läuterungsmaschine“ wurde eine vollmechanisierte Läuterungstechnologie mit Verarbeitung des Läuterungsmaterials zu Spänen vorgeschlagen. Die Grundbedingung für die Realisation der vorgeschlagenen Technologie stellt die Mehroperations-Läuterungsmaschine dar, die die Durchführung einer selektiven Reihen- und Streifenläuterung ermöglicht, sowie ferner auch der Zerkleinerung des Materials zu Spänen und seine Konzentration in den Vorratsbehälter oder in den Anhänger.

Die vorgeschlagene Mehroperations-Läuterungsmaschine wurde durch nicht-konventionelles Arbeitsprinzip charakterisiert, d. h. die Operationen Fällung, Zerkleinerung in Späne, Bringung werden in eine einzige integrierte Operation vereinigt, und zwar Verarbeitung stehender Bäume zu Spänen mit kontinuierlichem pneumatischem Transport der grünen Späne in den von der eigentlichen Maschine geschleppten Anhänger. Die Läuterungsmaschine ist vor allem für Nadelholzbestände bestimmt.



Es wurden technologische Grundanforderungen an die Mehroperationsmaschine erarbeitet. Der Konstruktionsentwurf und bezügliche Berechnungen beweisen die reale Möglichkeit der Erfüllung technologischer Anforderungen. Die Priorität der Konstruktionsvorschläge von Funktionsteilen der Läuterungsmaschine wird durch die Erteilung von Autorenbescheinigungen (Patenten) bestätigt. Es wurde ein Vorschlag der Berechnung des Leistungsbedarfs für Spanproduktion einschließlich seiner experimentellen Überprüfung anhand eines Modells des Kopfes für Herstellung der Späne erarbeitet. Es wurde eine Analyse der Quer- und der Längsstabilität der Maschine durchgeführt, die ihre Eignung für Arbeit im Traktorengelände beweist. Ferner wurde ein Verfahren zur Berechnung der Leistungsfähigkeit der Läuterungsmaschine mit Abgrenzung technischer und technologischer Faktoren erarbeitet, die ihre Leistungsfähigkeit beeinflussen.

Die Forschungsergebnisse stellen die wichtige Grundlage für nachfolgende Forschung und Entwicklung der Konstruktion der Mehroperations-Läuterungsmaschine dar, und ferner verbreitern sie die theoretischen Erkenntnisse auf dem Gebiete der Applikation von Mehroperationsmaschinen in jungen Waldbeständen.

Forsttechnik; Mehroperationsmaschinen; Läuterungsmaschine; Spanproduktion; Nadelbestände

PETŘÍČEK, V. — PERNICA, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Les prémisses théoriques pour la construction de la machine à nettoyer*. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 673-682.

C'est dans le cadre de la solution de la tâche expérimentale appelée: Recherche des paramètres techniques et technologiques de la machine à nettoyer, qu'on a proposé la technologie de nettoyage complètement mécanisée, englobant la conversion des matériaux de nettoyage en copeaux. La condition fondamentale, permettant la réalisation de la technologie proposée, consiste à avoir à la disposition une machine à nettoyer à plusieurs opérations, permettant la réalisation du nettoyage sélectif par séries et par bandes, puis la conversion en copeaux et la concentration des matériaux en réservoir ou en remorque.

Sur le plan idéologique, la machine à nettoyer à plusieurs opérations était caractérisée par le principe d'activité non conventionnel, à savoir que l'opération d'abattage, la conversion en copeaux et le débardage s'associent en une seule opération intégrée, c'est-à-dire en transformation des petits arbres sur pied en copeaux, accompagnée de transport pneumatique continu des copeaux verts vers la remorque tirée par la machine propre. La machine à nettoyer est destinée notamment aux peuplements résineux.

On a élaboré les exigences technologiques fondamentales sur la machine à plusieurs opérations. Le projet de construction et les calculs respectifs prouvent la possibilité de répondre aux exigences technologiques. La priorité des projets de construction des parties fonctionnelles de la machine à nettoyer est confirmée par la livraison des certificats d'auteur (brevets). A été élaboré le projet de calcul de la puissance, nécessaire à la production des copeaux, y compris sa vérification expérimentale sur un modèle de tête produisant les copeaux. A été également réalisée l'analyse de la stabilité transversale et longitudinale de la machine proposée, prouvant sont aptitude à travailler dans les terrains propres aux tracteurs. De même, on a élaboré le procédé pour le calcul de la puissance de la machine à nettoyer, en délimitant les facteurs techniques et technologiques qui influencent le rendement.

Les résultats de la recherche constituent la base fondamentale pour la recherche et l'évolution subséquentes de la construction d'une machine à nettoyer à plusieurs opérations, continuant à enrichir des notions théoriques dans la sphère d'application des machines à plusieurs opérations dans les peuplements forestiers jeunes.

technique forestière; machines à plusieurs opérations; machine à nettoyer; production des copeaux; peuplements résineux

---

#### Adresa autorů:

Prof. Ing. Vsevolod Petříček, DrSc., Ing. Jaroslav Pernica, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno

---

# PODKLADY PRE RIEŠENIE NÁSTROJA NA STRIHANIE DREVA VYSOKOU RÝCHLOSŤOU

M. Mikleš

MIKLEŠ, M. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Podklady pre riešenie nástroja na strihanie dreva vysokou rýchlosťou*. Lesníctví, 28, 1982 (8): 683–694.

V danej práci je riešená otázka beztrieskového rezania dreva vysokou rýchlosťou s cieľom optimalizovať rezný nástroj z hľadiska tvaru a geometrie. Na základe teórie rezania dreva aplikovanej na beztrieskové rezanie nožmi bola urobená analýza s vymedzením faktorov, ktoré majú vplyv na prácu rezného nástroja. Bolo určené, že najväčší vplyv na rezný odpor a kvalitu reznej plochy pri beztrieskovom rezaní má hrúbka nástroja. Čím je hrúbka nástroja vyššia, tým vyššia je aj energetická náročnosť rezania. Sú naznačené cesty zníženia hrúbky nástroja pri zachovaní jeho stability. V súlade s experimentálnymi výsledkami bol určený optimálny symetrický uhol ostria  $\beta = 0,522$  rad. Uplatnenie daného spôsobu beztrieskového rezania vysokou rýchlosťou je možné pri stavbe ťažbových strojov, skracovacích uzlov liniek na výrobu sortimentov lesných skladov, štiepacích strojov a pod.

technika lesnícka; rezanie dreva; rezný nástroj; lesná ťažba

Základnou časťou ťažbových strojov je stínacie ústrojenstvo. Jeho funkcia je zameraná na zrezanie a smerové pretláčanie stromu. Vykonáva prakticky dva odlišné úkony, t. j. zrezanie stromu a jeho zvalenie do požadovaného smeru. Stínacie ústrojenstvo ako celok sa nazýva stínacia hlavica a tvoria ju dve časti: a) rezný mechanizmus, b) natláčací mechanizmus.

Rezný mechanizmus slúži na vlastné rezanie vlákien dreva, a tým na oddelenie stromu od pňa. Rezanie sa môže uskutočniť rôznymi spôsobmi, z ktorých sú pri ťažbových strojoch najbežnejšie tieto: a) bez tvorenia triesky — nožové rezné mechanizmy, b) s tvorením triesky — mechanizmy s pilovou reťazou.

Rezný mechanizmus musí mať vysokú reznú výkonnosť, nízku hmotnosť, jednoduchú konštrukciu, musí byť rýchlo pripravený k práci (pohotovosť) a musí rezať kmene, ktorých priemer sa bežne vyskytuje v lesnom poraste podľa jeho určenia.

Okrem uvedených mechanizmov boli experimentálne odskúšané aj rezné mechanizmy pracujúce na inom princípe (frézy, pilové pásy) avšak žiadny z nich sa neuplatnil pri konštrukcii stínacích hlavíc ťažbových strojov.

Konštrukcia stínacieho zariadenia musí splniť rad technických a prevádzkovo-ekonomických požiadaviek, ktoré vyplývajú z podmienok, v ktorých ťažbové stroje pracujú. Konštrukcia stínacieho zariadenia a splnenie žiadaných ukazovateľov sú podstatne ovplyvnené druhom a typom rezného nástroja, ktorým sa uskutoční vlastné rezanie stromu. Od vlastností reznej časti závisí do značnej miery konštrukcia a ukazovatele celého stínacieho zariadenia a jeho pohonu.

V súčasnosti máme dva základné typy nožových mechanizmov pre stínanie stromov a pre skracovanie kmeňov:

1. jednonožové — sú vybavené jedným pohyblivým nožom, ktorý sa pohybuje proti pevnej opierke nachádzajúcej sa na opačnej strane rezaného kmeňa;

2. dvojnožové (nožnice) — dva nože sa pohybujú proti sebe s určitým presadením.

Všetky nožové mechanizmy používané pri stínke a skracovaní sú variantmi týchto dvoch základných typov. V poslednom čase sa predmetom záujmu výskumných pracovníkov a odborníkov lesníckeho strojárstva stali metódy strihania dreva vysokými rez-

nými rýchlosťami, resp. pomocou akumulovanej energie. Vývojom a použitím týchto zariadení pre strihanie sa očakáva v mnohých prípadoch zvýšenie produktivity práce a z hospodárnenie výroby.

Podľa doterajších výsledkov výskumu, ako aj na základe kvalitatívnych a kvantitatívnych ukazovateľov dosiahnutých pri prevádzkovom overovaní strojov a zariadení, ktoré pracujú na princípe nožového beztrieskového rezania, je možno konštatovať, že prerezávanie dreva pomocou nožových rezných nástrojov je perspektívne.

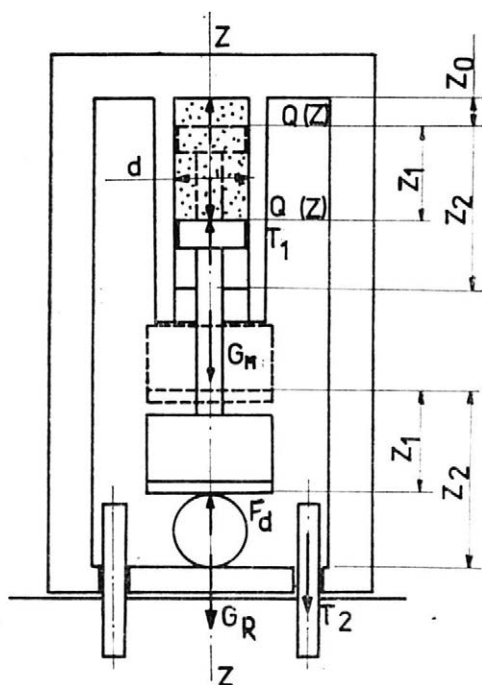
Prvé práce, ktoré pojednávajú o beztrieskovom rezaní dreva, pochádzajú z konca šesťdesiatych a zo sedemdesiatych rokov. Touto problematikou sa zaoberali Kočegarov a kol., 1979; Kočegarov, Menšikov, 1972; Kočegarov a kol., 1976; Leonov, 1970; Kirillov, 1966; Zacharenkov, 1963; Kempe, 1967; Wiklund, 1967 a Jhonston, 1968.

Teóriou strihania a zisťovaním rezných síl sa zaoberali Kočegarov, Menšikov, 1972; Kočegarov, Mazurkin a Pečenkin, 1976; Leonov, 1970, ktorí vypracovali spôsob výpočtu reznej sily pri tomto spôsobe rezania.

Zisťovaním reznej sily sa zaoberal aj Kempe (1967). Vysvetlil niektoré procesy v dreve počas pričného delenia strihaním a objasnil niektoré základné vzťahy. Wiklund (1967) sa zaoberá predovšetkým prevádzkovými skúškami týchto zariadení.

U nás sa touto problematikou zaoberal predovšetkým Jandel R. a Koreň J. (1974, 1976).

Problematickou strihania dreva vysokou rýchlosťou sa ako prvý zaoberali Kononenko V. G. a Aristov G. F. (1970). Z ďalších sú známe predovšetkým práce autorov Kononenko, Antson (1969), Zacharov (1980), Zanežin (1973). Pre nás je obzvlášť zaujímavá práca Zanežina, ktorý sa zaoberal výskumom a uplatnením tohto spôsobu v horských podmienkach a ako zdroj energie používal výbušninu.



1. Schéma stendu. — Diagram of the machine frame

Smer vývoja s ohľadom na využívanie vysokých rýchlostí strihania a pri vyššej spotrebe energie vedie ku konštrukcii zariadení, ktoré sa líšia od zariadení pre statické strihanie jednakou svojou koncepciou, jednakou zdrojom energie.

## METÓDY SPRACOVANIA PROBLEMATIKY

### NÁVRH ZARIADENIA PRE EXPERIMENTÁLNE SKÚSKY

Pri návrhu experimentálnej aparatury pre laboratorné skúšky bolo potrebné vyriešiť predovšetkým mechanizmus rezania. Mechanizmus má rámovú konštrukciu a je vybavený pneumatickým valcom, na piestnici ktorého je v držiaku upevnený nôž. Ako zdroj energie bol použitý expandujúci plyn, ktorý dodáva bežne dostupný kompresor. Zariadenie bolo vyrobené vo VDL — VŠLD Zvolen. Jeho riešenie je zrejme z obr. 1.

Základom výpočtu zariadenia pre strihanie dreva vysokou rýchlosťou s vratným — postupným pohybom strižného mechanizmu vo vertikálnej rovine je teoretická analýza dynamiky zariadenia. Výpočet sa vykoná podľa obr. 1, pri tom môžeme uvažovať rôzne alternatívy riešenia:

1. rám zariadenia je pevný (nepohyblivý);

2. rám zariadenia sa pohybuje proti strižnému mechanizmu v priebehu celého pracovného chodu, v druhej polovici cyklu sa voľne opiera o základ;

3. rám zariadenia sa pohybuje proti strižnému mechanizmu len na začiatku pracovného chodu, v zostávajúcim čase sa voľne opiera o základ.

Z laboratórneho hľadiska, ako aj z hľadiska ekonomiky, je najvhodnejšia prvá alternatíva zariadenia. Pre daný prípad možno odvodiť počiatočnú rýchlosť strižného mechanizmu:

$$\dot{z} = \sqrt{\frac{2 \cdot p_0 \cdot V_0}{m_M (1 - \kappa)} \cdot \left[ \left( 1 + \frac{z}{z_0} \right)^{1-\kappa} - 1 \right] + \frac{2}{m_M} \cdot (G_M - T_1) \cdot z},$$

kde:  $p_0$  — počiatočný tlak stlačeného plynu v pracovnom valci,

$V_0$  — počiatočný objem stlačeného plynu,

$z_0$  — počiatočná dĺžka pracovného priestoru valca,

$\kappa$  — adiabatický exponent (v skutočnosti polytropická zmena, rozdiel je ale zanedbateľný),

$m_M$  — hmotnosť strižného mechanizmu,

$G_M$  — tiaž strižného mechanizmu,

$T_1$  — trecia sila medzi rámom a strižným mechanizmom,

$z$  — dráha strižného mechanizmu voči rámu.

V priebehu strihania je pohyb mechanizmu popísaný diferenciálnou rovnicou:

$$m_M \cdot \ddot{z} = Q(z) + G_M - T_1 - F_d$$

kde:  $Q(z)$  — tlak, ktorým pôsobí stlačený plyn na strižný mechanizmus a rám,

$F_d$  — dynamická sila strihania dreva (odpor).

## VÝBER SKÚŠOBNÉHO MATERIÁLU

Skúšobný materiál pre laboratórne skúšky bol vybraný z našich najdôležitejších hospodárskych drevín, t. j. smrek a buka. Vzorky sme získali z prízemnej časti kmeňa od miesta rezu pri ťažbe do výšky 2 m. Priemer vybraných stromov bol 25–30 cm ( $d_{1,3}$ ), spolu bolo vybraných 6 výrezov buka a 6 výrezov smrek. Vyrezali sme pravouhlé vzorky o rozmeroch 30 × 30 × 1000 mm z okrajovej časti priečných prierezov. Z každého kmienika a vzorky sme reprezentatívnu časť použili na výrobu skúšobného telieska pre určenie vlhkosti a mernej hmotnosti dreva. Vzorky z drevín boli získané náhodným výberom na ŠLP VŠLD vo Zvolene z čerstvo zrúbaného dreva, aby sa čo najviac zachovala fyzikálna podobnosť.

## POSTUP PRI VYKONÁVANÍ LABORATÓRNYCH SKÚŠOK STRIHANIA DREVA

Na očíslovaných vzorkách sme označili miesta rezov vo vzdialenosti 200 mm. Rozmer vzorky v mieste rezania bol stanovený posuvným meradlom s presnosťou 0,1 mm. Pre zachovanie vlhkosti boli vzorky uložené v klimatizačnom zariadení. Vzorky sme prestrihávali jedným nožom priečne (čelné rezanie) kolmo na drevné vlákna, vzhľadom na postavenie vzoriek dreva radiálne a tangenciálne.

Okrem priečného rezania sme uskutočnili skúšky strihania tangenciálno-priečnym smerom.

Pri laboratórnych skúškach sme ako hlavnú veličinu charakterizujúcu proces rezania zisťovali maximálnu strižnú silu. Laboratórnymi skúškami sme sledovali veľkosť maximálnej strižnej sily v závislosti od hrúbky noža, uhla ostria noža, smeru vlákien

vzorky dreva a druhu dreveniny. Z každého druhu skúšok sme urobili 18 rezov postupne vždy na inej vzorke. Maximálnu strižnú silu sme určili vyhodnotením oscilogramov.

Hodnoty získané meraním boli zostavené do štatistických súborov. V každom súbore sme vypočítali základné štatistické charakteristiky a zistili sme koreláciu. Výpočet sme vykonali podľa programu TAB STATIS UAKVT VŠLD. Na overenie štatistickej významnosti bola vykonaná jednofaktorová analýza a príslušný test.

## REZNÉ NÁSTROJE PRE LABORATORNE SKÚŠKY

Zistili sme, že najväčší vplyv na rezný odpor pri jeho vnikaní do dreva má hrúbka nástroja. Čím je nástroj hrubší, tým je spotreba energie v procese strihania vyššia a kvalita reznej plochy je horšia. Preto podstatný vplyv na zdokonalenie a optimalizáciu nástroja má zníženie jeho hrúbky.

Druhá cesta určenia zdokonalenia nástroja je určenie optimálnej geometrie ostria, t. j. uhla ostria  $\beta$ . Pre jeho určenie budeme zisťovať závislosť reznej sily od uhla ostria pri rovnakej hrúbke plochého noža u daných drevín.

Pre laboratorné skúšky boli použité ploché nože so symetrickým uhlom ostria  $\beta$ . Nože mali hrúbku  $s = 2, 3, 4, 5$  a  $6$  mm po celej dĺžke noža. Skúšané nože mali uhol ostria (rezného klinu)  $\beta = 0,348; 0,522; 0,785; 1,046$  rad. Efektívna šírka ostria u všetkých nožov bola  $130$  mm. Nože boli vyrobené z nástrojovej ocele ČSN 19 436. Kalením dosiahli tvrdosť  $52-56$  HRC. Drsnosť povrchu nožov bola  $R_a = 0,8 \mu\text{m}$ .

## VÝSLEDKY

### MOŽNOSTI ZVYŠOVANIA TUHOSTI NÁSTROJA PRI ZMENŠENÍ JEHO HRÚBKY — VLNITÝ NÁSTROJ

V konštrukčnej praxi sa v súčasnosti veľmi často používajú tvarované plechy buď ako samostatné nosné prvky, alebo ako súčasti tenkostenných konštrukcií. Široké uplatnenie tvarovaných plechov v konštrukciách si vynucuje ich vysoká únosnosť, relatívne nízka spotreba materiálu a malé výrobné náklady.

Schéma návrhu nástroja je na obr. 2. Teleso noža je vlnité, pričom povrchové priamky vln sú kolmé k reznej hrane nástroja. U skutočných nožov je obmedzujúcim faktorom pre amplitúdu minimálna šírka reznej škáry reťazových stínacích hlavíc ťažbových strojov, t. j.  $25$  mm. Pre normálnu prácu je potrebné poznať u tohto nástroja medznú stabilitu. Pre určenie stability nástroja použijeme diferenciálnu rovnicu anizotropnej dosky, na ktorú pôsobí tlaková sila v jej strednej rovine a priečne zaťaženie je nulové. Táto rovnica má tvar:

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \cdot \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{1}{D} \cdot \left( N_x \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + N_y \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2 \cdot N_{xy} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right),$$

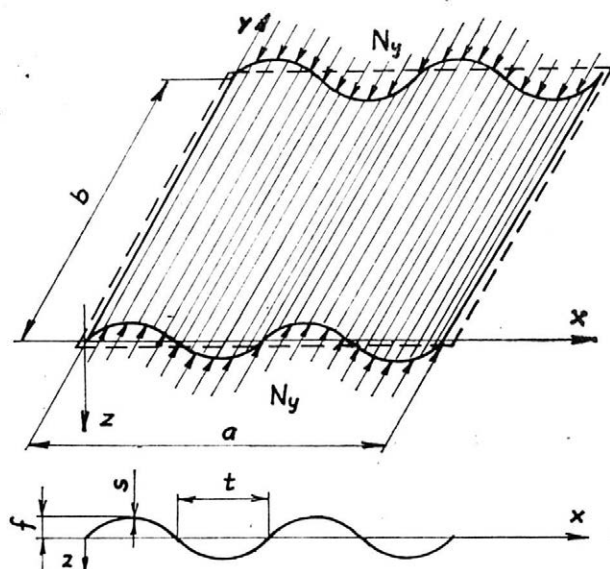
kde:  $w$  — prieťah dosky — noža,  
 $D$  — ohybová tuhosť dosky,  
 $N_x, N_y, N_{xy}$  — tlakové sily, ktoré pôsobia v strednej rovine dosky.

V našom prípade pôsobí na nástroj len jedna tlaková sila  $N_y$  v smere osi  $y$ , sily  $N_x$  a  $N_{xy}$  budú rovné nule. Vtedy rovnicu môžeme napísať v tvare:

$$D_x \cdot \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \cdot H \cdot \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \cdot \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = -N_y \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2},$$

kde:  $D_x, D_y$  — ohybová tuhosť v smere  $x, y$ ,  
 $H$  — torzná tuhosť.





Riešením diferenciálnej rovnice dostávame výraz pre určenie minimálnej kritickej sily  $N_{kr} = N_y$ :

$$N_{kr} = \frac{\pi^2}{a^2} \cdot (D_x + 2 \cdot H + D_y).$$

Po dosadení do tejto rovnice za  $D_x$ ,  $H$ ,  $D_y$  môžeme danú rovnicu upraviť na tvar:

$$N_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E}{a^2} \cdot A,$$

kde:  $A$  — koeficient stability, ktorý závisí od geometrických parametrov vlnitého nástroja,  
 $E$  — modul pružnosti v ťahu.

Pre kritickú osamelú silu pôsobiacu na vlnitý nástroj platí výraz:

$$F_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E}{a} \cdot A.$$

Kritická sila pre plochý nôž sa určí zo vzťahu:

$$F_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot s^3}{a \cdot 3 \cdot (1 - \mu^2)},$$

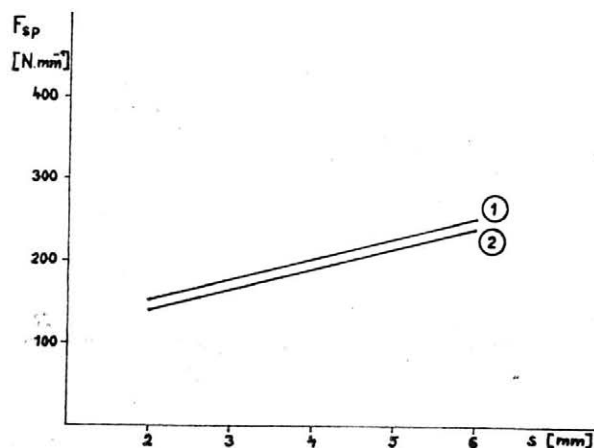
kde:  $\mu$  — Poissonovo číslo, pre oceľ  $\mu = 0,3$ .

Kritická sila stability vlnitého a plochého nástroja sa líši o výraz:

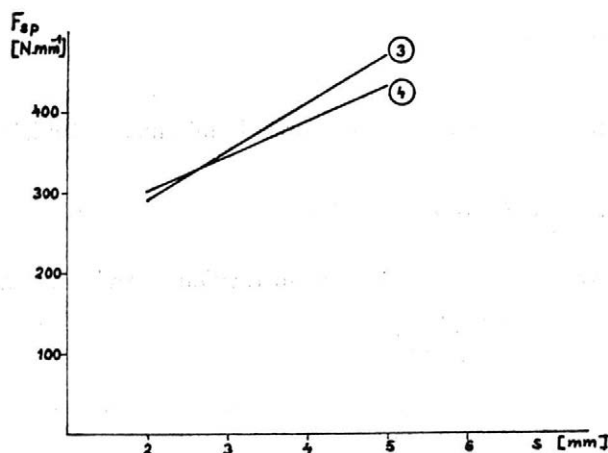
$$A \cdot \frac{3 \cdot (1 - \mu^2)}{s^3} = \frac{2,73 \cdot A}{s^3}.$$

## VÝSLEDKY LABORATÓRNYCH SKÚŠOK

Vplyv hrúbky rezného nástroja na veľkosť mernej reznej sily sme overovali nožmi o hrúbke  $s = 6, 5, 4, 3$  a  $2$  mm s uhlom ostria  $\beta = 30^\circ$  ( $0,522$  rad) pri drevinách smrek a buk, pri radiálnom a tangenciálnom delení vzoriek dreva a pri počiatkovej reznej rých-



3. Závislosť mernej reznej sily od hrúbky nástroja: 1 — smrek radiálne, 2 — smrek tangenciálne. — Dependence of the specific cutting force on implement thickness



4. Závislosť mernej reznej sily od hrúbky nástroja: 3 — buk radiálne, 4 — buk tangenciálne. — Dependence of the specific cutting force on implement thickness

losti 6 až 7 m.s<sup>-1</sup>. Prvotné údaje získané meraním boli spracované a štatisticky vyhodnotené.

Regresné priamky znázornené na obr. 3 a 4 majú rovnice:

$$y = A_{yx} + B_{yx} \cdot x$$

$$1: y = 111,134 + 22,781x, \quad 2: y = 99,185 + 23,224x, \quad 3: y = 171,049 + 59,908x,$$

$$4: y = 211,148 + 44,574x.$$

#### VPLYV UHLA OSTRIA REZNÉHO NÁSTROJA NA VEĽKOSŤ MERNEJ REZNEJ SILY

Vplyv uhla ostria rezného nástroja na mernú reznú silu sme sledovali pri použití nožov o konštantnej hrúbke  $s = 3 \text{ mm}$  a pri uhle ostria  $\beta = 0,348; 0,522; 0,785; 1,046$  rad pri drevinách smrek a buk, a pri radiálnom a tangenciálnom delení dreva s počiatočnou rýchlosťou 6 až 7 m.s<sup>-1</sup>.

Prvotné údaje získané meraním boli spracované a štatisticky vyhodnotené. Priebehu daných závislostí na základe výpočtu na číslicovom počítači UAKVT VŠLD Zvolen najlepšie vyhovujú rovnice vyrovnávajúcich polynómov, ktoré majú tvar:

$$y = A_0 + A_1x + A_2x^2 + A_3x^3$$

$$5 \quad y = 579,85 - 1864,69x + 2762,91x^2 - 1223,88x^3$$

$$6 \quad y = 643,45 - 2198,69x + 3249,02x^2 - 1443,18x^3$$

$$7 \quad y = 694,12 - 1595,11x + 2257,37x^2 - 938,35x^3$$

$$8 \quad y = 600,08 - 981,39x + 1159,71x^2 - 385,85x^3$$

Rovnice regresných kriviek 5, 6, 7 a 8 sú znázornené na obr. 5 a 6.

I. Základné štatistické charakteristiky pre závislosť mernej reznej sily od hrúbky nástroja. — Basic statistical characteristics for the dependence of the specific cutting force on the implement thickness

| Štatistická charakteristika     | Hodnoty štatistických charakteristík |              |          |              |
|---------------------------------|--------------------------------------|--------------|----------|--------------|
|                                 | smrek                                |              | buk      |              |
|                                 | radiálne                             | tangenciálne | radiálne | tangenciálne |
| Číslo regresnej priamky         | 1                                    | 2            | 3        | 4            |
| Počet meraní                    | 90                                   | 90           | 72       | 72           |
| $A_{yx}$                        | 111,134                              | 99,185       | 171,049  | 211,148      |
| $B_{yx}$                        | 22,781                               | 23,224       | 59,908   | 44,574       |
| $\bar{x}$ (mm)                  | 4,0                                  | 4,0          | 3,5      | 3,5          |
| $\bar{y}$ (N.mm <sup>-1</sup> ) | 202,518                              | 192,862      | 380,680  | 367,165      |
| $s_{yx}$ (N.mm <sup>-1</sup> )  | 21,375                               | 20,753       | 23,386   | 28,679       |
| $s_{yx}$ (%)                    | 10,568                               | 10,804       | 6,142    | 7,811        |
| $r_{yx}$                        | 0,833                                | 0,845        | 0,944    | 0,866        |

II. Porovnanie hodnôt mernej reznej sily  $F_{sp}$  pri rôznych hrúbkach nástroja pre smrek. — Comparison of the values of specific cutting force  $F_{sp}$  for different implement thickness in spruce

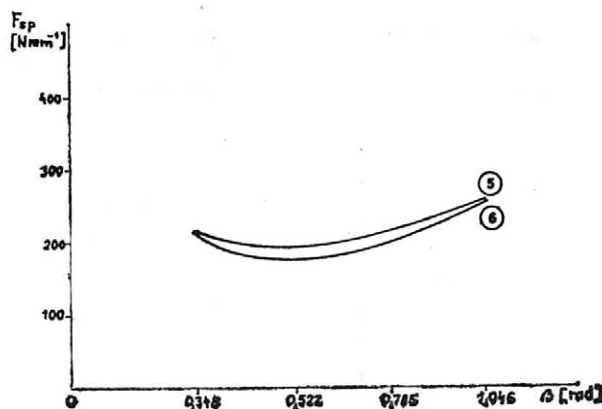
| Hrúbka nástroja (mm) | Hodnota strednej mernej reznej sily podsúboru |       |                    |       |
|----------------------|-----------------------------------------------|-------|--------------------|-------|
|                      | radiálne                                      |       | tangenciálne       |       |
|                      | N.mm <sup>-1</sup>                            | %     | N.mm <sup>-1</sup> | %     |
| 6                    | 247,26                                        | 100,0 | 238,80             | 100,0 |
| 5                    | 225,53                                        | 91,2  | 216,60             | 90,7  |
| 4                    | 203,73                                        | 82,4  | 194,40             | 81,3  |
| 3                    | 181,96                                        | 73,6  | 172,16             | 72,1  |
| 2                    | 154,11                                        | 62,3  | 142,17             | 58,5  |

III. Porovnanie hodnôt mernej reznej sily  $F_{sp}$  pri rôznych hrúbkach nástroja pre buk. — Comparison of the values of specific cutting force  $F_{sp}$  for different implement thickness in beech

| Hrúbka nástroja<br>(mm) | Hodnota strednej mernej reznej sily podsúboru |       |                    |       |
|-------------------------|-----------------------------------------------|-------|--------------------|-------|
|                         | radiálne                                      |       | tangenciálne       |       |
|                         | N.mm <sup>-1</sup>                            | %     | N.mm <sup>-1</sup> | %     |
| 5                       | 473,50                                        | 100,0 | 433,56             | 100,0 |
| 4                       | 409,12                                        | 86,4  | 389,83             | 89,9  |
| 3                       | 344,76                                        | 72,8  | 346,06             | 79,8  |
| 2                       | 295,33                                        | 62,4  | 199,21             | 69,0  |

IV. Základné štatistické charakteristiky pre závislosť mernej reznej sily  $F_{sp}$  od uhla ostria rezného nástroja. — Basic statistical characteristics for the dependence of specific cutting force  $F_{sp}$  on the edge angle of the cutting implement

| Štatistická charakteristika     | Hodnoty štatistických charakteristík |              |          |              |
|---------------------------------|--------------------------------------|--------------|----------|--------------|
|                                 | smrek                                |              | buk      |              |
|                                 | radiálne                             | tangenciálne | radiálne | tangenciálne |
| Číslo regresnej krivky          | 5                                    | 6            | 7        | 8            |
| Počet meraní                    | 72                                   | 72           | 72       | 72           |
| $\bar{x}$ (rad)                 | 0,675                                | 0,675        | 0,675    | 0,675        |
| $\bar{y}$ (N.mm <sup>-1</sup> ) | 219,36                               | 212,36       | 379,800  | 373,880      |
| $A_0$                           | 579,85                               | 643,45       | 694,12   | 600,08       |
| $A_1$                           | -1864,69                             | -2198,69     | -1595,11 | -981,39      |
| $A_2$                           | 2762,91                              | 3249,02      | 2257,37  | 1159,71      |
| $A_3$                           | -1223,88                             | -1443,18     | -938,35  | -385,85      |
| $I_{yx}$                        | 0,797                                | 0,753        | 0,856    | 0,659        |



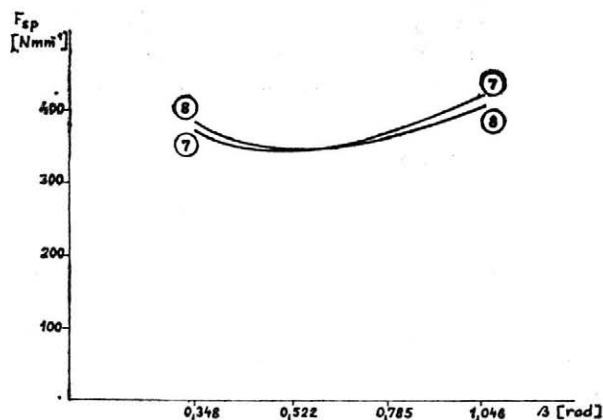
5. Závislosť mernej reznej sily od uhla ostria rezného nástroja: 5 — smrek radiálne, 6 — smrek tangenciálne. — Dependence of the specific cutting force on the edge angle of the cutting implement

V. Porovnanie hodnôt mernej reznej sily  $F_{sp}$  pri rôznych uhloch ostria pre smrek. — Comparison of the values of specific cutting force  $F_{sp}$  for different edge angles in spruce

| Uhol ostria<br>(rad) | Hodnota strednej mernej reznej sily podsúboru |        |                    |        |
|----------------------|-----------------------------------------------|--------|--------------------|--------|
|                      | radiálne                                      |        | tangenciálne       |        |
|                      | N.mm <sup>-1</sup>                            | %      | N.mm <sup>-1</sup> | %      |
| 1,046                | 251,65                                        | 100,00 | 245,56             | 100,00 |
| 0,785                | 226,60                                        | 90,04  | 212,83             | 86,70  |
| 0,522                | 185,25                                        | 73,61  | 180,10             | 73,30  |
| 0,348                | 213,96                                        | 85,02  | 210,95             | 85,90  |

VI. Porovnanie hodnôt mernej reznej sily  $F_{sp}$  pri rôznych uhloch ostria pre buk. — Comparison of the values of specific cutting force  $F_{sp}$  for different edge angles in beech

| Uhol ostria<br>(rad) | Hodnota strednej mernej reznej sily podsúboru |        |                    |        |
|----------------------|-----------------------------------------------|--------|--------------------|--------|
|                      | radiálne                                      |        | tangenciálne       |        |
|                      | N.mm <sup>-1</sup>                            | %      | N.mm <sup>-1</sup> | %      |
| 1,046                | 420,23                                        | 100,00 | 403,23             | 100,00 |
| 0,785                | 384,33                                        | 90,70  | 370,70             | 91,90  |
| 0,522                | 341,80                                        | 81,30  | 338,86             | 84,10  |
| 0,348                | 372,85                                        | 88,70  | 382,74             | 94,90  |



6. Závislosť mernej reznej sily od uhla ostria rezného nástroja: 7 — buk radiálne, 8 — buk tangenciálne. — Dependence of the specific cutting force on the edge angle of the cutting implement



Laboratórnymi skúškami strihania sa potvrdila možnosť znižovania reznej sily na úkor zníženia hrúbky nástroja. Vplyv parametrov vlny nástroja je štatisticky nevýznamný. Rozsah poškodenia v mieste rezu je podstatne ovplyvnený hrúbkou nástroja.

