

VĚDECKÝ ČASOPIS ÚVTI

# LESNICKÝ ČASOPIS

1

ROČNÍK 12 (XXXIX)  
PRAHA,  
LEDEN 1966  
CENA 12 Kčs

ÚSTAV  
VĚDECKOTECHNICKÝCH  
INFORMACÍ MZLH

**LESNICKÝ ČASOPIS**

**Rídí redakční rada**

Člen korespondent ČSAV prof. dr. inž. Miroslav Vyskot, DSc. (předseda), inž. Vladimír Bortel, František Drožen, dr. inž. Ján Halaj, DSc., inž. Ladislav Hruzík, inž. Jan Jindra, CSc., člen korespondent ČSAV prof. dr. inž. Augustin Kalandra, DSc., prof. dr. inž. Václav Korf, DSc., inž. A. Mistrík, doc. inž. Adolf Priesol, CSc., doc. inž. Dušan Zachar, CSc., prof. inž. Vítězslav Zášmėta.

Vedoucí redaktorka inž. Milena Staňková

© Ústav vědeckotechnických informací MZLH, Praha 1965

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

LESNICKÝ ČASOPIS публикует научные статьи о разрешенных заданиях по научному исследованию в области лесохозяйственной науки, обзоры и анализы. Издает Институт научно-технической информации Министерства сельского и лесного хозяйства. Выходит в свет ежемесячно. Редакция Прага 2, Слезска 7.

LESNICKÝ ČASOPIS publishes scientific treatises about the solved research tasks in the line of silvicultural science, studies and analyses. Published by the Institute of Scientific and Technical Information of the Ministry of Agriculture and Forestry Management. Issued monthly. Editorial office Prague 2, Slezská 7.

LESNICKÝ ČASOPIS veröffentlicht wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Forstwirtschaftswissenschaft, Studien und Analysen. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen des Ministeriums für Land- und Forstwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion Praha 2, Slezská 7.

LESNICKÝ ČASOPIS publie les traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de science silvicole, études et analyses. Publié par l'Institut des renseignements scientifiques et techniques du Ministère de l'agriculture et des forêts. Paraît une fois par mois. Rédaction Praha 2, Slezská 7.

## DO NOVÉHO ROKU LESNICKÉHO ČASOPISU

Bývá zvykem ustupovat do nového roku s množstvím dobrých úmyslů, které však nebývají vždy v průběhu často překotně probíhajícího roku dobře plněny. Domníváme se proto, že bude lépe, jestliže si vytyčíme reálné a nesporné cíle, které jsme schopni ve vědeckém časopise se širším praktickým zázemím uskutečnit.

Dnes se již samozřejmě uznává, že bez vědy a techniky nelze dosáhnout účinného pokroku v materiální výrobě i v celé sféře její nadstavby. Mnohem těžší, než tento fakt konstatovat, je uvádět ho do skutečného života. Existuje totiž mnoho objektivních i subjektivních zábran, které v různých kombinacích znemožňují nebo ochromují pozitivní výsledek.

Vědecký sborník toho druhu jako je náš Lesnický časopis musí publikovat především nejzávažnější původní vědeckovýzkumná sdělení, ovšem formou natolik srozumitelnou, aby byla přijatelná našim vyspělým čtenářům z odborných kruhů. Má tedy v podstatě pomáhat rozvoji významného odvětví národního hospodářství, kterým bezesporu je naše lesnictví a myslivost. Přitom ovšem musí současně plnit funkci celostátního reprezentativního vědeckého sborníku i pro externí účely, tzn. pro zahraniční vědeckovýzkumné kruhy. Tomu slouží především cizojazyčné závěry, které ve stručném souhrnu sdělují hlavní poznatky ve čtyřech světových jazycích. Touto formou je náš časopis přístupný více než 250 zahraničním odborným institucím, především vysokým školám a vědeckým ústavům.

S rozvojem vědy a techniky se stávají vzdálenosti kratší, výměny myšlenek nutnější a tvořivá spolupráce nezbytná pro existenci lidské společnosti. Proto je třeba klást velký důraz na uplatnění našeho vyspělého lesnictví v mezinárodním měřítku, zejména také ve sféře pomoci rozvojovým zemím. Soudíme, že na tomto úseku jsme nevykonali vše, co je možné, a bude proto třeba společným úsilím v tomto roce rozvinout práci tohoto typu intenzivněji a širěji.

Interní působení vědeckého časopisu záleží především v účinné a průkazné informovanosti o nejnovějších vědeckých bádáních. To je možno uplatňovat formou polytematických nebo monotematických čísel časopisu. Monotematická čísla mají výhodu souborného podání určité odborné otázky a jsou také většinou přijímána kladně, i když zde nechybějí hlasy opačného názoru. Tímto způsobem byly publikovány stěžejní problémy biologické, technické i ekonomické. V minulém roce bylo poslední monotematické číslo, věnované hospodářské úpravě lesů, opatřeno vícejazyčným slovníčkem odborných termínů, v letošním roce budou postupně monotematická čísla dalších oborů (myšlivost, ochrana lesů, pěstování lesů a lesnické meliorace) doplněna těmito slovníčky, takže čtenáři budou mít k dispozici překlady nejdůležitějších odborných pojmů ve čtyřech

světových jazycích. Další zlepšení připravíme v tom směru, že hodláme publikovat téze a sylaby pro postgraduální studium, popř. jiné formy studia pracujících. V současné době jsou připravovány hlavní téze z hospodářské úpravy lesů, lesnických meliorací, lesnické ekonomiky a mechanizace. Užší kontakt se čtenáři má také udržovat stálá rubrika označená jako Aktuality, v níž jsou uváděny vědecké novinky a recenze významných děl zahraničních autorů.

Konečně důležitou formou ke zlepšení práce Lesnického časopisu je kvalitní a přitom rychlé lektorské řízení a přímý kontakt s autory.

Neméně důležitým faktorem je dále přímý styk se čtenáři a odběrateli našeho vědeckého časopisu, jak se to osvědčilo na besedě konané v říjnu roku 1965 na podnikovém ředitelství Státních lesů Západoslovenského kraje v Pezinoku.

Domníváme se proto, že máme všechny předpoklady pro plnění vědeckého i kulturního poslání a budeme se všemi silami snažit, abychom dosáhli cílů, které jsme si vytyčili.

Prof. dr. inž. Miroslav Vyskot, DrSc., člen korespondent ČSAV a poslanec Národního shromáždění



■ Přepážky jsou příčné objekty budované zpravidla z kamenného, betonového nebo srubového zdiva v korytech bystrin a strží pro úpravu spádových poměrů (přepážky konsolidační) nebo pro zadržení splavenin (přepážky retenční neboli zdržné). Přepážky musí mít základy sahající do určité hloubky podloží podle jeho složení a únosnosti, jakož i křídla upnutá do úbočí údolního profilu. Hlavní část přepážky tvoří těleso (hráz) s přelivnou sekci a propustnými otvory (obr. 1—3). Proti případnému podemletí v neskálních profilech je přepážka zajištěna vývařštěm s tlumícím vodním polštářem.

Za přepážku považujeme každý příčný objekt, jehož výškový rozdíl mezi předprahem u vývařště a přelivnou hranou je 2 m nebo více. Objekty o výšce menší než 2 m jsou stupně, které slouží spádové úpravě dna a liší se od přepážek tím, že nemají zdržný prostor, poněvadž jejich koruna sahá do úrovně dna koryta v trati nad objektem. Výška stupňů kolísá od 0,5 m do 1,5 m. Jsou sice i stupně vyšší než 1,5 m, popř. i s menším retenčním prostorem, který se ale brzy zaplní splaveninami, a stupeň pak působí jako závěrný objekt provedené korekce. Jeho výška je maximálně do 2 m.

Rozdíl mezi přepážkou a přehradou údolní nádrže je v tom, že údolní nádrž slouží k zadržení nadměrného množství vody a jejího využití k různým účelům. Proto je jak výška přehrady, tak i její retenční prostor mnohonásobně větší než u přepážky a její hráz je trvale vydána vodnímu tlaku (i když ne po celou dobu v roce do plné přípustné výše podle přítoku a odběru vody). Zdržný prostor přepážky je vodou naplněn pouze za velkých přívalů, kdežto jinak je tento prostor prázdný. Za nízkých vodních stavů odtéká voda pouze výpustnými otvory přepážky, které propouštějí drobnější materiál a nadlehčují zatížení vodním tlakem. Retenční prostor přepážky se postupně zanáší splaveninami, takže hráz je mimo období vodních přívalů namáhána pouze zemním tlakem, který je menší než vodní tlak. Z toho důvodu jsou též podmínky stability u přepážek mírnější než u velkých přehrad, kde míra bezpečnosti musí být přesně stanovena a dodržována.

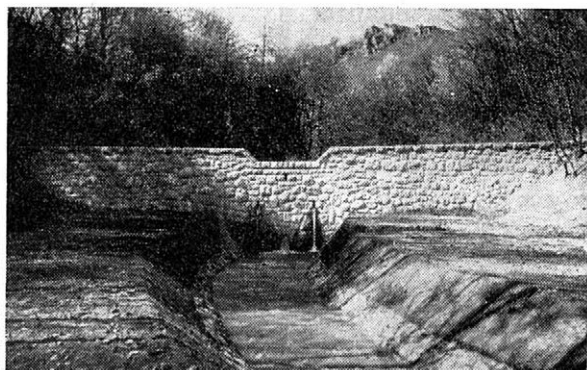
Po stránce statické je třeba u přepážek prokázat bezpečnost proti 1. překlopení, 2. posunutí, 3. napětí ve zdivu a základové spáře, 4. namáhání základové pudy.

Tyto podmínky formuloval pro hrazení bystrin již v roce 1901 Wang v díle *Grundriss der Wildbachverbanung*, 1901, Leipzig.

V zájmu dosažení co největší ekonomické efektivity musí se příznivě projevit ukazatel hospodárnosti, tzn., že objem akumulacího prostoru připadající na  $1\text{ m}^3$  zdiva přepážky je co největší. Tento požadavek lze splnit výběrem nejuzšího místa pod údolní rozšířeninou v trati mírného spádu.

Dimenzování bystrinných přepážek se od prvopočátku provádělo tak, že se prokazovalo splnění uvedených čtyř bezpečnostních podmínek modifikovaných podle praktických zku-

1. Přepážka v Haluzické strži (rok výstavby 1925), zdivo z vápence na cementovou maltu,  $\lambda = 0,46$ . Stav: zdivo prosakuje



šeností. Poněvadž v minulosti nebyla projekce odloučena od stavební činnosti a tato nebyla normována, musel si každý inženýr-bystřinář sám vyřešit potřebné parametry pro stavební konstrukce, které pak také prováděl. Projekty byly poměrně jednoduché, proto také nebyly do nich pojaty podrobné propočty jednotlivých opatření. Z toho důvodu jsou četné přepážky různě dimenzovány a některé neodpovídají po stránce statické dnešním přísným předpisům, které platí především pro velké přehrady. Avšak převážný počet objektů se osvědčil, což si vysvětlují tím, že po výstavbě přepážky se začal její zdržný prostor zanášet splaveninami, takže vodního tlaku ubývalo a hráz působila spíše jako opěrná zeď proti zemnímu tlaku, než jako přehradní zeď proti vodnímu tlaku, neboť šterkový materiál ukládaný ve vodorovných vrstvách časem pevně ulehne a kalem se stmelí. Dosvědčují to zkušenosti z minulosti, jak o tom píše Wang, že po zhroucení jedné přepážky zůstal naplavený materiál neporušeně stát jako zemní hráz a byl teprve postupně odplavován tekoucí vodou.

Podobné zkušenosti vedly k tomu, že se v mnohých případech uvažoval vodní tlak jako trojúhelník s vrcholem v úrovni přepadové koruny a nikoliv jako lichoběžník. Nemá-li k narušení bezpečnosti takové přepážky dojít, musí zanášení zdržného prostoru rychle postupovat, aby ještě před příchodem prvního katastrofálního přívalu bylo dno koryta za



2. Přepážka na přítoku Mohelnice (rok výstavby 1955), zdivo na sucho z goduiského pískovce a žuly,  $\lambda = 0,70$ . Stav: zdivo bezvadné

3. Přepážka na Malé Ráztoce (rok výstavby 1952), zdivo srubové ze dřeva a potočního kamene,  $\lambda = 0,48$ . Stav: srubové zdivo značně opotřebované

přepážkou natolik zvednuto, že by vodní tlak působil již jen na horní část zdi, a tím se zatížení zmírnilo (obr. 10).

Někteří autoři vidí odolnost slabě dimenzovaných přepážek také v tom, že v tělese a křídlech přepážek dochází k jakési deskové účinnosti zdiva, popř. že zaoblené přepážky působí nejen gravitačně, ale i klenbovitě, popř. konzolovitě, což ale nelze spolehlivě na bystrinách prokazovat. Je ovšem zapotřebí dosavadní nejednotnost v názorech a různost počítání stability odstranit a dát projekci, jakož i provozu pomůcky, které usměrňují dosavadní početní postupy a usnadňují řešení této obtížné problematiky. A to je smyslem této práce.

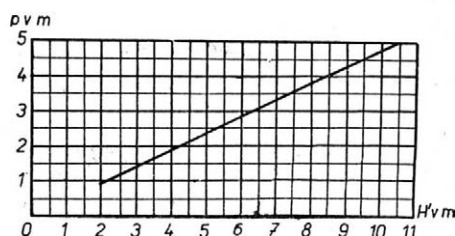
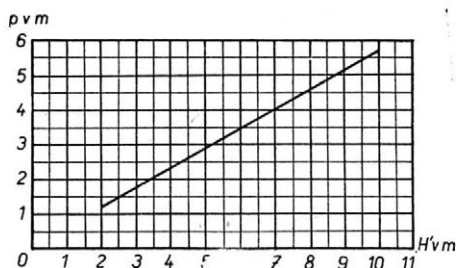
## METODIKA

Předem musím upozornit, že jsem do svého pojednání zahrnul přepážky v půdoryse přímé, ze zdiva kamenného nebo betonového, které jsou v bystrinářské praxi nejběžnějšími typy těchto stavebních objektů.

Pro zpracování jsem měl k dispozici údaje o rozměrech 80 přepážek postavených na Moravě a Slovensku v době od roku 1908 do roku 1964. Výška přepážek je 2 až 7,6 m. Zdržné prostory přepážek jsou z převážné části zaneseny, což znamená, že se přes ně převalily četné velké vody, aniž by došlo k nějakým větším poruchám. Poněvadž se rozměry jak co do výšky, tak i co do tloušťky zdí velmi různí, bylo zapotřebí stanovit srovnávací parametr, pomocí něhož by bylo možno posoudit stupeň bezpečnosti jednotlivých objektů. Po podrobném statickém prošetření rozměrů přepážek bylo shledáno, že vhodným srovnávacím parametrem je poměr šířky patní spáry  $p$  k výšce objektu  $H'$ , měřené v úrovni koruny křídel, který označíme písmenem  $\lambda$  a nazveme součinitelem štíhlosti, tj.

$$\lambda = \frac{p}{h + h'} = \frac{p}{H'} \quad (\text{obr. 6}).$$

Za tohoto předpokladu bylo možno ověřit, u kterých z jednotlivých přepážek jsou splněny všechny 4 podmínky stability (zejména zda výslednice nevybočuje z jádra), u kterých sice dochází k vybočení výslednice, avšak maximálně o  $1/6 z$  (podle ČSN 73 1820 je mimostřednost — excentricita  $e = \max 1/3 z$  s výjimkou soudržných zemin), kde  $z$  je šířka základové spáry a u kterých je  $e > 1/3 z$ , popř. výslednice vybočí vůbec ze základové spáry (obr. 9). Podle toho lze vyšetřované přepážky roztrždit do 3 skupin (A, B, C), z nichž skupina C byla z dalšího prošetřování vyloučena, poněvadž obsahuje objekty, u nichž je  $e > 1/3 z$ . U bystrinných přepážek ze skupiny A a B byla zkoumána závislost šířky



4. Graf pro stanovení šířky patní spáry  $p$  podle výšky přepážky  $h + h' = H'$ . Platí pro skupinu A,  $\lambda = 0,57$

5. Graf pro stanovení šířky patní spáry  $p$  podle výšky přepážky  $h + h' = H'$ . Platí pro skupinu B,  $\lambda = 0,48$

patní spáry  $p$  na výšce přehradní zdi  $H'$  pomocí matematické statistiky a byly vypočteny regresní přímky korelační metodou, které pak byly ještě upraveny a přizpůsobeny vlastní potřebě (obr. 4, 5), aby bylo možno rychle a snadno z grafů určit šířku patní spáry a ostatní dimenze. Byly vypočteny součinitele štiřlostního poměru  $\lambda$ , který pro přepážky skupiny  $A$  činí 0,57 a pro přepážky skupiny  $B$  0,48.

Jelikož dnešní normy, jako např. ČSN 73 1820, ON 73 6503, ON 73 6854 aj., nevystihují dobře bezpečnostní podmínky bystrinných přepážek, bylo k jejich ustanovením přihlédnuto jen částečně, kdežto jinak byly respektovány parametry ověřené na přepážkách v jednotlivých povodích.

Výpočty byly většinou vykonány za předpokladu, že hloubka základu je jednotná, a to 1 m pod povrchem potočního dna, kvůli lepšímu srovnání jednotlivých početních postupů a výsledků. Mělčí základy budou na skalnatém podloží, kde je větší bezpečnost proti usmyknutí a únosnější základová půda. Proti tomu se musí objekty hlouběji, popř. do větší šířky zakládat tam, kde je podloží méně únosné a dovolené namáhání menší, zejména u soudrzných zemin. Zvýší se tím bezpečnost proti posunutí. Ovšem je nutno upozornit, že hloubka základů nebude mít na stabilitu zdi značný vliv, a proto se lze v prošetřovaných případech spokojit s uložením základů do 1 m pod patní spáru. Při stavbě přepážek musí být základy budovány do hloubky stanovené geologickým průzkumem. Prošetřované přepážky mají svislou návodní stěnu a jsou v půdoryse přímé, popř. mírně zaoblené.

U přepážek budovaných na ohrožených místech (těsně nad obcí apod.), to jsou přepážky skupiny  $A$ , je nutno uvažovat naprostou bezpečnost:

1. proti překlopení  $k_{pf} \geq 1,5$ ,

2. proti posunutí ve spáře  $k_{pos} \geq 1,25$  zpravidla bez naklonění základové plochy.

3. napětí zdiva v tlaku nesmí překročit dovolené namáhání, např. u zdiva lomového z opracovaného kamene na cementovou maltu max. 12 kp/cm<sup>2</sup> (též podle ČSN 73 1331), tj. pro zdivo kamenné lomové a kyklopské na cementovou maltu M 100 při průměrné pevnosti použitého staviva 600 kp/cm<sup>2</sup> a stupni bezpečnosti  $k_1 \approx 2,8$  bude přípustné maximální napětí 12 kp/cm<sup>2</sup>; k namáhání zdiva v tahu nesmí dojít, avšak menší namáhání v tahu lze připustit maximálně do 1,2 kp/cm<sup>2</sup> (pokud tím nejsou ovlivněny jiné bezpečnostní parametry), tedy

$$\sigma_{1,2} = \sigma_c \left( 1 \pm \frac{6e}{z} \right) = \frac{N}{b \cdot z} \left( 1 \pm \frac{6e}{z} \right),$$

kde  $b$  je délka výřezu zdiva 100 cm,

4. namáhání základové půdy nesmí překročit ČSN 73 1820 dovolenou mez, tj. u skalních půd max. 30 kp/cm<sup>2</sup> a u nesoudrzných zemin při hloubce založení 1 m a šířce základu do 6 m až max. 8 kp/cm<sup>2</sup>.

U přepážek skupiny  $B$  lze podle skutečně zjištěných parametrů a ověření odolnosti zdiva počítat s menším stupněm bezpečnosti, tj.

1. bezpečnost proti překlopení  $k_{pf} \geq 1,3$ ,

2. bezpečnost proti posunutí  $k_{pos} \geq 1,25$  za předpokladu, že bude podle potřeby spodní plocha základu přiměřeně nakloněna,

3. napětí zdiva v tlaku se vyšetří za vyloučení tahu, přičemž mimostřednost  $e$  nesmí být větší než  $\frac{1}{3} z$ ,

4. z třetí podmínky vyplývá pak stupeň namáhání základové půdy, který nesmí být větší než dovoluje ČSN 73 1820 pro jednotlivé druhy základové horniny (zeminy).

Při vyšetřování stability přepážky uvažujeme patní spáru  $p$ , výšku zdi nad touto spárou  $h$  a hloubku přelivu  $h'$ . Patní spára je neměnitelná, odpovídá úrovni dna koryta, kdežto základová spára mění svou polohu podle složení a únosnosti podloží. Od patní spáry



vzhůru až po korunu křídel působí vodní tlak, popř. vodní a zemní tlak (str. 15). Na návodní stěnu základu působí zemní tlak, který se však ve výpočtech neuvažuje, poněvadž jednak je poměrně malý, jednak je vyřazen z působnosti vnějších sil protitlakem vody, zdiva a zeminy ve vývazišti. Rovněž současné spolupůsobení vodního a zemního tlaku v celé hloubce nádržného prostoru se neuvažuje, poněvadž, jak bylo již vpředu řečeno, nelze na tuto eventualitu brát ohled vzhledem k zvláštním a od velkých přehrad odlišným poměrům na bystřinných tocích.

Ještě jedna důležitá podmínka byla při zpracování tohoto pojednání vyřešena, tj. stanovení nejvhodnější tloušťky přepadové koruny. Základem byl vzorec

$$k = \frac{n \cdot \gamma}{f \cdot \gamma_z} \left( x + \frac{\Delta_x}{2} \right) \cdot \left( 1 + \frac{4 v^2}{100} \right),$$

kde  $k$  — tloušťka koruny přepadu v m,

$n$  — bezpečnostní součinitel 1 až 2,

$\gamma$  — měrná hmotnost vody 1 t/m<sup>3</sup>,

$f$  — součinitel tření (odporu zdiva — tření ve spáře 0,70—0,75),

$\gamma_z$  — objemová hmotnost kamenného zdiva 2,5 t/m<sup>3</sup>,

$x$  — hloubka přelivu v m,

$\Delta_x$  — vzdálenost střední vrstvy korunového zdiva od přepadové hrany, na které působí náraz přitékající vody, zpr.  $\frac{0,6}{2} = 0,3$  m,

$v$  — zpomalená rychlost přitékající vody v hloubce  $\Delta_x$ , zpr. max 1 m/s.

Tohoto vzorce se používá pro počáteční stanovení tloušťky korunového zdiva, která však v průběhu vlastního statického řešení musí být upřesněna. Postup je poněkud zdolou-

I. Tloušťka koruny přepážek skupiny A, závislá na výšce zdi  $h$  a hloubce přelivu  $h'$

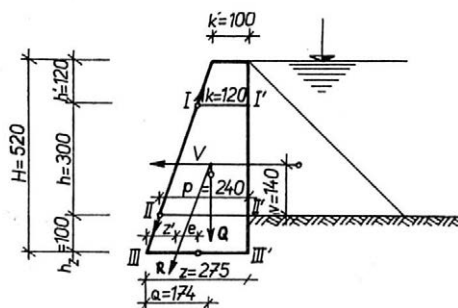
| $h \backslash h'$ | 0,8  | 1,2  | 1,6  | 2,0  |
|-------------------|------|------|------|------|
|                   | m    |      |      |      |
| 2                 | 1,2  | 1,3  | 1,4  | 1,5  |
| 3                 | 1,25 | 1,35 | 1,45 | 1,55 |
| 4                 | 1,3  | 1,4  | 1,5  | 1,6  |
| 5                 | 1,35 | 1,45 | 1,55 | 1,65 |
| 6                 | 1,4  | 1,5  | 1,6  | 1,7  |
| 7                 | 1,4  | 1,5  | 1,6  | 1,7  |
| 8                 | 1,4  | 1,5  | 1,6  | 1,7  |
| 9                 | 1,45 | 1,55 | 1,65 | 1,75 |
| 10                | 1,5  | 1,6  | 1,7  | 1,8  |

II. Tloušťka koruny přepážek skupiny B, závislá na výšce zdi  $h$  a hloubce přelivu  $h'$

| $h \backslash h'$ | 0,8  | 1,2  | 1,6  | 2,0  |
|-------------------|------|------|------|------|
|                   | m    |      |      |      |
| 2                 | 0,9  | 1,0  | 1,2  | 1,3  |
| 3                 | 1,15 | 1,15 | 1,3  | 1,35 |
| 4                 | 1,2  | 1,2  | 1,35 | 1,4  |
| 5                 | 1,25 | 1,3  | 1,4  | 1,5  |
| 6                 | 1,3  | 1,35 | 1,45 | 1,55 |
| 7                 | 1,35 | 1,4  | 1,5  | 1,6  |
| 8                 | 1,4  | 1,5  | 1,6  | 1,7  |
| 9                 | 1,45 | 1,55 | 1,65 | 1,75 |
| 10                | 1,5  | 1,6  | 1,7  | 1,8  |

havý, a proto byly pomocí korelačního počtu na podkladě prošetření skutečného stavu vybudovaných již přepážek vypracovány tabulky I a II (pro skupinu A a B), které obsahují tloušťky korun v závislosti na hloubce přelivu  $h'$  a na výšce objektu  $h$ . Mezihodnoty lze stanovit lineární interpolací. Wang stanovil tento rozměr rovněž s přihlédnutím k výšce objektu. V Itálii volí šířku koruny 1–1,5 m.

Dále se postupuje tak, že podle výšky přepážky včetně křídel ( $h + h' = H'$ ) vyčteme z grafu (obr. 4, 5) šířku patní spáry, jejíž krajní bod (II) na vzdušné straně spojíme s krajním bodem koruny (I); spojnicí pak prodloužíme do úrovně křídel a obdržíme šířku koruny křídla  $k'$ , která nesmí být menší než 0,7 m. Prodloužením spojnice až po základovou spáru určíme průsečík III, který spolu s bodem III' rýsuje základovou spáru, jak ukazuje obr. 6.



Prvky znázorňující postup statického řešení:

$$\lambda \text{ (štitlostní koeficient)} = \frac{2,4}{4,2} = 0,57, \text{ tj.}$$

skupina A,

$p$  — patní spára,

$z$  — základová spára,

$z'$  (rámě) =  $-0,87 \text{ m}$   $\left( \begin{array}{l} - \text{vpravo} \\ + \text{vlevo} \end{array} \right)$  od bodu III),

6. Zděná přepážka v půdorysu přímá

$$e \text{ (mimostřednost)} = \frac{z}{2} - z' = 1,375 -$$

$-0,87 = 0,505 = 0,51 \text{ m}$ , výslednice vybočuje vybočuje z jádra o 0,05 m,

$$\frac{z}{3} = 0,918 \approx 0,92 \text{ m.}$$

## VÝSLEDKY

Postup vlastního řešení stability přepážky v půdoryse přímé vysvětlím na dvou příkladech.

### PŘÍKLAD 1 (OBR. 7a)

Přepážka patří do skupiny A ( $\lambda = 0,57$ ), to znamená, že je zapotřebí prokázat všechny 4 bezpečnostní podmínky, jak je uvedeno na str. 6. Je dána:

1. výška přepážky  $h = 4 \text{ m}$ ,

2. hloubka přelivu  $h' = 1,2 \text{ m}$ ,

3. hloubka základu  $h_x = 1 \text{ m}$ ;

z toho vyplývá podle tabulky I:

4. tloušťka přepadové koruny  $k = 1,4 \text{ m}$ ,

5. šířka patní spáry podle obr. 7a:  $p = 2,96 \text{ m}$  (popř. podle výpočtu ( $h + h'$ ).  $\lambda = 5,2 \cdot 0,57 = 2,96 \text{ m}$ ).

Spojením krajního bodu patní spáry II s krajním bodem přepadové koruny I na vzdušné stěně a prodloužením spojovací přímky, jak do úrovně koruny křídla, tak i do úrovně základové spáry obdržíme:

6. tloušťku koruny křídla  $k' = 0,93$  m,

7. šířku základové spáry  $z = 3,35$  m.

Nyní si můžeme ověřit vpředu uvedené bezpečnosti. K tomu potřebujeme znát:

8. objemovou hmotnost kamenného zdiva, např.  $\gamma_z = 2,5$  t/m<sup>3</sup> (lomové zdivo podle ČSN 73 1310),

9. měrnou hmotnost vody  $\gamma = 1$  t/m<sup>3</sup>,

10. objemovou hmotnost  $\gamma_z$  výřezu zdiva o délce  $b = 100$  cm, tj.

$$Q = \frac{0,93 + 3,35}{2} \cdot 6,2 \cdot 2,5 = 33,17 \text{ Mp},$$

11. rámě  $q$  od krajního bodu III základny, tj.

$$q = \frac{1}{3} \cdot \frac{3 \cdot z^2 - (z - k')^2}{k' + z} = \frac{1}{3} \cdot \frac{3 \cdot 3,35^2 - (3,35 - 0,93)^2}{0,93 + 3,35} = 2,16 \text{ m},$$

$$12. \text{ vodní tlak } V = \frac{(h + h')^2}{2} \cdot \gamma = \frac{5,2^2}{2} \cdot 1 = 13,52 \text{ Mp},$$

13. rámě vodního tlaku, tj.

$$v = \frac{h + h'}{3} + h_z = \frac{4 + 1,2}{3} + 1 = 2,73 \text{ m}.$$

Posouzení stability přepážky v základové spáře III—III'

1. Bezpečnost proti překlopení:

$$k_{pr} = \frac{Q \cdot q}{V \cdot v} = \frac{33,17 \cdot 2,16}{13,52 \cdot 2,73} = \frac{71,65}{36,91} = 1,94 > 1,5 \text{ (vyhovuje).}$$

2. Bezpečnost proti posunutí:

$k_{pos} = \frac{\tan \varrho}{\tan \alpha}$ , kde  $\varrho$  je úhel vnitřního tření (zdivo po písku a šterku s mokřým povrchem třecích ploch,  $\tan \varrho = 0,50$  — ČSN 73 1331).  $\alpha$  je úhel, který svírá svislá složka  $N$  s výslednicí,

$$\tan \alpha = \frac{V}{Q} = \frac{13,52}{33,17} = 0,40, \quad k_{pos} = \frac{0,50}{0,40} = 1,25 \text{ (vyhovuje).}$$

3. Napětí v základové spáře:

Napětí zdiva v tlaku, popř. v tahu, se vyšetřuje podle vpředu uvedeného vzorce v kterékoliv spáře, pokud tato probíhá vlastním zdivem. Na rozhraní dvou materiálů (zdivo — půda) rozhoduje však pevnost slabšího materiálu, tzn., že v základové spáře je rozhodující napětí zeminy.

Poněvadž pro výpočet napětí potřebujeme znát polohu průsečíku výslednice se základovou spárou ( $z'$ ), jakož i mimostřednost tlakového působení ( $e$ ), stanovíme mimostřednost z momentové podmínky k bodu III:

$$M_{III} = V \cdot v - Q \cdot q = 36,91 - 71,65 = -34,74 \text{ Mpm},$$

rámeč  $z' = \frac{M_{III}}{Q} = -\frac{34,74}{33,17} = -1,05$  (výsledek záporný působíště je vpravo od bodu III); poněvadž  $\frac{1}{3} z = 1,117 \pm 1,12 \text{ m}$ , dochází k mírnému vybočení výslednice z jádra o 0,07 m, což ale neškodí, poněvadž

$$\sigma_2 = +0,13 \text{ kp/cm}^2 < 1,2 \text{ kp/cm}^2, \text{ jak je dále uvedeno:}$$

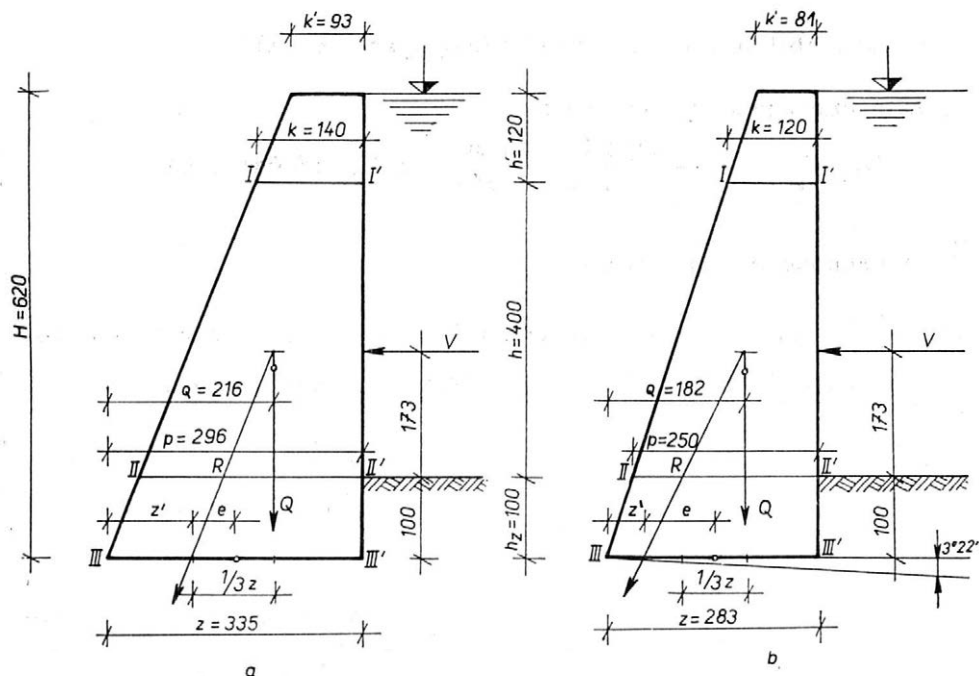
$$e = \frac{z}{2} - z' = 1,68 - 1,05 = 0,63,$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{z \cdot 100} \left( 1 \pm \frac{6e}{z} \right) = \frac{33170}{33500} \left( 1 \pm \frac{6 \cdot 0,63}{335} \right),$$

$$\sigma_1 (\text{max. tlak}) = 2,11 \text{ kp/cm}^2 < 4,68 \text{ kp/cm}^2 \text{ (vyhovuje).}$$

4. Namáhání základové půdy (hrubý písek a hrubý písek se štěrkem — ČSN 73 1820):

Tato podmínka je již splněna v předešlém odstavci 3, neboť největší namáhání v tlaku (2,11 kp/cm<sup>2</sup>) je menší než dovolené namáhání základové půdy 4,68 kp/cm<sup>2</sup>. Kdybychom posuzovali napětí s vyloučením tahu, musili bychom použít vzorce



7a — zděná přepážka skupiny A,  $\lambda = 0,57$ ; b — zděná přepážka skupiny B,  $\lambda = 0,48$



$$\sigma_{\max} = \frac{2N}{3 \cdot b \cdot z'} = \frac{66340}{3 \cdot 100 \cdot 105} = 2,1 \text{ kp/cm}^2,$$

což svědčí o tom, že lze připustit menší napětí v tahu, neboť výsledná napětí v tlaku jsou téměř stejná ( $2,11 \text{ kp/cm}^2 \approx 2,1 \text{ kp/cm}^2$ ). Kdybychom postupovali podle ČSN 73 1820 byl by výsledek ještě výhodnější, neboť

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{(z - 2e) \cdot b} = \frac{33\,170}{(335 - 126) \cdot 100} = 1,58 \text{ kp/cm}^2.$$

## PŘÍKLAD 2 (OBR. 7b)

Kdybychom připustili na méně ohrožených místech menší stupeň bezpečnosti, dospěli bychom k menším rozměrům zdi (skupina B), jak vyplývá z dalšího propočtu. Jako u předešlého příkladu je dáno:  $h = 4 \text{ m}$ ,  $h' = 1,2 \text{ m}$ ,  $h_z = 1 \text{ m}$ .

Podle grafu (obr. 5) je šířka patní spáry  $2,5 \text{ m}$  [popř. podle výpočtu:  $(h + h') \cdot \lambda = 5,2 \cdot 0,48 = 2,5 \text{ m}$ ]. Tloušťka přepadové koruny je podle tabulky II  $k = 1,2 \text{ m}$ . Šířka základové spáry (podle sklonu vzdušné stěny)  $z = 2,83 \text{ m}$  a tloušťka koruny křídla  $k' = 0,81 \text{ m}$ .

Dále platí:

$$1. Q = \frac{0,81 + 2,83}{2} \cdot 6,2 \cdot 2,5 = 28,21 \text{ Mp},$$

$$2. \text{ rámě } q = \frac{1}{3} \frac{3 \cdot 2,83^2 - (2,83 - 0,81)^2}{0,81 + 2,83} = \frac{24,03 - 4,08}{10,92} = 1,82 \text{ m},$$

3. vodní tlak  $V$  a jeho rameno  $v$  jsou stejné jako v předchozím příkladu, tj.

$$V = 13,52 \text{ Mp}, \quad v = 2,73 \text{ m}.$$

Posouzení stability přepážky v základové spáře III—III':

1. Bezpečnost proti překlopení:

$$k_{pr} = \frac{28,21 \cdot 1,82}{13,52 \cdot 2,73} = \frac{51,34}{36,91} = 1,39 > 1,3 \text{ (vyhovuje).}$$

2. Bezpečnost proti posunutí:

$$\text{tg } \alpha = \frac{V}{Q} = \frac{13,52}{28,20} = 0,47, \quad \alpha = 25^\circ 12',$$

$$k_{pos} = \frac{\text{tg } \varrho}{\text{tg } \alpha} = \frac{0,50}{0,47} = 1,02.$$

Bude nutno naklonit základovou plochu o  $(25^\circ 12' - 21^\circ 50')$ , tj. o  $3^\circ 22'$ , neboť bezpečnosti 1,25 odpovídá úhel  $\alpha = 21^\circ 50'$  (vyhovuje).

### 3. Napětí v základové spáře:

Vzdálenost průsečíku výslednice se základovou spárou od otočného bodu III

$$z' = \frac{M_{III}}{Q} = \frac{V \cdot v - Q \cdot q}{Q} = \frac{36,91 - 51,34}{28,20} = -0,51,$$

což je menší než  $\frac{1}{3} z = 0,94$ . To znamená, že výslednice vybočila z jádra, a proto je nutno počítat s vyloučením tahu, který však je menší než  $1,2 \text{ kp/cm}^2$ , jak vyplývá z výpočtu:

$$e = \frac{z}{2} - z' = 1,41 - 0,51 = 0,9 \text{ m},$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{z \cdot 100} \left( 1 \pm \frac{6 \cdot e}{z} \right) = \frac{28210}{28300} \left( 1 \pm \frac{6 \cdot 90}{283} \right)$$

$$\sigma_1 (\text{max. tlak}) = -2,87 \text{ kp/cm}^2 < 4,42 \text{ kp/cm}^2,$$

$$\sigma_2 (\text{max. tah}) = +0,98 \text{ kp/cm}^2 < 1,2 \text{ kp/cm}^2.$$

### 4. Namáhání základové půdy:

Jestliže budeme počítat s vyloučením tahu, bude maximální namáhání základové půdy v tlaku

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{2N}{3 \cdot b \cdot z'} = \frac{56420}{15300} = 3,68 \text{ kp/cm}^2 \text{ nebo}$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{N}{(z - 2e)b} = \frac{28210}{(383 - 180) \cdot 100} = 2,73 \text{ kp/cm}^2,$$

tj. v obou případech  $< 4,42 \text{ kp/cm}^2$  neboli vyhovuje.

### ÚSPORA ZDIVA

Podle příkladu 1 je celková kubatura výřezu zdiva o délce 1 m  $13,27 \text{ m}^3$

podle příkladu 2 činí kubatura zdiva  $11,28 \text{ m}^3$

je tudíž úspora

$1,99 \text{ m}^3$  na 1 bm, tj.

$15 \%$ , v jiných případech i více ( $17-20 \%$ ).

Při početním postupu bylo uvažováno lomové zdivo z hutného kamene na cementovou maltu objemové hmotnosti  $2,5 \text{ t/m}^3$  (ČSN 73 1310). Jestliže se však použije zdiva lehčího nebo zdiva na sucho, popř. z betonu, musíme vypočtené rozměry vynásobit opravným součinitelem, který byl stanoven kontrolním propočtem většího počtu objektů, jak je uvedeno v tabulce III. Opravný součinitel byl upraven jako štíhlostní součinitel a činí pro zdivo na sucho z opracovaného kamene nebo z ručně pýchovaného betonu ve skupině A  $0,63$  a ve skupině B  $0,55$ .

Srubové přepážky patří do skupiny B, poněvadž se staví na odlehklých místech, ve stržích a zmolách, převážně jako dočasné objekty. Jejich výška  $h$  nebývá větší než  $4 \text{ m}$  a objemová hmotnost srubu se počítá  $1,5 \text{ t/m}^3$ . Poněvadž tyto přepážky podléhají nepříznivým povětrnostním vlivům, chrání se koruna objektu krytem fošnovým nebo lať-

### III. Parametry zděných přepážek vysokých 2-4-6 a 8 m s hloubkou přelivu 0,8—1, 2—1,6 a 2 m

| Č.j. | Druh zdiva | Skup. přepážek | $\lambda$ | $h$ | $h'$ | $h_z$ | $k$  | $k'$ | $p$  | $z$  | $\frac{1}{6} z$ | $k_{pr}$ | $z'$  | $e$  | Napětí v základové spáře |                          |          | Poznámka                                  |
|------|------------|----------------|-----------|-----|------|-------|------|------|------|------|-----------------|----------|-------|------|--------------------------|--------------------------|----------|-------------------------------------------|
|      |            |                |           |     |      |       |      |      |      |      |                 |          |       |      | max. tlak                | dov. namáh. základ. půdy | max. tah |                                           |
|      |            |                |           |     |      |       |      |      |      |      |                 |          |       |      | m                        |                          |          |                                           |
| 1    | I          | A              | 0,57      | 2   | 0,8  | 1     | 1,2  | 1,04 | 1,60 | 1,80 | 0,30            | 1,90     | 0,51  | 0,39 | 1,76                     | 4,40                     | 0,23     |                                           |
| 2    | I          | B              | 0,48      | 2   | 0,8  | 1     | 0,9  | 0,72 | 1,34 | 1,56 | 0,26            | 1,38     | 0,26  | 0,52 | 2,77                     | 3,78                     | 0,69     |                                           |
| 3    | II         | A              | 0,63      | 2   | 0,8  | 1     | 1,2  | 0,98 | 1,76 | 2,04 | 0,34            | 2,09     | 0,65  | 0,37 | 1,87                     | 4,02                     | 0,05     |                                           |
| 4    | II         | B              | 0,55      | 2   | 0,8  | 1     | 0,9  | 0,7  | 1,54 | 1,86 | 0,31            | 1,55     | 0,39  | 0,54 | 1,82                     | 3,93                     | 0,37     |                                           |
| 5    | I          | A              | 0,57      | 4   | 1,2  | 1     | 1,4  | 0,93 | 2,96 | 3,35 | 0,56            | 1,94     | 1,05  | 0,63 | 2,10                     | 4,68                     | 0,13     |                                           |
| 6    | I          | B              | 0,48      | 4   | 1,2  | 1     | 1,2  | 0,81 | 2,50 | 2,83 | 0,47            | 1,39     | 0,51  | 0,90 | 3,68                     | 4,42                     | 0,98     |                                           |
| 7    | II         | A              | 0,63      | 4   | 1,2  | 1     | 1,4  | 0,84 | 3,28 | 3,75 | 0,63            | 2,06     | 1,26  | 0,61 | 1,66                     | 4,87                     | 0,31     |                                           |
| 8    | II         | B              | 0,55      | 4   | 1,2  | 1     | 1,2  | 0,70 | 2,86 | 3,28 | 0,55            | 1,57     | 0,78  | 0,86 | 2,33                     | 4,64                     | 0,37     |                                           |
| 9    | I          | A              | 0,57      | 6   | 1,6  | 1     | 1,6  | 0,87 | 4,33 | 4,78 | 0,79            | 1,86     | 1,46  | 0,93 | 2,76                     | 5,39                     | 0,20     |                                           |
| 10   | I          | B              | 0,48      | 6   | 1,6  | 1     | 1,4  | 0,87 | 3,65 | 4,01 | 0,67            | 1,35     | 0,68  | 1,32 | 5,14*                    | 5,00                     | 1,26     | * podle vzorce c: 3,82 kp/cm <sup>2</sup> |
| 11   | II         | A              | 0,63      | 6   | 1,6  | 1     | 1,6  | 0,75 | 4,79 | 5,32 | 0,89            | 1,97     | 1,73  | 0,93 | 2,21                     | 5,66                     | 0,05     |                                           |
| 12   | II         | B              | 0,55      | 6   | 1,6  | 1     | 1,45 | 0,73 | 4,18 | 4,63 | 0,76            | 1,49     | 0,99  | 1,30 | 3,41                     | 5,31                     | 0,74     |                                           |
| 13   | I          | A              | 0,57      | 8   | 2,0  | 1     | 1,7  | 1,00 | 5,70 | 6,20 | 1,03            | 1,86     | 1,89  | 1,22 | 3,49                     | 6,00                     | 0,28     |                                           |
| 14   | I          | B              | 0,48      | 8   | 2,0  | 1     | 1,7  | 0,94 | 4,80 | 5,18 | 0,86            | 1,32     | 0,83* | 1,75 | 6,75**                   | 5,59                     | 1,62     | * výjimka z' < 1/6 z o 3 cm               |
| 15   | II         | A              | 0,63      | 8   | 2,0  | 1     | 1,7  | 1,00 | 6,30 | 6,90 | 1,15            | 1,85     | 2,02  | 1,43 | 3,00                     | 6,00                     | 0,32     | ** podle vzorce c: 5 kp/cm <sup>2</sup>   |
| 16   | II         | B              | 0,55      | 8   | 2,0  | 1     | 1,7  | 0,76 | 5,50 | 5,97 | 0,99            | 1,49     | 1,29  | 1,69 | 4,20                     | 6,00                     | 0,94     |                                           |

Vysvětlivky: Druh zdiva: I — lomové zdivo řádkové nebo kyklopské z hutného kamene na cementovou maltu ( $\gamma_z = 2,5 \text{ t/m}^3$ ), popř. strojně pěchovaný beton ( $\gamma_z = 2,3 - 2,4 \text{ t/m}^3$ ), II — lomové zdivo řádkové nebo kyklopské na sucho (bez malty) nebo ručně pěchovaný beton ( $\gamma_z = 2 - 2,2 \text{ t/m}^3$ ).

Pro výpočet napětí ve zdivu a namáhání základové půdy platí tyto vzorce: a)  $\sigma_{\max} = \frac{N}{b \cdot z} \left( 1 \pm \frac{6e}{z} \right)$  pro tlak a tah, b)  $\sigma_{\max} = \frac{2N}{3 \cdot b \cdot z}$  pro tlak za vyloučeného tahu, c)  $\sigma_{\max} = \frac{N}{(z - 2e) \cdot b}$  pro tlak, přičemž  $b = 100 \text{ cm}$ .

Uvažovaný druh základové půdy: hrubý písek a hrubý písek se šterkem (ČSN 73 1820).

U zdiva podle štiřlostního koeficientu  $\lambda = 0,57 \quad 0,48 \quad 0,63 \quad 0,55$  byla uvažována objemová hmotnost v  $\text{t/m}^3$  2,5 2,5 2,2 2,2

IV. Tloušťka koruny srubových přepážek závislá na výšce objektu  $h$  a hloubce přelivu  $h'$

| $h \backslash h'$ | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,0 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|
|                   | m   |     |     |     |
| 2                 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 |
| 3                 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 |
| 4                 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 |
| 5                 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 |

obrusu splavenin, agresivním vodám apod.). Zužováním koruny se zmenšuje sklon vzdušné stěny. Tato okolnost však není závažná, poněvadž u našich bystřin jsou splaveniny spíše šterkovité, než balvanité a kromě toho je hladina dolní vody ve vývaru za velkých vodních stavů dost vysoká, takže není třeba se obávat obrusu vzdušné stěny přepadajícími balvany.

vým, popř. z kamenného zdiva. Pro stanovení rozměrů srubových přepážek slouží tabulky IV a V za předpokladu, že je návodní stěna svislá.

Je třeba se ještě zmínit o tvaru příčného profilu přepážky. Tvar průřezu je lichoběžníkový, avšak čím více se přibližuje tvaru trojúhelníka (pokud to ovšem dovolí šířka koruny zdi a křídel), tím větší stability se u přepážky dosáhne a tím menší je objem zdiva (obr. 8). Má to ovšem své meze, poněvadž tloušťka přepadové koruny se nedá libovolně zmenšovat z důvodu, že vrstva korunového zdiva musí odolávat nejen vodnímu tlaku, ale též různým jiným škodlivým vlivům (zvětvávání malty ve spárách,

V. Parametry srubových přepážek vysokých 2-3-4 a 5 m s hloubkou přelivu 0,8-1, 2-1,6 a 2 m

| Č. | Druh<br>zdiva | Sku-<br>pina | $\lambda$ | $h$ | $h'$ | $h_z$ | $k$ | $k'$              | $p$  | $z$  | $m_{př}$ | $z'$ | $e$  | Max.<br>tlak | Dov.<br>namáh.<br>zákl. půdy |
|----|---------------|--------------|-----------|-----|------|-------|-----|-------------------|------|------|----------|------|------|--------------|------------------------------|
|    |               |              |           | m   |      |       |     |                   |      |      |          | m    |      |              |                              |
| 1  | sруб          | B            | 0,64      | 2   | 0,8  | 1     | 1,3 | 1,1               | 1,80 | 2,00 | 1,40     | 0,34 | 0,65 | 1,73         | 4,00                         |
| 2  |               |              |           | 3   | 1,2  |       | 1,5 | 1,1 $\frac{1}{2}$ | 2,69 | 3,08 | 1,50     | 0,65 | 0,89 | 1,66         | 4,52                         |
| 3  |               |              |           | 4   | 1,6  |       | 1,7 | 1,0               | 3,58 | 4,05 | 1,46     | 0,83 | 1,19 | 2,01         | 5,03                         |
| 4  |               |              |           | 5   | 2,0  |       | 1,9 | 1,0               | 4,48 | 5,00 | 1,44     | 1,01 | 1,54 | 2,38         | 5,50                         |

Vysvětlivky znaků jsou uvedeny u tabulky III.

Zděná přepážka bez skupinovitěho třídění

$$Q = 72 \text{ Mp (28,8 m}^3/\text{bm)}$$

$$V = 24,5 \text{ Mp}$$

$$k_{př} = 1,56$$

$$\frac{1}{6} z = 0,67 \text{ m}$$

$$z' = 0,82 \text{ m}$$

$$e = 1,17 \text{ m}$$

$$\sigma_{\max} = 4,34 \text{ kp/cm}^2$$

Zděná přepážka skupiny A

$$Q = 66,04 \text{ Mp (26,24 m}^3/\text{bm)}$$

$$V = 24,50 \text{ Mp}$$

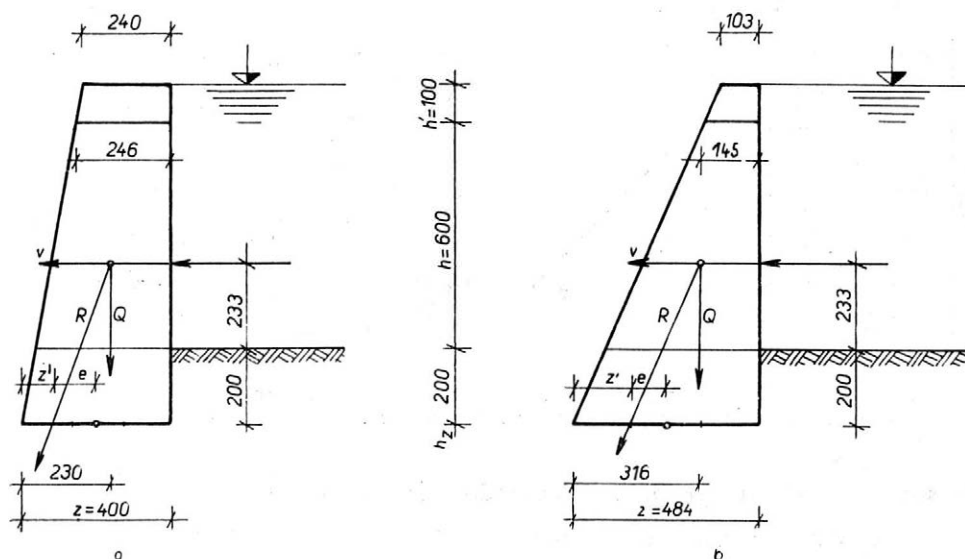
$$k_{př} = 1,96$$

$$\frac{1}{6} z = 0,80 \text{ m}$$

$$z' = 1,55 \text{ m}$$

$$e = 0,86 \text{ m}$$

$$\sigma_{\max} = 2,12 \text{ kp/cm}^2$$



8a — zděná přepážka bez skupinového třídění; b — zděná přepážka skupiny A.

## ZÁVĚR

Účelem této práce je upravit podklady pro snadné a rychlé ověřování stability bystriných přepážek zděných, popř. srubových, pomocí tabulek a grafů. Zároveň se má též odstranit dosavadní nejednotnost způsobů dimenzování těchto objektů. Za třetí jde o ekonomickou stránku, aby přepážky při nejmenším objemu zdiva měly co největší kapacitu zdržného prostoru. A konečně musí být přepážky tak dimenzovány, aby při nejmenším objemu zdiva byla zaručena co největší bezpečnost proti vyvrácení nebo překlopení.

Jak bylo vpředu uvedeno, dochází nečíska k rychlému zanášení zdržného prostoru přepážky, a tím ke snížení tlaku vody na zadní stěnu přepážky. O tom se lze přesvědčit výpočtem stability jedné přepážky (Hluboký potok, km 0,47 — obr. 9, 10).

## ZATÍŽENÍ ZDĚNÉ PŘEPÁŽKY VODNÍM TLAKEM PŘED ZANESENÍM ZDRŽNÉHO PROSTORU

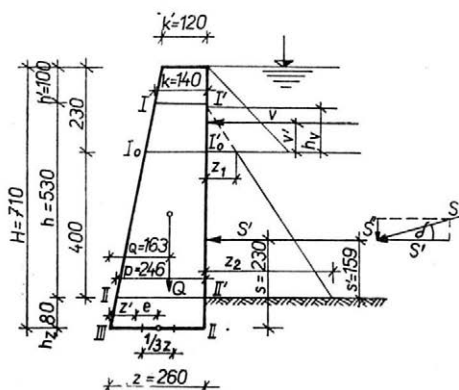
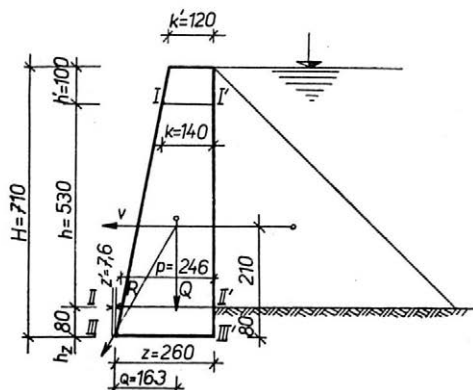
$$Q = \frac{1,2 + 2,6}{2} \cdot 7,1 \cdot 2,5 = 33,72 \text{ Mp},$$

$$V = \frac{6,3^2}{2} \cdot 1 = 19,84 \text{ Mp},$$

$$q = \frac{1}{3} \cdot \frac{3 \cdot 2,6^2 - (2,6 - 1,2)^2}{1,2 + 2,6} = 1,63 \text{ m},$$

$$v = \frac{h + h'}{3} + h_z = 2,1 + 0,8 = 2,9 \text{ m}.$$





9. Zatížení zděné přepážky vodním tlakem před zanesením zdržného prostoru  
10. Zatížení zděné přepážky po částečném zanesení zdržného prostoru

### Posouzení stability přepážky v základové spáře III—III'

#### 1. Bezpečnost proti překlopení:

$$k_{pf} = \frac{Q \cdot q}{V \cdot v} = \frac{33,72 \cdot 1,63}{19,84 \cdot 2,9} = \frac{54,96}{57,54} = 0,96 < 1,5, \text{ popř. } 1,30 \text{ (nevyhovuje).}$$

#### 2. Napětí v základové spáře. Stanovení excentricity z momentové podmínky k bodu III:

$M_{III} = V \cdot v - Q \cdot q = 57,54 - 54,96 = 2,58 \text{ Mpm}$  (výsledek kladný — působíště je vlevo od bodu III),

$z' = \frac{M_{III}}{Q} = \frac{2,58}{33,72} = 0,076 \text{ m}$ , tzn., že výslednice vystupuje v bodě III ze základové spáry o 0,076 m, což nevyhovuje.

Z výpočtu dvou nejzákladnějších bezpečnostních podmínek vyplývá, že přepážka uvedených rozměrů ( $\lambda = 0,39$ ) nemůže odolávat vodnímu tlaku za nejvyššího vodního stavu.

Vpředu bylo řečeno, že se odolnost přepážky proti vnějšímu zatížení změní v její prospěch, jestliže bude zdržný prostor postupně zanášen splaveninami. Bude pak přibývat zemního tlaku, kdežto vodní tlak bude menší jednak proto, že odtékáním vody výpustnými otvory bude vodní hladina po delší dobu udržována na menší výši, jednak též z důvodu postupného ztenčování vodního prostoru.

Ověříme si stabilitu přepážky za předpokladu, že její zdržný prostor je zanesen do výšky 4 m nad dnem koryta, tj. nad úrovní patní spáry (obr. 10).

### ZATÍŽENÍ ZDĚNÉ PŘEPÁŽKY PO ČÁSTEČNÉM ZANESENÍ ZDRŽNÉHO PROSTORU

Síly, jejich ramena a třecí úhly

$$Q = \frac{1,2 + 2,6}{2} \cdot 7,1 \cdot 2,5 = 33,72 \text{ Mp,}$$

$$V = \frac{2,3^2}{2} \cdot 1 = 2,64 \text{ Mp,}$$

$$q = \frac{1}{3} \cdot \frac{3 \cdot 2,6^2 - (2,6 - 1,2)^2}{1,2 + 2,6} = 1,63 \text{ m},$$

$$v' = \frac{2,3}{3} = 0,77 \text{ m},$$

$$v = v' + 4 + 0,8 = 5,57 \text{ m},$$

$$\gamma_h \text{ (objemová hmotnost splavenin)} = 1,85 \text{ t/m}^3.$$

Zvýšený tlak zeminy (naplaveniny) účinkem náhradního rovnoměrného zatížení nánosu vodou o hloubce 2,3 m:

$$h_v = \frac{2,3}{1,85} = 1,24 \text{ m}.$$

$$\varphi - \text{úhel vnitřního tření zeminy} = 25^\circ,$$

$$\delta - \text{úhel tření zeminy o rub zdi} = \frac{2}{3} \varphi = 16^\circ 40'.$$

Součinitele aktivního tlaku, jenž je v daném případě funkcí úhlu vnitřního tření zeminy ( $\varphi = 25^\circ$ ), tření zeminy o rub konstrukce ( $\delta = 16^\circ 40'$ ), sklonu rubové stěny ( $\alpha = 0$ ) a sklonu povrchu násypu ( $\beta = 0$ ), vypočteme podle vzorce:

$$\lambda_a = \frac{\cos^2(\varphi + \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta - \alpha) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\delta - \alpha) \cdot \cos(\alpha + \beta)}} \right]^2} =$$

$$= 0,360 \text{ (ON 73 6503)}.$$

Pak budou poměrné zemní tlaky:

$$z_1 = \gamma_h \cdot \lambda_a \cdot h_v = 1,85 \cdot 0,360 \cdot 1,24 = 0,82 \text{ Mp},$$

$$z_2 = \gamma_h \cdot \lambda_a \cdot h_v + 4 = 1,85 \cdot 0,360 \cdot 5,24 = 3,49 \text{ Mp}.$$

Výsledné zemní tlaky budou:

$$S = \frac{1}{2}(z_1 + z_2) \cdot 4 = 8,63 \text{ Mp},$$

$$S' = 8632 \cdot \cos \delta = 8,63 \cdot 0,958 = 8,27 \text{ Mp},$$

$$S'' = 8632 \cdot \sin \delta = 8,63 \cdot 0,287 = 2,48 \text{ Mp}.$$

$$\text{Ramena: } s' = \frac{4}{3} \cdot \frac{4 + 3 \cdot 1,24}{4 + 2 \cdot 1,24} = \frac{30,88}{19,44} = 1,59 \text{ m},$$

$$s = s' + 0,80 = 2,39 \text{ m}.$$

Posouzení stability přepážky v základové spáře III—III'

1. Bezpečnost proti překlopení:

$$k_{pr} = \frac{Q \cdot q + S'' \cdot z}{V \cdot v + S \cdot s} = \frac{33,72 \cdot 1,63 + 2,48 \cdot 2,6}{2,64 \cdot 5,57 + 8,27 \cdot 2,39} = \frac{54,96 + 6,44}{14,70 + 19,76} = \frac{61,40}{34,46} =$$

$$= 1,78 > 1,50 \text{ (vyhovuje)}.$$

2. Bezpečnost proti posunutí:

$$\text{tg } \alpha = \frac{V + S'}{Q + S''} = \frac{2,64 + 8,27}{33,72 + 2,48} = \frac{10,91}{36,20} = 0,30,$$

$$k_{pos} = \frac{\text{tg } \varphi}{\text{tg } \alpha} = \frac{0,50}{0,30} = 1,7 > 1,25 \text{ (vyhovuje)}.$$

3. Napětí v základové spáře. Stanovení excentricity z momentové podmínky k bodu  $M_{III}$

$$M_{III} = M_p - M_s = 34,46 - 61,40 = -26,94 \text{ Mpm},$$

$$z' = -\frac{26,94}{36,20} = -0,74.$$

Výslednice vybočuje z jádra o  $(0,87 - 0,74) = 0,13 \text{ m}$  a proto je nutno počítat s vyloučením tahu, který však je menší než  $1,2 \text{ kp/cm}^2$ ,

$$e = \frac{z}{2} - z' = 1,3 - 0,74 = 0,56,$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{z \cdot 100} \left( 1 \pm \frac{6 \cdot e}{z} \right) = \frac{36200}{26000} \left( 1 \pm \frac{6,56}{260} \right) = 1,39 (1 \pm 1,29),$$

$$\sigma_1 (\text{max tlak}) = -3,18 \text{ kp/cm}^2 < 4,3 \text{ kp/cm}^2,$$

$$\sigma_2 (\text{max tah}) = +0,40 \text{ kp/cm}^2 < 1,2 \text{ kp/cm}^2.$$

Podmínice 3. je vyhověno, jak vyplývá též z následující podmínky 4.

4. Namáhání základové pudy (hrubý písek a hrubý písek se šterkem — ČSN 73 1820). Jestliže budeme počítat s vyloučením tahu, bude maximální namáhání základové pudy v tlaku:

$$\sigma_{\max} = \frac{2 \cdot N}{3 \cdot b \cdot z'} = \frac{2 \cdot 36200}{3 \cdot 100 \cdot 74} = \frac{72400}{22200} = 3,26 \text{ kp/cm}^2 < 4,3 \text{ kp/cm}^2 \text{ nebo}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{(z - 2e) \cdot b} = \frac{36200}{(260 - 112) \cdot 100} = 2,44 \text{ kp/cm}^2 < 4,3 \text{ kp/cm}^2 \text{ (vyhovuje).}$$

Tím je prokázáno, že se postupným zanášením zdržného prostoru bezpečnost přepážek proti působení vodního tlaku zvyšuje a že po ukončení zanášecího procesu působí tyto objekty jako opěrné zdi proti zemnímu tlaku zvýšenému tíhou vody proudící nad povrchem uložené zeminy. Ovšem s touto skutečností nelze při projektování jako s jinými parametry počítat, poněvadž zanášecí proces může dlouho trvat a v jeho průběhu může dojít ke katastrofálním průtokům, za kterých je nezanesená přepážka vydána velkému namáhání vodním tlakem. Z toho důvodu musí být každá přepážka dimenzována na vodní tlak. Je sice pravda, že každé stavební dílo má určitou bezpečnost (až 6násobnou), neboť je stanoveno dovolené namáhání materiálu a podloží, a do jisté míry lze za určitých podmínek počítat částečně i s deskovou, popř. klenbovou účinností zdiva u zaoblených přepážek. Tyto zdánlivé úlevy jsou však na bystřinách vyváženy obtížnými přírodními poměry, které ztěžují technologické postupy při zpracování zdiva, jakož i vydávají objekty často mimořádnému zatížení za velkých přívalů, poněvadž málokterá přepážka je dimenzována na průtok 100leté vody. Nežádá se stává, že některá přepážka bývá úplně přelita povodňovou vodou.

Proti velkým přehradám jsou bystřinné přepážky v určité výhodě, poněvadž nejsou vydány trvalému vodnímu tlaku. Z toho důvodu se neuvažuje vztlak. Mírné zaoblení objektu nepřidává zdivu zvláštní odolnosti, takže této okolnosti nelze staticky využít a nadto mnohé zaoblené přepážky nejsou hospodárné, poněvadž spotřeba zdiva je větší než u přepážek v púdoryse přímých. Ekonomického efektu lze dosáhnout jedině v úzkých skalních profilech použitím klenbových konstrukcí, poněvadž tam jsou všechny podmínky (nepoddajnost úbočí, skalní podloží, tvarový součinitel údolí apod.) zajištěny.

Jelikož jsou bystřinné přepážky zařízeny zpravidla na přímý přepad přítékajících vod, musí mít svá předpolí zabezpečena buď skalním podložím, nebo odlážděním dna, popř. vývařistěm s vodním polštářem tlumícím dopad přepadající vody.

Otvory v tělese hráze umožňují zpočátku průchod drobnějších splavenin, lepší odvodnění zdržného prostoru a tlumení přepadajících vodních paprsků. Počet otvorů nesmí být ovšem příliš veliký.

Vypracované pomůcky mají projektantům usnadnit řešení bystrinných přepážek jak po stránce konstrukční, tak i ekonomické. Projektováním přepážek podle tohoto návrhu lze dosáhnout úspor až 20 % stavebního nákladu. Větší úspory by byly na úkor bezpečnosti stavby, neboť zejména v těžkých klimatických a geologických poměrech bystrinných oblastí nelze vždy zaručit bezvadné provedení stavby a při přílišném šetření by mohlo dojít k národohospodářským ztrátám, popř. i k ohrožení lidských životů.

Předložený návrh obsahuje parametry, podle nichž lze stanovit nejlépe vyhovující rozměry bystrinných přepážek vzhledem k dodržení nevhodnějšího stupně bezpečnosti odpovídajícího důležitosti lokality chráněné objekty skupiny A nebo B.

## SOUHRN

Přepážky jsou příčné objekty o výšce nejméně 2 m budované v korytech bystrin nebo strží za účelem spádové úpravy dna a zadržení splavenin. Jsou stavěny zpravidla ze zdiva kamenného, betonového nebo srubového v půdoryse buď jako přímé, nebo zaoblené, popř. mohou mít i účinek klenbový. Nejběžnější a nejvíce používaný typ těchto objektů je přímá zděná hráz s křídly upnutými do úbočí údolního profilu.

Působnost bystrinných přepážek byla během 80letého trvání bystrinářské praxe u nás i v cizině různě posuzována, a proto také bylo a je používáno různých metod statického řešení stability těchto objektů. Následkem těchto rozdílných názorů se uskutečňuje dimenzování přepážek nejednotně podle přesvědčení projektantů zabývajících se touto problematikou. Tato nejednotnost pak vede často k poddimenzování nebo předimenzování objektů, tj. k nedostatečné bezpečnosti nebo k zbytečně velké bezpečnosti na úkor hospodárnosti.

Poněvadž zděné přepážky v půdoryse přímé jsou nejpočetnější, je potřeba vypracovat především pro ně podklad pro řešení jejich stability jak z důvodů bezpečnosti, tak i z důvodů hospodárnosti, aby nedocházelo ani k poddimenzování, ani k předimenzování těchto staveb.

Autor vychází z podmínky, že u každé přepážky musí být prokázána bezpečnost 1. proti překlopení, 2. proti posunutí, popř. 3. pokud jde o napětí ve zdivu a základové spáře a 4. namáhání základové půdy.

Přitom nutno uvážit, že přepážka je po výstavbě nejdříve namáhána vodním tlakem, později pak — následkem postupného zanášení zdržného prostoru splaveninami — zemním tlakem, který je menší než vodní tlak. K tomuto poznání se došlo na základě prošetření asi 80 existujících přepážek, z nichž jsou některé velmi úspěšně provedeny (zdánlivě poddimenzovány), avšak na své stabilitě neutrpěly újmu.

Autor zdůrazňuje, že při výstavbě objektů nutno brát ohled na umístění přepážky, tj. buď v blízkosti sídliště, popř. důležitých objektů, na odlehklém místě, na volném prostranství, v lese apod. V obou případech musí projektant uvažovat celý vodní tlak, tj. od patní spáry až po korunu křídel. Avšak v prvním případě (skupina A) musí být prokázána plná bezpečnost ve všech 4 bodech, kdežto v druhém případě (skupina B) je možno připustit výjimky s menším stupněm bezpečnosti.

Jako srovnávacího parametru pro tento způsob řešení stability používá autor tzv. štíhlostního koeficientu  $\lambda$ , tj. poměru šířky patní spáry  $p$  k výšce objektu  $H'$ .

Postup řešení je v textu objasněn a doložen praktickými příklady. Účelem návrhu je upravit podklady pro snadné a rychlé ověřování stability bystrinných přepážek při navrhování a provádění těchto typických staveb bystrinářské techniky.

Došlo dne 16. 8. 1965

## Проект решения прочности переборок на горных потоках

Переборки являются поперечными объектами высотой не менее 2 м, сооружаемыми в руслах горных потоков или оврагов в целях оформления уклона дна и задержания наносов. Как правило, они строятся из каменной, бетонной или срубовой кладки в горизонтальной проекции и бывают прямолинейными или закругленными, но могут иметь и форму ствола. Наиболее распространенный тип этих объектов — каменная прямолинейная плотина с косынками, установленными в откосе профиля долины.

Эффективность переборок горных потоков в продолжении 80-летней практики в Чехословакии и за границей оценивалась по-разному, ввиду чего как в прошлом, так и сейчас применяются различные методы статического решения прочности таких объектов. Вследствие этих разных точек зрения подбор сечения плотин проводится по-разному, в зависимости от способности занимающихся этой проблематикой проектировщиков. Эта разрозненность приводит часто к увеличению или уменьшению размеров, т. е. к недостаточной или к излишне большой безопасности в ущерб экономности.

Ввиду того, что каменные прямолинейные переборки в горизонтальной проекции наиболее многочисленны, необходимо в первую очередь именно для них разработать основу в целях решения их прочности как по соображениям безопасности, так и экономичности во избежание вышеупомянутых недостатков.

Автор исходит из условия, что у каждой плотины должна быть обеспечена безопасность 1. от опрокидывания, 2. от смещения, 3. от напора в кладке и 4. от утомления грунта основания.

При этом следует учесть, что после строительства переборка испытывает напряжение на сжатие водой, а позже, вследствие постепенного забивания (заиления) задерживающего пространства — напряжение грунта, которое меньше водонапора. К этому заключению пришли на основе испытания около 80 существующих переборок, которые сделаны очень экономно (с виду их размеры меньше нормы), но тем не менее их прочность от этого не пострадала.

Автор подчеркивает, что при строительстве объектов следует учитывать местоположение переборки, т. е. она должна находиться вблизи населенного пункта, важных объектов, или же на отдаленном месте, на свободном пространстве, в лесу и т. п. В обоих случаях проектировщик должен учесть весь водонапор, т. е. от опорного шва по гребень косынок. Однако в первом случае (группа А) следует доказать полную безопасность всех 4 пунктов, тогда как во втором случае (группа В) можно допустить исключения с меньшей степенью безопасности.

В качестве сравнительного параметра при таком способе решения прочности автор пользуется так наз. коэффициентом тонкости, т. е. отношением ширины опорного шва  $p$  к высоте объекта  $H'$ .

Порядок решения в тексте объяснен и документирован практическими примерами. Цель проекта состоит в упорядочении отправного материала в целях легкой и быстрой проверки прочности переборок на горных потоках при проектировании и осуществлении этих типичных сооружений гидротехники.

## Proposal of a Solution to the Problem of the Stability of Torrent Dams

Dams are transversal structures at least 2 metres high, built in torrent beds or gullies. It is their purpose to adjust the slope of the bottom and retain sediments. They are mostly made of stone, concrete or logs, the groundplan being either straight-line or curved, or sometimes exhibiting a vault effect. The most current and most widely used type is the straight-line dam, with its abutments sunk into the slope of the profile of the valley.

During the eighty years of construction of torrent dams, in this as well as in other countries there have been different opinions on the various aspects connected with the construction of torrent barriers, and different methods of static solution have therefore been applied to the problem of the stability of the dams. Owing to the differences in the opinions there is no uniformity in the dimensioning of the barriers, the designs depending on the capabilities of the designers called upon to deal with our problem. The lack of uniformity often results in an underdimensioning or overdimensioning of the barrier, i. e. in an insufficient degree of safety, or on the contrary excessive degree of safety, at the cost of the economy of the construction.

As barriers of the wall-type of straight-line groundplan are the most frequent, principles for the design of their stability should be worked out first. Such principles should comply with the requirements for both safety and economy of the

construction, to obviate under-dimensioning of the construction on the one hand, and over-dimensioning on the other.

The author's argument is based on the postulate that the design of each dam must be safe against 1. overturning, 2. shifting, 3. stress developed in the wall, 4. stresses in the foundation soil.

With regard to the subject it ought to be considered that a completed barrier is first acted upon by water pressure, and at a later stage, when the retention space has been gradually obstructed by sediments it is exposed to earth pressure, which is inferior to the water pressure values. This is the conclusion reached from the investigation of some 80 existing dams. Some of these are of a most economic design, seemingly under-dimensioned, but their stability has proved safe.

The author emphasizes that in the construction of dams the location of the dam must be taken into account: whether it will be constructed in the vicinity of a housing estate or other constructions of importance, or on a distant site, in an unoccupied area, in a forest, etc. In both instances the designer must take into account the entire water pressure; from the springing joint up to the crown of the abutments. However, in the first instance (group A) full safety in all the four above points must be proved, whereas in the second instance (group B) lower safety degrees may exceptionally be authorized.

For the sake of comparison of this method of solution of the stability the author applies the so-called slenderness coefficient, i. e. the ratio of the width of the springing joint  $p$  to the height  $H'$  of the construction.

The progress of the design has been elucidated in the text, and substantiated by practical examples. The purpose of the submitted proposal is the development of a basis for an easy and expeditious investigation of the stability of torrent dams when designing and building these typical constructions of the torrent-dam technology.

## Entwurf für die Lösung der Stabilität von Wildbachsperren

Sperren sind Objekte, die mindestens 2 m hoch sind und in den Wildbach- und Runsenbetten zwecks Gefällregelung der Sohle und Zurückhaltung des Geschiebes errichtet werden. Man baut sie in der Regel aus Stein-, Beton- oder Steinkastenmauerwerk, im Grundriß entweder geradlinig oder bogenförmig; sie können eventuell eine Gewölbewirkung haben. Der geläufigste und am meisten angewandte Typ dieser Objekte ist ein gerader gemauerter Damm mit in das Talprofil verankerten Flügeln.

Die Wirkung der Wildbachsperren wurde während der 80jährigen Wildbachverbaupraxis bei uns und im Ausland verschieden beurteilt; aus diesem Grunde gelangen und gelangen auch gegenwärtig verschiedene Methoden der statischen Berechnung dieser Objekte zur Anwendung. Infolge dieser verschiedenen Anschauungen wird die Dimensionierung von Querwerken uneinheitlich je nach der Überzeugung der Projektanten, die sich mit dieser Problematik befassen, realisiert. Diese Uneinigkeit führt dann des öfteren zur Unter- oder Überdimensionierung der Objekte, d. h. zur unzulänglichen oder unnötig großen Sicherheit, was für die Wirtschaftlichkeit oft von Nachteil ist.

Da die gemauerten im Grundriß geraden Querwerke in der Mehrzahl sind ist es notwendig, vor allem für diese Objekte eine Unterlage für die Lösung ihrer Stabilität sowohl wegen der Sicherheit als auch im Interesse höchster Wirtschaftlichkeit auszuarbeiten, damit Unter- oder Überdimensionierung dieser Bauten vermieden wird.

Der Verfasser stellt fest, daß bei einer jeden Sperre folgende Bedingungen erfüllt werden müssen: Sicherheit 1. gegen Umkippen, 2. gegen Gleiten, eventuell sofern es sich um 3. Zugspannungen des Mauerwerkes oder 4. um die Druckbeanspruchung des Baugrundes handelt.

Dabei ist zu erwägen, daß die Sperre nach dem Aufbau zuerst durch den Wasserdruck, später, infolge der Verlandung des Stauraumes, durch den Erddruck, der geringer als der Wasserdruck ist, beansprucht wird. Zu dieser Erkenntnis gelangte man auf Grund der Überprüfung von cca 80 bestehenden Querwerken, von denen einige sparsam durchgeführt, aber in ihrer Stabilität nicht beeinträchtigt wurden.

Der Verfasser betont, daß man beim Aufbau von Objekten Rücksicht auf die Baustelle nehmen muß, d. h. ob sich dieselbe in der Nähe einer Siedlung, eventuell wichtiger Objekte oder an einem entlegenen Ort, in freiem Raum, im Walde u. ä. befindet. In beiden Fällen muß der Projektant den gesamten Wasserdruck in Be-



tracht ziehen, d. h. von der Kämpferfuge bis zur Flügelkrone. Jedoch im ersten Falle (Gruppe A) muß volle Sicherheit in allen vier Punkten nachgewiesen werden, wogegen man im zweiten Falle (Gruppe B) Ausnahmen mit einem geringeren Sicherheitsgrad zulassen kann.

Als Vergleichsparameter für diese Art der Festlegung der Stabilität wird vom Verfasser der sog. Schlangheitskoeffizient  $\lambda$ , d. i. das Verhältnis der Kämpferlängsbreite  $p$  zur Objekthöhe  $H'$  angewendet.

Der Vorgang der Lösung ist im Text geklärt und durch praktische Beispiele dokumentiert. Der Zweck des Entwurfes ist, Unterlagen für leichte und rasche Überprüfung der Stabilität von Wildbachsperrern bei der Projektierung und Durchführung dieser typischen Bauten der Wildbachverbauungstechnik zu schaffen.

### Projet de solution de la stabilité des cloisons de torrents

Les cloisons sont des constructions, transversales, d'une hauteur d'au moins 2 mètres, construites dans les lits des torrents ou des ravins, servant à l'aménagement de la pente du lit et à la rétention des alluvions. Elles sont généralement construites de maçonnerie de pierres, de béton ou de matériaux de charpente, ayant un plan soit droit, soit arrondi, ou présentent quelquefois un aspect cintré. Le type le plus courant et le plus utilisé des ouvrages en question est une digue de maçonnerie droite, avec des murs en ailes fixés sur la pente du profil de la vallée.

L'efficacité des cloisons de torrents était, au cours de la pratique, relative aux torrents et durant déjà 80 ans, différemment évaluée, aussi bien chez nous qu'à l'étranger et c'est pourquoi on a utilisé et utilise encore des méthodes différentes, cherchant la solution statique de la stabilité des ouvrages mentionnées. C'est à cause de ces opinions différentes qu'on choisit des dimensions variées des cloisons, pas uniformes, suivant la capacité des projecteurs, auxquels incombe la solution des problèmes en question. Cette irrégularité a souvent pour conséquence que les dimensions des digues sont soit insuffisantes, soit excessives, ce qui a pour cause qu'elles n'assurent pas une sécurité suffisante, ou assurent une sécurité trop grande et inutile, au préjudice de l'aspect économique.

Comme les cloisons de maçonnerie droite, en ce qui concerne la projection horizontale, sont les plus nombreuses, c'est en premier lieu pour la construction de celles-ci qu'il faut élaborer la documentation, permettant la solution de leur stabilité, aussi bien sur le plan de leur sécurité que sur le plan économique, évitant ainsi le choix de dimensions insuffisantes ou excessives.

L'auteur part de la condition qu'il faut que chaque cloison donne preuve de sécurité 1. contre le renversement, 2. contre le déplacement, le cas échéant, en ce qui concerne 3. la tension dans la maçonnerie et 4. la pression du sol de fondation.

Avec cela, il faut prendre en considération que la cloison subit, après la construction, l'effort de la pression de l'eau, plus tard, par suite de l'engorgement successif de l'espace de rétention, causé par les alluvions — l'effort de la pression du sol qui est moindre que la pression de l'eau. On est arrivé à cette connaissance en examinant environ 80 cloisons déjà existantes, dont quelques unes sont construites avec beaucoup d'économie (étant en apparence sous-dimensionnées), sans que, d'ailleurs, leur stabilité en souffre.

L'auteur fait ressortir qu'en construisant les ouvrages en question, il faut prendre en considération l'emplacement de la cloison, qu'on construit soit à proximité d'une agglomération, ou des bâtiments importants, soit sur un endroit éloigné, un emplacement libre, dans la forêt, et ainsi de suite. Dans les deux cas, le projecteur doit tenir compte de la pression d'eau toute entière, à savoir depuis le joint de naissance jusqu'à la crête des murs en ailes. Cependant, dans le premier cas (groupe A), on doit assurer la pleine sécurité en ce qui concerne tous les 4 points mentionnés, tandis que dans le second cas (groupe B) on peut concéder des exceptions, assurant le taux de sécurité moindre.

L'auteur emploie pour ce mode de solution de la stabilité comme paramètre comparatif le dit coefficient d'élancement, c'est à dire le rapport entre la largeur du point de naissance  $p$  et la hauteur de l'ouvrage  $H'$ .

Le procédé de solution est éclairci dans le texte, étant illustrée par des exemples pratiques. Le but du projet consiste à mettre au point la documentation, assurant la vérification facile et rapide de la stabilité des cloisons de torrents, lorsqu'on projette et réalise ces constructions types de la technique des torrents.

Adresa autora:

Prof. dr. inž. Leo Skatula, Brno, Náměstí 28. října 25.

Na určovanie hmoty rovnovekých porastov vyvinul som (Halaj 1955, 1963) metódu jednotných hmotových kriviek, ktorá je dnes u nás používaná v hospodársko-úpravníckej praxi. Pre výberkové porasty som zostavil (Halaj 1963) na rovnakom základe hmotové tarify a k týmto metódam určovania hmoty porastov aj metódy určovania bežného prírastku (Halaj 1963), a to na teoretickom základe metódy tarifových diferencií. Prírastok sa počíta buď globálne pre celý porast, alebo po hrúbkových stupňoch na základe vzorcov

$$H' = N \cdot k_h \cdot \Delta d_m, \quad h' = n \cdot k_h \cdot \Delta d, \quad (1)$$

$$H' = H \cdot k_h \% \cdot \Delta d_m, \quad h' = h \cdot k_h \% \cdot \Delta d, \quad (2)$$

kde je  $H'$ ,  $h'$  — bežný prírastok porastu (určitého hrúbkového stupňa),

$N$ ,  $n$  — počet kmeňov porastu (určitého hrúbkového stupňa),

$k_h$  — jednotkový prírastok (tarifová diferencia) stredného kmeňa (určitého hrúbkového stupňa),

$k_h \%$  — jednotkové hmotové prírastkové percento pre stredný kmeň (pre určitý hrúbkový stupeň),

$\Delta d_m$ ,  $\Delta d$  — hrúbkový prírastok stredného kmeňa (určitého hrúbkového stupňa).

Jednotkový hmotový prírastok  $k_h$  znamená 1. deriváciu hmotovej krivky podľa hrúbky  $d_{1,3}$ . Udáva bežný prírastok na hmote kmeňa pre jednotku hrúbky, tj. prírastok na hmote zodpovedajúci zväčšeniu hrúbky o 1 cm (pre 1 cm hrúbkového prírastku). Túto veličinu autori nazývajú tiež tarifová diferencia alebo faktor stúpania hmotovej krivky (Loetsch 1954). Jednotkové hmotové prírastkové percento  $k_h \%$  vyjadruje jednotkový hmotový prírastok v percentách z hmoty kmeňa.

Jednotkové hmotové prírastky sú odvodené pre autorove JHK rovnovekých porastov všetkých drevín, ako aj pre tarify výberkových porastov pre smrek, jedlu a buk (Halaj 1963). Základom pre ich odvodenie sú jednotkové výškové prírastky hrúbkových stupňov  $k_v$ , udávajúce výškový prírastok hrúbkových stupňov zodpovedajúci hrúbkovému prírastku 1 cm. Jednotkové výškové prírastky sa určujú pre hrúbkové stupne na základe jednotkových výškových prírastkových percient  $k_v \%$ , udávajúcich percentový pomer jednotkového výškového prírastku z výšky hrúbkového stupňa. Tieto jednotkové výškové prírastkové percentá autor odvodil na podklade analýz kmeňov a na podklade výškových taríf porastov. Sú závislé jedine na hrúbke  $d_{1,3}$  a sú uvedené pre všetky dreviny v tabuľke 4 na strane 52—54 (Halaj 1963).

Účelom práce je prieskum presnosti tejto metódy na určovanie prírastku porastov, nakoľko pôvodná práca z roku 1963 takýto rozbor presnosti neobsahuje.

Presnosť navrhutej metódy možno preskúšať dvojakou cestou:

1. Teoreticky pomocou matematických vzorcov na základe rozboru čiastkových chýb všetkých veličín vyskytujúcich sa vo vzorcoch (1) a (2). Výsledná chyba prírastku sa potom počíta z čiastkových chýb podľa zákona o prenášaní chýb.

2. Empiricky tak, že sa skutočne nameraná presná hodnota prírastku, zistená napr. na analýzách kmeňov alebo na pokusných plochách, porovná s hodnotou vypočítanou navrhnutou metódou (podľa tabuliek). Táto cesta je prakticky veľmi obťažná, lebo vyžaduje dostatok empirického materiálu (analýzy, trvalé pokusné plochy), na ktorom sú známe presné hodnoty prírastku. Takýto materiál je v našich pomeroch (aj vo výskume) dosiaľ veľmi skromný.

Najdokonalejšiu previerku presnosti metódy možno vykonať porovnaním výsledkov teoretickej i empirickej metódy preskúšania jej presnosti, pretože podľa matematických a matematicko-štatistických zákonitostí majú výsledky oboch metód navzájom súhlasiť.

Požadovaná presnosť určovania prírastku porastov. Treba vychádzať zo zásady, že presnosť určovania prírastku bude vždy menšia ako požadovaná presnosť určenia zásob porastov. Presnosť určovania hmoty porastov metódou naplno udáva Prodan (1955) hodnotou  $\pm 5\%$ . Požadovanú presnosť pre štatistické metódy udávajú naše smernice pre hospodársku úpravu lesov hodnotou  $\pm 8\%$ . Prvé roky skúseností so štatistickými metódami u nás ukazujú, že s ohľadom na hospodárnosť je táto požadovaná presnosť príliš vysoká a že pre praktické účely by mohla byť dobre znížená na  $\pm 10\%$ .

Primerane k tejto presnosti určenia zásob môžeme uznať presnosť určovania prírastku porastov  $\pm 10\%$  ako vyhovujúcu aj pre náročnejšie výskumnícke účely. Túto hodnotu uvádza i Korf (1961). Pre potreby praxe javí sa zdôvodneným znížiť túto požadovanú presnosť na hodnotu  $\pm 15\%$  (Džurdžu 1964). Presnosť udáva maximálne očakávateľné chyby. Pri obvykle užívannej lesníckej štatistickej hranici významnosti  $t = 2$  je rovná dvojnásobku strednej chyby. Strednú chybu určenia prírastku môžeme teda určiť hodnotou  $\pm 5\%$  pre výskumné účely a  $\pm 7,5\%$  pre prax.

## TEORETICKÉ PRESKÚŠANIE PRESNOSTI NAVRHNUTEJ METÓDY URČOVANIA PRÍRASTKU

Vydeme zo základného vzorca (1), v ktorom môžu byť zaťažené chybou všetky vyskytujúce sa veličiny, a to jednotkový hmotový prírastok  $k_h$ , hrúbkový prírastok  $\Delta d$  a počet kmeňov  $n$ . Čiastkové chyby týchto veličín sa prenášajú na chybu prírastku  $h'$ . Budeme sa preto zaoberať rozborom chýb v týchto veličinách: chyba v určení jednotkového hmotového prírastku  $m_k$ , chyba v určení hrúbkového prírastku  $m_{\Delta d}$ , chyba v určení počtu kmeňov  $m_n$ .

Pri odvodzovaní vzorca pre výslednú chybu prírastku  $m_{h'}$  vydeme zo základnej rovnice (1)

$$h' = n \cdot k_h \cdot \Delta d.$$

Stredná chyba prírastku je potom určená podľa zákona o prenášaní chýb rovnicou

$$m_{h'} = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial h'}{\partial n} \cdot m_n\right)^2 + \left(\frac{\partial h'}{\partial k_h} \cdot m_k\right)^2 + \left(\frac{\partial h'}{\partial \Delta d} \cdot m_{\Delta d}\right)^2}. \quad (3)$$

Derivovaním rovnice (1) vytvorme parciálne derivácie

$$\frac{\partial h'}{\partial n} = k_h \cdot \Delta d, \quad \frac{\partial h'}{\partial k_h} = n \cdot \Delta d, \quad \frac{\partial h'}{\partial \Delta d} = n \cdot k_h. \quad (4)$$

Po dosadení derivácií do rovnice (3) dostaneme

$$m_h = \pm \sqrt{k_h^2 \cdot \Delta d^2 \cdot m_n^2 + n^2 \cdot \Delta d^2 \cdot m_k^2 + n^2 \cdot k_h^2 \cdot m_{\Delta d}^2}. \quad (5)$$

V rovniciach (3) a (5) značí  $m_h$  absolútnu chybu prírastku. Relatívna (percentová) chyba prírastku bude

$$m_h' \% = \pm \frac{m_h'}{h'} 100 = \pm 100 \sqrt{\frac{k_h^2 \cdot \Delta d^2}{h'^2} m_n^2 + \frac{n^2 \cdot \Delta d^2}{h'^2} m_k^2 + \frac{n^2 \cdot k_h^2}{h'^2} m_{\Delta d}^2}. \quad (6)$$

Dosaďme do čitateľov pod odmocninou výrazy z rovnice (1) a po úprave dostaneme

$$k_h \cdot \Delta d = \frac{h'}{n}, n \cdot \Delta d = \frac{h'}{k_h}, n \cdot k_h = \frac{h'}{\Delta d},$$

$$m_h' \% = \pm 100 \sqrt{\left(\frac{m_n}{n}\right)^2 + \left(\frac{m_k}{k_h}\right)^2 + \left(\frac{m_{\Delta d}}{\Delta d}\right)^2}. \quad (7)$$

Keďže výrazy pod odmocninou sú relatívne chyby veličín, môžeme napísať vzorec pre výslednú chybu prírastku v tvare

$$m_h' \% = \pm \sqrt{m_n^2 \% + m_k^2 \% + m_{\Delta d}^2 \%}. \quad (8)$$

#### CHYBA V URČENÍ JEDNOTKOVÉHO HMOTOVÉHO PRÍRASTKU $m_k$

Určenie jednotkového hmotového prírastku môže byť zaťažené týmito chybami:

1. Chybou z nesprávneho určenia čísla JHK (alebo hmotovej tarify) v dôsledku štatistickej chyby v nameranej strednej výške. Túto chybu (vyjadrenú v percentách) označme  $m_{h1} \%$ .

2. Chybou vyplývajúcou z rozdielu skutočného výškového prírastku hrúbkových stupňov a prírastku určeného podľa tabuľky jednotkových výškových prírastkových percent. Túto chybu (vyjadrenú v percentách) označme  $m_{k2} \%$ .

3. Chybou z priemerkovania (z nedodržania pravidiel správneho priemerkovania, z jednoduchého merania nepravidelných prierezov kmeňov, zo zaokrúhľenia hrúbok do hrúbkových stupňov ap.). Podľa Prodana (1951) dosahuje pri praktických meraniach táto chyba v hmote hodnotu najviac  $\pm 1 \%$ . Pretože je voči predošlým chybám nepatrná, zanedbáme ju v ďalších úvahách.

1. Chyba  $m_{k1}$  z nesprávneho určenia čísla JHK (alebo hmotovej tarify) v dôsledku chyby v nameranej strednej výške

Hodnoty jednotkových hmotových prírastkov  $k_h$  sa (pri určitej hrúbke) zväčšujú so stúpajúcim číslom JHK, tj. so stúpajúcou výškou. Z toho vyplýva, že pre správne určenie hodnôt  $k_h$  v taxovanom poraste je treba spoľahlivo ustáliť číslo JHK, resp. strednú výšku.

V praxi sa stredná výška určuje na podklade zmerania 10–20, priemerne 15 výšok (Halaj 1963). Z nich zistený priemer bude v dôsledku prirodzenej kolísavosti výšok v poraste zaťažený štatistickou chybou priemeru. Jej veľkosť odvisí od počtu meraných výšok a od veľkosti kolísavosti výšok, ktorú meriame variačným koeficientom výšok  $s_v \%$ .

Veľkosť tohoto koeficientu som vyšetroval dovedna na 477 porastoch našich hlavných drevín: sm, jd, bo, bk, db, hb. K prieskumu boli použité merania výšok metódou JHK

z praktických obnov lesných hospodárskych plánov z lesných závodov Šaštín, Staré Hory, Banská Štiavnica, Šahy, Lučenec a Liptovský Mikuláš. Tabuľka I udáva priemerné hodnoty variačného koeficientu výšok v odvislosti od strednej výšky. V tabuľke sú uvedené hodnoty pre všetkých 6 drevín, v spodnom riadku je uvedený jednotný priemer pre všetky dreviny. Tabuľka I udáva priemerné hodnoty koeficientu, tj. pre stredný stupeň rozrôznenia výšok v poraste. Pre nízky (vysoký) stupeň rozrôznenia výšok platia hodnoty tabuľky zmenšené (zväčšené) o 4 %. Napr. pre priemerne sa vyskytujúce hodnoty stredných výšok 22 m je priemerná hodnota koeficientu 8 %, najmenšia 4 %, najväčšia 12 %.

I. Priemerné hodnoty variačného koeficientu stredných výšok  $s_v\%$  udané v odvislosti od strednej výšky

| Drevina                    | Stredná výška m                  |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|                            | 10                               | 14 | 18 | 22 | 26 | 30 | 34 | 38 |
|                            | variačný koeficient v percentách |    |    |    |    |    |    |    |
| Smrek, jedľ'a              | 13                               | 11 | 10 | 9  | 8  | 7  | 6  | 6  |
| Buk, hrab                  | 14                               | 11 | 9  | 8  | 7  | 7  |    |    |
| Dub                        | 12                               | 10 | 8  | 6  | 6  |    |    |    |
| Borovica                   | 17                               | 11 | 8  | 6  | 5  |    |    |    |
| Priemer pre všetky dreviny | 13                               | 11 | 9  | 8  | 7  | 7  | 6  | 6  |

Pri priemernej hodnote variačného koeficientu 8 % a pri počte 15 meraných výšok určíme strednú výšku s chybou

$$s_v\% = \pm \frac{s_v\%}{\sqrt{n}} = \pm \frac{8}{\sqrt{15}} = \pm 2,1\%.$$

Percentová chyba strednej výšky sa prenáša celá rovnakou hodnotou na hmotu porastu (Loetsch 1954, porovnaj tiež Prodan 1951, str. 104). Podobne sa percentová chyba vo výške hrúbkového stupňa prenáša rovnakou hodnotou na hmotu tohoto stupňa. Toto vidieť z tabuliek II a III, z ktorých možno súčasne potvrdiť ďalší dôležitý vzťah, že sa percentová chyba vo výške prenáša celá rovnakou hodnotou aj na jednotkový hmotový prírastok  $k_h$ . To znamená, že chyba vo výške  $\pm 2,1\%$  znamená súčasne chybu  $\pm 2,1\%$  v hmote a tiež v jednotkovom hmotovom prírastku:

$$m_v\% = m_h\% = m_k\%. \quad (10)$$

Na základe vzťahu (10) možno pre chybu  $m_{k1}\%$  počítať s hodnotou

$$m_{k1}\% = \pm 2,1\%. \quad (11)$$

V tabuľke II sú v stĺpcoch 2 až 7 uvedené hodnoty strednej výšky, hmoty a jednotkového hmotového prírastku pre stredné priemery 10–50 cm tarify č. 5 a 6 smrekových rovnovekých porastov (Halaj 1963). V stĺpci 8 sú vypočítané absolútne rozdiely výšok týchto taríf a tie sú v stĺpci 9 vyjadrené v percentách. Podobne v stĺpcoch 10 a 11 sú vypočítané rozdiely hmôt absolútne a v percentách a nakoniec v stĺpcoch 12 a 13 rozdiely v jednotkových hmotových prírastkoch. Keď porovnáme stĺpce 9, 11 a 13, zistíme, že percentové rozdiely výšok sa približne rovnajú rozdielom hmôt a jed-

II. Odvodenie vzťahu medzi percentovou chybou v strednej výške, v hmote a v jednotkovom hmotovom prírastku na príklade tarify č. 5 a 6 smrekových rovnovekých porastov

| Stredný priemer v cm | Tarifa 5  |                        |                                               | Tarifa 6  |                        |                                               | Rozdiel výšok |               | Rozdiel hmôt               |               | Rozdiel jednotkových prírastkov |               |
|----------------------|-----------|------------------------|-----------------------------------------------|-----------|------------------------|-----------------------------------------------|---------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|
|                      | výška v m | hmota v m <sup>3</sup> | jednotkový hmotový prírastok v m <sup>3</sup> | výška v m | hmota v m <sup>3</sup> | jednotkový hmotový prírastok v m <sup>3</sup> | absolútne v m | relatívne v % | absolútne v m <sup>3</sup> | relatívne v % | absolútne v m <sup>3</sup>      | relatívne v % |
| 1                    | 2         | 3                      | 4                                             | 5         | 6                      | 7                                             | 8             | 9             | 10                         | 11            | 12                              | 13            |
| 10                   | 8,6       | 0,029                  | 0,011                                         | 9,7       | 0,034                  | 0,013                                         | 1,1           | 12,8          | 0,005                      | 17,2          | 0,002                           | 18,2          |
| 14                   | 12,2      | 0,096                  | 0,022                                         | 13,6      | 0,108                  | 0,024                                         | 1,4           | 11,5          | 0,012                      | 12,5          | 0,002                           | 9,1           |
| 18                   | 15,5      | 0,204                  | 0,035                                         | 17,2      | 0,228                  | 0,038                                         | 1,7           | 11,0          | 0,024                      | 11,7          | 0,003                           | 8,6           |
| 22                   | 18,5      | 0,358                  | 0,048                                         | 20,3      | 0,396                  | 0,052                                         | 1,8           | 9,7           | 0,038                      | 10,6          | 0,004                           | 8,3           |
| 26                   | 21,0      | 0,559                  | 0,063                                         | 23,0      | 0,614                  | 0,068                                         | 2,0           | 9,5           | 0,055                      | 9,8           | 0,005                           | 7,9           |
| 30                   | 23,3      | 0,807                  | 0,076                                         | 25,5      | 0,884                  | 0,083                                         | 2,2           | 9,4           | 0,077                      | 9,5           | 0,007                           | 9,2           |
| 34                   | 25,4      | 1,104                  | 0,089                                         | 27,6      | 1,204                  | 0,097                                         | 2,2           | 8,7           | 0,100                      | 9,0           | 0,008                           | 9,0           |
| 38                   | 27,3      | 1,455                  | 0,101                                         | 29,6      | 1,577                  | 0,110                                         | 2,3           | 8,4           | 0,122                      | 8,4           | 0,009                           | 8,9           |
| 42                   | 29,1      | 1,852                  | 0,113                                         | 31,6      | 2,005                  | 0,122                                         | 2,5           | 8,6           | 0,153                      | 8,3           | 0,009                           | 8,0           |
| 46                   | 30,8      | 2,298                  | 0,124                                         | 33,4      | 2,488                  | 0,135                                         | 2,6           | 8,4           | 0,190                      | 8,3           | 0,011                           | 8,9           |
| 50                   | 32,4      | 2,789                  | 0,135                                         | 35,2      | 3,019                  | 0,146                                         | 2,8           | 8,6           | 0,230                      | 8,3           | 0,011                           | 8,2           |



III. Odvodenie vzťahu medzi percentovou chybou vo výške, hmote a v jednotkovom hmotovom prírastku na príklade JHK buku (hrúbková skupina číslo 4) pre hrúbkový stupeň  $d_{1,3} = 30$  cm. Pre iné hrúbkové stupne platí ten istý vzťah

| Číslo JHK | Výška v m | Hmota jednotlivo v m <sup>3</sup> | Jednotkový hmotový prírastok v m <sup>3</sup> | Rozdiel výšok |               | Rozdiel hmôt               |               | Rozdiel jednot. prírastkov |               |
|-----------|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|---------------|---------------|----------------------------|---------------|----------------------------|---------------|
|           |           |                                   |                                               | absolútne v m | relatívne v % | absolútne v m <sup>3</sup> | relatívne v % | absolútne v m <sup>3</sup> | relatívne v % |
| 1         | 2         | 3                                 | 4                                             | 5             | 6             | 7                          | 8             | 9                          | 10            |
| 401, 402  | 11,6      | 0,38                              | 0,034                                         | 1,9           | 16,7          | 0,07                       | 18,9          | 0,007                      | 17,6          |
| 403, 404  | 13,5      | 0,45                              | 0,041                                         | 2,0           | 14,4          | 0,07                       | 16,0          | 0,007                      | 14,6          |
| 405, 406  | 15,5      | 0,52                              | 0,048                                         | 2,0           | 12,5          | 0,08                       | 13,8          | 0,005                      | 12,5          |
| 407, 408  | 17,5      | 0,60                              | 0,053                                         | 2,0           | 11,1          | 0,07                       | 12,0          | 0,006                      | 11,3          |
| 409, 410  | 19,5      | 0,67                              | 0,059                                         | 1,9           | 9,5           | 0,07                       | 10,7          | 0,006                      | 10,1          |
| 411, 412  | 21,4      | 0,74                              | 0,065                                         | 2,0           | 9,1           | 0,08                       | 9,7           | 0,005                      | 9,2           |
| 413, 414  | 23,4      | 0,82                              | 0,070                                         | 1,9           | 8,3           | 0,07                       | 8,8           | 0,006                      | 8,6           |
| 415, 416  | 25,3      | 0,89                              | 0,076                                         | 1,9           | 7,7           | 0,07                       | 8,1           | 0,006                      | 7,9           |
| 417, 418  | 27,2      | 0,96                              | 0,082                                         | 1,9           | 7,1           | 0,07                       | 7,5           | 0,006                      | 7,3           |
| 419, 420  | 29,1      | 1,03                              | 0,088                                         |               | 6,7           |                            | 7,0           |                            | 6,8           |
| Priemer   |           |                                   |                                               | 1,94          |               | 0,072                      |               | 0,0060                     |               |

notkových hmotových prírastkov. Vyskytujúce sa náhodilé odchýlky (hlavne u tenkých hrúbkových stupňov) treba pripísať na vrub nie úplnému vyrovnaniu pôvodných čísiel.

V tabuľke III sú podobne v stĺpcoch 2, 3 a 4 výšky, hmoty a jednotkové hmotové prírastky pre zvolený hrúbkový stupeň  $d_{1,3} = 30$  cm bk JHK hrúbková skupina č. 4. Pre iné hrúbkové stupne platí ten istý vzťah. V stĺpci 5 sú absolútne rozdiely výšok dvoch a dvoch susedných JHK. Keďže JHK sú čo do výšok rovnomerne odstupňované, je v spodnom riadku vypočítaný priemer rozdielov a tento je v stĺpci 6 vyjadrený v percentách z údajov stĺpca 2. Podobne sú vypočítané v stĺpcoch 7 a 8 absolútne a relatívne rozdiely hmôt, v stĺpcoch 9 a 10 rozdiely jednotkových hmotových prírastkov. Zo stĺpcov 6, 8 a 10 vidno, že percentové rozdiely výšok, hmôt a jednotkových prírastkov sú približne rovnaké. Vyskytujúce sa náhodilé odchýlky treba zas pripísať na vrub nie úplnému vyrovnaniu pôvodných čísiel.

2. Chyba  $m_{k_2}$  vyplývajúca z rozdielu skutočného výškového prírastku hrúbkových stupňov a prírastku určeného podľa použitej tabuľky jednotkových výškových prírastkových percent

Najskôr preskúmame obecné, ako sa prenáša chyba vo výškovom prírastkovom percente na hmotový prírastok. Vyjdeme zo skrátenej Breymannovej rovnice

$$h' = \frac{h}{100} (k' \% + v' \%), \quad (12)$$

kde  $h, h'$  — hmota a hmotový prírastok kmeňa alebo porastu,  
 $k' \%, v' \%$  — prírastkové percento na kruhovej základni a výške.

Derivovaním rovnice (12) podľa premennej  $v' \%$  dostaneme

$$dh' = \frac{h}{100} dv' \%. \quad (13)$$

Ak v (13) nahradíme diferenciály príslušnými strednými chybami,  $m_h'$ , a  $m_v'\%$ , dostaneme vzorec pre chybu hmotového prírastku zavinenú chybou vo výškovom prírastkovom percente

$$m_h' = \pm \frac{h}{100} m_v'\% \quad (14)$$

Percentová chyba v hmotovom prírastku bude daná vzťahom

$$m_h'\% = \frac{m_h'}{h'} 100 = \pm \frac{h}{100} \cdot \frac{100}{h'} m_v'\% = \pm \frac{h}{h'} m_v'\% \quad (15)$$

Príklad: Sm kmeň má dnešné rozmery  $d = 30,0$  cm,  $v = 23,0$  m,  $h = 0,78$  m<sup>3</sup>. Rozmery pred 10 rokmi sú  $d = 28,0$  cm,  $v = 21,0$  m,  $h = 0,63$  m<sup>3</sup>. Prírastok za 10 rokov hmotový  $h' = 0,78 - 0,63 = 0,15$  m<sup>3</sup>, výškový  $v' = 23,0 - 21,0 = 2,0$  m. Výškové prírastkové percento je

$$v'\% = \frac{2,0}{21,0} 100 = 9,5 \%$$

Uvážme v tomto výškovom prírastkovom percente chybu  $m_{v'}\% = \pm 0,5 \%$ . Táto chyba spôsobí podľa (14) chybu v hmotovom prírastku

$$m_h' = \pm \frac{0,63}{100} \times 0,5 = \pm 0,0031 \text{ m}^3.$$

Relatívna chyba v percentách bude podľa (15)

$$m_h'\% = \pm \frac{0,63}{0,15} \times 0,5 = \pm 2,1 \%$$

Rovnice (14) a (15) platia aj pre jednotkové prírastky. V tom prípade sa chyba  $m_h'$  rovná chybe v jednotkovom hmotovom prírastku  $m_{k_2}$ , ďalej prírastok  $h'$  značí jednotkový hmotový prírastok  $k_h$  a chyba vo výškovom prírastkovom percente  $m_v'\%$  značí chybu v jednotkovom výškovom prírastkovom percente  $m_{kv}\%$ . Podľa rovnice (15) dostaneme tvar

$$m_{k_2}\% = \pm \frac{h}{k_h} m_{kv}\% \quad (16)$$

Dosadíme do tejto rovnice za výraz v zlomku príslušný výraz z rovnice pre jednotkové hmotové prírastkové percento (Halaj 1963, str. 37)

$$k_h\% = \frac{k_h}{h} 100. \quad (17)$$

Potom rovnica (16) prejde na tvar

$$m_{k_2}\% = \pm \frac{100}{k_h\%} m_{kv}\% \quad (18)$$

Podľa (18) možno vypočítať chybu v jednotkovom hmotovom prírastku  $m_{k_2}\%$  zavinenú chybou v jednotkovom výškovom prírastkovom percente  $m_{kv}\%$ .

Ďalšou úlohou je teraz vyšetriť veľkosť chýb v jednotkovom výškovom prírastkovom percente. To vykonáme na analýzovom materiáli, ktorý obsahuje u každého zo skúšaných porastov vždy väčší počet analýz kmeňov z rovnakého hrúbkového stupňa. Takýto materiál bude totiž vykazovať menšiu kolísavosť hodnôt jednotkového výškového prírastkového percenta  $k_v\%$ , ako keby sme použili údaje jednotlivých analýz. Toto je nutné preto,

že v praxi počítame vždy prírastok pre určitý väčší počet kmeňov hrúbkových stupňov.

Analýzový materiál takýchto vlastností je však prakticky ťažko získať vo väčšom rozsahu. Preto tento rozbor mohol byť vykonaný len pre smrek, u ktorého sa dali získať takéto podklady. Použitý bol tento materiál:

a) Kmeňové analýzy VÚLH inž. Fraštiu (1953) z I. pokusnej plochy na sledovanie bežného prírastku v Oravskom Podzámku. V tomto 80ročnom sm poraste ( $d_m = 32$  cm) Fraštia spracoval 19 analýz, a to v hrúbkovom stupni 22 cm 4 kusy, 32 cm 6 kusov, 42 cm 5 kusov, 52 cm 4 kusy. Okrem toho zmeral Fraštia na tejto ploche 96 vyťažných kmeňov hrúbky 18–60 cm tak, že na každom meral prírastok hrúbkový (vývrtmi) a výškový (zmeraním práslenov) za posledných 10 rokov. Podobne Fraštia zmeral na II. pokusnej ploche v Oravskom Podzámku 60 kmeňov (hrúbkový a výškový prírastok za posledných 10 rokov) hrúbky 22 až 53 cm; tieto boli podobne spracované.

b) Analýzy inž. Borotu (1960) z prebierkových pokusných plôch Radlice a Oplany, zoskupené po 2–3 kusoch do rovnakých hrúbkových stupňov. Na ploche Radlice vykonal 14 analýz, na ploche Oplany 11 analýz.

c) Analýzy inž. Fantu z pokusných plôch VÚLHM v Opočne, a to z lokality Jírovství a Bolehošť. Materiál obsahoval v rovnakých hrúbkových stupňoch väčší počet analýz.

d) Analýzy inž. Pařeza z prebierkových pokusných plôch VÚLHM v Krušných horách.

e) Analýzový materiál inž. Kusého z lokality Svarín, kde spracoval väčší počet analýz kmeňov pre konštrukciu lokálnych vzrastových tabuliek.

f) Guttenbergov analýzový materiál (1915), ktorý obsahuje veľké množstvo analýz kmeňov, vyhotovených pre konštrukciu vzrastových tabuliek.

Pri odvodzovaní chýb jednotkového výškového prírastkového percenta pre tento analýzový materiál sa postupovalo tak, že sa z analýz rovnakého hrúbkového stupňa určitého porastu vypočítali priemerné údaje o hrúbkach a výškach v 10ročných (alebo 5ročných) vekových intervaloch za celé obdobie života kmeňov. Z týchto údajov sa vypočítal hrúbkový a výškový prírastok v jednotlivých 10ročných (alebo 5ročných) periódach a z toho ďalej skutočné jednotkové výškové prírastkové percento ako percentový pomer výškového prírastku pripadajúceho na 1 cm hrúbkového prírastku k výške.

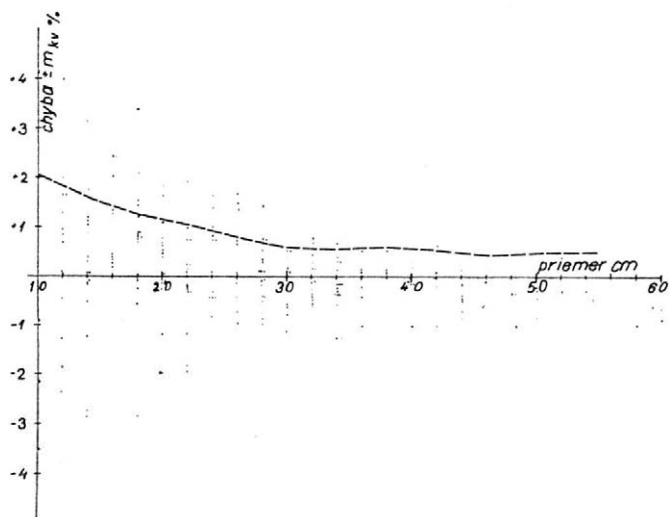
Ďalej bolo odvodené pre identické 10ročné (alebo 5ročné) periód tabuľkové jednotkové výškové prírastkové percento pomocou tabuľky jednotkových výškových prírastkových percent (Halaš 1963, str. 52). Rozdiel tabuľkového a skutočného percenta udáva chybu jednotkového výškového prírastkového percenta  $m_{kv}\%$ .

Príklad: Analýza sm kmeňa udáva vo veku 80 rokov  $d_{1,3} = 33,1$  cm,  $v = 33,0$ , vo veku 70 rokov  $d_{1,3} = 30,5$  cm,  $v = 30,2$  m. Za periódu 70–80 rokov je hrúbkový prírastok  $\Delta d = 33,1 - 30,5 = 2,6$  cm, výškový prírastok  $\Delta v = 33,0 - 30,2 = 2,8$  m. Jednotkový výškový prírastok (na 1 cm hrúbkového prírastku) je  $k_v = 2,8 : 2,6 = 1,08$  m. Skutočné jednotkové výškové prírastkové percento je  $k_v\% = (1,08 : 33,0) 100 = 3,27\%$ . Tabuľkové percento vyhladáme k hrúbke  $d_{1,3} = 33,1$  cm a dostaneme  $k_v\% = 3,01\%$ . Chyba jednotkového výškového prírastkového percenta je potom  $m_{kv}\% = 3,01 - 3,27 = -0,24\%$ .

Takto boli vypočítané chyby jednotkových výškových prírastkových percent pre uvedené analýzový materiál a boli ďalej vynesené v odvislosti od hrúbky do obr. 1, a to nad osou  $x$  kladné, pod osou  $x$  záporné, aby sa z obrázku dalo posúdiť i rozloženie chýb čo do znamienka. Z obrázku vidno, že veľkosť chýb kladných i záporných je vo všetkých hrúbkových stupňoch zhruba rovnaká a že rozdelenie chýb je náhodilé, nakoľko početnosť chýb kladných i záporných je zhruba rovnaká. Malých chýb je veľa, veľkých málo a veľkosť maximálnych chýb kladných i záporných je vo všetkých hrúbkových stupňoch zhruba rovnaká.

V každom hrúbkovom stupni bola z chýb vypočítaná stredná (kvadratická) chyba. Tieto hodnoty sú vynesené v obr. 1 nad osou  $x$  a pospájané čiarou, ktorá tak udáva stredné

1. Rozdelenie chýb jednotkového výškového prírastkového percenta  $m_{kv}\%$  po hrúbkových stupňoch. Bodkami sú vyznačené chyby odvodené z analýz kmeňov, a to kladné nad osou  $x$ , záporné pod osou  $x$ . Čiarkovaná čiara nad osou udáva stredné chyby hrúbkových stupňov.



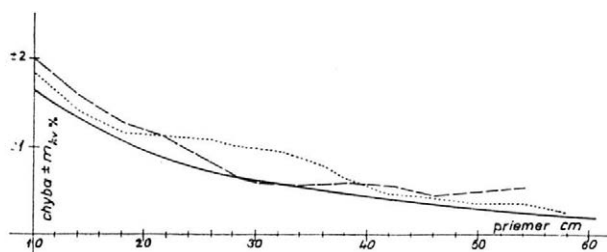
chyby jednotkového výškového prírastkového percenta v hrúbkových stupňoch. Chyba sa znižuje so zväčšujúcou sa hrúbkou, a to u tenších hrúbok rýchlejšie ako u silných, takže závislosť je krivočiara.

Táto krivka stredných chýb z obr. 1 je vynesena čiarkovane tiež do obr. 2, v ktorom je pre porovnanie súčasne vynesena bodkovana krivka stredných chýb, odvodená tou istou cestou z 307 jednotlivých smrekových analýz, ktoré som (Halaj 1963) použil pre odvodenie tabuľky jednotkových výškových prírastkových percent. Dalo by sa očakávať, že táto bodkovaná krivka bude ležať nad čiarkovanou krivkou odvodenou pre priemerné analýzy, nakoľko u jednotlivých analýz sa vyskytuje väčšia kolísavosť jednotkových výškových prírastkových percent, čomu odpovedá aj väčšia stredná chyba. Tento predpoklad je splnený len v úseku stredných hrúbkových stupňov, zatiaľ čo u najtenších a najhrubších hrúbok sú krivky umiestnené obrátene. Je to dôsledok rôznej reprezentatívnosti oboch výberov analýz pre tieto krivky.

Do obr. 2 je ešte narysovaná plná krivka, ktorú sme určili ako odhadnutú krivku stredných chýb jednotkového výškového prírastkového percenta, platnú pre priemery odvodené z veľkého počtu analýz. Takúto krivku potrebujeme pre odvodenie pravdepodobných stredných chýb hrúbkových stupňov, v ktorých sa v praxi počíta prírastok vždy pre určitý väčší počet kmeňov. Hodnoty stredných chýb z tejto krivky sú uvedené v stĺpci 4 tabuľky IV, podľa 4cm hrúbkových stupňov.

Teraz môžeme podľa rovnice (18) určiť chybu jednotkového hmotového prírastku  $m_{k2}^0\%$ , zavinenú odvodenou chybou jednotkového výškového prírastkového percenta.

2. Stredné chyby jednotkového výškového prírastkového percenta  $m_{kv}\%$  v hrúbkových stupňoch. Bodkovaná čiara udáva hodnoty odvodené z jednotlivých analýz, čiarkovaná čiara hodnoty odvodené z priemerných analýz a plná čiara hodnoty predpokladané pre priemery z veľkého počtu analýz kmeňov.



IV. Odvodenie stredných chýb  $m_{k_2}$  jednotkového hmotového prírastku, ktoré sú zavinené chybami jednotkového výškového prírastkového percenta. Chyby sú odvodené podľa rovnice (18) pre 4cm hrúbkové stupne 10—58 cm (vysvetlenie v texte)

| Priemer<br>v cm | Jednotkové hmotové<br>prírastkové percento<br>$k_h \%$ | 100<br>$k_h \%$ | Stredná chyba jed-<br>notkového výško-<br>vého prírastkového<br>percenta<br>$\pm m_{kv} \%$ | Stredná chyba jed-<br>notkového hmoto-<br>vého prírastku<br>$\pm m_{k_2}$ |
|-----------------|--------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1               | 2                                                      | 3               | 4                                                                                           | 5                                                                         |
| 10              | 37,4                                                   | 2,67            | $\pm 1,65$                                                                                  | $\pm 4,4$                                                                 |
| 14              | 22,9                                                   | 4,36            | 1,30                                                                                        | 5,7                                                                       |
| 18              | 16,8                                                   | 5,95            | 1,05                                                                                        | 6,2                                                                       |
| 22              | 13,5                                                   | 7,40            | 0,87                                                                                        | 6,4                                                                       |
| 26              | 11,2                                                   | 8,92            | 0,72                                                                                        | 6,4                                                                       |
| 30              | 9,34                                                   | 10,70           | 0,60                                                                                        | 6,4                                                                       |
| 34              | 7,99                                                   | 12,52           | 0,53                                                                                        | 6,6                                                                       |
| 38              | 6,94                                                   | 14,41           | 0,47                                                                                        | 6,8                                                                       |
| 42              | 6,09                                                   | 16,42           | 0,40                                                                                        | 6,6                                                                       |
| 46              | 5,41                                                   | 18,48           | 0,34                                                                                        | 6,3                                                                       |
| 50              | 4,85                                                   | 20,62           | 0,29                                                                                        | 6,0                                                                       |
| 54              | 4,42                                                   | 22,62           | 0,25                                                                                        | 5,7                                                                       |
| 58              | 4,04                                                   | 24,75           | 0,22                                                                                        | 5,5                                                                       |

Výpočet je v tabuľke IV, a to po 4cm hrúbkových stupňoch. V stĺpci 2 sú uvedené z tabuľiek (Halaj 1963) hodnoty jednotkových hmotových prírastkových percent, ktoré sú odvislé jedine od hrúbky a sú teda konštantné pre všetky čísla taríf, resp. JHK. V stĺpci 4 sú uvedené z obr. 2 odčítané stredné chyby jednotkového výškového prírastkového percenta a konečne v stĺpci 5 sú podľa rovnice (18) vypočítané stredné chyby  $m_{k_2} \%$  hrúbkových stupňov.

Z tabuľky IV vidno, že chyba  $m_{k_2} \%$  v hrúbkových stupňoch 10—58 veľmi nekolíše, pohybuje sa v medziach od  $\pm 4,4 \%$  do  $\pm 6,8 \%$ , takže pre ďalšie úvahy môžeme brať okrúhlu hodnotu  $\pm 6,0 \%$ :

$$m_{k_2} = \pm 6,0 \%. \quad (19)$$

Pripomíname znova, že táto chyba bola odvodená pre smrek, pre ktorý bol k dispozícii najrozsiahlejší analyzový materiál. Preto údaj (19) musíme považovať len za predbežný, aj keď ho v ďalšom budeme obecné používať.

Týmto sme určili všetky čiastkové chyby jednotkového hmotového prírastku, a to chybu z nesprávneho určenia čísla JHK, ktorá je podľa rovnice (11)  $m_{k_1} \% = \pm 2,1 \%$ , a chybu z rozdielu skutočného a tabuľkového výškového prírastku hrúbkových stupňov, ktorá je podľa rovnice (19)  $m_{k_2} \% = \pm 6,0 \%$ . Celkovú chybu v jednotkovom hmotovom prírastku  $m_k \%$  určíme z týchto čiastkových chýb podľa zákona o prenášaní chýb

$$m_k \% = \pm \sqrt{m_{k_1}^2 \% + m_{k_2}^2 \%} = \pm \sqrt{2,1^2 + 6,0^2} = \pm 6,4 \%. \quad (20)$$

Z vyčíslenia vzorca (20) vidno, že na výslednej chybe  $\pm 6,4 \%$  má rozhodujúci podiel chyba  $m_{k_2} \%$ , podiel chyby  $m_{k_1} \%$  je nepatrný. Chyba  $m_{k_2} \%$  je prekvapujúco veľká a

ovplyvňuje veľmi celkovú presnosť určovania prírastku metódou jednotkových hmotových prírastkov. Práve preto zvýšenie presnosti tejto metódy treba hľadať hlavne v rozpracovaní presnejších metód na určovanie výškového prírastku hrúbkových stupňov.

#### CHYBA V URČENÍ HRÚBKOVÉHO PRÍRASTKU $m_{\Delta d}$

Ide tu o štatistickú chybu výberu vzhľadom na to, že hrúbkový prírastok sa v poraste skoro vždy určuje štatisticky na podklade vývrtov z určitého počtu stromov.

Chyba hrúbkového prírastku je v praxi udaná požadovanou presnosťou určenia hrúbkového prírastku. Je odvísľá od požadovanej presnosti určenia hmoty, ktorú uvažujeme u merania naplno  $\pm 5\%$ , u štatistickej metódy  $\pm 8\%$  (príslušné stredné chyby sú  $\pm 2,5\%$  a  $\pm 4,0\%$ ). Úlohou je odvodiť podľa zákona o prenášaní chýb chybu hrúbkového prírastku korešpondujúcu tejto chybe zásoby.

Prítom musíme vyjsť z rovnice udávajúcej vzťah medzi prírastkom  $h'$ , hmotou  $h$  a hrúbkovým prírastkom  $\Delta d$ . Pre tento účel sa hodí rovnica (2)

$$h' = h \cdot k_h \% \cdot \Delta d.$$

V rovnici považujeme veličinu  $k_h$  za presnú (konštantu), ostatné veličiny  $h'$ ,  $h$ ,  $\Delta d$  sú zafarbené chybami. Stredná chyba hmotového prírastku je určená podľa zákona o prenášaní chýb rovnicou

$$m_{h'} = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial h'}{\partial h} m_h\right)^2 + \left(\frac{\partial h'}{\partial \Delta d} m_{\Delta d}\right)^2}. \quad (21)$$

V rovnici značí  $m_h$ ,  $m_{\Delta d}$  strednú chybu hmoty a hrúbkového prírastku. Rozvedením a úpravou rovnice (21) podľa postupu naznačeného pri odvodení rovnice (8) dôjdeme k výslednej rovnici pre relatívnu (percentovú) strednú chybu hmotového prírastku  $m_{h'}\%$

$$m_{h'}\% = \pm \sqrt{m_h^2\% + m_{\Delta d}^2\%}. \quad (22)$$

V rovnici značí  $m_h\%$ ,  $m_{\Delta d}\%$  percentové stredné chyby hmoty a hrúbkového prírastku.

Rovnica (22) súhlasí s rovnicou, ktorú používajú Loetsch (1953) a Kurth (1961). Podľa nej môžeme určiť prípustnú chybu hrúbkového prírastku k danej presnosti určenia hmoty a k požadovanej presnosti hmotového prírastku. Pri určovaní vzájomných proporcií všetkých týchto troch chýb sa musíme držať týchto dvoch zásad:

1. Požadovaná presnosť určenia prírastku bude vždy menšia ako presnosť určenia hmoty.

2. Hrúbkový prírastok má byť určený s vyššou presnosťou ako hmota, pretože určenie hrúbkového prírastku nie je tak nákladné ako určenie hmoty. Napr. u štatistickej metódy vyžaduje zameranie jedného pokusného kruhu oveľa viac času ako odobratie jedného vývrtu.

Podľa týchto zásad rozlíšime dva prípady:

1. Pri určovaní hmoty metódou naplno uvažujeme presnosť hmoty  $\pm 5\%$  a pre prírastok požadujeme presnosť  $\pm 10\%$ ; pre určenie hrúbkového prírastku vychádza podľa rovnice (22) požadovaná presnosť asi  $\pm 9\%$ .

2. Pri určovaní hmoty štatistickou metódou uvažujeme presnosť hmoty podľa smerníc  $\pm 8\%$ , pre prírastok určíme v tomto prípade presnosť  $\pm 12\%$ ; pre hrúbkový prírastok vychádza v tomto prípade podľa rovnice (22) presnosť tiež asi  $\pm 9\%$ .

Podľa týchto úvah môžeme pre naše ďalšie potreby určiť požadovanú presnosť hrúbkového prírastku hodnotou asi  $\pm 9\%$ . Príslušná chyba je potom  $\pm 4,5\%$ :



$$m_{\Delta d} = \pm 4,5 \% \quad (23)$$

K tejto požadovanej presnosti je možné určiť potrebný počet vývrtov na podklade hodnôt variačného koeficientu hrúbkového prírastku (Halaj 1963, Šmelko 1965).

#### CHYBA V URČENÍ POČTU STROMOV $m_n$

Pri skúmaní presnosti v určení počtu stromov treba rozoznávať dva prípady:

1. Priemerkovanie naplno. V danom prípade túto chybu zanedbajme, a to z toho dôvodu, že pri starostlivom priemerkovaní dosahuje len nepatrné hodnoty.

2. Priemerkovanie štatistickou metódou. Tu sa chyba počtu stromov určí ako štatistická chyba výberu (priemeru) podľa vzorca

$$m_n \% = s_n \% = \pm \frac{s_n \%}{\sqrt{n}} \quad (24)$$

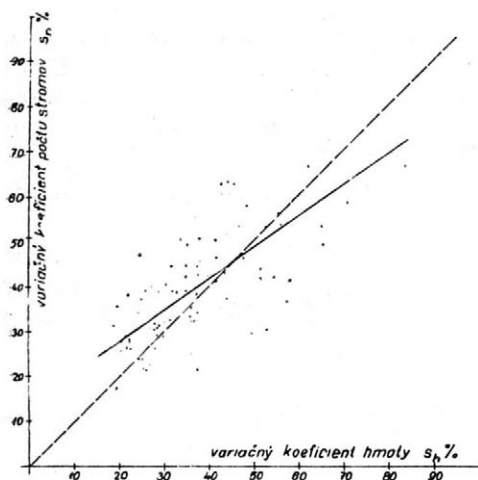
V rovnici značí  $n$  počet skusných plôch v poraste (rozsah výberu),  $s_n \%$  variačný koeficient počtu stromov, ktorý vyjadruje relatívnu kolísavosť počtu stromov na skusných kruhoch.

Vzorec (24), ako aj všetky veličiny v ňom, sú analogické vzorcu pre výpočet štatistickej chyby určenia hmoty pri štatistickom meraní kruhovými skusnými plochami. Pre náš účel sa javí výhodným vyjadriť chybu v určení počtu stromov vo vzťahu k chybe v určení hmoty porastu, pretože naše smernice hospodársko—úpravníckych prác udávajú len požadovanú presnosť určenia hmoty  $\pm 8 \%$ . Úlohou je vyšetriť, aká presnosť sa dosahuje v určení počtu stromov pri tejto presnosti určenia hmoty.

Zo vzorca (24) vidno, že vzťah medzi chybou v určení hmoty a počtu stromov je ten istý ako medzi variačným koeficientom hmoty a počtu stromov, lebo počet skusných plôch v menovateli vzorca je rovnaký tak pre hmotu, ako aj pre počet stromov. Autori štatistických metód určovania hmoty sa vo svojich prácach zaoberajú výlučne prieskumom variačného koeficientu hmoty, nezaoberajú sa variačným koeficientom počtu

stromov, nakoľko nie je pre určenie hmoty štatistickou metódou priamo potrebný. Preto doterajšia literatúra neobsahuje údaje o variačnom koeficiente počtu stromov.

Pre daný účel sme preto odvodili vzťah medzi variačnými koeficientami oboch veličín (obr. 3) z údajov vlastných 109 meraní porastov štatistickou metódou, ktoré som vykonal v rokoch 1956—1959 v rámci riešenia výskumnej úlohy „preskúmanie vhodnosti použitia matematicko—štatistických metód inventarizácie lesa pre naše domáce hospodárske pomery“ (Halaj 1957). V každom zo skúšaných porastov bol vypočítaný z údajov štatistického merania variačný koeficient hmoty  $s_h \%$  a tiež variačný koeficient počtu stromov  $s_n \%$ . Obr. 3 znázorňuje vzťah medzi obidvoma variačnými koeficientami pre uvedených 109 meraní. Vzťah je vyrovnaný plnou priamkou, čiarkovane je vyrysovaná priamka idúca



3. Vzťah medzi variačným koeficientom hmoty  $s_h \%$  a počtu stromov  $s_n \%$  pri štatistickej inventarizácii porastov kruhovými skusnými plochami. Plná čiara značí vyrovnávajúcu priamku, čiarkovaná čiara priamku pod uhlom  $45^\circ$ .

počiatkom súradnicovej sústavy pod uhlom  $45^\circ$ , ktorá by vyrovnávala vzťah v tom prípade, ak by sa obidva koeficienty sebe rovnali.

Z obr. 3 vidno, že vzťah medzi obidvoma koeficientami nie je veľmi tesný, lebo sa vyskytuje značná kolísavosť hodnôt  $s_n\%$  v rámci určitých hodnôt koeficientu  $s_h\%$ . Ďalej vidno, že koeficient počtu  $s_n\%$  nerovná sa koeficientu hmoty. U menších hodnôt je koeficient počtu väčší ako koeficient hmoty, u väčších hodnôt je tomu naopak. Odchýlka vyrovnávajúcej priamky od priamky pod uhlom  $45^\circ$  nie je veľká, hoci aj nie je zanedbateľná. Avšak pre náš orientačný účel odvodenia chyby v určení počtu stromov môžeme vysloviť približný predpoklad, že variačný koeficient počtu stromov  $s_n\%$  sa veľmi zhruba rovná koeficientu hmoty  $s_h\%$ .

Za tohoto predpokladu môžeme vysloviť ďalší dôležitý záver, že pri štatistickom meraní porastov sa presnosť určenia počtu stromov veľmi zhruba rovná presnosti určenia hmoty. Na základe toho môžeme ustáliť presnosť v určení počtu stromov pri štatistickej metóde hodnotu  $\pm 8\%$  (príslušná stredná chyba je  $\pm 4\%$ ), akú predpisujú naše smernice ako požadovanú presnosť pre určenie hmoty:

$$m_n\% = \pm 4,0\% . \quad (24)$$

#### ODVODENIE VÝSLEDNEJ CHYBY HMOTOVÉHO PRÍRASTKU URČENÉHO METÓDOU JEDNOTKOVÝCH HMOTOVÝCH PRÍRASTKOV

Prírastok porastu alebo hrúbkového stupňa určujeme podľa vzorca (1)

$$h' = n \cdot k_h \cdot \Delta d.$$

Celkovú percentovú chybu prírustku  $m_h'$  určíme podľa rovnice (8) z percentových chýb čiastkových veličín počtu stromov  $m_n\%$ , jednotkového hmotového prírustku  $m_k\%$  a hrúbkového prírustku  $m_{\Delta d}\%$

$$m_h'\% = \pm \sqrt{m_n^2\% + m_k^2\% + m_{\Delta d}^2\%} .$$

Hodnoty čiastkových chýb sme určili rovnicami (20), (23), (24)

$$m_k\% = \pm 6,4\% , \quad m_{\Delta d}\% = \pm 4,5\% , \quad m_n\% = \pm 4,0\%$$

Celkovú chybu vyčíslime pre nasledujúce tri prípady vyskytujúce sa v praxi.

1. Určovanie prírustku pre jednotlivý strom (vzorník). Tu  $m_n\% = 0$ ,  $m_{\Delta d}\% = 0$ , takže  $m_h'\% = \pm m_k\%$ . V tomto prípade sa chyba  $m_k\%$  rovná len chybe  $m_{k_2}\%$ , nakoľko  $m_{k_1}\% = 0$ . Chyba hmotového prírustku bude teda podľa rovnice (8) (19)

$$m_h'\% = \pm m_{k_2}\% = \pm 6,0\% , \quad \text{presnosť je } \pm 12,0\% . \quad (25)$$

2. Určovanie prírustku pre porasty priemerované naplno, pričom sa hrúbkový prírustok určuje štatistickou metódou. Tu  $m_n\% = 0$ , takže

$$m_h'\% = \pm \sqrt{m_k^2\% + m_{\Delta d}^2\%} = \pm \sqrt{6,4^2 + 4,5^2} = \pm 7,8\% . \quad (26)$$

Presnosť je v tomto prípade  $\pm 15,6\%$ .

3. Určovanie prírustku pre porasty priemerované štatisticky:

$$m_h'\% = \pm \sqrt{m_n^2\% + m_k^2\% + m_{\Delta d}^2\%} = \pm \sqrt{4,0^2 + 6,4^2 + 4,5^2} = \pm 8,8\% . \quad (27)$$

Presnosť je v tomto prípade  $\pm 17,6\%$ .

Zhodnotením týchto chýb môžeme vysloviť pre metódu určovania prírustku porastov jednotkovými hmotovými prírustkami tieto hlavné závery:

1. Pri určovaní hmoty metódou naplno v spojení so štatistickým určovaním hrúbkového prírastku je presnosť metódy  $\pm 15,6\%$ . Táto presnosť nedostačuje teda pre výskumnícke účely, pre ktoré sme odvodili požadovanú presnosť  $\pm 10\%$ . Vyhovuje však pre potreby určovania prírastku porastov v bežnej praxi, pre ktorú sa požaduje presnosť  $\pm 15\%$ .

2. Pri určovaní hmoty štatistickou metódou v spojení so štatistickým určovaním hrúbkového prírastku je výsledná presnosť tejto metódy  $\pm 17,6\%$ . Takáto presnosť nedostačuje pre výskumnícke účely a mierne prekračuje už aj hranicu požadovanej presnosti pre prax.

3. Rozhodujúci podiel na odvodených značných chybách prírastku určovaného touto metódou má veľká chyba v určovaní výškového prírastku hrúbkových stupňov. Táto chyba samotná dosahuje hodnotu  $\pm 6,4\%$  ( $2 \times 6,4 = \pm 12,8\%$ ). Preto zvýšenie presnosti metódy jednotkových hmotových prírastkov treba hľadať v prvom rade v rozpracovaní presnejších metód na určovanie výškového prírastku hrúbkových stupňov.

### EMPIRICKÉ PRESKÚŠANIE PRESNOSTI NAVRHNUTEJ METÓDY URČOVANIA PRÍRASTKU

K empirickému preskúšaniu metódy jednotkových hmotových prírastkov bol využitý rôznyi materiál, ktorý poskytol spoľahlivý zrovnávací základ, tj. presnú hodnotu prírastku. Podľa povahy tohoto materiálu bola rôznym spôsobom preskúšaná aj presnosť.

#### PRESKÚŠANIE PRESNOSTI NA ANALÝZACH KMEŇOV

Toto je najspoľahlivejší spôsob na preskúšanie presnosti určovania prírastku jednotlivých stromov, resp. skupín stromov. Analýzy kmeňov dovoľujú určiť pre 10ročné (alebo 5ročné) vekové periódy presnú hodnotu prírastku. Ďalej vypočítame príslušný prírastok podľa tabuliek jednotkových hmotových prírastkov podľa vzorcov (1) (2)

$$h' = k_h \cdot \Delta d, \quad h' = h \cdot k_h^{\circ/\circ} \cdot \Delta d,$$

kde  $h, h'$  — hmota a prírastok analyzovaného kmeňa;

$k_h, k_h^{\circ/\circ}$  — jednotkový hmotový prírastok a jednotkové hmotové prírastkové percento analyzovaného kmeňa, určia sa z tabuliek k daným rozmerom hrúbke a výške (Halaj 1963);

$\Delta d$  — hrúbkový prírastok (rozdiel hrúbky analyzovaného kmeňa na konci a na začiatku periódy).

Už predbežný prieskum skúšobného analýzového materiálu ukázal, že skúšanie jednotlivých analýz by v našej úlohe nevedlo k cieľu, nakoľko hmotový prírastok jednotlivých kmeňov rovnakých rozmerov (hrúbka, hrúbkový prírastok) veľmi kolíše v dôsledku veľkej kolísavosti ich výškového prírastku (vplyv rôzneho sociologického postavenia stromov v poraste), ako aj výtvarnice. Analogická úloha by bola napr. skúšať presnosť hmotových tabuliek na jednotlivých kmeňoch. Tieto nepravdivosti jednotlivých analýz kmeňov sa vyrovnávajú u väčších kolektívov stromov. Z týchto dôvodov sme pre naše skúšky použili len taký analýzový materiál, kde pre rovnaký hrúbkový stupeň bolo v poraste analyzovaných viacej (2—3—4) kmeňov, z ktorých boli pre skúšky odvodené priemerné údaje.

Takéto podklady poskytol analýzový materiál VÚLH inž. Fraštiu (1953) zo skusných plôch z Oravského Podzámku, ďalej materiál inž. Borotu (1960) z LVÚ v Kostelci nad Černými lesy, materiál inž. Kusého zo Svarína, inž. Fantu a inž. Pařeza z VÚLHM. Široko bol k tomuto účelu využitý i Guttenbergov (1915) analýzový materiál.

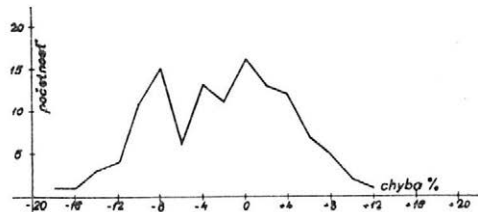
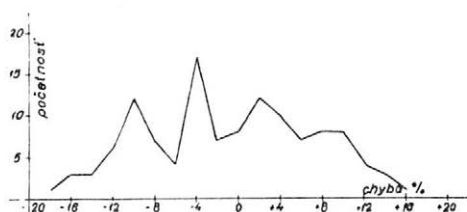
Presnosť bola preskúšaná u každého kolektívu analýz vždy pre viac vekových období, napr. pre obdobia 80–70 rokov, 70–60 rokov atď. Celkom bolo preskúšaných 121 prípadov určenia prírastku. Pre každý prípad bola vypočítaná empirická chyba prírastku  $m_e$  podľa vzorca

$$m_e = \frac{h'_t - h'_s}{h'_s} 100, \quad (28)$$

kde  $h'_t$  — prírastok vypočítaný podľa tabuliek,

$h'_s$  — skutočný prírastok určený z analýz.

Obr. 4. znázorňuje rozdelenie početností empirických chýb prírastku počítaného podľa vzorca  $h' = k_h \cdot \Delta d$ , obr. 5 to isté pre vzorec  $h' = h \cdot k_h \% \cdot \Delta d$ . Pre prvý vzorec nadobúdajú chyby hodnoty od  $-18\%$  do  $+16\%$ , priemerná chyba bez ohľadu na znamienko je  $6,8\%$ , s ohľadom na znamienko  $-0,9\%$ , stredná (kvadratická) chyba je  $\pm 8,1\%$ . Pre druhý vzorec nadobúdajú chyby hodnoty od  $-18\%$  do  $+12\%$ , priemerná chyba bez ohľadu na znamienko je  $5,4\%$ , s ohľadom na znamienko  $-2,3\%$ , stredná kvadratická chyba je  $\pm 6,7\%$ .



4. Rozdelenie početností empirických chýb prírastku kmeňových analýz určeného podľa vzorca  $h' = k_h \cdot \Delta d$ .

5. Rozdelenie početností empirických chýb prírastku kmeňových analýz určeného podľa vzorca  $h' = h \cdot k_h \% \cdot \Delta d$ .

Vidno, že obidva uvedené vzorce vedú vcelku približne k rovnakým chybám. To je aj prirodzené, lebo veličiny  $k_h$ ,  $k_h\%$  majú rovnaký teoretický základ, nakoľko sú obidve odvodené na základe tabuľky jednotkových výškových prírastkových percent drevín.

Porovnajme tieto výsledné empirické chyby s teoretickou chybou pre určenie prírastku jednotlivých kmeňov (vzorníkov), ktorú sme odvodili podľa rovnice (25) hodnotou  $\pm 6,0\%$ . Vidieť, že táto teoretická chyba dosť dobre súhlasí s empirickou chybou  $\pm 8,1\%$ , resp.  $\pm 6,7\%$ . Potvrďuje sa preto u analýz kmeňov dobrá zhoda výsledkov teoretického a empirického spôsobu preskúšania presnosti určovania prírastku.

#### PRESKÚŠANIE PRESNOSTI NA PORASTOCH A POKUSNÝCH PLOCHÁCH

K empirickému preskúšaniu presnosti prírastku potrebujeme také porasty (pokusné plochy), u ktorých je známa presná hodnota prírastku. To je splnené u takých plôch, u ktorých bol prírastok určený metódou analyzovaných vzorníkov vhodne rozložených po hrúbkových stupňoch. Inak sú použiteľné i také plochy, u ktorých je možné určiť presný prírastok aj metódou rozdielu zásob (opakované merania), zvlášť ak ide o pokusné plochy s očíslovanými stromami.

Empirické chyby sa aj v tomto prípade vypočítajú podľa vzorca (28) z hodnôt prírastku určeného pre plochu tabuľkami a presnou metódou. K tomuto účelu bol využitý tento materiál:

Materiál prof. dr. Leporského z opakovaných meraní smrekových a borových porastov celku Jemnice.

Materiál VÚLH inž. Fraštiu z pokusných plôch v Oravskom Podzámku (prírastok bol určený analýzami).

Materiál katedry hospodárskej úpravy lesov VŠLD (doc. inž. Priesol) zo 4 smrekových a borových porastov, na ktorých bol prírastok určený čiastočnými analýzami.

Materiál prebievkových pokusných plôch inž. Borotu (1960) z Kostelca nad Černými lesy, na ktorých bol prírastok určený analýzami, prípadne z opakovaných meraní.

Prodanove dva príklady smrekových pokusných plôch s opakovanými meraniami publikované v jeho učebnici (Prodan 1961).

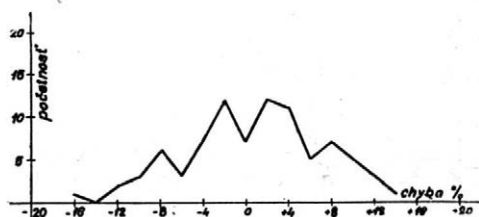
Materiál dr. Řeháka (VÚLHM) z opakovaných meraní trvalých pokusných plôch bukových rezervácií.

Fluryho smrekový materiál trvalých pokusných plôch viackrát opakovane meraných, použitých pre konštrukciu vzrastových tabuliek (Flury 1906).

Niektoré z týchto podkladov bolo možné použiť len so značnými prekážkami a závadami, napr. bolo treba odvodzovať hrúbkový prírastok nepriamo z opakovaných priemerokovaní, alebo sa vyskytovali iné neistoty v materiáli. Pre takýto účel empirického preskúšania presnosti prírastku celých porastov je najväčšou prekážkou práve nedostatok vhodného podkladového materiálu, na ktorom

by sa dal určiť presný prírastok.

Z uvedeného materiálu bol určený prírastok celkom 85 porastov (plôch). U každého bola vypočítaná empirická chyba podľa vzorca (28). Obr. 6 znázorňuje rozloženie početností týchto chýb pre prípad výpočtu prírastku podľa vzorca (1). Chyby sledujú tvar náhodného rozdelenia na oboch stranách okolo nuly a nadobúdajú hodnoty od  $-16\%$  do  $+14\%$ . Priemerná chyba bez ohľadu na znamienko je  $5,2\%$ , s ohľadom na znamienko  $+0,8\%$ , stredná (kvadratická) chyba je  $\pm 6,4\%$ .



6. Rozdelenie početností empirických chýb prírastku porastov (pokusných plôch) metódou jednotlivých hmotových prírastkov.

Porovnajme túto empirickú chybu zas s príslušnou teoretickou chybou. Prírastok sa tu počíta podľa vzorca  $h' = n \cdot k_h \cdot \Delta d$ . Vo vzorci je presná veličina  $n$  (plochy sú presne spriemerované, alebo majú očíslované kmene) a  $\Delta d$  (na plochách je prírastok určený presne buď z rozdielov hrúbok kmeňov pri opakovaných meraniach, alebo z údajov opakovaných priemerokovaní, príp. inou presnou metódou). Chybou je zaťažená len veličina  $k_h$ . Jej strednú chybu sme odvodili vo vzorci (20) hodnotou  $\pm 6,4\%$ . Vidíme, že táto teoretická chyba dobre súhlasí s odvodenou empirickou chybou  $\pm 6,4\%$ .

Aj v prípade skúšania presnosti prírastku porastov sa preto dokázala dobrá zhoda teoretických a empirických chýb.

## SÚHRN

Na určovanie hmoty rovnovekých porastov sa v našej praxi používajú jednotné hmotové krivky (Halaj 1955, 1963), okrem ktorých autor vyvinul na rovnakom princípe i tarify pre výberkové porasty. K týmto jednotným hmotovým krivkám a tarifám vyvinul autor aj spôsob určovania prírastku, a to na teoretickom základe metódy tarifových diferencií. Prírastok  $h'$  porastu (alebo hrúbkového stupňa) sa počíta podľa rovnice



$$h' = n \cdot k_h \cdot \Delta d,$$

kde  $n$  — počet kmeňov,

$\Delta d$  — hrúbkový prírastok a

$k_h$  — jednotkový hmotový prírastok (tarifová diferencia), ktorý udáva hmotový prírastok kmeňa zodpovedajúci hrúbkovému prírastku 1 cm.

Hodnoty  $k_h$  sú odvodené pre jednotné hmotové krivky, ako aj pre tarify rovnovekých a výberkových porastov, a to na podklade tabuľky jednotkových výškových prírastkových percent drevín, ktorú autor zostavil na základe analýz kmeňov a výškových taríf porastov. Pomocou tejto tabuľky sa počítajú pre hrúbkové stupne jednotkové výškové prírastky, ktoré udávajú výškový prírastok zodpovedajúci hrúbkovému prírastku 1 cm.

Účelom práce je prieskum presnosti tejto metódy určovania prírastku. To je vykonané teoreticky na základe vzorcov pre čiastkové chyby veličín  $n$ ,  $k_h$ ,  $\Delta d$  a empiricky na analýzach kmeňov a na pokusných plochách.

Chyba v určení jednotkového hmotového prírastku  $m_k$  sa skladá z dvoch čiastok:

1. Chyba  $m_{k1}$  z nesprávneho určenia čísla jednotnej hmotovej krivky alebo tarify v dôsledku štatistickej chyby v nameranej strednej výške. Keď sa v praxi určuje stredná výška na základe zmerania 10–20 výšok, dosahuje táto chyba hodnotu  $\pm 2,1\%$ . Relatívna chyba vo výške sa prenáša plnou hodnotou aj na hmotu a jednotkový hmotový prírastok, preto  $m_{k1} = \pm 2,1\%$ .

2. Chyba vyplývajúca z rozdielu skutočného výškového prírastku hrúbkových stupňov a prírastku určeného podľa tabuľky jednotkových výškových prírastkových percent. Táto chyba bola vyšetrená pomocou kmeňových analýz a je  $m_{k2} = \pm 6,0\%$ .

Výsledná chyba podľa vzorca (20)  $m_k = \pm 6,4\%$ .

Chyba v určení hrúbkového prírastku  $m_{\Delta d}$ . Presnosť hmotového prírastku, hmoty a hrúbkového prírastku je viazaná rovnicou (22). Naše smernice predpisujú pre štatistickú metódu merania hmoty presnosť  $\pm 8\%$  (príslušná chyba je  $\pm 4\%$ ), pri metóde naplno počítame s presnosťou  $\pm 5\%$ . Pre tieto prípady je odvodená prípustná chyba určenia hrúbkového prírastku  $\pm 4,5\%$ .

Chyba v určení počtu stromov  $m_n$ . Pri určovaní hmôt naplno môžeme túto chybu zanedbať, pri štatistickej metóde sa určí ako chyba výberu podľa vzorca (24), kde  $s_n\%$  značí variačný koeficient počtu kmeňov. Na základe štatistických meraní porastov autor overil, že sa variačný koeficient počtu stromov veľmi zhruba rovná variačnému koeficientu hmoty. Potom je aj chyba určenia počtu stromov rovná chybe určenia hmoty, ktorú smernice udávajú  $\pm 4\%$ , teda aj  $m_n = \pm 4\%$ .

Výslednú chybu prírastku odvodíme z týchto čiastkových chýb na základe zákona o prenášaní chýb podľa vzorca (8), a to pre tieto prípady:

1. Pre jednotlivý strom (vzorník) je podľa rovnice (25) chyba  $\pm 6,0\%$ , presnosť  $\pm 12,0\%$ . Táto chyba bola preskúšaná aj empiricky na podklade 121 súborov analýz kmeňov, pre ktoré boli určené empirické chyby podľa vzorca (28), kde značí  $h'_s$  prírastok podľa tabuliek,  $h'_s$  prírastok určený z analýz. Odvodená empirická stredná chyba tohoto materiálu  $\pm 8,1\%$  dobre súhlasí s uvedenou teoretickou chybou.

2. Pre porasty priemerkované naplno v spojení so štatistickým určením hrúbkového prírastku vychádza podľa (26) chyba  $\pm 7,8\%$ , teda presnosť  $\pm 15,6\%$ .

3. Pre porasty priemerkované štatisticky v spojení so štatistickým určením hrúbkového prírastku vychádza podľa (27) chyba  $\pm 8,8\%$ , teda presnosť  $\pm 17,6\%$ .

Autor preskúšal empirické chyby aj na prírastku 85 pokusných plôch, na ktorých bol prírastok určený presne buď metódou analýz, alebo rozdielom zásob z opakovaných meraní. Dosiahnutá empirická stredná chyba sa veľmi dobre zhoduje s príslušnou teoretickou chybou.



Z vykonaného rozboru vychádzajú pre presnosť navrhnutej metódy určovania prírastku tieto hlavné závery:

1. Pri určovaní hmoty metódou naplno je presnosť prírastku  $\pm 15,6\%$ . Táto presnosť nedostačuje pre výskumnícke účely, pre ktoré sme odvodili požadovanú presnosť  $\pm 10\%$ . Vyhovuje však potrebám praxe, pre ktorú sa požaduje presnosť  $\pm 15\%$ .

2. Pri určovaní hmoty štatistickou metódou je presnosť prírastku  $\pm 17,6\%$ . Takáto presnosť už prekračuje aj hranice požadovanej presnosti pre prax.

3. Rozhodujúci podiel na týchto značných chybách prírastku má veľká chyba v určovaní výškového prírastku. Preto zvýšenie presnosti navrhnutej metódy treba hľadať predovšetkým v rozpracovaní presnejších metód na určovanie výškového prírastku hrúbkových stupňov.

Došlo dne 20. 5. 1965

## Literatúra

1. Borota J.: Taxačné vyhodnotenie prebierok a prírastku v smrekových porastoch. Sborník „Matematicko-štatistické metódy v hospodárskej úprave a pestovaní lesa“, 1960, Bratislava. — 2. Džurdžu V.: Otnositelno metodov opredelenija tekuščego prirosta nasazdenij. 1964, Sborník „O metodach merania a zvyšovania prírastku lesov“, Bratislava. — 3. Emrovič B.: Die Ermittlung der Massenzuwachspozente mit Hilfe des Tariffdifferenzverfahrens. 1960, Schw. Zeitschrift f. Forstwesen, č. 3, str. 182-189. — 4. Flury P.: Ertragstafeln für die Fichte und Buche der Schweiz. 1907, Mitteilungen der Schweiz. Centralanstalt f. das forstl. Versuchswesen, Band IX. — 5. Fraštia P.: Metóda tangenty k hmotovej krivke. 1953, záverečná zpráva (rukopis), VŮLH. — 6. Guttenberg A.: Wachstum und Ertrag der Fichte im Hochgebirge. 1915, Wien und Leipzig, F. Deuticke. — 7. Halaj J.: Tabuľky jednotných hmotových kriviek pre určovanie hmoty porastov. 1955, Bratislava. — 8. Halaj J.: Preskúmanie vhodnosti použitia matematicko-štatistických metód inventarizácie lesa pre naše domáce hospodárske pomery. 1957, záverečná zpráva (rukopis), VŠLD Zvolen. — 9. Halaj J.: Tabuľky na určovanie hmoty a prírastku porastov. 1963, Bratislava. — 10. Korf V.: Příspěvek k poznání růstového procesu lesních porostů se zaměřením na stanovení jejich celkového běžného přírůstu. 1961, Sborník les. fak. VŠZ, Praha. — 11. Kurt H.: Variabilitätskoeffizienten des Radialzuwachses und mathematisch-statistische Genauigkeit der Zuwachsinventur. 1961, Archiv f. Forstwesen, č. 9, str. 961-981. — 12. Loetsch F.: Massenzuwachsermittlung durch Bohrsproben unter Anwendung mathematisch-statistischer Methoden. 1953, Zeitschrift f. Weltforstwirtschaft, č. 3. — 13. Loetsch F.: Das Tariffdifferenzverfahren zur Massenzuwachsermittlung. 1954, Schweizerische Zeitschrift f. Forstwesen, č. 3-4, str. 207-233, č. 5-6, str. 276-295. — 14. Priesol A.: Základy kontroly produkcie v rámci hospodárskej úpravy lesov. 1961, Bratislava. — 15. Prodan M.: Messung der Waldbestände. 1951, Frankfurt am M., J. D. Sauerländers Verlag. — 16. Prodan M.: Zur Durchführung von Repräsentativaufnahmen. 1955, Allg. Forst- u. Jagdzeitung, č. 5-6, str. 93-99. — 17. Šmelko Š.: Základy určovania hrúbkového prírastku stromov a porastov. 1965, Bratislava. — 18. Wenk G.: Zur Problematik der Leistungsprüfung. 1963, Archiv f. Forstwesen, č. 5, str. 455-482. — 19. Kolektív: O metodach merania a zvyšovania prírastku lesov. Sborník z medzinárodného sympózia. 1964, Bratislava.

## Обследование точности метода тарифных различий для определения текущего прироста насаждений

Для определения древесной массы одновозрастных насаждений в нашей практике применяется метод единой кривой массы (Галай 1955, 1963), кроме которого автор на том же принципе разработал и метод тарифов для выборочных насаждений. Для этих единых кривых массы и тарифов автор разработал и способ определения прироста на теоретической основе методом тарифных различий. Прирост  $h'$  насаждения (или степень толщины) вычисляется по формуле:

$$h' = n \cdot k_h \cdot \Delta d,$$

причем  $n$  обозначает число стволов,  $\Delta d$  прирост в толщину и  $k_h$  единый массовый прирост (тарифная разница), который указывает массовый прирост ствола, отвечающий 1 см прироста в толщину. Величины  $k_h$  выводятся для единых массовых кривых, а также и для тарифов одновозрастных и выборочных насаждений на основе таблицы единых процентов прироста древесных пород в высоту. Эту таблицу автор составил на основе анализов стволов и высотных тарифов насаждений. С помощью этой таблицы по ступеням толщины вычисляются единые приросты в высоту, которые указывают прирост в высоту, отвечающий 1 см прироста в толщину.

Цель настоящей работы — обследование точности метода тарифных различий для определения прироста насаждения. Предлагаемая работа была разработана теоретически на основе формул для частичных ошибок в величинах  $n$ ,  $k_h$ ,  $\Delta d$  и эмпирически на основе двух частей.

А) Ошибка в определении единого прироста массы  $m_k$ . Эта ошибка состоит из анализов стволов и опытных площадей.

1. Ошибка  $m_{k1}$  возникает из неправильного определения числа единой массовой кривой, или тарифа в результате статистической ошибки в измеренной средней высоте. Когда на практике определяется средняя высота на основании измерения 10—20 высот, то ошибка достигает величины  $\pm 2,1\%$ . Относительная ошибка в высоте переносится полной величиной как на массу, так и на единый массовый прирост, поэтому  $m_{k1} = \pm 2,1\%$ .

2. Ошибка  $m_{k2}$  вытекает из различия между действительным приростом в высоту по ступеням толщины и приростом согласно таблице единых процентов прироста в высоту. Эта ошибка была установлена с помощью анализа стволов и составляет  $m_{k2} = \pm 6,0\%$ .

Результирующая ошибка согласно формуле (20) равна  $m_k = \pm 6,4\%$ .

Б) Ошибка в определении прироста в толщину  $m_{\Delta d}$ . Точность массового прироста, массы и прироста в толщину, связана уравнением (22). Наши инструкции при статистическом методе измерений массы предписывают точность  $\pm 8\%$  (соответствующая ошибка составляет  $\pm 4\%$ ), а при методе с полной точностью  $\pm 5\%$ . Для этих случаев выведена допустимая ошибка при определении прироста в толщину  $\pm 4,5\%$ .

В) Ошибка в определении числа деревьев  $m_n$ . При установлении масс полностью этой ошибкой можно пренебречь, при статистическом методе определяется как ошибка в выборе по формуле (24), где  $s_n\%$  означает вариационный коэффициент числа стволов. На основе статистических измерений насаждений автор проверил и установил, что вариационный коэффициент числа деревьев весьма приблизительно равняется вариационному коэффициенту массы. Затем и ошибка в определении числа деревьев равняется ошибке в определении массы, которая в инструкции дана величиной  $\pm 4\%$ , поэтому  $m_n = \pm 4\%$ .

Результирующую ошибку в приросте мы вычисляем из этих частичных ошибок на основании закона о переносе ошибок согласно формуле (8) для следующих случаев:

1. Для отдельного дерева (модельного дерева) согласно уравнению (25) ошибка составляет  $\pm 12\%$ . Эта ошибка была проверена и эмпирически на основе 121 коллектива анализов стволов, для которых были определены эмпирические ошибки согласно формуле (28), где  $h_t'$  обозначает прирост по таблицам,  $h_s'$  — прирост, определенный анализами. Выведенная эмпирическая средняя ошибка этого материала составляет  $\pm 8,1\%$  и вполне совпадает с приведенной теоретической ошибкой.

2. Для насаждений, где таксация была произведена полностью, в связи со статистическим определением прироста в толщину согласно (26), ошибка составит  $\pm 7\%$ , следовательно достигается точность  $\pm 15,6\%$ .

3. Для насаждений, где таксация была проведена статистически в связи со статистическим определением прироста в толщину согласно (27), ошибка составляет  $\pm 8,8\%$  с точностью  $\pm 17,6\%$ .

Автор проверил эмпирические ошибки и на приростах на 85 опытных площадях, на которых прирост был определен точно методом анализов или методом разности запасов при повторных измерениях. Полученные эмпирические средние ошибки весьма хорошо согласуются с соответствующей теоретической ошибкой.

На основе проведенного анализа для точности предлагаемого метода можно сделать следующие главные заключения:

1. При определении массы полным методом точность прироста составляет  $\pm 15,6\%$ . Эта точность, однако, недостаточна для научно-исследовательских целей, для которых нами была выведена требуемая точность  $\pm 10,0\%$ . Полный метод отвечает потребностям практики, для которой требуется точность  $\pm 15\%$ .

2. При определении массы статистическим методом, точность прироста составляет  $\pm 17,6\%$ . Однако подобная точность превосходит уже и границу требуемой точности для практики.

3. Решающим фактором в этих значительных ошибках в приросте является большая ошибка в определении прироста в высоту. Поэтому повышение точности предлагаемого метода необходимо в первую очередь искать в разработке более точных методов определения прироста в высоту по степеням в толщину.

### The Investigation of the Exactitude of the Method of Tariff Differences for the Purpose of Determining the Current Increment in Stands

For the purpose of determining the mass of even-aged stands, uniform mass curves are being used in our current practice (Halač 1955, 1963), apart from which the author developed, on the same principle, also tariffs for selection stands. With regard to complementing uniform mass curves and tariffs the author developed also methods of determining increments, based on theoretical principles involving the method of tariff differences. The increment of an  $h'$  stands (or of the diameter grade) is calculated according to the following equation:

$$h' = n \cdot k_h \cdot \Delta d. \quad (1)$$

In this equation,  $n$  stands for the number of stems,  $\Delta d$  for the diameter grade and  $k_h$  for the unit mass-increment (tariff difference), which indicates the mass-increment of the stem corresponding to the diameter grade of one centimetre. The  $k_h$  — values are derived for the uniform mass curves, as well as for the tariffs of even-aged and selection stands on the basis of a chart of percentual unit height increments concerning forest species. This chart was compiled by the author on the basis of a wide-scale analysis of stems and height tariffs of stands. By means of this chart one can calculate, for the different diameter grades, values of unit height-increments quoting the height-increment corresponding to a diameter increment of 1 centimetre.

The aim of the paper is to investigate the exactitude of this method in the determination of the increment. This may theoretically be done on the basis of formulae expressing the partial errors in regard of the quantities (magnitudes)  $n$ ,  $k_h$ , and  $\Delta d$  and empirically on the analysis of stems and experimental plots.

A) The error in determining the unit mass-increment  $m_k$  consists of two elementary parts:

1. The error  $m_{k1}$  deriving from an incorrect determination of the figure of the uniform mass-curve or tariff due to a statistical error in the measured average height. When determining the average height in practice from a complex measurement of 10 to 20 heights, this error may amount to a value of  $\pm 2,1$  per cent. The relative error in the value of the height transfers itself with full value also to the mass and to the unit mass-increment and therefore  $m_{k1}$  equals  $\pm 2,1$  per cent.

2. The error  $m_{k2}$ , deriving from the difference of the effective height-increment of the diameter grades and the increment determined according to the chart of percentual unit height-increments. This error was investigated by means of stem analyses and amounts to  $m_{k2} = \pm 6,0$  per cent.

According to formula (20) the resulting error  $m_k$  equals  $\pm 6,4$  per cent.

B) The error in the determination of the diameter increment  $m_{\Delta d}$ . The exactitude of the mass increment, the mass and the diameter increment is bound by equation (22). Our regulations prescribe for the purpose of statistical methods of mass measurement an accuracy of  $\pm 8$  per cent (the corresponding error ranges  $\pm 4$  per cent) and with a fully applied method we take into consideration an accuracy of  $\pm 5$  per cent. For these cases the admissible error, derived for the determination of the diameter increment equals  $\pm 4,5$  per cent.

C) The error in the determination of the number of trees  $m_n$ . When determining the mass in full application we may neglect this error, but when availing ourselves of statistical methods, it may be determined as an error according to formula (24), where  $s_n\%$  stands for the variation coefficient of the number of stems. On the basis of statistical measurements of stands, the author verified that the variation coefficient of the number of trees very approximately equalled the variation coefficient of the mass. Therefore the error of the determination of the number of trees equals the error of the determination of mass, which the regulations define as  $\pm 4$  per cent, wherefrom results that also  $m_n$  equals  $\pm 4$  per cent.

We may derive the resulting error from these partial errors on the basis of the law of error transfer according to formula (8) for the following cases:

1. For a sample tree equation (25) determines the error at  $\pm 6.0$  per cent, the exactitude at  $\pm 12.0$  per cent. This error was controlled empirically on the basis of 121 collective stem analyses for which the empirical errors had been determined according to formula (28), where  $h_i'$  stands for the increment according to charts,  $h_s'$  stands for the increment determined from the analyses. The derived empirical average error of this material which ranges  $\pm 8.1$  per cent accords well with the theoretical error mentioned.

2. For fully callipered stands in connection with the statistical determination of the diameter increment, equation (26) shows an error ranging  $\pm 7.8$  per cent, which again results in an exactitude of  $\pm 15.6$  per cent.

3. For statistically callipered stands in connection with the statistical determination of the diameter increment, equation (27) results in an error ranging  $\pm 8.8$  per cent, which again results in an exactitude of  $\pm 17.6$  per cent.

The author examined and verified the empirical errors also on the increments determined on 85 experimental plots on which the increment had been determined exactly either by the method of analyses or from the difference of the growing-stocks on the basis of repeated measurings. The average medium error thus obtained was concordant with the corresponding theoretical error.

From the analysis made by the author, so far as the accuracy of the drafted methods of increment determination is concerned, we may obtain the following principal conclusions:

1. When determining the mass by the full measuring method the exactitude of the determination of increment equals  $\pm 15.6$  per cent. This exactitude is insufficient for research purposes for which the author derived a required accuracy of  $\pm 10$  per cent. The method mentioned above complies, however, with the practical needs, for which an exactitude of  $\pm 15$  per cent is required.

2. When determining the mass by means of the statistical method, the exactitude of the increment determination equals  $\pm 17.6$  per cent. This exactitude surpasses even the limits of accuracy required for practice.

3. The decisive part in these considerable errors may be attributed to the great error occurring in the determination of the height increment. Therefore an increased accuracy of the drafted method should first of all be looked for in the elaboration of far more accurate methods for the determination of the height increment of the diameter grades.

### Genauigkeitsprüfung des Tariffdifferenzverfahrens zur Bestimmung des laufenden Zuwachses von Waldbeständen

Zur Volumenbestimmung gleichaltriger Bestände werden in unserer Praxis Einheitsmassenkurven (Halaj 1955, 1963) verwendet. Außer diesen wurden vom Verfasser auch Tarife für Plenterbestände nach dem gleichen Grundsatz entwickelt. Zu den Einheitsmassenkurven und Tarifen erarbeitete der Verfasser auch ein Verfahren zur Zuwachsbestimmung und zwar auf der theoretischen Grundlage des Tariffdifferenzverfahrens. Der Zuwachs  $h'$  des Bestandes (bzw. einer Stärkestufe) wird nach der Gleichung

$$h' = n \cdot k_h \cdot \Delta d$$

errechnet. Hier ist  $n$  die Stammzahl,  $\Delta d$  der Durchmesserzuwachs und  $k_h$  der Einheitsvolumzuwachs (Tariffdifferenz), der den Zuwachs des Stammes an Volumen, entsprechend einem Durchmesserzuwachs von 1 cm, angibt. Die Werte  $k_h$  sind für Einheitsmassenkurven sowie für Tarife gleichaltriger und Plenterbestände abgeleitet, und zwar auf der Basis von Tafeln der Einheits-Höhenzuwachsprozente für Holzarten, die vom Verfasser auf Grund von Stammanalysen und Bestandes-Höhentartifen aufgestellt wurden. Mittels dieser Tafeln können für einzelne Stärkestufen die Einheits-Höhenzuwächse errechnet werden, die den Höhenzuwachs angeben, der einem Durchmesserzuwachs von 1 cm entspricht.

In der vorliegenden Arbeit wird diese Methode zur Bestimmung des Zuwachses der Genauigkeitsprüfung unterzogen. Dies wird theoretisch auf Grund von Formeln für Teilfehler der Größen  $n$ ,  $k_h$ ,  $\Delta d$  und empirisch durch Stammanalysen sowie auf Versuchsflächen vorgenommen.

A) Der Fehler in der Bestimmung des Einheits-Volumzuwachses  $m_k$ . Er besteht aus 2 Teilen.



1. Der Fehler  $m_{k1}$  aus der unrichtigen Bestimmung der Einheitsmassenkurven- oder Tarifzahl infolge eines Aufnahmefehlers bei der Mittelhöhenmessung. Wird die Mittelhöhe in der Praxis mit 10 bis 20 Höhenmessungen aufgenommen, erreicht dieser Fehler einen Wert von  $\pm 2,1\%$ . Der relative Höhenfehler wird dann mit vollem Wert auch auf das Volumen und den Einheits-Volumzuwachs übertragen, darum ist  $m_{k1} = \pm 2,1\%$ .

2. Der Fehler  $m_{k2}$  aus der Differenz des tatsächlichen Höhenzuwachses von Stärkestufen und des nach der Tafel der Einheits-Höhenzuwachsprozente bestimmten Zuwachses. Dieser wurde mittels Stammanalysen geprüft und ist  $m_{k2} = \pm 6,0\%$ . Der Endfehler nach der Formel (20)  $m_k = \pm 6,4\%$ .

B) Der Fehler in der Bestimmung des Durchmesserzuwachses  $m_{\Delta d}$ . Die Genauigkeit des Volumzuwachses, des Volumens und des Durchmesserzuwachses ist durch die Gleichung (22) gebunden. Die Genauigkeit der statistischen Volumenmessungsmethode muß gemäß unserer Richtlinien  $\pm 8\%$  betragen (der betreffende Fehler beträgt  $\pm 4\%$ ), bei der Vollklappung rechnet man mit einer Genauigkeit von  $\pm 5\%$ . Für diese Fälle macht der abgeleitete vertretbare Fehler bei der Bestimmung des Durchmesserzuwachses  $\pm 4,5\%$  aus.

C) Der Fehler in der Stammzahlbestimmung  $m_n$ . Bei der Volumenbestimmung durch Vollklappung kann dieser Fehler vernachlässigt werden, im Rahmen der statistischen Methode wird er als Aufnahmefehler nach der Formel (24) errechnet, wobei  $s_n$  den Variabilitätskoeffizienten der Stammzahl darstellt. Auf Grund statistischer Messungen von Beständen hat der Verfasser nachgeprüft, daß der Variabilitätskoeffizient der Stammzahl annähernd dem Variabilitätskoeffizienten des Volumens gleichkommt. Dann gleicht auch der Fehler in der Stammzahlbestimmung dem der Volumbestimmung, den die Richtlinien mit  $\pm 4\%$  angeben; somit ist auch  $m_n = \pm 4\%$ .

Der Endfehler des Zuwachses wird von diesen Teilfehlern auf Grund des Fehlerfortpflanzungs-Gesetzes nach der Formel (8) abgeleitet, und zwar für folgende Fälle:

1. Für den Einzelbaum (Probestamm) beträgt der Fehler nach der Gleichung (25)  $\pm 6,0\%$ , die Genauigkeit  $\pm 12,0\%$ . Dieser Fehler wurde auch empirisch nachgeprüft, auf Grund von 121 Stammanalysen-Kollektiven, für die empirische Fehler nach der Formel (28) festgelegt wurden; darin ist  $h'$  der Zuwachs laut Tafeln,  $h_s$  der aus Analysen bestimmte Zuwachs. Der abgeleitete mittlere empirische Fehler dieses Materials von  $\pm 8,1\%$  stimmt gut mit dem obigen theoretischen Fehler überein.

2. Für vollkluppierte Bestände in Anlehnung an die statistische Bestimmung des Durchmesserzuwachses resultiert nach (26) ein Fehler von  $\pm 7,8\%$ , demnach eine Genauigkeit von  $\pm 15,6\%$ .

3. Für statistisch kluppierte Bestände in Verbindung mit der statistischen Bestimmung des Durchmesserzuwachses beträgt der Fehler nach (27)  $\pm 8,8\%$ , die Genauigkeit  $\pm 17,8\%$ .

Der Verfasser hat die empirischen Fehler auf dem Zuwachs von 85 Versuchsfeldern nachgeprüft, auf denen der Zuwachs entweder unter Anwendung der Analysenmethode oder mittels Vorratsdifferenz aus den wiederholten Messungen bestimmt wurde. Der erreichte mittlere empirische Fehler deckt sich gut mit dem betreffenden theoretischen Fehler.

Aus der durchgeführten Analyse können für die Genauigkeit der vorgeschlagenen Methode der Zuwachsbestimmung folgende Hauptschlüsse gezogen werden:

1. Bei der Volumenbestimmung durch Vollklappungsverfahren ist die Genauigkeit des Zuwachses  $\pm 15,6\%$ . Diese eignet sich wenig für Forschungszwecke, für die wir die geforderte Genauigkeit von  $\pm 10\%$  abgeleitet haben. Sie entspricht jedoch den Bedürfnissen der Praxis, für die eine Genauigkeit von  $\pm 15\%$  vorgesehen wird.

2. Bei der Volumenbestimmung mittels statistischer Methode beträgt die Zuwachsgenauigkeit  $\pm 17,6\%$ ; somit überholt sie auch die Grenzen der für die Praxis geforderten Genauigkeit.

3. Einen entscheidenden Anteil an diesen erheblichen Zuwachsfehlern hat der große Fehler bei der Bestimmung des Höhenzuwachses. Deswegen ist eine höhere Genauigkeit der vorgeschlagenen Methode in erster Linie in der Erarbeitung genauerer Verfahren der Höhenzuwachsbestimmung von Stärkenstufen zu suchen.

---

Adresa autora:

Dr. inž. Ján Halaj, DrSc., Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen.

---

■ Informace o výrobním procesu v lesním hospodářství mají různou formu. Jsou to jednak informace písemné, jednak informace získané osobní kontrolou, popř. ústním, telefonickým nebo jiným sdělením. Nejobsáhlejší z nich jsou informace písemné.

Písemné informace můžeme zásadně rozdělit na informace zachycované v platné národohospodářské evidenci a na informace ve formě různých jednorázových i periodických hlášení. Lze říci, že vzhledem k rozsáhlosti operačního území mají pro jednotlivé organizační stupně hlavní význam písemné informace. Výjimku tvoří stupeň lesnický úsek — polesí, kde svou důležitostí převažují informace ostatní. U skupiny písemných informací mají rozhodující postavení informace zachycované platnou národohospodářskou evidencí (NHE).

Národohospodářskou evidenci tvoří tři obory, a to operativně technická evidence, účetní evidence a statistická evidence. Všechny tři obory jsou na sobě závislé a musí se navzájem doplňovat.

K prvotnímu zachycení dat o průběhu výrobního procesu slouží tzv. prvotní evidence. Z jejich údajů jednotlivé obory národohospodářské evidence prakticky vycházejí.

Pro vedení prvotních záznamů byl Správou lesního hospodářství MZLVH (resp. MLDP) vypracován v roce 1955 základní soubor typových podkladů, který doplňoval z hlediska potřeb lesního hospodářství tiskopisy prvotní evidence platné celostátně (především tiskopisy označené PE). Od roku 1956 byl tento soubor dvakrát upravován. První úprava nabyла platnosti k 1. 1. 1962 a druhá k 1. 1. 1964. Při úpravách se měnila jednak formální nebo obsahová stránka některých tiskopisů, jednak byly některé z nich vůbec vypuštěny. Tiskopisy této prvotní evidence jsou označovány, jak známo, písmenem L a zpracovávají se ručně pomocí malé mechanizace.

Vedle této prvotní evidence existuje v lesním hospodářství ještě prvotní evidence, jejíž údaje jsou zpracovávány mechanizovaně pomocí děroštitkových strojů. Tato evidence označovaná písmeny LM je zatím omezena na menší počet závodů než evidence zpracovávaná ručně. Vzhledem ke své progresivitě je však postupně rozšiřována.

V rámci úvah o možnostech využití samočinného počítače v lesním hospodářství jsme ve VÚLHM učinili pokus o rozbor současné informační soustavy v oblasti prvotní evidence. Zaměřili jsme se při tom zejména na množství informací a jejich využití. Jako podkladového materiálu jsme použili jednak seznamů a vzorů prvotní evidence, které vydalo v roce 1956 bývl. MLDP a v roce 1961 MZLVH pro úřední potřebu, jednak vlastního šetření uskutečněného přímo na úrovni podnikového ředitelství, lesního závodu a polesí. Při vyhodnocování jsme se též opírali o typový soubor pracovních náplní jednotlivých funkcionářů



Státních lesů, o soubor předepsaných statistických výkazů a o platnou plánovací metodiku.

Přes určitou abstrakci a nepřesnosti, kterých jsme se při zpracování tak komplikovaného materiálu pravděpodobně dopustili, se nám podařilo získat řadu poznatků o současné informační soustavě v lesním hospodářství. Nejzajímavější z nich uvádíme.

## ROZBOR INFORMAČNÍ SOUSTAVY

První orientační přehled o základním souboru typových podkladů poskytují kvantitativní údaje v tabulce I.

Z tabulky vyplývá, že počet tiskopisů řady PE se v roce 1962 proti roku 1956 zvýšil, zatímco počet tiskopisů řady L se naopak mírně snížil. Tato změna počtu tiskopisů u řady PE byla způsobena tím, že do hospodářské činnosti

I.

| Počet platných tiskopisů |      |      |          |      |      |
|--------------------------|------|------|----------|------|------|
| označ. PE                |      |      | označ. L |      |      |
| 1956                     | 1962 | 1964 | 1956     | 1962 | 1964 |
| 60                       | 97   | 97   | 122      | 92   | 101  |

podnikových ředitelství Státních lesů byla nově začleněna stavební činnost a že některé její tiskopisy nahradily přímo tiskopisy řady L (popř. jiných organizací). Odečteme-li od celkového počtu tiskopisů řady PE ty, které se týkají především stavebních závodů, vidíme, že se celkový počet typových podkladů (PE + L) v roce 1964 proti roku 1956 prakticky nezměnil. Tuto skutečnost je třeba hodnotit kladně, neboť u jiných resortů se rozsah prvotní evidence zvětšoval.

Prvotní evidence řady LM pro mechanizované zpracování evidence výroby a mezd používá celkem 13 formulářů; jimi nahrazuje 21 tiskopisů řady L. Tato redukce počtu formulářů spolu s faktem, že většina rutinních prací je přenesena na stroje, se příznivě obráží ve struktuře spotřeby času inženýrsko-technických pracovníků.

V tabulce II uvádíme v procentech, s kolika tiskopisy řady PE a L se na jednotlivých organizačních stupních Státních lesů pracuje. Evidence specializovaných stavebních závodů není uvažována.

Z tabulky je vidět, že maximum prvotní evidence prochází lesním závodem, minimum pak lesnickým úsekem. Poměrně značný její podíl je zpracováván na polesí. U řady L je tento podíl proti lesnickému úseku, jednotce bezprostředně podřízené, téměř čtyřikrát větší, zatímco oproti závodu, jednotce bezprostředně nadřízené, se sice snižuje, ale jen o čtvrtinu.

Množství informačních údajů, které je na všech tiskopisech prvotní evidence v různé formě zaznamenáno a zpracováno, je poměrně značné. Tak např. u řady L je to nyní celkem více než 6800 prvotních údajů. Některé z nich jsou sbírány periodicky, jiné jednorázově v různém časovém období.

## II.

| Označení tiskopisů | Organizační stupeň |        |           |           |
|--------------------|--------------------|--------|-----------|-----------|
|                    | les. úsek          | polesí | les. záv. | pod. řed. |
|                    | %                  |        |           |           |
| L                  | 15                 | 58     | 80        | 25        |
| L + PE             | 8                  | 34     | 81        | 27        |

Počet tiskopisů prvotní evidence, spolu s počtem informačních údajů, který je na nich shromažďován, není však ještě kritériem vlastní kvality prvotní evidence. Tu je třeba hodnotit především z hlediska úplnosti informací, které poskytuje pro řízení, a dále z hlediska jejich vzájemné návaznosti a přímé využitelnosti.

Nejsložitějším z těchto kritérií je kritérium návaznosti jednotlivých informačních údajů. Jeho aplikace na celý soubor prvotní evidence v lesním hospodářství by byla, vzhledem k množství údajů, velmi pracná i v případě, že bychom k vyhledávání vzájemných vazeb využívali děroštitkové techniky. Proto jsme takto hodnotili informační údaje jen v dílčích případech v souvislosti se šetřením o jejich využití při řízení hlavní lesnické činnosti.

Na úplnost informací, které prvotní evidence poskytuje, lze usuzovat z množství informací, které jednotlivé organizační stupně shromažďují mimo ni. Z těchto dodatečných informací jsme mohli konkrétně ověřovat jen ty, které byly v průběhu roku shromažďovány písemnou formou. Přímou použitelnost informací z prvotní evidence pro řízení jsme pak posuzovali hlavně z hlediska jejího vztahu k řídicí činnosti hlavních odborných referentů závodu a k operativně technické a statistické evidenci.

Šetření o písemných informacích shromažďovaných mimo národohospodářskou evidenci bylo uskutečněno na LZ Zbraslav a Horní Blatná a na PŘSL v Praze. V tabulce III uvádíme absolutní počty těchto doplňkových písemností vyřizovaných na jednotlivých organizačních stupních.

Z tabulky III vyplývá, že největší počet písemných zpráv mimo normalizovanou národohospodářskou evidenci byl zpracován na podnikovém ředitelství, nejmenší na polesí.

Velmi poučný je přitom přehled v tabulce IV o tom, kterými institucemi, eventuálně pro které instituce byly tyto písemnosti vyhotoveny.

## III.

| Místo šetření   | Polesí           | Závod | Podnik |
|-----------------|------------------|-------|--------|
|                 | počet písemností |       |        |
| PŘSL Praha      | —                | —     | 237    |
| LZ Horní Blatná | 57               | 149   | —      |
| LZ Zbraslav     | 53               | 182   | —      |

| Instituce požadující údaje  | LZ Blatná | LZ Zbraslav | PŘ Praha |
|-----------------------------|-----------|-------------|----------|
|                             | %         |             |          |
| SLH MZLVH                   | 0,6       | 1,6         | 25,4     |
| Podnikové ředitelství       | 65,8      | 65,6        | 70,0     |
| Lesní závod                 | 9,3       | 22,6        | 1,3      |
| Odborové orgány             | 1,9       | 2,7         | —        |
| Národní výbory              | 18,6      | 5,4         | 0,4      |
| Státní banka                | 1,3       | —           | 0,8      |
| Ústav pro hosp. úpravu lesů | 0,6       | —           | —        |
| Výzkumné ústavy             | 1,3       | 0,5         | 0,8      |
| Ostatní                     | 0,6       | 1,6         | 1,3      |

Údaje v tabulce IV je možno považovat pouze za ilustrativní vzhledem k malému počtu šetření. Avšak i z nich lze jednoznačně konstatovat, že nejvíce písemných zpráv mimo normalizovanou národohospodářskou evidenci bylo požadováno podnikovým ředitelstvím. Na druhém místě byly u LZ Horní Blatná — orgány lidosprávy, u LZ Zbraslav — ředitelství lesního závodu a u PŘSL Praha — Správa lesního hospodářství.

Potřeba mimořádných písemných informací v podstatě vyplývá z dvojího důvodu. Buďto normalizovaná národohospodářská evidence požadované údaje

- vůbec neobsahuje, a proto je třeba k jejich zjištění této mimořádné formy, nebo
- je sice obsahuje, ale pak nejsou na daném organizačním stupni shromažďovány, eventuálně k jejich souhrnnému zpracování za podřízené jednotky v požadovaném termínu a sestavě není dostatečná pracovní kapacita.

K ověřování velikosti působení obou okolností jsme rozebrali proto postupně zdroje písemných informací jdoucích z lesního závodu mimo národohospodářskou evidenci. Tak jsme zjistili, že téměř 62 % těchto zpráv vypracoval požadovaný útvar ze záznamů normalizované evidence.

Zajímavá je ještě struktura těchto informací podle nejdůležitějších úseků řídicí činnosti. Uvádíme ji v tabulce V.

Z tabulky V vyplývá, že na všech třech organizačních stupních tvořily největší podíl doplňkových informací informace týkající se vlastního řízení provozu, nejmenší pak informace týkající se řízení odbytu. Poměrně značný podíl zaujímaly na polesí informace pro plánování, na LZ a PŘSL pro agendu PAM. Z toho by tedy vyplývalo, že informace národohospodářské evidence vyžadují právě na těchto úsecích největších věcných doplňků. Avšak právě zde zřejmě hraje roli možnost již vpředu zmiňovaná — zpracovávat v daném termínu již existující údaje v normalizované národohospodářské evidenci na podřízené jednotky (v neperiodickém členění).

Tato možnost využití jednou nasbíraných údajů v různých sestavách silně závisí na výpočetní a organizační technice, která je k dispozici. O tom svědčí

| Úsek řízení-útvár | Polesí    | LZ   | PŘ   |
|-------------------|-----------|------|------|
|                   | podíl v % |      |      |
| Provozní          | 52,6      | 55,0 | 56,8 |
| Odbytový          | 3,3       | 0,6  | 0,4  |
| Technický         | 7,1       | 7,0  | 8,3  |
| Plánovací         | 27,2      | 10,5 | 5,4  |
| PAM               | 9,8       | 26,9 | 29,1 |
| Celkem            | 100       | 100  | 100  |

např. tato skutečnost. Na úseku normalizované evidence bylo možno v důsledku zavedení děrnoštítkové techniky u evidence výroby a mezd snížit celkový počet požadovaných a ručně zpracovávaných údajů na úrovni polesí a závodu o 53 %. Je tedy plně oprávněná domněnka, že v případě použití ještě vyšší techniky pro zpracování administrativy, tj. automatizace, by bylo možno podstatnou část duplicitních informací rovněž vyřadit a ušetřit práci spojenou s jejich opatřováním.

K orientačnímu průzkumu využívání údajů národohospodářské evidence jako zdroje informací pro řídicí činnost jsme využili vzorových pracovních náplní pro funkce jednotlivých útvarů, které jsou součástí organizačního řádu Státních lesů. Omezili jsme se při tom na první tři organizační stupně: lesnický úsek, polesí a lesní závod jako na stupně, které jsou nejbližší výrobě. U lesního závodu jsme pak nepřesetřovali všechny funkce, ale soustředili jsme se na ty, na nichž hlavně záleží řízení lesnické činnosti. Vzorové pracovní náplně obsahují: článek o všeobecných ustanoveních, hlavní povinnosti, práva, odpovědnost, hlavní vztahy a styky.

Z hlediska účelu, který jsme rozбором sledovali, mělo význam věnovat pozornost především ustanovením o hlavních povinnostech jednotlivých funkcionářů. V tabulce VI jsou uvedeny procentuální podíly z celkového výčtu vzorových povinností, ke kterým poskytuje národohospodářská evidence bezprostřední údaje. Používaná je nomenklatura před změnou k 1. 1. 1963.

Tabulka VI byla vypracována na podkladě již zmíněných předpisů a konzultací s pracovníky LZ. Poskytuje, přes silné schematizování výchozích údajů, vcelku dobrou orientaci o přímém využívání údajů národohospodářské evidence pro řízení v lesním hospodářství. Vztahy jednotlivých funkcí k národohospodářské evidenci docela dobře zobrazují i příslušný organizační stupeň soustavy řízení.

Nejméně hotových informací pro plnění svých povinností nachází v národohospodářské evidenci lesník. Je to zcela přirozené, neboť jako bezprostřední organizátor fakticky stojí u zdroje všech informací používaných na dalších stupních řízení. Na druhém místě za lesníkem je ředitel závodu. I to odpovídá skutečnosti, neboť k plnění svých povinností má ředitel především využívat práce svých funkčních útvarů. A ty — inspektoři výroby, plánovač, vedoucí odbytu a vedoucí výrobního oddělení — mohou naproti tomu čerpat z národohospodářské evidence pro většinu svých předepsaných povinností. Poměrně rozsáhlé využívá národohospodářské evidence i technolog a ekonom PAM.

| Funkce                                      | % hlavních povinností plněných s přímou pomocí informace NHE | % formulářů řady L na daném organizačním stupni používaných pro plnění hlavních povinností funkcionáře |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lesník                                      | 2                                                            | 29                                                                                                     |
| Technik polesí                              | 32                                                           | 25                                                                                                     |
| Polesný                                     | 30                                                           | 36                                                                                                     |
| Ředitel LZ                                  | 24                                                           | 0                                                                                                      |
| Výrobní náměstek (hlavní inženýr)           | 31                                                           | 19                                                                                                     |
| Vedoucí výroby. odděl. (vedoucí provozu)    | 59                                                           | 55                                                                                                     |
| Vedoucí techn. odděl.                       | 29                                                           | 5                                                                                                      |
| Vedoucí odbytu (ved. manip. a odbytu)       | 67                                                           | 32                                                                                                     |
| Plánovač (sam. plánov.)                     | 70                                                           | 19                                                                                                     |
| Vedoucí PAM (samost. ref. pro mzdy a platy) | 51                                                           | 19                                                                                                     |
| Výrobní inspektor pěstování                 | 63                                                           | 39                                                                                                     |
| Výrobní inspektor těžby                     | 71                                                           | 32                                                                                                     |
| Výrobní inspektor (pro přidruženou výrobu)  | 89                                                           | 32                                                                                                     |
| Technolog                                   | 56                                                           | 38                                                                                                     |
| Ekonom odbytu                               | 100                                                          | 22                                                                                                     |

V tabulce VI je zároveň uveden procentuální podíl formulářů řady L, z nichž je při řízení na daném stupni čerpáno. Podíl je vztažen k celkovému počtu formulářů řady L, který je na tomto stupni zpracováván. Jednotlivé údaje velmi názorně dokumentují, že hlavním uživatelem informací, které vznikají na lesnickém úseku a polesí, jsou funkcionáři závodu. Na závodě pak z těchto údajů nejvíce čerpá vedoucí výrobního oddělení (vedoucí provozu).

I když k 1. 1. 1963 došlo k určitým změnám ve funkčních orgánech ústředí lesního závodu, vlastní obsah řídicí práce se nezměnil, takže závěry z tabulky VI zůstávají přibližně v platnosti. Zároveň jsme si vědomi, že při skutečném procesu řízení nemůže být čerpání informací takto přesně vymezeno na jednotlivé formuláře. Představuje proto tabulka VI v tomto směru určitou abstrakci.

Prosté počty formulářů, s nimiž jsme až dosud operovali, však skutečně poskytují jen nejhrubší orientaci o využívání národohospodářské evidence. To proto, že na každém formuláři může být zaznamenán buď jiný počet informačních údajů vůbec, nebo jiný jejich počet fakticky využit. Hlubší pohled v tomto směru může tedy poskytnout jen rozbor jednotlivých údajů. Jeho uskutečnění by bylo však velmi pracné vzhledem ke značnému počtu těchto údajů. Mimoto jsme nepovažovali takový rozbor v současné fázi své práce za účelný. Naším cílem bylo totiž charakterizovat informační soustavu z hlediska možnosti uplatnění a perspektiv vývoje automatizace jejího zpracování a nikoli podrobný rozbor všech jejích nedostatků z hlediska dnes používané techniky práce.

Proto jsme se omezili jen na nejzákladnější tiskopisy specializované řady L, kterými jsme postihli cca 4900 druhů zaznamenávaných informačních údajů, tj. 72 % z celkového počtu řady L.

Rozdělíme-li rozebírané údaje na údaje kvalitativní a kvantitativní, vidíme, že různé kvantitativní údaje představují plných 92 %. To znamená, že drtivá většina prvotní evidence řady L je zaměřena především na kvantitativní stránku výroby.

Velmi zajímavý je rozbor původu informačních údajů na jednotlivých organizačních stupních, jak je uveden v tabulce VII.

Z tabulky vyplývá, že maximální podíl bezprostředních informací z výrobního procesu přebírá informační soustava v lesním hospodářství na prvním (nejnižším) organizačním stupni, tj. lesnickém úseku; minimální podíl přebírá na třetím organizačním stupni, tj. lesním závodě.

## VII.

| Organizační stupeň | Podíl druhů údajů vstupujících do formuláře L |                                |
|--------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------|
|                    | ze skutečnosti                                | přebíraných z jiných formulářů |
|                    | %                                             |                                |
| Lesnický úsek      | 89                                            | 11                             |
| Polesí             | 18                                            | 82                             |
| Závod              | 3                                             | 97                             |

Toto konstatování samo o sobě naprosto odpovídá logice a není žádným objevem. Důležitý je však právě vzájemný poměr obou podílů. Ten nám totiž ukazuje přibližnou teoretickou mez možností mechanizovaného, resp. automatizovaného zpracovávání údajů na jednotlivých řídicích stupních. Ta je minimální na lesnickém úseku a maximální na lesním závodě. Uvážíme-li však, že jak polesí, tak závod převážně vycházejí z údajů lesníka, není zřejmě žádný jiný důvod k dnešní dělbě práce při zpracovávání jeho dat mezi oběma organizačními stupni než otázka pracovní kapacity při dané technice práce. To, že tomu tak skutečně je, potvrzuje např. projekt zpracování evidence výroby a mezd pomocí děrnoštítkových strojů, který tento podíl dělby práce mezi polesím a závodem již v mezích svých technických možností značně změnil. U formulářů řady L v případě takového sloučení ukazuje zmiňovaná teoretická mez možnost automatizovaně zpracovávat okolo 88 % všech druhů informací.

## VIII.

| Organizační stupeň | Podíl druhů kvalitativních údajů zůstávajících na daném organizačním stupni v % |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Lesnický úsek      | 6                                                                               |
| Polesí             | 28                                                                              |
| Lesní závod        | 78                                                                              |



V tabulce VIII je zachycen procentuální podíl druhů kvalitativních informací, které zůstávají na daném organizačním stupni k dispozici a nepřenesají se na nadřazenou jednotku.

Tabulka VIII ukazuje, že největší podíl z celkového počtu druhů kvalitativních informací, který zůstává na daném organizačním stupni, je podíl u lesního závodu, nejmenší pak u lesnického úseku. Přitom celkový objem zaznamenávaných kvalitativních údajů stoupá od lesnického úseku směrem k závodu. Označíme-li jej na závodě 100 %, pak na polesí činí 95 % a na lesnickém úseku 29 %.

Z čísel v textu a z tabulek VI a VIII lze soudit, že jak na polesí, tak na závodě je dostatek informací, které umožňují eventuální diferencované rozbor výsledků hospodářské činnosti. Této možnosti však nemůže být, podle našeho názoru, při dosud převládající technice práce s nasbíranými údaji využito, a tak se k rozborům většinou využívá průměrů z kvantitativních údajů tříděných podle jednotlivých organizačních jednotek.

Počet druhů shromažďovaných kvantitativních údajů je, jak jsme se již zmínili, značný. Od lesnického úseku směrem k lesnímu závodu pak prudce stoupá. Označíme-li jej na lesnickém úseku 1, pak na polesí je 53krát větší a na lesním závodě dokonce 85krát větší. Přitom jednotlivé druhy kvantitativních informací se pohybují téměř v celém svém rozsahu z lesnického úseku na polesí a z polesí na závod. Například na polesí zůstávají pouze 3 % druhů kvantitativních údajů z celkového počtu údajů zde shromažďovaných. Jinak 97 % dalších se různými cestami a formami přenáší na závod, kde jsou k dispozici pro potřeby řízení.

Vrcholným oborem národohospodářské evidence je statistická evidence. Jejím hlavním úkolem je zjišťovat a zachycovat čísla o všech důležitých jevech, sledovat je, pořádat a třídit podle různých znaků a hledisek, číselně je charakterizovat a zjišťovat změny v jejich vývoji. Pro splnění těchto úkolů čerpá statistické výkaznictví mj. rovněž z prvotní evidence. Využití prvotní evidence se touto formou tedy dále zvyšuje.

Z rozboru návaznosti hlavních výkazů (Les V 1—12, Les V 2—n, Les V 3—2, Les S 1—12 [04]), Les P 1—12, Les (MZLVH) 3—12, MTZ 7—12) vyplývá, že tyto výkazy využívají asi jednu pětinu z celkového počtu formulářů řady L. Pro úplnost je třeba poznamenat, že některé z těchto formulářů jsou sumáře a sborníky (L 15, L 16, L 17, L 37, L 43, L 55, L 65). Vcelku statistika takto přebírá asi 1655 druhů informačních údajů.

Prostřednictvím plánovací dokumentace se pak využívá dalších 6 druhů formulářů řady L. Plán sám pak přebírá přímo informace ze 14 formulářů, což absolutní využití prvotní evidence dále zvyšuje.

Všechny dosud uváděné absolutní a relativní údaje se vztahovaly na druhy jednotlivých údajů. Pro utvoření představy o objemu jejich skutečného výskytu je ještě nutno vzít v úvahu, kolikrát se daný formulář v průběhu hospodářské činnosti zpracovává. Obecně lze rozeznat dvě základní periodicity výskytu:

— formulář se vypracovává vždy v návaznosti na probíhající jev (např. vystavení úkolového listu pro práci, výdej materiálu, vyplnění osobního listu dělníka při jeho přijímání do zaměstnání atd.);

— formulář se vypracovává za určité časové období (měsíc, čtvrtletí), ve kterém se hospodářská činnost uskutečnila (např. sborník výkonů, výkaz skladu atd.).

Celkový objem informací pak tedy závisí jednak na této opakovatelnosti záznamů, jednak na počtu a druhu evidovaných jevů, tj. v podstatě na objemu výrobní činnosti.

Pro doplnění předcházejících údajů proto uvádíme v tabulce IX procentuální podíly formulářů řady L a v nich se vyskytujících informačních údajů podle jejich opakovatelnosti. Rozbor skutečného objemu evidovaných jevů jsme vzhledem k jeho pracnosti v dosavadní fázi práce neuskutečnili.

IX.

| Z celkového počtu jednotlivých druhů informačních údajů je vedeno v % |      |         |           |       |
|-----------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-------|
| v průběhu                                                             |      | měsíčně | pololetně | ročně |
| měsíce                                                                | roku |         |           |       |
| 11,6                                                                  | 29,1 | 51,4    | 5,8       | 2,1   |

Z tabulky IX vyplývá, že největší objem informačních údajů je zpracováván za každý uplynulý měsíc, nejmenší za uplynulý rok. Protože informace vedené v průběhu daného období se musí po jeho uplynutí rovněž uzavírat, soustřeďuje se periodicita prvotní evidence v lesním hospodářství vlastně ze 63 % na měsíční interval. To znamená, že tímto opakováním se fakticky roční počet druhů zpracováváných údajů zvyšuje.

## ZÁVĚR

Rozbor informační soustavy ukázal, že informační soustava v lesním hospodářství je rozsáhlá a poskytuje dostatečné množství informačních údajů nutných k řízení výrobního procesu, pokud tak můžeme usuzovat ze syntetické tabulky VI. Informační údaje jsou však převážně zaměřeny na kvantitativní stránku jevů, a využití těch kvalitativních údajů, které jsou v ní přece jen zachyceny, je většinou ponecháno na individuálních záměrech jednotlivých funkcionářů a závisí tedy jednak na odborné kvalitě těchto funkcionářů, jednak, a to především, na jejich časových možnostech v průběhu řízení výrobního procesu. Ty jsou omezené, a proto je v průměru omezené i využití těchto kvalitativních dat.

Z tabulky VII je rovněž patrné, že hlavní podíl informací, s nimiž se pracuje na poleh a závodě, jsou informace druhotné. Z této skutečnosti vyplývá, že na těchto stupních existuje možnost nahradit značnou část ruční práce vynakládané při tomto zpracování prací stroje. To tedy v plné míře potvrzuje oprávněnost dosavadního úsilí o mechanizované zpracování dnešní informační soustavy děrnoštítkovými stroji.

Automatizace poskytuje v tomto směru ještě větší možnosti, a to zejména v oblasti řízení. A zvýšení úrovně řízení je také hlavní efekt, který je třeba při event. zavedení automatizovaného zpracování řídicích a administrativních prací v lesním hospodářství spatřovat. Ve druhé řadě se jistě uplatní i zrychlení administrativních prací a snížení jejich celkového objemu komplexním využíváním

prvotních údajů. Zároveň je možno očekávat i odstranění stereotypních prací z náplně odborných pracovníků, jako jsou např. sumarizace a zpracovávání různých dílčích písemných závěrů, které jsou z hlediska daného řídicího stupně zcela neefektivní. Nejhorší poměry v tomto směru při ručním zpracovávání evidencí jsou, jak vyplývá z rozboru, na polesí.

Lze rovněž předpokládat, že oba tyto zmiňované faktory se projeví i snížením věcných a osobních nákladů.

Došlo dne 9. 8. 1965

## Literatura

1. Pracovní náplň SL. 1960, Interní publikace MZLVH. — 2. Prvotní evidence v lesním hospodářství od 1. ledna 1956. 1955, Interní publikace MLDP. — 3. Prvotní evidence a oběh dokladů u Státních lesů. 1961, Interní publikace MZLVH. — 4. Státní lesy. Projekt velké mechanizace evidence výroby a mezd. 1961, Strojně počtení stanice MZLVH. — 5. Slípka J.: Seznam nenormalizovaných výkazů PŘ SL Praha, LZ Horní Blatná a Zbraslav. 1963, Interní materiál VÚLHM.

## Ориентировочный анализ информационной системы в лесном хозяйстве

В рамках подготовки к применению электронно-вычислительной машины в лесном хозяйстве был проведен ориентировочный анализ его информационной системы. На основе инвентаризации информационных данных, оперативно накапливаемых техучетом, изучалось их применение в первую очередь при управлении на уровне сектора лесоводства, лесничества и предприятия, а также при разработке данных другим отделом народнохозяйственного учета, т. е. статистическим учетом.

Анализ показал, что информационная система лесного хозяйства обширна и предоставляет достаточное количество информационных сведений, необходимых для управления производственным процессом, как это видно из табл. VI. Однако информационные данные направлены по преимуществу на количественную сторону явлений, а использование данных с их качественной стороны, которые все же отражены, в большинстве случаев предоставлены индивидуальным намерениям отдельных ответственных работников.

Основную часть информации, которой пользуются в лесничествах и предприятиях, составляет вторичная информация. Следовательно на этих ступенях существует возможность заменить машиной значительную часть ручного труда, затрачиваемого при таком способе разработки. Это в полной мере подтверждает правильность стремлений к механизированной обработке существующей системы информации перфорационными машинами. В этом направлении автоматизация дает еще большие возможности, в особенности в области управления. Повышение уровня управления представляет главный эффект, который следует усматривать при возможном введении автоматизированной обработки руководящих и административных работ. В таком случае устранение стереотипных работ из деятельности специалистов (контроль формальной и цифровой правильности записей, суммирование и составление частных заключений и т. п.), которые в большинстве случаев неэффективны с точки зрения их ступени управления, означало бы освобождение квалифицированных кадров для работы в области их специализации.

## Orientation Analysis of the Information System in Forestry

In the framework of preparations aimed at the use of automatic computers in forestry an orientation analysis of the information system in forestry was carried out. On the basis of a total inventory of informational data collected by the department of operative and technical records the exploitation of these data was ascertained with regard to management on the level of the forest compartment, forest district and forest enterprise as well as with regard to further treatment by another department of national economic records, i. e. by statistical records.

The analysis has shown that the information system in forestry is vast and grants a sufficient amount of information data required for the purpose of ma-

naging the production process, as shows chart No. VI. The information data are, however, oriented toward the quantitative aspect of the phenomena. The exploitation of qualitative data, so far as some of them have been ascertained and compiled in the chart, is for the major part left to the individual intentions of the different officials.

The main part of information data which are treated in both the forest section and the enterprise are record items of secondary character. This fact shows that at these degrees of management there are certain possibilities of replacing by machines a considerable part of manual work required for the treatment of such data. Thus it has been fully confirmed that the effort directed until now aimed at mechanized treatment of the actual information system by punched card machines was justifiable. In this direction, automation offers still greater possibilities, in particular in the sphere of management. An increase of the level of management is also the main effect which has to be aimed at by the eventual introduction of automated treatment of management and administrative operations. The removal of stereotypical work from the daily programme of specialized staff (the control of the formal and numeric correctness and regularity of records, the summarization degree of management are for the most part unefficient, will surely result in the compilation of partial conclusions etc.) which from the point of view of their releasing of the working capacity of qualified staff for exclusively expert activity.

### **Über die Orientierungsanalyse des Informationssystems in der Forstwirtschaft**

Im Rahmen der Vorbereitungen für die Anwendung der elektronischen Rechenmaschine in der Forstwirtschaft wurde eine Orientierungsanalyse des Informationssystems in der Forstwirtschaft realisiert. Auf Grund der Inventur der Informationsangaben, die von der operativ-technischen Erfassung gesammelt werden, ermittelte man die Ausnützung dieser Angaben vor allem zwecks Leitung auf dem Niveau des Reviers, der Oberförsterei und des Betriebes, auch zwecks Bearbeitung vom weiteren Fachgebiet der volkswirtschaftlichen Erfassung, d. h. von der statistischen Rechnung.

Die Analyse zeigte, daß das Informationssystem in der Forstwirtschaft umfangreich ist und eine ausreichende Menge der für die Leitung des Produktionsprozesses notwendigen Informationsangaben bietet, was aus der Tafel VI ersichtlich ist. Die Informationsangaben sind jedoch vor allem auf die quantitative Seite der Erscheinungen gerichtet. Die Ausnützung derjenigen qualitativer Angaben, die hier jedoch erfaßt sind, wird den individuellen Absichten der einzelnen Funktionäre überlassen.

Der Hauptanteil der Informationen, mit denen man auf dem Revier und im Betrieb operiert, sind sekundäre Informationen. Aus dieser Tatsache ergibt sich, das auf diesen Stufen die Möglichkeit besteht, einen beträchtlichen Teil der bei dieser Bearbeitung aufgewendeten Arbeit durch Maschinen zu ersetzen. Dies bestätigt demnach in vollem Maße die Berechtigung der bisherigen Bestrebung, eine mechanisierte Bearbeitung des gegenwärtigen Informationssystems mittels Lochkartenmaschinen durchzuführen. Die Automatisierung bietet dann in dieser Richtung noch größere Möglichkeiten, u. zw. vor allem im Bereich der Leitung. Der Haupteffekt bei eventueller Einführung der automatisierten Bearbeitung der Leitungs- und Administrativarbeiten ist in der Erhöhung des Niveaus der Leitung zu sehen. Die Beseitigung von stereotypen Arbeiten aus dem Arbeitsprogramm der Fachleute (Kontrollen der formellen und ziffernmäßigen Richtigkeit der Vermerke, Summarisierung und Zusammenstellung von Teilabschnitten usw.), da diese Arbeiten vom Gesichtspunkt der leitenden Tätigkeit größtenteils ineffektiv sind, bedeutet ein Freiwerden der Arbeitskapazität qualifizierter Kader für fachliche Tätigkeit.

### **Analyse d'orientation du système d'information dans l'économie forestière**

C'est dans le cadre des préparations servant à l'utilisation du calculateur dans l'économie forestière qu'on a réalisé l'analyse d'orientation du système d'information dans l'économie forestière. On vérifiait sur la base de l'inventaire des données d'information, que réunit l'administration technique opérationnelle, la possibilité

d'utilisation des données en question, notamment à la gestion au niveau du secteur forestier, du district forestier et de l'établissement et aussi au traitement ultérieur par une autre branche de l'administration de l'économie nationale, à savoir par l'administration statistique.

L'analyse a montré que le système d'information dans l'économie forestière est étendu, offrant un nombre suffisant de données d'information, nécessaires à la gestion du processus de production comme cela est documenté par le tableau VI. Les données d'information sont cependant orientées pour la plupart sur le caractère quantitatif des phénomènes, l'utilisation des données qualitatives qui n'y manquent pourtant point, étant abandonnée aux spéculations individuelles des fonctionnaires particuliers.

La proportion principale des informations que l'on utilise dans le district forestier et dans l'établissement, sont les informations secondaires. Il ressort de ce fait qu'au niveau mentionné il existe la possibilité de remplacer par les machines la part considérable du travail manuel dépensé à l'analyse en question. Ce fait confirme par conséquent pleinement la justesse de l'effort actuel tendant à mécaniser le travail du système d'information actuel à l'aide des machines à cartes perforées. En effet, l'automation offre, dans cette direction, des possibilités encore plus grandes et cela notamment dans le domaine de la gestion. Et c'est aussi l'amélioration du niveau de gestion, constituant l'objectif principal, qu'il faut retenir en introduisant le traitement automatique des travaux de gestion et d'administration. L'élimination des travaux banaux des tâches des spécialistes (contrôle formel et numérique des procès-verbaux, totalisations et établissement des conclusions partielles, etc.) qui sont en général peu productifs au niveau de gestion qui leur est confiée, a pour conséquence la libération de la faculté de travail des cadres qualifiés pour les activités supérieures.

---

*Adresa autora:*

Inž. Milan Novotný, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Zbraslav-Strnady.

---

■ Využití lineárního programování pro plánování odvozu dřeva v lesním hospodářství naráží na některé obtíže. Jednou z nich bývá obvykle značné množství odvozních míst, z nichž se dřevo dopravuje ke spotřebitelům. I když jde při řešení dopravního problému většinou o samostatné řešení plánu přepravy jednotlivých sortimentů, přesto je dopravní tabulka velmi nesouměrná, a to především při řešení dopravního problému pro oblast závodu. Považujeme-li odvozní místa, odkud se má uskutečnit přeprava daného sortimentu, za výchozí stanice  $V_n$  a za místa spotřeby  $S_n$  spotřebitele tohoto sortimentu a zapisujeme-li do nejužívanější formy tabulky pro řešení dopravního problému do řádků jednotlivá  $V$  a do sloupců jednotlivá  $S$ , je tabulka obvykle svisle velmi dlouhá a vodorovně poměrně úzká. Při praktickém řešení dopravního problému pro odvoz dřeva na několika lesních závodech jsme se obvykle setkali s tabulkami o 50–250 řádcích (pro  $V$ ) a 2–5 sloupcích (pro  $S$ ). Menší množství řádků se vyskytuje buď na závodech se soustředěnou těžbou (50–100 řádků), nebo u některých sortimentů, jichž se vyrábí poměrně malé množství (např. tyče).

Poněvadž lesní závody zatím nemají a v nejbližších letech ani nebudou mít žádoucí kapacitu samočinných počítačů, je „ruční“ řešení takových dopravních tabulek časově náročné a málo přehledné. Přitom obvykle nestačí vyřešit dopravní problém pouze pro období celého roku, nýbrž je nutno jej znovu řešit, resp. řešení upravovat minimálně jednou za čtvrtletí nebo i častěji (měsíčně) vzhledem k operativnímu plánování dodávek. Časová náročnost takto rozsáhlého dopravního problému je pak často příčinou nechuti provozních pracovníků k využití metod lineárního programování pro plánování dopravy dřeva.

Aby bylo možno tyto obtíže zmenšit, provádějí se některá zjednodušení dopravní tabulky, např. ve formě sdružování odvozních míst, což sice snižuje pracnost řešení, avšak zároveň zavádí do řešení četné a nezanedbatelné nepřesnosti. I když v praxi lesního hospodářství často nejde o to, aby byl dopravní problém vyřešen jako optimální ve smyslu jeho matematické formulace, přece jen nepřesnosti při sdružování odvozních míst odhadem zbytečně snižují efekt metod lineárního programování.

Jednou z možností, jak provést sdružování odvozních míst s minimální újmou na přesnosti řešení dopravního problému, je vytváření tzv. dopravních oblastí a výpočet tzv. dopravních míst.

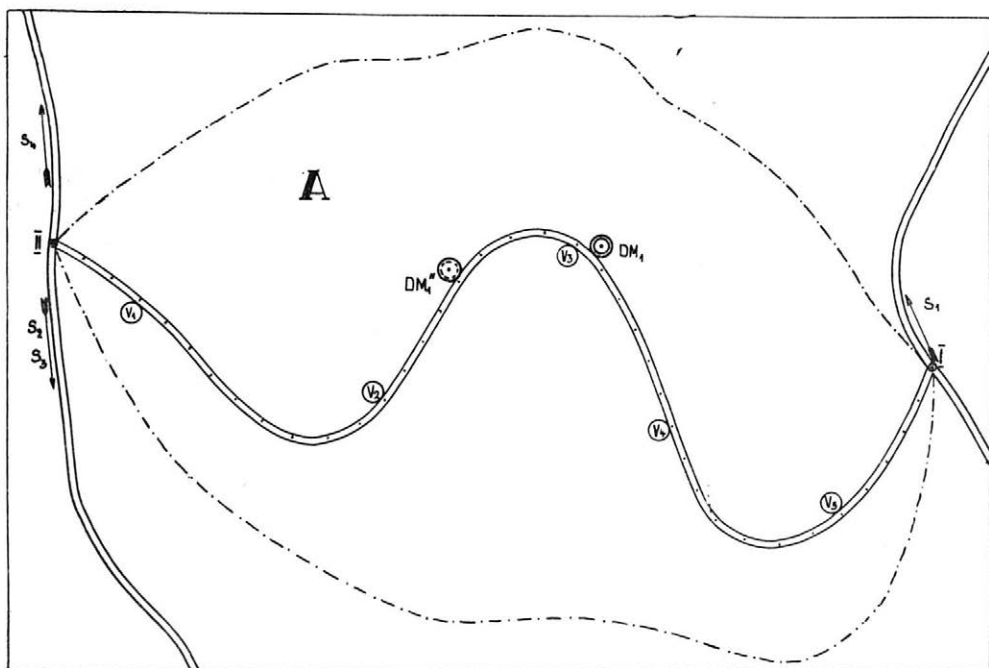


## VYTVÁŘENÍ DOPRAVNÍCH OBLASTÍ

Dopravní oblasti můžeme vytvářet dvojím způsobem, a to pro jednoduché dopravní poměry a pro složité dopravní poměry.

### JEDNODUCHÉ DOPRAVNÍ POMĚRY

Dopravní oblast vytvoříme z gravitační oblasti kolem odvozní cesty (lesní silnice), k níž je přibližována hmota sortimentu z porostů ležících v této gravitační oblasti. Odvozní místa jsou umístěna u odvozní cesty, po níž se bude konat odvoz sortimentu ke spotřebitelům. Odvozní cesta tedy tvoří osu dopravní oblasti. Odvoz se přitom může uskutečnit tak, že se hmota přepravuje ke spotřebitelům pouze v jednom směru nebo v obou směrech. Z obr. 1 je zřejmé vytváření dopravní oblasti A. Přepravuje se po odvozní cestě jedním směrem ke spotřebitelům  $S_2$ ,  $S_3$  a  $S_4$  a druhým směrem ke spotřebiteli  $S_1$ . Kolem odvozní cesty jsou umístěna odvozní místa  $V_1$ – $V_5$ . Do tohoto typu dopravních oblastí je možno v krajním případě zahrnout i ty oblasti, ve kterých jsou umístěna odvozní místa sice v určité vzdálenosti od hlavní odvozní cesty na vedlejší odvozní cestě (která ale ústí na hlavní odvozní cestu) jen v tom případě, že odvoz se určitě bude provádět po hlavní odvozní cestě. Tato odvozní místa mohou být vzdálena od hlavní odvozní cesty maximálně 0,5 základního kilometru (zkm). Tato vzdálenost je odůvodněna tím, že při výpočtu nákladů na přepravu se používá spotřebních norem (výkonové normy, normy spotřeby PHM atd.), kde náklady na odvoz jsou obvykle odstupňovány po odvozních vzdálenostech 1 zkm.



1.

Vzdálenosti od odvozního místa (OM) ke spotřebitelům se s výhodou zjišťují pomocí tzv. základních bodů. Základní body si na dopravní mapě (obrysová mapa v měřítku 1 : 25 000, popř. 1 : 10 000) vyznačujeme tam, kde lesní silnice ústí na okresní nebo státní silnice, nebo v jiných význačných bodech v oblasti závodu (např. na křižovatkách, v místě, kde státní nebo okresní silnice opouští území závodu apod.), a to na odvozních komunikacích. Základní body (40—50) pro oblast závodu si určíme tak, aby pokud možno rovnoměrně pokrývaly oblast závodu. Z těchto základních bodů pak změříme vzdálenosti ke všem spotřebitelům a ke všem expedičním skladům závodu v základních kilometrech. Přehled vzdáleností v jednoduché tabulkové formě spolu s přehledovou mapou závodu, na které je vyznačena dislokace základních bodů, slouží pak jako podklad pro stanovení vzdáleností z odvozních míst k jednotlivým spotřebitelům. Zjištění těchto vzdáleností je usnadněno tím, že změříme pouze vzdálenost z odvozního místa k nejbližšímu základnímu bodu směrem ke spotřebiteli a vypočítáme ji v základních kilometrech. Vzdálenost z odvozního místa ke spotřebiteli vypočítáme snadno tak, že sečteme vzdálenost z odvozního místa k základnímu bodu a ze základního bodu ke spotřebiteli (přečteme z tabulky) již přímo v základních kilometrech. Tabulka i mapa základních bodů slouží jako podklad pro řešení dopravního problému trvale a je doplňována pouze při vzniku nového místa spotřeby nebo při změně dopravních poměrů.

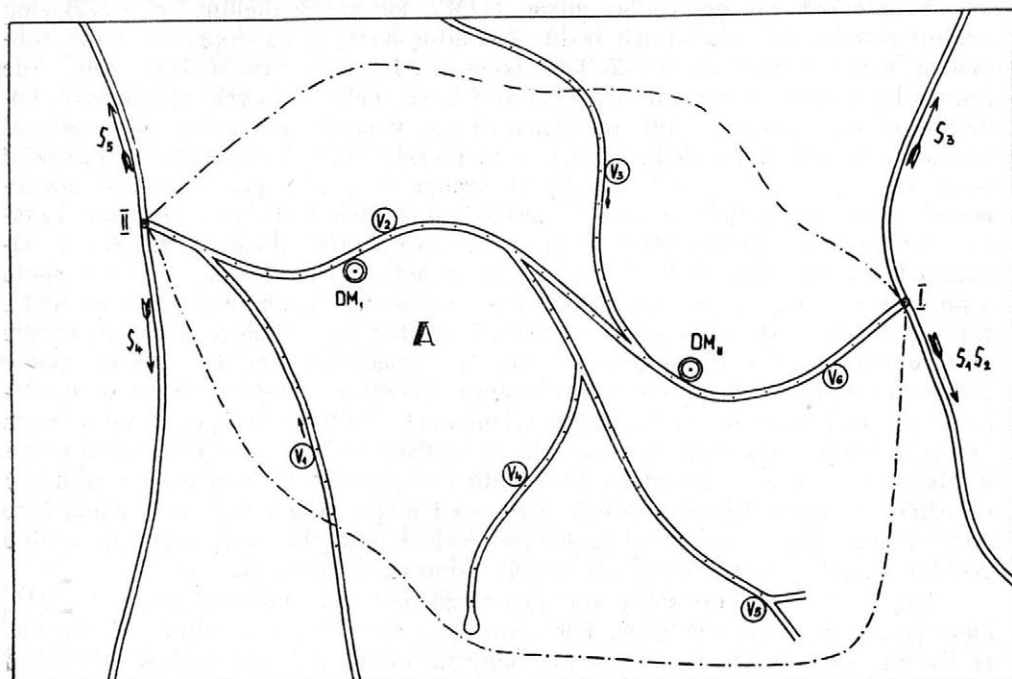
Na obr. 1 jsou umístěny do oblasti závodu dva základní body (I, II), které jsou stanoveny v místech, kde lesní cesta ústí na státní silnici. V případě, že by tyto základní body nebyly umístěny na okraji dopravní oblasti, doměřují se vzdálenosti z odvozních míst uvnitř dopravní oblasti (tj. z jednotlivých  $V_1—V_5$ ) k okrajům dopravní oblasti při výpočtu a stanovení dopravního místa (viz dále) a od okraje dopravní oblasti k nejbližším základním bodům ve směru dopravy k jednotlivým spotřebitelům.

Připomínám, že délka oblasti je teoreticky libovolná a může zahrnout libovolný počet odvozních míst; prakticky obvykle nepřesahuje 4—5 zkm a zahrnuje 2—10 odvozních míst.

## SLOŽITÉ DOPRAVNÍ POMĚRY

Jako dopravní oblast vytváříme gravitační oblast, kterou vede jedna hlavní odvozní cesta, do níž sice ústí i jiné odvozní cesty, avšak dřevo se bude zásadně odvázet přes základní body umístěné na okraji oblasti, resp. přes uzlové body na okraji oblasti (obr. 2, body I a II). Za hlavní odvozní cestu budeme považovat tu, která prochází oběma uzlovými body, resp. základními body, bez ohledu na to, je-li to cesta méně kvalitní než jiné cesty v dopravní oblasti. U odvozních míst  $V_1—V_3$  jsou šipkami naznačeny směry odvozu, které zřetelně směřují k hlavní odvozní cestě dopravní oblasti. Poněvadž silnice, u nichž leží  $V_1$  a  $V_3$  pokračují i za hranice dopravní oblasti, nemohla by odvozní  $V_1$  a  $V_3$  být zahrnuta do dopravní oblasti A, pokud by odvoz nebyl vyznačenými směry z jakýchkoli důvodů nesporně prováděn.

Na obou obrázcích jsou také naznačeny směry odvozu ze základních (resp. uzlových) bodů směrem k jednotlivým spotřebitelům. Hranice dopravních oblastí jsou vyznačeny na obrázcích čerchovanou čarou a na odvozních cestách jsou pro snadnější orientaci při výpočtech dopravních míst označeny body znázorňující vzdálenosti v hektometrech již s přepočtem na základní hektometry. Připomínám, že na mapu základních bodů je výhodné zakreslit obdobně označení vzdáleností na všech odvozních cestách v základních hektometrech, resp. kilometrech, jednou provždy, neboť to značně usnadňuje práci a takto vypracovaná mapa slouží několik let



(prakticky trvale, pokud se nezmění předpisy o přepočtu skutečných km na základní km); mapa potom nahrazuje vhodně tzv. odvozní mapu a není nutno barevně vyznačovat odvozní cesty podle obtížnostních poměrů. Podle potřeby je možno mapu doplnit označením obtížnostních poměrů a vzdáleností (např. R-I-6,4 km). Do mapy se zakreslují i dopravní oblasti a dopravní místa. Zakreslujeme-li na tuto mapu trvalé údaje barevnými tušemi (základní body, vzdálenosti, směry dopravy apod.) a dopravní místa i dopravní oblasti tužkou (údaje se mění každý rok), je jí možno používat po několik let.

Odvoz z dopravní oblasti může být samozřejmě konán i přes jeden základní bod, pokud hlavní odvozní cesta nemá vyústění na druhé straně dopravní oblasti (např. v horských údolích zpřístupněných pouze z jedné strany). Na metodice stanovení dopravní oblasti se v těchto případech nic nemění a řešení se jen zjednodušuje.

## STANOVENÍ DOPRAVNÍHO MÍSTA V DOPRAVNÍ OBLASTI S JEDNODUCHÝMI DOPRAVNÍMI POMĚRY

Při stanovení dopravního místa, které nahrazuje při řešení dopravního problému všechna odvozní místa v dopravní oblasti, postupujeme odlišně v dopravní oblasti s jednoduchými dopravními poměry a v dopravní oblasti se složitými dopravními poměry.

Pro výpočet vzdálenosti dopravního místa  $DM$  od okraje dopravní oblasti používáme obecného vzorce:<sup>1)</sup>

$$d_u = \frac{\sum_{i=1}^n d_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}, \quad (1)$$

kde

$d_a$  — vzdálenost dopravního místa od okraje dopravní oblasti,  
 $d_i$  — vzdálenosti odvozních míst od okraje dopravní oblasti,  
 $Q_i$  — počet plm sortimentu, který je k dispozici pro odvoz ke spotřebitelům na odvozních místech.

Metodika výpočtu dopravního místa je nejlépe patrna z příkladu.

### Příklad 1

Na odvozních místech  $V_1$ – $V_5$ , která byla zahrnuta do dopravní oblasti A (obr. 1), je k dispozici pro odvoz ke spotřebitelům toto množství sortimentu:

|               |              |                     |
|---------------|--------------|---------------------|
| $V_2$ 216 plm | $V_4$ 65 plm | tedy celkem 830 plm |
| $V_1$ 140 plm | $V_5$ 84 plm | $V_3$ 325 plm       |

Vzdálenosti v zkm od základních bodů I a II, které jsou zároveň uzlovými body dopravní oblasti A (obr. 1), ke spotřebitelům, k nimž bude konán odvoz sortimentu, jsou uvedeny v tabulce I. Křížkem × jsou označeny nejbližší vzdálenosti od spotřebitelů k uzlovým bodům dopravní oblasti. Délka hlavní odvozní cesty v dopravní oblasti A je 3,80 zkm (obr. 1).

I.

| Z. b. \ S | $S_1$      | $S_2$     | $S_3$      | $S_4$      |
|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| I.        | ×<br>16,30 | 12,40     | 22,80      | 35,00      |
| II.       | 20,10      | ×<br>8,60 | ×<br>19,00 | ×<br>31,20 |

Výpočet podkladů pro stanovení dopravního místa  $DM_1$  je uveden v tabulce II ( $OM$  — odvozní místa,  $d_I, d_{II}$  — vzdálenosti z  $OM$  k základním bodům I a II v zkm). V tabulce je uveden jednak výpočet podkladů pro stanovení  $DM_1$  ve vztahu k základnímu bodu II (sloupce  $OM, Q, d_{II}, Q \cdot d_{II}$ ), jednak kontrola správnosti výpočtu — stanovení  $DM_1$  ve vztahu k základnímu bodu I (sloupce  $OM, Q, d_I, Q \cdot d_I$ ). Základní bod, ke kterému budeme vztahovat výpočet  $DM$  je možno volit libovolně, neboť v obou případech při správném výpočtu musí být  $DM$  stanoveno na stejném místě na hlavní odvozní cestě. Kontrolu výpočtu je možno samozřejmě vypustit, jsme-li si jisti správností výpočtu.

Na podkladě údajů vypočítaných v tabulce I můžeme vypočítat  $DM_1$  podle výše uvedeného vzorce (1), a to ve vztahu k základnímu bodu II (většího počtu desetinných míst při výpočtech dopravních míst se používá pouze z metodologického hlediska):

$$d_{II} = \frac{1710,70}{830} = 2,061\,084\,33 \approx 2,06 \text{ zkm.}$$

<sup>1)</sup> Ruprich J.: Hospodárnost dopravy dříví. 1965, Sborník VŠZ Brno, řada C, spisy fakulty lesnické.

| OM     | Množství<br>plm | Výpočet             |                  | Kontrola            |               |
|--------|-----------------|---------------------|------------------|---------------------|---------------|
|        |                 | vzdálenost<br>v zkm | $Q \cdot d_{II}$ | vzdálenost<br>v zkm | $Q \cdot d_I$ |
|        | $Q$             | $d_{II}$            |                  | $d_I$               |               |
| $V_1$  | 140             | 0,30                | 42,00            | 3,50                | 490,00        |
| $V_2$  | 216             | 1,20                | 259,20           | 2,60                | 561,60        |
| $V_3$  | 84              | 2,00                | 168,00           | 1,80                | 151,20        |
| $V_4$  | 65              | 2,60                | 169,00           | 1,20                | 78,00         |
| $V_5$  | 325             | 3,30                | 1072,50          | 0,50                | 162,50        |
| Celkem | 830             | —                   | 1710,70          | —                   | 1443,30       |

Vzdálenost  $DM_1$  od základního bodu II je 2,06 zkm (obr. 1). Je možno rovněž počítat ve vztahu k základnímu bodu I:

$$d_I = \frac{1443,30}{830} - 1,738\,915\,66 \doteq 1,74 \text{ zkm.}$$

Vzdálenost  $DM_1$  od základního bodu I je 1,74 zkm (obr. 1). Z obr. 1 je zřejmo, že  $DM_1$  bylo stanoveno oběma výpočty na stejném místě. Pokud jsou provedeny oba výpočty, slouží jeden z nich ke kontrole správnosti druhého.

Kontrola:  $2,06 + 1,74 = 3,80$  (délka hlavní odvozní cesty v zkm mezi základními body I a II v dopravní oblasti A).

## ŘEŠENÍ DOPRAVNÍHO PROBLÉMU

Výše uvedený výpočet je součástí řešení dopravního problému. V tabulce III je uveden postup výpočtu dopravních sazeb v zkm pro řešení dopravní tabulky pro dopravní oblast A, a to vzdáleností z odvozních míst  $V_1$ – $V_5$  ke spotřebitelům  $S_1$ – $S_4$  a vzdáleností z dopravního místa  $DM_1$  ke spotřebitelům  $S_1$ – $S_4$ . V další tabulce IV jsou uvedeny již vypočítané vzdálenosti pro celé řešení dopravního problému, a to vzdálenosti z  $DM_1$ ,  $V_1$ – $V_5$  (odvozní místa v dopravní oblasti A),  $V_6$  a  $V_{32}$  (odvozní místa, která neleží v žádné ze stanovených dopravních oblastí — lesní sklad, osamělé odvozní místo, odvozní místo s velikou zásobou sortimentu pro odvoz apod.),  $DM_2$ ,  $DM_3$  a  $DM_4$  (jiné dopravní oblasti) ke všem spotřebitelům ( $S_1$ – $S_4$ ).

K oběma tabulkám není třeba nic vysvětlovat. Údaje byly získány buď z již uvedených tabulek I a II (resp. z obr. 1) nebo (tabulka IV) jsou to další údaje (pro  $V_6$ ,  $V_{32}$ ,  $DM_2$ ,  $DM_3$ ,  $DM_4$ ) získané obdobným způsobem pro příklad celkového řešení dopravního problému.

Pro řešení dopravního problému považujeme  $DM_1$  za jedno odvozní místo pro celou dopravní oblast A, na kterém je fiktivně soustředěna hmota sortimentu pro odvoz ze všech odvozních míst této dopravní oblasti. Při řešení dopravního problému nahrazuje se tedy pět řádků (pro  $V_1$ – $V_5$ ) jedním řádkem

| $V \backslash S$ | $S_1$        | $S_2$       | $S_3$        | $S_4$        |
|------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| $V_1$            | 16,30 + 3,50 | 8,60 + 0,30 | 19,00 + 0,30 | 31,20 + 0,30 |
| $V_2$            | 16,30 + 2,60 | 8,60 + 1,20 | 19,00 + 1,20 | 31,20 + 1,20 |
| $V_3$            | 16,30 + 1,80 | 8,60 + 2,00 | 19,00 + 2,00 | 31,20 + 2,00 |
| $V_4$            | 16,30 + 1,20 | 8,60 + 2,60 | 19,00 + 2,60 | 31,20 + 2,60 |
| $V_5$            | 16,30 + 0,50 | 8,60 + 3,30 | 19,00 + 3,30 | 31,20 + 3,30 |
| $DM_1$           | 16,30 + 1,74 | 8,60 + 2,06 | 19,00 + 2,06 | 31,20 + 2,06 |

$DM_1$  s okrajovou hodnotou (kapacita výchozího místa pro dopravu), jež se rovná součtu okrajových hodnot všech  $V$  v dopravní oblasti, tj. v našem případě 830 plm. Celkové řešení dopravního problému je zřejmé z tabulky V. Mimo normální údaje pro řešení dopravní tabulky jsou uvedeny i hodnoty sloupcových čísel a řádkových čísel MODI metody pro kontrolu optimality řešení a zcela vpravo ve sloupci „náklady“ jsou uvedeny řádkové součty plmk (součty součinů zkm a plm na obsazených cestách — políčkách) jako podklad pro výpočet nákladů na přepravu. V tabulce V je již uvedeno optimální řešení. Ve sloupci „náklady“ je v prvním řádku součet součinů označen hvězdičkou. Jde totiž o opravený součet součinů, který při normálním postupu byl z údajů tabulky V vypočítán ve výši 17 193,80 plmk; údaj v tabulce V (17 194,70) byl však vypočten z nezaokrouhlených sazeb (vzdálenost  $DM_1$  od bodu II činí „přesně“ 2,061 084,33... a byla zaokrouhlena na 2,06). Tento přesnější výpočet je uveden proto (i když v praxi je rozdíl naprosto bezvýznamný), aby bylo možno dokumentovat možnost nahrazení několika odvozních míst v dopravní oblasti jedním dopravním místem. To se týká i dopravních sazeb v řádku  $DM_1$ , které jsou uvedeny na dvě desetinná místa, i když v praxi se zaokrouhluje na jedno desetinné místo nebo dokonce i na celé kilometry.

Důkaz o tom, že při řešení dopravní tabulky v tabulce V je plánovaná doprava sortimentů jednotlivým spotřebitelům z  $DM_1$  optimální i z hlediska řešení dopravní situace pouze v dopravní oblasti A při zacho-

## IV.

| $DM, V \backslash S$ | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | $S_4$ |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| $DM_1$               | 18,04 | 10,66 | 21,06 | 33,26 |
| $V_1$                | 19,80 | 8,90  | 13,30 | 31,50 |
| $V_2$                | 18,90 | 9,80  | 20,20 | 32,40 |
| $V_3$                | 18,10 | 10,60 | 21,00 | 32,20 |
| $V_4$                | 17,50 | 11,20 | 21,60 | 33,80 |
| $V_5$                | 16,80 | 11,90 | 22,30 | 34,50 |
| $V_6$                | 16,00 | 11,00 | 23,00 | 34,00 |
| $DM_2$               | 18,00 | 19,00 | 31,20 | 36,00 |
| $DM_3$               | 32,00 | 12,10 | 36,80 | 35,50 |
| $DM_4$               | 31,50 | 16,30 | 32,00 | 31,20 |
| $V_{32}$             | 36,50 | 18,00 | 22,00 | 36,00 |



| $\begin{array}{c} S \\ V, DM \end{array}$ | $S_1$        | $S_2$        | $S_3$        | $S_4$        | $\Sigma V$ | $n$   | Náklady        |
|-------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------|----------------|
| $DM_1$                                    | 18,04        | 10,66<br>180 | 21,06<br>520 | 33,26<br>130 | 830        | 15,66 | *<br>17 194,70 |
| $V_6$                                     | 16,00<br>120 | 11,00<br>50  | 23,00        | 34,00        | 170        | 16,00 | 2 470,—        |
| $DM_2$                                    | 18,00<br>520 | 19,00        | 31,20        | 36,00        | 520        | 18,00 | 9 360,—        |
| $DM_3$                                    | 32,00        | 12,10<br>160 | 36,80        | 35,50        | 160        | 17,10 | 1 936,—        |
| $DM_4$                                    | 31,50        | 16,30        | 32,00        | 31,20<br>80  | 80         | 13,60 | 2 496,—        |
| $V_{32}$                                  | 36,50        | 18,00        | 22,00<br>210 | 36,00        | 210        | 16,60 | 4 620,—        |
| $\Sigma S$                                | 640          | 390          | 730          | 210          | 1970       |       |                |
| $v$                                       | 0            | — 5,00       | 5,40         | 17,60        |            |       | 38 076,70      |

vání všech odvozních míst  $V_1$ — $V_5$  a na nich k odvozu připravené hmoty sortimentu, je zřejmý z tabulky VI. Celkový výpočet účelové funkce v tabulce VI, tj. 17 194,70, odpovídá přesně „nákladům“ pro dopravu z  $DM_1$  spotřebitelům v tabulce V, tj. rovněž 17 194,70.

Na řešení dopravní tabulky se tedy nic nezměnilo, přestože všechna odvozní místa v dopravní oblasti A byla nahrazena jedním dopravním místem.

Ovšem nejde o řešení optimální ve smyslu matematické formulace dopravního problému, nýbrž o řešení suboptimální, velmi blízké optimálnímu řešení. Popisovaný postup je totiž podobný řešení dopravního problému rozkladem na několik méně rozsáhlých dopravních problémů. V tomto případě ovšem při optimalizaci celého rozsáhlejšího dopravního problému nastávají přesuny mezi rozloženými částmi dopravního problému. Proto aproximace rozložením dopravního problému na několik dílčích problémů může vést k řešení poměrně vzdálenému od optimálního řešení. V našem případě ovšem jde o rozložení celého dopravního problému na dílčí problémy, uvnitř kterých jsou poměrně podobné dopravní podmínky (délka dopravní oblasti obvykle nepřesahuje 4 km, kdežto průměrná odvozní vzdálenost z odvozních míst ke spotřebitelům se pohybuje mezi 10—40 km), takže rozdíly proti optimálnímu řešení celého dopravního problému jsou prakticky zanedbatelné. Takové suboptimální řešení je z pracovního hlediska již dobře přijatelné pro potřeby plánování odvozu, poněvadž rozdíly v řešení optimálním a suboptimálním obvykle nepřesahují rozdíly, které vznikají při zaokrouhlování dopravních sazeb nebo při přepočtu na základní kilometry.

| $\begin{matrix} S \\ V \end{matrix}$ | $S_1$ | $S_2$              | $S_3$               | $S_4$               | $\Sigma V$ | $n$   | Náklady   |
|--------------------------------------|-------|--------------------|---------------------|---------------------|------------|-------|-----------|
| $V_1$                                | 19,80 | 8,90<br><b>140</b> | 19,30               | 31,50               | <b>140</b> | 19,30 | 1246,—    |
| $V_2$                                | 18,90 | 9,80<br><b>40</b>  | 20,20<br><b>176</b> | 32,40               | <b>216</b> | 20,20 | 3947,20   |
| $V_3$                                | 18,10 | 10,60              | 21,00<br><b>84</b>  | 33,20               | <b>84</b>  | 21,00 | 1764,—    |
| $V_4$                                | 17,50 | 11,20              | 21,60<br><b>65</b>  | 33,80               | <b>65</b>  | 21,60 | 1404,—    |
| $V_5$                                | 16,80 | 11,90              | 22,30<br><b>195</b> | 34,50<br><b>130</b> | <b>325</b> | 22,30 | 8833,50   |
| $\Sigma S$                           | —     | <b>180</b>         | <b>520</b>          | <b>130</b>          | <b>830</b> |       |           |
| $v$                                  | —     | — 10,40            | 0                   | 12,20               |            |       | 17 194,70 |

Řešení celého dopravního problému bez vytváření  $DM_1$  je uvedeno v tabulce VII včetně znázornění postupu iterací. Optimální řešení po provedení iterací z tabulky VII je uvedeno v tabulce VIII. Rozdíl v účelové funkci (srov. tabulku V, resp. VII, a tabulku VIII):

$$38\,076,70 - 38\,064,70 = 12,00 \text{ (tj. } 0,000\,21 \text{ \%)}.$$

I když tedy je řešení v tabulce V pouze suboptimální, přece jen z hlediska pracnosti řešení dopravního problému je chyba proti optimálnímu řešení 0,000 21 % naprosto zanedbatelná.

V uvedeném příkladu jde sice o dopravu z dopravní oblasti A k několika spotřebitelům ( $S_2, S_3, S_4$ ), ovšem pouze j e d n ě m směrem (tj. pouze přes základní bod II — obr. 1).

Jednodušší řešení vzniká tehdy, je-li celkové množství hmoty sortimentů dopravováno pouze jednomu spotřebiteli tak, jak je to uvedeno např. v tabulce IX (tj. spotřebitel  $S_4$  — 830 plm). V této tabulce je uvedeno optimální řešení dopravního problému s použitím redukce odvozních míst  $V_1$ — $V_5$  na jedno  $DM_1$  pro stejnou dopravní oblast. Údaj pro výpočet nákladů na řádku  $DM_1$  ve sloupci „náklady“ je opraven ze stejných důvodů jako v tabulce V (označen \*). Správnost použití  $DM_1$  pro dopravní oblast A dokazuje i výpočet dopravních nákladů pouze pro dopravní oblast A, jak je uveden v tabulce X. (Dopravní náklady v tabulce X činí 27 606,70 a „náklady“ v řádku  $DM_1$  v tabulce IX činí rovněž 27 606,70). Pro úplnost je uvedeno i řešení celé dopravní tabulky bez redukce odvozních míst v tabulce XI. Řešení je tu optimální bez iterací, přičemž plně odpovídá řešení v tabulce IV a X, neboť „náklady“ při obou způsobech činí 48 488,70.

| $\begin{array}{c} S \\ \backslash \\ V, DM \end{array}$ | $S_1$        | $S_2$        | $S_3$        | $S_4$        | $\Sigma V$ | $n$   | Náklady   |
|---------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------|-----------|
| $V_1$                                                   | 19,80        | 8,90<br>140  | 19,30        | 31,50        | 140        | 19,30 | 1246,—    |
| $V_2$                                                   | 18,90        | 9,80<br>40   | 20,20<br>176 | 32,40        | 216        | 20,20 | 3947,20   |
| $V_3$                                                   | 18,10        | 10,60        | 21,00<br>84  | 33,20        | 84         | 21,00 | 1764,—    |
| $V_4$                                                   | 17,50        | 11,20        | 21,60<br>65  | 33,80        | 65         | 21,60 | 1404,—    |
| $V_5$                                                   | 16,80<br>120 | 11,90<br>50  | 22,30<br>195 | 34,50<br>130 | 325        | 22,30 | 8833,50   |
| $V_6$                                                   | 16,00<br>120 | 11,00<br>50  | 23,00        | 34,00        | 170        | 21,40 | 2470,—    |
| $DM_2$                                                  | 18,00<br>520 | 19,00        | 31,20        | 36,00        | 520        | 23,40 | 9360,—    |
| $DM_3$                                                  | 32,00        | 12,10<br>160 | 36,80        | 35,50        | 160        | 22,50 | 1936,—    |
| $DM_4$                                                  | 31,50        | 16,30        | 32,00        | 31,20<br>80  | 80         | 19,00 | 2496,—    |
| $V_{32}$                                                | 36,50        | 18,00        | 22,00<br>210 | 36,00        | 210        | 22,00 | 4620,—    |
| $\Sigma S$                                              | 640          | 390          | 730          | 210          | 1970       |       |           |
| $v$                                                     | — 5,40       | — 10,40      | 0            | 12,20        |            |       | 38 076,70 |

Poněkud složitější situace nastává v případě, že se bude dopravovat při optimálním řešení dopravního problému z dopravní oblasti A oběma směry (tj. přes základní bod I i II), jak je to uvedeno na příkladě v tabulce XII. V tomto případě se dopravuje dřevo z  $DM_1$  jedním směrem přes základní bod I ke spotřebiteli  $S_1$  — 220 plm a druhým směrem přes základní bod II ke spotřebitelům  $S_2$  — 60 plm a  $S_4$  — 550 plm. Budeme-li postupovat při řešení dopravního problému stejně jako v předcházejících případech, dostaneme řešení, které je uvedeno v tabulce XII. Provedeme-li však optimalizaci dopravy samostatně pro dopravní oblast A (tabulka XIII), je zřejmé, že řešení v tabulce XII je více vzdáleno optimálnímu řešení, než výše popisovaná metodika předpo-

| $\begin{matrix} S \\ V, DM \end{matrix}$ | $S_1$        | $S_2$        | $S_3$        | $S_4$        | $\Sigma V$ | $n$   | Náklady   |
|------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------|-----------|
| $V_1$                                    | 19,80        | 8,90<br>60   | 19,30<br>80  | 31,50        | 140        | 13,80 | 2078,—    |
| $V_2$                                    | 18,90        | 9,80         | 20,20<br>216 | 32,40        | 216        | 14,70 | 4363,20   |
| $V_3$                                    | 18,10        | 10,60        | 21,00<br>84  | 33,20        | 84         | 15,50 | 1764,—    |
| $V_4$                                    | 17,50        | 11,20        | 21,60<br>65  | 33,80        | 65         | 16,10 | 1404,—    |
| $V_5$                                    | 16,80<br>120 | 11,90        | 22,30<br>75  | 34,50<br>130 | 325        | 16,80 | 8173,50   |
| $V_6$                                    | 16,00        | 11,00<br>170 | 23,00        | 34,00        | 170        | 15,90 | 1870,—    |
| $DM_2$                                   | 18,00<br>520 | 19,00        | 31,20        | 36,00        | 520        | 18,00 | 9360,—    |
| $DM_3$                                   | 32,00        | 12,10<br>160 | 36,80        | 35,50        | 160        | 17,00 | 1936,—    |
| $DM_4$                                   | 31,50        | 16,30        | 32,00        | 31,20<br>80  | 80         | 13,50 | 2496,—    |
| $V_{32}$                                 | 36,50        | 18,00        | 22,00<br>210 | 36,00        | 210        | 16,50 | 4620,—    |
| $\Sigma S$                               | 640          | 390          | 730          | 210          | 1970       |       |           |
| $v$                                      | 0            | — 4,90       | 5,50         | 17,70        |            |       | 38 064,70 |

kládá, neboť „náklady“ v řádku  $DM_1$  v tabulce XII činí 22 901,40, kdežto celkové „náklady“ v tabulce XIII činí 22 356,70. Rozdíl je tedy 22 901,40 — 22 356,70 = 544,70.

Rozdíl je možno odstranit takto: z výchozího řešení v tabulce XII a z obr. 1 je zřejmé, že přes základní bod I se bude dopravovat ke spotřebiteli  $S_1$  220 plm a přes základní bod II ke spotřebitelům  $S_2$  a  $S_4$  celkem 610 plm. Pro přesnění výpočtu se dopravní oblast A rozdělí na dvě dílčí dopravní oblasti, a to  $A'$  a  $A''$ . Vycházíme při tom z dislokace odvozních míst v dopravní oblasti, jejich vzdálenosti k základním bodům a z množství hmoty, která je na jednotlivých odvozních místech k dispozici pro odvoz. Z hlediska minimalizace nákladů na přepravu je možno předpokládat, že přednostně bude přes základní bod I dopravována hmota z  $V_5$  ke spotřebiteli  $S_1$ , pokud hmota z  $V_5$  nepokryje požadavky spotřebitele  $S_1$ , budou se tyto požadavky postupně krýt z disponibilní kapacity pro odvoz z odvozních míst v pořadí  $V_4$ ,  $V_3$ ,  $V_2$  a  $V_1$ . Přes základní bod II se budou krýt požadavky spotřebitelů  $S_2$ ,  $S_3$  a  $S_4$  v opačném pořadí.

IX.

| $\begin{matrix} S \\ V, DM \end{matrix}$ | $S_1$        | $S_2$        | $S_3$        | $S_4$        | $\Sigma V$ | $n$   | Náklady        |
|------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------|----------------|
| $DM_1$                                   | 18,04        | 10,66<br>0   | 21,06<br>0   | 33,26<br>830 | 830        | 15,66 | *<br>27 606,70 |
| $V_6$                                    | 16,00<br>120 | 11,00<br>50  | 23,00        | 34,00        | 170        | 16,00 | 2 470,—        |
| $DM_2$                                   | 18,00<br>520 | 19,00        | 31,20        | 36,00        | 520        | 18,00 | 9 360,—        |
| $DM_3$                                   | 32,00        | 12,10<br>160 | 36,80        | 35,50        | 160        | 17,10 | 1 936,—        |
| $DM_4$                                   | 31,50        | 16,30        | 32,00        | 31,20<br>80  | 80         | 13,60 | 2 496,—        |
| $V_{32}$                                 | 36,50        | 18,00        | 22,00<br>210 | 36,00        | 210        | 16,60 | 4 620,—        |
| $\Sigma S$                               | 640          | 210          | 210          | 910          | 1970       |       |                |
| $v$                                      | 0            | — 5,00       | 5,40         | 17,60        |            |       | 48 488,70      |

X.

| $\begin{matrix} S \\ V, DM \end{matrix}$ | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | $S_4$        | $\Sigma V$ | $n$ | Náklady   |
|------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|------------|-----|-----------|
| $V_1$                                    | 19,80 | 8,90  | 19,30 | 31,50<br>140 | 140        | —   | 4 410,—   |
| $V_2$                                    | 18,90 | 9,80  | 20,20 | 32,40<br>216 | 216        | —   | 6 998,40  |
| $V_3$                                    | 18,10 | 10,60 | 21,00 | 33,20<br>84  | 84         | —   | 2 788,80  |
| $V_4$                                    | 17,50 | 11,20 | 21,60 | 33,80<br>65  | 65         | —   | 2 197,—   |
| $V_5$                                    | 16,80 | 11,90 | 22,30 | 34,50<br>325 | 325        | —   | 11 212,50 |
| $S$                                      | —     | —     | —     | 830          | 830        |     |           |
| $v$                                      | —     | —     | —     | —            |            |     | 27 606,70 |

| $\begin{array}{c} S \\ V, DM \end{array}$ | $S_1$        | $S_2$        | $S_3$        | $S_4$        | $\Sigma V$ | $n$   | Náklady   |
|-------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------|-----------|
| $V_1$                                     | 19,80        | 8,90         | 19,30<br>0   | 31,50<br>140 | 140        | 13,80 | 4 410,—   |
| $V_2$                                     | 18,90        | 9,80         | 20,20        | 32,40<br>216 | 216        | 14,70 | 6 998,40  |
| $V_3$                                     | 18,10        | 10,60        | 21,00        | 33,20<br>84  | 84         | 15,50 | 2 788,80  |
| $V_4$                                     | 17,50        | 11,20        | 21,60        | 33,80<br>65  | 65         | 16,10 | 2 197,—   |
| $V_5$                                     | 16,80<br>0   | 11,90        | 22,30        | 34,50<br>325 | 325        | 16,80 | 11 212,50 |
| $V_6$                                     | 16,00<br>120 | 11,00<br>50  | 23,00        | 34,00        | 170        | 16,00 | 2 470,—   |
| $DM_2$                                    | 18,00<br>520 | 19,00        | 31,20        | 36,00        | 520        | 18,00 | 9 360,—   |
| $DM_3$                                    | 32,00        | 12,10<br>160 | 36,80        | 35,50        | 160        | 17,10 | 1 936,—   |
| $DM_4$                                    | 31,50        | 16,30        | 32,00        | 31,20<br>80  | 80         | 13,50 | 2 496,—   |
| $V_{32}$                                  | 36,50        | 18,00        | 22,00<br>210 | 36,00        | 210        | 16,50 | 4 620,—   |
| $\Sigma S$                                | 640          | 210          | 210          | 910          | 1970       |       |           |
| $v$                                       | 0            | — 5,00       | 5,50         | 17,70        |            |       | 48 488,70 |

Z dislokace zásob vyplývá, že z odvozního místa  $V_5$  se zásobou 325 plm se pokryje požadavek spotřebitele  $S_1$ , který činí 220 plm, a zbytek, tj. 105 plm, bude přepravován na konto spotřeby  $S_2$ ,  $S_3$  a  $S_4$ . Z ostatních odvozních míst se bude hmota dopravovat jen spotřebitelům  $S_2$ ,  $S_3$  a  $S_4$ . Dopravní situace pro dopravní oblast A bude v tomto případě tedy řešena takto: doprava ke spotřebiteli  $S_1$  z  $V_5$  — 220 plm; doprava ke spotřebitelům  $S_2$ ,  $S_3$  a  $S_4$  z  $V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V''_5$ , tj. 140 plm + 216 plm + 84 plm + 65 plm + 105 plm = 610 plm. Poněvadž dopravní oblast je nutno rozdělit na dvě části, je třeba znovu provést výpočet dopravních míst. Pro oblast A' není nutno výpočet provádět, neboť vzdálenost  $V'_5$  k oběma základním bodům je samozřejmě stejná jako u  $V_5$  (jen množství hmoty k přepravě pro OM je jiné, a to 220 plm). Podklady pro výpočet  $DM'_1$  jsou uvedeny v tabulce XIV (ve výpočtu se změnil proti výpočtu v tabulce II pouze v řádku  $V''_5$  objem hmoty k přepravě Q, tj. 105 plm).



## XII.

| $\begin{array}{c} S \\ V, DM \end{array}$ | $S_1$        | $S_2$        | $S_3$        | $S_4$        | $\Sigma V$ | $n$   | Náklady   |
|-------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------|-----------|
| $DM_1$                                    | 18,04<br>220 | 10,66<br>60  | 21,06        | 33,26<br>550 | 830        | 10,66 | 22 901,40 |
| $V_6$                                     | 16,00<br>170 | 11,00        | 23,00        | 34,00        | 170        | 8,62  | 2 720,—   |
| $DM_2$                                    | 18,00<br>520 | 19,00        | 31,20        | 36,00        | 520        | 10,62 | 9 360,—   |
| $DM_3$                                    | 32,00        | 12,10<br>160 | 36,80        | 35,50        | 160        | 12,10 | 1 936,—   |
| $DM_1$                                    | 31,50        | 16,30        | 32,00        | 31,20<br>80  | 80         | 8,60  | 2 496,—   |
| $\Sigma V_{32}$                           | 36,50        | 18,00        | 22,00<br>200 | 36,00<br>10  | 210        | 13,40 | 4 760,—   |
| $S$                                       | 910          | 220          | 200          | 640          | 1970       |       |           |
| $v$                                       | 7,38         | 0            | 8,60         | 22,60        |            |       | 44 173,40 |

## XIII.

| $\begin{array}{c} S \\ V \end{array}$ | $S_1$        | $S_2$       | $S_3$ | $S_4$        | $\Sigma V$ | $n$   | Náklady   |
|---------------------------------------|--------------|-------------|-------|--------------|------------|-------|-----------|
| $V_1$                                 | 19,80        | 8,90        | 19,30 | 31,50<br>140 | 140        | 13,80 | 4410,—    |
| $V_2$                                 | 18,90        | 9,80        | 20,20 | 32,40<br>216 | 216        | 14,70 | 6998,40   |
| $V_3$                                 | 18,10        | 10,60       | 21,00 | 33,20<br>84  | 84         | 15,50 | 2788,80   |
| $V_4$                                 | 17,50        | 11,20       | 21,60 | 33,80<br>65  | 65         | 16,10 | 2197,—    |
| $V_5$                                 | 16,80<br>220 | 11,90<br>60 | 22,30 | 34,50<br>45  | 325        | 16,80 | 5962,50   |
| $\Sigma S$                            | 220          | 60          | —     | 550          | 830        |       |           |
| $v$                                   | 0            | — 4,90      | —     | 17,70        |            |       | 22 356,70 |

| OM      | Množství<br>plm | Výpočet             |                  | Kontrola            |               |
|---------|-----------------|---------------------|------------------|---------------------|---------------|
|         |                 | vzdálenost<br>v zkm | $Q \cdot d_{II}$ | vzdálenost<br>v zkm | $Q \cdot d_I$ |
|         |                 | $d_{II}$            |                  | $d_I$               |               |
| $V_1$   | 140             | 0,30                | 42,00            | 3,50                | 490,00        |
| $V_2$   | 216             | 1,20                | 259,20           | 2,60                | 561,60        |
| $V_3$   | 84              | 2,00                | 168,00           | 1,80                | 151,20        |
| $V_4$   | 65              | 2,60                | 169,00           | 1,20                | 78,00         |
| $V_5''$ | 105             | 3,30                | 346,50           | 0,50                | 52,50         |
| Celkem  | 610             | —                   | 984,70           | —                   | 1333,30       |

Výpočet  $DM''_1$ :

$$d_{II} = \frac{984,70}{610} = 1,6142623 \approx 1,61 \text{ zbm},$$

$$d_I = \frac{1333,30}{610} = 2,1857377 \approx 2,19 \text{ zkm}.$$

Kontrola správnosti výpočtu (délka dopravní oblasti je 3,80 zkm):

$$1,61 + 2,19 = 3,80.$$

Vzdálenost  $DM''_1$  od základního bodu II je 1,61 km a od základního bodu I 2,19 zkm.

Dopravní místo  $DM''_1$  je zakresleno na obr. 1, kde je zřetelný posun dopravního místa směrem k základnímu bodu II. Nové řešení dopravní tabulky je uvedeno v tabulce XV. Z výpočtu „nákladů“ je zřejmé snížení (srov. tabulku XII a XV):

$$44\,173,40 - 43\,628,70 = 544,70.$$

Chyba v řešení byla tedy touto jednoduchou úpravou vyloučena. Pro srovnání je uvedeno ještě v tabulce XVI celkové řešení dopravního problému bez použití dopravních oblastí. Řešení v tabulce XVI proti řešení v tabulce XV vykazuje rozdíl v „nákladech“:

$$43\,628,70 - 43\,622,70 = 6,00 \text{ (tj. } 0,000\,14 \text{ \%)};$$

proti řešení v tabulce XV je tedy rozdíl pouze 0,000 14 % v neprospěch suboptimálního řešení při použití dopravních oblastí, což je již chyba naprosto zanedbatelná. V tabulce XVI je znázorněn i postup přesunu, který vede k úspoře 6,00 plmkm.

| $\begin{matrix} S \\ V, DM \end{matrix}$ | $S_1$        | $S_2$        | $S_3$        | $S_4$        | $\Sigma V$ | $n$   | Náklady        |
|------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------|----------------|
| $DM''_1$                                 | 18,49<br>0   | 10,21<br>60  | 20,61        | 32,81<br>550 | 610        | 10,21 | *<br>18 660,70 |
| $V'_2$                                   | 16,80<br>220 | 11,90        | 22,30        | 34,50        | 220        | 8,52  | 3 696,—        |
| $V_3$                                    | 16,00<br>170 | 11,00        | 23,00        | 34,00        | 170        | 7,72  | 2 720,—        |
| $DM_2$                                   | 18,00<br>520 | 19,00        | 31,20        | 36,00        | 520        | 9,72  | 9 360,—        |
| $DM_3$                                   | 32,00        | 12,10<br>160 | 36,80        | 35,50        | 160        | 12,10 | 1 936,—        |
| $DM_1$                                   | 31,50        | 16,30        | 32,00        | 31,20<br>80  | 80         | 8,60  | 2 496,—        |
| $V_{32}$                                 | 36,50        | 18,00        | 22,00<br>200 | 36,00<br>10  | 210        | 13,40 | 4 760,—        |
| $S$                                      | 910          | 220          | 200          | 640          | 1970       |       |                |
| $v$                                      | 8,28         | 0            | 8,60         | 22,60        |            |       | 43 628,70      |

Takových úprav řešení nebude v naprosté většině případů řešení dopravního problému při odvozu dřeva na lesním závodě mnoho, neboť při obvyklém průměrném množství čtyř spotřebitelů by byly tyto úpravy pouze tři. Proto, i když často mohou být malé chyby při výpočtech nákladů, je účelné úpravy provést, aby nebyla zbytečně snižována kvalita suboptimálního řešení. Při řešení dopravního problému jsou tyto případy zřetelné a poměrně malá pracnost výpočtu dílčích dopravních oblastí dává předpoklad pro použití výše popsaného postupu v těchto případech. Většinou při tom není ani nutné řešit celou dopravní tabulku, nýbrž stačí pouze opravit podklady pro výpočet nákladů.

#### STANOVENÍ DOPRAVNÍHO MÍSTA V DOPRAVNÍ OBLASTI SE SLOŽITÝMI DOPRAVNÍMI POMĚRY

V dopravní oblasti se složitými dopravními poměry (obr. 2) postupujeme při výpočtu dopravního místa tak, že si od každého základního bodu (resp. uzlového bodu) změříme vzdálenosti ke všem odvozním místům v dopravní oblasti a přepočítáme je na základní kilometry. Postup je opět nejlépe demonstrovat na příkladu.

#### Příklad 2

Disponibilní kapacita odvozních míst pro dopravní oblast na obr. 2 je:

$V_1$  132 plm,

$V_3$  103 plm,

$V_5$  65 plm,

$V_2$  98 plm,

$V_4$  367 plm,

$V_6$  146 plm.

| $\begin{matrix} S \\ V, DM \end{matrix}$ | $S_1$        | $S_2$        | $S_3$        | $S_4$        | $\Sigma V$ | $n$   | Náklady   |
|------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------|-----------|
| $V_1$                                    | 19,80        | 8,90         | 19,30        | 31,50<br>140 | 140        | 31,50 | 4410,—    |
| $V_2$                                    | 18,90        | 9,80         | 20,20        | 32,40<br>216 | 216        | 32,40 | 6998,40   |
| $V_3$                                    | 18,10        | 10,60        | 21,00        | 33,20<br>84  | 84         | 33,20 | 2788,80   |
| $V_4$                                    | 17,50        | 11,20        | 21,60        | 33,80<br>65  | 65         | 33,80 | 2197,—    |
| $V_5$                                    | 16,80<br>280 | 11,90        | 22,30        | 34,50<br>45  | 325        | 34,50 | 6256,50   |
| $V_6$                                    | 16,00<br>110 | 11,00<br>60  | 23,00        | 34,00        | 170        | 33,70 | 2420,—    |
| $DM_2$                                   | 18,00<br>520 | 19,00        | 31,20        | 36,00        | 520        | 35,70 | 9360,—    |
| $DM_3$                                   | 32,00        | 12,10<br>160 | 36,80        | 35,50        | 160        | 34,80 | 1936,—    |
| $DM_4$                                   | 31,50        | 16,30        | 32,00        | 31,20<br>80  | 80         | 31,20 | 2496,—    |
| $V_{32}$                                 | 36,50        | 18,00        | 22,00<br>200 | 36,00<br>10  | 210        | 36,00 | 4760,—    |
| $\Sigma S$                               | 910          | 220          | 200          | 640          | 1970       |       |           |
| $v$                                      | — 17,70      | — 22,70      | — 14,00      | 0            |            |       | 43 622,70 |

Celkem tedy 910 plm.

Vzdálenost mezi základními body I a II je 2,60 zkm.

Základní údaje opět zapisujeme do tabulky (tabulka XVII) pro výpočet podkladů pro stanovení dopravních míst (v tomto případě stanovíme dvě dopravní místa). V tabulce je možno vypočítávat přímo i podklady pro kontrolu správnosti stanovení dopravních míst (sloupce označené „kontrola výpočtu“).

Z údajů tabulky je možno vypočítat dvě dopravní místa, a to  $DM_I$  pro dopravu přes základní bod I (ke spotřebitelům  $S_1$ ,  $S_2$  a  $S_3$ ) a  $DM_{II}$  pro dopravu přes základní bod II (ke spotřebitelům  $S_4$  a  $S_5$ ):

| Odv. místo | Množství plm | Výpočet $DM_{II}$ |                  | Kontrola výp. $DM_{II}$ |                   | Výpočet $DM_I$   |               | Kontrola výp. $DM_I$ |                |
|------------|--------------|-------------------|------------------|-------------------------|-------------------|------------------|---------------|----------------------|----------------|
|            |              | vzdálenost v zkm  | $Q \cdot d_{II}$ | vzdálenost v zkm        | $Q \cdot d'_{II}$ | vzdálenost v zkm | $Q \cdot d_I$ | vzdálenost v zkm     | $Q \cdot d'_I$ |
|            | $Q$          | $d_{II}$          |                  | $d'_{II}$               |                   | $d_I$            |               | $d'_I$               |                |
| $V_1$      | 132          | 0,90              | 118,80           | 1,70                    | 224,40            | 3,10             | 409,20        | -0,50                | -66,00         |
| $V_2$      | 98           | 0,80              | 78,40            | 1,80                    | 176,40            | 1,80             | 176,40        | 0,80                 | 78,40          |
| $V_3$      | 103          | 2,30              | 236,90           | 0,30                    | 30,90             | 1,50             | 154,50        | 1,10                 | 113,30         |
| $V_4$      | 367          | 2,00              | 734,00           | 0,60                    | 220,20            | 2,20             | 807,40        | 0,40                 | 146,80         |
| $V_5$      | 64           | 2,50              | 160,00           | 0,10                    | 6,40              | 2,70             | 172,80        | -0,10                | -6,40          |
| $V_6$      | 146          | 2,30              | 335,80           | 0,30                    | 43,80             | 0,30             | 43,80         | 2,30                 | 335,80         |
| Celkem     | 910          | —                 | 1663,90          | —                       | 702,10            | —                | 1764,10       | —                    | 601,90         |

Výpočet  $DM_I$ :

$$d_I = \frac{1764,10}{910} = 1,93850 \approx 1,94 \text{ zkm.}$$

Kontrola výpočtu (délka oblasti je 2,60 zkm):

$$d'_I = \frac{601,90}{910} = 0,66142 \approx 0,66 \text{ zkm.}$$

$$1,94 \text{ zkm} + 0,66 \text{ zkm} = 2,60 \text{ zkm.}$$

Výpočet  $DM_{II}$ :

$$d_{II} = \frac{1663,90}{910} = 1,82840 \approx 1,83 \text{ zkm.}$$

Kontrola výpočtu:

$$d_{II} = \frac{702,10}{910} = 0,77153 \approx 0,77 \text{ zkm.}$$

$$1,83 \text{ zkm} + 0,77 \text{ zkm} = 2,60 \text{ zkm.}$$

Obě dopravní místa jsou označena na obr. 2. Postup sestavení matice sazeb je takový, že ke vzdálenosti ze základního bodu I ke spotřebitelům  $S_1$ ,  $S_2$  a  $S_3$  připočítáváme 1,94 zkm a ke vzdálenosti ze základního bodu II ke spotřebitelům  $S_4$  a  $S_5$  připočítáváme 1,83 zkm. I když byla vypočítána dvě dopravní místa, v dopravní tabulce pro dopravní oblast na obr. 2 je uveden pouze jeden řádek, který označujeme rovněž  $DM_I$  a pouze při výpočtu sazeb v tomto

řádku (z  $DM_1$  ke všem spotřebitelům) používáme dvou různých vzdáleností od okraje dopravní oblasti.

Připomínám znovu, že kontrolní výpočty nejsou ani zde nutné, pokud je výpočet  $d$  správný. Nekonáme-li kontrolní výpočty, snižuje se pracnost stanovení dopravního místa asi o 40 %. Ke způsobu sestavení tabulky XVII připomínám, že ve sloupci  $Q \cdot d_1$  a v řádcích  $V_1$  a  $V_5$  jsou uvedeny záporné hodnoty, neboť vzdálenosti ve sloupci  $d_1$  v těchto řádcích přesahují délku dopravní oblasti.

Další postup využití dopravních míst při řešení dopravního problému je stejný jako u dopravních oblastí s jednoduchými dopravními poměry.

Popsané metodiky, i když je určena především pro řešení dopravního problému při odvozu dřeva na lesních závodech, je možno využít jednak pro řešení obdobných případů v lesním hospodářství i v jiných odvětvích národního hospodářství, jednak pro řešení dopravního problému při odvozu dřeva v rámci vyšších jednotek řízení, např. v rámci podniku.

Pro řešení v rámci podniku je možno využít metodiky stanovení dopravních oblastí se složitými dopravními poměry. Jako dopravní oblasti je možno stanovit velké části lesních závodů, resp. i celé lesní závody, a to v tom případě (který je ovšem obvyklý), je-li možno najít na dopravních komunikacích u z l o v é b o d y, tj. takové body, přes které se uskutečňuje zásadně přeprava hmoty sortimentu z celého závodu ke spotřebiteli. Poněvadž těchto spotřebitelů je obvykle více (asi 20–40), stanoví se tyto body na komunikacích ke všem spotřebitelům nejlépe na okraji oblasti celého závodu. Vzdálenosti z uzlových bodů ke spotřebitelům v zkm se stanoví celkem snadno. K těmto vzdálenostem potom připočítáváme průměrnou vzdálenost v zkm ze všech odvozních míst závodu, vypočítanou jako vážený aritmetický průměr podle vzorce (1). Do dopravní tabulky pak zahrnujeme celý závod jako jednu dopravní oblast (jeden řádek dopravní tabulky) s dopravními sazbami ke spotřebitelům, vypočítanými výše popsaným způsobem s jednou okrajovou hodnotou (kapacitou dopravní oblasti), která se rovná celkovému množství sortimentu, které má být dopravováno z celého závodu ke spotřebitelům.

Poněvadž spotřebitelů bude v tomto případě mnohem více, bude nutno častěji rozdělovat dopravní oblasti na více dílčích oblastí a vždy znovu řešit dopravní problém tak dlouho, až získáme provozně proužitelné suboptimální řešení. Jde tedy spíše o jakousi dobu aproximační metody, která jednak snižuje podstatně pracnost řešení dopravního problému v rámci podniku ve srovnání s případem, že by bylo použito jako míst  $V$  odvozních míst (několik tisíc) nebo i poleší, resp. lesnických úseků (několik set), a jednak vede k mnohem přesnějšímu řešení ve srovnání s případem, že používáme např. v praxi obvyklých geometrických středů závodů apod.

Na praktických případech byla v posledních letech také přezkoušena metoda stanovení dopravních míst jako těžišť dopravních oblastí (pro malé i velké dopravní oblasti), stanovených grafickým nebo matematickým způsobem<sup>2)</sup>. Tato metodika sice vede k podstatnému zjednodušení dopravní tabulky, ale také ke snížení přesnosti výpočtu nákladů mnohem více než výše popsané metody; měla by být tedy využívána až v krajních případech, kdy jiné metody jsou příliš pracné. Využití těžišť dopravních oblastí je spíše vhodné např. pro stanovení optimálního umístění manipulačních skladů nebo spotřebitelů z hlediska minimálních dopravních nákladů, umístění lesních školek, provozoven přidružené výroby apod. V podobných typech úloh by bylo možno s výhodou použít této metodiky i v jiných odvětvích národního hospodářství

<sup>2)</sup> Ruprich J.: Lineární programování v lesním hospodářství — dopravní problém. 1965, Metodická pomůcka OZLS Brno, ÚSVH KZS Brno.



Řešení dopravního problému pro odvoz dřeva na lesních závodech bez použití vyšší výpočetní techniky naráží na potíže pramenící z toho, že počet odvozních míst značně zvyšuje pracnost řešení dopravní tabulky. Pro zjednodušení řešení slouží stanovení tzv. dopravních oblastí a dopravních míst, které umožňuje bez podstatného snížení přesnosti řešení nalézt suboptimální řešení přijatelné jako podklad pro plánování a řízení odvozu dřeva na lesním závodě. Dopravní oblasti se vytvářejí pro gravitační oblasti kolem odvozní cesty, po níž se odváží dřevo z dopravní oblasti ke spotřebitelům. Pro stanovení dopravních míst, jež nahrazují v dopravní oblasti všechna odvozní místa a na nichž je fiktivně soustředěno všechno dřevo pro odvoz, se používá vzorce

$$d_a = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i},$$

kde

- $d_a$  — vzdálenost dopravního místa od okraje dopravní oblasti (základního nebo uzlového bodu),
- $d_i$  — vzdálenosti odvozních míst od základního bodu nebo uzlového bodu na okraji dopravní oblasti,
- $Q_i$  — počet plm sortimentu, který je k dispozici pro odvoz ke spotřebitelům na odvozních místech dopravní oblasti.

Různé způsoby využití dopravních oblastí pro řešení dopravního problému jsou v práci popsány a osvětleny na příkladech:

1. Stanovení dopravního místa v dopravních oblastech s jednoduchými a složitými dopravními poměry.
2. Použití dopravního místa pro řešení dopravního problému při plánování odvozu přes jeden nebo přes oba uzlové (základní) body dopravní oblasti.
3. Použití metodiky stanovení dopravních míst pro velké dopravní oblasti při řešení dopravního problému v rámci podniků lesního hospodářství.
4. Problematika použití těžiště dopravní oblasti jako dopravního místa.

Došlo dne 16. 8. 1965

## Literatura

1. Fiedler M.: Dopravní problémy v sítích s omezeními. 1965, Ekonomicko-matematický obzor, č. 1. — 2. Habr J.: Lineární programování. 1960, Praha SNTL. — 3. Habr J.: Přibližná metoda řešení okružních dopravních úloh. 1963, Statistika a demografie, r. 3. — 4. Hýbl J., Halík R.: Řešení úloh lineárního programování rozkladem. 1964, Statistika a demografie, r. 4. — 5. Líkař O.: Optimální rozmístění kapacit z hlediska minimalisace dopravních nákladů. 1963, Statistika a demografie, r. 3. — 6. Kadlec V., Vodáček L.: Matematické metody řešení dopravních problémů (lineární programování). 1963, Praha NDS. — 7. Korda B.: Učebnice lineárního programování. 1962, Praha SNTL. — 8. Ruprich J.: Hospodárnost dopravy dříví. 1963, Sborník VŠZ, Brno - řada C, spisy fakulty lesnické, č. 1. — 9. Ruprich J.: Lineární programování v lesním hospodářství - dopravní problém. 1965, Metodická pomůcka OZLS Brno. ÚVSH Brno. — 10. Zelinka J.: Obecný distribuční problém. 1964, Statistika a demografie, r. 4.

Разработку материалов для планирования перевозки в лесном хозяйстве мы проводим при помощи решения транспортной задачи, которая является одним из методов линейного программирования. Чтобы облегчить трудоемкость решения транспортной задачи для перевозки древесины без применения автоматической вычислительной техники, можно использовать так называемые транспортные области. Транспортной областью мы считаем гравитационную область около главной вывозной дороги при условии, что перевозка к потребителям со всех свозных мест, лежащих в транспортной области, проходит через так называемые узловые пункты, т. е. пункты, в которых вывозная дорога пересекает край транспортной области. Все свозные места в транспортной области мы потом заменяем так называемым транспортным местом, лежащем на главной вывозной дороге в месте, которое мы определяем по формуле:

$$d_a = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i},$$

где

$d_a$  — расстояние транспортного места от края транспортной области (узловой пункт),

$d_i$  — расстояние свозных мест от узлового пункта,

$Q_i$  — число м<sup>3</sup> сортимента, который перевозится к потребителям на свозных местах по всей транспортной области.

В этом транспортном месте фиктивно сосредоточена вся масса данного сортимента из всех свозных мест внутри транспортной области. Таким образом можно сократить число строк матрицы для решения транспортной задачи в 2—4 раза при соблюдении желаемой точности решения. Результатом решения является субоптимальный вариант плана перевозки в производственных условиях, применимый в качестве материала для планирования перевозки древесины. Специальные способы проведения вычислений дают возможность еще больше упростить или больше уточнить решение транспортной задачи.

Методики, приведенные в работе, можно широко использовать при решении других задач планирования транспорта в лесном хозяйстве, а при случае и в других отраслях народного хозяйства.

## The Exploitation of Traffic Areas for the Solution of the Problems of Transportation in Forestry

We are preparing the basic documents for the planned timber removal in forestry by resolving the problem of transportation, which is one of the methods of linear programming. In order to make the solution of the problem of timber removal less laborious and complicated without using automatic computer technique, we may avail ourselves of so-called traffic areas. We consider a traffic to be the gravitation area extending around the main way of removal provided that the timber removal from all collecting points within the said traffic area is directed through so-called points of junction, i. e. points, in which the main way of removal intersects the border of the traffic area. All the collecting points within the traffic area are therefore replaced by only one so-called traffic centre situated on the main way of removal at a place which we can determine by means of the following formula:

$$d_a = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i},$$

where  $d_a$  — stands for the distance of the traffic centre from the border of the traffic area (point of junction),

$d_i$  — stands for the distances of the collecting points from the point of junction,

$Q_i$  — stands for the number of solid cubic meters of the assortment, which is at the disposal to be removed to the consumers from the collecting points within the whole traffic area.

At this traffic centre all the assortments to be handled are fictively concentrated from all the collecting points within the traffic area. Thus it is possible to reduce to a half or even to a quarter the number of lines in the matrix for the purpose of resolving problem, of transportation maintaining at the same time the required accuracy of the solution. The solution results in a suboptimal variant of the traffic plan which can be used for operational purposes as a basic document for the planning of timber removal. By special modifications of the calculation procedures we may obtain further simplification or even greater accuracy of the solution of the traffic problem.

The methods mentioned in this paper may be of general use for the purpose of resolving other problems connected with the planning of transportation in forestry, or eventually also in other branches of national economy.

### Die Ausnützung der Transportgebiete bei der Lösung des Transportproblems in der Forstwirtschaft

Die Vorbereitung von Unterlagen für die Planung der Abfuhr in der Forstwirtschaft wird durch die Applikation des Transportproblems, welches eine der Methoden der linearen Programmierung dargestellt, durchgeführt. Um die Mühsamkeit der Lösung des Transportproblems für die Holzabfuhr ohne Anwendung der automatischen Berechnungstechnik herabzusetzen, kann man die sog. Transportgebiete anwenden. Für ein Transportgebiet halten wir das Gravitationsgebiet um die wichtigsten Abfuhrwege unter der Voraussetzung, daß die Abfuhr zu den Verbrauchern von sämtlichen im Transportgebiet liegenden Abfuhrstellen, über die sog. Knotenpunkte, d. h. Punkte, in denen der Abfuhrweg den Rand des Transportgebietes schneidet, durchgeführt wird. Sämtliche Abfuhrstellen im Transportgebiet werden sodann durch eine sog. Transportstelle ersetzt, die auf dem Haupt-Abfuhrweg liegt und die wir mittels der Formel

$$d_a = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i},$$

bestimmen:

$d_a$  — Entfernung der Transportstelle vom Rande des Transportgebietes (Knotenpunkt),

$d_i$  — Entfernungen der Abfuhrstellen vom Knotenpunkt,

$Q_i$  — Anzahl der fm des Sortimentes.

Auf dieser Transportstelle wird dann die sämtliche Masse des gegebenen Sortimentes von allen Abfuhrstellen innerhalb des Transportgebietes fiktiv konzentriert. Auf diese Weise kann man die Anzahl der Matrix-Zeilen für die Lösung des Transportproblems zwei- bis viermal herabsetzen, bei Einhaltung der gewünschten Präzision der Lösung. Das Ergebnis der Lösung ist eine suboptimale Variante des Transportplanes, die als Unterlage für die Planung der Holzabfuhr im Betrieb anwendbar ist. Besondere Arten der Regelung von Berechnungen ermöglichen eine weitere Vereinfachung oder Präzisierung der Lösung des Transportproblems.

Die in der Arbeit angeführten Methodiken können bei der Lösung anderer Probleme der Transportplanung in der Forstwirtschaft, eventuell in anderen Zweigen der Volkswirtschaft im allgemeinen Anwendung finden.

### Utilisation des zones de transport lors de la solution du problème des transports dans l'économie forestière

La préparation de la documentation pour la planification de l'écoulement dans l'économie forestière se fait en cherchant la solution au problème de transport qui est une des méthodes de la programmation linéaire. Pour faciliter la solution du problème de transport du bois, sans recourir à l'emploi de la technique du calcul automatique, on peut utiliser les soi-disant zones de transport. Comme zone de transport nous considérons la zone gravitative tout autour de la route d'écoulement principale, sous condition, toutefois, que l'écoulement aux consommateurs passe de tous les lieux de transport, situés dans la zone de transport, par les soi-disant points nodaux, dans lesquels la route d'écoulement coupe le bord de la zone de transport. Tous les lieux d'écoulement dans la zone de transport nous les remplaçons par le-dit lieu de transport, situé sur la route principale d'écoulement, à l'endroit que nous déterminons par la formule suivante:

$$d_a = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

où  $d_a$  — distance du lieu de transport du bord de la zone de transport (du point nodal),

$d_i$  — distance des lieux d'écoulement du point nodal,

$Q_i$  — nombre de stères de catégories de bois qui sont à la disposition pour l'écoulement aux consommateurs sur les lieux d'écoulement dans toute la zone de transport.

Or, sur ce lieu de transport est concentré fictivement tout le volume de bois des catégories données de tous les lieux d'écoulement à l'intérieur de la zone de transport. C'est ainsi qu'on peut abaisser, lors de la solution du problème de transport, le nombre de lignes de la matrice deux à quatre fois, en respectant toutefois la précision désirée de la solution. Le résultat de la solution donne la variante suboptimale du plan de transport, utilisable dans l'exploitation comme base de la planification de l'écoulement du bois. Les modes spéciaux d'ajustement des calculs permettent de simplifier encore, ou de préciser la solution du problème de transport.

Les méthodes mentionnées dans le travail peuvent être utilisées d'une façon générale lors de la solution d'autres problèmes, concernant la planification des transports dans l'économie forestière, le cas échéant dans les autres branches de l'économie nationale.

---

*Adresa autora:*

Doc. inž. Jiří Ruprich, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Brno

---

■ Loupáním jelení zvěře a zejména následky tohoto poškození se zabývalo v minulosti již mnoho lesníků. Četné zprávy odborné literatury o tomto problému se zpravidla ztotožňují v závěru, že loupání způsobuje jak ztráty na kvalitě dřevní hmoty, tak i ztráty na přírůstu. Způsob vyhodnocení těchto ztrát i jejich absolutní nebo relativní výše se však v pracích jednotlivých autorů často značně liší.

Loupáním jelení zvěře jsou poškozeny smrkové porosty ve všech krajích ČSSR; redukovaná plocha poškození dosahuje podle výsledků dosavadních šetření asi 200 000 ha. Při vyhotovování lesních hospodářských plánů stojíme proto velmi často před otázkou, jaká hospodářská opatření máme v těchto poškozených porostech navrhnout, aby byla především z produkčního a ekonomického hlediska správná. Vzhledem k tomu, že údaje odborné literatury o tomto problému nejsou jednotné, přikročili jsme v rámci ochrannářského průzkumu již v roce 1955 k vlastnímu šetření; jeho výsledky včetně vyhodnocení ztrát na kvalitě i na celkovém objemu produkce dřevní hmoty v loupáných porostech jsou vlastním tématem této práce.<sup>1)</sup>

## METODIKA PRÁCE

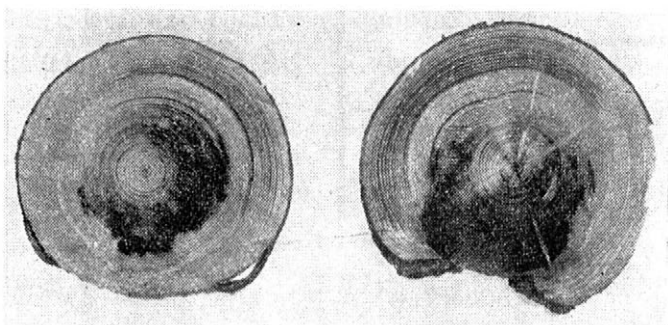
Snížení kvality dřevní hmoty v loupáných porostech je způsobeno především hnilobou, která infikuje kmeny v místě poškození a postupně se šíří k patě i vrcholu kmene. V podstatně menší míře ovlivňuje snížení užitkovosti i deformace bází poškozených kmenů, k níž dochází v důsledku tvorby závalů podél rány.

Rozsah poškození i intenzitu hniloby jsme zjišťovali v různých věkových oblastech českých krajů (Krušné hory, Jizerské hory, Brdy, Českomoravská vrchovina, Jeseníky, Beskydy), v nichž je značná část smrkových porostů typicky poškozena loupáním. Ve zvolených smrkových porostech II. až V. věkové třídy jsme zmýtili nejméně po 4 vzornících (středních kmenech) středně poškozených loupáním. Byly vybrány takové porosty, které bylo možno po všech stránkách považovat za charakteristické pro převládající lesní typy a které kromě loupáním nebyly poškozeny žádnými dalšími škodlivými činiteli. Stupeň poškození těchto porostů loupáním co do procenta poškozených stromů i vlastního poškození jednotlivých stromů odpovídal rovněž průměru na příslušném lesním typu. Jako vzorníky byly pak zpracovány střední kmeny, jejichž poškození odpovídalo průměru ve zvoleném porostu. Po odvětvení a zjištění hmoty vzorníku jsme odřezávali od paty kmene 1 m dlouhé

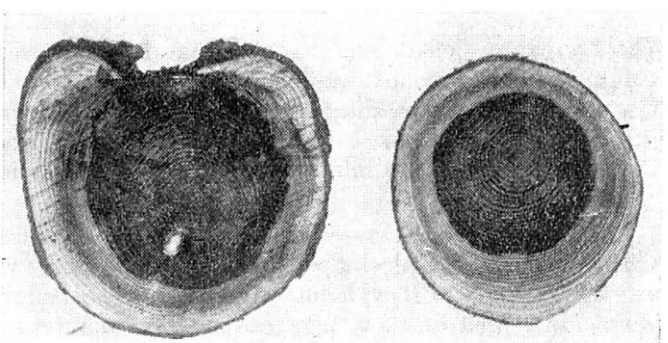
<sup>1)</sup> Kromě vlastního materiálu zpracovali jsme i výsledky šetření dalších ochránařů ÚHÚL — inž. M. Kořínek, inž. J. Jelínka a inž. J. Vochoce, jimž za poskytnuté podklady tímto děkujeme.



1. Kotouče z loupáního kmene druhotně zasaženého červenou hnilobou; vpravo výřez z místa loupání (1,3 m), vlevo ve vzdálenosti 2,3 m od pařezu



2. Kmen infikovaný primární červenou hnilobou; vlevo kotouč z místa loupání (1,3 m), vpravo ze vzdálenosti 2,3 m od pařezu



sekce tak vysoko, kam až dosahovalo zřetelné zasažení dřeva hnilobou. Zbývající zdravá část kmene byla opět změřena a zkubírována. V některých z vyšetřovaných porostů jsme současně zjišťovali, kolik procent ze dřeva zasaženého hnilobou lze ještě využít jako méně hodnotné užitkové dřevo a kolik je znehodnoceno tak silně, že bude využito jen jako palivo, ev. výmět. Pokud bylo v jednotlivých případech zjištěno napadení vzorníku primární hnilobou (popř. hniloba infikovala kmen z jiného místa než z rány po loupání), vyloučili jsme tyto kmeny z dalšího zpracování. Kromě taxačních dat porostů, v nichž jsme káceli vzorníky, zjišťovali jsme vždy i příslušný lesní typ.

Výsledné ztráty na kvalitě dřevní produkce jsme vyjádřili v plnometrech hmoty hroubí, kterou je nutno v důsledku znehodnocení sekundárním napadením červenou hnilobou přeradit z užitkového dřeva do paliva, popř. mezi méněhodnotné užitkové sortimenty. Hnilobou zasažená část každého vzorníku byla vyjádřena v procentech z celkové hmoty hroubí a z těchto procentuálních údajů byla spočítána průměrná ztráta plnohodnotného užitkového dřeva ve vyšetřovaném porostu. K objasnění závislosti mezi rozsahem hniloby loupáných kmenů a podmínkami růstového prostředí byly průměrné ztráty zjištěné v jednotlivých loupáných porostech rozříděny a sestaveny podle základních taxačních charakteristik porostů a typologických jednotek.

Ke zjištění vlivu loupání jelení zvěře na celkový objem produkce dřeva v poškozených porostech jsme srovnávali hmoty středních kmenů poškozených a zdravých porostních souborů zjištěných průměrováním na zkusných plochách. Dosažené výsledky jsme prověřovali porovnáním přírůstavosti zdravých a poškozených vzorníků pomocí vývrvtů a v některých případech i pomocí stromových analýz.

Ke srovnávacímu měření zásob a stanovení dimenzí středních kmenů zdravých a poškozených souborů jsme volili stejnověkové smrkové porosty ve věku 40—90 let, které byly poškozeny loupáním nejméně před 15—20 lety. K vlastnímu zjištění a výpočtu hmoty středního kmene jsme užili běžných taxačních metod — průměrování na zkusných plochách s přesností na 1 cm, měření výšek s přesností na 0,5 m.

Poněvadž loupáním poškozené kmeny byly ve výčetní výšce zpravidla silně deformované, průměrkovali jsme všechny zdravé i poškozené kmeny ve výši 2,0 m, popř. 2,2 m.

K výpočtu hmot bylo použito v praxi běžných hmotových tabulek a zjištěné průměry ve výši 2,0 m, popř. 2,2 m, byly považovány za průměry ve výši 1,3 m. Přesný propočet hmot pomocí tvarových kvocientů nebyl prováděn. Tím jsme se sice dopustili určité chyby co do absolutní výše hmoty, ale jelikož i kontrolní zdravé porosty nebo stromy byly průměrkovány ve stejné výši jako loupané, jsou oba údaje zatíženy stejnou chybou, takže relativní srovnání, o které nám šlo, nijak na přesnosti neutrpělo.

Zkusné plochy byly zakládány dvěma způsoby: v porostech, které byly kdysi rozděleny oborním plotem a kde proto bylo možno rozlišit část pouze s poškozenými a část pouze se zdravými kmeny, jsme vytýčili dvě zkusné plochy a průměrkovali jsme je samostatně. Ve většině případů však tato možnost nebyla, a proto jsme volili porosty zhruba s 50 % poškozených kmenů, v nichž jsme založili jednu zkusnou plochu a zaznamenávali průměry zdravých a poškozených stromů odděleně. Výšky stromů jsme měřili ve všech tloušťkových stupních, vždy poškozené a zdravé kmeny zvlášť.

Z průměrkování na zkusných plochách byly vypočítány všechny potřebné taxační údaje pro jednotlivé porosty, resp. soubory zdravých a poškozených stromů, a výsledky byly statisticky zhodnoceny. Ztrátu na hmotové produkci jsme odvozovali pomocí průměrného celkového přírůstu z difference bonity středních kmenů zdravých a poškozených souborů zjištěné na podkladě jejich věku a hmoty. Pokles PCP vyjadřuje průměrnou roční ztrátu produkce na 1 ha redukované plochy poškozeného porostu.<sup>2)</sup>

Později jsme přistoupili ke srovnávání ročních tloušťkových přírůstů poškozených a zdravých kmenů na vývrtech. Ve zvolených porostech jsme odebírali ve výši 2,0 m vždy po dvou vývrtech z určitého minimálního počtu poškozených a zdravých vzorníků předem stanovených dimenzí (zpravidla středních kmenů) a vyšetřili potřebné taxační charakteristiky porostu včetně přibližného stanovení roku, kdy byl porost poškozen loupáním. Po proměření ročních tloušťkových přírůstů jsme srovnávali průměrné přírůstové křivky zdravých a poškozených souborů v době před poškozením loupáním a po něm. Z tohoto srovnání (s přihlédnutím k přírůstovým tabulkovým hodnotám) bylo možno opět odvodit případný pokles bonity poškozených souborů a pomocí PCP vyhodnotit průměrnou roční hmotovou ztrátu.

V některých porostech byly místo vývrťů odebírány kotouče ze zmýcených vzorníků, na kterých jsme proměřovali tloušťkové přírůsty ve 4 poloměrech. V jednom porostu jsme sledovali tloušťkový přírůst zdravých a poškozených kmenů a jeho ukládání v různých výškách před a po poškození loupáním. Konečně v několika případech jsme srovnávali přímo hmotový přírůst na dvojicích středních kmenů poškozeného a zdravého souboru pomocí hmotové analýzy zpracované podle běžných dedrometrických zásad.

Závěrem podotýkáme, že jsme se nezabývali početními stavy jelení zvěře v době loupání porostů ani jejím zdravotním stavem. Rovněž tak jsme se nezabývali otázkou péče o zvěř, a to jednak pro nedostatek konkrétních podkladů, jednak proto, že uvedené skutečnosti by sice mohly ovlivnit poškození porostů co do množství poškozených stromů, ale nemohou ovlivnit následky loupání v porostech, tzn. kvalitativní i kvantitativní produkci porostů, kterou jsme sledovali.

## VÝSLEDKY ŠETŘENÍ

### VLIV LOUPÁNÍ NA KVALITU HMOTOVÉ PRODUKCE

Šetření bylo konáno celkem u 14 lesních závodů v 51 smrkových porostech II. až V. věkové třídy různých bonitních stupňů, ležících v nadmořské výšce 380–1020 m. V porostech, v nichž byly káceny vzorníky, byly vylišeny lesní typy smrko-bukového vegetačního stupně (jedlové a bukové smrčiny a smrkové

<sup>2)</sup> Nymburský, Záruba: Ekonomické hodnocení produkčních ztrát působených škodlivými činiteli v lesních porostech. 1957, Zprávy VÚLH, sv. 3, č. 1.

bučiny), bukového (klenové, jedlové a kyselé bučiny a bukové jedliny) a dubo-bukového vegetačního stupně (dubové bučiny a bukové doubravy).<sup>3)</sup>

Základní výsledky šetření jsou souborně uvedeny v tabulce I.

Jak je patrné z tabulky I, pohybuje se rozsah hmoty napadené hnilobou, průměrně mezi 25 až 45 %. Nejvyšší procento znehodnocené hmoty (54 %) zjištěné u LZ Nejdek se zřejmě vymyká průměrným hodnotám. Rovněž i rozsah hniloby zjištěný u jednotlivých porostů se pohybuje převážně v mezích uvedených hodnot; nejnižší ztráta byla konstatována v porostu 12b u LZ Dobříš (60 let, 5. bonitní stupeň) — 15 %, nejvyšší v porostu 253d u LZ Nejdek

I.

| Lesní závod        | Počet vyšetřených |          | Znehodnocená hmota<br>(v % celkové hmoty) |
|--------------------|-------------------|----------|-------------------------------------------|
|                    | porostů           | vzorníků |                                           |
| Kynžvart           | 4                 | 40       | 22                                        |
| Dobříš             | 5                 | 43       | 27                                        |
| Spálené Poříčí     | 4                 | 35       | 27                                        |
| Nové Město n. Mor. | 5                 | 84       | 28                                        |
| Hanušovice         | 3                 | 24       | 29                                        |
| Boubín             | 4                 | 24       | 31                                        |
| Javorník           | 2                 | 22       | 32                                        |
| Rožmitál           | 1                 | 7        | 33                                        |
| Albrechtice        | 1                 | 12       | 36                                        |
| Ostravice          | 10                | 52       | 39                                        |
| Harcov             | 2                 | 21       | 42                                        |
| Kraslice           | 1                 | 10       | 42                                        |
| Nejdek             | 4                 | 36       | 54                                        |
| Celkem             | 51                | 446      | 34                                        |

(63. let, 8. bonitní stupeň) — 57 %. Ze zjištěných výsledků lze usuzovat, že v loupáných smrkových porostech III. až V. věkové třídy je znehodnoceno druhotnou hnilobou průměrně 35 % hmoty poškozených porostů.

Kolísání rozsahu hniloby v jednotlivých poškozených kmenech může být způsobeno různými činiteli, z nichž nejdůležitější by bezpochyby měly být dva: věk porostu (resp. počet let od doby, kdy došlo k poškození kmene) a základní vlastnosti růstového prostředí. Abychom zjistili případné závislosti, sestavili jsme výsledné hodnoty z jednotlivých porostů podle věkových stupňů nebo tříd a typologických jednotek (resp. skupin lesních typů, popř. vegetačních stupňů) v tabulce II.

Sestavení výsledků šetření pouze podle věkových stupňů vyšetřovaných porostů podstatně nepřispívá k objasnění příčin různého rozsahu hniloby v jed-

<sup>3)</sup> Podle systematiky Mezera-Mráz-Samek, česká terminologie upravena inž. Plívou — ÚHÚL 1963.

## II.

| Věkový stupeň | Počet vyšetřených |          | Znehodnocená hmota<br>(v % celkové hmoty) |
|---------------|-------------------|----------|-------------------------------------------|
|               | porostů           | vzorníků |                                           |
| 31 — 40       | 3                 | 39       | 32                                        |
| 41 — 50       | 9                 | 88       | 41                                        |
| 51 — 60       | 8                 | 55       | 33                                        |
| 61 — 70       | 13                | 109      | 33                                        |
| 71 — 80       | 8                 | 69       | 37                                        |
| 81 — 90       | 7                 | 56       | 26                                        |
| 91 — 100      | 3                 | 30       | 34                                        |
| Celkem        | 51                | 446      | 34                                        |

notlivých loupaných porostech. Maximum znehodnocené hmoty je v 5. věkovém stupni, minimální hodnoty ve 4. a 9. věkovém stupni, rozdíly jsou však málo výrazné a nelze proto z tabulky II činit určité závěry.

Ani sestavením podle skupin lesních typů nedocházíme k jednoznačným výsledkům, je zde však sestupná tendence procentuálního znehodnocení dřeva hnilobou souběžně s klesající nadmořskou výškou vyjádřenou vegetačním stupněm (tabulka III).

Sloučíme-li skupiny lesních typů, uvažující obdobné zastoupení smrku v provozním cíli, lze zařadit vyšetřované porosty do tří kategorií: porosty se zastoupením smrku 6—10 (1.—3. skupina lesních typů), dále porosty s předpokládaným zastoupením 1—5 (4.—7. skupina lesních typů) a konečně porosty, v nichž se smrkem se v provozním cíli nepočítá (8. a 9. skupina lesních typů) — tabulka IV.

## III.

| Skupina lesních typů | Počet vyšetřených |          | Znehodnocená hmota<br>(v % celkové hmoty) |
|----------------------|-------------------|----------|-------------------------------------------|
|                      | porostů           | vzorníků |                                           |
| 1. Jedlové smrčiny   | 4                 | 34       | 32                                        |
| 2. Bukové smrčiny    | 9                 | 82       | 34                                        |
| 3. Smrkové bučiny    | 9                 | 73       | 38                                        |
| 4. Klenové bučiny    | 3                 | 27       | 29                                        |
| 5. Jedlové bučiny    | 4                 | 64       | 28                                        |
| 6. Kyselé bučiny     | 14                | 96       | 38                                        |
| 7. Bukové jedliny    | 2                 | 16       | 28                                        |
| 8. Dubové bučiny     | 4                 | 36       | 27                                        |
| 9. Bukové doubravy   | 2                 | 18       | 30                                        |
| Celkem               | 51                | 446      | 32                                        |

| Kategorie skupin lesních typů | Zastoupení smrku | Počet vyšetřených |          | Znehodnocená hmota (v % celkové hmoty) |
|-------------------------------|------------------|-------------------|----------|----------------------------------------|
|                               |                  | porostů           | vzorníků |                                        |
| 1. + 2. + 3.                  | 6–10             | 22                | 189      | 35                                     |
| 4. + 5. + 6. + 7.             | 1–5              | 23                | 203      | 31                                     |
| 8. + 9.                       | —                | 6                 | 54       | 28                                     |
| Celkem                        | —                | 51                | 446      | 32                                     |

Toto sestavení výsledků šetření do větších skupin potvrzuje, že intenzita hniloby v loupaných kmenech je v nižších vegetačních stupních slabší. Maximálního rozšíření v kmenech dosáhla hniloba v optimálních podmínkách pro růst smrku — v pásmu smrko-bukovém. Nemáme, bohužel, materiál z pásma smrko-vého, takže nelze usuzovat, zda se rozšiřuje hniloba v kmenech v horských smrčinách ještě intenzivněji, nebo zda klimatické podmínky zde již omezují její šíření.

Závislost podílu znehodnoceného dřeva na růstovém prostředí a věku porostu se projeví výrazněji v sestavě, při níž je ke třídění použito obou uvedených činitelů současně (tabulka V).

V tabulce V jsou sestaveny vyšetřované porosty podle věkových stupňů v rámci skupin lesních typů sdružených podle zastoupení smrku v provozním cíli (zhruba se kryje s vegetačními stupni). Ve vegetačním stupni smrko-bukovém je sice podíl znehodnocené hmoty hnilobou v jednotlivých věkových stupních nevyrovnaný, ve stupni bukovém a dubo-bukovém však již zřetelně vystupuje závislost rozsahu hniloby i na věku poškozených porostů: maximum znehodnocené hmoty je v porostech 5. věkového stupně a s přibývajícím věkem podíl hnilobou zasažené hmoty trvale klesá, především v důsledku odstraňování nejsilněji poškozených stromů probírkami. Velmi zřetelně lze tuto závislost sledovat např. v porostech v 6. skupině lesních typů — kyselých bučinách (v této skupině byl vyšetřen největší počet porostů).

Závislost rozšíření hniloby v kmenech na bonitním stupni vyjadřuje tabulka VI. Tuto sestavu bylo nutno provést samostatně, poněvadž v rámci skupiny lesních typů je nutno předpokládat značné bonitní rozpětí.

| Skupina lesních typů | Věkový stupeň                          |    |    |    |    |    |     |
|----------------------|----------------------------------------|----|----|----|----|----|-----|
|                      | 4.                                     | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. |
|                      | znehodnocená hmota (v % celkové hmoty) |    |    |    |    |    |     |
| 1.—3.                | 31                                     | 41 | 33 | 35 | 41 | 24 | 34  |
| 4.—7.                | 33                                     | 45 | 40 | 28 | 33 | 27 | —   |
| 8.—9.                | —                                      | 34 | 27 | —  | —  | 25 | —   |
| 6.                   | —                                      | 49 | 40 | 36 | 33 | 29 | —   |

| