

7/9
VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

4

ROČNÍK 26 (LIII)
PRAHA
DUBEN 1980
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., člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Augustin Kalandra, DrSc., prof. Dr. Ing. Václav Korf, DrSc., prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., genmjr. Ing. Václav Růžicka, prof. Ing. Miroslav Stolina, CSc.

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

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1980

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. Издает 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.

ZAVEDENÍM KOMPLEXNÍ MECHANIZACE ZAJISTÍME V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ EFEKTIVNOST VÝROBY

Na základě usnesení XV. sjezdu KSČ byly vydány směrnice pro další urychlený technický rozvoj v ČSSR s cílem maximálně zvyšovat produktivitu a ekonomiku práce při minimální potřebě živé práce s maximálním snížením fyzické námahy pracujících. Byl tím dán bezprostřední pokyn k urychlenému nástupu vědeckotechnického vývoje na každém úseku našeho národního hospodářství.

Uvedené pokyny se musely bezprostředně dotknout i našeho lesního hospodářství jako integrujícího úseku národního hospodářství, který se podílí přímo na národním důchodu ve své produkční oblasti. Jeho vysoký podíl je však též v oblasti mimoprodukcí, záležející především ve vytváření dnes velmi důležitého a stále více na důležitosti nabývajících životního prostředí.

Cílem našeho lesního hospodářství musí tedy být zavést v co nejkratší době komplexní mechanizaci na všech svých úsecích, při současném a stálém zvyšování produkce dřeva a celkovém využívání stromové suroviny. Při tom však si musí nejen zachovat, ale i zvyšovat svou důležitou funkci vodohospodářskou, půdoochrannou i rekreační. Jsou to úkoly pro naši společnost velmi závažné a obtížné, avšak splnitelné za účasti každého jednotlivce a celé společnosti.

Komplexní mechanizaci v lesním hospodářství je nutno zajišťovat tak, aby veškeré pracovní operace na všech úsecích byly vykonávány výhradně jedno- i více operačními stroji nebo jejich vhodnými sestavami spolu se zaváděním i nejúčinnějších výrobních technologií neboli technologických systémů (soustav).

Zavádění především víceoperačních těžebně dopravních strojů a celých technologických soustav vyžaduje ovšem i důkladnou přeměnu dosavadních názorů a způsobů. Jde nejen o vývoj, výrobu a zavádění složitých strojů a jejich soustav konstrukčně plně odpovídajících výrobním podmínkám, ale i o důkladnou přípravu pracovišť, náležitý výběr a výchovu obsluhy těchto strojů (operátorů), důslednou organizaci a řízení komplexně mechanizované práce, nový přístup k výstavbě a údržbě sítě lesních cest, zajištění rychlých oprav a složitější údržby těchto strojů i zavedení důsledných meziodvětvových vztahů.

V našich složitějších výrobních podmínkách bude zavedení těžkých víceoperačních strojů a jejich soustav (systémů) obtížnější a pracnější. Při nutnosti respektování všech potřeb a funkcí našich lesů bude pravděpodobně i ekonomický efekt těchto strojů u nás poněkud nižší než v oblastech pro tento vysoký stupeň mechanizace příznivějších (USA, Kanada, SSSR, Švédsko, Finsko).

Efektivnost těchto strojů se zvýší tím, že právě jejich zavedením bude možno využít racionálně veškerou stromovou surovinu, a tím zvýšit podíl lesního hospodářství na našem národním hospodářství a celospolečenské úrovni. Jsou to také víceoperační těžebně dopravní stroje, které ušetří maximum pracovních sil pro průmysl a sníží fyzickou námahu pracujících na minimum.

Zavádění víceoperačních těžebně dopravních strojů do našich lesů se specifickými výrobními podmínkami nemůže být živelné, ale důkladně ze všech hledisek připravené. Jejich úspěšné zavádění musí být podloženo řádným výzkumem všech podmínek, určením správných parametrů pro jejich vývoj a výrobu i zavádění do našich složitějších výrobních podmínek. Jedině důkladným zajištěním všech předpokladů bude možná rychlá a úspěšná aplikace těžebně dopravních strojů a jejich soustav v provozu lesního hospodářství.

Prof. Dr. Ing. Václav D o u d a, CSc.

PODMÍNKY VYUŽITÍ VÍCEOPERAČNÍCH TĚŽEBNĚ DOPRAVNÍCH STROJŮ V LESÍCH ČSSR

V. Douda

DOUDA, V. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). *Podmínky pro využití víceoperačních těžebně dopravních strojů v lesích ČSSR*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 291-307.

Hlavními předpoklady pro úspěšné zavádění víceoperačních strojů jsou pokročilý technický rozvoj a náležité provozní zkušenosti se současnými lesnickými stroji, dobré zpřístupnění lesních oblastí, vhodné terénní, půdní a porostní podmínky. Lze konstatovat, že ČSSR již v dostačující míře tyto základní podmínky splňuje a může v přijatelném rozsahu víceoperační těžebně dopravní stroje zavádět, popř. se podílet i na jejich vývoji. Československé lesnictví již dostává charakter průmyslové výroby, neboť uplatňuje ve výrobě nové vědecké poznatky, buduje velké výrobní jednotky, zavádí plánovitou koncentraci a specializaci, zajišťuje plnění výroby i dodávek. Lesy ČSSR jsou již poměrně dobře zpřístupněny sítí cest všech kategorií a k zajištění plynulosti dodávek i možností zpracování veškeré stromové suroviny se postupně přistupuje k budování dřevařských a dřevozpracujících kombinátů. Z hlediska půdních, terénních i porostních podmínek je možno dnešní typy víceoperačních těžebně dopravních strojů v lesích ČSSR vhodně uplatnit. Podle dnešního stavu je možné dnešními typy víceoperačních těžebně dopravních strojů těžit v ČR v lesích hospodářských vysokokmenných, v těžbách mytních a předmytních 38 % jehličnanů a téměř 2,0 % listnáčů těžebního etátu. Ve SSR jsou podmínky pro jejich uplatnění poněkud obtížnější, neboť jde o převládající horské oblasti a listnáče. Přesto i v těchto lesích lze těžit téměř 32 % těžitelného etátu v jehličnatých porostech mytních a předmytních.

lesnická technika; víceoperační těžebně dopravní stroje; těžba lesní

Těžebně dopravní stroje vykonávají v lesním hospodářství různé těžební a dopravní operace v těžebně dopravním procesu. V lesním hospodářství mají důležitý úkol nahradit těžkou ruční práci spojenou s těžbou a dopravou dřeva. Ročně musí vykonat značný objem prací, protože kromě pokácení a opracování více než 16 mil. m³ dřeva musí toto ještě několikrát zdvihat a transportovat, než je dodáno z lesa odběrateli v požadovaných rozměrech a jakosti.

Těžební stroje musí zajistit podřezání a pokácení stromů, jejich odvětvení, popř. i odkornění, zkrácení, rozštípání některých krátkých sortimentů, měření a třídění vyráběných sortimentů a výhledově ve větší míře tenké kmeny nebo stromy, popř. potěžební zbytky, rozsekát na štěpky. Dopravní stroje v lesním hospodářství musí veškerou těžbou surovinu vyklidit, přiblížit, vyvézt k odvozním cestám, naložit a odvézt až k odběrateli. V těžebně dopravní činnosti je v našem lesním hospodářství ročně přesunováno asi 86 mil. m³ dřeva, tj. více než 50 miliard kg dřeva bez kůry.

Jelikož těžební a dopravní operace se ve výrobním procesu prolínají, nazývají se stroje, které obě tyto operace vykonávají současně nebo v úzké návaznosti těžebně dopravními stroji. Těžebně dopravní stroje musí v lese pracovat ve velmi ztížených podmínkách terénních i klimatických. Jsou tedy kladeny vysoké nároky na jejich spolehlivost, provozuschopnost, produktivnost, životnost a ekonomickou efektivnost. V provozu lesního hospodářství pracují dnes různě složité těžebně dopravní stroje a vývojově se přechází od jednoduchých strojů ke strojům velmi složitým, využívajícím již ve větším rozsahu prvků automatizace.

Základními předpoklady pro úspěšné zavádění a efektivní využití víceoperačních těžebně dopravních strojů je nezbytné prošetření a důkladná příprava jejich pracovních podmínek, a to pokročilý technický rozvoj a náležité provozní zkušenosti se současnými lesnickými stroji, zpřístupnění lesních oblastí, vhodné terénní, půdní a porostní podmínky.

POKROČILÝ TECHNICKÝ ROZVOJ LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A NÁLEŽITÉ PROVOZNÍ ZKUŠENOSTI SE SOUČASNÝMI STROJI

Možnost zavádění víceoperačních těžebně dopravních strojů je v podstatě důsledek pokročilejšího stadia technického rozvoje lesnictví příslušného státu, neboť technický rozvoj je nepřetržitý proces zdokonalování, rozšiřování a účinnějšího využívání pracovních prostředků, technologií výroby, surovinových a energetických zdrojů, zkvalitňování výroby a zvyšování kvalifikace pracovních sil apod.

Zavádění nových víceoperačních strojů nemůže být úspěšné, nemůže-li stavět na poznatcích a zkušenostech získaných při využívání nižšího stupně mechanizované výroby a nemá-li již příslušné odvětví alespoň částečný charakter průmyslové výroby vyznačující se rychlým uplatňováním nových vědeckých poznatků, zavedením vysoké politické a profesionální úrovně, vybudováním větších výrobních jednotek, plánovanou koncentrací a specializací, plánováním a plněním výroby i dodávek a využitím komplexní soustavy strojů (Jakob 1978).

Většinu těchto podmínek již československé lesnictví splnilo, takže je možné je pokládat za částečně zprůmyslněné. Podmínka využívání komplexního systému strojů není ještě zcela splněna, ale přichází již do stadia realizace a je v širším rozsahu předmětem i tohoto pojednání.

Provozními zkušenostmi nutnými pro zavádění víceoperačních strojů rozumíme především důkladné zkušenosti s dosavadními těžebně dopravními stroji motomanuálními nebo jednooperačními. U těch je nutno získat nejen zkušenosti s jejich ovládáním, ošetřováním, údržbou a opravami, ale i při plánování práce s nimi, v oblasti organizace a řízení jejich práce, v uplatňování správných technologií ve výrobě a výcviku pracovníků všech stupňů na těžebně dopravním úseku.

Víceoperační těžebně dopravní stroje představující vyšší stupeň mechanizace nemohou být efektivně využity tam, kde se dosud nedosáhlo určité úrovně na nižším stupni mechanizace. Vyžadují důkladnou přípravu všech podmínek a jejich ekonomicko-efektivní využití je o to horší, čím menší příprava byla v lesním hospodářství vykonána před jejich zavedením. Je to jev zcela zákonitě se opakující na každém výrobním úseku a v lesním hospodářství o to horší, že rozsah podmínek pro využití

těchto strojů přicházejících do provozu dnes již i s částečnou automatizací je mnohem větší a rozmanitější. Proti pracovním strojům v průmyslu musí tyto stroje pracovat především v nejrůznějších variantách přírodního prostředí. V těchto podmínkách musí několikrát přemísťovat opracovanou surovinu i pracovní předmět vedle nepřetržitého přemísťování sebe samých při práci na menší i větší vzdálenosti. Dochází u nich proto k častějším poruchám a nutným opravám v obtížnějších podmínkách přírodních pracovišť. Proto také jejich součinitel využití není nikdy tak vysoký jako u strojů pracujících v neúměrně příznivějším továrním prostředí. Víceoperační stroje mají pracovní podmínky obdobné strojům pro zemní a stavební práce.

Že není možno zavádět víceoperační stroje do nepřipravených výrobních podmínek, vidíme u nás např. při zavádění štěpkování a štěpkovacích strojů vůbec. I když je z lesnického i národohospodářského hlediska štěpkování dřeva naléhavé při těžbě v probírkách i při zpracování veškerých potěžebních zbytků, nemůže být zavedeno, poněvadž naráží především na nepřipravenost zpracovatelského průmyslu.

Naše lesní hospodářství dospělo během uplynulých let na úseku těžby a dopravy dřeva již do takového stadia technického rozvoje, že může postupně přistupovat k vývoji a zavádění víceoperačních těžebně dopravních strojů. Náš výzkum, vývoj a výroba jsou již schopny tyto úkoly řešit a úspěšně plnit. Vývoj i výroba víceoperačních těžebně dopravních strojů jsou nákladné a vyžadují s ohledem na přijatelné pořizovací náklady výrobu větších sérií ve vhodných variantách pro konkrétní výrobní podmínky. To je možno dosáhnout jedině mezinárodní dělbu práce. Tak se také tohoto řešení ujímá RVHP v rámci socialistických států sdružených v této mezinárodní organizaci a tak se děje i mezi výrobními firmami některých kapitalistických států (Kanada — USA, USA — Švédsko apod.).

I když výrobní podmínky v lesním hospodářství států sdružených v RVHP nejsou stejné a nároky na kapacitu i varianty víceoperačních strojů poněkud odlišné, lze se přece jenom sjednotit na konstrukci a výrobě vhodných typů těchto strojů a tak snížit jejich výrobní náklady na ekonomicky přijatelnou mez.

Víceoperační stroje nemohou plně vyhovět při svém provozním zapojení všem požadavkům pěstebním (hospodářským způsobům výběrným, podrostním apod.), mohou však některé negativní vlivy na porosty, půdu a životní prostředí omezit při správném zapojení a obsluze na minimum. Nemohou být dosud využity ve všech výrobních podmínkách a jejich provozní zapojení je především určeno v lesích hospodářských výnosových. Tam také mohou pracovat s přijatelnou ekonomikou a efektivností. Lze předpokládat, že s dalším vývojem těchto strojů se bude i jejich ekonomická efektivnost zvyšovat.

Ekonomickým problémem je využití víceoperačních strojů v probírkách, které jsou vykonávány vždy jednotlivým výběrem (první probírky i řadovým způsobem), tj. způsobem mnohem pracnějším, koncentrace těžených stromů je vždy malá, objem těžených stromů je vždy menší než v mýtných porostech, nároky na pracnost a bezeškodnou těžbu i vyklizování jsou mnohem vyšší, hodnota získaného dřeva je vždy nižší a odbyt vyrobených sortimentů je obtížnější.

V probírkách musí být přednostně respektována biogeocenóza před ekonomikou těžby a dopravy i zpeněžením získané suroviny. Přesto lze výhledově očekávat, že i v probíraných porostech se víceoperační stroje ve větší míře uplatní, neboť se dospěje nejen k jejich novým výhodnějším konstrukcím, ale i k racionálnějšímu spojení strojů těžebně dopravních se všemi produkčními i mimoprodukčními požadavky lesa. Technický vývoj a jeho zdokonalování musí intenzivně směřovat nejen k zajištění potřeb společnosti, ale i zachování přírody a životního prostředí.

ZPŘÍSTUPNĚNÍ LESNÍCH OBLASTÍ

Zpřístupnění lesních oblastí, v nichž by mělo být zavádění víceoperačních strojů uplatněno, je rovněž jednou ze základních podmínek. Víceoperační stroje, jako převážně těžké těžebně dopravní stroje, mohou produktivně a ekonomicky pracovat, jsou-li co nejvíce využity k vlastní práci. Vyžadují tedy především dobrou a zpevněnou síť cest, aby mohly přijet až k těženému porostu a aby co nejméně a co nejrychleji mohly přejíždět z jednoho pracoviště na druhé. Čím vyšší je objem těženého dřeva na jednom pracovišti, tím příznivější je ekonomický výsledek jejich práce. Z hlediska ekonomického je ovšem nutné pro uplatnění víceoperačních strojů hledat na podkladě konkrétních podmínek optimální velikost pracovišť, resp. optimální objem dřeva k těžbě na daném pracovišti. V mýtných těžbách je tedy třeba z hlediska ekonomického volit optimální velikost paseky, která se může značně měnit podle půdních, terénních, klimatických a porostních podmínek i podle mimoprodukčních funkcí lesa.

Nezbytné je i zpřístupnění vlastních mýtných porostů těžených neholosečným způsobem nebo porostů probíraných. K uplatnění víceoperačních strojů se vyžaduje bezpodmínečně jejich rozčlenění sítí vyklizovacích linek, vyvážecích a přibližovacích cest příslušně zpevněných pro těžké mechanizační prostředky. S tím souvisí i úprava, zpevnění a údržba všech druhů cest lesní odvozní sítě včetně odvozních, popř. i překládacích míst.

Rozčleněním porostů sítí cest (linek) nepřilíš od sebe vzdálených (cca 15—30 m) 3—4 m širokých se odnímá lesu produkční plocha, a tím se snižuje i jejich produktivnost. To se ovšem projevuje pouze v mladých porostech s vyšším zakmeněním a lepší bonitou. V porostech starších s menším zakmeněním úbytek porostní plochy i produktivnosti se již nijak neprojevuje. Také v mladých porostech na horších půdních lokalitách s méně hodnotným dřevem není produkční rozdíl zvláště výrazný.

Podle Popelky (1976) ztrátu produkční plochy Z tvoří rozdíl mezi šířkou linky b_1 a průměrnou vzdáleností stromů v porostě b_2 násobený délkou linky l neboli

$$Z = (b_1 - b_2) \cdot l. \quad (m^2)$$

Jevín (1974) počítá ztrátu produkční plochy na ha v % ze vzdálenosti linek mezi sebou a z jejich délky a šířky, jak je uvedeno v tab. I. Autor počítá s celkovou plochou linek, aniž by uvažoval redukovanou plochu vzhledem k zakmenění porostu. Je tedy Popelkův vzorec pro vý-

I. Ztráta produkční plochy v ‰ na 1 ha při různé šířce a vzdálenosti linek mezi sebou. — Loss in productive area in ‰ per 1 ha — different widths and distances of the lines

Vzdálenost linek mezi sebou v m	Délka linek v m na ha	Plocha porostů v ‰ zabraná linkami na 1 ha při šířce linek v m			
		1	2	3	4
10	1000	10	20	30	40
20	500	5	10	15	20
30	250	2,5	5	7,5	10

počet ztrátové produkční plochy přesnější. Z tabulky je patrné, že se vzdáleností linek mezi sebou se podstatně mění ztráta produkční plochy. Je tedy snaha konstrukce víceoperačních strojů do probírek vyrábět výložník manipulátoru co nejdelší. Jeho délka je ovšem omezena stabilitou stroje a hmotností i délkou těženého stromu. Musí tedy být při konstrukci víceoperačního stroje brána v úvahu konstrukčně přijatelná délka výložníku manipulátoru a přijatelný rozdílný rozestup rozdělovacích linek v porostu. Harvestry pro práci ve starších a objemnějších porostech mohou mít výložník hydromanipulátoru kratší (lepší stabilita), tedy i rozestup linek nemusí být tak velký jako při práci těchto strojů v mladších a méně objemných porostech. Procesory mohou mít výložník hydromanipulátoru všeobecně delší a také linky v porostech mohou být více od sebe vzdáleny.

Je samozřejmé, že ekonomická efektivnost víceoperačních strojů je největší při pasečném způsobu hospodaření, poněvadž při práci na pasekách je jejich pracovní cyklus nejkratší. Jednotlivé strojní operace probíhají při holoseči plynuleji, stroje vykonávají nejmenší dráhu při pojiždění. Některé pomocné časy a někdy i celé operace (vyklizování, přibližování aj.) při technologickém procesu odpadávají. Z holoseči lze také nejrychleji a neekonomičtěji odstranit potěžební zbytky.

Je rovněž samozřejmé, že v našich výrobních podmínkách a na četných lokalitách lesů vodohospodářských, rekreačních i ochranných musí být počet holosečí minimální a velikost pasek omezena na menší plochy. Je také nutno se smířit s tím, že v těchto podmínkách nebude moci být ekonomická efektivnost výroby s těmito stroji maximální. Také výrobní náklady na celkový výrobní proces nebudou moci být minimální na menších těžebních plochách s velmi členitými terény a pestrou porostní skladbou. Musíme počítat i s tím, že v našich poněkud těžších výrobních podmínkách bude směnová výkonnost i roční výrobní kapacita těchto strojů poněkud nižší než v rovinných terénech, stejnotvarých porostech a na rozsáhlých holosečích.

Lesní zákon č. 61 Sb. z roku 1977 připouští větší rozsah holosečí a rozměr pasek než lesní zákon předchozí. Připravil tím i cestu k zavádění víceoperačních těžebně dopravních strojů u nás. Omezil ovšem velikost pasek (max. 5 ha) a tím současně i možnost většího poškození porostů, půd i prostředí.

Pro využití strojů a hospodárnost výroby je důležitá velikost těžené plochy, zakmenění a objem středního kmene těžného porostu. Koncentrace těžného dřeva všeobecně roste s velikostí plochy a s koncentrací výroby dochází zase k lepšímu využití těžebně dopravních strojů, vzrůstá produktivita práce a hospodárnost výroby. Proto také se zaváděním víceoperačních strojů často vzrůstá velikost pasek do značných a biologicky škodlivých rozměrů hlavně v USA, Kanadě i v SSSR. V PLR je dovolená maximální plocha holoseče 12 ha, v NDR dokonce až 15 ha [3].

Rozměny paseky nelze ovšem určovat jenom z hlediska zaváděných víceoperačních strojů, ale přednostně z hlediska biologie lesa a ochrany přírody i životního prostředí. Nelze tedy její rozměr určovat jednoznačně velikostí plochy, ale při jejím stanovení zvažovat všechny podstatné faktory ve stávajících konkrétních podmínkách.

Podle některých autorů [Poliščuk 1972] mají značný vliv na prostředí paseky stěny okolních porostů, neboť působí změny radiace, vzdušné vlhkosti, teplot, výparu a srážek. To vše může nepříznivě ovlivňovat růst porostu. Proto je podle nich z biologického hlediska důležitá šířka pasek, která může být v rovinách [Peřina 1977] 20–60 m jako optimální, a délka pasek max. 300–350 m s ohledem na ekonomicky přijatelnou vzdálenost vyklizování. Na úzkých pasekách se lépe hospodaří se sněhovou pokrývkou, a proto se doporučuje jejich uplatnění ve vodohospodářsky důležitých oblastech. Délka paseky je zase důležitá ve svažitých terénech, kde je nutno bránit erozi, která se s délkou seče zvětšuje. Rozsah půdní eroze na terénních sklonech ovšem závisí ve značné míře nejen na vlastním sklonu, ale i na druhu půdy. Podle vykonaných měření lze připustit při stejném sklonu na na hlinité půdě menší délky paseky než na půdě hlinitopísčité (tabulka II). S narůstáním sklonu půdy se přípustná délka paseky samozřejmě zmenšuje.

II. Přípustná délka paseky v m podle sklonu terénu v ‰ a druhu půdy. — Permitted length of a felling area in m, according to the slope of the terrain in ‰ and soil type

Sklon v ‰	Půda	
	hlinitá	hlinitopísčité
10	350	600
20	300	550
30	200	460
40	150	430
50	120	350

III. Velikost paseky v ha při různém sklonu terénu v ‰ při šířce 60 m a na různých půdách. — Felling area in ha, different slopes of the terrain in ‰, width of 60 m and various types of soils

Sklon v ‰	Půda	
	hlinitá m ha	hlinitopísčité m ha
10	60 × 350 = 2,10	60 × 600 = 3,60
20	60 × 300 = 1,80	60 × 550 = 3,30
30	60 × 200 = 1,20	60 × 460 = 2,76
40	60 × 150 = 0,90	60 × 430 = 2,58
50	60 × 120 = 0,72	60 × 350 = 2,10

V horských terénech, kde bývá půdní povrch značně poškozen těžkými stroji, nelze připustit větší zrychlení odtoku vody dlouhými a hlubokými koleje po vozidlech. Jednou z cest, jak tomu zabránit, je ne-

IV. Celkový objem dřeva v m³ na pasece o rozloze 1 ha při různém sklonu terénu v ‰ a při různém objemu dřeva v m³ na ha. — Total timber volume in m³ on one-hectare felling area, different slopes of the terrain in ‰ and different timber volume in m³ per ha

Objem dřeva v m ³ na ha	Sklon v ‰	Půda hlinitá	Půda hlinitopísčité
150	10	315	540
	20	270	495
	30	180	414
	40	135	387
	50	108	315
200	10	420	720
	20	360	660
	30	240	552
	40	180	516
	50	144	420
250	10	525	900
	20	450	825
	30	300	690
	40	225	645
	50	180	525
300	10	630	1080
	20	540	990
	30	360	828
	40	270	774
	50	216	630
350	10	735	1260
	20	630	1155
	30	420	966
	40	315	903
	50	252	735
400	10	840	1440
	20	720	1320
	30	480	1104
	40	360	1032
	50	288	840
450	10	945	1620
	20	810	1485
	30	540	1242
	40	405	1151
	50	323	945
500	10	1050	1800
	20	900	1650
	30	600	1380
	40	450	1290
	50	360	1050

jezdit zvláště na mokré půdě přímo po svahu neboli nevytvářet dlouhé paseky přímo po svahu.

Biologové pokládají optimální šířku paseky rovnou asi dvojnásobné výšce okolního porostu proto, aby měl porost na pasece optimální růstové podmínky. Tato šířka se průměrně rovná 60 m a z biologického hlediska se doporučuje jako optimální (P o l i š č u k 1972). Pak lze z biologického hlediska připustit při šířce paseky 60 m a při dříve uvedené přípustné délce podle sklonu terénu rozměry pasek v ha na různých půdách uvedené v tabulce III.

Pro posouzení biologicky vhodných rozměrů pasek v různých podmínkách také z hlediska jejich vhodnosti pro racionální uplatnění těžebně dopravních strojů je nutno znát objem dřeva na nich. Ten se bude podstatně měnit nejen s jejich plochou, ale i s průměrným objemem dřeva na 1 ha, což je vidět z tabulky III (J a k o b 1978). Z uvedeného přehledu je dobře patrné, jak klesá celkový možný objem těžného dřeva na pasekách o různém sklonu terénu, na různých půdách a s různým objemem dřeva na 1 ha. Bude tedy nutno tyto faktory rovněž uvažovat při zapojování těžebně dopravních strojů a jejich systémů do provozu. Budou také rozhodující pro volbu výrobní metody a pro rozhodnutí o plynulém nebo postupném technologickém procesu i z hlediska rozvinutí mechanizované práce na pasekách z bezpečnostních důvodů. Extrémní rozměry pasek (20—200 ha) jsou u nás nepřijatelné (P e ř i n a 1977).

Porovnáme-li objemy dřeva k těžbě na pasekách biologicky přijatelných rozměrů (tabulka IV) s výkonností sovětských jedno- i víceoperačních strojů za směnu (tabulka V), vidíme, že na menších pasekách

V. Výkonnost v m³ za směnu různých typů těžebně dopravních strojů vyráběných a používaných v SSSR. — Performance (in m³ per shift) of different types of logging and transporting machines manufactured and used in the USSR

Stoj	Objem kmene v m ³		
	0,25	0,50	0,85
kácecí VM-4	186	224	282
odvětvovací LP-33	150	220	250
přibližovací LD-26	85	104	116
kácecí-svazkovací LP-19	130	200	272
odvětvovací-zkracovací LP-76	72	110	130
kácecí-přibližovací LP-49	56	80	96
kácecí-odvětvovací-zkracovací ML-20	70	115	130

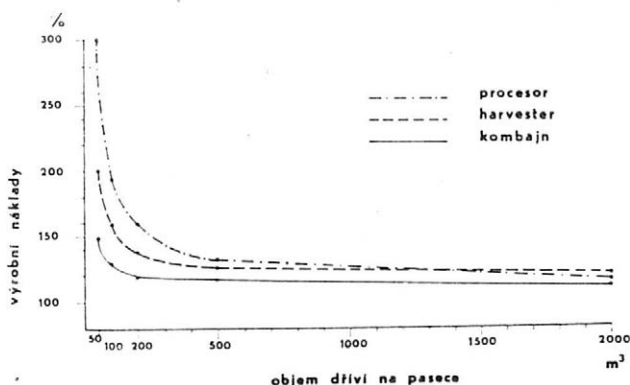
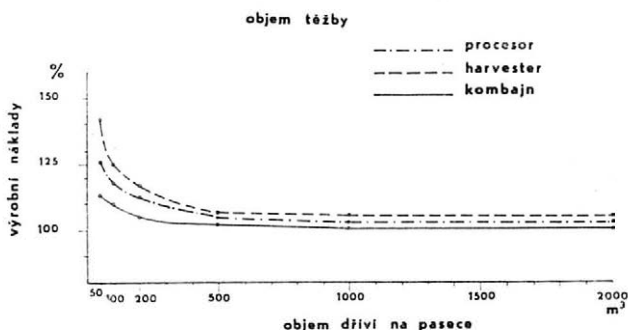
(na nevhodných půdách s větším sklonem) bude trvání doby práce stroje na pasece velmi krátké a stroj bude muset často přejíždět na další pracoviště. Ani maximální objem dřeva na biologicky přípustných rozměrech pasek není vysoký a některý výkonnější víceoperační stroj (např. kácecí stroj VM-4, odvětvovací stroj LP-33, kácecí svazkovací stroj LP-19 aj.) se na malé pasece nezdrží při práci ani celý den. Budou tedy nutné v našich podmínkách častější přejezdy těžebně dopravních strojů z jednoho pracoviště na druhé, což bude poněkud ztrátové, neboť budou mít nižší součinitel pracovního využití.

Na malých pasekách nebude možno plynule zapojit celou sestavu strojů tvořenou vždy několika stroji jednooperačními nebo víceoperačními, kdy na rychlou operaci výkonného stroje musí být pracovně napojeny dva i více strojů vykonávajících časově náročnější operace. Sestavy a počet strojů v nich zapojených, včetně jejich výkonnosti, se budou podstatně měnit také s výrobními metodami.

Na našich menších pasekách budou pravděpodobně nejracionálněji pracovat víceoperační stroje vykonávající výrobní proces fázově, tj. tak, že se na nich nejprve vykoná jedna fáze procesu (pokácení a svazkování, pokácení a přiblížení apod.) a pak teprve po ukončení této fáze nastoupí další (odvětvovací a zkracovací apod.). Pak nebude potřebné zapojovat nesterýný počet strojů do systému, ani přísně dbát na stejnou výkonnost zapojovacích strojů v systému. Plynulě plnění všech operací na malé pasece bude omezeno a zdá se, že vyšší uplatnění v takových podmínkách najdou nejspíše lesní kombajny.

Na menších pasekách musíme počítat s častějším přejížděním těžebně dopravních strojů z jednoho pracoviště na druhé, s jejich nižší roční výkonností a s vyššími výrobními náklady. Na využití strojů má totiž velikost těžené plochy, resp. objem dřeva těžného na ploše, značný vliv. Podílí se na tom i vzdálenost přejíždění mezi těžnými pasekami, jak dokládá St a a f (1969) v diagramech na obr. 1 a 2.

1. Výrobní náklady v % při různém objemu dřeva v m³ na těžné ploše a při vzdálenosti pasek mezi sebou 1 km (ex Staaf A.). — Production costs in % of different timber volumes (in m³) on the area subjected to felling, the distance of felling areas being 1 km (ex Staaf A.)



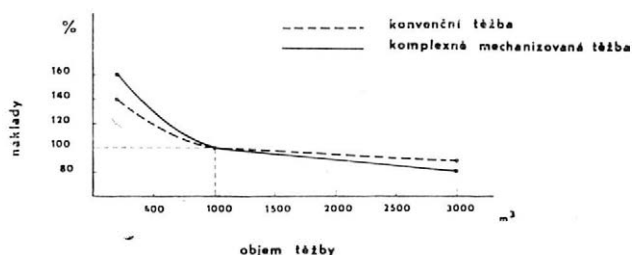
2. Výrobní náklady v % při různém objemu těžného dřeva v m³ na těžné ploše a při vzdálenosti pasek mezi sebou 5 km (ex Staaf A.). — Production costs in % of different timber volumes (in m³) on the area subjected to felling, the distance of felling areas being 5 km (ex Staaf A.)

V diagramu 1 je vidět, že při malých objemech těžného dřeva na pasece a při přejíždění soupravy na vzdálenost 1 km výrobní náklady

značně stoupají, a to nejvíce u procesorů. Rychle však klesají se stoupaním objemu těžného dřeva a cca při objemu 700 m³ jsou již u procesorů nižší než u harvestrů. Nejnížší jsou u lesního kombajnu. Přibližně od 1000 m³ dřeva na pasece se již mění velmi nepatrně. Je to dáno právě četností přejíždění těchto strojů, neboť procesor a harvestr vyrobí za hodinu průměrně 20 m³, kdežto kombajn cca 5 m³ konečného sortimentu. Musí tedy přejíždět procesor a harvestr z pracoviště na pracoviště přibližně čtyřikrát, zatímco lesní kombajn pouze jedenkrát. Ještě větší výrobní náklady vznikají při přejíždění těžebně dopravních strojů na vzdálenosti 5 km, jak je patrné z diagramu 2. Stoupání výrobních nákladů při těžbě na pasekách s objemem dřeva pod 500 m³ je značně rychlé. Teprve od 500 m³ náklady mírně klesají s přibývajícím objemem dřeva, a to u procesoru poněkud mírněji až při 1100 m³ proti harvestru.

Lze konstatovat, že čím menší je rozměr paseky, resp. objem těžného dřeva na ní, tím častěji musí být těžebně dopravní stroje přemísťovány, a to jednooperační častěji než víceoperační a z těch nejméně často lesní kombajny. Čím více strojů je v technologické sestavě, tím vyšší je frekvence přejíždění na drobných pracovištích, a tím vyšší budou výrobní náklady. Čím masivnější jsou těžebně dopravní stroje a jejich sestavy a čím větší jsou přejížděcí vzdálenosti, tím nákladnější je jejich přejíždění a tím jsou i vyšší výrobní náklady na vyrobenou jednotku. Rychle pojezdny víceoperační stroj je v tomto směru lépe použitelný a ekonomičtější i na menších holosecích než těžké strojové soupravy (linky) vyžadující kromě toho i náležité zpevnění místa, na němž se výroba soustřeďuje.

Jak stoupají a klesají výrobní náklady na konvenční a mechanizovanou výrobu s objemem těžného dřeva na pasece, je patrné z hodnot na diagramu 3, podložených výzkumem Staafa (1969). Pro malé objemy dřeva na pasekách jsou ekonomičtější ruční způsoby práce a až od 500–1000 m³ je mechanizovaná výroba levnější. To závisí nejen na dřevině a objemu středního kmene, ale i na sestavě strojů, výrobní metodě aj.



3. Rozdíl ve výrobních nákladech v % při konvenční a mechanizované těžbě a při různém objemu těžby v m³ (ex Staaf A.). — A difference in production costs (in %) of traditional and mechanized logging, different volume of timber felled (in m³) (ex Staaf A.)

V projektu pro zapojení těžebně dopravních strojů a jejich systémů je tedy rovněž nutno počítat vedle velikosti těžných pasek i s jejich vzdáleností mezi sebou, resp. volit těžební postup na nich tak, aby bylo nutno co nejméně se stroji přejíždět.

TERÉNNÍ A PŮDNÍ PODMÍNKY

K možnosti účelného zapojení těžebně dopravních strojů do výrobního procesu jsou velmi důležité také terénní a půdní podmínky pracoviště. Těžké víceoperační stroje mohou pracovat na terénech únosných

VI. Sklon terénu a vlastnosti půd lesních porostů v ČSR v % celkové plochy. — Slope of the terrain and soil properties of forest stands in the CSR, in % of the total area

Sklon v %	Lesní půda v % plochy			
	únosná	neúnosná	s překážkami	celkem
Do 25	67,7	5,8	1,0	74,5
26–40	16,2	0,1	1,0	17,3
Přes 40	6,7	0,1	1,4	8,2
Celkem	90,6	6,0	3,4	100,0

a ve svahu max. do 30 %, nejčastěji v tzv. traktorových terénech do 25 % svahu.

Permanentní inventarizací konanou od roku 1972 ÚHÚL v Brandýse nad Labem bylo zjištěno v ČSR k 31. 12. 1975 [6] rozmístění lesů podle svahů a únosnosti půdy v tabulce VI. Porovnáme-li to se skandinávskými státy, vidíme určité rozdíly (tabulka VII). Nejméně sklonů na lesních půdách má Finsko, pak Švédsko a nakonec Norsko. Také vlastnosti lesních půd jsou odlišné ve skandinávských státech, jak

VII. Sklon terénu lesních porostů v % celkové plochy ve Skandinávii. — Slope of the terrain of forest stands in Scandinavia, in % of the total area

Sklon v %	Švédsko	Norsko	Finsko
Do 10	70	55	90
10–45	30	45	10

VIII. Vlastnosti lesních půd v % celkové plochy lesů ve Skandinávii při sklonu terénu do 45 %. — Properties of forest soils in per cent of the total area forested in Scandinavia, slope of the terrain to 45 %

Sklon	Stát	Půda v %				Sněhové zábrany	
		únosná	sezónně únosná	bez překážek	s překážkami	bez	sezónně
Do 45°	Švédsko	75	25	50	50	85	15
	Norsko	80	20	70	30	70	30
	Finsko	60	40	65	35	70	30

ukazuje přehled v tabulce VIII. Z přehledné tabulky VI je patrné, že v ČSR je 90,6 % lesních terénů únosných a pouze 9,4 % neúnosných (pod 0,04 MPa na cm²) a s kamenitými překážkami vysokými 0,5 m vzdálenými od sebe pod 5 m nebo stržemi hloubky více než 0,5 m, šířky více než 1,5 m a vzdálenosti více než 5 m. Rovněž velmi příznivě se jeví pro víceoperační stroje vysoký podíl těžeb na únosných půdách na svazích do 25 %, tj. asi 74,5 %.

Porovnáme-li průměrný roční etát v m³ b. k. na únosných půdách do 25 % svažitosti (tabulka IX), vidíme, že bychom mohli již v této

IX. Průměrná výše ročního etátu v tis. m³ b. k. v lesích MLVH ČR podle sklonu v ‰ a vlastností terénu. — Average level of the annual cut (thousand m³ i. b.) in the forests supervised by the Ministry of Forest and Water Management of the CSR according to the slope (‰) and properties of the terrain

Sklon v %	Terén							
	únosný		neúnosný		s překážkami		celkem	
	jehl. m ³	listn. m ³	jehl. m ³	listn. m ³	jehl. m ³	listn. m ³	jehl. m ³	listn. m ³
Do 25	58,7 %	7,8 %						
	6718,4	901,3	556,4	37,7	124,6	14,9	7 399,4	953,9
26—40	1752,9	366,3	9,8	2,9	81,0	15,1	1 843,7	384,3
Přes 40	645,4	152,4	2,4	0,8	92,5	13,6	740,3	166,8
	9116,7	1420,0	566,6	41,4	298,1	44,6	9 983,4 11 488,4	1505,0

X. Výše těžitelného etátu v tis. m³ b. k. těžebně dopravními stroji podle druhu těžby a dřeviny. — The volume of allowable cut (thousand m³ i. b.) by logging and transporting machines, according to the kind of logging and wood species

Těžitelný roční etát v tis. m ³	Druh těžby a těžené dřeviny					
	mýtná 71,9 %		přemýtná 28,1 %		celkem	
	jehl. 62,4 %	listn. 9,5 %	jehl. 24,8 %	listn. 3,3 %	jehl. 87,2 %	listn. 12,8 %
8032,866						
7619,7	4754,7	723,9	1889,7	251,5	6644,4	975,4
6179,6	3856,6	587,1	1532,5	203,9	5388,6	791,0
53,6 %	33,6	5,1	13,3	1,8	46,9	6,8
4829,9	2865,4	436,2	1532,5	203,9	4391,9	438,0
42,03 %	24,9	3,1	13,8	1,8	38,2	3,8

XI. Těžba mýtní a předmýtní v tis. m³ b. k. v lese vysokokmenném výnosovém v SSR. — Final and intermediate felling (in thousand m³ i. b.) in a commercial high forest in the SSR

Roční etát v tis. m ³ b. k.	Druh těžby v tis. m ³ b. k.					
	mýtná 70,3 %		předmýtná 39,7 %		celkem 100 %	
	jehl. 30,9 %	listn. 39,4 %	jehl. 14,2 %	listn. 15,5 %	jehl. 45,1 %	listn. 54,9 %
4065,6	1256,3	1601,8	577,3	630,2	1833,6	2232,0

pětiletce těžit těžebně dopravními stroji 58,7 % dřeva jehličnatého a 7,8 % dřeva listnatého. Z uvedeného ročního etátu těžitelného víceoperačními stroji připadá asi 71,9 % na těžby mýtné a 28,1 % na těžby předmýtné, jak je patrné z tabulky X. Těžebně dopravní stroje mohou být tedy v ČSR maximálně zapojeny v těžbách mýtných a v jehličnatých porostech, což je pro produktivitu jejich práce velmi příznivé. Při dnešních konstrukčních a funkčních možnostech těžebně dopravních strojů by tedy bylo možno mechanizovaně těžit uvedené množství dřeva ročního těžitelného etátu.

Těžebně dopravní stroje se uplatňují převážně v lesích hospodářských vysokokmenných, v nichž se těží na sklonech do 25 % a na úrodných půdách. Z etátu, který se těží v lesích do 25 % sklonu (7 619 700 m³ b. k.), je to pouze 6 179 600 m³ b. k., a to 5 398 600 m³ b. k. v jehličnatých porostech a 791,0 m³ b. k. v porostech listnatých. Analýzou používaných hospodářských způsobů bylo zjištěno, že se v ČSR těží 54,8 % dřeva holosečí a může se tak hospodařit na 74,3 %, výběrně pouze na 4 % a maloplošně podrobným způsobem na 21,7 % (Dressler 1974).

Zredukujeme-li výsledky uvedené v tabulce X ještě procentem možných holosečí (74,3 %), pak bude konečná výše těžebního etátu v ČSR nižší, a to pouze v mýtných těžbách, kdežto v předmýtných zůstane ve

vypočtené výši, jak uvádí tabulka X, neboť tam se těží neholosečně.

Z celkového ročního etátu (cca 11 488 400 m³ b. k.) je tedy v ČSR možno již dnes těžít mechanizovaně 38,2 % jehličnanů a minimálně 1,8 % listnáčů v probírkách. Lze očekávat, že výhledově dojde k podstatnému konstrukčnímu zdokonalení těžebně dopravních strojů (možnost práce na větších svazích, snížení tlaku strojů na půdu apod.), takže je bude možné více uplatnit i na svazích přes 25 %, na půdách méně úrodných alespoň v zimním období a větším podílem i v mýtných těžbách listnáčů. Určitým podílem se budou moci víceoperační stroje uplatnit i v hospodářských lesích výmladkových (bez kmenů dvojáků, s křivostí max. 15 %) a při opracování stromů o větším objemu kmene (nad 1,0 m³).

Poněkud složitější jsou podmínky pro využití těžebně dopravních strojů a jejich systémů v SSR, kde je v lese vysokokmenném výnosověm těžben vyšší podíl listnáčů než jehličnanů v těžbě mýtné i předmýtné.

XII. Výše těžeb v tis. m³ b. k. v lese vysokokmenném do sklonu 20 % a 30 % v SSR. — Volumes felled (in thousand m³ i. b.) in a high forest, the slope of the terrain less than 20 % and 30 %, the SSR

Sklon v %	Etát v tis. m ³ b. k.	Výše těžby v tis. m ³ b. k.					
		mýtné 70,3 %		předmýtné 29,7 %		celkem 100 %	
		jehl. 30,9 %	listn. 39,4 %	jehl. 14,2 %	listn. 15,5 %	jehl. 45,1 %	listn. 54,9 %
10	685,0		481,5		203,5		685,0
		<u>211,7</u>	269,9	<u>97,2</u>	106,2	<u>308,9</u>	376,1
30	1405,7		980,2		417,5		1405,7
		<u>434,3</u>	533,8	<u>196,6</u>	217,9	<u>634,0</u>	771,7

XIII. Maximální možná výše těžby víceoperačními stroji v lesích SSR. — The maximal potential volumes of timber felled by multi-operation machines in the forests of the SSR

Těžitelný etát v tis. m ³ v %	Mýtná těžba		Předmýtná těžba		Těžba celkem	
	jehlič.	listn.	jehlič.	listn.	jehlič.	listn.
V tis. m ³	483,0	950,0	102,7	265,1	585,7	1215,1
V %	26,2	52,7	5,7	14,7	32,5	67,5

V SSR je mnoho lesních půd s překážkami o větších sklonech a menší zpřístupnění porostů. V tabulce XI je uveden přehled těžby mýtní a předmýtní jehličnaté a listnaté v lese vysokokmenném výnosověm v SSR [11].

V porostech se sklonem terénu do 20 % bylo by možno těžít v SSR maximálně 308 900 m³ b. k. jehličnatého dřeva (211 700 m³ b. k. v těžbě mýtní a 97 200 m³ b. k. v těžbě předmýtní). V porostech do 30 % sklonu terénu dochází k podstatnému zvýšení, a to na 634 000 m³ b. k. jehlična-

tého dřeva (434 300 m³ b. k. při těžbě mýtní a 196 600 m³ b. k. v těžbě předmýtní — tab. XII). Uvedené těžby se ovšem ještě sníží o těžbu v porostech s půdou neúnosnou a s překážkami. Toto snížení se může ovšem rovnat možnému zvýšení těžby předmýtní, v listnatých probírkách, hlavně v topolových, kde se mohou těžebně dopravní stroje ve vyšší míře uplatnit.

Zhodnotíme-li možnosti uplatnění těžebně dopravních strojů podle výše etátu v porostech, v nichž dnes pracují v SSR kolové a pásové traktory, mohla by maximální výše těžitelného etátu víceoperačními stroji a výrobními systémy být v tis. m³ b. k. nebo v % celkového ročního etátu taková, jak je uvedena v tabulce XIII.

Analyzujeme-li možnost využití těžebně dopravních strojů v SSR podle hospodářského lesa vysokokmenného, v němž dnes pracují kolové a pásové traktory, mohl by být těžitelný etát těmito stroji v jehličnatých porostech a v těžbách mýtních i předmýtních maximálně 585 700 m³ b. k. Skutečně možný těžitelný etát bude pravděpodobně nižší, a to o objem dřeva v porostech s neúnosnými půdami a s půdními překážkami. Jeho rozsah není znám, neboť není uveden v použitém elaborátu [11]. Lze ovšem i při tomto výpočtu připustit možnost využití těžebně dopravních strojů a jejich sestav určitým podílem i v listnatých probírkách.

Z analýz je patrné, že v ČSSR mohou mít víceoperační stroje a jejich výrobní soustavy uplatnění jak v těžbách mýtních, tak i předmýtních. Dalším zdokonalováním se může jejich uplatnění v našem lesním hospodářství podstatně rozšířit.

Došlo dne 10. 7. 1979

Literatura

1. BARANOVSKIJ, V. A. a kol.: Sistemy mašin dlja lesozagotovok. Izdatel'stvo Lesnaja promyšlenost, Moskva, 1977
2. DRESSLER, M.: Těžební stroje. Přednáška pro PSS — mechanizovaná výroba surového dříví. LF VŠZ Brno, 1974-1976
3. Forest Harvesting Mechanization and Automatization. International Union of Forest Research Organization. Proceedings Division 3, Canada 1974
4. JAKOB, V.: Nastojasčee sostojanie a napravlenija razvitiya racionalnyh tehnologičeskich sposobov a specialnyh sredstv mehanizacii dlja zagotovki drevesiny v S. S. R. Sborník přednášek na mezinárodní konferenci v Martině dne 4. až 9. 9. 1978, s. 28
5. JEVIN, I. M.: Naučno-techničeskij progres a rubki uchoda. Voprosy tehnologii. Technologia a tehnika rubok uchoda za lesom v stranach SEV. Izdatel'stvo Mintis, Vilnjus 1974
6. Permanentní inventarizace lesů k 31. 12. 1975. ÚHÚL Brandýs n. L. ČSSR, 1976
7. POLIŠČUK, A. P.: Valka lesa. Izdatel'stvo Lesnaja promyšlenost, Moskva, 1972
8. PEŘINA, V.: K otázce velikosti holosečí v horských polohách. Lesnická práce 56, č. 9, 1977
9. POPELKA, J.: Stroj pro kácení se současným přitahováním stromu k lince v jehličnatých porostech. Závěrečná zpráva V. ú. MIO - RVHP Křtiny 1976
10. STAAF, A.: Present and planned research and development work on logging techniques in thinning in Sweden. IUFRO, Meeting, Royal College of Forestry, Stockholm, Sweden 1969
11. ÚHÚL — Klasifikácia lesných oblastí podľa lesov, terénu a výrobných ukazovateľov. Zvolen 1975

ДОУДА, В. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). Условия применения многооперационных лесорубочно-транспортных машин в лесах ЧССР. Lesnictví, 26, 1980 (4): 291-307.

Основными предпосылками успешного внедрения многооперационных машин являются высокое техническое развитие, большой опыт в работе с существующими лесными маши-

нами, доступность лесных областей, подходящие условия рельефа, почвы и насаждения. Можно констатировать, что в ЧССР все эти условия существуют, и эти машины можно в подходящем объеме внедрять или же участвовать в их конструировании. Чехословацкое лесное хозяйство приобретает уже характер промышленного производства, так как в него внедряются новые научные данные, создаются крупные производственные комплексы, плановые концентрация и специализация, обеспечивается реализация производства и поставок.

Леса ЧССР сравнительно легкодоступны благодаря сетям дорог всех категорий, а для обеспечения плавности поставок и переработки всего древесного сырья начато строительство лесозаготовительных и деревоперерабатывающих комбинатов. С учетом почвенных, рельефных и лесоводческих условий, упомянутые машины можно успешно внедрять в лесах ЧССР.

Как показывает существующее положение, с помощью многооперационных лесорубочно-транспортных машин в высокоштамбовых лесах ЧСР в ходе главных рубок и промежуточного пользования можно добывать 38 % хвойных и почти 2,0 % лиственных пород в сметных рубках. В ССР условия для их внедрения несколько труднее, там преобладают горные области и лиственные породы. Но и в этих лесах можно производить почти 32 % сметных рубок хвойных пород в главных и промежуточных рубках.

лесотехника; многооперационные лесорубочно-транспортные машины; лесопользование

DOUDA, V. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). *Conditions of Exploiting Multioperation Logging and Transporting Machines in Forests of the CSSR*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 291-307.

Main prerequisites of successfully introducing multioperation machines are technological advance and adequate experience with the operation of current forest machines, easily accessible forest areas, suitable terrain, soil and forest stand conditions. It can be stated that in the CSSR these fundamental conditions are met sufficiently, and therefore multioperation logging and transporting machines can be introduced as required, and/or they may also be developed. Czechoslovak forestry is assuming the character of industrial production because new scientific findings are put in the production, large-scale production complexes are established, planned concentration and specialization are introduced, production targets and supplies are fulfilled.

Forests of the CSSR are relatively easily accessible through the network of roads of all categories, and to secure continuous supplies and processing of overall timber raw material wood and woodworking works are gradually established. In view of soil, terrain and forest stand conditions current types of multioperation logging and transporting machines can be used well in forests of the CSSR.

According to the current state, the current types of multioperation logging and transporting machines can fell, in the CSR in commercial high forests, in final and intermediate fellings, 38 % of conifers and nearly 2 % of broad-leaved trees out of the allowable cut. Conditions of their operation in the SSR are somewhat more difficult because mountainous regions and broad-leaved trees prevail here. Nevertheless, even in these forests almost 32 % of the allowable cut in coniferous mature and intermediate stands can be felled.

forest machinery; multioperation logging and transporting machines; forest exploitation

DOUDA, V. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). *Bedingungen für die Ausnützung von Mehroperations-Nutzungs- und Transportmaschinen in den Wäldern der ČSSR*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 291-307.

Die wichtigsten Voraussetzungen für eine erfolgreiche Einführung von Mehroperationsmaschinen stellen eine fortgeschrittene technische Entwicklung und entsprechende Betriebserfahrungen mit bestehenden forstlichen Maschinen dar, ferner auch gute Walderschließung, geeignete Gelände-, Boden- und Bestandesbedingungen. Es kann festgestellt werden, daß die ČSSR diese Grundbedingungen bereits hinreichend erfüllt und daß sie in annehmbarem Ausmaß die Mehroperations-Nutzungs- und Transportmaschinen einführen kann, bzw. sie kann sich an ihrer Entwicklung beteiligen. Die tschechoslowakische Forstwirtschaft erreicht bereits den Charakter einer Industrieproduktion, da sie in der Produktion neue wissenschaftliche Erkenntnisse anwendet, große Produktionseinheiten aufbaut, eine geplante Konzentration

und Spezialisierung einführt und die Erfüllung der Produktion und der Lieferungen sichert.

Die Wälder der ČSSR sind bereits relativ gut durch ein Netz von Wegen aller Kategorien zugänglich gemacht worden und zur Sicherstellung der Regelmäßigkeit von Lieferungen sowie der Möglichkeiten der Verarbeitung des gesamten Baumrohmaterials wird stufenweise an den Aufbau von Holzgewinnungs- und Holzverarbeitenden Kombinatn herangetreten. Vom Standpunkt der Boden-, Gelände- und Bestandesbedingungen aus gesehen können die heutigen Typen von Mehroperations-Nutzungs- und Transportmaschinen in den Wäldern der ČSSR auf geeignete Weise angewandt werden.

Nach dem heutigen Zustand ist es möglich mit Hilfe der heutigen Mehroperations-Nutzungs- und Transportmaschinen in der ČSR in Wirtschaftshochwäldern in End- und Vornutzungen 38 % des Nadelhölzer und 2,0 % der Laubhölzer des Hiebssatzes einzuschlagen. In der SSR sind die Bedingungen für ihre Anwendung einigermaßen schwieriger, da es sich vorwiegend um Gebirgsgebiete und Laubhölzer handelt. Trotzdem können auch in diesen Wäldern fast 32 % des haubaren Etats in Nadelholzbeständen in End- und Vornutzungen eingeschlagen werden.

Forsttechnik; Mehroperations-Nutzungs- und Transportmaschinen; Forstnutzung

DOUDA, V. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). *Les conditions pour l'exploitation des machines d'exploitation et de transport à plusieurs opérations dans les forêts de Tchécoslovaquie*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 291-307.

Les conditions principales pour l'introduction réussie des machines à plusieurs opérations ce sont le développement technique avancé et l'expérience d'exploitation conforme, relative aux machines forestières actuelles, un bon accès aux régions forestières et les conditions de terrain, de sol et de peuplement convenables. On peut constater que la Tchécoslovaquie remplit déjà suffisamment les conditions principales mentionnées et peut par conséquent introduire dans une mesure acceptable les machines d'exploitation et de transport à plusieurs opérations, le cas échéant participer à leur développement. La sylviculture tchécoslovaque prend déjà un caractère de production industrielle, car elle fait valoir dans la production des acquisitions scientifiques nouvelles, édifie des grandes unités de production, introduit la concentration et la spécialisation planifiées et assure la réalisation de la production et des livraisons.

Les forêts tchécoslovaques sont déjà relativement bien accessibles grâce au réseau de chemins de toutes catégories et pour assurer la continuité des livraisons et la possibilité de transformation de tous les bois de grume, on procède successivement à l'édification des combinats d'industrie du bois et de transformation du bois. Du point de vue des conditions de sol, de terrain et de peuplement il est possible de faire convenablement valoir dans les forêts tchécoslovaques les types actuels de machines d'exploitation et de transport à plusieurs opérations.

En envisageant l'état actuel, on peut exploiter dans la République socialiste tchèque, à l'aide des machines d'abattage et de transport à plusieurs opérations, dans les futaies de rapport et dans les peuplements mûrs et pas encore mûrs, 38 p. 100 d'essences résineuses et presque 2,0 p. 100 d'essences feuillues de la possibilité d'exploitation. Dans la République socialiste slovaque les conditions pour leur mise en valeur sont quelque peu plus difficiles, car il s'agit des régions chaudes qui prédominent et des essences feuillues. Malgré cela, on peut, même dans ces forêts, exploiter presque 32 p. 100 de possibilité exploitable dans les peuplements résineux mûrs et pas encore mûrs.

technique forestière; machines d'exploitation et de transport à plusieurs opérations; exploitation forestière

Adresa autora:

Prof. Dr. Ing. Václav Douda, CSc., Vědecký lesnický ústav VŠZ, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

BEZTRIESKOVÉ REZANIE DREVA NOŽMI

R. Jandel

JANDEL, R. (Lesnícka fakulta VŠLD, Zvolen). *Beztrieskové rezanie dreva nožmi*. Lesníctví, 26, 1980 (4) : 309-327.

Kľúčovým zariadením ťažbových strojov je stínacia hlavica, ktorej pracovným orgánom je rezacia refaz alebo nôž. Výhodou použitia nožov je beztrieskové rezanie dreva a pomerne veľká rezná rýchlosť ($1-2 \text{ m.s}^{-1}$). Nevýhodou nožov je poškodenie dreva, ktoré vzniká pri vnikaní nožov do dreva. Pre naše skúšky sme vyhotovili 22 druhov nožov rôznej hrúbky, tvaru a uhla reznej hrany (obr. 1, tabuľka I). Základnými ukazovateľmi posúdenia nožov bola rezná sila F_{max} a poškodenie dreva.

lesnícka technika; ťažbové stroje; rezanie dreva

Cieľom príspevku je podať výsledky beztrieskového rezania veľko-rozmerných vzoriek našich drevín nožmi rôzneho tvaru, konštrukcie, hrúbky, uhla reznej hrany a pri rôznej teplote dreva.

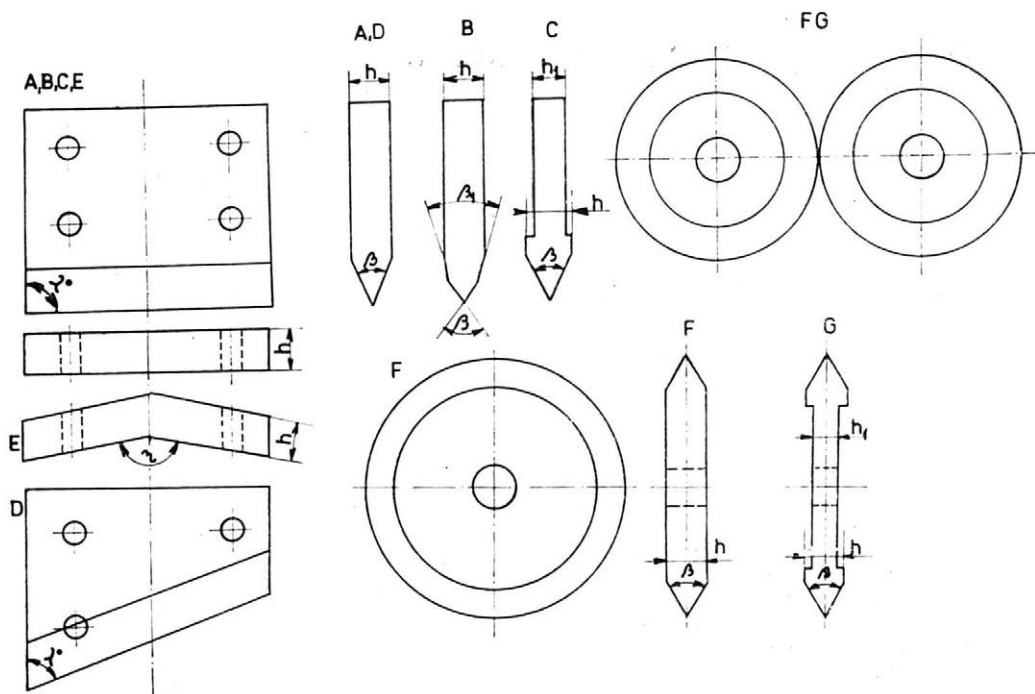
METODIKA SKÚŠOK

Pri skúškach sme zisťovali veľkosť maximálnej reznej sily F_{max} a kvalitatívne poškodenie dreva pri rezaní dreva nožmi. Skúšky sme konali na stroji ZD 10/90 v laboratóriách VŠLD. Drevo a nože sme upevnili do špeciálneho prípravku, ktorý podľa návrhu nášho spolupracovníka Ing. I. Koreňa zhotovili ZTS Detva.

Konštrukcia a geometria skúšaných strojov sú na obr. 1, technické údaje v tabuľke I. Vyskúšali sme 22 nožov rôzneho tvaru (nože rovné, skosené, lomené a kotúčové), rôznej hrúbky a uhla rezného klina. Nože boli z ocele ČSN 19 422 pri tvrdosti 51–57 HRC a drsnosti povrchu Ra 0,8 μm a vyrobili ich ZTS Detva podľa návrhu Ing. J. Koreňa.

Rovné nože č. 1–8 (obr. 1A) mali hrúbku $h = 6, 8, 10, 12, 15, 18 \text{ mm}$, uhol ostria $\beta = 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ$. Rovné nože č. 9–12 (obr. 1B) hrúbky $h = 12 \text{ mm}$ mali dvojitý uhol rezného klina β/β_1 : uhol ostria $\beta = 40^\circ, 45^\circ$, uhol rezného klina $\beta_1 = 25^\circ, 30^\circ$. Rovné nože č. 13–15 (obr. 1C) boli na chrbte zúžené o 2 mm. Hrúbka nožov $h = 6, 12, 18 \text{ mm}$, zúžená hrúbka nožov $h_1 = 4, 10, 16 \text{ mm}$ a dvojitý uhol rezného klina $\beta = 45^\circ, \beta_1 = 30^\circ$.

Kosohlé nože č. 16 a 17 (obr. 1D) mali uhol skosenia reznej hrany $\lambda = 60^\circ, 75^\circ, \beta = 30^\circ$, hrúbka nožov bola $h = 8 \text{ mm}$.



1. Druhy a geometria skúšaných nožov: A — rovný nôž, B — rovný nôž s dvojitým uhlom rezného klina, C — rovný nôž so zúženým chrbtom, D — kosouhlý nôž, E — lomený nôž tvaru V, F — kotúčový nôž, G — kotúčový nôž s dvojitým uhlom rezného klina a zúženým chrbtom, h — hrúbka noža, h_1 — zúžená hrúbka chrbta noža, β — uhol rezného klina (ostria), β_1 — zúžený uhol rezného klina, λ — uhol rezného klina v smere rezu (uhol skosenia), η — uhol rezného klina k pozdĺžnej hrane (uhol založenia). — Types and geometry of tested knives: A — straight knife, B — straight knife with two-angle cutting wedge, C — straight knife with reduced clearance face, D — skew knife, E — V-shaped knife, F — cutting disk, G — cutting disk with two-angle cutting wedge and reduced clearance face, h — knife thickness, h_1 — reduced clearance face, β — angle of cutting wedge (edge), β_1 — reduced angle of cutting wedge, λ — angle of the cutting wedge along the cut line (angle of bevelling), η — angle of the cutting wedge with the longitudinal edge (angle of inclination)

Zvláštnou skupinou skúšaných nožov boli nože tvaru V, lomené pod uhlom $\eta = 170^\circ$ a 175° , $\beta = 30^\circ$, $h = 8$ mm. Číslo nožov 18—19.

Kotúčové nože č. 21—22 mali priemer $d = 260$ mm, $h = 8$ mm, $\beta = 30^\circ$. Kotúčový nôž č. 23 mal zúženú hrúbku $h_1 = 6$ mm a dvojitý uhol ostria $\beta/\beta_1 = 45^\circ/30^\circ$.

Materiál na súšky sme získali priamo spílením stromov a vypílením asi 100 cm dlhých guliačov. Drevo bolo prepravené ihneď v polyetylénových vreciach, aby sa zabránilo strate vlhkosti vzoriek, a umiestnené v miestnosti pri $60 \pm 1\%$ vlhkosti a pri teplote $+20^\circ\text{C}$. Vzorky na skúšky v zamrznutom stave sme ukladali do veľkorozmernej laboratórnej mrazničky pri teplote -10°C alebo -30°C , kde sme ich ponechali 48 hodín. Priemer vypílených guliačikov bol od 5 do 20 cm.

Vlhkosť dreva w (%) sme zisťovali podľa ČSN 49 0103 a mernú hmotnosť absolútne suchého dreva γ_0 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) podľa ČSN 49 0108.

I. Základné technické údaje jednotlivých druhov (skupín) nožov. — Main technical parameters of different types (groups) of knives

Skupina	Č. noža	Hrúbka noža		Uhol rezného klina (ostria)		Uhol λ°	Uhol η°	Tvar noža (slovom)
		h	h ₁	β°	β°_1			
		mm						
A	1	6	—	30	—	90	180	rovný
	2	8	—	30	—	90	180	rovný
	3	10	—	30	—	90	180	rovný
	4	12	—	30	—	90	180	rovný
	5	15	—	30	—	90	180	rovný
	6	18	—	30	—	90	180	rovný
	7	12	—	40	—	90	180	rovný
	8	12	—	50	—	90	180	rovný
B	9	12	—	40	25	90	180	rovný
	10	12	—	45	25	90	180	rovný
	11	12	—	40	30	90	180	rovný
	12	12	—	45	30	90	180	rovný
C	13	6	4	45	30	90	180	rovný
	14	12	10	45	30	90	180	rovný
	15	18	16	45	30	90	180	rovný
D	16	8	—	30	—	60	180	kosouhlý
	17	8	—	30	—	75	180	kosouhlý
E	18	8	—	30	—	90	170	lomený V
	19	8	—	30	—	90	175	lomený V
	20	—	—	—	—	—	—	—
F	21	8	—	30	—	—	—	jeden kotúč
	22	8	—	30	—	—	—	dva kotúče
G	23	8	6	45	30	—	—	dva kotúče

Zistili sme tieto hodnoty:

drevina	merná hmotnosť γ_0 (kg.m ⁻³)	vlhkosť dreva w (%)
buk	656	62,1
smrek	604	46,1
borovica	534	42,8
ďub	761	48,4
hrab	780	56,2
topoľ	511	118,6

Priemer guľáčov sme merali v mieste rezu s presnosťou 0,1 mm. Po prekrojení vzorky sme odčítali najväčšiu silu F_{max} a zapísali spolu s označením dreveniny a priemeru do zápisníka.

Teplota skúšaného dreva bola +20 °C, až na vzorky, u ktorých bol zisťovaný vplyv zníženej teploty -10 °C a -30 °C na veľkosť reznej sily F_{max} a na poškodenie dreva.

Pri laboratórnych skúškach sme zisťovali aj veľkosť poškodenia vzoriek, a to makroskopickým pozorovaním trhlín minimálnej hĺbky 1 cm a medzery 0,1 mm. Oblasť výskytu týchto trhlín sme označili ako zónu poškodenia a planimetromovaním sme zisťovali ich plochu. Túto sme vyjadrili v %, a to v pomere ku kruhovej ploche prerezávanej vzorky. Z každého druhu merania sme takto zistili percento poškodenia u desiatich náhodne vybraných vzoriek v závislosti od druhu skúšok (hrúbka noža, uhol reznej hrany, teplota dreva a pod.).

II. Štatistické charakteristiky vyhodnotenia skúšok (grafov). — Statistical characteristics of the evaluation of the tests (graphs)

Číslo grafu	Číslo noža	Drevina	Rovnice regresných priamok ($\hat{y} = a + bx$)	Korelačný koeficient
			$\hat{y} =$	
1	1	buk	$- 3,84838 + 4,16992x$	0,977735
2	2	buk	$- 9,25820 + 5,81423x$	0,990031
3	3	buk	$- 10,2631 + 6,14846x$	0,992540
4	4	buk	$- 14,1507 + 7,38377x$	0,993715
5	5	buk	$- 10,9367 + 6,96633x$	0,993893
6	6	buk	$- 15,6376 + 8,10395x$	0,990459
7	7	buk	$+ 11,3587 + 7,73539x$	0,981849
8	8	buk	$- 7,14271 + 7,48479x$	0,968300
9	9	buk	$+ 10,4015 + 7,21311x$	0,996444
10	10	buk	$- 17,9166 + 8,45520x$	0,992031
11	11	buk	$- 9,14095 + 7,50545x$	0,986679
12	12	buk	$- 9,63220 + 7,73512x$	0,991987
13	13	buk	$- 4,11605 + 4,77168x$	0,980709
14	14	buk	$- 10,0647 + 7,07834x$	0,991601
15	15	buk	$- 10,7266 + 7,46013x$	0,991773
16	16	buk	$- 12,2716 + 6,40693x$	0,990584
17	17	buk	$- 9,41065 + 5,91005x$	0,991107
18	18	buk	$- 16,8021 + 7,48099x$	0,995362
19	19	buk	$- 11,1547 + 6,86062x$	0,989968
20	21	buk	$- 16,2509 + 5,70270x$	0,986239
21	22	buk	$- 23,3853 + 7,07719x$	0,968477
22	23	buk	$- 23,4772 + 7,95710x$	0,994900
23	2	buk	$- 16,9907 + 6,41145x$	0,989833
24	2	buk	$- 14,0552 + 6,23412x$	0,976293
25	2	buk	$- 8,79563 + 5,35667x$	0,995406
26	2	buk	$- 6,61860 + 5,68340x$	0,948210
27	2	buk	$- 7,58084 + 6,45407x$	0,981331
28	21	buk	$- 13,2273 + 4,92416x$	0,982814
29	21	buk	$- 9,83333 + 5,33333x$	0,999041
30	21	buk	$- 12,0339 + 6,16044x$	0,956918
31	22	buk	$- 17,7803 + 5,89324x$	0,992664
32	22	buk	$- 21,4626 + 7,72913x$	0,961058
33	22	buk	$- 17,6783 + 7,48900x$	0,948400
34	2	smrek	$- 10,3669 + 4,74684x$	0,973424
35	2	borovica	$- 13,54354 + 3,77310x$	0,967580
36	2	dub	$- 13,6910 + 6,03943x$	0,943031
37	2	hrab	$- 7,24138 + 5,96965x$	0,992200
38	2	topoľ	$- 18,0247 + 4,06362x$	0,951380

Nože boli vedené do rezu priečne (čelne), kolmo na drevné vlákna, až na špeciálne prípady, u ktorých sme chceli zistiť pôsobenie šikmého vedenia rezu a podrezávania na veľkosť reznej sily F_{max} .

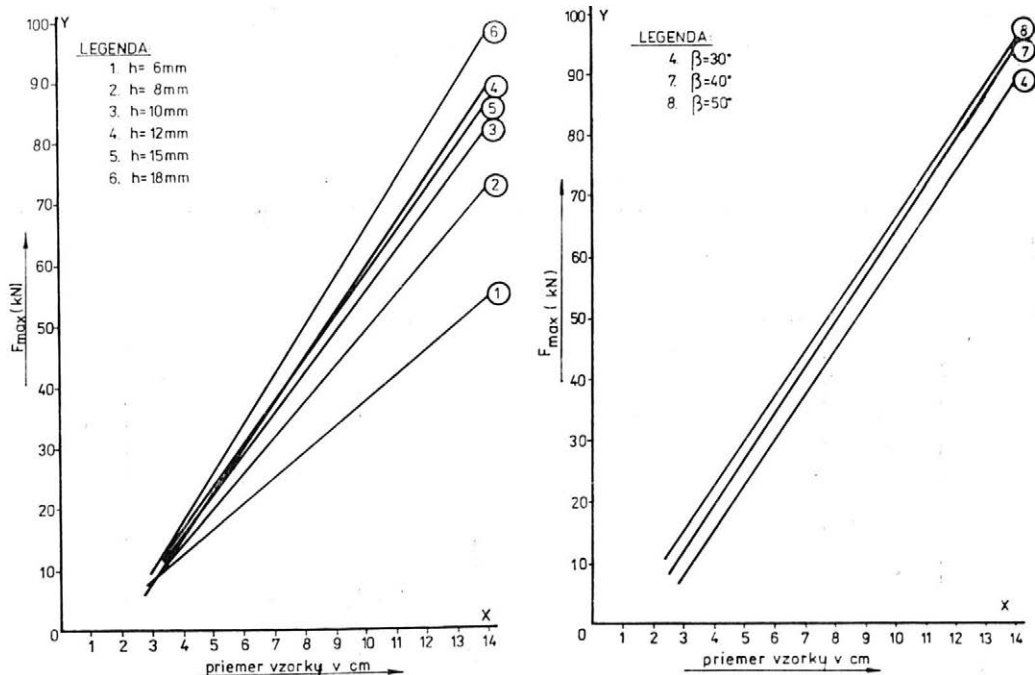
Z každej skúšky sme urobili 32 meraní, aby sa výsledky dali vyhodnotiť štatistickými metódami a na počítači Tesla 200. Vypočítali sme regresné rovnice prvého, druhého a tretieho stupňa. Rozdiely medzi korelačnými koeficientmi a indexmi korelácie 2. a 3. stupňa boli minimálne. Preto sme na vyhodnotenie použili rovnice regresných priamok. Hodnoty regresných priamok $y = a + bx$ a príslušné korelačné koeficienty pre jednotlivé druhy merania sú uvedené v tabuľke II.

ZISTENIE A VYHODNOTENIE REZNEJ SILY F_{max}

HRÚBKKA NOŽOV

Vyskúšali a vyhodnotili sme rovné nože č. 1—6 o hrúbke 6, 8, 10, 12, 15 a 18 mm s uhlom ostria $\beta = 30^\circ$, drevena buk, teplota dreva $t = +20^\circ\text{C}$, priemer guliačov 5—15 cm.

Číselné vyhodnotenie závislosti reznej sily F_{max} od hrúbky noža je v tabuľke III a grafické vyhodnotenie na obr. 2 (grafy 1—6). Rezná sila F_{max} rastie s hrúbkou noža a dreva. Napr. pri rezaní 15 cm hrubého dreva rástla F_{max} od 58,70 kN pri hrúbke noža 6 mm do 105,92 kN pri



2. Závislosť maximálnej reznej sily F_{max} od hrúbky noža h . — A dependence of the maximum cutting force F_{max} on knife thickness h

3. Vplyv uhla ostria rezného klina β na veľkosť reznej sily F_{max} pri jednoduchom tvare uhla rezného klina. — The influence of the edge angle of the cutting wedge β on the cutting force F_{max} , simple form of the angle of the cutting wedge

III. Vplyv hrúbky nožov na veľkosť reznej sily F_{max} pri krájaní. — The influence of knife thickness on the cutting force F_{max} during cutting

Číslo noža	Hrúbka noža v mm	Priemery vzoriek v cm					
		5		10		15	
		F_{max}	%	F_{max}	%	F_{max}	%
1	6	17,00	100	37,85	100	58,70	100
2	8	19,81	116,5	48,88	129,1	77,96	132,8
3	10	22,81	134,2	55,89	147,7	88,96	151,6
4	12	22,76	133,9	59,69	157,7	96,61	164,6
5	15	23,89	140,5	58,73	155,2	93,56	159,4
6	18	24,88	146,4	65,40	172,8	105,92	180,4

hrúbke noža 18 mm, t. j. od 100 % do 180,4 %. Hrúbka noža nemá taký vplyv na rast reznej sily F_{max} ako narastanie priemeru dreva.

UHOL OSTRIA

Vyskúšali sme vplyv uhla ostria $\beta = 30^\circ, 40^\circ$ a 50° u nožov č. 7 a 8. Hrúbka nožov bola 12 mm. Výsledky skúšok sú vynesené graficky na obr. 3 (grafy 4, 7, 8) a početne v tabuľka IV.

IV. Vplyv rôznych uhlov rezného klina na F_{max} pri krájaní dreva. — The influence of different angles of the cutting wedge on F_{max} during timber cutting

Číslo noža	Uhly rezného klina (ostria)		Priemer vzoriek v cm					
			5		10		15	
	β°	β_1°	F_{max}	%	F_{max}	%	F_{max}	%
4	30	—	22,76	100	59,69	100	96,61	100
7	40	—	27,32	120,0	66,00	110,6	104,67	108,3
8	50	—	30,28	133,0	67,71	113,4	105,13	108,8
11	40	30	28,39	124,7	65,91	110,4	103,44	107,1
12	45	30	29,04	127,6	67,72	113,4	106,39	110,1
9	40	25	25,66	112,7	61,73	103,4	97,80	101,2
10	45	25	24,36	107,0	66,64	111,6	108,91	112,7

Rezná sila rastie s veľkosťou uhla ostria β a s hrúbkou prerezávaného dreva. Vplyv uhla ostria (rezného klina) nie je taký výrazný ako vplyv hrúbky dreva (8—13 %). Rozdiel F_{max} medzi $\beta = 40^\circ$ a $\beta = 50^\circ$ bol nepatrný (0,5 %).

KOMBINOVANÝ UHOL OSTRIA β A REZNÉHO KLINA β_1

Okrem jednoduchého uhla ostria β sme vyskúšali a porovnali aj nože s dvojitým, kombinovaným uhlom ostria β/β_1 . Konštrukcia nožov je na obr. 1B, nože č. 9, 10, 11, 12. Uhol ostria $\beta = 40^\circ$ a 45° , uhol rezného klina $\beta_1 = 25^\circ$ a 30° v týchto kombináciách:

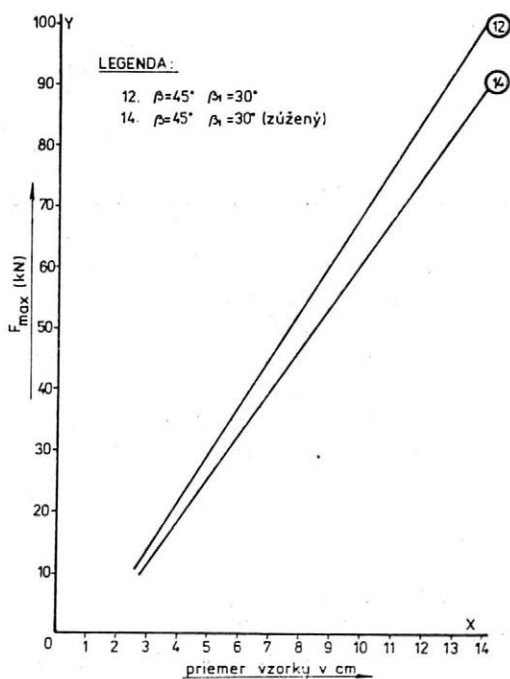
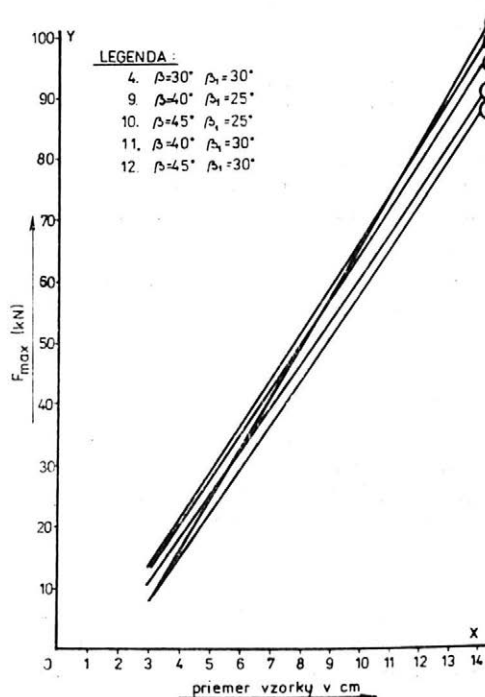
nôž č. 9: $\beta = 40^\circ$, $\beta_1 = 25^\circ$

nôž č. 10: $\beta = 45^\circ$, $\beta_1 = 25^\circ$

nôž č. 11: $\beta = 40^\circ$, $\beta_1 = 30^\circ$

nôž č. 12: $\beta = 45^\circ$, $\beta_1 = 30^\circ$

Najmenší rezný odpor mal nôž č. 9 s uhlom ostria $\beta = 40^\circ$ a uhlom rezného klina $\beta_1 = 25^\circ$. Kombinovaný uhol ostria predpokladal hladšie a ľahšie vnikanie noža do dreva. Pri porovnávaní s nožom č. 4 (uhol ostria $\beta = 30^\circ$) vykázal zvýšenie reznej sily F_{max} o 1,2 %. Ostatné konštrukčné kombinácie zvýšili F_{max} o 7—13 %.



4. Porovnanie vplyvu dvojitého uhla ostria (rezného klina) $\beta \neq \beta_1$ na veľkosť reznej sily F_{max} . — A comparison of the influence of the two-angle edge (cutting wedge) $\beta \neq \beta_1$ on the cutting force F_{max}

5. Vplyv zúženia chrbta noža $h > h_1$ (o 2 mm) a dvojitého uhla rezného klina na veľkosť reznej sily F_{max} ($h = 12$ mm, $h_1 = 10$ mm, $\beta = 45^\circ$, $\beta_1 = 30^\circ$, graf 14). — The influence of the reduction in knife clearance face $h > h_1$ (by 2 mm) and of the two-angle cutting wedge on the cutting force F_{max} ($h = 12$ mm, $h_1 = 10$ mm, $\beta = 45^\circ$, $\beta_1 = 30^\circ$, graph 14)

ZÚŽENIE CHRBTU NOŽA S DVOJITÝM UHLOM OSTRIA

Konštrukcia nožov č. 13, 14, 15 je na obr. 1C. Hrúbka nožov $h/h_1 = 6/4$ mm, 12/10 mm, 18/16 mm. Kombinovaný uhol ostria $\beta/\beta_1 = 45^\circ/30^\circ$. Grafické porovnanie reznej sily nožov je na obr. 5 (graf 12, 14) a početné v tabuľke V.

V. Vplyv zúženia hrúbky nožov na veľkosť reznej sily F_{max} (rôzne druhy nožov). — The influence of reduction in knife thickness on the cutting force F_{max} (different types of knives)

Druh noža	Číslo noža	Hrúbka noža mm	Priemer vzorky v cm					
			5		10		15	
			obyč.	zúžený	obyč.	zúžený	obyč.	zúžený
			$F_{max}/\%$	$F_{max}/\%$	$F_{max}/\%$	$F_{max}/\%$	$F_{max}/\%$	$F_{max}/\%$
Rovný	1 a 13	6	17,00 100	19,74 116,1	37,85 100	43,60 115,2	58,70 100	67,46 114,9
Rovný	4 a 14	12	22,77 100	25,33 111,2	59,69 100	60,72 101,7	96,61 100	96,11 99,5
Rovný	6 a 15	18	24,88 100	26,57 106,8	65,40 100	63,87 97,7	105,92 100	101,18 95,5
Dvoj-kotúčový	22 a 23	8	12,00 100	16,31 135,9	47,39 100	56,09 118,4	82,77 100	95,88 115,8

Zúženie chrbita noža o 2 mm, za účelom zmenšenia trenia plôch noža o drevo, sa prejavilo len pri rezaní dreva väčších priemerov hrubšími nožmi, čo je pochopiteľné. U nožov hrúbky $h/h_1 = 18/16$ mm bola rezná sila F_{max} pri rezaní dreva o priemere 15 cm o 5 % menšia v porovnaní s nožom č. 6, čo nie je úmerné komplikovanej výrobe nožov.

Reznú silu F_{max} týchto nožov sme porovnali s nožmi normálnej konštrukcie č. 1, 4, 6, hrúbky 6, 12 a 18 mm a uhla $\beta = 30^\circ$. Nože hrúbky $h/h_1 = 6/4$ mm a 12/10 mm nevykázali zníženie reznej sily F_{max} .

TVAR NOŽOV

Okrem týchto nožov s rovnou reznou hranou (nože č. 1—15) sme vyskúšali aj nože iného tvaru, u ktorých sa predpokladalo zníženie reznej sily F_{max} alebo zmenšenie poškodenia dreva. Boli to nože kosohlé so šikmým vedením reznej hrany, nože lomené so zahnutou reznou hranou V a nože kotúčové.

Kosohlé nože č. 16 a 17 so šikmou reznou hranou $\lambda = 60^\circ$ a 75° umožňovali pri rezaní postupné, šikmé vníkanie noža do dreva. Rezná dĺžka v dreve bola preto väčšia ako u rovného noža, čo sa prejavilo zväčšením reznej sily F_{max} , ktorá u noža č. 16 pri skosení $\lambda = 60^\circ$ dosahovala 106—108 % oproti rovnému nožu č. 2 (tabuľka VI a grafy 16, 17 na obr. 6). U noža č. 17, ktorý mal uhol skosenia $\lambda = 75^\circ$ (skoro 90° ;

VI. Porovnanie vplyvu rôznej geometrie noža a rýchlosti vedenia rezu na F_{max} . — A comparison of the influence of different knife geometry and cutting speed on F_{max}

Druh noža	Číslo noža	Rýchlosť pohybu noža v					
		$v = 4 \text{ cm min}^{-1}$			$v = 10 \text{ cm min}^{-1}$		
		priemer vzoriek v cm					
		5	10	15	5	10	15
		$F_{max}/\%$					
Rovný nôž	2	19,81 100	48,88 100	77,96 100	17,99 100	44,77 100	71,55 100
Kosouhlý nôž	16	19,76 99,7	51,80 106,0	83,83 108,0			
Kosouhlý nôž	17	20,14 101,7	49,69 101,7	79,24 101,6			
V tvar noža	18	20,60 104,0	58,01 118,7	95,41 122,4			
V tvar noža	19	23,15 116,9	57,45 117,5	91,75 117,5			
Jednokotúčový nôž	21	12,26 61,9	40,78 83,4	69,29 89,7	11,30 63,3	36,01 80,4	60,63 84,7
Dvojkotúčový nôž	22	12,00 60,6	47,39 97,0	82,72 106,2	11,69 65,0	41,15 91,9	70,62 98,7

bola rezná sila F_{max} skoro rovnaká ako u noža č. 2 (101,7 %). Konštrukcia nožov je na obr. 1D.

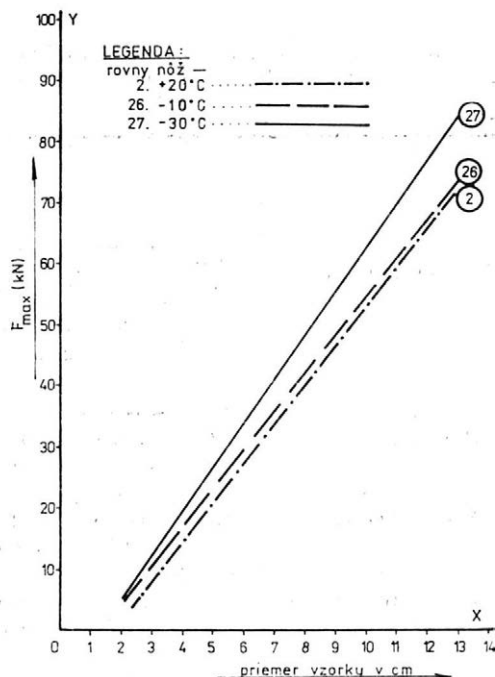
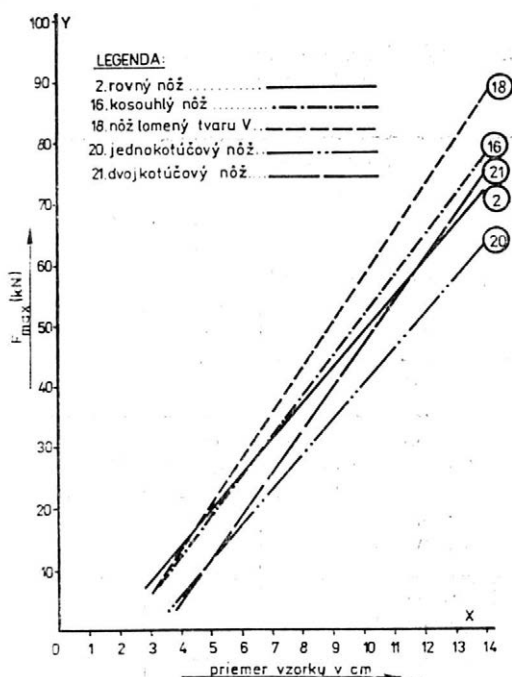
Kosouhlý tvar nožov a šikmé vedenie nožov do rezu sa ukázali výhodnými na zmenšenie účinkov poškodenia dreva.

Nože lomené tvaru V č. 18 a 19 alebo do oblúka vyžadovali pri rezaní dreva zvýšenie reznej sily F_{max} o 18—22 % v porovnaní s rovným nožom (tabuľka VI a obr. 6). Uhol medzi plochami rezných hrán $\eta = 170^\circ$ a 175° . Konštrukcia nožov je na obr. 1E.

Nôž tejto konštrukcie znižuje pri stínaní stromov poškodenie dreva. Vnútorne plochy noža vnikajú do dreva a nôž má snahu drevo zviať. Konštrukcia noža sťažuje jeho vnikanie do dreva, a preto je rezná sila väčšia ako u rovného noža. Nože tvaru V potrebovali o 16—20 % väčšiu reznú silu F_{max} ako nože kosouhlé.

Kotúčové nože sme skúšali v troch kombináciách: 1. nôž jednokotúčový — nôž č. 21 (obr. 1F); 2. nôž dvojkotúčový — nôž č. 22 (obr. 1F); 3. nôž dvojkotúčový zúžený, s dvojitým uhlom reznej hrany — nôž č. 23 (obr. 1G). Reznú silu sme porovnávali s nožom č. 2.

Jednokotúčový nôž č. 21 vykázal predpokladané zmenšenie reznej sily F_{max} o 10—17 % podobne ako nôž rovný č. 2. Rezná sila sa u jedno-



6. Vplyv tvaru noža na veľkosť reznej sily F_{max} . — The influence of knife form on the cutting force F_{max}

7. Vplyv teploty dreva na veľkosť reznej sily F_{max} (nôž č. 2, teplota dreva $t = +20^\circ\text{C}$, -10°C , -30°C). — The influence of timber temperature on the cutting force F_{max} (knife no. 2, timber temperature $t = +20^\circ\text{C}$, -10°C , -30°C)

kotúčových nožov pohybovala od 41 do 69 kN a u dvojkotúčových od 47 do 83 kN pre priemery dreva 10–15 cm, t. j. viac ako u rovných nožov č. 2, kde bola F_{max} 49–78 kN (tabuľka VI, obr. 6, grafy 20, 21, 22).

Dvojkotúčový nôž zúžený, s dvojitým uhlom ostria č. 23 ($h/h_1 = 8/6$ mm, $\beta/\beta_1 = 45^\circ/30^\circ$) nedal očakávané výsledky. Znížením hrúbky nastalo oslabenie kotúčov. Kotúče sa pri vníkaní do dreva chveli, rez sa čiastočne deformoval. Rezná dĺžka a trecia plocha je u dvojkotúčových nožov väčšia ako u rovných nožov, čo vplyva na veľkosť reznej sily F_{max} .

Kotúčové nože sa dajú odporučiť na manipulačné sklady, na skracovanie tenkej guľatiny do 30 cm, kedy priemer pilového kotúča dosiahne 80 cm. Nehodia sa na spilovanie stromov do ťažbových strojov. Hrubšie stromy a kmene je výhodnejšie rezať pilovými reťazovými mechanizmami, tenšie stromy plochými rovnými nožmi.

TEPLOTA DREVA

Reznú silu F_{max} sme zisťovali pri teplote $+20^\circ\text{C}$. Zníženie teploty dreva na -10°C a -30°C podstatne zvýšilo reznú silu F_{max} , najmä u mäkkých a na vodu bohatých drevín.

Vplyv teploty sme zisťovali u rovného noža č. 2, jednokotúčového noža č. 21 a dvojkotúčového noža č. 22. Grafické porovnanie vplyvu teploty u rovného noža č. 2 je na obr. 7 (grafy 26 a 27) a v tabuľke VII,

u kotúčových nožov na obr. 8 (grafy 29, 30, 32 a 33). Rezná sila F_{max} rastie s veľkosťou premrznutia dreva.

U rovného noža č. 2 vzrástla rezná sila F_{max} zo 77,96 kN (100 %) na 78,63 kN pri teplote -10°C a na 89,23 kN (114,5 %) pri teplote -30°C pri rezaní 15 cm hrubých guliačov.

VII. Vplyv teploty dreva na veľkosť reznej sily F_{max} . — The influence of timber temperature on the cutting force F_{max}

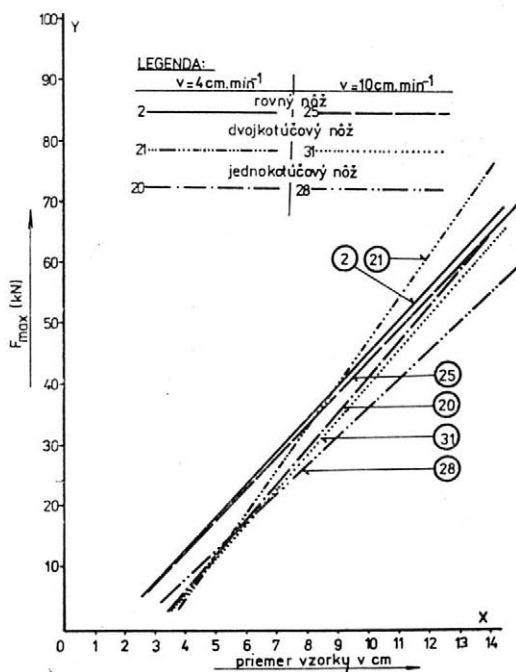
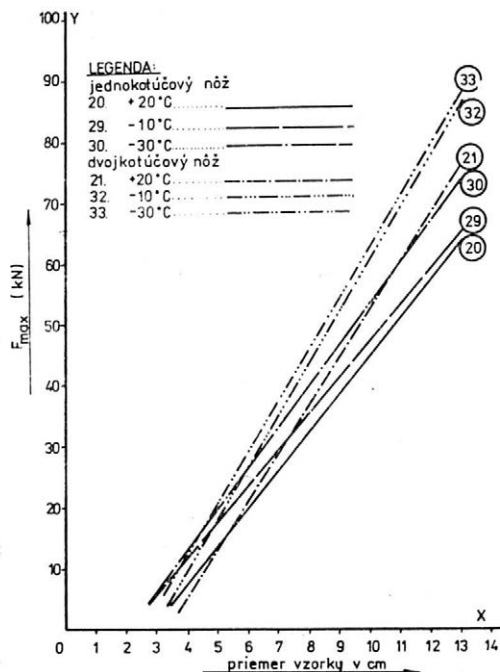
Priemer vzorky v cm	Teplota vzoriek					
	$+20^{\circ}\text{C}$		-10°C		-30°C	
	F_{max}	%	F_{max}	%	F_{max}	%
nôž č. 2 — rovný						
3	8,18	100	10,43	127,5	11,78	144,0
5	19,81	100	21,80	110,0	24,69	124,0
8	37,26	100	38,85	104,3	44,05	118,2
10	48,88	100	50,22	102,7	56,96	116,5
12	60,51	100	61,58	101,8	69,87	115,5
15	77,96	100	78,63	100,9	89,23	114,5
nôž č. 21 — jednokotúčový						
3	0,86	100	6,17	717,4	6,45	750,0
5	12,26	100	16,83	137,3	18,77	153,1
8	29,37	100	32,83	111,8	37,25	126,8
10	40,78	100	43,50	106,7	49,57	121,6
12	52,18	100	54,17	103,8	61,89	118,6
15	69,29	100	70,17	101,3	80,37	116,0
nôž č. 22 — dvojkotúčový						
3	—	—	—	—	—	—
5	12,00	100	17,18	143,2	19,77	164,8
8	33,23	100	40,37	121,5	42,23	127,1
10	47,39	100	55,83	117,8	57,21	120,7
12	61,54	100	71,29	115,8	72,19	117,3
15	82,77	100	94,47	114,1	94,66	114,4

Poznámka: F_{max} v kN

U jednokotúčového noža č. 21 vzrástla rezná sila F_{max} zo 69,29 kN (100 %) na 70,17 kN (101,3 %) pri teplote -10°C a 80,37 kN (116,0 %) pri teplote $t = -30^{\circ}\text{C}$.

U dvojkotúčového noža č. 22 vzrástla rezná sila F_{max} z 82,77 kN (100 %) na 94,47 kN (114,1 %) pri teplote -10°C a na 94,66 (114,4 %) pri teplote -30°C .

Porovnaním jednotlivých druhov nožov sme zistili, že najmenšiu reznú silu F_{max} pri teplote -10°C má jednokotúčový nôž č. 21 (16,83 kN—70,17 kN), väčšiu F_{max} o 10—30 % má rovný nôž č. 2 (21,80 kN—78,63 kN) a najväčšiu reznú silu F_{max} vykazoval dvojkotúčový nôž č. 22 (17,18 kN—94,74 kN).



8. Vplyv teploty dreva na veľkosť reznej sily F_{max} (nože č. 21, 22, $h = 8 \text{ mm}$, $t = +20^\circ\text{C}$, -10°C , -30°C). — The influence of timber temperature on the cutting force F_{max} (knives no. 21, 22, $h = 8 \text{ mm}$, $t = +20^\circ\text{C}$, -10°C , -30°C)

9. Závislosť reznej sily F_{max} od rýchlosti vnikania nožov (nože č. 2, 21, 22 $v = 4 \text{ cm.min}^{-1}$ a 10 cm.min^{-1}). — A dependence of the cutting force F_{max} on the rate of knife penetration into wood (knives no. 2, 21, 22, $v = 4 \text{ cm.min}^{-1}$ and 10 cm.min^{-1})

Pri zníženej teplote $t = -30^\circ\text{C}$ je porovnanie reznosti nožov podobné ako pri teplote -10°C .

Stínanie stromov sa u našich drevín vykonáva v období vegetačného kľudu, v zime, kedy sa musí pamätať na zvýšené nároky reznej sily a na väčšie poškodenie dreva účinkom zamrznutia vody v dreve. Nepriaznivé účinky zníženej teploty dreva zmiernime na skladoch dreva vhodným zastrešením skracovacích uzlov dreva a pod.

REZNÁ RÝCHLOSŤ NOŽA

Rezná rýchlosť noža znižuje reznú silu F_{max} a poškodenie dreva. Rýchlosť sme skúšali len v laboratórnych podmienkach, a to pri rýchlosti $v = 4 \text{ cm.min}^{-1}$ a 10 cm.min^{-1} , t. j. $0,67 \text{ mm.s}^{-1}$ alebo $1,67 \text{ mm.s}^{-1}$. V skutočnosti majú ťažbové stroje mnohonásobne väčšiu reznú rýchlosť nožov. Pri prerezaní priemeru stromu rýchlosťou 400 mm.s^{-1} je to 600 až 240-násobné zvýšenie rýchlosti rezu.

Vplyv reznej rýchlosti sme vyskúšali na nožoch č. 2, 21 a 22, ktoré mali rovnaké parametre ($h = 8 \text{ mm}$, $\beta = 30^\circ$), $t = +20^\circ\text{C}$.

Grafické porovnanie vplyvu rýchlosti rezu na priebeh reznej sily F_{max} je na obr. 9 (grafy 25, 28, 31) a početné v tabuľkách VIII a VI.

VIII. Vplyv rýchlosti vnikania noža na veľkosť reznej sily F_{max} . — The influence of the speed of knife penetration into wood on the cutting force F_{max} .

Priemer vzoriek v cm	Rýchlosť vnikania noža											
	$v = 4 \text{ cm min}^{-1}$						$v = 10 \text{ cm min}^{-1}$					
	číslo noža											
	2		21		22		2		21		22	
	F_{max}	%	F_{max}	%	F_{max}	%	F_{max}	%	F_{max}	%	F_{max}	%
5	19,81	100	12,26	100	12,00	100	17,98	90,8	11,39	92,9	11,69	97,6
10	48,88	100	40,78	100	47,39	100	44,77	91,6	36,01	88,3	41,15	86,8
15	77,96	100	69,29	100	82,77	100	71,55	91,8	60,63	87,5	70,62	85,3

Rezná sila F_{max} klesala u rovného noža č. 2 pri rýchlosti $v = 10 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$ o 9—10 %, u jednokotúčového noža č. 21 o 8—14 % a u noža č. 22 o 3—17 %.

Porovnaním reznej sily F_{max} skúšaných nožov (grafy 25, 28, 31) sme pri rýchlosti $v = 10 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$ ako najmenšiu reznú silu F_{max} zistili u jednokotúčového noža č. 21:

priemer v cm:	nôž č. 2		nôž č. 21		nôž č. 22	
5	17,99 kN	100 %	11,39 kN	63 %	11,69 kN	64 %
10	44,77 kN	100 %	36,01 kN	80 %	41,15 kN	91 %
15	71,55 kN	100 %	60,63 kN	84 %	70,62 kN	99 %

Keď položíme reznú silu F_{max} noža č. 21 za 100 %, najväčšiu reznú silu vykazuje nôž č. 2, ktorá klesá s priemerom dreva zo 158 % na 118 %.

IX. Vplyv druhu dreveniny na veľkosť reznej sily F_{max} . — The influence of wood species on the cutting force F_{max} .

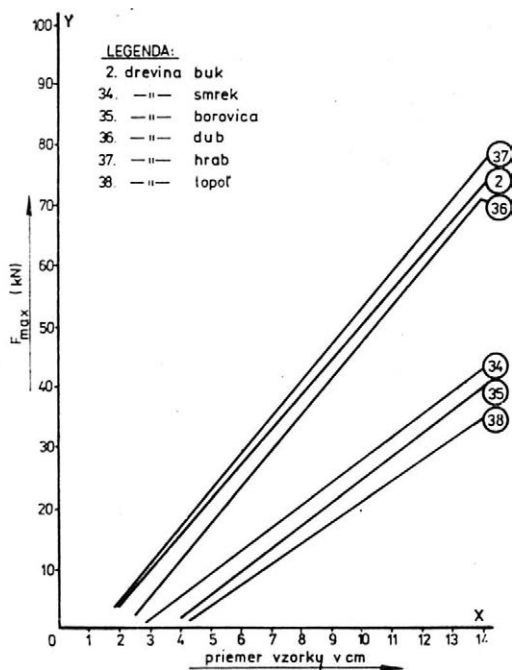
Drevina	Priemer vzorky v cm					
	5		10		15	
	F_{max}	%	F_{max}	%	F_{max}	%
Buk	19,81	100	48,88	100	77,96	100
Dub	16,51	83,3	46,70	95,5	76,90	98,6
Hrab	21,20	107,0	53,00	108,4	84,80	108,8
Topoľ	2,21	11,6	22,61	46,3	42,93	55,1
Smrek	8,37	42,3	27,10	55,4	45,84	58,8
Borovica	9,19	46,4	16,34	33,4	23,50	30,1

U dvojkotúčového noža je priebeh sily opačný. S hrúbkou kmeňa stúpa F_{max} zo 103 % na 116 %. Pri rezaní 15 cm hrubého kmeňa je rezná sila F_{max} pri rezaní nožami č. 2 a č. 22 prakticky rovnaká (118 %, resp. 116 %).

DRUH DREVINY

Veľkosť reznej sily F_{max} sme porovnávali u smreka, borovice, duba, habru, topoľa a buka. Skúšali sme nôž č. 2.

Rezná sila F_{max} závisí od mechanických a fyzikálnych vlastností a od anatomickej skladby dreva. Grafické vyhodnotenie vplyvu dreviny na veľkosť reznej sily F_{max} je na obr. 10 a početné v tabuľke IX.



10. Vplyv druhu dreviny na veľkosť reznej sily F_{max} (nôž č. 2, dreviny: buk, dub, hrab, topoľ, smrek, borovica). — The influence of tree species on the cutting force F_{max} (knife no. 2, tree species: beech, oak, hornbeam, poplar, spruce, pine)

Rozpätie reznej sily F_{max} u jednotlivých drevín, ak k tomu pridáme vplyv teploty, je značné. Keď berieme reznú silu F_{max} u borovice ako 100 %, stúpa F_{max} u duba na 327 % a u hrabu na 361 %, pri $t = +20^\circ$. Pri znížených teplotách sa tento vzájomný pomer síl čiastočne vyrovnáva vplyvom množstva vody v dreve, ktorá sa mrazom premení na ľad a pohybuje sa od 100 do 177 %. Pri terajších skúškach sme nerobili kompletne porovnanie vplyvu teploty u všetkých drevín, ale len u buka. V predchádzajúcich skúškach sme získali na vzorkách 4×6 cm závislosť reznej sily od teploty a dreviny. Ak pokladáme reznú silu F_{max} pri $t = +20^\circ\text{C}$ za 100 %, rastie F_{max} v zamrznutom dreve pri $t = -25^\circ\text{C}$ takto: dub 120 %, buk 128 %, hrab 130 %, javor 143 %, topoľ 173 %, borovica 207 %, smrek 261 %. Čím je obsah vody v dreve vyšší, tým viac stúpa rezná sila F_{max} . Tvrdé dreviny majú menšie stúpanie reznej sily (120–143 %) ako mäkké dreviny (173–261 %).

POŠKODENIE DREVA PRI KRÁJANÍ NOŽMI

Nožom vnikajúcim do dreva vzniká poškodenie dreva deformáciou drevných vlákien stlačených reznou hranou a plochami rezného klína, zlomením drevných vlákien vplyvom sekundárneho namáhania v ohybe, kruhovými, pozdĺžnymi a priečnymi trhlinami pri pohľade na ročné kruhy.

X. Vplyv tvaru noža na veľkosť poškodenia dreva. — The influence of knife form on the rate of timber damage

Tvar noža	Percento poškodenia kruhovej plochy	Porovnanie s rovným nožom	Porovnanie s kosouhlým nožom
Rovný	15,7	100,0	981,0
Kosouhlý	1,6	10,2	100,0
V nôž	11,3	72,0	706,0
Jednokotúčový	21,5	136,9	1344,0
Dvojkotúčový	42,6	271,3	2662,9

Pri krájaní dreva nožmi sme porovnávali tieto činitele na poškodenie vzoriek:

1. Geometrický tvar noža (druh noža). Vplyv tvaru nožov na veľkosť poškodenia je v tabuľke X. Pri porovnávaní s rovným nožom č. 2 vykazovali kosouhlé nože skoro 10-násobné zmenšenie poškodenia, nôž tvaru V 72 %, jednokotúčové nože zvýšenie 137 % a dvojkotúčové 271,3 %. Drevo po vniknutí rovného a kotúčových nožov a v priebehu prenikania nožov drevom, silne praskalo (zvuková informácia), čo nasvedčovalo, že drevo vo vnútri puká a robia sa trhliny. Kosouhlé nože a nože tvaru V sa pohybovali v reze úplne potichu.

XI. Vplyv hrúbky noža na veľkosť poškodenia dreva. — The influence of knife thickness on the rate of timber damage

Číslo noža	Hrúbka noža $h = h_1 = (v \text{ mm})$	Percento poškodenia kruhovej plochy	Porovnanie v %
1	6	5,2	100,0
2	8	15,7	301,9
3	10	19,3	371,2
4	12	26,8	515,4
5	15	32,4	623,1
6	18	36,5	701,9

2. Hrúbku noža (h). Porovnanie hrúbky jednotlivých nožov na poškodenie dreva je v tabuľke XI. Poškodenie rastie s hrúbkou noža. Ak poškodenie dreva u noža č. 1 ($h = 6 \text{ mm}$) berieme ako 100 %, vzrástlo u noža č. 2 ($h = 8 \text{ mm}$) na 301 %, u noža č. 4 ($h = 12 \text{ mm}$) na 515 % a u noža č. 6 ($h = 18 \text{ mm}$) na 701 %.

3. Uhol rezného klina (β, β_1). Veľkosť poškodenia dreva rastie s uhlom ostria β . Toto poškodenie sa pohybovalo v rozpätí od 23 % do 84 %—107 % pre uhly $\beta = 30$ — 50° . Uhol ostria nehrá pri veľkosti poškodenia dreva takú dôležitú úlohu.

4. Teplota dreva (t). Porovnanie vplyvu teploty na veľkosť poškodenia dreva u nožov č. 1, 21 a 22 je v tabuľke XII. Znižovaním teploty dreva rastie poškodenie dreva. U noža č. 2 sa stupeň poškodenia pohyboval od 100 do 206,4 %, u noža č. 21 od 100 do 371 % a u noža č. 22 od 100 do 208 %. Pri vzájomnom porovnaní nožov mal najmenšie poško-

VII. Vplyv teploty dreva na veľkosť poškodenia dreva. — The influence of timber temperature on the rate of timber damage

Číslo noža	Teplota vzoriek	Poškodenie kruhovej plochy v %	Porovnanie v %
2	+20 °C	15,7	100,0
	−10 °C	23,8	151,6
	−30 °C	32,4	206,4
21	+20 °C	21,5	100,0
	−10 °C	58,2	270,7
	−30 °C	79,9	371,6
22	+20 °C	42,6	100,0
	−10 °C	56,8	133,3
	−30 °C	88,6	208,0

denie nôž č. 2 (100 %), nôž č. 21 mal 132—246% poškodenie a nôž č. 22 vykazoval vyššie poškodenie dreva (od 240 do 273 %).

5. Rýchlosť vedenia rezu (v). Poškodenie dreva klesá s reznou rýchlosťou. U plochého noža kleslo poškodenie dreva pri $v = 4 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$ (100 %) na 91,1 % pri $v = 10 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$, u jednokotúčového noža na 72,6 % a u noža č. 2 na 95,3 %. Pri vzájomnom porovnaní nožov, pri $v = 10 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$ je najnižšie poškodenie u noža č. 2: nôž č. 2 — 14,3 %, 100 %; nôž č. 21 — 15,6 %, 108 %; nôž č. 22 — 40,6 %, 284 %.

ZÁVER

Rezací nôž sa pre svoju jednoduchú konštrukciu a značnú reznú rýchlosť (až $1\text{--}2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) s výhodou používa ako pracovný orgán pri stínacej hlavici u niektorých ťažbových strojov. Určitou nevýhodou rezania dreva nožmi je kvalitatívne poškodenie dreva, ktoré pri tvrdých a zamrznutých drevinách môže mať väčší rozsah. Beztrieskové rezanie dreva nožmi sa dá s výhodou použiť na stínanie a skracovanie tenších a mäkších drevín.

Došlo dne 11. 6. 1979

Literatúra

- JANDEL, R.: Problematika beztrieskového rezania dreva v prevádzke lesného hospodárstva. Lesníctví, 22, 1976, č. 9
- JANDEL, R. — KOREŇ, J.: Teória pracovných princípov strojov a zariadení. Správa pre záverečnú oponentúru etapy čiastkovej úlohy VI-5-8-1a, VŠLD Zvolen, 1976, 120 pp.
- JANDEL, R. — MIKLEŠ, M.: Teória viacúčelových strojov so zistením technických parametrov. 1979. Čiastková záverečná správa úlohy VI-5-8-1c, VŠLD Zvolen, 130 pp.

ЯНДЕЛ, Р. (Lesnícká fakulta VŠLD, Zvolen). Бесщепная распиловка древесины ножами. Lesníctví, 26, 1980 (4) : 309-327.

Главным устройством лесорубочных машин является обрубочная головка, а ее рабочий орган — режущая цепь или нож, который позволяет распиловать древесину, не оставляя щепы при значительной скорости резки ($1\text{--}2 \text{ м} \cdot \text{сек}^{-1}$), но ножи зато повреждают древесину при проникании в нее. Для наших опытов было изготовлено 22 вида

ножей разных форм, толщины и угла режущей кромки (рис. 1, табл. I). Основные показатели оценки ножей — это усилие резания F_{max} и повреждение древесины.

Усилие резания F_{max} определяли для следующих показателей:

1. для толщины ножа, при $h = 6-18$ мм усилие резания растет в пределах 100—180 % (рис. 2, табл. III);

2. для угла режущей кромки. При малом угле $\beta = 30^\circ$ F_{max} меньше, чем при угле $\beta = 40^\circ, 50^\circ$ (рис. 3, табл. IV). Оптимальными представляются ножи с двойной кромкой: $40^\circ/50^\circ$ (рис. 4);

3. для формы и геометрии ножей. Сужение ножей в спинке на 2 мм понижает F_{max} только при распилке древесины крупных диаметров толстыми ножами (напр. $h/h_1 = 18/16$ мм (рис. 5, табл. V). Кроме того, испытывали косоугольные ножи со скошенной режущей кромкой (рис. 1-Г) и ножи в форме V (рис. 1-Д). Их F_{max} повышается, а повреждение древесины понижается (рис. 6, табл. VI). Особую группу составили дисковые резцы (рис. 1-Е, Ж), причем наименьший F_{max} обладают однодисковые резцы. Дисковые резцы можно рекомендовать для раскряжевки тонкомерного кругляка до 30 см (диаметр диска 80 см). Они не годятся для распилки деревьев;

4. для температуры древесины — с ее понижением понижается и усилие резания. F_{max} сравнивали при $t = 20^\circ\text{C}$, -10°C и -30°C . Обрубка производится большей частью зимой, когда возрастают и F_{max} , и повреждение древесины (рис. 7, 8, табл. VII);

5. Скорость резания ножа благоприятно влияет на усилие резания и повреждение древесины (рис. 9, табл. VIII);

6. Вид древесины — от нее зависят и усилие резания, и степень повреждения. Если добавить и влияние температуры, диапазон усилий резания у отдельных пород составит от 100 до 361 % при $t = +20^\circ\text{C}$. У замёрзших деревьев усилие резания растет с содержанием воды в деревьях. В твердых породах усилие резания медленнее (120—143 %), тогда как в мягких 173—261 % (рис. 10, табл. IX). Повреждение древесины определяется в зависимости от вида ножа и его толщины, угла режущей кромки, от температуры древесины и скорости резания. Оценка воздействия этих факторов на объем повреждения приводится в таблице.

лесотехника; лесорубочные машины; распиловка древесины

JANDEL, R. (Lesnícka fakulta VŠLD, Zvolen). *Chipless Timber Cutting with Knives*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 309-327.

Logging machines consist in principle of a felling head, the working element of which is a cutting chain or knife. The advantage of cutting with knives is chipless timber cutting and a relatively high cutting speed ($1-2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). The disadvantage is that the timber is damaged when the knives penetrate it. For our tests 22 types of knives of different thickness, form and angle of the cutting edge were made (Fig. 1, Tab. I). The fundamental parameters to evaluate the knives were the cutting force F_{max} and timber damage.

The cutting force F_{max} was found out for these parameters:

1) Knife thickness. Knife thickness $h = 6-18$ mm increased the cutting force F_{max} from 100—180 % (Fig. 2, Tab. III).

2) Edge angle. The cutting force F_{max} was smaller in knives with a small edge angle $\beta = 30^\circ$ than in knives with an edge angle $\beta = 40^\circ, 50^\circ$ (Fig. 3, Tab. IV). The best were two-edged knives $40^\circ/25^\circ$ (Fig. 4).

3) Knife form and geometry. Knife clearance faces reduced by 2 mm decreased the cutting force F_{max} only when cutting timber of greater diameters with knives of greater thickness, e. g. $h/h_1 = 18/16$ mm (Fig. 5, Tab. V). Knives with a skew cutting edge were tested (Fig. 1-D), and V-shaped knives (Fig. 1-E). In these types of knives the cutting force F_{max} was increased and they were found to decrease timber damage (Fig. 6, Tab. VI). Cuttings disks represented a particular group (Fig. 1-F, G). The cutting force F_{max} of these single disks was smallest. The cutting disks should be used to cross-cut logs up to 30 cm of diameter (disk diameter 80 cm). They should not be used to fell the trees.

4) Timber temperature. The cutting force increases with a decrease in timber temperature. Cutting forces F_{max} were compared at $t = 20^\circ\text{C}$, -10°C and -30°C . Trees are mostly felled in winter when the cutting force F_{max} and timber damage increase (Figs. 7, 8, Tab. VII).

5) Cutting speed of the knife exerts a positive influence on a reduction in the cutting force F_{max} and timber damage (Fig. 9, Tab. VIII).

6) Wood species. Cutting force and rate of timber damage depend on the wood composition. Considering the influence of the temperature, the ranges of cutting forces for different wood species are great, from 100–361 % at $t = +20^\circ\text{C}$. In frozen timber the cutting force F_{max} increases according to water content. In hard wood this increase in the cutting force is smaller (120–143 %) than in soft wood (173–261 %) (Fig. 10, Tab. IX). Timber damage was observed in dependence on the type of knife, knife thickness, edge angle, timber temperature and cutting speed. The effects of these factors on the rate of damage are evaluated in a table.

forest machinery; logging machines; timber cutting

JANDEL, R. (Lesnícka fakulta VŠLD, Zvolen). *Spanloses Holzschneiden mit Hilfe von Messern*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 309–327.

Die Schlüsseleinrichtung von Forstnutzungsmaschinen stellt der Fällkopf dar, dessen Arbeitsorgan eine Sägekette oder ein Messer ist. Die Anwendung von Messern ist vorteilhaft, da sie spanloses Holzschneiden und relative hohe Schneidegeschwindigkeit ($1\text{--}2\text{ m.s}^{-1}$) ermöglichen. Nachteilig ist die Beschädigung des Holzes beim Eindringen der Messer in das Holz. Für unsere Untersuchungen wurden 22 Arten von Messern verschiedener Dicke, Form und mit verschiedenen Winkeln der Schneidkante angefertigt (Abb. 1, Tab. I.). Als Grundkennziffern für die Beurteilung der Messer wurden Schneidekraft F_{max} und Holzbeschädigung gewählt.

Die Schneidekraft F_{max} wurde für folgende Kriterien ermittelt:

1. Dicke des Messers. Mit der Messerdicke $h = 6\text{--}18\text{ mm}$ wuchs die Schneidekraft F_{max} von 100–180 % (Abb. 2, Tab. III).

2. Winkel der Schneidkante. Messer mit kleinem Winkel der Schneidkante $\beta = 30^\circ$ wiesen eine geringere Schneidekraft F_{max} auf als diejenigen mit dem Winkel der Schneidkante $\beta = 40^\circ, 50^\circ$ (Abb. 3, Tab. IV). Als vorteilhaft haben sich Messer mit doppelter Schneidkante $40^\circ/25^\circ$ erwiesen (Abb. 4).

3. Form und Geometrie der Messer. Eine Einengung der Messer im Rücken um 2 mm konnte die Schneidekraft F_{max} nur beim Schneiden größerer Holzdurchmesser mit Hilfe dickerer Messer herabsetzen, z. B. $h/h_1 = 18/16\text{ mm}$ (Abb. 5, tab. V). Ferner wurden Messer mit schräger Schneidkante (Abb. 1 D) und V-förmige Messer erprobt (Abb. 1 E). Bei diesen Messern wurde die Schneidekraft F_{max} erhöht, sie haben sich aber als vorteilhaft zur Herabsetzung der Holzbeschädigung erwiesen (Abb. 6, Tab. VI). Eine besondere Gruppe bildeten die Scheibenmesser (Abb. 1 F, G). Einscheibenmesser wiesen beim Schneiden die kleinste Schneidekraft F_{max} auf. Scheibenmesser kann man zur Verkürzung dünnen Rundholzes bis 30 cm empfehlen (Scheibendurchmesser 80 cm). Sie eignen sich nicht zum Schneiden von Bäumen.

4. Holztemperatur. Die Schneidekraft wächst mit der Herabsetzung der Holztemperatur. Es wurde die Größe der Schneidekraft F_{max} bei $t = 20^\circ\text{C}$, -10°C und -30°C verglichen. Die Fällung von Bäumen findet meist im Winter statt, wann die Schneidekraft F_{max} und die Holzbeschädigung steigen (Abb. 7, 8, Tab. VII).

5. Die Schneidegeschwindigkeit des Messers hat günstigen Einfluß auf die Herabsetzung der Schneidekraft F_{max} und auf die Holzbeschädigung (Abb. 9, Tab. VIII).

6. Holzart. Schneidekraft und Grad der Holzbeschädigung hängen von der inneren Zusammensetzung der Holzarten ab. Wenn wir den Einfluß der Temperatur hinzufügen, ist die Spanne der Schneidekräfte bei einzelnen Holzarten bedeutend und sie bewegen sich von 100–361 % bei $t = +20^\circ\text{C}$. Bei gefrorenem Holz steigt die Schneidekraft F_{max} nach dem Wassergehalt des Holzes. Hartholzarten weisen einen geringeren Anstieg der Schneidekraft auf (120–143 %) als Weichholzarten (173–261 %, Abb. 10, Tab. IX). Die Holzbeschädigung wurde in Abhängigkeit von Art, Dicke des Messers, vom Winkel der Schneidkante, von der Holztemperatur und der Geschwindigkeit der Schnittführung ermittelt. Die Auswertung des Einflusses dieser Faktoren auf den Grad der Beschädigung wird in der Tabelle wiedergegeben.

Forsttechnik; Forstnutzungsmaschinen; Holzschneiden

JANDEL, R. (Lesnícka fakulta VŠLD, Zvolen). *Le sciage sans copeaux du bois avec les couteaux*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 309-327.

Le dispositif clef des machines d'exploitation est la tête de coupe, dont l'organe de travail est représenté par la chaîne coupante ou le couteau. L'avantage de l'application des couteaux consiste dans le sciage du bois sans copeaux et dans la vitesse de coupe relativement grande (1-2 m.s⁻¹). Le désavantage des couteaux réside dans l'endommagement du bois qui est provoqué par la pénétration des couteaux dans le bois. Pour les besoins de nos essais on a exécuté 22 sortes de couteaux d'épaisseur, de forme et d'angle de l'arête de coupe différents (fig. 1, tableau 1). C'est la pression de coupe F_{max} et l'endommagement du bois qui constituaient les indicateurs fondamentaux d'estimation des couteaux.

La pression de coupe F_{max} était identifiée pour les indicateurs suivants:

1. L'épaisseur du couteau. A mesure qu'augmentait l'épaisseur des couteaux, $h = 16-18$ mm, augmentait la pression de coupe F_{max} de 100 à 180 p. 100 (fig. 2, tableau III).

2. L'angle de l'arête coupante. Les couteaux dont l'angle de l'arête coupante n'est pas grand, $\beta = 30^\circ$, accusaient la pression de coupe F_{max} plus petite que ceux dont l'angle de l'arête coupante était de $\beta = 40^\circ, 50^\circ$ (fig. 3, tableau IV). Comme avantageux se sont montrés les couteaux avec la double arête coupante, à savoir $40^\circ/25^\circ$ (fig. 4).

3. La forme et la géométrie des couteaux. Le rétrécissement de la face de dépouille des couteaux de 2 mm n'a réduit la pression de coupe F_{max} qu'en sciant le bois d'un diamètre plus grand avec les couteaux plus épais, par exemple $h/h_1 = 18/16$ mm (fig. 5, tableau V). On a essayé également les couteaux à angle oblique, dont l'arête de coupe est inclinée (fig. 1-D) et les couteaux en forme de V (fig. 1-E). Quant à ces couteaux, leur pression de coupe F_{max} a augmenté, mais ils se sont montrés comme avantageux parce qu'ils réduisaient l'endommagement du bois (fig. 6, tableau VI). Les molettes (couteaux circulaires) représentaient un groupe particulier (fig. 1-F, G). Les monomolettes ont accusé pendant le sciage la pression de coupe F_{max} la plus faible. Les molettes peuvent être recommandées pour le débitage du bois rond d'un diamètre de moins 30 cm (diamètre du disque de 80 cm). Elles ne conviennent pas à la coupe des arbres.

4. La température du bois. La pression de coupe augmente à mesure que diminue la température du bois. On comparait l'importance de la pression de coupe F_{max} à des températures de $t = 20^\circ\text{C}$, -10°C et -30°C . L'abattage des arbres a lieu pour la plupart en hiver, où la pression de coupe F_{max} et l'endommagement du bois augmentent (fig. 7, 8, tableau VII).

5. La vitesse de coupe du couteau exerce l'influence favorable sur la réduction de la pression de coupe F_{max} et l'endommagement du bois (fig. 9, tableau VIII).

6. L'espèce d'essence. La pression de coupe et le taux d'endommagement du bois dépendent de la structure interne des essences. Quand on ajoute l'influence de la température, l'envergure des pressions de coupe est considérable pour les essences particulières, variant entre 100-361 p. 100 à la température de $+20^\circ\text{C}$. Pour le bois congelé la pression de coupe F_{max} augmente en fonction de la teneur en eau dans le bois. Les essences dures accusent l'augmentation moindre de la pression de coupe (120-143 p. 100) que les essences tendres (173-261 p. 100) (fig. 10, tableau IX). L'endommagement du bois était identifié en fonction de la sorte de couteau, de l'angle de l'arête, de l'épaisseur du couteau, de la température du bois et de la vitesse de coupe utilisée. L'évaluation des effets des facteurs mentionnés sur l'étendue de l'endommagement est consignée au tableau.

technique forestière; machines d'exploitation; sciage du bois

Adresa autora:

Prof. Ing. Rudolf J a n d e l, lesnícka fakulta VŠLD, 960 53 Zvolen



APLIKÁCIA METÓD ANALYTICKEJ DYNAMIKY V PROCESE LESNEJ ŤAŽBY

M. Mikleš

MIKLEŠ, M. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Aplikácia metód analytickej dynamiky v procese lesnej ťažby*. Lesníctví, 26, 1980 (4): 329–344.

Pri projektovaní lesných strojov je potrebné poznať sily, ktoré na ne pôsobia. Sily sa určujú z pohybových rovníc sledovanej sústavy. Preto v konečnom úhrne úloha určenia síl vedie k zostaveniu a riešeniu pohybových diferenciálnych rovníc sústavy. Je potrebné poznať nielen veľkosť, ale i čas pôsobenia týchto síl. Pre riešenie daných úloh sa v teoretickej mechanike široko uplatňujú analytické metódy riešenia úloh dynamiky sústav telies, predovšetkým Lagrangeova metóda. Táto metóda sa javí najuniverzálnejšou, a preto vyložená všeobecná metóda zostavenia diferenciálnych rovníc pohybu premiestňovania stromov pri aplikácii Lagrangeových rovníc druhého druhu, pre daný prípad, sa javí ako vhodná. V práci je najprv uvedená všeobecná metóda riešenia úloh premiestňovania dreva (stromov, kmeňov) metódou Lagrangea. V ďalšej časti je použitie tejto metódy pri analýze procesov lesnej ťažby. Jedná sa predovšetkým o aplikáciu pri strojovom stínaní stromov a vyšetrovanie tohoto procesu pri voľnom a smerovom (riadenom) páde stromov.

lesná ťažba; ťažbové stroje; analytická dynamika

Perspektívy rozvoja lesnej ťažby a lesného hospodárstva predpokladajú rozšírenie a vytvorenie špeciálnych lesných strojov (jedno alebo viacoperačné stroje). Tieto stroje môžu vykonávať premiestňovanie stromov (kmeňov) v priestore pri rôznych operáciách (stínka, hrbkovanie, nakladanie, približovanie atď.).

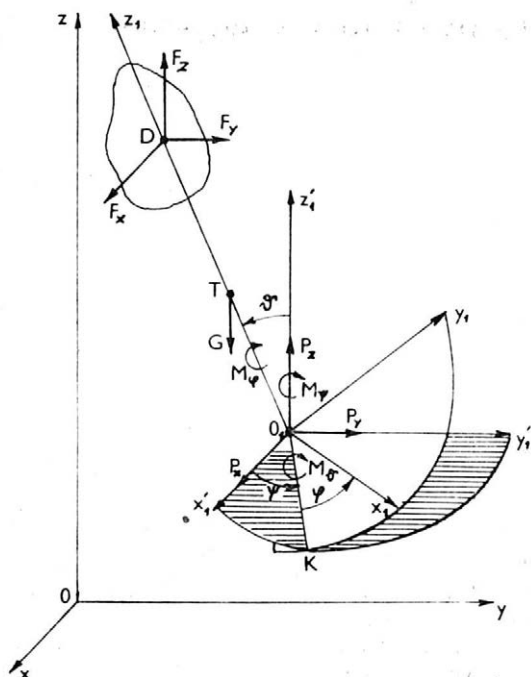
Pravidelne každému konštrukčnému rozpracovaniu ťažbového stroja predchádza komplex prác teoretického a experimentálneho stanovenia základných parametrov, jeho technologického vybavenia a stanovenia rýchlostných a zaťažovacích režimov pri práci.

VŠEOBECNÁ METÓDA RIEŠENIA ÚLOH PREMIESTŇOVANIA DREVA

V tejto časti je uvedená všeobecná metóda riešenia úloh premiestňovania stromov (kmeňov) pomocou Lagrangeovej metódy analytickej dynamiky. Analýza publikovaných vedeckých prác z kinematiky a dynamiky technologického zariadenia ťažbových strojov ukazuje, že pri riešení úloh sa vychádza z predpokladu, že pohyb (premiestňovanie) stromu alebo kmeňa sa uskutočňuje v rovine. Avšak premiestňovanie dreva špeciálnymi strojmi obyčajne prebieha v trojrozmernom priestore.

Pred vypracovaním všeobecnej metódy uvažujeme tieto predpoklady:

a) Na strome (obr. 1) sa určia charakteristické body — prvý (bod O_1) je miesto pôsobenia technologického zariadenia stroja, druhý (bod D) predstavuje miesto pôsobe-



1. Schéma spojitého pohybu stromu v trojrozmernom priestore pri lesnej ťažbe. — A diagram of continuous motion of a tree in the three dimensional space in the course of forest harvesting

nia vonkajšieho prostredia (odpor vzduchu, vietor, povrch rúbane), tretí (bod T) je ťažisko stromu.

b) V prvom bode pôsobia akčné sily (oporné reakcie) a momenty; v druhom bode pôsobia sily odporu prostredia, ktoré v závislosti od kontaktného prostredia môžu byť silami vznikajúcimi z odporu vzduchu a pôsobenia vetra, alebo reakčné sily povrchu rúbane; v treťom bode (ťažisku) pôsobí sila tiaže.

c) Strom budeme považovať za tuhé teleso, na ktoré pôsobia sily a momenty v trojrozmernom priestore.

Na obr. 1 je znázornené pôsobenie síl a momentov na strom pri jeho zložitom pohybe v priestore. Označenie použité na schéme: G — tiaž stromu; F_x, F_y, F_z — zložky síl (v tomto prípade) odporu vzdušného prostredia (aerodynamické sily); P_x, P_y, P_z — zložky síl pôsobiace na strom zo strany stroja; $M_\theta, M_\psi, M_\varphi$ — zložky momentu v mieste kontaktu stroja so stromom; θ, ψ, φ — Eulerove uhly: θ — uhol nutácie, ψ — uhol precesie, φ — uhol vlastnej rotácie; O_1K — línia uzlov.

Sledujeme pohyb stromu v pevnom (inerciálnom) systéme súradníc $Oxyz$. Zavedieme pohyblivý systém o súradniciach $O_1x'y'z'$, ktorý sa pohybuje posuvne vzhľadom na inerciálny systém súradníc. Okrem toho zavedieme ortogonálny súradnicový systém $O_1x_1y_1z_1$, ktorý je pevne spojený so stromom.

Riešenie danej úlohy spočíva v zostavení diferenciálnych rovníc pohybu stromu. Predpokladáme, že strom môže uskutočniť pád okolo bodu O_1 , ktorý sa môže premiestňovať spolu so stromom podĺž súradnicových osí inerciálneho systému. Strom bude predstavovať tuhé teleso so šiestimi stupňami voľnosti: $x, y, z, \varphi, \psi, \theta$.

Zostavené diferenciálne rovnice budú v tvare Lagrangeových rovníc. Počet rovníc bude totožný s počtom stupňov voľnosti. Aktívne sily pôsobiace na strom (sily od stroja, odporové sily prostredia, momenty) nie sú potenciálne, preto sa Lagrangeove rovnice

určia z kinetickej energie pohybujúceho sa stromu. Z toho vyplýva, že pre riešenie danej úlohy môžeme použiť Lagrangeove rovnice v tvare:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i \quad (i = 1, 2, \dots, k) \quad (1)$$

Všeobecné súradnice pohybu bodu O_1 v inerciálnom systéme a Eulerove uhly pri sférickom pohybe stromu okolo bodu O_1 sú:

$$q_1 = x; \quad q_2 = y; \quad q_3 = z; \quad q_4 = \vartheta; \quad q_5 = \psi; \quad q_6 = \varphi.$$

Pre zostavenie diferenciálnych rovníc voľného pohybu stromu je potrebné určiť jeho kinetickú energiu T a všeobecné sily Q_i , zodpovedajúce všeobecným súradniciam q_i .

Kinetickú energiu stromu napíšeme v tvare rovnice:

$$T = \frac{1}{2} m v_o^2 + m \bar{v}_o \bar{v}_{Tr} + T_r, \quad (2)$$

kde: m — hmotnosť stromu,

v_o — rýchlosť bodu O_1 pri pohybe spolu so stromom,

v_{Tr} — relatívna rýchlosť ťažiska stromu voči systému $O_1x'_1y'_1z'_1$,

T_r — kinetická energia stromu pri jeho relatívnom pohybe v systéme súradníc $O_1x'_1y'_1z'_1$.

Budeme uvažovať, že súradnicové osi x_1, y_1, z_1 sú hlavné osi zotrvačnosti stromu k bodu O_1 . Vtedy:

$$T_r = \frac{1}{2} (I_{x_1} \omega_{x_1}^2 + I_{y_1} \omega_{y_1}^2 + I_{z_1} \omega_{z_1}^2),$$

kde: $I_{x_1}, I_{y_1}, I_{z_1}$ — hlavné hmotné momenty zotrvačnosti stromu k hlavným osiam prechádzajúcich bodom O_1 ,

$\omega_{x_1}, \omega_{y_1}, \omega_{z_1}$ — priemety okamžitej uhlovej rýchlosti stromu do osí, ktoré sú pre O_1 hlavnými osami zotrvačnosti, t. j. do osí x_1, y_1, z_1 .

Je len prirodzené, že strom budeme považovať za rotačné teleso vtedy, platí $I_{x_1} = I_{y_1}$. Súčasne platia Eulerove kinematické rovnice:

$$\omega_{x_1} = \dot{\psi} \sin \vartheta \sin \varphi + \dot{\vartheta} \cos \varphi$$

$$\omega_{y_1} = \dot{\psi} \sin \vartheta \cos \varphi - \dot{\vartheta} \sin \varphi$$

$$\omega_{z_1} = \dot{\varphi} + \dot{\psi} \cos \vartheta$$

Výraz pre kinetickú energiu T_r bude mať potom tvar:

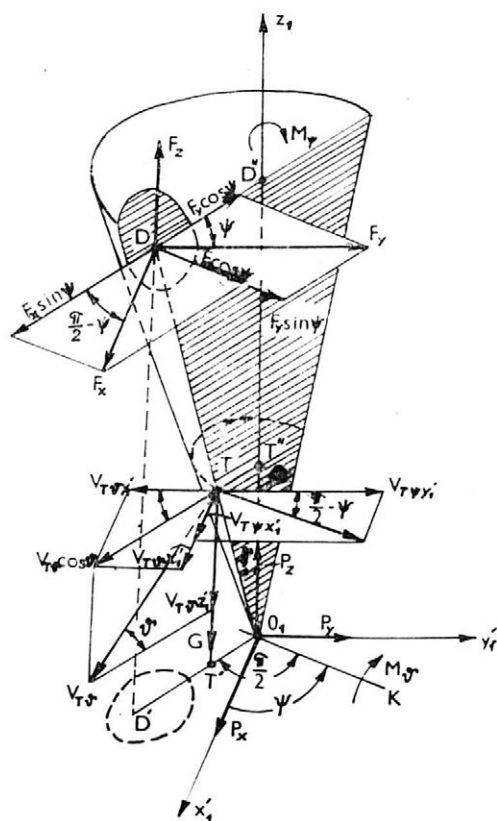
$$T_r = \frac{1}{2} I_{x_1} (\dot{\vartheta}^2 + \dot{\psi}^2 \sin^2 \vartheta) + \frac{1}{2} I_{z_1} (\dot{\varphi} + \dot{\psi} \cos \vartheta)^2 \quad (3)$$

Určíme skalárny súčin druhého člena rovnice (2), kde platí:

$$\bar{v}_0 \cdot \bar{v}_{Tr} = \dot{x} \cdot v_{Trx_1} + \dot{y} \cdot v_{Try_1} + \dot{z} \cdot v_{Trz_1},$$

kde: $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ — priemety vektora rýchlosti $\bar{v}_0$ do súradnicových osí x, y, z ,

$v_{Trx_1}; v_{Try_1}; v_{Trz_1}$ — priemery vektora relatívnej rýchlosti ťažiska stromu $\bar{v}_{Tr}$ do súradnicových osí x'_1, y'_1, z'_1 .



2. Schéma všeobecných síl a rýchlostí, ktoré pôsobia pri sférickom pohybe stromu k bodu O_1 . — A diagram of general forces and velocities that act in the course of the spherical course of a tree towards point O_1

Relatívna rýchlosť ťažiska stromu $\bar{v}_{Tr}$ sa skladá z rýchlosti rotačného pohybu stromu okolo osi z'_1 a z línie uzlov O_1K (obr. 2). Pri pootočení stromu okolo osi z'_1 sa zmení uhol ψ , vektor rýchlosti $\bar{v}_{T\psi}$ ťažiska stromu bude paralelný s líniou uzlov O_1K a so smerom v zmysle rotácie. Pri veľkosti vektora $v_{T\psi} = h_T \dot{\psi} \sin \vartheta$ je h_T vzdialenosť ťažiska stromu od O_1 . Priemety rýchlosti $v_{T\psi}$ do osí x'_1, y'_1, z'_1 budú:

$$v_{T\psi x'_1} = \dot{\psi} h_T \sin \vartheta \cdot \cos \psi$$

$$v_{T\psi y'_1} = \dot{\psi} h_T \sin \vartheta \cdot \sin \psi$$

$$v_{T\psi z'_1} = 0$$

Pri otočení stromu okolo línie uzlov O_1K sa mení uhol ϑ , vektor rýchlosti $\vec{v}_{T\vartheta}$ ťažiska stromu bude kolmý na os z_1 (os kmeňa) a so smerom v zmysle rotácie.

Veľkosť vektora: $v_{T\vartheta} = \dot{\vartheta} h_T$

Preto bude platiť: $v_{T\vartheta x'_1} = \dot{\vartheta} h_T \cos \vartheta \sin \psi$

$$v_{T\vartheta y'_1} = -\dot{\vartheta} h_T \cos \vartheta \cos \psi$$

$$v_{T\vartheta z'_1} = -\dot{\vartheta} h_T \sin \vartheta$$

Z predchádzajúcich výrazov dosadíme do rovníc:

$$v_{Trx'_1} = v_{T\varphi x'_1} + v_{T\vartheta x'_1}$$

$$v_{Try'_1} = v_{T\varphi y'_1} + v_{T\vartheta y'_1}$$

$$v_{Trz'_1} = v_{T\varphi z'_1} + v_{T\vartheta z'_1}$$

tým vyjadríme skalárny súčin $\vec{v}_o \cdot \vec{v}_{Tr}$.

Výraz pre kinetickú energiu pohybu stromu bude mať tvar:

$$T = \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) + m h_T [\dot{x} (\dot{\varphi} \sin \vartheta \cos \psi + \dot{\vartheta} \cos \vartheta \cdot \sin \psi) + \dot{y} (\dot{\psi} \sin \vartheta \sin \psi - \dot{\vartheta} \cos \vartheta \cos \psi) - \dot{z} \dot{\vartheta} \sin \vartheta] + \frac{1}{2} I_{x_1} \cdot (\dot{\vartheta}^2 + \dot{\psi}^2 \sin^2 \vartheta) + \frac{1}{2} I_{z_1} (\dot{\varphi} + \dot{\psi} \cos \vartheta)^2. \quad (4)$$

Podľa výslednej rovnice (4) môžeme určiť kinetickú energiu stromu pri najobecnjšom prípade jeho pohybu v priestore. Z rovnice (4) vidíme, že $T = T(x, y, z, \dot{x}, \dot{y}, \dot{z}, \dot{\varphi}, \dot{\psi}, \dot{\vartheta}, \vartheta, \psi)$. Kinetická energia stromu nazávisí od súradníc x, y, z, φ .

Z toho vyplýva, že:

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\partial T}{\partial \varphi} = 0.$$

Lagrangeove rovnice budú mať tvar:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) &= Q_x; & \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) &= Q_{\varphi}; \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{y}} \right) &= Q_y; & \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\psi}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \psi} &= Q_{\psi}; \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{z}} \right) &= Q_z; & \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\vartheta}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \vartheta} &= Q_{\vartheta}. \end{aligned} \quad (5)$$

Po vypočítaní derivácií v systéme rovníc (5) vedie ďalšie riešenie úlohy k určeniu všeobecných síl. Pre zjednodušenie výpočtov, pri virtuálnych premiestneniach stromu, budeme považovať pri prvom priblížení korunu stromu za symetrickú. Z toho vyplynie že ťažisko stromu a pôsobisko tlakových síl na korunu (bod D) bude ležať na osi z_1 .

Takto, pri virtuálnych posunutíach δx , δy , δz budú virtuálne práce rovné:

$$\delta A_x = (P_x + F_x) \delta x$$

$$\delta A_y = (P_y + F_y) \delta y$$

$$\delta A_z = (P_z + F_z - G) \delta z$$

Práca pri virtuálnych pootočeníach $\delta \vartheta$, $\delta \psi$, $\delta \varphi$ bude (podľa obr. 2):

$$\delta A_\vartheta = (G h_T \sin \vartheta + F_x h_D \sin \psi \cos \vartheta - F_y h_D \cos \psi \cos \vartheta - F_z h_D \sin \vartheta - M_\vartheta) \delta \vartheta;$$

$$\delta A_\psi = (F_x h_D \cos \psi \sin \vartheta + F_y h_D \sin \psi \sin \vartheta - M_\psi) \delta \psi;$$

$$\delta A_\varphi = -M_\varphi \delta \varphi$$

Odtiaľ hľadané všeobecné sily budú rovné:

$$Q_x = P_x + F_x, Q_y = P_y + F_y, Q_z = P_z + F_z - G.$$

$$Q_\vartheta = G h_T \sin \vartheta + h_D \cos \vartheta (F_x \sin \psi - F_y \cos \psi) - F_z h_D \sin \vartheta - M_\vartheta;$$

$$Q_\psi = h_D \sin \vartheta (F_x \cos \psi + F_y \sin \psi) - M_\psi;$$

$$Q_\varphi = -M_\varphi.$$

Pritom h_D je vzdialenosť bodu D od bodu O_1 , t. j. vzdialenosť pôsobenia síl odporu prostredia od počiatku.

Tým sme dostali analytické závislosti kinetickej energie a všeobecných síl. Môžeme použiť Lagrangeovu rovnicu druhého druhu a dostaneme tento systém pohybových diferenciálnych rovníc stromu v priestore:

$$m \ddot{x} + m h_T (\ddot{\vartheta} \cos \vartheta \sin \psi + \ddot{\psi} \sin \vartheta \cos \psi) + 2 m h_T \dot{\vartheta} \dot{\psi} \cos \vartheta \cos \psi - m h_T (\dot{\vartheta}^2 + \dot{\psi}^2) \sin \vartheta \sin \psi = P_x + F_x;$$

$$m \ddot{y} - m h_T (\ddot{\vartheta} \cos \vartheta \cos \psi - \ddot{\psi} \sin \vartheta \sin \psi) + 2 m h_T \dot{\vartheta} \dot{\psi} \cos \vartheta \sin \psi + m h_T (\dot{\vartheta}^2 + \dot{\psi}^2) \sin \vartheta \cos \psi = P_y + F_y;$$

$$m \ddot{z} - m h_T (\ddot{\vartheta} \sin \vartheta + \dot{\vartheta}^2 \cos \vartheta) = P_z + F_z - G;$$

$$I_{x_1} \ddot{\vartheta} - \dot{\vartheta}^2 (I_{x_1} - I_{z_1}) \sin \vartheta \cos \vartheta + m h_T [(\ddot{x} \sin \psi - \ddot{y} \cos \psi) \cos \vartheta - \ddot{z} \sin \vartheta] + I_{z_1} \dot{\vartheta} \dot{\varphi} \sin \vartheta = G h_T \sin \vartheta + (F_x \sin \psi - F_y \cos \psi) h_D \cos \vartheta - F_z h_D \sin \vartheta - M_\vartheta;$$

$$(I_{x_1} \sin^2 \vartheta + I_{z_1} \cos^2 \vartheta) \ddot{\psi} + I_{z_1} \ddot{\varphi} \cos \vartheta + 2 (I_{x_1} - I_{z_1}) \dot{\vartheta} \dot{\psi} \sin \vartheta \cos \vartheta - I_{z_1} \dot{\vartheta} \dot{\varphi} \sin \vartheta + m h_T (\ddot{x} \cos \psi + \ddot{y} \sin \psi) \sin \vartheta = (F_x \cos \psi + F_y \sin \psi) h_D \sin \vartheta - M_\psi;$$

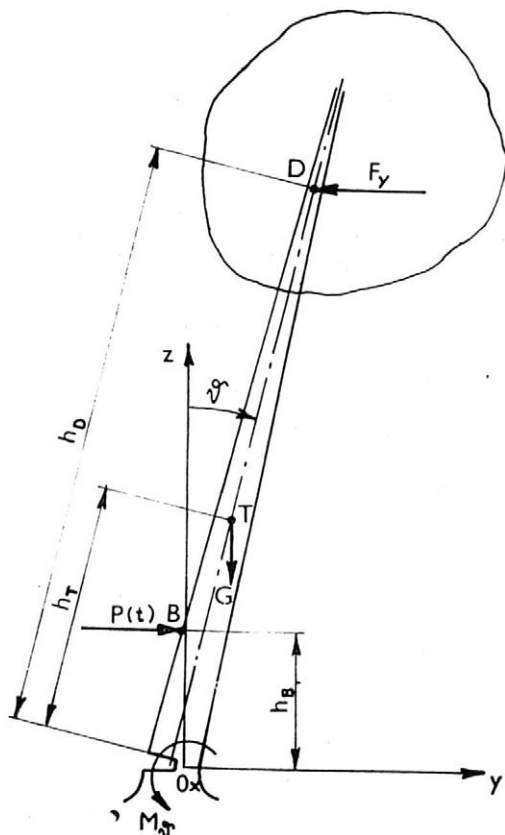
$$I_{z_1} (\ddot{\psi} \cos \vartheta + \ddot{\varphi}) - I_{z_1} \dot{\vartheta} \dot{\psi} \sin \vartheta = -M_\varphi. \quad (6)$$

Tento všeobecný systém diferenciálnych rovníc umožňuje pri ľahšej ťažbe riešenie rozličných špeciálnych prípadov premiestňovania stromov alebo kmeňov špeciálnymi lesnými strojmi.

STROJOVÉ STÍNANIE STROMOV

Sledujeme proces stínky, keď strom uskutočňuje otáčavý pohyb okolo pevnej osi, ktorá prechádza cez plochu rezu. Rozoznávame dve periódy stínky. Prvá (počiatočná) perióda je charakterizovaná prítomnosťou nedorezu, t. j. neprerezanej časti prierezu stromu. Budeme predpokladať, že strom je rezaný bez predbežného zárezu. Druhá perióda

3. Schéma síl a momentov, ktoré pôsobia na strom v prvej perióde stínky. — A diagram of forces and moments that act on a tree in the first phase of felling



da je charakterizovaná voľným pádom alebo riadeným pádom stromu po úplnom prerezaní.

V tomto prípade budeme sledovať prvú periódu stínky. Na obr. 3 sú znázornené sily a momenty, pôsobiace na strom pred konečným prerezaním stromu: ťaž stromu G ; pretláčacia sila, ktorou pôsobí stroj $P(t)$; reakčný moment od nedorezu M_θ ; zaťažujúce sily stromu od vonkajšieho vzdušného prostredia (vektor) F_y .

Rovnicu otáčavého pohybu stromu dostaneme zo štvrtej rovnice systému rovníc (6)

$$I_{x_1} \ddot{\vartheta} - \dot{\vartheta}^2 (I_{x_1} - I_{z_1}) \sin \vartheta \cos \vartheta + m h_T [(\ddot{x} \sin \varphi - \ddot{y} \cos \varphi) \cos \vartheta - \ddot{z} \sin \vartheta] + \\ + I_{z_1} \dot{\varphi} \dot{\varphi} \sin \vartheta = G h_T \sin \vartheta + (F_x \sin \varphi - F_y \cos \varphi) h_D \cos \vartheta - F_z h_D \sin \vartheta - M_\theta,$$

keď do nej dosadíme $\vartheta = -\vartheta$; $x = y = z = 0$; $\varphi = \psi = 0$; $F_y = -F_y$; $F_x = F_z = 0$; vertikálnu zložku sily od vonkajšieho vzdušného prostredia, vzhľadom na malú hodnotu zanedbáme; s reakčnými silami od pňa do úplného prerezania nedorezu neuvažujeme. Potom rovnicu otáčavého pohybu stromu zapíšeme v tvare:

$$I \ddot{\vartheta} = G h_T \sin \vartheta - F_y h_D \cos \vartheta + P(t) h_B - M_\vartheta \quad (7)$$

Sledujeme prvú periódu stínky stromu. Strom sa pri svojom pohybe dostane k medznému uhlu ϑ_0 , ktorý zodpovedá začiatku voľného pádu. Môžeme dosadiť $\cos \vartheta \doteq 1$, $\sin \vartheta_0 = 0$, pretože uhol ϑ_0 je malý. Rovnicu (7) môžeme prepísať do tvaru:

$$I \ddot{\vartheta} - G h_T \vartheta = P(t) h_B - F_y h_D - M_\vartheta. \quad (8)$$

V danej rovnici (8) sú sila $P(t)$ a moment M_ϑ sily, resp. momenty, ktoré môžeme ovládať. Silu $P(t)$ cez parametre pretláčacieho ústrojenstva, moment M_ϑ cez parametre rezacieho mechanizmu.

Sila od vonkajšieho vzdušného prostredia (odpor vzduchu, vietor) má náhodný charakter. Predstavuje základné nebezpečie, pretože vyvoláva narušenie technologických potrieb stínky. Tieto nežiaduce vplyvy musíme kompenzovať silami, ktoré môžeme ovládať ($P(t)$, M_ϑ). Rovnicu (8) môžeme písať v tvare:

$$I \ddot{\vartheta} - G h_T \vartheta = Q(t), \quad (9)$$

kde: $Q(t)$ — všeobecné silové pôsobenie,

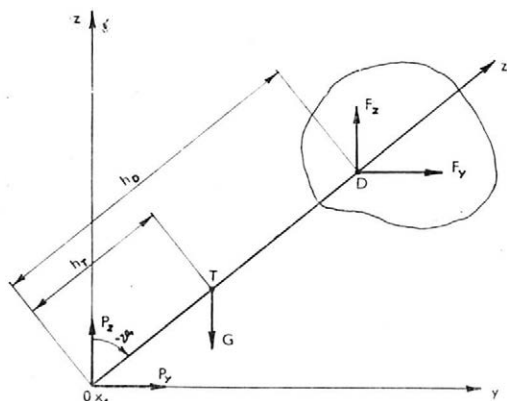
$$Q(t) = P(t) h_B - F_y h_D - M_\vartheta.$$

Riešenie diferenciálnej rovnice (9) predstavuje určité ťažkosti preto, lebo je potrebné nájsť zákon zmeny sily $Q(t)$.

VOLNÝ PÁD A RIADENÝ PÁD STROMU

Po úplnom oddelení (prerezaní) stromu od pňa strom padá buď na zem, alebo na záchytné ústrojenstvo stroja. Poznáme dva prípady pádu stromu:

a) Voľný pád; strom je zo stavu pokoja vyvedený silou od pôsobenia stroja. Potom padá (otáča sa na pni) len pod vplyvom gravitačnej sily. Stroj udeľuje stromu počiatočný impulz, v ďalšom nemá na strom nijaký silový vplyv.



4. Schéma voľného pádu stromu. —
A diagram of the free fall of a tree

b) Riadený pád; stroj pôsobí v potrebnom okamihu na strom a koriguje rovinu jeho pádu v potrebnom smere.

Voľný pád stromu

Pri projektovaní rozličných ústrojenstiev lesných strojov, osobitne stínacích a záchytných, na ktoré padajú stromy, je potrebné určiť parametre charakterizujúce proces pádu stromu. Medzi tieto parametre patrí uhlová rýchlosť padajúceho stromu, sily pôsobiace na peň, vzájomné silové pôsobenie strom-stroj, čas pádu atď.

Na obr. 4 je schéma pádu stromu pri uvažovaní síl odporu vzdušného prostredia.

Diferenciálne rovnice pohybu (otáčania) stromu dostaneme zo systému rovníc (6), keď dosadíme za $x = y = z = 0$; $\varphi = \psi = 0$; $\dot{\vartheta} = -\dot{\vartheta}$; $M_{\dot{\vartheta}} = 0$; $I_{x_1} = I$

$$\begin{aligned} mh_T (\ddot{\vartheta} \cos \vartheta - \dot{\vartheta}^2 \sin \vartheta) &= P_y + F_y \\ -mh_T (\ddot{\vartheta} \sin \vartheta + \dot{\vartheta}^2 \cos \vartheta) &= P_z + F_z - G \\ I \ddot{\vartheta} &= Gh_T \sin \vartheta + F_y h_D \cos \vartheta - F_z h_D \sin \vartheta \end{aligned} \quad (10)$$

Ak nepôsobia sily odporu vzdušného prostredia nadobudne systém rovníc (10) oveľa jednoduchší tvar.

Riešením systému diferenciálnych rovníc (10) je možné určiť rýchlosť, čas pádu stromu a zložky opornej reakcie P_y a P_z ako funkciu uhla otáčania stromu ϑ .

Uhlovú rýchlosť otáčania voľne padajúceho stromu určíme z poslednej rovnice systému (10) pri zanedbaní vplyvu vzdušného prostredia, t. j. pri $F_y = F_z = 0$. Vtedy platí

$$I \ddot{\vartheta} = G h_T \sin \vartheta.$$

Integrujme danú rovnicu, pričom zameňme premenné:

$$\ddot{\vartheta} = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{dt} \cdot \frac{d\vartheta}{d\vartheta} = \frac{\omega d\omega}{d\vartheta}.$$

Po integrácii dostaneme:

$$\omega^2 = -\frac{2G h_T}{I} \cos \vartheta + c.$$

Integračnú konštantu c určíme z počiatočných podmienok: pri $\vartheta = \vartheta_o$; $\omega = \omega_o$ a vtedy

$$\omega = \sqrt{\omega_o^2 + \frac{2G h_T}{I} (\cos \vartheta_o - \cos \vartheta)}, \quad (11)$$

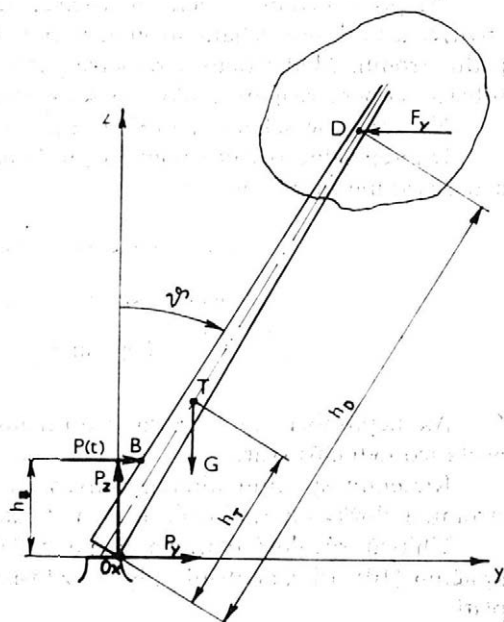
kde: ϑ_o , ω_o — počiatočný uhol a počiatočná uhlová rýchlosť.

V špeciálnom prípade, keď strom začne padať z vertikálnej polohy a keď počiatočná uhlová rýchlosť je nulová ($\vartheta_o = 0$, $\omega_o = 0$), dostaneme:

$$\omega = \sqrt{\frac{2G h_T}{I} (1 - \cos \vartheta)}. \quad (12)$$

Pri analýze vzťahu (12) pridáme k záveru, že uhlová rýchlosť voľného pádu stromu nezávisí od jeho tiaže, pretože $I = I(G, l^2)$, a závisí len od výšky stromu, polohy ťažiska a uhla otáčania. Čím bude väčšia výška stromu l , tým bude menšia uhlová rýchlosť ω .

5. Schéma síl pôsobiacich na strom po jeho oddelení od pňa. — A diagram of forces acting on a tree after it has been separated from the stump



Určíme sily, ktoré pôsobia v mieste spojenia stroja so stromom (os otáčania) alebo ktoré pôsobia na peň (obr. 5). Z prvých dvoch rovníc systému (10) môžeme nájsť sily P_y a P_z (neuvažujeme odporové sily). Keď z tretej rovnice systému (10) vyjadríme

$$\ddot{\vartheta} = \frac{G h_T}{I} \sin \vartheta \text{ a zo vzťahu (12) pri nulových počiatočných podmienkach } \dot{\vartheta}^2 = \frac{2G h_T}{I} \cdot$$

$\cdot (1 - \cos \vartheta)$, nájdeme hľadané sily ako podiel tiaže stromu.

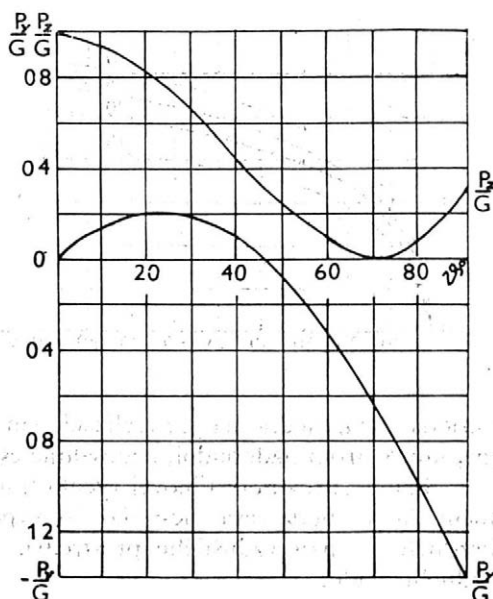
$$\frac{P_y}{G} = \frac{m h_T^2}{I} (3 \cos \vartheta - 2) \sin \vartheta \quad (13)$$

$$\frac{P_z}{G} = l - \frac{m h_T^2}{I} [1 - (3 \cos \vartheta - 2) \cos \vartheta] \quad (14)$$

Podľa rovníc (13), (14) sú zostrojené grafy (prítom $I = 0,23 \text{ ml}^2$, $h_T = 0,41$), z ktorých môžeme urobiť tieto závery (obr. 6): Vertikálna zložka sily P_z pri otáčaní stromu sa znižuje a nulovú hodnotu nadobudne pri $\vartheta = 70^\circ$. Pri ďalšom otáčaní stromu sila P_z znovu rastie a pri $\vartheta = \frac{\pi}{2}$ dosahuje hodnoty 0,3 G .

Horizontálna zložka sily P_y sa až do uhla $\vartheta = 30^\circ$ zvyšuje, potom sa znižuje a pri $\vartheta = 45^\circ$ dosiahne nulovú hodnotu. Pri ďalšom otáčaní stromu P_y zmení znamienko a začína rýchlo narastať, na konci pádu dosahuje hodnoty 1,4 G . Z toho vyplýva, že strom sa v druhej polovici pádu snaží akoby premiestniť dopredu. Charakter zmeny síl P_y a P_z je vyvolaný zotrvačnými silami.

6. Priebeh zmeny oporných reakcií v procese pádu stromu. — A course of changes in supporting reactions in the process of tree fall



Pre určenie času pádu stromu použijeme vzťah (12). Vyjadríme $\omega = \frac{d\vartheta}{dt}$ a napíšeme rovnicu v tvare

$$dt = \frac{d\vartheta}{\sqrt{\frac{2Gh_T}{I}(1 - \cos \vartheta)}}$$

Odtiaľ po integrovaní:

$$t = \sqrt{\frac{I}{2Gh_T}} \int_{\vartheta_0}^{\vartheta_1} \frac{d\vartheta}{\sqrt{1 - \cos \vartheta}}$$

Pretože platí $\sqrt{\frac{1}{2}(1 - \cos \vartheta)} = \sin \frac{\vartheta}{2}$, dostaneme

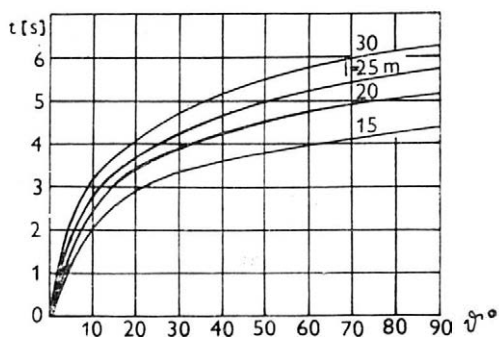
$$t = \sqrt{\frac{I}{Gh_T}} \cdot \ln \frac{\operatorname{tg} \frac{\vartheta_1}{4}}{\operatorname{tg} \frac{\vartheta_0}{4}} \quad (15)$$

v rovnici (15) ϑ_0 — uhol, z ktorého strom začína padať, ϑ_1 — uhol charakterizujúci okamžitú polohu stromu.

Z rozboru rovnice (15) vidíme, že pri $\vartheta_0 = 0$ čas t nadobudne nekonečne veľkú hodnotu, voľný pád stromu sa pri týchto podmienkach uskutočniť nemôže. Pre výpočet môžeme brať uhol $\vartheta_0 = 0,0175$ rad (1°). Na obr. 7 je graf, ktorý znázorňuje závislosť času voľného pádu stromu od uhla otočenia a od výšky stromu. Z rozboru grafu je zrejmé, že

pád stromu do uhla $\vartheta = \frac{7}{36} \pi \div \frac{2}{9} \pi$ ($35^\circ - 40^\circ$) prebieha pomaly. V tejto perióde sa

spotrebuje okolo 80 % celkového času pádu stromu do konečného uhla $\vartheta = \frac{\pi}{2}$. Táto



7. Závislosť času voľného pádu stromu od uhla jeho otočenia. — A dependence of the time of the free fall of a tree on the angle of its rotation

perióda je najvhodnejšia pre realizáciu smerovania pádu stromu, pretože kinetická energia, ktorú strom nadobudol, nedosahuje ešte veľkú hodnotu.

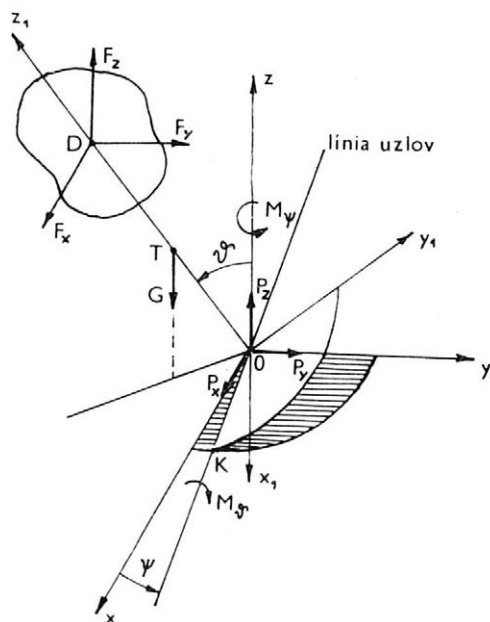
Skutočné hodnoty uhlovej rýchlosti ω_w budú o niečo menšie ako vypočítané, skutočný čas t_w bude zasa väčší ako čas vypočítaný podľa daného vzťahu. Je to dôsledok brzdného účinku vzdušného prostredia. Uhlová rýchlosť a čas s ohľadom na odpor vzduchu bude:

$$\omega_w = \lambda \cdot \omega; \quad t_w = \frac{l}{\lambda} t$$

kde: λ — opravný koeficient pre odpor vzduchu,
 ω — teoretická uhlová rýchlosť.

Hodnota koeficientu λ závisí hlavne od charakteristiky koruny a od uhlovej rýchlosti stromu v danom okamihu. V súčasnosti nie sú dostatočne preskúmané faktory spojené s vplyvom vzdušného prostredia na rýchlosť pádu stromu.

Zobecnenie publikovaných prác dovoľuje zhodnotiť tento vplyv koeficientom, ktorý sa mení v procese pádu stromu a dosahuje na konci pádu hodnotu 0,9.



8. Schéma korekcie roviny pádu stromu. — A diagram of the correction of the plane of fall of a tree

Smerový (riadený) pád stromu

Preto, aby sme dosiahli zmenu roviny pádu stromu a realizovali smerovú stínku v presne zadanom smere, musí stroj pôsobiť na strom v priebehu pádu jednoznačne vymedzenou silou.

Na obr. 8 je schéma premiestňovania stromu v priestore. Na strom pôsobí sila tiaže G , zložky sily odporu vzdušného prostredia a zaťaženia vetrom F_x, F_y, F_z a momenty M_ϑ a M_ψ . Moment M_ϑ je trecí moment v mieste uzlového spojenia (bod O) pri otáčaní stromu voči línii uzlov (vlastný pád stromu). Moment M_ψ pozostáva z trecieho momentu v mieste spojenia (dotyku) stromu pri jeho otáčaní okolo osi z ($M_{tr\psi}$) a z točivého, hnacieho momentu, ktorý vyvoláva otáčanie (M_{Pk}). Hnací točivý moment je výsledkom silového pôsobenia stroja. V našom prípade budeme predpokladať, že hnacia sila P_k (vyvoláva M_{Pk}) pôsobí na strom vo vzdialenosti a od bodu O , pritom vektor sily je kolmý na rovinu pádu stromu. Platí:

$$M_\psi = M_{Pk} + M_{tr\psi}; \quad M_{Pk} = P_k \cdot a \cdot \sin \vartheta,$$

kde: $a \cdot \sin \vartheta$ — rameno, na ktorom pôsobí sila P_k vzhľadom na os z .

Keď označíme $P_k \cdot a = M_k$, potom $M_\psi = M_k \sin \vartheta + M_{tr\psi}$,

kde: M_k — korigujúci moment.

Sledujme prípad, keď bod O_1 , v ktorom sa strom dotýka stroja, je pevný. Pôsobením korigujúceho momentu sa počiatočná rovina pádu stromu (lína uzlov) otáča o uhol ψ — uhol korekcie.

Pre daný prípad najdeme systém pohybových diferenciálnych rovníc zo všeobecného systému (6), ak dosadíme za: $x = y = z = 0$; $\varphi = 0$; $I_{z_1} = 0$ (hmotný moment zotrvačnosti I_{z_1} zanedbáme, pretože je voči I_{x_1} veľmi malý), $-M_\vartheta = M_\psi$. Dostaneme:

$$mh_T (\ddot{\vartheta} \cos \vartheta \sin \psi + \ddot{\psi} \sin \vartheta \cos \psi + 2m h_T \dot{\vartheta} \dot{\psi} \cos \vartheta \cos \psi - mh_T (\dot{\vartheta}^2 + \dot{\psi}^2) \sin \vartheta \sin \psi = P_x + F_x + P_k \cos \psi;$$

$$-mh_T (\ddot{\vartheta} \cos \vartheta \cos \psi - \ddot{\psi} \sin \vartheta \sin \psi) + 2mh_T \dot{\vartheta} \dot{\psi} \cos \vartheta \sin \psi + mh_T (\dot{\vartheta}^2 + \dot{\psi}^2) \sin \vartheta \cos \psi = P_y + F_y + P_k \sin \psi;$$

$$-mh_T (\ddot{\vartheta} \sin \vartheta + \dot{\vartheta}^2 \cos \vartheta) = P_z + F_z - G;$$

$$I_{x_1} \ddot{\vartheta} - I_{x_1} \dot{\psi}^2 \sin \vartheta \cos \vartheta = Gh_T \sin \vartheta + (F_x \sin \psi - F_y \cos \psi) h_D \cos \vartheta - F_z h_D \sin \vartheta - M_\vartheta;$$

$$I_{x_1} \ddot{\psi} \sin^2 \vartheta + 2I_{x_1} \dot{\vartheta} \dot{\psi} \sin \vartheta \cos \vartheta = (F_x \cos \psi + F_y \sin \psi) h_D \sin \vartheta + M_\psi \quad (16)$$

Odvođený systém rovníc obsahuje dve diferenciálne rovnice (dve posledné zo (16)), z ktorých môžeme určiť dve uhlové súradnice ψ a ϑ a tri rovnice pre určenie reakcií vzájomného pôsobenia strom — stroj; P_x, P_y, P_z .

Podľa zadaných geometrických a ťažových parametrov stromu, zadaných síl vzájomného pôsobenia strom — vzdušné prostredie, a známeho zákona zmeny korigujúceho momentu možno určiť závislosti od času: pre uhol pádu stromu ϑ , uhol korekcie ψ , sily P_x, P_y, P_z , ktoré pôsobia v mieste uzlového spojenia stromu so strojom. Pri použití systému rovníc (16) môžeme riešiť aj opačnú úlohu — podľa zadaného zákona zmeny uhla korekcie ψ určiť potrebnú hodnotu korigujúceho momentu.

Nájdeme uhol korekcie ψ . Pre zjednodušenie úlohy zanedbáme pôsobenie odporu vzdušného prostredia a trecie momenty. Dve posledné rovnice systému (16) nadobudnú tvar:

$$I_{x_1} \ddot{\vartheta} - \frac{1}{2} I_{x_1} \dot{\psi}^2 \sin 2\vartheta = G h_T \sin \vartheta;$$

$$I_{x_1} \ddot{\psi} \sin \vartheta + 2I_{x_1} \dot{\vartheta} \dot{\psi} \cos \vartheta = M_k. \quad (17)$$

Člen $\frac{1}{2} I_{x_1} \dot{\psi}^2 \sin 2\vartheta$, v prvej rovnici (17), predstavuje sumu odstredivých síl pri korekcii, ktoré pôsobia zrýchľujúco na vlastný pád stromu. Člen $2I_{x_1} \dot{\vartheta} \dot{\psi} \cos \vartheta$, v druhej rovnici (17), predstavuje sumu Coriolisových síl a na korekciu pôsobí spomaľujúco.

Pri malej hodnote $\dot{\psi}$ (korekcia malou rýchlosťou) môžeme v prvej rovnici (17) členy $\dot{\psi}^2$ zanedbať, okrem toho zameníme nezávisle premennú t (čas) nezávisle premennou ϑ s pomocou vzťahov:

$$\ddot{\vartheta} = \omega \frac{d\omega}{d\vartheta}; \quad \dot{\psi} = \omega \frac{d\psi}{d\vartheta}; \quad \ddot{\psi} = \omega^2 \frac{d^2\psi}{d\vartheta^2} + \omega \frac{d\omega}{d\vartheta} \cdot \frac{d\psi}{d\vartheta};$$

kde: ω — uhlová rýchlosť vlastného pádu stromu, $\omega = \dot{\vartheta}$.

Rovnici (17) upravíme do tvaru:

$$I_{x_1} \omega \frac{d\omega}{d\vartheta} = G h_T \sin \vartheta;$$

$$I_{x_1} \omega^2 \frac{d^2\psi}{d\vartheta^2} \sin \vartheta + I_{x_1} \omega \frac{d\omega}{d\vartheta} \cdot \frac{d\psi}{d\vartheta} \sin \vartheta + 2I_{x_1} \omega^2 \frac{d\psi}{d\vartheta} \cos \vartheta = M_k. \quad (18)$$

Riešenie prvej rovnice (18), ktoré splňuje počiatočnú podmienku $\omega = 0$ pri $\vartheta = \vartheta_0$, bude:

$$I_{x_1} \omega^2 = 2G h_T (\cos \vartheta_0 - \cos \vartheta), \quad (19)$$

kde: ϑ_0 — uhol, pro ktorom začína pád stromu.

Ak dosadíme do druhej rovnice (18) za $\omega \frac{d\omega}{d\vartheta}$ a ω^2 hodnoty, ktoré nájdeme v prvej rovnici (18) a (19) dostaneme pre ψ túto diferenciálnu rovnicu pohybu stromu:

$$\frac{d^2\psi}{d\vartheta^2} + \left[\frac{\sin \vartheta}{2 (\cos \vartheta_0 - \cos \vartheta)} + 2 \cotg \vartheta \right] \frac{d\psi}{d\vartheta} = \frac{M_k}{2G h_T (\cos \vartheta_0 - \cos \vartheta) \sin \vartheta}. \quad (20)$$

Je to lineárna diferenciálna rovnica s pravou stranou. Pri riešení budeme počítať s týmito počiatočnými podmienkami:

$$\vartheta = \vartheta_1; \quad \psi = 0; \quad \frac{d\psi}{d\vartheta} = 0,$$

kde: ϑ_1 — hodnota uhla ϑ , pri ktorom začína pôsobiť korigujúci moment M_K .

Riešenie nájdeme pre prípad, keď vlastný pád stromu začne z vertikálnej polohy a M_k volíme konštantný (nulové počiatočné podmienky).

$$\text{Po integrovaní dostaneme: } \psi = \frac{M_k}{4Gh_T} \left[3 \operatorname{tg} \frac{\vartheta_1}{2} + 4 \cotg \vartheta_1 - 3 \sin \frac{\vartheta_1}{2} \ln \cotg \frac{\vartheta_1}{4} - \frac{2}{\sin \vartheta_1} + \sin \frac{\vartheta_1}{2} \left(\frac{2}{\sin \vartheta \sin \frac{\vartheta}{2}} + 3 \ln \cotg \frac{\vartheta}{4} - \frac{3}{\cos \frac{\vartheta}{2}} \right) - 4 \cotg \vartheta \right]. \quad (21)$$

Rovnica (21) určuje bočný odklon (korekciu) stromu ψ pri pôsobení konštantného korigujúceho momentu M_k , keď vlastný pád stromu začína z vertikálnej polohy $\vartheta = 0$.

Došlo dňa 5. 7. 1979

Literatúra

- BRÁT, V. a kol.: Základy dynamiky strojů a konstrukcí. ČVUT Praha, 1979, s. 277
- DETTMAN, J. W.: Matematické metody ve fyzice a technice. Academia, Praha 1970, s. 356
- GONDA, J.: Dynamika pre inžinierov. VSAV, Bratislava, 1972, s. 456
- JANDEL, R. — MIKLEŠ, M.: Teória viacúčelových strojov so zistením základných technických parametrov. Výskumná správa VŠLD — LF Zvolen, s. 125
- ORLOV, S. F. a kol.: Rasčet i projektirovanie spetsialnykh lesnykh mašin. LTA, Leningrad, 1973, s. 150
- ORLOV, S. F. a kol.: Projektirovanie spetsialnykh lesnykh mašin I. LTA, Leningrad, 1975, s. 220
- ZAJČIK, M. I. a kol.: Projektirovanie i rasčet spetsialnykh lesnykh mašin. Lesnaja promyšlennost, Moskva, 1976, s. 208
- ŽUKOV, A. V. — KADOLKO, L. I.: Osnovy projektirovania spetsialnykh lesnykh mašin s učetom ich kolebanij. Nauka a tehnika, Minsk, 1978, s. 264

МИКЛЕШ, М. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). Применение методов аналитической динамики в процессе лесорубок. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 329-344.

При проектировании лесных машин необходимо знать силы, которые на них действуют. Силы выводятся из уравнений движения в данной системе. Поэтому в своем конечном итоге определение сил ведет к составлению и решению дифференциальных уравнений движения в системе. Необходимо определить не только величину, но и срок действия этих сил. Для решения таких задач в теоретической механике широко используются аналитические методы решения задач динамики тел, главным образом, метод Лагранжа, который представляется наиболее универсальным; поэтому и приведенный общий метод составления дифференциальных уравнений движения в области перемещающихся деревьев пригоден для применения уравнения Лагранжа.

В работе сначала приводится общий метод решения задач по перемещению деревьев и стволов с помощью уравнений Лагранжа. В дальнейшем разделе показано применение этих уравнений в анализе лесозаготовительных процессов. Здесь имеется в виду, гл. образом, их использование в машинной валке и прослеживание этого процесса в свободном и управляемом падении деревьев.

лесозаготовка; лесорубочные машины; аналитическая динамика

MIKLEŠ, M. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). Application of Methods of Analytical Dynamics to the Process of Forest Harvesting. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 329-344.

In the course of designing forest machines it is necessary to study forces, to the action of which these machines are subjected. These forces can be determined from equations of motion for the given structure. Therefore eventually in order to determine the forces, differential equations of motion of the structure must be compiled and solved. Not only the force intensity, but also the time of action of these forces must be studied. To solve the given problems within the theoretical

mechanics, analytical methods are widely used solving the problems of the dynamics of systems of bodies, especially Lagrangian method. This is the method applicable in general, and therefore the explicated general method of compiling differential equations of motion of tree transportation seems to be suitable if Lagrangian equations are used.

First of all a general method of solving the problems of timber (trees, trunks) transportation is given by means of Lagrangian method. Further, this method is used to analyze the processes of forest harvesting. The analysis is applied to mechanized logging of trees, investigating the free fall of trees and the controlled fall of trees.

forest harvesting; logging machines; analytical dynamics

MIKLEŠ, M. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Anwendung von Methoden der analytischen Dynamik im Prozeß der Forstnutzung*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 329-344.

Beim Projektieren forstlicher Maschinen ist es nötig die Kräfte kennenzulernen, die auf sie einwirken. Die Kräfte werden aus den Bewegungsgleichungen des untersuchten Systems bestimmt. Deswegen führt die Aufgabe der Bestimmung der Kräfte letzten Endes zur Zusammenstellung und Lösung von Bewegungsdifferentialgleichungen des Systems. Es ist notwendig nicht nur die Größe, sondern auch die Dauer der Wirkung dieser Kräfte kennenzulernen. Für die Lösung der gegebenen Aufgaben werden in der theoretischen Mechanik analytische Methoden der Lösung der Aufgaben der Dynamik von Körpersystemen allgemein angewandt, vor allem die Methode von Lagrange. Diese Methode erweist sich als die universellste und deswegen zeigt sich die erklärte allgemeine Methode der Zusammenstellung von Differentialgleichungen der Bewegung beim Transport von Bäumen bei der Anwendung der Gleichungen von Lagrange für den gegebenen Fall als geeignet.

In der Arbeit wird vorerst die allgemeine Methode der Lösung von Aufgaben des Holztransportes (der Bäume und der Stämme) nach der Methode von Lagrange angeführt. Im weiteren Teil wird diese Methode bei der Analyse der Prozesse der Forstnutzung angewandt. Es handelt sich vor allem um die Anwendung beim maschinellen Fällen von Bäumen und um die Untersuchung dieses Prozesses beim freien und beim orientierten (gelenkten) Fall der Bäume.

Forstnutzung; Forstnutzungsmaschinen; analytische Dynamik

MIKLEŠ, M. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *L'application des méthodes de dynamique analytique au processus d'exploitation forestière*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 329-344.

En préparant les projets de machines forestières, il est nécessaire de connaître les forces qui agissent sur elles. Les forces se déterminent à partir des équations de mouvement du système suivi. C'est pour cela que dans l'ensemble final la tâche de détermination des forces conduit à l'établissement et à la solution des équations différentielles de mouvement du système. Il est nécessaire de connaître non seulement l'importance, mais aussi le temps d'action des forces mentionnées. Pour la solution des tâches données se font largement valoir dans la mécanique théorique les méthodes analytiques de solution des tâches de la dynamique des systèmes de corps, en premier lieu la méthode de Lagrange. Cette méthode apparaît comme la plus universelle et c'est pour cela que la méthode générale exposée d'établissement des équations différentielles de mouvement, relative au déplacement des arbres, apparaît pour le cas donné, lors de l'application du genre d'équations de Lagrange, comme convenable.

Dans le travail est tout d'abord indiquée la méthode générale de solution des tâches, relative au déplacement du bois (des arbres, des tiges) en appliquant la méthode de Lagrange. Dans la partie ultérieure on parle de l'utilisation de cette méthode pour l'analyse des processus d'exploitation forestière. Il s'agit en particulier de son application à l'abattage mécanique des arbres et de la recherche de ce processus pendant la chute libre et orientée (dirigée) des arbres.

exploitation forestière; machines d'exploitation (de coupe); dynamique analytique

Adresa autora:

Ing. Milan Mikleš, lesnícka fakulta VŠLD, 960 53 Zvolen

NOVÉ VYSOCE MECHANIZOVANÉ TECHNOLOGIE V MÝTNÍCH TĚŽBÁCH VHODNÉ PRO MALOPLOŠNÉ HOSPODÁŘSTVÍ

M. Dressler

DRESSLER, M. (Výzkumná stanice VÚLHM, Křtiny u Brna). *Nové vysoce mechanizované technologie v mýtních těžbách vhodné pro maloplošné hospodářství*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 345-358.

Stroje dovezené ze severských zemí se osvědčily ve smrkových a borových porostech nižších bonit. V řadě porostů vyšších bonit však nevyhovují. S ohledem na maloplošné hospodářství u nás a větší objem kmenů i tloušťku větví byl navržen na VS Křtiny těžební postup včetně nového původního odvětvovacího stroje, o čemž svědčí již udělené patenty v ČSSR, USA, Kanadě a Rakousku. O postup je i mezinárodní zájem, neboť byl převzat v NDR pod označením EA 60 a byl též vyvezen do Rakouska. Předností systému je velká přizpůsobivost jak terénním podmínkám, tak i různým kombinacím na navazující stroje. Tím, že výhodně navazuje na traktorové i lanovkové soustřeďování, je univerzální pro všechny typy terénu. Přináší významné zvýšení produktivity práce a má předpoklady dalšího rozvoje pomocí kácecího protahovacího stroje, čímž se vyřeší komplexní strojní těžba. Jeho velkou předností je použitelnost v maloplošném způsobu hospodaření, neboť nevyžaduje velké koncentrace těžeb, na druhé straně je možné jej použít i do koncentrovaných těžeb. Systém se řadí mezi velmi hospodárné, tzn. středně mechanizované technologie.

lesnická technika; odvětvovací stroje; těžba lesní

Vysoké úkoly a nedostatek pracovních sil v lesnictví nemohl nechat stranou problém pracného a hygienicky nepříznivého ručního nebo motomanulárního způsobu odvětvování. Všechny vyspělé státy přistupují ke strojnímu odvětvování. U některých dosahuje nebo v nejbližší době dosáhne významného podílu z celkových těžeb. Tak ve Švédsku se v roce 1980 předpokládá již 60 % strojního odvětvování a v SSSR podle Ba g a j e v a (1976) má být v roce 1980 strojně odvětvováno 50—55 mil. m³ dřeva.

Je proto nutno využít dostupné informace a zkušenosti ze zahraničí, avšak naše lesnictví má i odlišné podmínky. Jde zejména o některé vlastnosti dřevin pro odvětvování výhodných. V ČSR se má podle Ř e h á k a (1973) těžit v roce 1980 10 785 m³ jehličnanů, a to hlavně smrku a borovice. Obě dřeviny jsou pro odvětvování vhodné, avšak střeoevropské druhy se od severských liší mohutností větví a objemem vlastních kmenů, což nutno při zavádění strojního odvětvování vzít v úvahu.

PROBLEMATIKA

Strojně manuální způsob odvětvování motorovou pilou, který podstatně ovlivnil v ČSR pokles pracnosti v těžbě z 2,89 h · m⁻³ v roce 1963

na 1,18 h.m⁻³ v roce 1975 dosáhl kulminace a další rozvoj naráží na negativní zdravotní vlivy.

Jako první odvětvovací stroje byly u nás zavedeny Logma T 310 (Švédsko). Volba těchto strojů byla správná, neboť s nimi byly dosaženy velmi dobré ukazatele v pracnosti. Rovněž poruchovost a prostoje byly přijatelné (40 %). Přímé náklady na samotné odvětvování jsou však poněkud vyšší než na motomanuální odvětvování JMP.

Další dovozy strojů typu Limbac (Rakousko) narazily na problémy s poruchovostí. Harvestry Volvo 900 a ÖSA 705 (Švédsko) vykonávají kácení, odvětvění, manipulaci a hromadění. Po počátečních potížích s poruchovostí se uplatňují v ČSSR docela dobře, ovšem jsou některé dodavatelské problémy a to, že jsou určeny pro relativně menší objem stromů a menší rozměry větví.

Pro všechny dosud uvedené stroje je typické, že jsou značně komplikované a investičně velmi nákladné. Ceny se pohybují od 3,5—12 milionů Kčs a mají-li být rentabilní, musí dosáhnout vysokých směnových výkonů.

Tyto vysoké směnové výkony nutí lesníky při praktickém nasazení ke zvýšenému koncentrování těžeb, což je z pěstebního hlediska přijímáno nepříznivě.

Zde však nutno rozlišit dvě skutečnosti, které bývají směřovány. Mezi stroji typu Logma T 310, Volvo 900 a mezi výrobní linkou Limbac 85-75 je v tomto směru velký rozdíl. Limbac 85-75 vyžaduje vybudování stabilní plochy a jeho instalace trvá přibližně 1 den. Náklady spojené s vybudováním pevné skládky o ploše minimálně 2500 m² vedou k tomu, že v areálu dosahu skládky je rentabilní vytěžit co nejvíce dřeva, aby náklady za budování ploch i montáž se odepsaly co největším množstvím dřeva.

Zvětšovat objem zpracovávaného dřeva prodlužováním soustředovací vzdálenosti je málo rentabilní, neboť klesají výkony na soustředovací prostředky, a tím stoupají náklady na jednotku vyrobeného dřeva.

Stroje Logma T 310 a Volvo 900 jsou většinou nasazovány do porostů postižených kalamitou, kde dochází automaticky k soustředění těžeb na velkých plochách. Několik pokusů na LZ Žatec i jinde však prokázalo, že tyto stroje mají velkou výkonnost i při zpracování těžeb v pruzích s koncentrací pouze 200—300 m³ dřeva. Nutností je však soustředění více pruhů např. o počtu 5—10 v okruhu 1—2 km. Pro tyto stroje není totiž problémem přemístit se na vzdálenost 1 km za ½ hodiny, což nesnižuje pronikavě rentabilnost provozu (náklady na provoz 1 hodiny jsou přibližně 700 Kčs).

Koncentrovanost samozřejmě usnadňuje řízení těžebních prací jak samotných procesorů, tak navazujících operací. Je však zkreslováním vlastností těchto strojů, je-li tvrzeno, že s nimi nelze pracovat jinak než ve velkopasečném hospodářství. Jejich uplatnění v maloplošném hospodaření však vyžaduje vysoce organizovaný systém, který je pochopitelně citlivý na výkyvy a chyby v řízení. Tyto nároky jsou tím vyšší, čím jsou těžby méně koncentrovány.

Nutno upozornit, že vysoce komplikované a nákladné těžební stroje nejsou kritizovány jen u nás. Tak Erickson na symposiu při výstavě Interforst v Mnichově 1978 ve svém příspěvku sdělil, že v USA existuje hodnocení technologií z hlediska složitosti strojů a že při ekonomickém

vyhodnocování vychází nejprůzlivěji tzv. střední technika. Osou této střední techniky jsou speciální lesní traktory a různé adaptéry střední složitosti.

Je pozoruhodné, že i v severských zemích se vedle složitých systémů začínají objevovat stále více reprezentanti tzv. střední techniky a jejich relativní jednoduchost je vyzvedávána a je ústředním bodem jejich komerční propagace. V literatuře i na trhu se objevují jednoduché stroje typu Morin, Astfix, Stripper I a II, Astab atd.

Již při prvních aplikacích složitých odvětvovacích strojů u nás byly vedle jejich předností zřejmě některé nevýhody. Např. prakticky nebyly vhodné pro stromy s větším objemem než $1,5 \text{ m}^3$. Výjimkou byl Limbac 85-75, avšak ten má jiné problémy. Je sice pravdou, že průměrný objem v mýtních porostech je u nás pouze $0,80 \text{ m}^3$, avšak v porostu s tímto průměrným objemem se běžně vyskytují jedinci o objemu až $2,5 \text{ m}^3$. Z inventarizace je zřejmé, že u smrku je 25 % těžných stromů objemnějších než $1,75 \text{ m}^3$. Praktickým faktem zůstává, že pro Logma T 310 i pro Volvo 900 se na většině podnikových ředitelství obtížně vyhledávají porosty s odpovídajícím objemem stromů a sami výrobci varovali před trvalým nasazením v porostech s větším objemem kmenů.

U systému Volvo 900 vyrábějícího 6m výřezy se projevovaly problémy s následnými operacemi a s odbytem.

Ceny nabízených strojů ze zahraničí jsou, jak již bylo naznačeno, velké a často neodpovídají skutečné hodnotě, proto rentabilita nasazení je často problematická. Nicméně dosud nedorozšířené problémy ceny lidské práce a hodnoty ušetřených pracovních sil ekonomické hodnocení zkreslují.

V zahraničí se sice tyto stroje používají i v horách, ale s velkými problémy. Za této situace vznikla otázka, jak vyřešit strojní odvětvování vlastními silami.

NÁVRH ŘEŠENÍ

Bylo jasné, že problém nutno rozdělit na řešení pro předmýtní a mýtní těžby. Stroje pro předmýtní těžby pracují v zapojených porostech s malými tloušťkami kmenů. Stroje do mýtních těžeb mají větší prostorové možnosti, avšak zpracovávají stromy větších rozměrů.

Pracovní kolektiv na VS Křtiny zvážil celou situaci a pokusil se pro mýtné těžby o řešení, které by odpovídalo našemu středoevropskému lesnímu hospodářství, charakterizovanému větším objemem stromů, členitým terénem s často příkrými svahy, horami a těžbami, které jsou na jednotlivých plochách relativně malé. Jde většinou o pruhy s šířkou rovnající se jedné nebo dvěma výškám stromů. Za podstatné pak se považovalo to, aby systém navazoval zcela na dosavadní zvyklosti již zaběhnuté organizace a aby náročnost nepřevyšovala dosavadní úroveň. Pokud se týče složitosti, měl mít systém tzv. střední úroveň mechanizace s tím, že bude sloužit jako mezistupeň strojního odvětvování, aby v období, kdy bude k dispozici hospodárný systém vyšší úrovně, se dalo na něj bez obtíží přejít.

Při vytváření koncepce se vycházelo z toho, že nejlépe se u nás osvědčují speciální lesní traktory LKT 80 a univerzální traktory. Nemálo

přispělo i to, že byl vyvinut výkyvný drapákový závěs na traktory Z 12045 a rádiové ovládání. Nejvýhodnější byla alternativa, při které by soustředovací traktor během pojezdu na soustředovací dráze odstranil ze stromu větve. Byly známy výsledky pokusů norského výzkumného ústavu ve Vollebekk (T a r a l d r u d 1972), pokusů na VS Křtiny v probírkách a konečně hromadných odvětvovacích strojů Morin (Kanada) a LO 25 a LO 27 (SSSR), avšak bylo zřejmé z méně úspěšných zkoušek, že jejich řešení nevyhovuje hledanému účelu a že je nutný jiný princip.

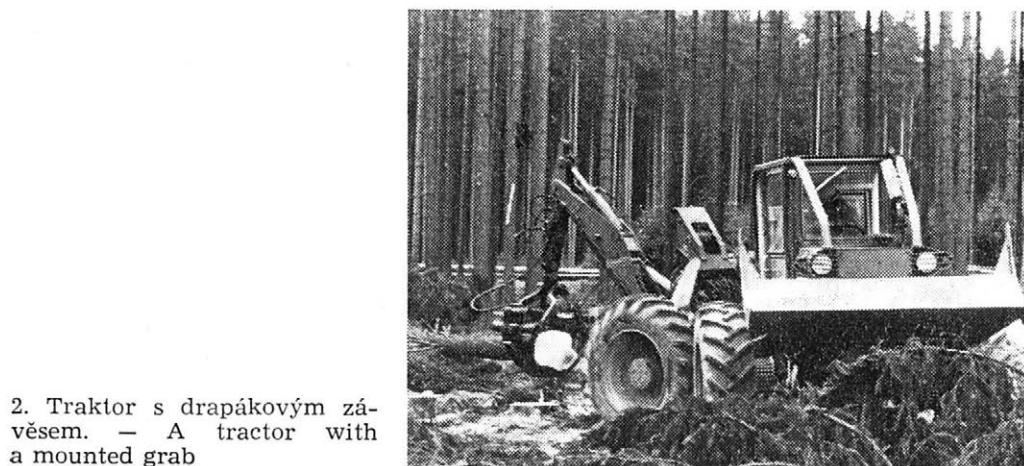
Z analýzy potřeb a zařazení do cyklu technologie vzešel návrh na odvětvovací jednotku POS, později nazvanou OV P-1.

POPIS OV P-1

Základní stroj se skládá z podstavce ve tvaru nízké stoličky se šikmými nohama. V hlavní desce stoličky je horizontálně i vertikálně otočně uchycen nosník, který na přední straně je opatřen nožovou a na druhé straně vodicí hlavici. Nožová hlavice se skládá ze 4 pohyblivých a 1 pevného nože. Vodicí hlavice se skládá ze dvou pohyblivých a jednoho vodícího válce.



1. Odvětvování stromu v OV P-1. — Tree trimming with the OV P-1 machine



2. Traktor s drapákovým závěsem. — A tractor with a mounted grab

I. Přehled spotřeby času při odvětvování OV P-1 LKT 80D a Z 8045 s drapákem dohromady. — A survey of time consumption in the course of trimming with the machines OV P-1, LKT 80D and Z 8045 with a grab

Datum			Objem (m ³)					Počet stromů	Množství dřeva (m ³)	Ø objem (m ³)	Čas práce jednotk. (min)		
			do 0,50	0,55-1,00	1,05-1,50	1,55-2,00	2,05-+				SA	TA1/m ³	TA1/strom
20. 1.	počet zprac. stromů		8	9	17	9	4	47	51,5	1,22	309,1	5,38	1,58
	z toho	zakřivené	1	4	7	2	2	16	21,1	1,32	—	—	—
		dvojáky	1	—	3	1	—	5	5,8	1,16	—	—	—
24. 1.	počet zprac. stromů		7	34	27	8	4	80	88,0	1,10	481,7	5,47	6,02
	z toho	zakřivené	—	6	8	—	—	14	15,1	1,08	—	—	—
		dvojáky	—	—	2	1	1	4	6,6	1,65	—	—	—
25. 1.	počet zprac. stromů		6	28	18	8	2	62	66,2	1,07	366,7	5,54	5,91
	z toho	zakřivené	2	6	1	3	—	12	12,8	1,07	—	—	—
		dvojáky	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sa	počet zprac. stromů		21	71	62	25	10	189	211,7	1,12	1157,5	5,47	6,12
	z toho	zakřivené	3	16	16	5	2	42	49,0	1,17	—	—	—
		dvojáky	1	—	5	2	1	9	12,4	1,38	—	—	—

V základní poloze jsou nožové i vodící hlavice shora otevřeny a je možné do nich vložit strom. V místě vkládání (asi 4 m od oddenku) může mít strom tloušťku 50 cm. Pohyby nožů i vodících válců jsou řízeny hydraulickými válci přes společnou sekci hydraulického rozvaděče uváděného v činnost servosystémem rádiové přijímací stanice.

Servosystém je umístěn v traktoru-nosiči, který nese odvětvovací stolicí na tříbodovém závěsu a může stroj takto i snadno přepravovat. Při uložení na pracovišti se stolice ukotví stavitelnou vzpěrou, kotevními jehlami nebo lanem. Jako nosiči se osvědčili běžně univerzální traktory.

Druhou základní částí systému je traktor s drapákovým závěsem. Musí splňovat tyto předpoklady: zdvih spodní hrany čela stromu do výšky 1,70 m, minimální nosnost při tomto zdvihu 15 000 N. V pohotovostní poloze musí mít tažnou sílu minimálně 30 000 N. U adaptace na univerzální traktory musí mít drapák boční výkyv 24°. Výkon traktoru by měl být minimálně 42 kW, lépe 70 kW. Z uvedeného je zřejmé, že řada vyráběných drapákových traktorů těmto požadavkům vyhovuje, proto je systém snadno použitelný.

Při funkčním ověřování v roce 1976 se ukázalo, že řešení je životaschopné a že splňuje požadavky na ně kladené, zejména se projevila vysoká přizpůsobivost pro maloplošné lesní hospodářství a k navazujícím technologickým operacím, které mohly být zcela převzaty z dosavadní praxe. Byly vysloveny názory o velké adaptační schopnosti pro různé směnové výkony podle navazujících strojů, a tím i vytvoření alternativ s relativně malou výkonností již od 40 m³ za směnu. To zmenšuje organizační nároky a napětí při plánování i při vlastním provozu prostředku. Na druhé straně není překážkou, aby sdružováním dvou protahovacích traktorů k jednomu odvětvovacímu stroji byla dosahována výkonnost přesahující 100–140 stromů za směnu, což podle jejich objemu může reprezentovat výkonnost značně přesahující 100 m³ za směnu a to již zařazuje systém mezi velkokapacitní.

Návrh technologií, který předcházел vytvoření stroje, má řadu nových dosud nepoužitých prvků. Jelikož systém vykazuje řadu původních myšlenek, bylo na vlastní odvětvovací stroj i výkyvný drapák uděleno autorské osvědčení v ČSSR, dále byly podány přihlášky do 8 států, z nichž byly v USA, Kanadě a Rakousku uděleny řešitelům patenty.



3. Odvětvovací stroj EA 60 v NDR. — Debranching machine EA 60 in the GDR

O systém je mezinárodní zájem. Vlastní odvětvovací stroj byl převzat v NDR, kde již bylo v roce 1978 vyrobeno 60 souprav pod značkou EA 60 a s velkým úspěchem nasazeno (obr. 3). V NDR byla provedena rozsáhlá měření a technologické závěry, které s ohledem na vysokou organizační schopnost lesníků v NDR mají pro nás velký význam.

VÝSLEDKY DOSAŽENÉ NAVRHOVANOU METODOU

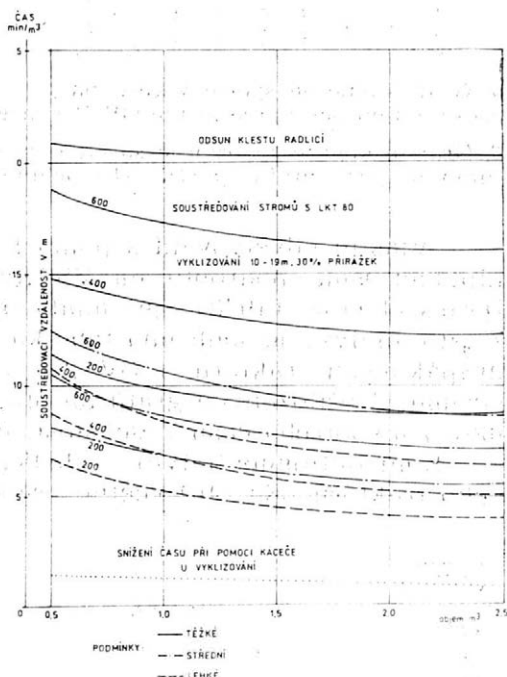
Při výrobě sortimentů uložených na odvozním místě rozeznáváme u lehkých integrovaných technologií s OV P-1 tyto operace: kácení, soustředění, odvětvění a uložení, manipulaci.

Nejvíce měření a podkladů jsme získali z postupů, kdy stromy byly těženy jedním dřevorubcem s JMP, soustřeďování provedeno řidičem a LKT 80 (úvazkový), odvětvováním s LKT 80D s dalším řidičem a manipulace čtvrtým pracovníkem s JMP. Z analýzy této skupiny lze odvodit i výhody pro práci jiných sestav.

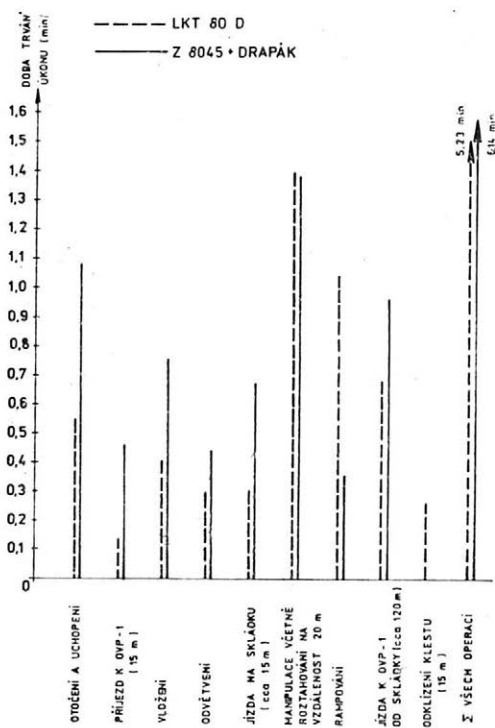
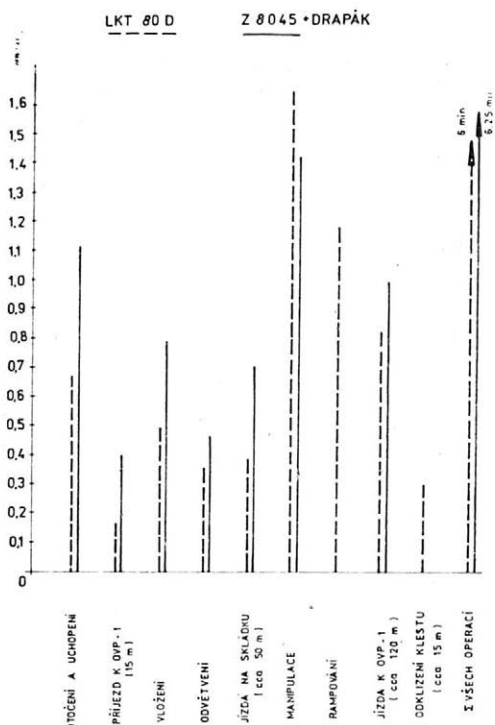
Kácení dřevorubcem je dáno výkonovými normami. Vyjdeme-li z nich a konfrontujeme s našimi orientačními měřeními a s údaji Becka (1978) z NDR je zřejmé, že v průměrných podmínkách může dřevorubec zmýtit za směnu při $\emptyset$ objemu kmene 1 m^3 u smrku $90\text{--}100 \text{ m}^3$.

Relativně nejméně zkušeností je se soustřeďováním stromů. Všeobecně se uvádí, že výkonnost soustřeďovacích prostředků klesá při stromové metodě o 30 %. Na druhé straně u postupu s OV P-1 odpadá pomoc při manipulaci a rampování.

Velmi podrobně bylo soustřeďování celých stromů analyzováno v NDR Beckem (1978). Z jeho práce uvádíme graf na obr. 4. Z tohoto materiálu je zřejmé, že za průměrných podmínek (600 m soustřeďovací vzdálenost) lze soustřeďit s LKT 80 za směnu $45\text{--}50 \text{ m}^3$, což je podstatně méně než teoretická možnost káceče. Koruny stromů zvyšují značně vlečný odpor, proto soustřeďování po rovině nebo proti svahu do 5 % je doporučitelné jen na krátké vzdálenosti. Soustřeďování do protisvahu 5–10 % doporučujeme jen výjimečně a nad tento sklon nepracujeme antigravitačně vůbec (kromě lanové dráhy VLn). Za vhodných podmínek soustřeďování po svahu dolů na svazích o sklonu 20–40 % brzdí koruny stromů náklad, urychlují soustřeďování a činí ho bezpečnějším.



4. Graf spotřeby času pro soustřeďování stromu u EA 60 dle Becka. — A graph of time consumption of tree skidding with the EA 60 machine after Beck

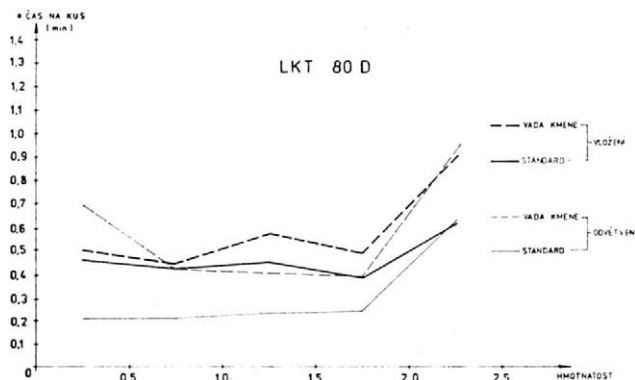


5. Graf průměrné spotřeby času na 1 strom u OV P-1. — A graph of average time consumption per 1 tree in the OV P-1 machine

6. Graf průměrné spotřeby času na 1 m³ u OV P-1. — A graph of average time consumption per 1 m³ in the OV P-1 machine

Vlastní odvětvování s pomocí řidiče LKT 80D nebo Z 8045 při manipulaci jsme podrobili na VS Křtiny sledování. V závěrečné zprávě Dresslera [1978] je analyzováno měření konané Michlem. Z této analýzy je souhrnná tabulka I, ze které jsou zřejmé časy na práci drapákových traktorů u OV P-1 s ohledem na různé objemy a vady stromů. Z přiložených grafů na obr. 5—7 jsou zřejmé časy na jednotlivé úkony a spotřeba času v závislosti na objemu a vadách tvaru kmene.

Konfrontujeme-li tyto výsledky s tabulkou spotřeby času drapákového traktoru LKT 80D včetně práce na skládce (tedy při zcela totožné



7. Graf průměrné spotřeby času na 1 strom. — A graph of average time consumption per 1 tree

struktury úkonů] podle Becka (1978), vidíme, že výsledky jsou velmi podobné. V měřeních z NDR vychází nejprůzračněji objem 0,5 m³.

Tabulka spotřeby času na odvětvování u EA 60 podle Becka :

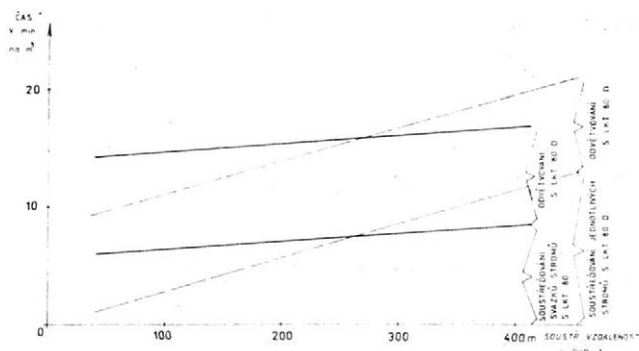
objem v m ³	čas v minutách	
	na strom	na m ³
0,5	5,5	11,0
1,0	6,3	6,3
1,5	6,7	4,5
2,0	7,0	3,5

Naše zkušenosti se shodují se zkušenostmi v NDR, že je možná výkonnost 50 stromů za směnu a není výjimkou výkonnost 60—70 kmenů za směnu. Při menších objemech byla zaznamenána výkonnost více než 100 kmenů za směnu.

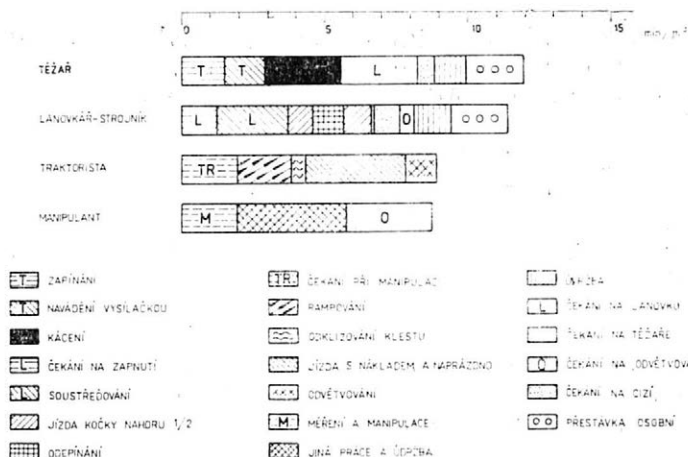
Směnová výkonnost 60 m³ je při objemu 1 m³ možná. Je pravděpodobné, že při zlepšení tažného prostředku se výkonnost zvýší. Podle měření u komplexních čet na VS Křtiny bylo ověřeno, že při počtu 5 sortimentů (jen s malým podílem 1m špalků) lze na skládce při rozřezu dosáhnout při jednom pracovníkovi výkonnosti 70—80 m³.

Nejužším profilem je tedy soustředovací traktor. Výkonnost celé skupiny lze zvýšit těžším soustředovacím traktorem (LKT 120A nebo B). Rovněž je možno posoudit variantu s dvoučlennou četou. Dřevorubec může zcela nepochybně zmýtit a rozmanipulovat 40 m³. Z měření však vyplývá, že při vzdálenosti 600 m nelze počítat více než 30 m³ na soustředění a odvětvování 1 traktorem. Zajímavý problém, kdy se vyplatí pracovat se dvěma LKT 80D se zajištěním s 1 stromem proti základní technologii, řeší graf na obr. 8.

8. Diagram zlomu pro práci traktoru LKT 80D a kombinaci. — A diagram for operation of the LKT 80D tractor and the combination



Jelikož se stále více prosazuje kombinace OV P-1 s lanovou drahou navržená autorem (1976), uvádíme i diagram spotřeby práce na 1 m³ u jednotlivých členů čtyři (obr. 9). Měření je pořízeno při zahájení provozu, nyní se dosahuje lepších časů. Nicméně je dán obraz o zatížení jednotlivých členů. Těžař stačí bez problému zavěšovat náklad a ovládat hovorovou vysílačku. Časově nejzatíženějším mužem je lanovkář, který však nevykonává fyzicky obtížnou práci. Nejméně je zatížen manipulující dělník. Doporučuje se střídát oba pracující s JMP nebo lépe celou posádku, což je provedeno u LZ Loučná, kde je dlouhodobě dosahována měsíční výkonnost nad 800 m³.



9. Struktura práce čtyř vybavené lanovkou a OV P-1. — Labor structure of a crew operating the cableway and the OV P-1 machine

Ze zkušeností z prvních let provozu odvětvovacího stroje OV P-1 vyplynulo, že je hospodárné jej zavádět při průměrných objemech nad 0,70 m³. Je pozoruhodné, že některé zkušenosti z roku 1978 a zejména 1979 na LZ Kaplice tento názor překonávají. U posádek s vysokým stupněm organizace bylo dosaženo měsíční výkonnosti okolo 900 m³ (což odpovídá denní výkonnosti 45 m³) v čtyřčlenné skupině vybavené jedním LKT 80D při objemu kmene 0,40 m³.

Závažnou otázkou je kvalita odvětvení. Až dosud jsou ke kvalitě odvětvení určené délkou pahýlů (suků) větví jen výjimečně negativní připomínky. Na VS Křtiny jsme konali měření kvality, kterou lze označit za uspokojivou, s těmito výsledky:

délky suků, četnost

kmen	0 mm		1–5 mm		6–10 mm		11–20 mm		oprava suků JMP	poznámka
číslo	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%		
1	20	15	87	65	26	20	—	—	2	7 suků s otřepy dlouhými 5 cm 3 suky s otřepy dlouhými 4 cm
2	31	37	42	49	10	12	—	—		
3	27	31	37	43	19	22	4	4		
4	29	29	45	45	24	24	1	1		

kmen	velikost suků v mm		Ø suků v mm	
číslo	do 10	11–20	21–30	31–40
1	12	69	42	10
2	30	47	8	—
3	23	44	15	5
4	26	52	18	4

Kmen č. 1: smrk, objem kmene 1,2 m³, okrajový strom, celkem naměřeno 133 suků;

Kmen č. 2: smrk, objem kmene 0,70 m³, strom z nitra porostu, naměřeno 85 suků;

Kmen č. 3: smrk, objem kmene 0,90 m³, strom z nitra porostu, naměřeno 87 suků;

Kmen č. 4: smrk, objem kmene 1,10 m³, strom z volnějšího zápoje, naměřeno 100 suků.

VÝHLEDY DALŠÍHO ROZVOJE NAVRHOVANÝCH TECHNOLOGIÍ

Lehké integrované technologie se budou vylepšovat drobnějšími úpravami, a to zavedením OV P-2 s vlastním motorem a novou geometrií nožů. OV P-2 svými menšími rozměry dovolí snadné umístění na horských cestách.

Podstatný přínos přinese při zvýšení produktivity práce vybavení celého systému kácecím protahovacím strojem. Jde o koncepčně nový stroj, jenž je zahrnut i v původních patentních přihláškách a úvodních studiích publikovaných Dresslerem [1976].

Základní myšlenka je vybavení těžšího typu traktoru LKT [120] speciálním ramenem s kácecí hlavicí. Předpokladem pak bude umístění OV P-1 v porostu, a to do vzdálenosti 50–70 m od místa kácení. Odvětvené kmeny by se hromadily pro další soustřeďování.

Vychází se z těchto předpokladových časů na 1 strom:

jízda na prázdko (cca 150 m)	1,5 min
otočení, uchopení, zmýcení	1,2 min
jízda k odvětvovači (50 m)	0,5 min
odvětvení	0,4 min
uložení	0,7 min
celkem	4,3 min

Směnovou výkonnost lze odhadnout na 70–80 m³ při 6 hodinách efektivní práce.

Celý postup by vyhlížel teoreticky tak, že by káčeč, odvětvovač, najížděl ke stromům na dosah ramene a zmýtil by je pokud možno ve směru podélné osy od sebe. Předpokládá se mýcení do stěny porostu. Zavěšování nebude na závalu, neboť po mýcení se kácecí hlavice uvolní pohybově v závěsu a traktor vytáhne strom z porostu. Předpokládá se tažení na krátkou vzdálenost k odvětvovacímu stroji, protažení a uložení do hromady. Při tom bude možno třídit dřeviny i dimenze, např. stromy určené pro CMS a jiné určené pro manipulaci v lese. Z takto připravených hromad v porostu lze soustřeďovat na skládky a manipulovat podle dosavadních zvyklostí buď na OM, nebo CMS. Nahromaděné kmeny bude výhodné soustřeďovat bezúvazkově.

Největším přínosem této komplexně mechanizované technologie je snížení pracnosti, která činí od zmýcení po uložení celých kmenů na OM pouze 0,21 h na m³ proti základní technologii se soustřeďovacím a protahovacím traktorem 0,39 h na m³ nebo proti současnému stavu při motomanuální práci s JMP a soustřeďování s LKT 80 1,42 h na m³. Pracnost zahrnuje i úklid klestu.

Jedním z tíživých problémů současné mechanizace je ekonomika strojního kácení. U specializovaných nákladných kácecích strojů vycházejí i při vysoké výkonnosti náklady na kácení 1 m³ několikanásobně vyšší než motomanuální metodou. V zahraničí se zavádí zejména pro nedostatek pracovníků a z důvodů odstranění práce s nejvyšším podílem smrtelných úrazů.

Navrhovaná technologie má tu přednost, že spojuje kácení, odvětvování i hromadění v jeden cyklus, a tím umožňuje vyšší hospodárnost.

Ke všem technologickým variantám nutno podotknout, že systém dovoluje výhodně manipulaci na OM, avšak z rozboru dílčích časů na od-

větvení 1 stromu (6 min) je zřejmé, že manipulace s rampováním zabírají 2,5 min, což je 40 % veškerého času. Je nepochybné, že odvětvování by při prostém ukládání surových kmenů do hromad přineslo velké zvýšení výkonnosti. Manipulaci by pak bylo nutno přesunout na CMS.

Došlo dne 5. 7. 1979

Literatura

1. BECK, W.: Zum Einsatz der Entastungsmaschine EA 60 in der Baumart Fichte in den StFM der DDR. Sozialistische Forstwirtschaft 28, 1978, č. 10, s. 296-299
2. BERGGRUND, O.: Development from manual to mechanised logging methods. Symposium on multipurpose logging machines, 1975, s. 1-11
3. BAGAJEV, H. G.: Vstrečaja parnyjnyj sjezd. Lesnaja promyšlenost, 1976, č. 2, s. 1-3
4. DRESSLER, M.: Těžební postupy v mýtních těžbách s jednoduchým odvětvovacím strojem. Lesnická práce, 1976, č. 6, s. 254-262
5. DRESSLER, M.: Odvětvování jehličnatých mýtních stromů na bázi kolového traktoru. Závěrečná zpráva VÚLHM Jíloviště, 1978, s. 253
6. GEITNER, H.: Technologische Schlußfolgerungen aus den Erfahrungen beim Einsatz der EA 60 im StFB Schleiz. Soz. Forstwirtschaft, 28, 1978, s. 299
7. HÄBERLE, A.: Die Stehendbearbeitung von Durchforstungshölzern der Fichte in Systemvergleich. Allg. Forstzeitschrift, 28, 1973, č. 28, s. 675-681
8. CHRISTOV, S. — STATKOV, N.: Optimalna gustota na gorskoptnata mreža v NRB. 1978, Zemizdat, Sofia
9. PESTAL, E.: Mechanisierungsphasen der Holzernte. Allg. Forstzeitschrift, 1972, č. 46, s. 3
10. TARALDRUD, H.: Maskinell kvisting ved tynningsdrifter. Drivsteknisk rapport, 1972, č. 11, s. 409-421

ДРЕССЛЕР, М. (Výzkumná stanice VÚLHM, Křtiny u Brna). Новые высокомеханизированные технологии в главных рубках, пригодные для маломасштабных лесохозяйств. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 345-358.

Импортированные из северных стран машины хорошо себя оправдали в еловых и сосновых насаждениях невысоких бонитетов, но в ряде насаждений высоких бонитетов они себя не оправдали. С учетом малой масштабности наших лесохозяйств и крупного объема и толщины как стволов, так и ветвей, на станции Кржтины созданы новый способ рубок и новый сучкорез, который уже получил патенты в ЧССР, США, Канаде и Австрии. Также новый способ вызывает интерес, в ГДР, напр., он перенят под обозначением EA 60 и вывезен в Австрию. Преимущество системы усматривается в большой ее приспособленности как к рельефным условиям, так и к комбинациям с агрегированными устройствами. Благодаря своему легкому агрегированию и с тракторной, и с канатной трелевкой, система универсальна для всех видов рельефа, причем заметно повышает производительность труда и позволяет намечать дальнейшее ее развитие с помощью лесовалочной ленточной машины, что позволит осуществлять комплексную машинную лесозаготовку. Система пригодна именно для маломасштабных способов лесохозяйствования, так как не требует крупных концентраций рубок, но годится и для концентрированных. Ее можно отнести к весьма экономным, т. е. среднемеханизированным, технологиям.

лесотехника; сучкорезы; лесорубки

DRESSLER, M. (Výzkumná stanice VÚLHM, Křtiny u Brna). *New Highly Mechanized Technologies of Final Felling Applicable to the Small-scale Forest Management*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 345-358.

Machines imported from Scandinavian countries have proved suitable in spruce and pine stands of lower site classes. However, they cannot be used in forest stands of higher site classes. With regard to the small-scale management in this country and to the greater volume of trunks and diameters of branches, at the Křtiny Research Station a logging technology was proposed including a new original de-

branching machine, which is evident from registered patents in the CSSR, USA, Canada and Austria. This logging technology is paid attention abroad as well; it was adopted in the German Democratic Republic under designation EA 60 and it was also exported to Austria. The advantage of this technology is that it can be easily adjusted to the conditions of the terrain, and to different combinations according to the machines used in succession. As it can be applied with advantage after tractor skidding and cableway logging, it is usable in general on all types of the terrain. Applying this technology, labor productivity is highly increased; this technology might be complemented with a harvester and processor, which will establish the complex mechanized logging. The technology can be used with success in the small-scale forest management because it does not require large concentrated loggings, on the other hand it may be used in the course of large concentrated loggings. The technology is a very economical, i. e. medium mechanized procedure.

forest machinery; debranching machines; forest exploitation

DRESSLER, M. (Výzkumná stanice VÚLHM, Křtiny u Brna). *Neue hochmechanisierte und für Kleinflächenwirtschaft geeignete Technologien in Endnutzungen*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 345-358.

Die aus den skandinavischen Ländern importierten Maschinen haben sich in Fichten- und Kiefernbeständen niedrigerer Bonitäten bewährt. In einer Reihe von Beständen höherer Bonitäten entsprechen sie jedoch nicht den Anforderungen. Mit Rücksicht auf die Kleinflächenwirtschaft bei uns und auf das höhere Volumen der Stämme und die Dicke der Äste wurde in der Versuchsstation Křtiny ein Nutzungsverfahren mit einer neuen originellen Entastungsmaschine entwickelt, wofür die bereits die in der CSSR, den USA, Kanada und Österreich erteilten Patente zeugen. Für das Verfahren gibt es internationales Interesse, da es in der DDR unter der Bezeichnung EA 60 übernommen und nach Österreich exportiert wurde. Den Vorzug des Systems stellt die große Anpassungsfähigkeit sowohl den Geländebedingungen, als auch verschiedenen Kombinationen der anschließenden Maschinen dar. Durch die Tatsache, daß es in vorteilhafter Weise sowohl auf Schlepper-, als auch auf Seilbahnrücken anknüpft ist es universell für alle Geländetypen. Es bringt eine bedeutende Erhöhung der Arbeitsproduktivität mit sich und hat Voraussetzungen für Weiterentwicklung mit Hilfe der Fällungs- und Durchziehmaschine, wodurch die maschinelle Nutzung auf komplexe Weise gelöst wird. Seinen großen Vorzug stellt die Anwendbarkeit in kleinflächiger Wirtschaft dar, da es keine großen Nutzungskonzentrationen erfordert, während es andererseits auch in konzentrierten Nutzungen Verwendung finden kann. Das System gehört zu den sehr wirtschaftlichen, d. h. mittelmäßig mechanisierten Technologien.

forstliche Technik; Entastungsmaschinen; Forstnutzung

DRESSLER, M. (Výzkumná stanice VÚLHM, Křtiny u Brna). *Des technologies nouvelles, hautement mécanisées pour les exploitations de régénération, convenables au traitement par petites surfaces*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 345-358.

Les machines importées des pays du Nord ont fait leurs preuves dans les peuplements de pin de qualité inférieure. Dans un bon nombre de peuplements de qualité supérieure elles ne sont pas cependant satisfaisantes. Compte tenu du traitement par petites surfaces chez nous et du volume plus grand des tiges et de l'épaisseur des branches, on a proposé dans la Station de recherches Křtiny un procédé nouveau d'exploitation, y compris la machine originale nouvelle à ébrancher, dont témoignent des brevets déjà délivrés en Tchécoslovaquie, aux Etats-Unis, au Canada et en Autriche. Ce procédé a également suscité l'intérêt international, car il a été reçu dans la République démocratique allemande sous la désignation EA 60 et a été exporté en Autriche. L'avantage du système consiste dans une grande adaptabilité aussi bien aux conditions de terrain qu'aux combinaisons diverses avec les machines succédantes. Du fait qu'il s'attache avantageusement au débardage par tracteur et par câble il devient universel pour tous les types de terrain. Il apporte une augmentation importante de la productivité du travail, accusant aussi des possibilités d'un développement ultérieur à l'aide de la machine d'abattage et d'ébranchement par traction, ce qui pourra résoudre la question d'exploitation mécanique complexe. Son grand avantage réside dans son applicabilité au mode de traitement par petites

parcelles, car il n'exige pas une grande concentration des coupes, mais d'autre part il est possible de l'utiliser aussi en cas de coupes concentrées. On range ce système parmi les plus économiques, à savoir parmi les technologies moyennement mécanisées. technique forestière; ébrancheuses; exploitation forestière

Adresa autora:

Ing. Mirko Dressler, CSc., Výzkumná stanice VÚLHM, 679 05 Křtiny u Brna

MERANIE PRIEMERU, KRIVOSTI A DĹŽKY LISTNATÝCH KMEŇOV NA MANIPULAČNÝCH LINKÁCH HLAVNÝCH SKLADOV

J. Tuhársky

TUHÁRSKY, J. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Meranie priemeru, krivosti a dĺžky listnatých kmeňov na manipulačných linkách hlavných skladov*. Lesníctví, 26, 1980 (4) : 359-371.

V článku sa rozoberá problematika merania priemeru, krivosti a dĺžky — hlavne listnatých drevín — pri manipulácii na hlavných skladoch. Sú načrtnuté princípy niektorých zahraničných a našich snímačov. Rozvádza sa súčasný stav merania rozmerových parametrov v súvislosti s príčinami nepoužívania existujúcich snímačov. Rozvádza sa problematika použitia dotkových snímačov. Je popísaný princíp navrhnutého dotkového snímača priemerov krivosti a dĺžky. Popísané sú spôsoby merania priemeru navrhnutým snímačom. Ďalej je popísané meranie krivosti aj s návrhom algoritmu pre tento účel a meranie dĺžky. Uvádzajú sa tiež výsledky merania priemeru získané na modeli navrhnutého snímača.

sklady dreva; manipulačné linky; meranie dreva

Listnaté dreviny zaujímajú významný podiel v rámci celého lesníctva v ČSSR. Základným predstaviteľom listnatých drevín u nás je buk. Ťažba buka predstavuje v posledných rokoch viac ako 60 % ťažby všetkých listnáčov (Krútel F. a kol. 1977). V súčasnosti sa z celkového vyťaženeého množstva spracuje viac ako jedna tretina na hlavných manipulačných skladoch a predpokladá sa, že tento trend ostane zachovaný aj v budúcnosti. Na spracovanie takéhoto množstva guľatiny je potrebné primerané strojno-technologické vybavenie skladov, ktoré dáva predpoklady pre vysokú výkonnosť manipulácie pri optimálnom výbere sortimentov zo surového kmeňa. Medzi zariadenia, ktoré značnou mierou ovplyvňujú výkonnosť a najmä optimalizáciu krátenia na manipulačných linkách patria snímače rozmerových, prípadne kvalitatívnych parametrov kmeňov.

POŽIADAVKY PRE HOSPODÁRNU MANIPULÁCIU KMEŇOV NA SKLADOCH

Na skladoch dreva sa surové kmene, ktoré sa sem dovážajú priamo z ťažobného procesu, manipulujú na sortimenty. Manipulácia sa vykonáva buď ručne, alebo na manipulačných linkách.

Z požiadavky komplexného využitia drevnej suroviny vyplýva nutnosť manipulovať s kmeňmi tak, aby výrezy mali optimálne vlastnosti

pre príslušný spôsob spracovania. Tieto vlastnosti sú jednak rozmerové, jednak kvalitatívne a sú udané obvykle limitnými požiadavkami a vadami dreva pre jednotlivé druhy výrezov. Tento prvotný zásah do pôvodného surového kmeňa na základe rozlišovania kvalitatívnych a rozmerových znakov suroviny je jedna z rozhodujúcich výrobných fáz racionálneho spracovania dreva. Manipulácia kmeňov je najťažšou a veľmi komplikovanou výrobnou operáciou. Od správnej manipulácie a príslušnej sortimentácie závisí efektívnosť využitia drevnej suroviny.

Literatúrou uvádzané hlavné požiadavky pre hospodárnu manipuláciu sú: stanovenie pevných bodov pre dĺžkové delenie kmeňov; dostatočujúca zásoba guľatiny; manipulačný priestor; znalosť výrobného predpisu; odbornosť a kvalifikácia manipulantov.

Na stanovenie pevných bodov pre dĺžkové delenie kmeňa potrebuje manipulant súbor informácií o kmeni, na základe ktorých sa rozhoduje o optimálnom výbere požadovaných sortimentov z príslušného kmeňa.

Medzi základné informácie o kmeni z hľadiska jeho rozmanipulovania patria údaje o priemere, dĺžke, krivosti a chybách, resp. o ich veľkosti a rozmiestnení na kmeni. Znalosť priemeru kmeňa pri manipulácii je nezbytná a z hľadiska optimálneho rozmanipulovania na sortimenty najdôležitejšia.

SNÍMANIE PRIEMEROV — SÚČASNÝ STAV

Údaje o rozmeroch kmeňa (priemer, dĺžka) sa získavajú buď ručným meraním, alebo pomocou príslušných zariadení. Kvalitatívne údaje získava manipulant vizuálne. Krivosť sa meria buď ručne, alebo sa odhaduje.

Priemery kmeňov sa na našich skladoch v súčasnosti merajú takmer výlučne ručne aj napriek tomu, že dnes už existuje viac typov snímačov priemeru (tak v zahraničí, ako aj u nás). Väčšina nám známych snímačov pracuje na princípe snímání tieňa vrhaného kmeňom prechádzajúcim buď priečnym, alebo pozdĺžnym dopravníkom, čiže sú to snímače bezdotykové. Systémy bezdotykových snímačov môžeme v zásade rozdeliť podľa charakteru lúčov používaných pri snímaní tieňa na systémy s rovnobežným zobrazením a systémy so zobrazením z bodu.

Takmer všetky v zahraničí vyrábané systémy patria do prvej skupiny. Snímače vyvinuté u nás patria do druhej skupiny (Hrúz B. a kol. 1973).

Zo zahraničných snímačov sú známejšie snímače firmy Rema-Elektronic (Švédsko), pri ktorých je výber rovnobežných lúčov zabezpečený systémom parabolického zrkadla, v ohnisku ktorého je umiestnené rotujúce zrkadielko. Toto zrkadielko postupne odráža jednotlivé body parabolického zrkadla, tvoriace priamku kolmú na os snímaného kmeňa, na fotobunku. Kombináciou signálu z fotobunky a impulzov z generátora synchronizovaného otáčkami motora sa získava séria impulzov úmerná priemeru kmeňa.

Na podobnom princípe pracuje meracie zariadenie firmy Reliste (Rakúsko). Svetlo žiarovky upravené príslušnou optikou sa cez polopriepustné zrkadlo dostáva na rotujúci hranol, umiestnený v ohnisku parabolického zrkadla. Rotujúci hranol odráža a rozmieta svetelné lúče po

parabolickom zrkadle v smere kolmom na os kmeňa. Zväzok lúčov z parabolického zrkadla dopadá na autokolimátor, ktorý odráža všetky dopadajúce lúče v rovnakom smere späť. Odrazené lúče sa dostanú cez parabolické zrkadlo a rotujúci hranol na polopriepustné zrkadlo, ktoré ich odrazí na fotobunku. Podobne ako pri predošlom princípe dostávame sériu impulzov úmernú priemeru kmeňa.

Medzi najnovšie zariadenia na snímanie priemerov patrí snímač firmy A. Elektronikka KY (Fínsko). Na meranie sa využívajú laserové lúče dopadajúce na rotujúci hranol, ktorý ich rozmieta do meraného priestoru. Dvojica špeciálnych zrkadiel po úsekoch aproximujúcich parabolu, odráža tieto lúče na dvojicu polí obsahujúcich veľké množstvo fotoelementov. Priemer kmeňa sa v každom priemete získava spočítaním zatienených fotoelementov.

Uvedené zahraničné snímače predstavujú špeciálnu triedu zariadení vyrábaných väčšinou kusove, z čoho vyplýva ich vysoká cena, porovnateľná s cenou riadiaceho počítača, v konfigurácii potrebnej na riadenie výrobného procesu.

U nás boli vyvinuté dva typy snímačov v ŠDVÚ Bratislava. Autorom prvého je H r ú z (1977). Tento snímač meria priemer kmeňa na princípe snímání jeho tieňa z bodového zdroja svetla do priemetne, v ktorej sa otáča rameno s fotoelementom. Dráha pohybu ramena v zatienenej oblasti sa vyhodnocuje ako priemer kmeňa.

Autorom druhého snímača je J a n k o v s k ý (1973). Je to meranie guľatiny pomocou televíznej kamery. Princíp tohto snímača spočíva na optickom zobrazení v tmavej komore (kamere) a elektronickom snímaní vytvoreného obrazu. Priemer kmeňa pri tomto systéme sa vyhodnotí ako veličina úmerná počtu zatienených riadkov v obraze. Tento snímač (na rozdiel od prvého) možno použiť iba v súčinnosti s počítačom.

Ani jeden z už spomínaných zahraničných a našich snímačov nemeria krivosť kmeňa.

PROBLEMATIKA SNÍMANIA PRIEMEROV LISTNATÝCH DREVÍN

Dostatočne presné meranie priemeru tvarove členitých kmeňov bezdotykovými snímačmi, na ML s pozdĺžnym pohybom kmeňov, pri konštantnej vzdialenosti svetelného zdroja od priemetne u týchto snímačov, predpokladá buď spoľahlivý výber rovnobežných lúčov od svetelného zdroja — teda snímače s rovnobežným zobrazením (zahraničné), alebo pri bodovom zdroji je potrebné diferenciu medzi obrazom kmeňa na priemetni (tieňom) a skutočným priemerom kmeňa, ktorá rastie úmerne s priemerom a vzdalovaním sa kmeňa od priemetne — vplyvom krivosti — eliminovať matematicky pomocou výpočtovej techniky — počítača (snímanie TV kamerou). Zahraničné snímače s rovnobežným premietaním ako aj snímače so zobrazením z bodu plus výpočtová technika sú približne na rovnakej cenovej úrovni (radove cena počítača), čo zabraňuje ich bežnému používaniu najmä v menších prevádzkach.

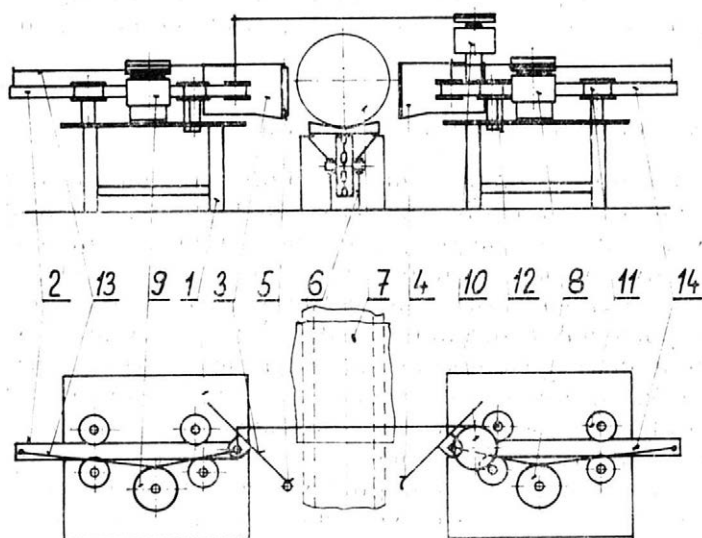
Pre požadované urýchlené zavedenie do praxe je žiadúci konštrukčne a technologicky jednoduchý (teda lacný) snímač, ktorý by bol dostatočne presný a spoľahlivo by plnil svoju funkciu v pomerne náročných prevádzkových podmienkach. Požiadavky jednoduchosti, a tým aj nízkej ceny však súčasné bezdotykové snímače z už uvedených dôvodov

nesplňajú. Táto skutočnosť na jednej strane a naliehavosť zautomatizovania operácie merania priemerov, prípadne iných rozmerových parametrov kmeňa pri manipulácii či už z hľadiska príslenia k optimalizácii krátenia ako aj z hľadiska úspory pracovných síl viedli na druhej strane k tomu, že pri riešení problematiky optimalizácie výroby sortimentov buka na našej katedre bol navrhnutý dotykový snímač priemerov, krivosti a dĺžky.

NAVRHOVANÉ RIEŠENIE SNÍMANIA PRIEMEROV, KRIVOSTI A DĹŽKY

Dotykový snímač bol navrhnutý aj napriek tomu, že v minulosti sa pri pokusoch so zavádzaním týchto snímačov do praxe nedosahovali pozitívne výsledky. Pri návrhu boli preskúmané a zohľadnené negatívne stránky konštrukcií doterajších dotykových snímačov a príčiny ich zlyhania v prevádzkach. Ako hlavné príčiny neúspechu týchto snímačov sa uvádzajú vysoká poruchovosť a nepresnosť.

Poruchovosť možno do značnej miery obmedziť vhodnou konštrukciou snímača vzhľadom na náročné prevádzkové podmienky (rázy, poveternostné vplyvy atď.). Pri návrhu snímača treba predovšetkým vyvinúť snahu v tom smere, aby sa v prevádzke čo najviac zamedzilo nepriaznivému dynamickému pôsobeniu nerovnosti kmeňa pri jeho pohybe po dopravníku na dotykové časti snímača a ich prostredníctvom na celú konštrukciu a najmä na snímacie prvky zariadenia. Ďalej treba dbať o účelný návrh a vhodnú voľbu konštrukčných prvkov, najmä pohyblivých častí zariadenia s prihliadnutím na prostredie, v ktorom bude snímač pracovať, prašnosť, poveternostné vplyvy a navrhnuť vhodné ochranné kryty týchto častí a snímacích prvkov.



1. Celková schéma snímača priemerov, krivosti a dĺžky. — A general diagram of a sensor measuring the diameter, sweep and length of stems

Po zvážení vyššie spomenutého bol navrhnutý princíp snímača priemerov, krivosti a dĺžky, ktorého schéma je na obr. 1. Tiež bol zhotovený základný model tohoto snímača pre meranie priemeru a krivosti, v merítku 1 : 10 (obr. 6). Model bol navrhnutý a zhotovený tak, aby na ňom bolo možné okrem iného odskúšať vhodnosť nového navrhnutého prin-

cípu merania priemerov v spojení s modelom dopravníka pri súčasnom meraní krivosti v dvoch rovinách — vodorovnej a zvislej — v súčinnosti s riadiacim počítačom. Snímač bol prihlásený k patentovaniu v roku 1978.

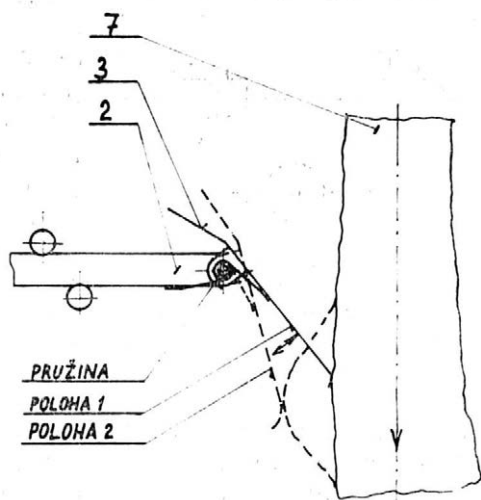
Činnosť uvedeného zariadenia: Kmeň 7 pri pozdĺžnom pohybe po dopravníku 6 svojím čelom dá signál — prostredníctvom nárazky umiestnenej pred líštami 3 a 4 — k prisunutiu líšt k povrchu kmeňa, na ktorý sú potom dotláčané konštantnou silou. Líšty sú výkyvne uložené okolo zvislej osi na vodiacich tyčiach 2 a 14. Výkyvný pohyb líšt voči vodorovnej osi dopravníka v smere pohybu kmeňa je $10\text{--}50^\circ$. Krajné polohy výkyvu sú obmedzené nárazkami. Do polohy 1 zakreslenej na obr. 2 je líšta dotláčaná pružinou. Vodorovná zložka sily na prednej hrane vodiacej líšty od krútiaceho momentu pružiny v polohe 1 musí byť väčšia ako sila, ktorou je líšta dotláčaná k povrchu kmeňa. Vodiace tyče sa pohybujú vo vodiacich kladkách 11, ktoré sú uložené na zvislých čapoch 12. Pohyb vodiacich líšt je odvodený od elektromotorčiek buď priamo (elektromotorčeka sú napájané nižším budiacim napätím), alebo cez trecie spojky. Predné hrany líšt 3 a 4, ktoré sú vhodne zaoblené, sledujú povrch kmeňa. Výkyvné uloženie líšt má za účel obmedziť nepriaznivé dynamické účinky, ktoré vznikajú pôsobením nerovnosti kmeňa pri jeho pohybe po dopravníku. Pohyb líšt (resp. vodiacich tyčí 2 a 14) sa cez lankú 13 prenáša na polohové snímacie prvky 8, 9 a 10. Veľkosť uhlovej výchylky snímacích prvkov je úmerná posunutiu líšt a teda rozmerovým parametrom kmeňa.

Priamo na pravej vodiacej tyči je umiestnený polohový snímací prvok 10, ktorý sa pohybuje s líštou pri jej sledovaní povrchu kmeňa, na rozdiel od polohových snímacích prvkov 8 a 9, ktoré sú uchytené pevne na konštrukcii zariadenia. Na kladke snímacieho prvku 10 je navinuté lanko, ktorého voľný koniec je upevnený na protihľu vodiacu tyč. Kladka snímacieho prvku 10 je do krajnej polohy dotláčaná špirálovou pružinou. Takto pri odsunutí líšt od seba je pootočené snímacieho prvku 10 priamo úmerné relatívnej vzdialenosti líšt 3 a 4, teda priemeru kmeňa, nezávisle od jeho krivosti či priečného pohybu po dopravníku.

Na prednej hrane jednej zo snímacích líšt (3 na obr. 1) je otočne uložený zvislý valec 5, ktorý sa po dotlačení líšty na povrch kmeňa — pri jeho pohybe po dopravníku — otáča. Od otáčok valca 5 sa vyhodnocuje dĺžka kmeňa.

Meranie priemeru

Na navrhnutom zariadení sa meranie priemeru uskutočňuje dvoma druhmi polohových snímacích prvkov, a to odporovými snímacími

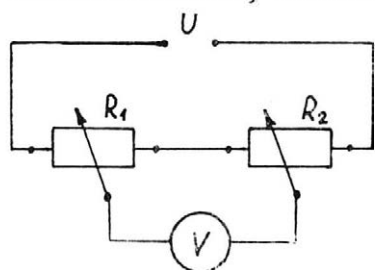


2. Princíp výkyvnej líšty. — A principle of the swinging bar

prvkami — potenciometrami a indukčnými snímacími prvkami — selsynmi. Princíp merania s obidvoma druhmi snímacích prvkov bol odskúšaný na modeli zariadenia pre meranie priemeru a krivosti.

Meranie priemeru s použitím potenciometrov ako polohových snímacích prvkov možno na navrhnutom zariadení uskutočniť buď pomocou potenciometrov č. 8 a 9 (obr. 1), ktoré sú zapojené podľa obr. 3, alebo pomocou potenciometra č. 10 (obr. 1), na ktorom je hodnota úbytku napätia úmerná priemeru kmeňa.

Pri zapojení potenciometrov podľa obr. 3 môžeme na voltmetri V odčítavať hodnotu súčtov napätí na obidvoch potenciometroch, ktorá je úmerná relatívnej vzdialenosti líšt 3 a 4.



3. Schéma zapojenia potenciometra pre meranie priemeru. — A diagram of potentiometer connection for measuring the diameter

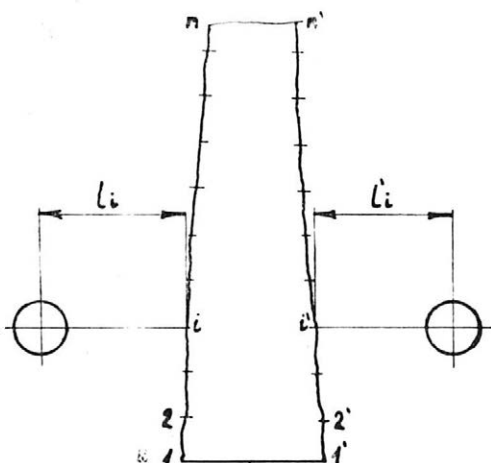
rý má výchylku ručičky 240° a dĺžku stupnice asi 200 mm. Trieda presnosti tohoto voltmetra je $\pm 1,5\%$.

Na tomto voltmetri boli odčítavané hodnoty priemeru skúšobných vzoriek pri meraní na modeli zariadenia pre snímanie priemeru a krivosti. Priemery vzoriek boli volené v rozsahu 10 až 100 mm a odstupňované po 10 mm. Pri skúšobných meraniach priemeru na modeli boli použité presné potenciometre EPO 1501/g s maximálnou odchýlkou od linearity $\pm 0,5\%$.

Výsledky skúšok meraní priemeru na modeli navrhnutého zariadenia s použitím presných potenciometrov a s odčítavaním na voltmetri ukázali, že presnosť tohoto merania je pomerne nízka z dôvodov malej presnosti voltmetra a hlavne odčítania, ktoré je zapríčinené obmedzenou dĺžkou stupnice voltmetra ako aj kolísaním napätia na potenciometri, ktoré pri nahustenej stupnici sťažujú presné odčítanie.

Meranie priemerov dvojicou selsynov na opísanom zariadení je pre vizuálnu kontrolu výhodnejšie ako meranie potenciometrami s odčítavaním na voltmetri, a to z toho dôvodu, že

Pri snímaní priemerov kmeňa pomocou presných potenciometrov je ich maximálna teoretická odchýlka od skutočných hodnôt daná maximálnou nepresnosťou priebehu potenciometra a triedou nepresnosti voltmetra, ktoré predpisuje výrobca. Pre vizuálne odčítanie hodnoty priemeru pri snímaní pomocou potenciometrov je však rozhodujúca presnosť odčítania na stupnici voltmetra, ako aj presnosť samotného voltmetra, ktoré sú pomerne nízke. Aby bola presnosť odčítania čo najvyššia, je vhodné pri meraní úbytku napätia na potenciometroch voliť voltmeter s čo najdlhšou stupnicou. Tejto požiadavke vyhovuje voltmeter D 140 c, ktor

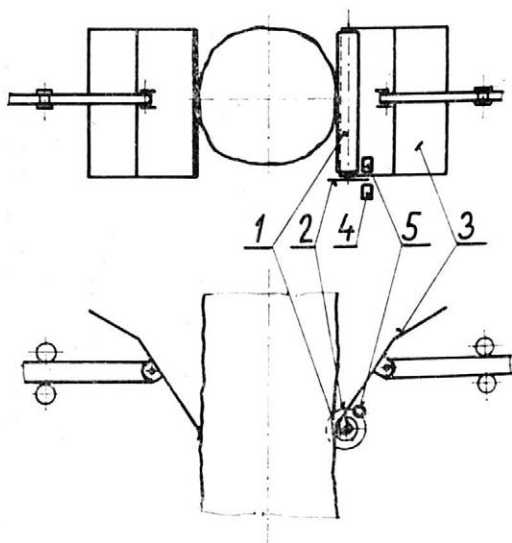


4. Schéma k algoritmu pre meranie krivosti. — A diagram for the algorithm for measuring the sweep

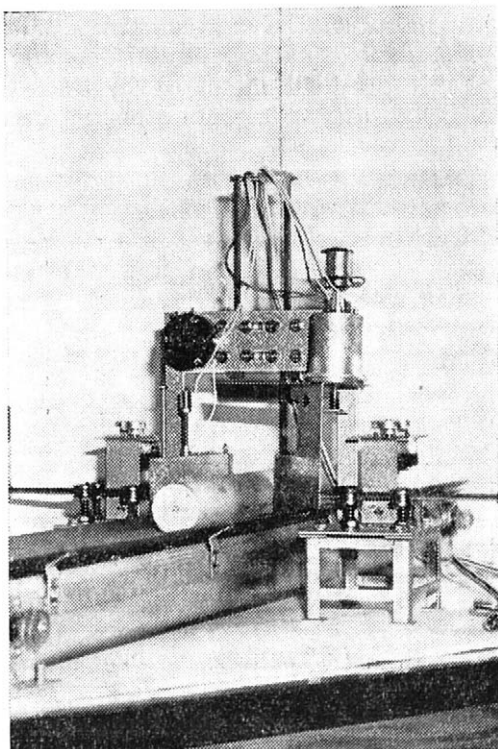
chyba statického sledovania selsynov je menšia ako nepresnosť voltmetra a potenciometra a že toto umožňuje väčšiu presnosť odčítania ako pri odčítavaní na voltmetri. Zatiaľ čo sme pri odčítavaní na očiachovanom voltmetri obmedzovaní dĺžkou stupnice zabudovanej v prístroji, pri selsynoch môžeme voľiť ľubovoľnú dĺžku stupnice.

Aby bolo možné spoľahlivo odčítavať hodnoty priemerov s dostatočnou presnosťou, je potrebné voľiť primeranú dĺžku stupnice. Nakoľko uhlová výchylka selsynov nie je ohraničená, môžeme pri viacerých otáčkach selsynov voľiť buď špirálovitú, alebo skrutkovicovú stupnicu. Volili sme skrutkovicovú stupnicu, upevnenú na hriadeli selsynu prijímača. Hodnotu priemeru možno sledovať vo výreze obdĺžnikového tvaru na čelnom paneli riadiaceho pultu. V drážke medzi jednotlivými závitmi stupnice sa pohybuje šablóna, posuvne uložená na vnútornej strane panelu pultu. Obdĺžniková šablóna má vo svojom strede štvorcový výrez, ktorý nám odkrýva práve to číslo na stupnici, ktoré je totožné s hodnotou priemeru. Ostatné čísla na susedných závitoch stupnice sú zakryté. Opísaná skrutkovicová stupnica s posuvnou šablónou bola realizovaná a odsúšaná.

Teoretická presnosť merania pri meraní pomocou selsynov je daná presnosťou statického sledovania selsynu prijímača, ktorý udáva výrobca. Pre použitý selsyn prijímač výrobca v skúšobnom zápise selsynu uvádza chybu statického sledovania $\pm 43'$. Pri vhodne zvolených rozmeroch skrutkovicovej otáčavej stupnice na 1 cm pootutia líšt 3 a 4 pripadá pootočenie selsynu prijímača o $11,4^\circ$, čo pri chybe statického sledovania $\pm 0,7^\circ$ ($43'$) predstavuje teoretickú chybu $\pm 0,06$ cm.

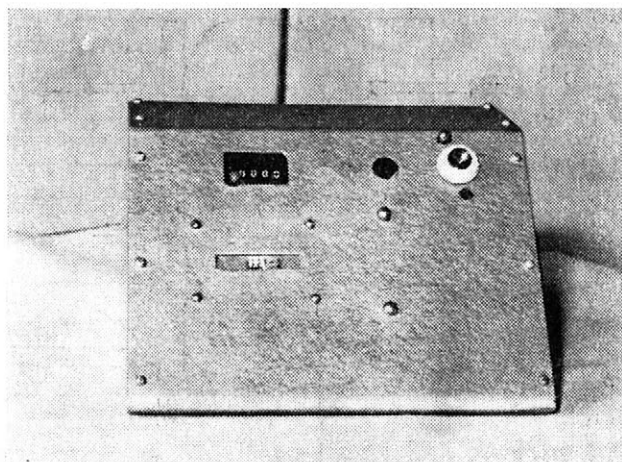


5. Princíp merania dĺžky. — A principle of length measurement



6. Model snímača priemeru a krivosti. — A model of the sensor measuring the diameter and sweep

Chyba presnosti odčítania je daná spoľahlivým odčítaním minimálneho dĺžkového úseku na stupnici. Keď za takýto minimálny dĺžkový úsek zvolíme dĺžku 2 mm, pri dĺžke dielca 6 mm ($11,4^\circ$) na stupnici na 1 cm priemeru kmeňa, zodpovedá to časti priemeru 0,3 cm, čo je postačujúca presnosť.



7. Riadiaci pult. — Control desk

Pre posúdenie presnosti merania navrhovaného princípu snímania boli na modeli snímača priemerov a krivosti vykonané skúšky presnosti merania na vzorkách valcového tvaru. Vzorky boli volené v rozsahu 20 až 80 mm a odstupňované približne po 10 mm. Hodnoty priemeru boli odčítavané na skrutkovicovej stupnici s posuvnou šablónou uloženou pod čelnou stenou riadiaceho pultu (obr. 7). Vyhodnotené výsledky meraní sú v tabuľke I.

Z predošlého vyplýva, že presnosť pri meraní priemerov guľatiny s navrhnutým zariadením pri použití dvojice selsynov ako snímacích

I. Výsledky skúšok presnosti s modelom snímača priemerov. — Results of the tests of exactness with the model of the sensor measuring the diameters

Por. číslo	D_s (mm)	n	Údaje zo snímača (mm)			S_x	S^2_x
			D_{max}	D_{min}	$D_{str.}$		
1	18	10	18,6	17,8	18,12	0,323	0,104
2	29	10	29,8	28,8	29,19	0,303	0,091
3	44,3	10	44,5	44,0	44,32	0,282	0,08
4	51	10	51,6	50,8	51,1	0,291	0,03
5	60	10	60,6	60,0	60,27	0,221	0,05

S_x — smerodajná odchýlka

S^2_x — rozptyl

n — počet meraní

D_s — skutočný priemer

D_{max} — maximálny priemer

D_{min} — minimálny priemer

$D_{str.}$ — stredný priemer

prvkov je prakticky daná presnosťou odčítania na stupnici. Presnosť odčítania je daná dĺžkou stupnice, ktorú si pri uvedenom spôsobe merania môžeme ľubovoľne voľiť. Pri návrhu dĺžky stupnice treba však mať na zreteli skutočnosť, že s dĺžkou stupnice na selsyne prijímači rastie nepriaznivý dynamický faktor merania vyplývajúci z veľkej uhlovej výchylky pri malej zmene rozmerov a tvarových nepravidelností kmeňa a s tým súvisiacimi zotrvačnými silami pôsobiace na rotor selsynu prijímača a stupnicu. Dynamický faktor vplýva nepriaznivo na presnosť odčítania v priebehu pohybu kmeňa po linke najmä pri značnej tvarovej nepravidelnosti kmeňov. Optimálna dĺžka stupnice vo vzťahu presnosti odčítania k dynamickému faktoru bude stanovená po experimentálnych skúškach v prevádzke. Nepriaznivý vplyv zotrvačnosti rotora a stupnice selsynu prijímača pri odčítavaní okamžitých hodnôt priemeru možno obmedziť vhodným brzdiacim momentom na hriadelí selsynu prijímača, ktorého veľkosť sa stanoví experimentálne.

Meranie krivosti

Navrhnutým zariadením možno pri pozdĺžnom pohybe kmeňa po dopravníku získať údaje charakterizujúce tvarovú nepravidelnosť, resp. krivosť kmeňa. Pre získanie týchto údajov slúžia polohové snímacie prvky (potenciometre) 8 a 9 — obr. 1, na ktoré sa prostredníctvom lanka 13 prenáša posuvný pohyb líšt 3 a 4. Veľkosť uhlovej výchylky snímacích prvkov je úmerná posunutiu líšt a teda rozmerovým parametrom kmeňa. Takto každej vzdialenosti priemetu povrchu kmeňa, na ktorý dosadá predná hrana príslušnej líšty od pevného bodu — polohového snímacieho prvku 8 a 9, prislúcha určitá hodnota elektrickej veličiny (napätia) na tomto prvku. Z priebehu hodnôt týchto elektrických veličín (vzdialeností) počas pohybu kmeňa po dopravníku môžeme stanoviť krivosť, resp. príslušný geometrický tvar priemetu povrchu kmeňa do vodorovnej roviny, alebo po doplnení zvislou dvojicou líšt do roviny zvislej.

Údaj o krivosti kmeňa je možné získať matematickým spracovaním a vyhodnotením priebehu príslušných hodnôt vzdialeností povrchu kmeňa od pevného bodu (potenciometra), v určitých predom stanovených dĺžkových úsekoch na kmeni. Matematické spracovanie a vyhodnotenie týchto údajov by sa prevádzalo v počítači podľa stanoveného programu v programovacom jazyku príslušného počítača. Pre stanovenie algoritmu možno vychádzať z úvahy, že priemet povrchu kmeňa, po ktorom sa pohybuje hrana líšty do príslušnej roviny — vodorovnej, resp. zvislej, je priamka (krivosť sa rovná nule) vtedy, keď platí, že rozdiel hodnôt po sebe idúcich vzdialeností je konštantný, resp. nulový. Teda porovnaním hodnôt rozdielov:

$$l_2 - l_1, l_3 - l_2, \dots, l_{i-1} - l_i, \dots, l_{n-1} - l_n,$$

resp. hodnôt

$$l'_2 - l'_1, l'_3 - l'_2, \dots, l'_{i-1} - l'_i, \dots, l'_{n-1} - l'_n$$

možno získať údaj o priamosti kmeňa, resp. údaj odchýlky od priamosti, teda o krivosti kmeňa.

$l_1, l_2, \dots, l_i, l_{i-1}, l_{n-1}, l_n$ — sú vzdialenosti priemetu povrchu kmeňa od pevného bodu (potenciometra) pri pohybe kmeňa po dopravníku v bodoch 1, 2, 3, $i-1$, i , $n-1$, n , ktoré ohraničujú určité dĺžkové úseky po kmeni a v ktorých hodnoty l meriame (obr. 4).

Tak napríklad, ak by boli hodnoty rozdielov z vyššie uvedených vzťahov na určitej dĺžke nulové, priemet povrchu kmeňa na tejto dĺžke do príslušnej roviny by bol priamka rovnobežná s osou dopravníka. Ak by tieto hodnoty boli konštantné, priemet povrchu kmeňa by bol priamka sklonená pod určitým uhlom k ose dopravníka. Veľkosť uhla sklonu charakterizuje veľkosť konštanty. V prípade, že by hodnoty na jednom z potenciometrov, získané podľa vyššie uvedených vzťahov, boli rôzne avšak s rovnakým znamienkom, jednalo by sa o krivosť jednosmernú, ktorej veľkosť by bola charakterizovaná veľkosťou rozdielu takto získaných hodnôt.

Vzhľadom na to, že na kmeni sa vyskytujú rôzne nepravidelnosti, ktoré nemožno považovať za krivosť kmeňa (napríklad hrče a pod.), je potrebné program pre vyhodnocovanie údajov zostaviť tak, aby za krivosť boli považované tie údaje (získané uvedeným spôsobom), ktoré odchýlku od nuly, resp. od konštanty, vykazujú na viacerých za sebou idúcich dĺžkových intervaloch, napr. 5 až 10, teda na istej predom stanovenej minimálnej dĺžke, ktorá by vylučovala, že ide o hrče, resp. iné vady, ktoré sa vyskytujú na kratších dĺžkach ako krivosť.

Navrhnutým zariadením a opísaným spôsobom možno krivosť kmeňov merať len vtedy, keď kmeň pri pozdĺžnom pohybe po dopravníku nevykonáva priečny pohyb. Pozorovaním na ML bolo zistené, že k priečnemu pohybu kmeňov na neprerušenej časti dopravníka prakticky vôbec nedochádza. Občasný pohyb kmeňa možno pozorovať pri prechode kmeňa miestom prerušenia dopravníka. Pravdepodobnosť, že k tomuto pohybu dôjde, ako aj veľkosť takého výkyvu závisí od dĺžky prerušenia dopravníka, úpravy bočných vodiacich lišt v mieste prerušenia, technického stavu dopravníka ako aj od krivosti kmeňa. Pohyb kmeňa pri prechode miestom prerušenia možno značne obmedziť najmä vhodnou úpravou bočných vodiacich lišt. Potrebná dĺžka prerušenia dopravníka pre meranie priemeru a krivosti opísaným princípom v zvislom smere je minimálna (na uloženie spodnej snímačej lišty).

V prípade, že priečny pohyb kmeňov by nebolo možné z akýchkoľvek príčin vylúčiť, možno navrhnutým zariadením v zostavení, ako je na modeli — obr. 6 (2 bočné lišty a jedna horná), krivosť v rovine vodorovnej a zvislej merať tak, že kmeň by stál a pohybovalo by sa zariadenie po vedení uloženom po stranách dopravníka. Po zosnímaní krivosti by sa pohyblivá časť zariadenia s lištami odsunutými od seba zrýchleným pohybom vrátila do pôvodnej polohy, k pevne zabudovanej zvislej spodnej lište v mieste prerušenia dopravníka a potom by sa meral priemer v dvoch priemetoch pri pohybe kmeňa. Resp. by sa na snímanie krivosti použilo jedno pohyblivé zariadenie a na meranie priemerov druhé pevné zariadenie. Konečné riešenie merania krivosti a priemeru závisí od výsledkov skúšok a od usporiadania skladu.

Ako vidieť z predchádzajúceho, na vyhodnotenie a vyčíslenie údajov o krivosti kmeňa je potrebná výpočtová technika. Vzhľadom na jej použitie pre úzko špecializovaný účel je vhodné použiť čo najjedno-

duchšiu výpočtovú techniku čo do rozsahu operácií ako aj kapacity pamäti, prípadne využiť časť kapacity stávajúcej techniky.

Údaje charakterizujúce krivosť kmeňa sa budú do počítača dostávať s presnosťou zodpovedajúcou presnosti priebehu potenciometra. Tu ale treba mať na zreteli to, že presnosť potenciometra je viazaná na určité — dosť prísne — pracovné a klimatické podmienky. Na funkciu a životnosť potenciometra má negatívny vplyv chvenie a jeho presnosť značne ovplyvňujú výkyvy teploty. Vhodné podmienky pre správnu funkciu potenciometrov v prevádzke možno zabezpečiť napr. tak, že tieto budú uložené v pracho- a vodotesných skrinkách, ktoré by boli so základnou konštrukciou spojené prostredníctvom vhodných tlmičov a teplota v skrinkách by sa udržiavala buď vnútorným ohrevom skriniek s termostatom — hlavne v zime, alebo vhodným chladením tak, že by sa prebytočné teplo od potenciometra odvádzalo samotnou skrinkou, ktorá by k tomuto účelu bola vhodne konštrukčne usposobená.

Meranie dĺžky

Dĺžky kmeňov na manipulačných linkách sa v súčasnosti merajú tak, že od pohybu dopravníka ML je odvodený otáčavý pohyb kotúča s výrezmi na obvode. Výrezy na obvode kotúča pri jeho rotačnom pohybe spôsobujú prerušovanie elektrického napätia — či už dotykovo alebo bezdotykovo, pričom v obvode elektrického napätia je zapojený počítač impulzov, na ktorom možno priamo odčítat dĺžku kmeňa. Výhodou súčasných snímačov je jednoduchosť a nízke zriaďovacie náklady. Nevýhodou tohoto spôsobu merania dĺžky je to, že pri manipulovaní krivých kmeňov majú tieto pri pohybe dopravníka sklz voči dopravníku, následkom toho, že krivé časti kmeňa sa trú o bočné nepohyblivé plochy dopravníka, čím sa brzdí posuv kmeňa.

Za účelom odstránenia nedostatkov opísaných v terajšom spôsobe merania sme v predošlom opísali navrhnuté zariadenie na meranie priemeru a krivosti (obr. 1), doplnené zvislým valcom 5, ktorý je otočne uložený na prednej hrane jednej zo snímacích lišt. Pohyb snímacieho valca je odvodený priamo od pohybu kmeňa 7 pri jeho pohybe po dopravníku a nie od pohybu unášacieho dopravníka, ako je to u súčasných snímačov dĺžky. Na dolnej [resp. hornej] strane snímacieho valca 1 (obr. 5) je uložený impulzný kotúč 2 s výrezmi po obvode. Impulzný kotúč 2 svojimi výrezmi predchádza medzi dvojicou fotobunka 4 a zdroj svetla 5. Fotobunka je zapojená v napäťovom obvode s počítačom impulzov, na ktorom sa odčítava dĺžka kmeňa.

Výhoda navrhovaného spôsobu merania oproti doterajšiemu meraniu je predovšetkým v tom, že pri navrhovanom spôsobe sa meria skutočná dĺžka kmeňa a nie posunutie dopravníka, ktoré nie sú (hlavne pri krivých kmeňoch) totožné.

Pri opísanom spôsobe merania dĺžky sa dá predpokladať určitý nárast nameranej dĺžky oproti skutočnej dĺžke, vplyvom toho, že snímací valec sa bude odvažovať aj po nerovnostiach kmeňa. Takto vzniknutý nárast nebude pravdepodobne veľký z toho dôvodu, že zotrvačnosť snímacieho lišty nedovolí sledovať snímaciemu valcu všetky nerovnosti kmeňa. Prípadne rýchly návrat snímacieho lišty so snímacím valcom pri jej výkyvnom pohybe okolo zvislej osi možno tlmiť vhodnými tlmičmi.

Navrhnutý princíp snímača je v porovnaní s existujúcimi snímačmi nepomerne výrobne a konštrukčne jednoduchší a navyiac oproti týmto snímačom meria dĺžku, prípadne v nadväznosti na výpočtovú techniku aj krivosť kmeňa. Predbežné skúšky merania priemeru s modelom snímača potvrdili správnosť navrhnutého princípu merania a na základe týchto skúšok možno do určitej miery predpokladať, že sa navrhnutý snímač osvedčí aj v prevádzke.

SÚHRN

Pre optimálnu manipuláciu kmeňov na hlavných skladoch potrebuje manipulant popri znalosti výrobného predpisu súhrn informácií o kmeni. Základnými a najdôležitejšími informáciami pre optimalizáciu sú informácie o priemere, dĺžke a krivosti. V súčasnosti sa tieto údaje takmer výlučne získavajú ručným meraním, resp. odhadom, vzhľadom na nevhodnosť existujúcich snímačov — hlavne pre listnaté kmene, resp. kvôli ich cenovej neprístupnosti. Problematiku snímania základných rozmerových parametrov kmeňa sme sa snažili vyriešiť jednoduchým, no funkčne vyhovujúcim snímačom, ktorý bol k tomuto účelu navrhnutý a v merítku 1:10 aj vyhotovený. Snímač pracuje na dotykovom princípe, pričom od rozmerov (priemeru a krivosti) kmeňa je odvodený posuvný pohyb líšt. Dĺžka sa meria od otáčok valca, ktorý sa odvaluje po kmeni. Princíp merania priemeru bol odskúšaný na modeli.

Došlo dne 5. 7. 1979

Literatúra

1. KRÚTEL, F. a kol.: Výskum zisťovania a snímania chýb bukovej guľatiny. VŠLD Zvolen 1977
2. HRÚZ, B. a kol.: Meranie priemeru guľatiny na princípe otočného ramena. Drevo 1973, č. 11, s. 328-332
3. JANKOVSKÝ, J.: Meranie priemeru guľatiny televíznou kamerou. Drevo 1973, č. 12, s. 352-355

ТУГАРСКИ, Й. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). Измерение диаметра, кривизны и длины листовых стволов на разделочных линиях базисных складов. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 359-371.

В статье рассматривается проблематика измерения диаметра, кривизны и длины (главным образом) листовых пород во время разделочных работ на базисных лесоскладах. Приводятся общие принципы работы чехословацких и зарубежных датчиков. Рассматриваются существующие способы измерения размерных параметров в связи с причинами отказа от существующих датчиков. Рассматриваются проблематика применения контактных датчиков, принципы работы этого датчика по диаметрам кривизны и длины, а также способы измерения диаметра у этих датчиков. Описываются также измерение кривизны и рекомендуется алгоритм для данной цели, измерение длины, приводятся результаты измерений диаметра, полученные на модели предложенного датчика.

лесосклады; разделочные линии; измерение древесины

TUHÁRSKY, J. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Measuring the Diameter, Sweep and Length of Stems of Broad-leaved Trees on Primary Conversion Lines in Lower Landings*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 359-371.

Measuring the diameter, sweep and length of stems — especially of broad-

-leaved trees — is described in the course of timber primary conversion in lower landings. Principles of some foreign and domestic measuring sensors are given in brief. The current state of measuring dimensional parameters is analyzed in relation to the reasons why the current sensors are not used. The use of contact sensors is given in detail. A principle of a designed contact sensor measuring the diameters of sweep and the length is described. Methods of measuring the diameter of the designed sensors are mentioned. Further, there is a description of measuring the sweep, as well as an algorithm proposed for this purpose and for length measurement. Results are also presented of measuring the diameter by a model of the proposed sensor.

woodyards; timber primary conversion lines; timber measurement

TUHÁRSKY, J. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Messung von Durchmesser, Krümmung und Länge von Laubholzstämmen auf Manipulationslinien zentraler Holzlagerplätze*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 359-371.

In der Arbeit wird die Problematik der Messung von Durchmesser, Krümmung und Länge — vor allem von Laubholzarten — bei der Manipulation auf zentralen Holzlagerplätzen analysiert. Die Prinzipien einiger ausländischer und einheimischer Aufnehmer werden erwähnt. Der derzeitige Zustand der Messung von Ausmaßparametern wird im Zusammenhang mit den Ursachen der Nichtanwendung vorliegender Aufnehmer besprochen. Es wird die Problematik der Anwendung von Kontaktaufnehmern angeführt. Es wird das Prinzip des entworfenen Kontaktaufnehmers der Durchmesser, Krümmung und Längen beschrieben. Die Arten der Messung des Durchmessers mit dem entworfenen Aufnehmer werden beschrieben. Ferner wird die Messung der Krümmung auch mit dem Vorschlag eines Algorithmus für diesen Zweck und für die Messung der Länge beschrieben. Es werden auch Ergebnisse der Durchmessermessungen angeführt, die auf einem Modell des entworfenen Aufnehmers gewonnen wurden.

Holzlagerplätze; Manipulationslinien; Holzmessung

TUHÁRSKY, J. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Le mesurage du diamètre, de la courbure et de la longueur des tiges des essences feuillues à l'aide des lignes de manutention dans les chantiers centraux*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 359-371.

Dans l'article on analyse la problématique, relative au mesurage du diamètre, de la courbure et de la longueur — notamment des essences feuillues — pendant la manutention dans les chantiers centraux. Sont ébauchés les principes de certains palpeurs indigènes et étrangers. On examine en détail l'état actuel de mesurage des paramètres dimensionnels en rapport avec les causes de la non utilisation des palpeurs existants. On développe la problématique d'utilisation des palpeurs de contact. On donne la description du principe de palpeur de contact proposé, relatif aux diamètres des courbures et aux longueurs. Sont décrits les modes de mesurage du diamètre par les palpeurs proposés. On donne également la description du mesurage de la courbure, accompagné d'un projet d'algorithme à cette fin, et du mesurage de la longueur. On cite également les résultats du mesurage du diamètre, obtenus en employant le modèle de palpeur proposé.

depôts de bois; ligne de manutention; mesurage (mesure) du bois

Adresa autora:

Ing. Juraj Tuhársky, lesnícka fakulta VŠLD, 960 53 Zvolen

AUTOMATICKÝ TŘÍDICÍ DOPRAVNÍK VÝŘEZŮ S MECHANICKÝM OVLÁDÁNÍM

R. Ulrich

ULRICH, R. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno): *Automatický třídící dopravník výřezů s mechanickým ovládáním*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 373-380.

Automatický oboustranný třídící dopravník je válečkový se sedlovými opěrami a spodními vyrážecí, které jsou uváděny do činnosti pomocí spojkových vyhazovacích segmentů. Optimální výška je 1,50 m a více. Pohon válečků a vyhazovacích segmentů zajišťuje nekonečný řetěz. Řazení délek je vzestupné od nejkratší po nejdelší a tloušťek od nejtlustší do nejtenčí. Pokud se délky a tloušťky pro stejný rozměr vícekrát neopakují, celý systém pracuje zcela automaticky pomocí vzájemného propojení mechanicky táhly mezi délkovým i tloušťkovým čidlem a ovládací zarážkou. Pro výřezy delší jak 2 m není zapotřebí žádné přídatné začelovací zařízení. Pro výřezy kratší než 2 m nutno použít buď kontejner s brzděnými řetězy, nebo spodní boční začelovací zařízení. Při mechanickém ukládání do urovnávacího zařízení není zapotřebí obsluhy, čímž je vyloučena fyzicky nejnamáhavější práce a nebezpečí častých úrazů. Rychlost posuvu výřezů asi $0,5-0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ při mezerách mezi výřezy asi 1 m. Výkonnost v m^3 za směnu závisí na objemu výřezů. V roce 1979 byla předána konstrukční projektová dokumentace a v roce 1980 bude zhotoven jeden prototyp na tenké a jeden na tlusté výřezy.

sklady dřeva; manipulační linky; třídící dopravník

Kulatinové výřezy jsou z třídících dopravníků shazovány na příslušné skládky nejčastěji systémem různě uspořádaných pohonných vyrážeců ovládaných např. hydraulickými válci, elektromotory, tažným řetězem dopravníku, poklesem, resp. nadzvednutím jedné strany dopravníku u příslušné skládky, vysouvacími válci po najetí výřezu na zarážku apod. Všechny tyto systémy jsou ovládány z řídicí kabiny předvolbou příslušné skládky.

Nevýhodou všech těchto zařízení je poměrně drahé a komplikované zařízení pro předvolbu příslušné skládky; zpomalení chodu, resp. snížení zaplnění dopravníku; potřeba jednoho pracovníka pro obsluhu nebo drahé elektronické, popř. tranzistorové zařízení. Další nevýhodou je shazení jakéhokoliv výřezu na kteroukoliv skládku, pokud rozstup vyrážeců odpovídá jeho délce.

Pro manipulační linky na MES lesního provozu jsou všechny tyto typy méně vhodné pro relativně menší počet vyráběných sortimentů, hrubší třídění např. podle tloušťek a pro složitost a vysokou cenu. Pokud jsou ML ovládány přímo obsluhou zkracovací pily, pak to znamená podstatné snížení výkonnosti.

U manipulačních linek používaných na příčné přerézávání tenkých kmenů v ČSSR se výřezy buď odebírají z dopravníku ručně (nemá vyrá-

žeče], nebo jsou vybaveny výsuvnými spirálovými válci a zarážkami, které mimo obtížnou předvolbu řízenou strojním pily vysouvají výřezy velmi pomalu, takže nakonec jsou odebírány a ukládány rovněž ručně, aby bylo možno zvýšit naložení dopravníku více výřezy (podstatné zvýšení výkonnosti).

U většiny dopravníků užívaných v ČSSR není spolehlivě vyřešen odběr rovnáného dříví (do 2 m délky) a jeho uložení bez ručního odbírání a dorovnávání.

Ruční odbírání výřezů a jejich ukládání do hrání (kontejnerů) je nesmírně namáhavé (dnes nejtěžší práce na MES) a dochází často k poranění rukou nebo nohou.

POSTUP VÝZKUMU

Byla zjišťována výkonnost, obtížnost práce a vliv pracovního prostředí. Linka ML 25 V, která je používána na všech MES v ČSSR pro výrobu sortimentů z tenkých smrkových kmenů je vybavena výsuvnými válečky s pneumaticky ovládanými zarážkami. Výřezy do dvoumetrové délky odebírají z dopravníku dva pracovníci ručně. Pracovní prostředí a způsob práce působí na pracovníky u třídícího dopravníku takto:

Hluk na stanovišti pracovníka je způsoben provozem dopravníku, provozem zkracovací kotoučové pily, kompresorem a částečně i odkorňovacím strojem. Při činnosti pomocníka platí přípustné číslo třídy hluku $N_p = 85$. Hodnocením oktávového spektra hluku je ohrožen akustickým tlakem v oblasti oktávy o 2000 Hz/s, kde je třída hluku $N_p = 90$.

Prašnost ovzduší — oblast dýchací zóny pomocníka není ohrožena prachem. Jde o prach nejedovatý, neobsahující kyslíčník křemičitý — maximální hranice tohoto prachu je $10 \text{ kg} \cdot \text{m}^3 \text{ vzduchu}$.

Směnové fyzické zatížení pracovníka: Podle kaloricky zjištěného výdeje pracovní energie za směnu (8 h) a průměrného minutového kJ výdeje na jednotlivé pracovní činnosti s přihlédnutím k průměru srdeční tepové frekvence za směnu je možno práci pomocníka klasifikovat jako práci těžkou.

Nejvyšší průměrný výdej pracovní energie za minutu je při odbírání 1 m dlouhých výřezů z podélného válečkového dopravníku a ukládání do hráně nebo palety $24,66 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$.

Tato hlavní pracovní náplň spotřebuje 70,9 % času směny. Časově se na druhé místo (10,4 % z celkové pracovní činnosti za směnu) řadí čekání na přísun výřezů od zkracovací pily s průměrným kalorickým nákladem $13,36 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$. V tomto kalorickém nákladu se projevuje doznívání námahy předešlé činnosti. Prostoje činí časově 8,3 % ze směny s nákladem $4,02 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$.

Celkový kalorický pracovní výdej za směnu činí 9498,00 kJ za 8 h. Překračuje tedy čs. doporučenou normu 6280,50 kJ za 8 h o 3217,50 kJ, tj. o 51,23 %.

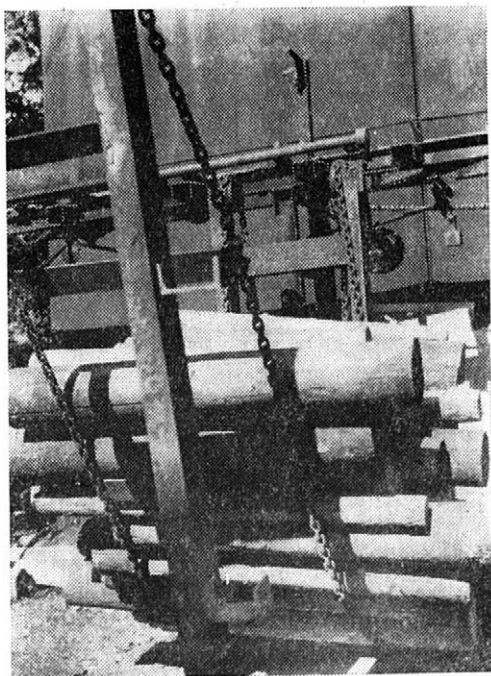
Fyzické zatížení přímo úměrně stoupá s objemem rozmanipulované kmenoviny. Při měření byly zpracovány kmeny o průměrném objemu $0,13 \text{ m}^3$, při průměrném denním výkonu 65 prn vymanipulovaných 1 m dlouhých výřezů.

ŘEŠENÍ NOVÉHO TYPU TŘÍDICÍHO DOPRAVNÍKU

Po ověření funkce dnešních dopravníků a zvážení jejich výhod a nevýhod při práci v uzlu zkracovacích linek jsme přistoupili k řešení nového typu třídícího dopravníku, který by vyhovoval těmto požadavkům: jednoduchá a levná konstrukce, jednoduchá manuální obsluha, spolehlivé vyřídění výřezů podle délek a současně i podle tloušťek bez zásahu obsluhy (automatizace), zvýšení bezpečnosti práce při ukládání a odběru výřezů při relativně rychlém chodu dopravníku a jeho vysokém naplnění.

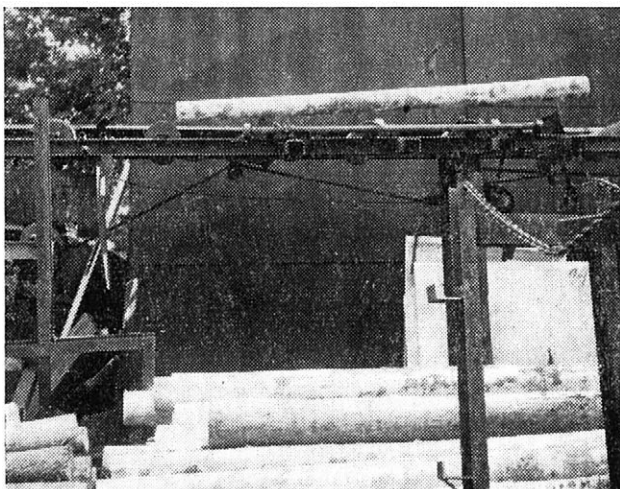
Uvedené předpoklady splňuje automatické třídící zařízení, jehož podstatou je informační narážka, ovládací narážka, pákový vyrážecí a spojka, přičemž informační narážka je výkyvně uložena na čepu připevněném k rámu. Podélnou tyčí je propojena se zvedací pákou, která je výkyvně uložena na čepu připevněném k rámu a podélnou tyčí propojena se zvedací pákou. Ta je výkyvně uložena na čepu připevněném k nosné desce svisle připojené k rámu a zasahuje svým kolíkem pod ovládací táhlo kloubově připojené k ovládací narážce. Narážka je výkyvně uložena na čepu připevněném k rámu, zatímco ovládací táhlo má svůj volný konec upraven pro styk s dvojramennou pákou výkyvně uloženou v čepu připevněném ke konzole na nosné desce. V konzole je zakotven spojkový čep s volně otočně uloženým řetězovým kolem spojky a s posuvným pouzdem, opatřeným jednak opěrnou plochou pro styk s jedním ramenem dvojramenné páky, jednak výstředným čepem, na němž je nasazeno zvedací táhlo pákového vyrážecího výřezů dřeva.

Řetězové kolo spojky je opatřeno jedním záběrovým ozubem a posuvné pouzdro dvojicí spojkových ozubů. Řetězové kolo spojky je částečně opásáno nekonečným řetězem propojujícím soustavu dopravních válců



1. Funkční model třídícího dopravníku.
— A functional model of the sorting conveyor

(obr. 1). Pod ovládací táhlo zasahuje svým kolíkem zvedací táhlo kloubově připojené k vahadlu výkyvně uloženému na čepu připevněném ke stojanu na rámu třídícího dopravníku. K vahadlu je připevněno tloušťkové čidlo ve tvaru písmene L, jehož spodní část, rovnoběžná a vodorovně umístěná nad válcem třídícího dopravníku, je kloubově sklopná a posuvná. Tloušťkové čidlo je mezi informační narážkou a ovládací narážkou.



2. Třídící dopravník v okamžiku vyhození 2m výřezu. — The sorting conveyor is pushing out 2m log

Výhodou třídícího ústrojí je, že umožňuje zcela automatické vytřídění výřezů jak podle délek, tak podle tloušťek, a to při rychlosti dopravníku $0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a jeho početném osazení výřezy. Značnou výhodou je, že nevyžaduje k vytřídění předvolící zařízení ani obsluhu, což zvyšuje bezpečnost i provozuschopnost ve všech ročních obdobích. Potřebný energetický příkon je ve srovnání se známými třídícími ústrojími podstatně nižší. Všechna třídící ústrojí třídícího dopravníku využívají totiž ke svému pohonu jediný elektromotor zajišťující pohon celého třídícího dopravníku. Vytřídovací ústrojí svou koncepcí umožňuje pouhým zařazením dálkově ovládaného mechanického nebo elektromagnetického zvedáče vyřazovat ovládací táhlo ze záběru se spojkou. Tak je možno podle potřeby vyřazovat jednotlivá vytřídovací ústrojí a jim přiřazené zásobníky z provozu po jejich naplnění a uvádět do provozu další, aniž by bylo nutno pozorovat dopravované výřezy. Vytřídovací ústrojí může v závislosti na umístění výkyvného uložení vyrážecí vytřídovat výřezy na jednu nebo druhou stranu třídícího dopravníku, což umožňuje zkrácení délky celého třídícího dopravníku, a tím snížení jeho pořizovacích nákladů. Velkou výhodou je provozní spolehlivost ústrojí, jehož všechny ovládací prvky jsou vzájemně mechanicky spojeny.

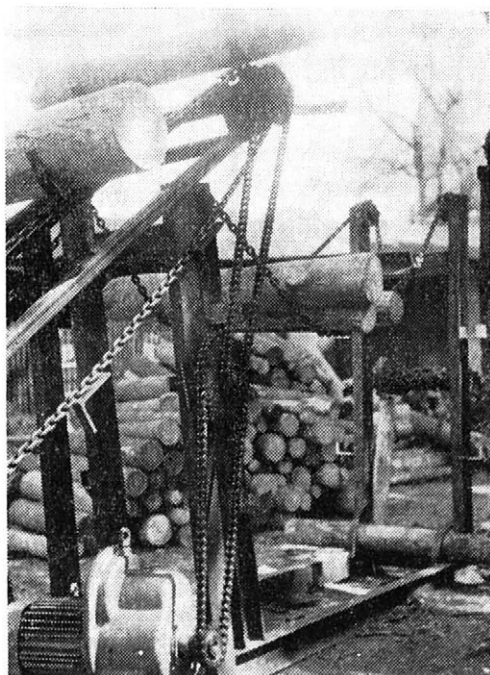
VÝSLEDKY OVĚROVACÍCH ZKOUŠEK

Aby bylo možno vyhodnotit stanovené úchytky od bočního začlenění 1 m dlouhých výřezů, byla pod třídící dopravník umístěna zasunovací konstrukce a jako základ byla stanovena výška válců od země 1,90 m.

Pro vyhodnocování byl zhotoven kontejner. Spodní základna 1,50 m, jedna bočnice s výškou 1,5 m a druhá 1,30 m. Šířka kontejneru na horní otevřené části 1,70 m. Svařovaná konstrukce je ze železných profilů tvaru U. Na bočnicích jsou patky pro nastavení výšky dna 0,50 m a 1,00 m. Tato úprava dává celkem tři možnosti odpovídající jak provoznímu provedení, tak i velkokapacitnímu pro využití maximální nosnosti zdvihacích zařízení.

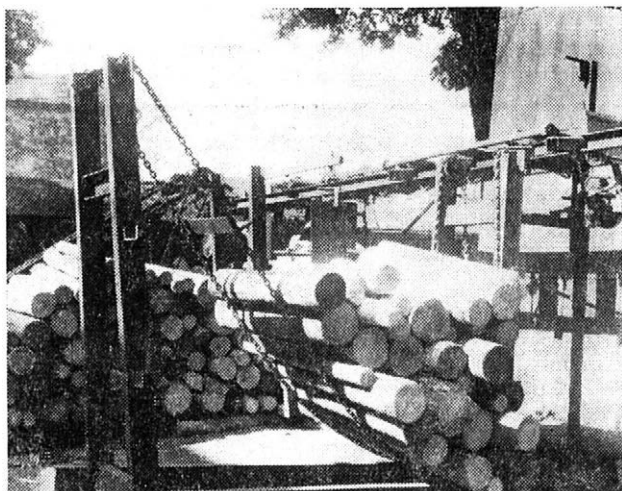
I. Výsledky ověřovacích zkoušek třídícího dopravníku. — Results of the tests with the sorting conveyer

Vypadnutí z třídícího dopravníku do kontejneru při různé výšce	Počet ks		Počet ks vypad. mimo kontejner		Počet a odchylky vpravo		Počet a odchylky vlevo		Počet správně uložených začleněných výřezů	
	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%
Výška pádu 0,50 m	35	100	2	6	9	25	7	20	17	49
Výška pádu 1 m	50	100	10	20	10	20	14	28	16	32
Výška pádu 1,50 m	50	100	10	20	15	30	18	36	7	15
Výška pádu proměnlivá od 0,50—1,50 m do řetězů	88	100	0	0	8	10	15	17	65	73



3. Dávkování elevátorem 1 m dlouhých výřezů do kontejneru s klesajícími řetězy. — Elevator batching of 1m logs into a container with sinking chains

Z připojené tabulky I je patrné, že se vzrůstající výškou volného pádu a následném odrazu na základně narůstá procento bočních odchylek. Lepších výsledků bylo dosaženo při pádu do řetězů, vedených přes ruční vrátek, který se se vzrůstající hmotností uvolňuje a umožňuje zvětšování úložné plochy a stejnoměrné zaplňování plochy celého kontejneru (obr. 3 a 4).



4. Zvyšujícím se množstvím a objemem výřezů brzděné řetězy pomalu klesají. — Braked chains slowly sink with an increasing amount and volume of logs

Jelikož výsledky měření nebyly bez dalšího přídavného zařízení použitelné, bylo zhotoveno další zařízení, které po volném pádu pod dopravník do úzké prostoty zastrkuje a posunuje mezi upravenou konstrukci jednotlivé výřezy otáčecím klikovým mechanismem na elektromotoru. Při tomto zařízení je zcela libovolné, z jaké výšky výřez dopadá, neboť před dopadem na dno je srovnán a zabrzděn mechanickou zárazkou. Síla motoru je dostatečná na to, aby posunula celou hráň výřezů po spodní konstrukci, kde jedna strana výřezů je začelena podle boční pevné desky a druhá bočnice je odpružená a vyrovnává nepřesnosti v délce manipulovaných krátkých výřezů. Výška posunované hráně v kontejneru je 1,00 m, délka posuvu je volitelná podle prostředku, který bude odbírat výřezy. Pro odběr je možno použít jak úvazkový způsob, tak i přímo drapák jednotlivých nakladačů.

PROVOZNÍ VYUŽITÍ TŘÍDICÍHO DOPRAVNÍKU

Na třídící automatický dopravník byla do konce srpna 1979 vypracována konstrukční dokumentace s tím, že prototyp bude použit pro MES Nové Město. Linka bude využita převážně pro tenké dříví. Pro dílnu v Sedlicích patřící JČSL PŘ České Budějovice byla tato dokumentace poskytnuta s tím, že jí bude použito pro pilařské výřezy. Pro krátké výřezy o délce 1,00 a 1,20 m by bylo vhodné použít boční plnění na spodní části kontejneru pomocí elektromotoru s klikovým mechanismem. Pro délky od 2 m výše není zapotřebí žádného bočního urovnávání.

Na skladech, kde se nakládá velké množství výřezů, by bylo vhodné použít v návaznosti na řetězové kontejnery boční začelovací desky, na

кteré je výkresová dokumentace zpracována. Začelovací desky jsou posuvné od 1,00 m po půl metru do délky 3 m. Druhá varianta pak od 3 do 6 m délky.

Při použití automatického třídícího oboustranného dopravníku odpadá ruční odeírání, čímž se ušetří minimálně 2—3 pracovníci. Ušetří se rovněž elektrická energie, neboť vše obstarává jeden elektromotor. Zařízení je bez přídavných hydraulických nebo vzduchových zařízení a rozvodů, tedy provozuschopnější po celé roční období. Opravy, které se mohou vyskytnout, provede každá údržbářská nebo pojízdná dílna. Jelikož je dopravník vybaven i tloušťkovým čidlem a počítadlem výřezů, lze přesně zjistit po každé směně jeho výkonnost.

Dolšo dne 6. 8. 1979

Literatura

1. SLONEK, L.: Ergonomická analýza práce na hlavním skladu dříví a její využití v praxi. KDP 1970, s. 52-108
2. Mechanizacija lesorazrabotok i lesnyh skladov. Naučnyje trudy č. 133, Leningrad 1971
3. Přihláška vynálezu č. PV 3561-79 ze dne 24. 5. 1979, Utrin patentová kancelář Brno

УЛРИХ, Р. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Автосортировочный транспортер кряжей с механическим управлением. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 373-380.

Автоматический двусторонний сортировочный транспортер имеет ролики, седловые опоры с низовыми бревносбрасывателями, которые приходят в движение с помощью муфтовых сбрасывающих сегментов. Его оптимальная высота 1,50 м и более. Привод роликов, а также сегментов обеспечивается бесконечной цепью. Длина переключается в возрастающем порядке, а толщина — наоборот. Если величины длины и толщины для одинакового размера не повторяются, то вся система начинает работать автоматически с помощью взаимной увязки механически посредством вала переключения передач между датчиком длины и толщины и управляемым остановом.

Для кряжей длиной более 2 м не надо никакого добавочного торцовочного устройства, а для менее 2 м нужны либо контейнер с тормозными цепями, либо низовое боковое торцовочное устройство. При механической укладке в выравнивающее устройство нет необходимости в обслуживании, что исключит самые трудоемкие работы и угрозу частых увечий. Скорость перемещения кряжей составляет около 0,5—0,7 м.сек.⁻¹ при пробелах между ними примерно в 1 м. Выработка в м³ за смену зависит от объема кряжей. В 1980 г. будет сдана конструктивнопроектная документация, будут изготовлены 2 прототипа — для тонкомерных и толстомерных кряжей.

лесные склады; разделочные линии; сортирующий транспортер

ULRICH, R. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Log Sorting Conveyer with Automatic Control. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 373-380.

An automatic two-sided conveyer is a roll one with saddle supports and lower push-out devices which are operated by coupling push-out segments. The optimal height is 1.50 m and more. An endless chain drives the rollers and push-out segments. The lengths of logs are arranged in an ascending order — from the shortest to the longest, and the diameters are arranged in a vice versa order from the greatest to the smallest. As far as the lengths and diameters for the same dimension are not any more repeated, the whole system operates automatically, by mechanical interconnection with operating rods between the length and diameter sensor and control stop.

For logs longer than 2 m no stopping attachment device is to be used. For logs shorter than 2 m either a container with braked chains is to be used, or a lower side stopping device. Logs are put into containers mechanically, which eliminates the physically hardest operations and a possibility of frequent accidents. Logs travel

at a speed of about $0.5-0.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, the intervals between logs being about 1 m. The output expressed in m^3 per shift depends on log volumes. In 1980 design projects will be finished and handed over and one functional model for logs of small diameters and one for logs of great diameters will be manufactured.

woodyards; lines for timber primary conversion; sorting conveyer

ULRICH, R. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Automatischer Sortier-Stammförderer mit mechanischer Betätigung*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 373-380.

Der automatische beiderseitige Sortierförderer ist ein Rollenförderer mit Sattelstützen und unterer Ausstoßeinrichtung, die mit Hilfe von Kupplungs-Auswurfsegmenten betätigt wird. Die optimale Höhe beträgt 1,50 m und mehr. Der Antrieb der Rollen und der Auswurfsegmente wird durch eine endlose Kette besorgt. Die Ordnung der Längen ist steigend von den kürzesten zu den längsten, diejenige der Durchmesser von den größten zu den kleinsten. Insofern sich die Längen und die Durchmesser für das gleiche Ausmaß nicht mehrmals wiederholen, arbeitet das ganze System vollautomatisch mit Hilfe einer gegenseitigen mechanischen Verbindung durch Stangen zwischen den Fühlern für Länge und Durchmesser und dem Betätigungsanschlag.

Für über 2 m lange Blöcke wird keine Zusatzstirnvorrichtung benötigt. Für unter 2 m lange Blöcke muß entweder ein Container mit gebremsten Ketten oder eine untere Seitenstirnvorrichtung angewandt werden. Bei der mechanischen Ablagerung in die Stapelvorrichtung wird keine Bedienung benötigt, wodurch die physisch anstrengendste Arbeit und die Gefahr häufiger Unfälle beseitigt werden. Die Geschwindigkeit des Blockvorschubs beträgt etwa $0,5-0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ bei etwa 1 m großen Lücken zwischen den Blöcken. Die Leistungsfähigkeit in m^3 pro Arbeitsschicht hängt vom Umfang der Blöcke ab. Im Jahre 1980 wird die Konstruktions-Projektdokumentation überreicht und ein Prototyp für dünne und einer für dicke Blöcke fertiggestellt werden.

Holzablagen; Manipulationslinien; Sortierförderer

ULRICH, R. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Le transporteur trieur automatique des billes à commande mécanique*. Lesnictví, 26, 1980 (4) : 373-380.

Le transporteur trieur automatique bilatéral est à rouleaux, comprenant les supports à selle et les éjecteurs inférieurs que l'on fait entrer en action à l'aide des segments séparateurs d'embrayage. La hauteur optima est de 1,50 m et plus. La commande des rouleaux et des segments séparateurs est assurée par une chaîne sans fin. Le rangement des longueurs est ascendant, depuis la longueur la plus courte jusqu'à la plus longue et celui des épaisseurs descendant, depuis l'épaisseur la plus grande jusqu'à la plus mince. Tant que les longueurs et les épaisseurs ne se répètent pas plusieurs fois pour la même dimension, le système entier travaille tout à fait automatiquement à l'aide de l'interconnexion réciproque mécanique, par les tiges entre le palpeur de longueur et d'épaisseur et par la butée de commande.

Pour les billes plus longues que 2 m on n'a besoin d'aucun dispositif supplémentaire frontal. Pour les billes plus courtes que 2 m il est nécessaire d'utiliser ou bien le container équipé de chaînes freinées, ou bien le dispositif inférieur latéral frontal. En procédant à la déposition mécanique dans le dispositif d'aplanissement le service n'est pas nécessaire, ce qui élimine les travaux physiques les plus lourds et le risque d'accidents fréquents. La vitesse de déplacement des billes est d'environ $0,5-0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, les intervalles entre les billes étant d'environ 1 m. Le rendement en m^3 par équipe dépend du volume des billes. En 1980 sera transmise la documentation relative au projet de construction et réalisé un prototype pour les billes minces et un autre pour les billes fortes.

dépôts de bois; chaînes de manutention; transporteur trieur

Adresa autora:

Ing. Radomír Ulrich, lesnická fakulta VŠZ, 662 66 Brno, Lesnická 37

POZNATKY Z VYUŽITIA HYDRAULICKEJ RUKY JONSEREDS NOVA 100/80 Z

Hydraulickú ruku typu Jonsereds Nova 100/80 Z zapožičal VÚLH — Výskumná stanica v Oravskom Podzámku pre overenie a získanie skúseností pri riešení nadstavieb automobilu Tatra 815 Agro na prepravu dlhého dreva. Tento typ hydraulickej ruky je v porovnaní s rovnakými zariadeniami používanými u nás veľmi výkonným nakladačom dreva vysokej zdvihovej nosnosti. Má nesporne veľa výhod, z ktorých niektoré uvádzam.

Ako ideálne riešenie možno označiť zloženie kompletného zariadenia o veľ-

kom pracovnom dosahu a výkone do malého priestoru. Zloženie stĺpa, výložníka a drapáka do tvaru ležateho Z (podľa toho aj typové označenie Z) umožňuje dosiahnuť také vonkajšie obrysy, aby sa vmestili do rozmerov stanovených pre cestné vozidlá — šírka 2,5 m a maximálna výška 4,0 m pri vlastnej výške od rámu 2,6 m. Montážny priestor na ráme vozidla prípadne na pomocnom ráme o dĺžke 65 cm zaberá minimálne miesto za kabinou vozidla určeného na prepravu dlhého dreva.

1. Hydraulická ruka Jonsereds Nova 100/80 Z na automobile Tatra 815 Agro



Vyznačuje sa vysokým zdvihovým momentom pri skutočnom (meranom) netto zdvihu bremena (dreva) 1650 kg na výložení 6,0 m. Nameraný moment predstavuje 9900 kpm — 97 kNm, ktorý sa zhruba zhoduje s údajom výrobcu (10 000 kpm — 98,1 kNm). Ak porovnáваме brutto zdvihovú silu (keď sa drapák s rotátorom započítava do bremena) s údajmi, ktoré udávajú iní výrobcovia podobných zariadení, dosahuje 11 800 kpm — 115,7 kNm.

Taktiež moment otáčania je vysoký (2550 kpm — 25 kNm). Meraním sme na ramene 4,9 m zistili silu 520 kp.

Uvedené silové hodnoty zaručujú dobrú manipuláciu s dlhým drevom okolo 3 až 3,5 m³, najmä čo sa týka nakladania na odvoznú súpravu a jeho vykladania.

Hydraulický systém je vybavený dokonale pracujúcimi poistnými prvkami pre každý pohyb hydromotorov. Zladenosť

tlakov činnnej kvapaliny v každom hydromotore zaručuje prakticky dosahovať také sily (momenty síl), s ktorými sa počítalo pri teoretickom rozbere. Ak sa v niektorom z hydromotorov dosiahne maximálny tlak, nie je možné zvýšiť moment nad stanovenú hodnotu zaradením iného hydromotora do činnosti. To znamená, že keď zariadenie pri dvíhaní nestačí zdvihnúť bremeno pri činnosti napr. hlavného zdvihového valca, takéto bremeno nezdvihne ani pomocou valca lomenia, ani valcom výsuvu. Z toho vyplýva, že každý valec je vybavený poistným ventilom, ktorý zaručuje len taký tlak kvapaliny v uzavretom hydraulickom okruhu, aby nedochádzalo k preťaženiu zariadenia. Takto usporiadaný hydraulický systém dáva možnosť využívať zariadenie na všetky možné pohybové a silové práce pri premiestňovaní dlhého dreva bez obavy z toho, že sa zariadenie pokazi

z preťaženia, z nedovolených pohybů, fahov pri práci a pod.

Drapák s ležatým hydraulickým valcom má vmontovaný rotátor s neobmedzeným pohybom. Pri momente otáčania nad 100 kpm (1,0 kNm) prepúšťajú poistné ventily kvapalinu z obvodu do odpadu, čo zaručuje bezporuchovú prevádzku drapáka (na spôsob otočného závesu). Tento spôsob sa zvlášť vyžaduje pri práci s dlhým drevom.

Hydraulická ruka pracuje s maximálnym tlakom kvapaliny 250 bar (25,0 MPa) a dodávkou v rozsahu 50 až 80 l/min. Dodávku tlakovej kvapaliny zaisťuje hydrogenerátor typu Volvo F 11 C-78, ktorého tlakový rozsah je 10 až 35 max. 42 MPa (100 až 350 max. 420 bar) a množstvo dodávky je závislé od otáčok 25 l/min pri 350 ot/min až 225 l/min pri 3000 ot/min.

Hydraulická ruka je ovládaná zo sedadla na stĺpe. Vlastná pohybová (pracovná) činnosť je ovládateľná rukami i nohami. Pravou rukou sa obsluhujú tri sekcie, ľavou dve sekcie a každou nohou po jednej sekcii rozvádzača. Použité sú osvedčené rozvádzače typu Monsun-Tison HV 3, ktoré majú v každej sekcii poistné ventily. Jednotlivé pohyby sú účelne zladené na pohybovú rýchlosť v závislosti od dodávaného množstva kvapaliny. Rýchlosti pohybu sklápania a lomenia výložníka sú rovnaké, čo umožňuje jednosmerné škrtiace ventily. Okrem toho je každý pohyb závislý od skutočného množstva vpúšťanej kvapaliny do hydromotora cez rozvádzač podľa polohy posúvača, alebo podľa toho, či vtok kvapaliny je otvorený alebo škrtený. Keďže otváranie prietoku kvapaliny (z minimálneho na maximálny otvor a naopak) je plynulé, je plynulý aj rozbeh

pohybu a jeho zastavenie. Okrem toho sú v hydraulických obvodoch osobitné ventily, ktoré tlmiť tlakové nárazy kvapaliny a tak sú pohyby najmä s nákladom plynulé bez zjavných trhavých rázov.

Pracovný dosah drapáka pri kolmej polohe stĺpa sa nachádza v takej teoretickej vzdialenosti (3–6 až 7 m), pri ktorej sa vykonáva väčšina technologickej pracovnej náplne. Skutočný dosah výložníka je 5,3 m s výsuvom 6,75 m a podľa potreby je možné dosah zväčšiť až na 8,2 m naklonením stĺpa. Sklon stĺpa v smere výložníka a naopak je ovládaný osobitným hydraulickým valcom.

Aj keď je hmotnosť hydraulickej ruky s príslušenstvom cca 2500 kg (vlastná hmotnosť cca 2000 kg), vzhľadom na jej technické ukazovatele a výkon v porovnaní s inými typmi podobných zariadení nie je ťažká.

Podľa tohoto stručného prehľadu možno konštatovať, že hydraulická ruka typu Jonsereds Nova 100/80 Z je riešená špeciálne pre potreby manipulácie s dlhým drevom s montážou za kabínu automobilu. Pracovne zodpovedá technologickým požiadavkám pri preprave dlhého dreva na tzv. ťažkej polopríviesovej súprave. Pri riešení nadstavieb na automobil Tatra 815 Agro svojimi parametrami podporuje účelné rozmiestnenie celej nadstavby na dopravu dlhého dreva, primerane ovplyvňuje zafarbenie prednej nápravy automobilu, nezasahuje do priestoru nákladu, resp. návesu, nevyžaduje zásah do úprav automobilu, vývod pre pohon hydrogenerátora je vyhovujúci a pod. Z týchto dôvodov odporúčame sériovo montovať tento typ hydraulickej ruky na polopríviesovú súpravu s automobilom T 815 Agro.

Ing. Štefan Majkút, CSc., Výskumná stanica VÚLH, 027 41 Oravský Podzámok

ALJABJEV V. I.: OPTIMALIZACE VÝROBNÍCH PROCESŮ V TĚŽBĚ DŘEVA (OPTIMALIZACIJA PROIZVODSTVENNYCH PROCESSOV NA LESOZAGOTOVKACH). 1977, MOSKVA

Autor knihy prof. Ing. V. I. Aljabjev, DrSc., přední vědeckovýzkumný a pedagogický pracovník v oboru lesnických výrobních procesů v SSSR, předkládá velmi aktuální dílo zpracované na bázi nejnovějších teoretických poznatků a vyúsťující v praktickou aplikaci.

První kapitola je věnována úkolům optimalizačního projektování v těžební činnosti a v obecných rysech obsahuje problematiku volby parametrů strojů pro těžební výrobní proces; projektování výrobních procesů, optimální operativní řízení apod. Dále obsahuje všeobecnou ma-

tematickou formulaci úkolů optimálního projektování a řízení.

Kapitola druhá Metody matematického modelování výrobních procesů v těžební činnosti obsahuje obecné principy matematického modelování těžebních výrobních procesů; matematicky jsou vyjádřeny liniové modely, analytické modely, dále modely řízení zásob, modely založené na teorii grafů a sítí, pak modely založené na teorii her a statistických řešení a v neposlední řadě imitační strojové modely výrobních procesů.

Kritéria ekonomické efektivity a technické dokonalosti výrobních procesů a lesnických strojů jsou obsahem další kapitoly. Jsou zde uvedeny obecné principy kritérií a cílových funkcí v úkolech projektování a řízení. Podrobně je rozvedena problematika efektivity výrobních procesů a použitých strojů, doplněna řadou matematických výrazů pro volbu optimálních variant s ohledem na ekonomickou efektivnost, dále výrazy cílových funkcí pro jednoúčelové stroje. Podrobně jsou rozvedena kritéria provozní efektivity; jsou uvedeny matematické výrazy pro směnovou výkonnost jednooperačních strojů a strojů víceoperačních. Je zdůrazněn význam produktivity práce jako jednoho z hlavních ukazatelů efektivity výroby. Součástí předmetné kapitoly je též podkapitola obsahující problematiku kritérií technologické a technické dokonalosti výrobních procesů a strojů.

Čtvrtá kapitola je věnována metodám vyhledávání optimálních řešení při řízení a projektování; první část obsahuje analytické metody určování extrémních významů cílových funkcí a funkcionálů, doplněné příslušnými matematickými výrazy. Dále jsou to číselné metody vyhledávání optima cílových funkcí a lineární programování. Lineární programování se pokládá za velmi rozšířenou a dobře propracovanou metodu optimalizace při řešení řady praktických úloh pro lineární modely. Je matematicky formulována hlavní úloha lineárního programování. Dynamické programování je součástí další podkapitoly; základní úkoly dynamického programování jsou vyjádřeny matematickými vztahy. Metody nelineárního stochastického programování jsou ilustrovány na příkladu vyhledávání minima funkce, jejíž měření probíhá s náhodnou chybou. Metoda náhodného výběru se řadí mezi statistické metody optimalizace; je formulován princip této metody a je matematicky rozvedeno schéma náhodného výběru v nejjednodušší jeho modifikaci.

Pátá kapitola se nazývá statistická charakteristika výrobních objektů v těžební činnosti; první část je věnována analýze a ověřování výrobních systémů — je charakterizována výrobně ekonomická analýza, experimentální metoda, využití elektronických počítačích strojů a kontinuální výpočetní techniky.

Část kapitoly, nazvaná Přírodní podmínky, rozřizuje a charakterizuje základní faktory přírodních podmínek ovlivňujících těžební činnost. Detailně je zpracována část zabývající se taxačními údaji porostů; pro porosty s nejrozsáhlejšími druhy dřevin byly sestaveny tabulky, podle kterých je možno sestavit integrální křivky rozložení pravděpodobnosti. Jsou uvedeny matematické výrazy pro stanovení zásob dřeva v hmotnostních stupních a podle bonit.

Za důležitou fázi těžebně výrobního procesu se pokládá transport dřeva, který rozhodující měrou ovlivňuje plnění plánovaných výrobních úkolů. Pro optimalizaci transportních toků je důležitá jejich statistická analýza; jsou uvedeny příklady charakteristik rozložení dobových intervalů mezi příjezdy prostředků dopravy na místa nakládky a vykládky. Poslední část této kapitoly se zabývá prognózováním kvantitativních charakteristik výrobních objektů; graficky je znázorněno schéma rozložení intervalů a povahy prognózování; dále je uvedena aproximace trigonometrickými modely pro procesy se značným vlivem periodických faktorů.

Šestá kapitola má název Optimální řízení těžebních prací; první část se zabývá optimalizací schém zřizování dočasných transportních cest a rozmístění míst nakládky. Je uveden konkrétní příklad řešení účelnosti výstavby přibližovacích linek navazujících na odvozní cestu. Náhorně je zpracováno blokové schéma algoritmu pro určení optimálního rozmístění přibližovacích linek a míst nakládání pro příslušné pracoviště. Je věnována značná pozornost volbě nejracionalnějších velikostí přepravy nákladů, různých druhů dřeva mezi různými výrobními objekty. Je uveden příklad výpočtu, optimálního plánu přepravy za použití metody diferenciálních rent.

Řízení zásob dřeva na místech nákladky a horních skladech je obsahem další části; věnuje se zde pozornost sezónním zásobám a zásobám mezioperačním. Z praktického hlediska je významná část, zabývající se volbou, rozmístěním a optimalizací využití zařízení; je vhodně doplněna tabulkou s výsledky výpočtu provozně ekonomických ukazatelů sou-

stavy strojů pro základní těžební operace. Součástí je též blokové schéma algoritmu imitačního modelu práce kácecího stroje PL-19, obdobně je uvedeno blokové schéma odvětvovacího stroje LO-72.

Poslední část kapitoly je věnována optimalizaci těžebních prací cestou experimentování s komplexními imitačními modely; je uvedeno schéma algoritmu statistického modelování komplexu těžebních prací a algoritmu modelujícího soustředování (traktor LP-18), odvětvování (stroj LO 72) a nakládku kmenů na kládačem PL-2 na odvozní soupravu; jsou uvedeny výsledky experimentování s imitačním modelem těžebních prací.

Sedmá kapitola se zabývá problematikou výrobních procesů na hlavních lesních skladech; podává přehled o základních směrech a metodách řešení optimalizačních úkolů; optimalizace plánů výroby sortimentů je řešena matematickou formulací s uvedením postupu, je doplněna výchozími údaji pro optimalizaci plánu výroby sortimentu v lespromchoze.

Závěrečné části kapitoly jsou věnovány analýze využití výrobního zařízení pomocí imitačních modelů; jsou uvedena bloková schémata algoritmů imitačních modelů vykládky odvozní soupravy kozovým jeřábem a algoritmu imitačních modelů ukládání sortimentů do hromad a nakládání oblých sortimentů na železniční vagóny. Závěrečná kapitola knihy je věnována problémům určování opti-

mální politiky při vytváření a zavádění nové techniky. První část se zabývá optimalizací parametrických řad a systémů lesních strojů; jsou podrobně rozděleny jednotlivé etapy optimalizace parametrické řady strojů. Další část řeší určování optimálních lhůt pro vytváření nové techniky a obměny strojů. Velmi významná je stať, zabývající se určováním oblasti ekonomicky efektivního používání strojů, směřující k určování racionálních oblastí použití daného stroje nebo skupiny určitých strojů.

Závěrečné části poslední kapitoly jsou věnovány optimalizaci konstrukčních parametrů strojů, kinematiky pracovních orgánů a dynamiky lesnických strojů. Systémy automatizovaného řízení a projektování jsou poslední částí kapitoly.

Kniha má 226 stran textu včetně 318 matematických výrazů, dále 32 tabulek, 40 obrázků, grafů a schémat a 78 titulů literatury.

Předkládané dílo je určeno inženýrsko-technickým pracovníkům v provozu, vědecko-výzkumných a projekčních ústavech, učitelům a aspirantům lesnických fakult příslušného specializačního zaměření. Kniha bude určitě velmi dobře využitelná v oblasti řízení technického rozvoje v lesním hospodářství a řešení řady problémů, souvisejících se zaváděním a provozním nasazováním jedno- a víceúčelových těžebních strojů.

Prof. Ing. V. Petříček, CSc., lesnická fakulta VŠZ, 662 66 Brno, Lesnická 37

Podepsáno k tisku 17. 3. 1980.

Douda V.: Zavedením komplexní mechanizace zajistíme v lesním hospodářství efektivnost výroby	289
Douda V.: Podmínky využití víceoperačních těžebně dopravních strojů v leších ČSSR	291
Jandel R.: Beztrieskové rezanie dreva nožmi	309
Mikleš M.: Aplikácia metód analytickej dynamiky v procese lesnej ťažby	329
Dressler M.: Nové vysoce mechanizované technológie v mýtných ťezbách vhodné pre maloplošné hospodárstvo	345
Tuhársky J.: Meranie priemeru, krivosti a dĺžky listnatých kmeňov na manipulačných linkách hlavných skladov	359
Ulrich R.: Automatický triedicí dopravník výrezů s mechanickým ovládáním	373
Aktuality	
Majkút Š.: Poznatky z využitia hydraulického ruky Jonsereds Nova 100/80 Z	381
Petříček V.: Aljabjev V. I.: Optimalizace výrobních procesů v těžbě dřeva. 1977, Moskva	382

СОДЕРЖАНИЕ

Доуда В.: Обеспечить путем комплексной механизации эффективность лесопроизводства	289
Доуда В.: Условия применения многооперационных лесорубочно-транспортных машин в лесах ЧССР	305
Яндел Р.: Бесщепная распиловка древесины ножами	324
Миклеш М.: Применение методов аналитической динамики в процессе лесозуборок	343
Дресслер М.: Новые высокомеханизированные технологии в главных рубках, пригодные для маломасштабных лесохозяйств	356
Тугарски Ю.: Измерение диаметра, кривизны и длины лиственных стволов на разделочных линиях базисных складов	370
Улрих Р.: Автосортировочный транспортер кряжей с механическим управлением	379

Новости

Майкút Š.: Данные о применении гидравлического крана Jonsereds Nova 100/80 Z	381
Петржи́чек В.: Алябьев В. И.: Оптимализация производственных процессов на лесозаготовках. 1977, Москва	382

CONTENTS

Douda V.: Securing the Effectiveness of Production in Forestry through the Introduction of Complex Mechanization	289
Douda V.: Conditions of Exploiting Multioperation Logging and Transporting Machines in Forests of the CSSR	306
Jandel R.: Chipless Timber Cutting with Knives	325
Mikleš M.: Application of Methods of Analytical Dynamics to the Process of Forest Harvesting	343
Dressler M.: New Highly Mechanized Technologies of Final Felling Applicable to the Small-scale Forest Management	356
Tuhársky J.: Measuring the Diameter, Sweep and Length of Stems of Broad-leaved Trees on Primary Conversion Lines in Lower Landings	370
Ulrich R.: Log Sorting Conveyor with Automatic Control	379

Topical News

Majkút Š.: Findings from the Use of the Hydraulic Hand Jonsereds Nova 100/80 Z	381
Petříček V.: Aljabjev V. I.: Optimizing the Production Processes in Logging. 1977, Moscow	382

INHALT

Douda V.: Durch Einführung der Komplexmechanisierung zur Steigerung der Effektivität der forstwirtschaftlichen Produktion	289
Douda V.: Bedingungen für die Ausnutzung von Mehroperations-Nutzungs- und Transportmaschinen in den Wäldern der ČSSR	306
Jandel R.: Spanloses Holzschnitten mit Hilfe von Messern	326
Mikleš M.: Anwendung von Methoden der analytischen Dynamik im Prozeß der Forstnutzung	344
Dressler M.: Neue hochmechanisierte und für Kleinflächenwirtschaft geeignete Technologien in Endnutzungen	357
Tuhársky J.: Messung von Durchmesser, Krümmung und Länge von Laubholzstämmen auf Manipulationslinien zentraler Holzlagerplätze	371
Ulrich R.: Automatischer Sortier-Stammförderer mit mechanischer Betätigung	380

Aktualitäten

Majkút Š.: Erkenntnisse und Erfahrungen mit der Ausnutzung der hydraulischen Hand Jonsereds Nova 100/80 Z	381
Petříček V.: Aljabjev V. I.: Optimisierung der Produktionsverfahren auf dem Gebiet der Holznutzung. 1977, Moskau	382

TABLE DES MATIÈRES

Douda V.: Par la mécanisation complexe vers l'augmentation de l'efficacité de la production en sylviculture	289
Douda V.: Les conditions pour l'exploitation des machines d'exploitation et de transport à plusieurs opérations dans les forêts de Tchécoslovaquie	307
Jandel R.: Le sciage sans copeaux du bois avec les couteaux	327
Mikleš M.: L'application des méthodes de dynamique analytique au processus d'exploitation forestière	344
Dressler M.: Des technologies nouvelles, hautement mécanisées pour les exploitations de régénération, convenables au traitement par petites surfaces	357
Tuhársky J.: Le mesurage du diamètre, de la courbure et de la longueur des tiges des essences feuillues à l'aide des lignes de manutention dans les chantiers centraux	371
Ulrich R.: Le transporteur trieur automatique des billes à commande mécanique	380

Actualités

Majkút Š.: Les connaissances acquises lors de l'utilisation de la main hydraulique Jonsereds Nova 100/80 Z	381
Petříček V.: Aljabjev V. I.: L'optimisation des procédés de la production dans le domaine de la coupe de bois. 1977, Moscou	382

LESNICTVÍ č. 5/1980

Bartuněk J.: Prognóza vývoje požadavků na složení lesní výroby sestavená metodou křížových interakcí
Houba A.: Růst borovice na některých půdách České křídové tabule
Tokár F.: Vzťahy nadzemnej biomasy v produkčnom priestore zmiešaného porastu gaštanu jedlého (<i>Castanea sativa</i> Mill.) a duba zimného (<i>Quercus petraea</i> Liebl.)
Fanta B.: Rezonanční dřevo, jeho potřeba a ohrožení nárůstu
Páv J.: Invazní choroby muflona, jejich ekologicko-zdravotní závažnost a tlumení
Příloha — Matematické metody v lesnictví
Páv B.: Explikace a aplikace některých statistických testů v lesnictví nejvíce používaných (II. část)
Lesnictví č. 5/1980 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.