Z hľadiska geometrie nástroja je najvhodnejšie symetrické ostrie s uhlom  $\beta = 0,522$  rad.

Pokiaľ ide o vplyv druhu dreveniny na veľkosť reznej sily je zrejmé, že vo všetkých kombináciách rezných podmienok boli rezné sily pre buk výrazne vyššie ako pre smrek, čo vyplýva z mechanických vlastností daných drevenín.

Rezné sily pri tangenciálnom delení dreva strihaním sú vždy nižšie ako pri radiálnom delení dreva strihaním.

Aby bolo možné porovnať statický a dynamický spôsob strihania, boli urobené pre smrek porovnávacie laboratórne skúšky. Použitý bol ten istý vzorkový materiál (drevo). Nástroj mal rovnakú hrúbku a geometriu ostria  $s = 6$  mm;  $\beta = 0,522$  rad. Rezná rýchlosť bola u statického strihania  $0,06 \text{ m.s}^{-1}$ , u dynamického strihania v intervale 6 až  $7 \text{ m.s}^{-1}$ . Bolo urobených 20 rezov z každého druhu pri radiálnom a tangenciálnom delení dreva. Po štatistickom vyhodnotení a porovnaní sa zistilo, že dynamický koeficient, ktorý udáva zväčšenie reznej sily pri dynamickom strihaní bude  $K_d = 1,38$  pre radiálne delenie dreva a  $K_d = 1,24$  pre tangenciálne delenie dreva.

## ZÁVERY

### NÁVRH NÁSTROJA

Z riešenia problému stability jednoznačne vyplýva, že pre strihanie je vhodný vlnitý nástroj. Rozborom sme zistili, že podstatný vplyv na stabilitu má amplitúda vlny  $f$  a hrúbka nástroja  $s$ . Vplyv dĺžky polvlny  $t$  nie je až taký značný. Amplitúda je obmedzená kvalitou reznej plochy. Pri mechanizmoch s pílovou reťazou určených pre strojové stínanie má byť šírka reznej škáry minimálne 25 mm. Preto je dôležité, aby dvojnásobný rozkmit vlny bol maximálne rovný tejto hodnote, z čoho vyplýva, že  $f = 12,5$  mm. Dĺžka polvlny sa výraznejšie prejavuje až pri zväčšení amplitúdy vlny. Jej vplyv oproti ďalším dvom premenným je zanedbateľný. Vzhľadom na poškodenie dreva je hodnota  $t = 25$  mm nevhodná. Dĺžku polvlny treba voliť od 50 do 75 mm, pri vyšších dĺžkách sú rozdiely minimálne (z hľadiska stability).

Pre geometriu ostria nástroja na základe laboratórnych skúšok vyplýva, že najvhodnejšie je symetrické ostrie s uhlom  $\beta = 0,522$  rad.

Drsnosť povrchu nástroja nemá na rezné sily podstatný vplyv. Materiál nožov použitý pri skúškach, t. j. oceľ 19436, sa ukázal ako vhodný. Tvrdosť pri kalení je 52 HRC. Hlavné rozmery nástroja treba voliť podľa účelu použitia.

### MOŽNOSTI RIEŠENIA STÍNACÍCH MECHANIZMOV A ĎALŠIE APLIKÁCIE

Pohon noža pri dynamickom spôsobe strihania dreva zabezpečuje v podstate pneumatický valec, keď na piestnicu s držiakom je pevne uchytený rezný nástroj. V smere strihania sa pohybuje systém piest—piestnica s rezným nástrojom pri veľkom zrýchlení v dôsledku veľkej impulznej energie. Zdrojom energie môže byť stlačený vzduch vo valci, ďalej tuhé (strelný prach) alebo tekuté palivo. Nahromadená energia plynu, resp. chemická energia paliva (počas chodu naprázdno), sa realizuje prakticky okamžite na strihanie dreva. Energia odovzdaná reznému nástroju je dôsledkom jeho vysokej rýchlosti pohybu a celý proces strihania trvá zlomok sekundy.

Vrátenie noža do východiskovej polohy sa uskutočňuje v dobe medzi strihaním pomocou elektrického alebo hydraulického pohonu (ak použijeme ako pracovné médium plyn), prípadne pomocou oceľových alebo pneumatických pružín (zdrojom energie je tuhé alebo kvapalné palivo).

Vďaka akumulácii energie, rýchlemu rezaniu, vysokej produktivite a univerzálnosti impulzného pohonu mechanizmu pre strihanie dreva tento princíp môže nájsť perspektívne široké uplatnenie u celého radu ťažbových strojov a zariadení v prvej fáze spracovania dreva. Hlavné oblasti použitia by mali byť stínka stromov, skracovanie guľatiny, odvetvovanie, štiepanie.

Došlo dne 7. 9. 1981

## Literatúra

- JANDEL, R. — KOREŇ, J.: Teória pracovných zariadení a strojov pri rezaní, odvetvovaní a odkôrňovaní dreva. Výskumná správa, s. 250, LF Zvolen, 1974
- JANDEL, R. — KOREŇ, J.: Teória pracovných princípov strojov a zariadení pri beztrieskovom rezaní dreva. Výskumná správa, s. 107, LF Zvolen, 1976
- JANDEL, R. — MIKLEŠ, M. — KOREŇ, J.: Teória viacúčelových strojov so zistením základných parametrov. Výskumná správa, s. 130, LF Zvolen, 1979
- JANDEL, R.: Beztrieskové rezanie nožmi. Lesníctví, 26, 1980, s. 309-327.
- JEGOROV, V. V.: Opredelenije sostavljajuščich sil trenija pri bezstružečnom prerezaniji drevesiny. Trudy CNIIME, sb. 130, 1974, s. 47-53
- JHONSTON, J. S.: Experiments crosscutting wood with shear blades. Forest Products Journal, 18, 1968, s. 85-89
- JHONSTON, J. S. — LAURENT, A. S.: V-Shaped Tree Shear Blades Spell and Butt Splitting, Canadian Forest Industries, 8, 1970, s. 39-45
- KEMPE, C.: Forces and Damage Involved in the Hydraulic Shearing of Wood. Studia forestalia suecica, 55, 1967, s. 38
- KIRILLOV, E. V.: Rozbor analitičeskogo sposoba Zacharenkova po opredeleniji maksimalnych soprotivlenij rezanija pri silovom metode obrezki sučjev. Lesnoj žurnal, 5, 1966, s. 32-35
- KONONENKO, V. G. — ARISTOV, G. F.: Issledovanija parametrov processa vysokoskorostnoj bezotčodnoj rezki drevesiny. Samoletostrojenje i tehnika vozdušnogo flota, vyp. 19, s. 35-45, 1970
- KONONENKO, V. G. — ANTSON, A. A.: Issledovanie instrumenta dlja vysokoskorostnogo silovogo bezpiločnogo rezanija drevesiny. Trudy CNIIME, sb. 101, 1969, s. 3-11
- KOČEGAROV, V. G. — MAZURKIN, P. M. — PEČENKIN, V. E.: Analiz rasčeta usilija pri poperečnom rezaniji drevesiny zubčatym nožom. Trudy LTA, Vyp. 7, 1979, s. 21-29
- KOČEGAROV, V. G. — MENŠIKOV, V. N.: O nekotorych voprosach besstružečnogo rezanija drevesiny ploskimi i klinovymi nožami. Trudy CNIIME, 1972, sb. 123
- KOČEGAROV, V. G. — MAZURKIN, P. M. — PEČENKIN, V. E.: Rasčet usilija rezanija pri poperečnom besstružečnom deleniji drevesiny. Trudy LTS, Vyp. 5, 1976, s. 78-83
- LEONOV, V. A.: Sila rezanija i ožtima pri nožovom prerezavaniji drevesiny. Trudy CNIIME, sb. 108, 1970, s. 10-20
- LEONOV, V. A.: Prerezavanije drevesiny nožami rozličnoj konfiguracii. Trudy CNIIME, sb. 95, 1969, s. 10-15
- ŠMELKO, Š.: Štatistické metódy v lesníctve. TS-VŠLD, Zvolen, 1974, s. 475
- TIMOŠENKO, S. — WOJNOVSKI — KRIEGER, S.: Theory of Plates and Shells. Mc Graw-Hill b. c., s. 636, New York — Toronto — London, 1959
- TREBUŇA, F. — ŠIMČÁK, F.: Posudzovanie únosnosti konštrukcie z tvarovaného plechu s prerušenými protiahlými stenami pri zafazení v rovine konštrukcie. Strojárstvá, 30, 1980, č. 3, s. 133-140
- WIKLUND, M.: Forces and Damage in Felling and with Knife and Shear Type Tools. 1967, Report, No 9, s. 39
- ZACHARENKOV, F. E.: Analitičeskij sposob rasčeta maksimalnogo soprotivlenija rezanija pri silovom metode obrezki sučjev. Lesnoj žurnal, No 3, 1963, s. 68-76

ZACHAROV, V. V.: Ustrojstvo s impulznym privodom dlja rezanija drevesiny. Lesnaja promyšlenost', 1980, č. 3, s. 25-26

ZANEGIN, L. A.: Experimentalnoje opredelenije usilija rezanija drevesiny ploskim nožom s impulznym privodom. Trudy CNIIME, sb. 138, 1973, s. 38-41

МИКЛЕШ, М. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). Отправные данные для решения инструмента для резки древесины высокой скоростью. Lesnictví, 28, 1982 (8): 683-694.

В данной работе решается вопрос бесстружечной распиловки древесины путем резки с высокой скоростью в целях оптимизации режущего аппарата с точки зрения формы и геометрии. На основе теории резки древесины, применимой к бесстружечной резке ножами был произведен анализ с определением факторов, влияющих на работу режущего аппарата. Установлено, что больше всего на режущее сопротивление и на качество поверхности среза при бесстружечной резке влияет толщина режущего аппарата. Чем больше толщина аппарата, тем выше и энергетическая требовательность резки. Намечены пути к снижению толщины режущего аппарата при сохранении его устойчивости. В соответствии с экспериментальными результатами был установлен оптимальный симметрический угол острия  $\beta = 0,522$  рад.

Применение данного способа бесстружечной резки с высокой скоростью возможно при конструировании лесорубных машин, разделочных узлов линий для производства сортиментов на лесных складах, древокольных станков и т. п.

техника лесная; резка древесины; режущий аппарат; рубка леса

MIKLEŠ, M. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Basic Data for Designing an Implement for Wood High-Speed Cutting*. Lesnictví, 28, 1982 (8): 683-694.

The problem of chipless high-speed cutting of wood is solved to devise optimum shape and geometry of the cutting implement. Applying the theory of wood cutting to chipless cutting with knives, an analysis was performed to define factors influencing the operation of the cutting implement. It was demonstrated that the greatest influence on cutting resistance and quality of cutting area during chipless cutting was exerted by implement thickness. The greater the implement thickness, the higher is the energy consumption of cutting. Modes of diminishing implement thickness while maintaining its stability were suggested. Observing the experimental results, the optimum symmetrical angle of the cutting edge was found to be  $\beta = 0.522$  rad.

The mentioned method of chipless high-speed cutting can be applied during construction of logging machines, wood processing sections of the lines producing shortwood for forest log depots, splitting machines, etc.

forest machines; wood cutting; cutting implement; forest exploitation

MIKLEŠ, M. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Les documents pour la construction de l'outil destiné au cisaillement du bois à haute vitesse*. Lesnictví, 28, 1982 (8): 683-694.

Dans le présent travail on cherche à résoudre la question relative au coupage du bois sans copeaux, en procédant au cisaillement à grande vitesse, en vue d'optimiser l'outil de coupe du point de vue de la forme et de la géométrie. C'est sur la base de la théorie de sciage du bois, appliquée au sciage sans copeaux au moyen des couteaux qu'on a effectué l'analyse qui délimite les facteurs influençant le travail de l'outil de sciage. Il a été constaté que c'est l'épaisseur de l'outil qui exerce l'influence la plus grande sur la réaction de coupe et la qualité de la surface de coupe quand il s'agit du sciage sans copeaux. Plus l'épaisseur de l'outil est grande et plus grande est aussi l'exigence énergétique du sciage. On signale les chemins capables de réduire l'épaisseur de l'outil tout en conservant sa stabilité. On a déterminé, en harmonie avec les résultats expérimentaux, l'angle symétrique optimum de l'arête de coupe, soit  $\beta = 0,522$  rad.

La mise en valeur du mode mentionné de sciage sans copeaux à grande vitesse est possible lors de la construction des machines d'exploitation, des noeuds de débitage des lignes destinées à la production des assortiments pour les dépôts de bois, des machines à fendre et ainsi de suite.

technique forestière; sciage du bois; outil de sciage; exploitation forestière

---

Adresa autora:

Ing. Milan Mikleš, Vysoká škola lesnícka a drevárska, 960 53 Zvolen

---

# ZRNITOSTNÍ ROZBOR HRUBOZRNNÝCH SPLAVENIN PRO POTŘEBY HRAZENÍ BYSTŘIN

J. Krešl

KREŠL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Zrnitostní rozbor hrubozrnných splavenin pro potřeby hrazení bystřin*. Lesnictví, 28, 1982 (8): 695–708.

Autor se v práci zaměřil na základní otázky zrnitostního rozboru hrubozrnných splavenin, tj. na stanovení jejich středního rozměru, na vliv místa odběru vzorku a na vliv způsobu zrnitostního rozboru na velikost efektivního zrna s cílem navrhnout zjednodušenou metodu stanovení efektivního zrna ve ztížených podmínkách hrazení bystřin. Nejlepší shodu s velikostí zrn určených síťovým rozbořem vykazují hodnoty získané metodou modelových sít (tříděné podle hran náhradního hranolu  $b_c$ ) a střední rozměr náhradního hranolu  $\bar{d}$ . Na velikosti efektivního zrna se statisticky významněji uplatňuje místo odběru v průtočném průřezu než způsob zrnitostního rozboru (síťovým způsobem s oky kruhového a čtvercového tvaru, metodou modelových sít s oky kruhového a čtvercového tvaru a podle středního rozměru  $\bar{d}$ ); proto je vhodnější odebírat vzorek splavenin pro zrnitostní rozbor v pásu přes celý průtočný průřez. Při ověřování platnosti vztahu mezi velikostí efektivního zrna určeného sítí s kruhovými oky  $d_{se} \cdot k = d_{so} \cdot d_{se}^{-1}$  byl zjištěn tento poměr vždy menší než udávaná hodnota  $k = 1,25$ . Hmotnost jednotlivých zrn splavenin lze stanovit podle vztahu  $G = A \cdot \bar{d}^m$ . S přihlédnutím k těmto poznatkům byla navržena zjednodušená metoda pro stanovení efektivního zrna u hrubozrnných splavenin. Přitom se vychází z předpokladu, že pro daný měrný profil platí  $\bar{d}_m \cdot \bar{d}_{\max}^{-1} = k_d$ , kde koeficient  $k_d = f(\bar{d}_i \cdot \bar{d}_{\max}^{-1} \sum m_{pi} \%)$ .

hrazení bystřin; splaveniny; zrnitostní rozbor; velikost efektivního zrna

Od počátku existence služby hrazení bystřin se setkáváme s problémem, jehož řešení zůstává i dnes naléhavé, a to s pohybem splavenin v bystřinných tocích. Zdánlivě jednoduchý úkol zastavit transport splavenin a upravit podélný sklon bystřiny tak, aby nebylo dno koryta ani zanášeno, ani vymíláno vyžadoval znalosti o zákonitostech pohybu splavenin. Proto již Thiery (1841), Wang (1901) a jiní věnovali této problematice pozornost a svými studiemi přispěli k praktické aplikaci. Je ovšem nutno konstatovat, že využívání výsledků jejich prací zůstalo spíše v úrovni teoretické — vědeckovýzkumné — než při přímé praktické aplikaci. Příčiny této skutečnosti tkví v tom, že pracovníci, především projektanti, si jen s velkými obtížemi získávali výchozí podklady, zvláště údaj rozhodující, a to velikost zrna charakterizujícího splaveninovou směs tvořící dno bystřin.

Většina doporučovaných metod pro stanovení efektivního (směrodatného) zrna byla vypracována pro laboratorní podmínky, popř. pro jemnozrnný materiál a jejich prostá aplikace pro bystřiny s hrubozrnným materiálem, kde jedno zrno může mít hmotnost i několik kilogramů, je přinejmenším problematická. Proto je nutno hledat všechny cesty, jak by bylo možno tyto potíže překonat, aby byl zajištěn další rozvoj projekčních prací.

## PROBLEMATIKA ŘEŠENÉ OTÁZKY

S úkolem stanovení velikosti efektivního (směrodatného) zrna se u hrazení bystřin setkáváme při stanovení krajní nevymílací rychlosti, řešení vyrovnaného (kompenzač-

ního) sklonu navrhované nivelety, určování drsnosti přirozených toků pro výpočet střední průřezové rychlosti a při výpočtu množství unášených splavenin.

Jde tedy o stanovení velikosti takového zrna, které by vystihovalo heterogenní směs splavenin tvořících dno zájmového toku vzhledem k řešenému úkolu. Tento požadavek splňuje tzv. efektivní (směrodatné) zrno  $d_m$ , tj. zrno o velikosti, při které platí stejné zákonitosti pohybu stejnozrnných (jí velikostně odpovídajících) splavenin jako u splaveninové směsi, z níž bylo efektivní zrno stanoveno.

Vzhledem k fyzikální podstatě úkolu, pro který velikost efektivního zrna určujeme, tj. pro stanovení mezních hodnot silového účinku na splaveniny (vyjádřených nevymílací rychlostí a jí odpovídajícím vyrovnaným sklonem dna toku, drsností dna), nejlépe vyhovuje velikost středního zrna stanovená podle Kramera:

$$d_m = 0,01 \cdot \sum d_i \cdot m_{pi} \% \quad (m, \text{cm}) \quad (1)$$

kde:  $m_{pi} \%$  — procentuálně hmotnostní podíl jednotlivého dílčího zbytku na tom kterém síti s velikostí ok čtvercového tvaru  $d_i$  (ČSN 01 5030 z r. 1968).

Základní údaje pro tento výpočet, tj.  $d_i$  a  $m_{pi} \%$ , se určují běžně síťovým rozbořem, který je snadný a celkem pohodlný u jemnozrnných směsí a v laboratorních podmínkách. U hrubozrnných splavenin je vzhledem k velké hmotnosti potřebného vzorku — řádově až několik desítek kg — nutno tento rozbor provádět v terénu, což je v běžné praxi velmi ztíženo jak vzhledem k přístrojové náročnosti, tak i pro pracnost. Při tom nelze opomíjet u bystřin i obtížnou přístupnost, která těžkosti síťového rozboru jen zvyšuje. Při tom zůstává nevyřešen i způsob určování charakteristického rozměru zrn větších než 7,0 cm, která právě u hrubozrnných splavenin mají rozhodující zastoupení, místo odběru reprezentativního vzorku a vliv tvaru ok sít na velikost efektivního zrna.

Při zpracovávání zrnitosti u toků s převahou hrubozrnných splavenin se používají i další metody. Ter-Minasjan R. O., Torosjan Z. N. (1968) např. uvádějí postup, při němž se vychází z plošného zastoupení kamenů jednotlivých velikostí jako vah při výpočtu efektivního zrna: na čtyřúhelníku o ploše cca 15–25 cm<sup>2</sup> se stanoví pro velké kameny ( $d > 10$  cm) jejich průměr a vypočte se plocha  $S = 0,785d^2$ . Součet těchto ploch představuje celkovou plochu, kterou zabírají kameny s  $d > 10$  cm. Zbytek plochy zabírají splaveniny s  $d < 10$  cm, pro jejichž rozbor se vykope materiál z jámy  $0,5 \times 0,5 \times 0,5$  m veliké a z něho po promíchání se odebírá vzorek o hmotnosti 2–3 kg pro laboratorní rozbor. Pak poměr ploch jednotlivých frakcí k celkové ploše zkoumané plochy určuje jejich procentuální zastoupení, které představuje jejich hodnoty při výpočtu středního zrna.

Wolman M. G. (1954) vychází při stanovení středního zrna u hrubozrnného materiálu z četnosti výskytu zrn jednotlivých velikostí. Při náhodném odběru 100 kamenů (sbírá kameny, které leží vždy pod špičkou boty při krokování na ploše, popř. rozdělí plochu odběru sítí), změří jejich střední osu, zařadí je do příslušné třídy (které podle Wolmana nejvhodněji tvoří Wentworthovo kritérium, podle něhož jednotlivé třídy vytváří řada velikostí, a to 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 32,0 cm, atd.) a střední zrno pak odpovídá velikosti kamene s 50% četností.

Tyto metody však nevystihují hmotnost zrn, která je z fyzikálního hlediska pohybu splavenin rozhodující. Platily by pouze za předpokladu, že by existovala lineární závislost mezi velikostí zrna, popř. jeho plochou, a mezi jeho hmotností. Ve skutečnosti je tato závislost mocninná, jak je patrné z dalšího.

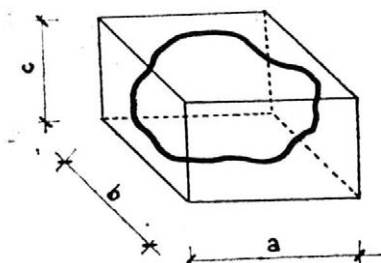
Proto jsem se snažil posoudit faktory významné pro zrnitostní rozbor hrubozrnných splavenin, tj. stanovit základní charakteristiky, posoudit vliv místa odběru na velikost efektivního zrna s cílem navrhnout zjednodušený způsob stanovení efektivního zrna použitelný v projekční praxi při úpravách malých toků.



Výzkumné práce byly konány v období 1977–1979 na přítocích Ostravice (Řehův v km 1,05, Vilčok v km 0,52) a Svratky (Besének I v km 8,2, Besének II v km 10,5, Křepťovský potok v km 1,35 a Vrtěžirský potok v km 2,3).

Vzorky byly odebrány v pásu přes celé dno profilu o šířce 0,30–0,50 m, u Vrtěžirského potoka 1,0 m podle velikosti max. zrna, po 1,0 m úsecích v pořadí zleva doprava, v mocnosti povrchové vrstvy 0,10–0,20 m. Pás profilu se vymezoval silonovou šňůrou. Hmotnost odebraných vzorků v jednotlivých metrových sekcích měrného profilu se pohybovala v rozmezí 10–30 kg, ojediněle až 90 kg. Velké splaveniny byly vybírány ručně, drobné lopatkou.

Při síťovém rozboru se používala síta čtvercového tvaru o rozměru 0,80 m se čtvercovými oky velikosti 70, 40, 30, 20, 16 a 2,0 mm a síta s kulatými oky (čtvercový rám s hranou 0,50 m) o velikosti 70, 60, 50, 40, 30, 20, 16, 3,5 a 2,0 mm. Při měření na Besénku jsem používal i kulaté šablony o průměru 11 a 15 cm. Hmotnost jednotlivých velkých splavenin a celé frakce byla nejdříve určována kuchyňskými váhami s hmotností do 5 kg a s přesností na 0,01 kg, při měřeních v druhé fázi (Besének a Křepťovský potok) automatickými váhami s celkovou hmotností do 10 kg s přesností odečítání na 0,005 kg. Vzorky byly váženy v mokřem stavu. Četnost splavenin v jednotlivých frakcích byla zjišťována přímým odpočtem, u frakce pod 1,6 cm přepočtem – z hmotnosti odpovídající 100 ks. Objem splavenin byl zjišťován v cejchovaných nádobách: pro velké kameny nádoba s průměrem 38 cm, sloupec 1 mm = 114,5 cm<sup>3</sup>, pro malé s průměrem 12,1 cm, sloupec 1 mm = 11,4 cm<sup>3</sup>, popř. v kalibrovaných válcích.



1. Rozměry náhradního hranolu. — Dimensions of the substitute prism

Při rozboru zrn o velikosti  $d > 7,0$  cm jsem použil i třídění podle velikosti hran náhradního hranolu (tj. nejmenšího pravouhlého hranolu opsaného zrna – obr. 1), kdy jsem určoval minimální velikost oka – čtvercového i kruhového tvaru – jímž by ještě zrno daných rozměrů  $b$  a  $c$  prošlo, resp. velikost oka, jímž by zrno již neprošlo. Nazvěme tento způsob třídění metodou modelového síta.

Velikost rozměrů hran náhradního hranolu  $b$  a  $c$  můžeme vypočítat pro kruhové oko s průměrem  $d$ , jímž ještě zrno projde ze vztahu pro kruh:

$$c = (d^2 - b^2)^{1/2}. \quad (2)$$

V případě, že  $b = c$  platí

$$b = c = 0,5^{1/2} \cdot d = 0,70712d. \quad (3)$$

Pro čtvercová oka platí pro stanovení velikosti rozměrů hran  $b$  a  $c$

$$c = 1,414d_c - b \quad (4)$$

a v případě, že  $b = c$  platí

$$b = c = 0,5^{1/2} d_c = 0,707d_c, \quad (5)$$

kde:  $d_c$  – velikost čtvercového oka síta.

Vhodnost třídění splavenin podle hran náhradního hranolu  $b$  a  $c$  naznačují hodnoty v tab. I, kde jsou porovnány průměrné hodnoty velikosti zrn získaných síťovým rozбором  $d_{80}$  a modelovými síty s obdobnou velikostí ok kruhového tvaru  $d_{M0}$  podle jednotlivých hran náhradního hranolu:  $a$  b,  $a$  c a  $b$  c. Z uvedených hodnot vyplývá, že průměrné velikosti zrn určené podle hran  $a$  b,  $a$  c jsou výrazně větší (v průměru o 30–40 %) a hodnoty podle hran  $b$  c menší (pouze v průměru o 6 %) než velikost zrn určená síťovým rozбором. Z toho lze usuzovat, že při modelovém zrnitostním rozboru je nejvhodnější používat hran náhradního hranolu  $b$  c. Velikosti maximálních rozměrů hran náhradního hranolu  $b$  a  $c$  pro oka kruhového tvaru o průměru  $d$  jsou uvedeny v tabulce II a pro oka čtvercového tvaru v tabulce III.

I. Hodnoty velikostí zrn určených síťovým rozbořem  $d_{so}$  a metodou modelových sít (kruhová oka)  $d_{Mo}$  podle rozměrů hran náhradního hranolu  $a, b; a, c; b, c$  v cm. — Values of grain sizes determined by screen analysis  $d_{so}$  and by the method of model screens (circular meshes)  $d_{Mo}$  according to edge sizes of the substitute prism  $a, b; a, c; b, c$  in cm

| Vzorek         | Síťo<br>$d_{sj}$ | $d_{so}$ | $d_{Mo}$ |        |        | $d_{so}$   | $d_{so}$   | $d_{so}$   |
|----------------|------------------|----------|----------|--------|--------|------------|------------|------------|
|                |                  |          | $a\ b$   | $a\ c$ | $b\ c$ | $d_{Moab}$ | $d_{Moac}$ | $d_{Mobe}$ |
| Besének II-1.2 | 11–15            | 13       | 20,0     | 16,7   | 13,0   | 0,65       | 0,78       | 1,00       |
|                | 7–11             | 9        | 13,8     | 11,3   | 9,0    | 0,65       | 0,80       | 1,00       |
| Besének II-1.1 | 11–15            | 13       | 21,3     | 19,3   | 11,7   | 0,61       | 0,67       | 1,11       |
|                | 7–11             | 9        | 14,0     | 11,1   | 9,0    | 0,64       | 0,82       | 1,00       |
| Besének II-2.1 | 11–15            | 13       | 22,6     | 20,0   | 11,7   | 0,58       | 0,65       | 1,11       |
|                | 7–11             | 9        | 14,0     | 11,6   | 8,5    | 0,64       | 0,78       | 1,06       |
| Křeptovský 1   | 6–7              | 6,5      | 9,5      | 8,0    | 6,0    | 0,68       | 0,81       | 1,08       |
|                | 5–6              | 5,5      | 11,3     | 10,7   | 5,2    | 0,49       | 0,51       | 1,06       |
| Průměr         |                  |          |          |        |        | 0,62       | 0,73       | 1,06       |

Velikost efektivního zrna jsem stanovoval podle Kramerova vztahu s tím, že za  $d_i$  jsem dosazoval velikost středu intervalu vymezeného rozměrem ok používaných sít  $d_j$ :

$$d_i = 0,5 \cdot (d_{j1} + d_{j2}). \quad (\text{cm}) \quad (5)$$

Obdobně jsem postupoval i při třídění modelovými sít. Rozměry náhradního hranolu byly měřeny pravítkem s přesností na 0,1 cm; měření posuvným měřítkem se neosvědčilo, zvláště u velkých zrn.

## VÝSLEDKY ŘEŠENÍ

### STANOVENÍ CHARAKTERISTICKÉHO ROZMĚRU U HRUBOZRNÝCH SPLAVENIN

Při zrnitostním rozboru hrubozrných splavenin je především nutno charakterizovat velká zrna (tj. větší než maximální rozměr ok používaných sít) jedním rozměrem, který by měl být adekvátní síťovému. Pro tento charakteristický rozměr — nazvěme jej středním — lze použít aritmetického průměru náhradního hranolu:

$$\bar{d} = 1/3 (a + b + c), \quad (6)$$

popř. hranu náhradní krychle s objemem zrna  $V$ :

$$d_k = V^{1/3}, \quad (7)$$

nebo průměr koule stejného objemu zrna  $V$

$$d_o = (1,91 \cdot V)^{1/3}. \quad (8)$$

Konečně jsem použil metody modelového síta, tj. třídění zrn podle rozměrů hran  $b$  a  $c$ . Rozměry stanovené touto metodou označuji  $d_{Mo}$  (u kruhového tvaru oka) a  $d_{M\bar{e}}$  (pro čtvercový tvar oka). Za kritérium vhodnosti té které metody jsem považoval těsnost vztahu k rozměru určenému síťovým rozbořem. Z tabulky IV, kde jsou uvedeny hodnoty středních rozměrů zrn splavenin určených různými způsoby, vyplývá, že nejlepší shodu s velikostí zrn určených síťovým rozbořem vykazují hodnoty získané modelovými sít

II. Velikosti maximálních rozměrů hran náhradního hranolu  $b$ ,  $c$  pro jednotlivá oka kruhového tvaru o průměru  $d$  (v cm). — Maximum sizes of edges of the substitute prism  $b$ ,  $c$  for separate circular meshes with diameter  $d$  (in cm)

| $d$ 9,0   | 11,0      | 13,0      | 15,0      | 17,0      | 19,0      | 21,0      |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $b$ $c$   | $b$ $c$   | $b$ $c$   | $b$ $c$   | $b$ $c$   | $b$ $c$   | $b$ $c$   |
| 6,36 6,36 | 7,78 7,78 | 9,19 9,19 | 10,6 10,6 | 12,0 12,0 | 13,4 13,4 | 14,9 14,9 |
| 6,50 6,22 | 8,00 7,55 | 9,50 8,87 | 11,0 10,2 | 12,5 11,5 | 13,5 13,4 | 15,0 14,7 |
| 7,00 5,66 | 8,50 6,98 | 10,0 8,31 | 11,5 9,6  | 13,0 11,0 | 14,0 12,9 | 16,0 13,6 |
| 7,50 4,97 | 9,00 6,32 | 10,5 7,66 | 12,0 9,0  | 13,5 10,3 | 14,5 12,3 | 17,0 12,3 |
| 8,00 4,12 | 9,50 5,55 | 11,0 6,93 | 12,5 8,3  | 14,0 9,6  | 15,0 11,7 | 18,0 10,8 |
| 8,30 3,48 | 10,0 4,58 | 11,5 6,06 | 13,0 7,5  | 14,5 8,9  | 15,5 11,0 | 19,0 8,9  |
| 8,50 2,96 | 10,5 3,28 | 12,0 5,0  | 13,5 6,5  | 15,0 8,0  | 16,0 10,3 | 20,0 6,4  |
| 8,70 2,30 | 10,7 2,55 | 12,5 3,6  | 14,0 5,4  | 15,5 7,0  | 16,5 9,4  | 20,9 2,0  |
| 8,90 1,34 | 10,9 1,48 | 12,7 2,7  | 14,5 3,8  | 16,0 5,7  | 17,0 8,5  |           |
|           |           | 12,9 1,6  | 14,9 1,7  | 16,5 4,1  | 17,5 7,4  |           |
|           |           |           |           | 16,9 1,8  | 18,0 6,1  |           |
|           |           |           |           |           | 18,5 4,3  |           |
|           |           |           |           |           | 18,9 1,9  |           |

III. Velikosti maximálních rozměrů hran náhradního hranolu  $b$ ,  $c$  pro jednotlivá oka čtvercového tvaru o hraně  $d_{\varepsilon}$  (v cm). — Maximum sizes of edges of the substitute prism  $b$ ,  $c$  for separate square meshes of edge  $d_{\varepsilon}$  (in cm)

| $d_{\varepsilon}$ 9,0 | 11,0       | 13,0      | 15,0      | 17,0      | 19,0      | 21,0      |
|-----------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $b$ $c$               | $b$ $c$    | $b$ $c$   | $b$ $c$   | $b$ $c$   | $b$ $c$   | $b$ $c$   |
| 9,50 3,72             | 11,50 4,05 | 13,5 4,88 | 16,0 5,21 | 18,0 6,04 | 20,0 6,87 | 22,0 7,69 |
| 10,0 2,72             | 12,0 3,55  | 14,0 4,38 | 17,0 4,21 | 19,0 5,04 | 21,0 5,87 | 23,0 6,69 |
| 10,5 2,22             | 12,5 3,05  | 14,5 3,88 | 18,0 3,21 | 20,0 4,04 | 22,0 4,87 | 24,0 5,69 |
| 11,0 1,72             | 13,0 2,55  | 15,0 3,38 | 19,0 2,21 | 21,0 3,04 | 23,0 3,87 | 25,0 4,69 |
| 11,5 1,22             | 13,5 2,05  | 15,5 2,88 | 20,0 1,21 | 22,0 2,04 | 24,0 2,87 | 26,0 3,69 |
| 12,0 0,72             | 14,0 1,55  | 16,0 2,38 | 21,0 0,21 | 23,0 1,04 | 25,0 1,87 | 27,0 2,69 |
| 12,5 0,22             | 14,5 1,05  | 16,5 1,88 |           | 24,0 0,04 | 26,0 0,87 | 28,0 1,69 |
| 12,7 0,02             | 15,0 0,55  | 17,0 1,38 |           |           |           | 29,0 0,69 |
|                       | 15,5 0,05  | 17,5 0,88 |           |           |           |           |
|                       |            | 18,0 0,38 |           |           |           |           |
|                       |            | 18,3 0,08 |           |           |           |           |

a střední rozměr náhradního hranolu  $\bar{d}$ . Tato shoda rovněž potvrzuje vhodnost použití při metodě modelových sít třídění podle hran náhradního hranolu  $b$  a  $c$ .

Proto jsem používal při analýze zrn  $d > 7,0$  cm pro výpočet efektivního zrna hodnot  $\bar{d}$ ,  $d_{M0}$  a  $d_{M\bar{\varepsilon}}$ .

IV. Velikosti zrn splavenin určené různými způsoby. — Alluvial grain sizes determined by different methods

| $d_{so}$         | $\bar{d}$ | $d_k$ | $d_o$ | $d_{Mo}$ | $d_{M\bar{e}}$ | $\frac{d_{so}}{\bar{d}}$ | $\frac{d_{so}}{d_k}$ | $\frac{d_{so}}{d_o}$ | $\frac{d_{so}}{d_{Mo}}$ | $\frac{d_{so}}{d_{M\bar{e}}}$ |
|------------------|-----------|-------|-------|----------|----------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Besének I-1      |           |       |       |          |                |                          |                      |                      |                         |                               |
| 9,0              | 8,0       | 6,5   | 8,1   | 9,0      | 7,9            | 1,13                     | 1,39                 | 1,11                 | 1,00                    | 1,14                          |
| 6,5              | 5,7       | 4,4   | 5,5   | 6,5      | 5,8            | 1,14                     | 1,48                 | 1,18                 | 1,00                    | 1,12                          |
| 5,5              | 5,1       | 3,9   | 4,9   | 5,5      | 4,9            | 1,08                     | 1,41                 | 1,12                 | 1,00                    | 1,12                          |
| 4,5              | 3,9       | 3,4   | 4,2   | 4,2      | 3,8            | 1,15                     | 1,32                 | 1,07                 | 1,07                    | 1,18                          |
| 3,5              | 3,0       | 2,6   | 3,3   | 3,3      | 2,6            | 1,17                     | 1,35                 | 1,06                 | 1,06                    | 1,35                          |
| 2,5              | 2,4       | 2,0   | 2,5   | 2,5      | 2,2            | 1,04                     | 1,25                 | 1,00                 | 1,00                    | 1,14                          |
| Besének II-1.1   |           |       |       |          |                |                          |                      |                      |                         |                               |
| 13,0             | 11,1      | 8,3   | 10,3  | 11,7     | 10,0           | 1,18                     | 1,56                 | 1,26                 | 1,11                    | 1,30                          |
| 9,0              | 7,5       | 5,8   | 7,2   | 9,0      | 7,1            | 1,20                     | 1,55                 | 1,25                 | 1,00                    | 1,27                          |
| Besének II-1.2   |           |       |       |          |                |                          |                      |                      |                         |                               |
| 13,0             | 10,4      | 6,9   | 8,6   | 13,0     | 10,7           | 1,25                     | 1,88                 | 1,51                 | 1,00                    | 1,21                          |
| 9,0              | 7,1       | 5,4   | 6,7   | 9,0      | 7,7            | 1,27                     | 1,67                 | 1,34                 | 1,00                    | 1,17                          |
| Besének II-2.1   |           |       |       |          |                |                          |                      |                      |                         |                               |
| 13,0             | 11,0      | 7,5   | 9,3   | 11,7     | 10,0           | 1,18                     | 1,73                 | 1,40                 | 1,11                    | 1,30                          |
| 9,0              | 7,1       | 5,1   | 6,3   | 8,5      | 7,2            | 1,27                     | 1,76                 | 1,43                 | 1,05                    | 1,25                          |
| Křeptovský 1     |           |       |       |          |                |                          |                      |                      |                         |                               |
| 6,5              | 5,2       | 4,7   | 5,9   | 6,0      | 5,5            | 1,25                     | 1,38                 | 1,10                 | 1,08                    | 1,18                          |
| 5,5              | 5,8       | 4,5   | 5,6   | 5,2      | 4,8            | 0,94                     | 1,22                 | 0,98                 | 1,06                    | 1,15                          |
| 4,5              | 4,5       | 3,6   | 4,5   | 5,1      | 4,5            | 1,00                     | 1,25                 | 1,00                 | 0,88                    | 1,00                          |
| 3,5              | 4,1       | 3,2   | 4,0   | 4,4      | 3,5            | 0,85                     | 1,09                 | 0,88                 | 0,80                    | 1,00                          |
| 2,5              | 3,1       | 2,6   | 3,1   | 3,5      | 2,5            | 0,81                     | 0,96                 | 0,81                 | 0,71                    | 1,00                          |
| 1,8              | 2,3       | 1,8   | 2,3   | 2,5      | 2,5            | 0,78                     | 1,00                 | 0,78                 | 0,72                    | 0,72                          |
| Křeptovský 2     |           |       |       |          |                |                          |                      |                      |                         |                               |
| 6,5              | 5,4       | 4,2   | 5,0   | 6,6      | 5,9            | 1,20                     | 1,55                 | 1,30                 | 0,98                    | 1,10                          |
| 5,5              | 5,0       | 4,2   | 5,1   | 6,0      | 5,5            | 1,10                     | 1,31                 | 1,08                 | 0,92                    | 1,00                          |
| 4,5              | 3,9       | 3,4   | 4,2   | 4,8      | 4,2            | 1,15                     | 1,32                 | 1,07                 | 0,94                    | 1,07                          |
| 3,5              | 3,2       | 2,6   | 3,3   | 3,5      | 2,5            | 1,09                     | 1,35                 | 1,06                 | 1,00                    | 1,40                          |
| 2,5              | 2,8       | 1,9   | 2,4   | 2,5      | 2,5            | 0,89                     | 0,76                 | 0,96                 | 1,00                    | 1,00                          |
| 1,8              | 1,5       | 1,2   | 1,5   | 1,8      | 1,0            | 1,20                     | 1,50                 | 1,20                 | 1,00                    | 1,80                          |
| Průměrné hodnoty |           |       |       |          |                | 1,10                     | 1,38                 | 1,12                 | 0,98                    | 1,17                          |

Při posuzování vlivu různého způsobu stanovení středního rozměru na velikost efektivního zrna a vlivu různého místa odběru v příčném profilu (hodnoty efektivního zrna pro jednotlivé sekce průtočného průřezu — jsou označeny arabskými číslicemi — stanovené různými způsoby jsou uvedeny v tabulce V) lze konstatovat, že se na velikosti efektivního zrna výrazněji uplatňuje místo odběru vzorku v příčném průřezu než způsob zrnitostního rozboru. Již koeficienty variace souborů efektivních zrn u téhož zrnitostního rozboru jsou vždy větší než u souborů efektivních zrn v téže sekci (vyjma souboru  $\bar{d}$  u Křepťovského potoka a Besénku II). Významnost odchylek rozptylů těchto souborů efektivních zrn byla testována kritickými hodnotami  $F$  — rozdělení při hladině významnosti  $\alpha = 0,025$  a ve všech případech byla potvrzena jejich statistická významnost (tabulka VI). Ve všech případech je  $F_{\alpha}(f_1, f_2) < F$ .

Z tohoto rozboru tedy vyplývá, že je vhodnější pro reprezentativní vzorek splavenin tyto odebrat v pásu přes celý průtočný průřez než u náhodně umístěných plošek v průřezu.

#### ZÁVISLOST HMOTNOSTI ZRN NA JEJICH STŘEDNÍM ROZMĚRU

Při stanovení středního rozměru jednotlivých zrn  $d > 7,0$  cm je možno vycházet i z jejich hmotnosti, pokud je známa. Tento způsob použili Valtýni J. (1967) a Novák L. (1975). Vycházeli při tom z funkce

$$G = A \cdot \bar{d}^m, \quad (\text{kg}) \quad (9)$$

kde:  $A, m$  — koeficienty pro jednotlivé lokality (horniny),  
 $\bar{d}$  — střední rozměr zrna vypočítaný podle vztahu (6).

Tato metodika je vhodná i pro zrna  $d < 7,0$  cm (Krešl J. 1978). Pro použití uvedeného vztahu jsem podle Novákových údajů a vlastních měření určil hodnoty koeficientů:

|                |               |            |
|----------------|---------------|------------|
| pro rulu       | $A = 0,00133$ | $m = 2,97$ |
| svor           | $A = 0,00112$ | $m = 2,89$ |
| granodiorit    | $A = 0,00211$ | $m = 2,51$ |
| flyš           | $A = 0,00199$ | $m = 2,77$ |
| křemen. porfyr | $A = 0,00340$ | $m = 2,38$ |

popř. obecný tvar stanovený metodou nejmenších čtverců:

$$G = 0,002 \cdot d^{-2,70}, \quad (\text{kg}) \quad (10)$$

kde:  $\bar{d}$  je v cm.

Upřesnění koeficientů  $A, m$  pro rovnici (9) je úkolem pro další výzkum a je předpokladem pro stanovení charakteristik obecnější platnosti v jednotlivých bystřinných oblastech.

#### VLIV TVARU OK SÍTĚ NA VELIKOST SMĚRODATNÉHO ZRNA

Obecně je udáván vztah mezi velikostmi splavenin určenými síťovým rozbořem sítý s kruhovým  $d_{80}$  a čtvercovým tvarem ok  $d_{8c}$ :

$$d_{80} = k \cdot d_{8c}. \quad (11)$$



V. Velikosti efektivního zrna stanovené různými způsoby zrnitostního rozboru pro jednotlivé sekce měrných průřezů, aritmetické průměry  $d_{\Sigma}$  a koeficienty variace  $Cv$ . — Effective grain sizes determined by different methods of mechanical analysis for various sectors of specific cross-sections, arithmetical means  $d_{\Sigma}$  and coefficients of variation  $Cv$

| Měrný průřez        |                       | Sekce průtočného průřezu |      |      |      |     | $d_{\Sigma}$ | $Cv \%$ |
|---------------------|-----------------------|--------------------------|------|------|------|-----|--------------|---------|
|                     |                       | 1                        | 2    | 3    | 4    | 5   |              |         |
| Křeptovský<br>potok | $d_{M\bar{\epsilon}}$ | 10,1                     | 10,7 | 9,0  |      |     | 9,9          | 8,7     |
|                     | $d_{Mo}$              | 11,2                     | 12,3 | 10,5 |      |     | 11,3         | 8,0     |
|                     | $\bar{d}$             | 9,9                      | 10,6 | 9,4  |      |     | 10,0         | 6,0     |
|                     | $d_{\Sigma}$          | 10,4                     | 11,2 | 9,6  |      |     |              |         |
|                     | $Cv \%$               | 6,7                      | 5,7  | 8,1  |      |     |              |         |
|                     |                       |                          |      |      |      |     |              |         |
| Besének I           | $d_{s\bar{\epsilon}}$ | 10,4                     |      |      |      |     |              |         |
|                     | $d_{M\bar{\epsilon}}$ | 11,8                     | 16,1 | 9,3  | 10,2 | 7,3 | 10,9         | 30,3    |
|                     | $d_{so}$              | 14,0                     | 19,0 | 8,5  | 11,0 | 7,9 | 12,1         | 33,2    |
|                     | $d_{Mo}$              | 13,8                     | 19,0 | 10,2 | 11,1 | 8,6 | 12,5         | 32,1    |
|                     | $\bar{d}$             | 12,5                     | 17,3 | 10,3 | 9,3  | 7,7 | 11,4         | 32,6    |
|                     | $d_{\Sigma}$          | 12,5                     | 17,9 | 9,6  | 10,4 | 7,9 |              |         |
|                     | $Cv \%$               | 7,5                      | 6,8  | 4,7  | 7,2  | 7,2 |              |         |
|                     |                       |                          |      |      |      |     |              |         |
| Besének II-1        | $d_{s\bar{\epsilon}}$ | 7,6                      | 9,7  |      |      |     | 8,7          | 17,1    |
|                     | $d_{so}$              | 8,8                      | 11,5 |      |      |     | 10,2         | 18,7    |
|                     | $d_{Ms}$              | 8,5                      | 11,1 |      |      |     | 9,8          | 18,8    |
|                     | $\bar{d}$             | 8,2                      | 9,1  |      |      |     | 8,6          | 6,9     |
|                     | $d_{\Sigma}$          | 8,3                      | 10,4 |      |      |     |              |         |
|                     | $Cv \%$               | 6,2                      | 10,9 |      |      |     |              |         |
|                     |                       |                          |      |      |      |     |              |         |
|                     |                       |                          |      |      |      |     |              |         |
|                     |                       |                          |      |      |      |     |              |         |
|                     |                       |                          |      |      |      |     |              |         |
| II-2                | $d_{s\bar{\epsilon}}$ | 6,8                      | 14,9 | 10,9 |      |     | 10,9         | 38,1    |
|                     | $d_{so}$              | 8,1                      | 16,5 | 13,1 |      |     | 12,6         | 33,5    |
|                     | $d_{Mo}$              | 7,5                      | 16,5 | 12,6 |      |     | 12,2         | 36,1    |
|                     | $\bar{d}$             | 7,9                      | 13,7 | 11,3 |      |     | 11,0         | 26,5    |
|                     | $d_{\Sigma}$          | 7,6                      | 15,4 | 12,0 |      |     |              |         |
|                     | $Cv \%$               | 7,6                      | 8,8  | 8,7  |      |     |              |         |
| II-3                | $d_{s\bar{\epsilon}}$ | 9,4                      | 4,9  | 15,9 |      |     | 10,1         | 59,8    |
|                     | $d_{so}$              | 11,3                     | 5,6  | 17,4 |      |     | 11,4         | 51,3    |
|                     | $d_{Mo}$              | 10,9                     | 5,1  | 18,4 |      |     | 11,5         | 58,0    |
|                     | $\bar{d}$             | 8,8                      | 4,6  | 14,4 |      |     | 9,3          | 52,9    |
|                     | $d_{\Sigma}$          | 10,1                     | 5,1  | 16,5 |      |     |              |         |
|                     | $Cv \%$               | 11,8                     | 8,3  | 10,6 |      |     |              |         |

VI. Výpočet podkladů pro testování významnosti odchylek souborů:  $I$  (efektivních zrn stanovených jednotlivými způsoby pro různé sekce průtočného průřezu) a  $J$  (efektivních zrn určených v jednotlivých sekcích průtočného průřezu různými způsoby. — Calculation of basic data for the tests of significance of deviations in the sets:  $I$  (of effective grains determined by different methods for various sectors of the cross-sectional area of flow) and  $J$  (of effective grains determined at various sectors of the cross-sectional area of flow by different methods)

| Měrný profil | Soubor |             | $\Sigma (x_i - \bar{x})^2$ | Počet stup. voln. | $S_d^2$ | $F = \frac{S_{dI}^2}{S_{dJ}^2}$ | $F(f_I, f_J)$<br>$\alpha = 0,025$ |
|--------------|--------|-------------|----------------------------|-------------------|---------|---------------------------------|-----------------------------------|
|              |        | počet členů |                            |                   |         |                                 |                                   |
| Křepťovský   | $I$    | 3           | 8,984                      | 2                 | 4,4920  | 8,96                            | 8,81                              |
|              | $J$    | 3           | 3,010                      | 6                 | 0,5016  |                                 |                                   |
| Besének I    | $I$    | 5           | 227,829                    | 4                 | 56,9573 | 78,31                           | 3,80                              |
|              | $J$    | 4           | 10,909                     | 15                | 0,7273  |                                 |                                   |
| Besének II-1 | $I$    | 2           | 9,650                      | 1                 | 9,6500  | 11,71                           | 8,81                              |
|              | $J$    | 4           | 4,945                      | 6                 | 0,8240  |                                 |                                   |
| II-2         | $I$    | 3           | 31,693                     | 2                 | 15,6931 | 19,58                           | 5,71                              |
|              | $J$    | 4           | 7,215                      | 9                 | 0,8017  |                                 |                                   |
| II-3         | $I$    | 3           | 49,556                     | 2                 | 24,7779 | 20,69                           | 5,71                              |
|              | $J$    | 4           | 10,777                     | 9                 | 1,1974  |                                 |                                   |

Hodnota koeficientu  $k$  se uvádí 1,25 (Sereda O. 1965). Při zrnitostních rozbořech metodou modelových sít se u jednotlivých zrn pohyboval v rozmezí  $k = 1,0-1,20$ , většinou pak  $k = 1,06-1,14$ . Při síťovém rozboru hrubozrnných splavenin byl zjištěn při porovnávání velikostí efektivních zrn koeficient  $k$  v rozmezí 1,09–1,35, v průměru u jednotlivých lokalit  $k = 1,14-1,18$ . U jemnozrnných splavenin ( $d < 7,0$  cm) činil koeficient  $k = 1,04$ .

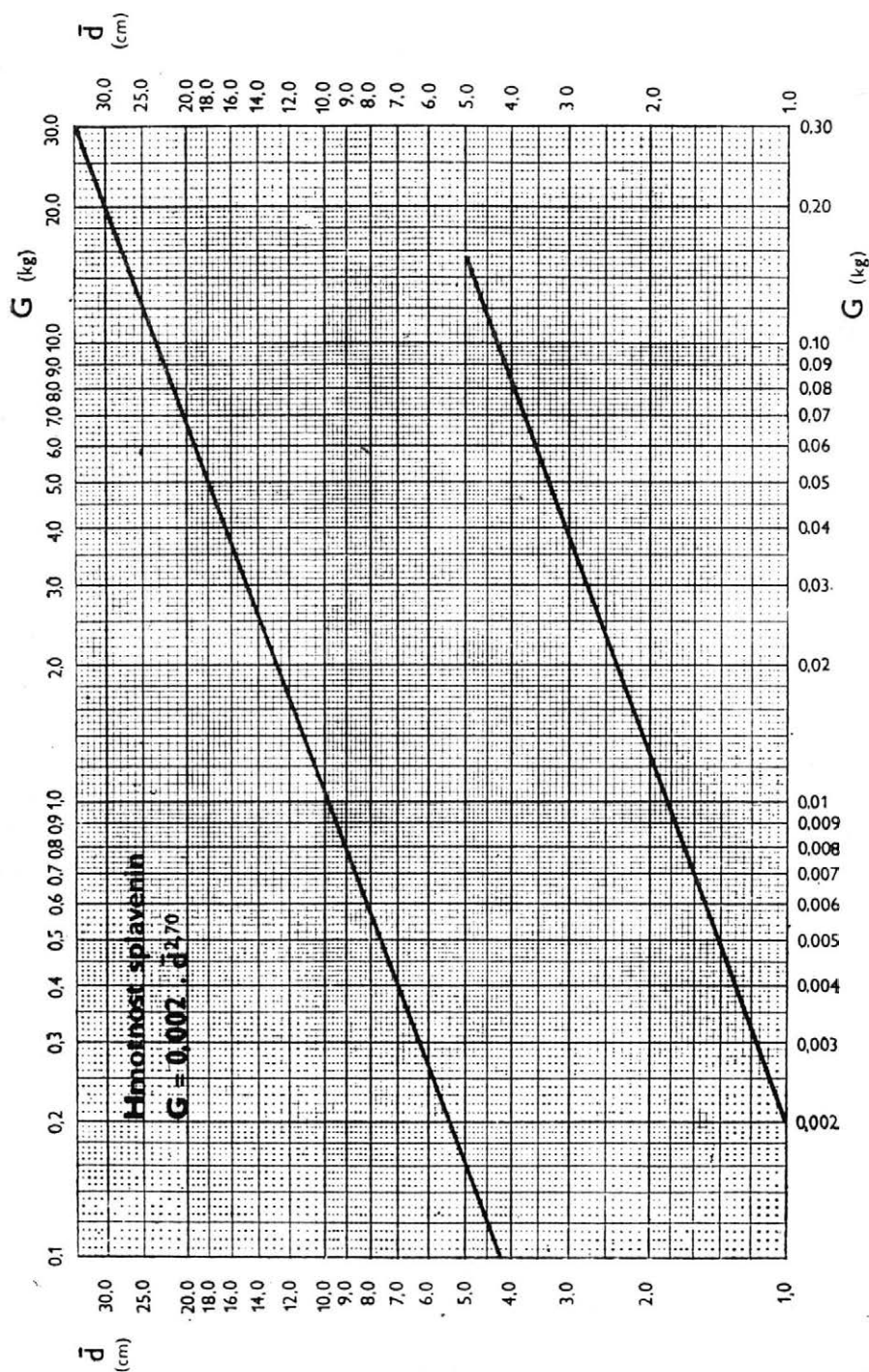
Z toho vyplývá, že ve většině případů byl zjištěný koeficient  $k$  menší než udávaný. Jeho hodnota se blíží k 1,15, popř. 1,20.

#### NÁVRH ZJEDNODUŠENÉ METODY PRO STANOVENÍ EFEKTIVNÍHO ZRNA U HRUBOZRNNÝCH SPLAVENIN

##### ZÁKLADNÍ PŘEDPOKLADY

Při návrhu zjednodušené metody stanovení efektivního zrna pro potřeby projekční praxe u hrazení bystřin jsem vycházel z toho, že vhodná metoda musí být použitelná i ve ztížených podmínkách hrazení bystřin s obtížnou dostupností a s velkými splaveninami, u nichž je omezená nebo vůbec žádná možnost odbírání vzorků pro laboratorní zpracování a musí vycházet z co nejjednodušších způsobů určování potřebných údajů pro zrnitostní rozbor, tj. velikosti zrn a jejich hmotnosti.

Z předcházejícího šetření je patrné, že na velikosti efektivního zrna se výrazněji uplatňuje místo odběru než způsob jeho stanovení síťovým rozbořem nebo podle střed-



2. Graf pro stanovení hmotnosti splavenin podle vztahu  $G = 0.002 \cdot \bar{d}^{2.70}$  (kg). — Graph for determining the alluvials mass by the relation  $G = 0.002 \cdot \bar{d}^{2.70}$  (kg)

ního rozměru. U hrubozrnných splavenin lze tedy pro zrnitostní rozbor použít střední rozměr zrn  $\bar{d}$  určených podle vztahu (6). To umožňuje využít i závislosti (9) nebo (10) pro výpočet hmotností jednotlivých zrn.

Pro vystižení průběhu zrnitostní křivky bylo nutno pak najít vztah, který by umožňoval používat relativních hodnot velikostí zrn vztažených k snadno a zjednodušeně zjistitelné veličině splavenin, tj. např. k  $\bar{d}_{max}$  — maximálním hodnotám středního rozměru zrn. Použil jsem relativně nejsnáze zjistitelného poměru  $d_m \cdot \bar{d}_{max}^{-1}$ , pro který jsem zjistil, že je poměrně stálý pro jednotlivé měrné profily: u Vrtěžirského potoka činil 0,35–0,51, Řehucí 0,48–0,56, Křepťovského potoka 0,57–0,77, Besénku 0,50 až 0,72. Tyto poznatky mně byly vodítkem pro vypracování návrhu zjednodušené metody stanovení efektivního zrna pro toky s hrubozrnnými splaveninami. Vycházel jsem přitom z předpokladu, že pro daný měrný profil existuje vztah

$$d_m \cdot \bar{d}_{max}^{-1} = k_d, \quad (12)$$

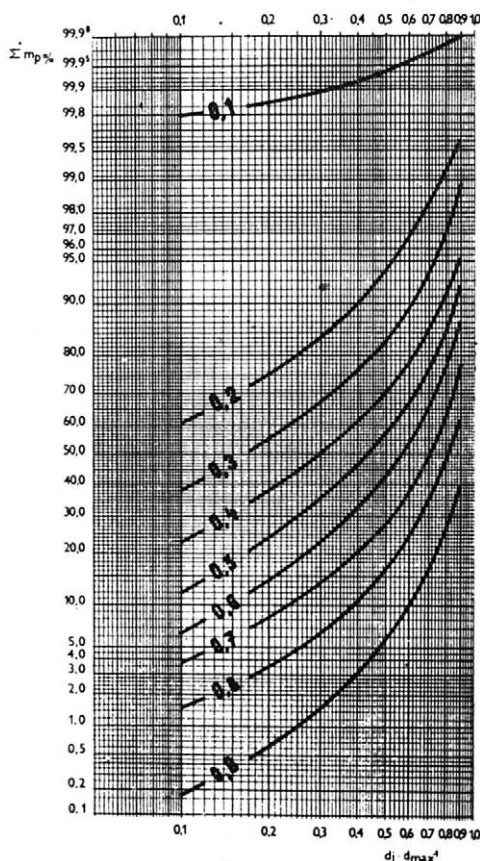
z něhož pak

$$d_m = k_d \cdot \bar{d}_{max}. \quad (13)$$

Pro přesnější určení koeficientu  $k_d$ , který závisí na typu zrnitostní křivky ( $k_d = f(d_i \cdot \bar{d}_{max}^{-1}, \Sigma m_{pi} \%)$ ), jsem koeficient stanovil iterací typové zrnitostní křivky s relativními velikostmi zrn  $d_i \cdot \bar{d}_{max}^{-1}$  tak, aby hodnoty  $k_d$  se rovnaly 0,1 až 0,9 (obr. 2). Z něho lze podle známých hodnot hmotnostních podílů  $\Sigma m_{pi} \%$  pro příslušná  $d_i \cdot \bar{d}_{max}^{-1}$  určit hodnoty  $k_{di}$ . Rozhodující hmotnostní podíl  $\Sigma m_{pi} \%$  tvoří u hrubozrnných splavenin zrna velkých dimenzí ( $d > 7$  cm), zpravidla nadpoloviční podíl celého vzorku. Proto se lze omezit při zjednodušeném zrnitostním rozboru na velká zrna, tj. na zrna maximální dimenze a jemu velikostně nejbližší třídy. Jejich hmotnost určíme podle vztahu (9) nebo (10), pro který byl sestaven graf na obr. 3.

#### POSTUP PŘI STANOVENÍ EFEKTIVNÍHO ZRNA ZJEDNODUŠENOU METODOU

Po vytyčení měrného profilu v úseku toku s rovnoměrným pohybem (tj. v přímé trati s jednotným podélným sklonem a s jednotným příčným průřezem) odebereme vzorek splavenin z pruhu o šířce odpovídající nejméně velikosti maximálního rozměru zrna. Odebrané splaveniny ukládáme nejlépe na připravenou plachtu nebo upravené, očištěné místo na břehu a roztřídíme je přibližně podle velikosti. Jednotlivá zrna změříme: u každého zrna tři rozměry náhradního hranolu: nejdelší



3. Typové zrnitostní křivky pro určení  $k_d$ . — Curves of granularity types for determination of  $k_d$

VII. Porovnání velikostí efektivního zrna stanovených zjednodušenou metodou  $d_{mv}$  a zrnitostním rozbořem ( $d_{\varnothing}$  — údaje z tabulky V). — Comparison of effective grain sizes determined by a simplified method  $d_{mv}$  and by mechanical analysis ( $d_{\varnothing}$  — data from Table V)

| Měrný profil   | $d_{max}$ | Hmotnost<br>$G_{jc}$ | $k_d$ | $d_{mv}$ | $d_{\varnothing}$ | Chyba |
|----------------|-----------|----------------------|-------|----------|-------------------|-------|
|                | cm        | kg                   |       | cm       | cm                | %     |
| Besének II-1.1 | 13,2      | 6,70                 | 0,61  | 8,1      | 8,3               | 2,4   |
| Besének II-1.2 | 15,5      | 11,5                 | 0,60  | 9,3      | 10,4              | 10,6  |
| Křepťovský 1   | 17,5      | 13,7                 | 0,48  | 8,4      | 10,4              | 19,2  |
| Křepťovský 2   | 15,8      | 13,1                 | 0,70  | 11,1     | 11,2              | 1,0   |
| Řehůcí         | 23,5      | 31,7                 | 0,62  | 14,6     | 13,2              | 10,6  |

hranu  $a$ , na ni kolmou hranu  $b$  a výšku hranolu  $c$  s přesností na 0,1 cm. Pro každé zrn vypočteme střední rozměr  $\bar{d}$  podle vztahu (6) a určíme velikost maximálního zrna  $\bar{d}_{max}$ . Jednotlivá zrna zařadíme podle velikosti do tříd  $d_j$  (např. v intervalu 2,0 cm) a určíme počet kusů splavenin v jednotlivých třídách. Pro jednotlivé průměry tříd (popř. pro aritmetický průměr všech zrn zařazených do příslušné třídy  $\bar{d}_j$ ) vypočteme hmotnost podle vztahu (9), popř. podle grafu na obr. 3 a celkovou hmotnost všech zrn v  $j$ -té třídě s  $n$  počtem zrn:  $G_{jc} = G_j \cdot n$ . Pak pro jednotlivé třídy stanovíme hmotnostní podíl  $m_{pj}\% = G_{jc} \cdot G^{-1} \cdot 100$  (kde  $G$  je celková hmotnost vzorku:  $G = \sum G_{jc}$ ) a vypočteme hodnoty  $\bar{d}_j \cdot \bar{d}_{max}^{-1}$ .

Dále pro jednotlivé třídy stanovíme  $\sum m_{pj}\%$  v sestupné řadě od  $\bar{d}_{max}$ , tj. pro  $\bar{d}_{j1}$ .  $\bar{d}_{max}^{-1} = 1,0$  je  $\sum m_{pj}\% = 100\%$ , pro  $\bar{d}_{j2} \cdot \bar{d}_{max}^{-1}$  je  $\sum m_{pj}\% = 100 - m_{pj\%1}$  atd. V grafu na obr. 2 zjistíme pro příslušné hodnoty  $\bar{d}_{ji} \cdot \bar{d}_{max}^{-1}$  a  $\sum m_{pj}\%$  hodnoty koeficientů  $k_{di}$ . Pro výpočet velikostí efektivního zrna podle vztahu (12) dosazujeme průměrnou hodnotu koeficientů  $k_{di}$  zjištěných pro rozhodující hmotnostní podíly, tj. pro  $\sum m_{pj}\% > 40\%$ .

V tabulce VII jsou uvedeny výsledky získané při ověřování této metody podle hodnot stanovených zrnitostním rozbořem. Zjištěné chyby (základem byly průměry velikostí efektivního zrna stanovené různými způsoby), jsou vyjma údajů pro Křepťovský potok v mezích chyb mezi obdobnými údaji v tabulce V.

Došlo dne 27. 1. 1982

## Literatura

- JARABÁČ, M.: Význam režimu splavenin pro zahrazovací práce. In Nové směry v úpravách povodí. Ostrava, 1972, s. 87-100
- KREŠL, J.: Zrnitostní rozbor pro potřeby hrazení bystřin. DZZ VÚ A VI-5-8/7, VŠZ Brno, 1978, 51 s.
- KREŠL, J.: Stanovení směrodatného zrna pro výpočet stabilního sklonu dna. ZZ VÚ VI-5-8/7.1, VŠZ Brno, 1980, 48 s.
- NOVÁK, L.: Výzkum účinnosti uskutečněných úprav bystřinných toků. ZZ P 16-329-059-05/2, VŠZ Praha - Suchdol, 1975, 31 s.
- NOVÁK, L.: Řešení nivelety dna při hrazení bystřin. UT PGS Les. stavby, meliorace a hrazení bystřin, VŠZ Brno, 1979, s. 105-128
- SEREDA, O.: Mechanika zemin. UT SPN Praha, 1965, 220 s.

ŠKOPEK, V.: Posuzování a výpočet stabilního dna se splaveninami. Vývojové pracoviště, 1965, Praha  
 THIERY, E.: Restauration des montagnes. Correction des torrents. Paris, 1891, 413 s.  
 TER-MINASJAN, R. O. — TOROSJAN, Z. N.: Granulometrija ruslových otloženij bassejna reki Vedi. In Selevyje potoki i gornyje ruslovyje procesy. IANSSR, Jerevan, 1968, s. 153-159  
 VALTÝNI, J.: Eroziívna deformácia a určenie rovnovážného sklonu bystrinného koryta. Lesníctví, 15, 1969, č. 8, s. 743-756  
 VESELÝ, V.: Cíle vědeckého výzkumu v oboru hrazení bystřin a lesnických meliorací. In Sborník VLÚ VŠZ Praha, 1969, sv. 12  
 WANG, F.: Grundriss der Wildbachverbauung. Leipzig, 1901, 479 s.  
 WOLMAN, M. G.: A method of sampling coarse river-bed material. TAGU, 1954, č. 6, s. 951-956

КРЕШЛ, Й. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Гранулометрический анализ крупнозернистых наносов для нужд регулирования горных потоков. Lesníctví, 28, 1982 (8) : 695-708.

Автор в работе ориентировался на основные вопросы гранулометрического анализа крупнозернистых наносов, т.е. на определение их среднего размера, на влияние места взятия образца и на влияние способа гранулометрического анализа на размер эффективного зерна с целью предложить упрощенный метод определения эффективного зерна в сложных условиях регулирования горных потоков.

Наибольшее соответствие с размером зерен, определенных ситовым анализом, имеют величины, полученные методом модельных сит (сортированные по граням заменной призмы  $b$  и  $c$ ) и средний размер заменной призмы  $\bar{d}$ . На размер эффективного зерна статистически более достоверно влияет место взятия в проточном сечении, чем способ гранулометрического анализа (ситовым методом с ячейками круглого и квадратного сечений, методом модельных сит с ячейками круглого и квадратного сечений и по среднему размеру  $\bar{d}$ ); поэтому выгоднее брать образец наносов для гранулометрического анализа в поперек всего проточного сечения. При проверке действительности зависимости между размером эффективного зерна, определенного ситами с круглым сечением ячеек  $d_{so}$  и с ячейками квадратного сечения  $d_{sk} = d_{so} \cdot d_{se}^{-1}$  это отношение было всегда меньше приводимого значения  $k = 1,25$ .

Массу отдельных зерен наносов можно определить по зависимости  $G = A \cdot \bar{d}^m$ .

С учетом этих данных был предложен упрощенный метод определения эффективного зерна у крупнозернистых наносов. Притом исходят из предположки, что для данного мерного профиля действительно отношение  $\bar{d}_m \cdot \bar{d}_{max}^{-1} = k_d$ , где коэффициент  $k_d = f(\bar{d}_i \cdot \bar{d}_{max}^{-1}, \sum m_{pi} \%)$ .

регулирование горных потоков; наносы; гранулометрический анализ; размер эффективного зерна

KREŠL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Mechanical Analysis of Coarse-Grained Alluvials for Purposes of Torrent Regulation. Lesníctví, 28, 1982 (8) : 695-708.

Elementary problems of the mechanical analysis of coarse-grained alluvials are treated, i. e. determination of their mean value, influence of sampling site and influence of the method of mechanical analysis on the size of effective grain, in order to propose a simplified method of effective grain determination in hard conditions of torrent regulation.

The greatest coincidence with grain size determined by screen analysis was recorded in values obtained by the method of model screens (classified according to the edges of substitute prism  $b$  and  $c$ ) and in the mean size of the substitute prism  $\bar{d}$ .

The size of effective grain is influenced statistically significantly by sampling site in the cross-sectional area of flow rather than by mechanical analysis (by screen method with circular and square meshes, by the method of model screens with circular and square meshes and according to the mean size  $\bar{d}$ ); therefore the sample of alluvials should be taken for mechanical analysis stripwise across the whole cross-sectional area of flow. Verifying the validity of the relationship between the



size of effective grain determined by screens with circular openings  $d_{so}$  and square openings  $d_{se}$ ,  $k = d_{so} \cdot d_{se}^{-1}$ , this ratio was always found to be lower than the stated value  $k = 1.25$ .

Alluvial grain mass can be determined by the equation  $G = A \cdot \bar{d}^m$ .

Considering these findings, a simplified method of determining the effective grain in coarse-grained alluvials was proposed. The determination is based on a presumption that for a given specific profile  $\bar{d}_m \cdot \bar{d}_{max}^{-1} = k_d$  holds good where the coefficient  $k_d = f(\bar{d}_i \cdot \bar{d}_{max}^{-1}, \Sigma m_{pi}\%)$ .

torrent regulation; alluvials; mechanical analysis; effective grain size

KREŠL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *L'analyse granulométrique des alluvions à gros grains destinées à la correction des torrents*. Lesnictví, 28, 1982 (8) : 695-708.

L'auteur s'est axé dans son travail sur les questions fondamentales de l'analyse granulométrique des alluvions à gros grains, à savoir sur la détermination de leurs dimensions moyennes, sur l'influence du lieu de prélèvement de l'échantillon et sur l'influence du mode de l'analyse granulométrique sur la grosseur du grain effectif dans les conditions aggravées de correction des torrents.

Le meilleur accord avec la grosseur des grains déterminés par l'analyse au tamis est accusé par les valeurs obtenues en appliquant la méthode de cribles modèles (classés selon les arêtes du prisme supplémentaire  $b$  et  $c$ ) et par la dimension moyenne du prisme supplémentaire  $\bar{d}$ .

Sur la grosseur du grain effectif agit statistiquement d'une manière plus importante le lieu de prélèvement dans la section de passage que le mode d'analyse granulométrique (en appliquant le mode de cribles avec les mailles de forme circulaire et carrée, la méthode de cribles modèles avec les mailles de forme circulaire et carrée et selon la dimension moyenne  $\bar{d}$ ). C'est pour cela qu'il est plus convenable de prélever l'échantillon des alluvions pour l'analyse granulométrique dans la bande passant à travers la section de passage tout entière.

En vérifiant la validité du rapport entre la grosseur du grain effectif, déterminé par les cribles avec les mailles circulaires  $d_{so}$  et les mailles carrées  $d_{se}$ ,  $k = d_{so} \cdot d_{se}^{-1}$ , on identifiait que ce rapport est toujours plus petit que la valeur indiquée  $k = 1.25$ .

Le poids des grains particuliers des alluvions peut être déterminé selon le rapport  $G = A \cdot \bar{d}^m$ .

En tenant compte de ces acquisitions, on a proposé pour la détermination du grain effectif des alluvions à gros grains une méthode simplifiée. En le faisant, on part de la prémisse que pour le profil spécifique donné est valable l'équation  $\bar{d}_m \cdot \bar{d}_{max}^{-1} = k_d$ , où le coefficient  $k_d = f(\bar{d}_i \cdot \bar{d}_{max}^{-1}, \Sigma m_{pi}\%)$ .

correction des torrents; alluvions; analyse granulométrique; grosseur du grain effectif

---

Adresa autora:

Doc. Ing. Jiří Krešl, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno

---

## PLYNULOU RYCHLOU NAKLÁDKOU DŘEVA K LEPŠÍMU VYUŽITÍ LESNÍCH VOZIDEL

Plynulejší a rychlejší nakládka dřeva je odedávna jedním z podstatných cílů konstruktérů hydraulických nakladačů na lesních vozidlech. Takové nakladače jsou obvykle vybaveny hydroventily, které jsou ve střední poloze řídicí páky plně otevřeny, takže olej může nerušeně protékat.

Ovládání řídicích systémů tohoto druhu vyžaduje velmi mnoho zkušeností, i když současně mají probíhat jen tři ze šesti základních funkcí nakladače. Tomu odpovídá vysoké psychické zatížení řidiče jeřábu. V poměru k celkové životnosti lesního vozidla však představuje nakládka dřeva podstatnou část jeho práce.

V této práci je popsán nový řídicí systém s kontrolou břemene, vyrovnáním tlaku a proporčním řízením, tzv. Ergo-systém, který zvyšuje počet současně probíhajících přístrojových funkcí, tj. pracovních pohybů jednotlivých hydraulických válců, jako je otáčení hlavního stojanu jeřábu, zvedání vnitřního výložníku, zvedání vnějšího výložníku, vyjždění teleskopického zařízení, výkyv jeřábového drapáku a ovládání upínacích čelistí, čímž se ulehčí a urychlí pohyb materiálu, řidič jeřábu se tak snadno neunaví a dosáhne se užšího sepětí člověka se strojem.

Na své dlouhé cestě od pařezu do zpracovatelského závodu se dřevo nejméně čtyřikrát nakládá a překládá; přitom se používá dvou různých vozidel, jež obě jsou vybavena hydraulickými nakladači. Poměr doby nakládky k času jízdy se ovšem u obou vozidel značně liší.

U lesního terénního vozidla, které dopravuje dřevo na skládky u silnice, činí skutečná stacionární doba nasazení v lese v poměru k celkové pracovní době stroje zřídka méně než 40 %, mnohdy dokonce až 60 %. V této době nakladač kmeny otáčí, zvedá, vytahuje, nakládá a konečně skládá u silnice. Tam je přejímá silniční vozidlo a dopraví je na pilu, kde se před zpracováním opět skládají na hromady. Poměr nakládací a jízdní doby závisí u tohoto vozidla nutně na vzdálenosti mezi lesem a pilou.

V obou případech vyžaduje nakládka dřeva nejvíce času, takže zvýšení pracovní rychlosti nakladače jen o 10–15 % může způsobit podstatné zvýšení zisku. Nejlepší (a snad i jediná) možnost zvýšení výkonnosti nakladače je v umožnění současného přesného řízení co největšího počtu ze šesti pracovních pohybů, aby se dosáhlo rychlejšího a bezpečného nakládání a překládání kmenů všech druhů a velikostí, a to nezávisle na tom, jak nepříznivé jsou podmínky polohy a jak nerovný nebo neschůdný je terén.

### OTEVŘENÝ HYDRAULICKÝ SYSTÉM

Až dosud měly hydraulické nakladače zpravidla otevřený systém, při kterém čerpadlo s konstantním objemem předává stále svůj plný výkon ventilovému systému, tj. takový, který je plně otevřen, když páky řídicí jeho šest výpusť (jednu pro každou strojovou funkci) stojí ve střední poloze.

Uvedeme-li jednu páku v činnost, dostává se čerpadlem vyprodukovaný výkon k přístrojové funkci. Uvedením další páky do činnosti, a tím způsobeným otevřením druhé ventilové výpusť přichází část disponibilního výkonu k druhému přístrojové funkci. V tom případě je nutno první páku znovu nastavit, má-li rychlost odpovídajícího pracovního pohybu nakladače zůstat zachována. Všechny páky, které jsou v činnosti, je tedy nutno stále navzájem vyvažovat a stejně i rozličné protitlaky, které vyvolává právě nakládané břemeno při různých úhlech ramene jeřábu a při rozličných směrech tahu.

Na obr. 1 se porovnává tok oleje v l/min s výchylkou páky formou grafického znázornění. Křivka 1 ukazuje zrychlení toku oleje při výchylce páky mezi 4° a 13° a při protitlaku rovném nule (tj. bez břemene). Křivka 2 ukazuje zrychlení toku oleje při výkyvu páky od 8°–14° a při tlaku 200 barů.

Jelikož tok oleje odpovídá rychlosti, kterou probíhá pracovní pohyb nakla-

dače, můžeme z toho usuzovat, že nepůsobí-li protitlak, dochází k toku oleje (a tím k pohybu nakladače) teprve tehdy, když se páka vychýlí o  $4^\circ$ . Při protitlaku 200 barů začíná pohyb nakladače teprve při výchylce páky o  $8^\circ$ ; maxi-

žadná z nich nesmí být značněji přetížena.

Obr. 2 ukazuje, že v případě, potřebuje-li válec pro vnitřní výložník 10 výkonových jednotek, potřebuje vnější výložník 8 jednotek, motor k otáčení jeřábového stojanu 2, teleskopické zařízení 6, hydraulické otáčecí zařízení 0,2 a jeřábový drapák 6 jednotek. Proto by bylo (teoreticky) potřebné čerpadlo, které by mohlo dodávat celkem 32,2 výkonové jednotky, jestliže by měly pracovat všechny přístrojové funkce současně s plným výkonem, tj. optimální rychlostí. Dosud používané hydroventily však nejsou ani dosti citlivé, aby mohly plynule a přesně řídit tak velký výkon, ani neumožňují kvantitativní omezení výkonu dodávaného jednotlivým přístrojovým funkcím. Proto by se mohlo za určitých okolností stát, že by byl plný výkon 32,2 jednotky dodán k jedné jediné přístrojové funkci. To by však mělo katastrofální následky.

# 1. Tok oleje v závislosti na výchylce řídicí páky

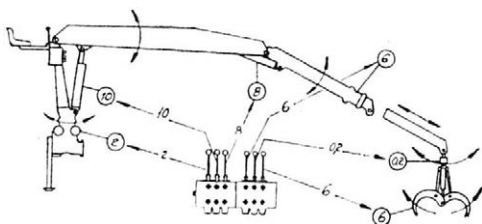
mální rychlosti přístrojové funkce se dosahuje v obou případech při výchylce páky o cca  $14^\circ$ . To znamená, že v žádném z obou případů není rychlost přístrojové funkce přímo úměrná výchylce páky, protože pro funkční řízení bez působení protitlaku je potřeba jen asi 40 % plné výchylky páky a 30 % při protitlaku 200 barů.

K tomu přistupuje skutečnost, že jakmile některá přístrojová funkce vykáže zvýšenou potřebu výkonu, zesílí se výtlak hydraulického čerpadla, čímž je ostatním funkcím automaticky k dispozici zvýšený výkon. V této souvislosti odkazujeme na křivku 3, která ukazuje zrychlený tok oleje k jedné přístrojové funkci při výchylce páky  $4^\circ$ – $10^\circ$ , zatímco jiný pracovní pohyb již probíhá při protitlaku 200 barů.

## ROZDĚLENÍ VÝKONU

Nerušený a rychlý pohyb materiálu tedy při současném řízení více než dvou přístrojových funkcí při použití běžného hydraulického řídicího ventilu, který je plně otevřen ve střední poloze řídicí páky, vyžaduje i od nejzkušenějšího řidiče jeřábu maximum zručnosti, pozornosti a vytrvalosti. Navíc komplikuje situaci skutečnost, že různé strojové funkce, tj. pracovní pohyby nakladače, mají rozdílně velkou potřebu výkonu a

K vyloučení rizika takového přetížení, kterým by byly postiženy i válce nebo by došlo ke ztrátě vlády nad strojem, se používá méně výkonných čerpadel. K tomu je možno šest jednotkových pohybových průběhů nakladače rozdělit do dvou skupin, z nichž každou obsluhuje vlastní čerpadlo. Tato varianta však způsobuje přidatné náklady, nehledě k tomu, že nezkušený řidič jeřábu může i pak jednotlivé přístrojové funkce přetížit.



# 2. Potřeba výkonu pro různé strojové funkce

Z toho je zřejmé, že takové řešení představuje vždy jen neuspokojivý kompromis. Existuje i nadále nebezpečí přetížení a kromě toho se může stát, že při současném působení více než dvou pohybů nakladače mohou obě funkce probíhat jen se sníženým výkonem. Potřebné je proto spíše více výkonu než méně, simultánní řízení většího počtu přístrojových funkcí a plynulý provoz regulací toku oleje v rozsahu většího úhlu výchylky páky, přičemž pohybová rychlost stroje má být přímo úměrná postavení páky.

# KONTROLA BŘEMENE A VYROVNÁNÍ TLAKU — PROPORCIONÁLNÍ ZAŘÍZENÍ

V listopadu 1980 získal Hiab-Foco výhradní výrobní práva na hydroventil s kontrolou břemene, vyrovnáním tlaku a proporcionálním řízením vyvinutý firmou Olsbergs Hydraulic AB, Eksjö, Švédsko, a k tomu výhradní právo na používání patentovaného elektrohydraulického dálkového řízení firmy Olsbergs, které je založeno na novém elektromagnetu a nově konstruované řídicí páce (obojí rovněž patentováno).

Tento ventil — s nyní zavedeným označením LC 150 — je součástí nového řídicího systému Ergo firmy Hiab-Foco, který automaticky vyrovnává kolísání tlaku, způsobené nakládáním břemenem, takže rychlost pohybu každé přístrojové funkce zůstává přímo úměrná výchylce řídicí páky, a to nezávisle na břemenu. Zrychlení pohybu nástroje od nuly do plné rychlosti se navíc rozkládá v rozsahu asi 75 % celkové výchylky páky místo dosavadních 30—50 %.

Kromě toho je možno ventil nastavit tak, aby k žádné přístrojové funkci nebyl přiváděn větší než potřebný výkon. Tímto způsobem je možno použít bez rizika nebezpečí asi o 35—50 % většího výkonu. I nadále je možno současně vykonávat několik přístrojových funkcí — teoreticky všech šest, i když se v praxi od žádného řidiče jeřábu neočekává, že by koordinoval více než tři nebo maximálně čtyři funkce.

## FUNKČNÍ POSTUP

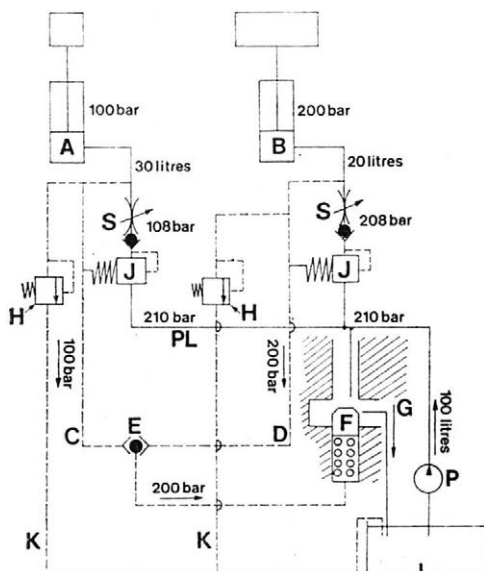
### 1. Kontrola břemene

Při dosud obvyklém uspořádání ventilu, kdy je ventil ve střední poloze řídicí páky plně otevřen, závisí výchylka páky potřebná k dodání hydraulické síly nutné k uvedení určitého pohybu nářadí do chodu na protitlak působením břemenem. Tak např. může protitlak 50 barů působící na motor k otáčení jeřábového stojanu vyžadovat výchylku páky o 4° nebo zatížení vnitřního výložníku 200 bary výchylku o 8° než se tyto funkce uvedou do chodu (obr. 1).

To velmi ztěžuje současnou obsluhu několika přístrojových funkcí. Abychom se vyhnuli těmto potížím, byl hydroventil LC 150 konstruován tak, že může „ohmatat“ protitlak, zatěžující každou

funkci, a pak poskytnout takový hydraulický startovní výkon, který je právě dost velký, aby ho překonal.

Obr. 3 ukazuje popsany systém použitý k řízení dvou hydraulických válců A a B, na které působí protitlaky 100



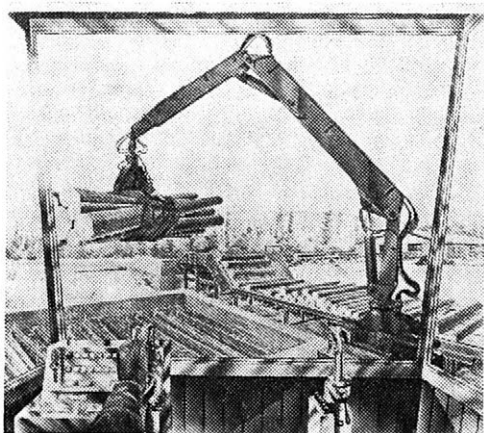
### 3. Konstrukce hydroventilu LC 150

a 200 barů. Tyto tlaky, znázorněné jako čáry C a D, se scházejí v měnicím ventilu, jenž převádí vyšší tlak automaticky na pružinou zatížený derivační ventil. Pod vlivem tohoto protitlaku 200 barů plus 10 barů způsobených pružinou omezuje derivační ventil kanál G (kterým se olej vrací zpět z čerpadla P do zásobní nádoby) tak dlouho, že se v čerpadlovém vedení PL vytvoří stejně vysoký tlak (210 barů).

### 2. Vyrovnání tlaku

Tento tlak 210 barů v čerpadlovém vedení (výška se řídí podle nejvyššího protitlaku v systému, který je třeba vyrovnat) se pak redukuje pružinou zatíženými vyrovnávací tlaku J, které pak předávají dále tlak o 8 barů větší než protitlak působící na válec. Tak se pomocí řídicích ventilů S ovládaných pákou udržuje konstantní tlakový rozdíl 8 barů.

Tímto způsobem se uvádí do chodu všech šest pracovních pohybů zařízení, jakmile se vychýlí jejich řídicí páky,



4. Umístění dálkového ovládacího systému Ergomatic k hydroventilu LC 150

a potom zůstává rychlost jednotlivých pohybů přímo úměrná výchylce páky, a to v rozsahu 0–75 % celkového výkyvu páky.

Každé pracovní funkci je k dispozici pojistný ventil *H*, omezující tlak. Je-li protitlak válce vyšší, než je přípustné, uzavře se ventil a nepatrné množství přebytkového oleje se odvede zpět kanály *K* k nádrži oleje.

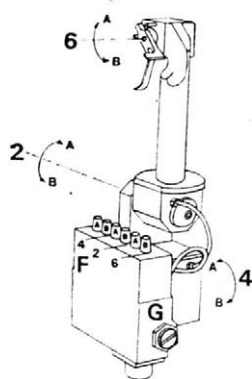
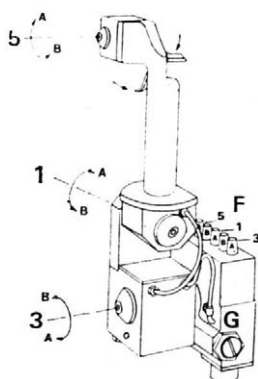
To znamená, že i v případě přetížení některé přístrojové funkce může být ostatním funkcím nadále přiváděno potřebné množství oleje, aniž by došlo k přetoku – jak je tomu u doposud běžných hydroventilů, které jsou zcela otevřeny při střední poloze páky.

Dálkový ovládací systém Ergomatic používaný pro hydroventil LC 150 může být instalován všude tam, kde má řidič jeřábu nejlepší výhled (obr. 4). Dvě samočinně dostředovací páky, které řídí vždy po třech pracovních pohybech nakladače, jsou k dispozici, a to po jedné na obou stranách řidičova sedadla, takže mezi nimi sedící řidič může oběma rukama na řídících pákách vykonávat všech šest strojových funkcí.

Tyto páky (obr. 5) se při ovládání otáčení jeřábového sloupu a hydraulického výkyvného zařízení pohybují okolo kloubových čepů 1 a 2 doprava a doleva a okolo kloubových čepů 3 a 4 dopředu a dozadu k ovládání vnitřního a vnějšího výložníku. Tyto kloubové čepy jsou uspořádány v rozdílné výšce, a to nejen z čistě mechanických důvodů, ale také proto, aby se dosáhlo co největšího přízpůsobení pohybů páky svalstvu lidské ruky. Teleskopické zařízení a drapák jsou ovládány palcem a ukazováčkem přes pružinou zatížené spouštěcí páky, které jsou pohyblivé okolo kloubových čepů 5 a 6.

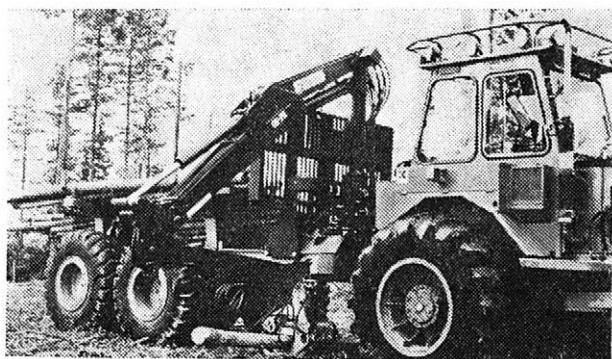
Páky se drží stále pevným hmatem; maximální rychlost pohybu, který se pákami řídí, je ovšem možno nastavit knoflíky *F*, samočinné docentrování na každé páce je stavitelné otáčením šroubu *G*.

Tyto třífunkční páky umožňují úplné proporcionální řízení všech přístrojových funkcí včetně teleskopického zařízení a drapáku; ve srovnání s tím disponuje



5. Schéma dálkového ovládacího systému Ergomatic: 1 – otáčení jeřábového sloupu (*A* – doprava, *B* – doleva); 2 – hydraulické otáčecí zařízení (rotor), (*A* – ve směru hodinových ručiček, *B* – proti směru hodinových ručiček); 3 – vnější výložník (*A* – nahoru, *B* – dolů); 4 – vnitřní výložník (*A* – dolů, *B* – nahoru); 5 – teleskopický výložník (*A* – vyjždění, *B* – zajždění); 6 – drapák (*A* – otevření, *B* – zavření); *F* – řídicí tlačítka omezující výkon (*A* a *B* pro výše uvedené číslované funkce); *G* – stavěcí šrouby pro docentrování





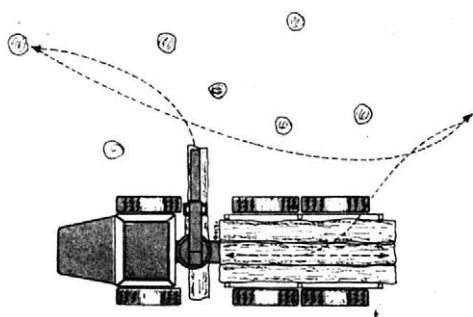
ventilový systém otevřený ve střední poloze jen dvěma proporcionálně řízenými pohyby (při omezených úhlech výchylky) a tlačítka dvoupolohové regulace na každé páce k řízení drapáku a teleskopického zařízení. Taková dvoupolohová regulace prakticky znemožňuje přesné ovládání odpovídajících funkcí; už ten nejlehčí dotyk např. tlačítka řízení drapáku způsobuje pohyb upínacích čelistí o 4–8 cm, čímž se krajně ztěžuje pracovní chod jako třídění kmenů podle velikosti.

#### POHODLNÁ OBSLUHA A ZMENŠENÍ ÚNAVY ŘIDIČE JEŘÁBU

Výkonnost nakladače se novým Ergo-systémem zlepšuje ještě v mnohém dalším ohledu. Především umožňuje plynulé zrychlování a zpomalování všech pracovních pohybů stroje na základě proporcionálního řízení v rozsahu celé výchylky páky řidiče jeřábu určení přesné cesty drapáku již předem. Tím se dosahuje optimální rychlosti pohybu materiálu, aniž by se při tom náklad dostal do kmitavého pohybu. Kývajícím kmenem je nutno uvést do klidu, než je možno ho složit, a to samo již může vyžadovat mnoho času. Obr. 6 a 7 ukazují cestu, kterou musí vykonat drapák, aby vytáhl kmen pod vyvážecím trak-

torem, aby ho otočil a naložil na lesní vozidlo.

Na základě schopnosti Ergo-systému přivádět každému válci přesně vhodný výkon bylo umožněno použití čerpadel, jejichž celkový výkon je o 30–50 % vyšší než potřebná hodnota, takže všechny funkce mohou probíhat optimální rychlostí. Konečně dálkové ovládání při-



7. Schéma práce nakladače

spívá podstatně k pohodlí obsluhy bez negativního ovlivnění proporcionality, a tím umožňuje řidiči jeřábu plné využití jeho technických schopností a vykonávání jeho namáhavé a psychicky náročné práce s menší únavou, větší spolehlivostí a především s větším osobním uspokojením.

*Mats Eriksson, vedoucí inženýr v oddělení JONSERED firmy Hiab — Foco AB, Švédsko*



Autoři, pracovníci výzkumného lesnického ústavu v Kodani, specialisté pro technizaci zalesňovacích prací, uvádějí v této publikaci nejnovější poznatky o strojích a technologiích, které se v současné době používají v Dánsku.

V první části jsou popisovány stroje a pracovní postupy související s obnovou porostů. Nedostatek pracovních sil určuje, že vyklízování pasek od těžebního odpadu se zajišťuje pomocí čelních shrnovačů klestu. Odstraňování nežádoucích nárůstů se provádí mechanicky, např. křovinořezem nebo různými typy chemických postřikovačů.

Velmi rozšířená je v dánském lesním hospodářství příprava půdy, která se aplikuje různými typy mechanizačních prostředků. Autoři velmi podrobně popisují jednotlivé způsoby přípravy půdy včetně příslušné strojové techniky. K přípravě půdy jsou v převážné většině používány stroje vyráběné v Dánsku. Z nich velmi dobrých výsledků dosahují např. dánský kultivační pluh, Kulla kultivátor, SFF pluh apod. Tato část publikace zahrnuje přehled všech strojů používaných v Dánsku a potřebu času k přípravě 1 ha půdy.

Autoři podávají stručnou informaci o používaném sadebním materiálu, způsobech ochrany sazenic proti klikorohu a systému distribuce sazenic.

Sazenice se převážně vysazují manuálně. Používají se různé typy progresivního nářadí. Na rozdíl od mechanizované přípravy půdy, která se realizuje v maximálním rozsahu, je mechanizova-

vané zalesňování konáno v menším rozsahu. Používají se tři typy sázecích strojů dánské výroby, z nich jeden může pracovat i na lesních půdách bez přípravy půdy.

V druhé části jsou popisovány používané způsoby a zařízení pro mechanickou a chemickou ochranu kultur. Při mechanické ochraně se zejména uplatňuje křovinořez. Velmi rozšířená je ve všech případech, kdy to umožňují zájmy ochrany přírody, aplikace chemických látek pomocí výkonných postřikovačů.

Třetí část je zaměřena na otázky spojené s výchovou mladých lesních porostů. Používají se ruční nástroje, motorové pily, křovinořezy a stroje pro schematické zásahy (např. UGE 150 — dánský výrobek). Porostní výchova se uplatňuje zejména u buku. Porosty založené z kultur se téměř nevychovávaly (vysazují se nízké počty sazenic na ha).

Čtvrtá část je speciálně zaměřena na stroje používané v Dánsku pro mechanizovanou přípravu lesní půdy. Přehledně jsou uvedeny mechanizační prostředky tuzemské i zahraniční výroby, jejich popis, technika práce a její vliv na růst sazenic.

Publikace je doplněna řadou schémat a obrázků. Podává velmi dobrý přehled o uplatnění strojové techniky při zakládání lesních porostů v Dánsku.

Pro naše podmínky mají zkušenosti dánských lesníků daleko větší použitelnost než lesníků z ostatních skandinávských států.

*Ing. Zdeněk Černý, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno*

Podepsáno k tisku 4. 6. 1982.

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Douda V.: Efektivně, hospodárně a kvalitně v lesním hospodářství .                                                             | 619 |
| Švenda A.: Rozvoj automatizace školkování smrkových semenáčků .                                                                | 625 |
| Réman Z.: Mechanizovaná výroba dřeva při aplikaci sortimentové metody v probírkách .                                           | 637 |
| Dejmal J.: Metodika posuzování těžebního a dopravního procesu výroby dřeva v lesním hospodářství z hlediska spotřeby energie . | 653 |
| Petříček V., Domes Z., Černý Z.: Hodnocení prořezávkových technologických systémů .                                            | 663 |
| Petříček V., Pernica J.: Teoretické předpoklady konstrukce prořezávkového stroje .                                             | 673 |
| Mikleš M.: Podklady pre riešenie nástroja na strihanie dreva vysokou rýchlosťou .                                              | 683 |
| Krešl J.: Zrnitostní rozbor hrubozrnných splavenin pro potřeby hrazení bystřin .                                               | 695 |

## Aktuality

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Eriksson M.: Plynulou rychlou nakládkou dřeva k lepšímu využití lesních vozidel . | 709 |
| Černý Z.: Soren H., Hansen H. H.: Zalesňování, Lesní technika 80. 1979, Kodaň .   | 714 |

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Дюда В.: Эффективно, экономично и качественно в лесном хозяйстве .                                                                       | 619 |
| Швенда А.: Развитие автоматизации школирования еловых сеянцев .                                                                          | 635 |
| Ремен З.: Механизированное производство древесины с применением сортиментного метода при прореживаниях .                                 | 651 |
| Деймал Я.: Методика оценки рубочного и транспортного процесса производства древесины в лесном хозяйстве с точки зрения затраты энергии . | 660 |
| Петржи́чек В., Домес З., Черны З.: Оценка технологических систем прореживания .                                                          | 671 |
| Петржи́чек В., Перница Я.: Теоретические предпосылки конструкции прореживающей машины .                                                  | 680 |
| Миклеш М.: Отправные данные для решения инструмента для резки древесины высокой скоростью .                                              | 694 |
| Кре́шл Й.: Гранулометрический анализ крупнозернистых наносов для нужд регулирования горных потоков .                                     | 707 |

## Новости

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Эрикссон М.: Непрерывной быстрой загрузкой древесины к лучшему использованию лесных транспортных средств . | 709 |
| Черны З.: Сорен Г., Гансен Г. Г.: Залесение, Лесная техника 80. 1979, Копенгаген .                         | 714 |

## CONTENTS

|                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Douda V.: Effective, Economical and High-Quality Management of the Forestry .                                                   | 619 |
| Švenda A.: Development of Automation of Spruce Seedling Transplantation .                                                       | 635 |
| Réman Z.: Mechanized Production of Wood Applying the Shortwood Method of Thinnings .                                            | 651 |
| Dejmal J.: Energy Consumption of the Logging and Transport Process of Wood Production in the Forestry — Methods of Evaluation . | 661 |
| Petříček V., Domes Z., Černý Z.: Evaluating Technological Systems of Cleanings .                                                | 672 |
| Petříček V., Pernica J.: Theoretical Presumptions of the Design of Cleaning Machine .                                           | 681 |
| Mikleš M.: Basic Data for Designing an Implement for Wood High-Speed Cutting .                                                  | 694 |
| Krešl J.: Mechanical Analysis of Coarse-Grained Alluvials for Purposes of Torrent Regulation .                                  | 707 |

## Topical News

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Eriksson M.: Better Utilization of Forest Vehicles by means of Continual and Speedy Loading of Wood . | 709 |
| Černý Z.: Soren H., Hansen H. H.: Afforestation, Forest Machinery 80. 1979, Copenhagen .              | 714 |



|                                                                                                                                                       |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Douda V.: Effektiv, wirtschaftlich und mit hoher Qualität in der Forstwirtschaft                                                                      | 619    |
| Svenda A.: Entwicklung der Automatisierung der Verschulung von Fichtensamlingen                                                                       | 636    |
| Réman Z.: Mechanisierte Holzproduktion bei der Anwendung der Sortiermethode in Durchforstungen                                                        | 651    |
| Dejmal J.: Methodik der Beurteilung des Nutzungs- und Transportprozesses der Holzproduktion in der Forstwirtschaft hinsichtlich des Energieverbrauchs | 661    |
| Petríček V., Domes Z., Černý Z.: Die Einschätzung technologischer Läuterungssysteme                                                                   | 672    |
| Petríček V., Pernica J.: Theoretische Voraussetzungen für die Konstruktion einer Läuterungsmaschine                                                   | 681    |
| Mikleš M.: Grundlagen zur Lösung einer Gerätes zum Holzscheren mit hoher Geschwindigkeit                                                              | En 694 |
| Krešl J.: Korngrößenanalyse grobkörnigen Schwemmgutes für Bedürfnisse der Wildbachverbauung                                                           | En 707 |
| Aktualitäten                                                                                                                                          |        |
| Eriksson M.: Durch die fließende und schnelle Holzverladung zu besserer Ausnutzung der Fahrzeuge in der Forstwirtschaft                               | 709    |
| Černý Z.: Soren H., Hansen H. H.: Die Aufforstung, Forstwirtschaftliche Maschine 80. 1979, Kopenhagen                                                 | 714    |

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                                                                                                                              |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Douda V.: Effectivement, économiquement et qualitativement dans l'économie forestière                                                                                        | 619    |
| Svenda A.: Le développement de l'automatisation du repiquage des semis d'épicéa                                                                                              | An 635 |
| Réman Z.: La production mécanisée du bois lors de l'application de la méthode d'assortiment dans les éclaircies                                                              | 652    |
| Dejmal J.: La méthode d'estimation du processus d'exploitation et de transport de la production du bois dans la sylviculture du point de vue de la consommation de l'énergie | 662    |
| Petríček V., Domes Z., Černý Z.: L'estimation des systèmes technologiques de nettoyage                                                                                       | An 672 |
| Petríček V., Pernica J.: Les prémisses théoriques pour la construction de la machine à nettoyer                                                                              | 682    |
| Mikleš M.: Les documents pour la construction de l'outil destiné au cisaillement du bois à haute vitesse                                                                     | 694    |
| Krešl J.: L'analyse granulométrique des alluvions à gros grains destinées à la correction des torrents                                                                       | 708    |
| Actualités                                                                                                                                                                   |        |
| Eriksson P.: Par un chargement de bois rapide et continu vers une meilleure utilisation des véhicules forestiers                                                             | 709    |
| Černý Z.: Soren H., Hansen H. H.: Le boisement, La technique forestière 80. 1979, Copenhague                                                                                 | 714    |

## LESNICTVÍ č. 9/1982

|                                                                                                                                                   |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Lettl A., Materna J.: Vliv zvlhčení vyschlé půdy smrkového porostu na mikrobiální biocenózu                                                       |  |
| Šindelář J.: Perspektivy využití modřínu japonského ( <i>Larix leptolepis</i> Gord.) v lesním hospodářství ČR                                     |  |
| Brož A.: Odumírání jedle v oblasti Jihočeských státních lesů                                                                                      |  |
| Kohán Š.: Hodnotenie rastu a zdravotného stavu topoľov v blízkosti priemyselných závodov                                                          |  |
| Čermák J., Penka M.: Biochemická analýza pryskyřice semen při výzkumu individuální proměnlivosti stromů jedle bělokoré ( <i>Abies alba</i> Mill.) |  |
| Petr J.: Energetické zatížení lanovkářů při výškové montáži lanových zařízení                                                                     |  |

Lesnictví č. 9/1982 stojí 12,— Kčs. Objednávky přijímá

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Slezská 7, 120 56 Praha 2  
Poštovní novinová služba, Jindřišská 14, 110 00 Praha 1

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.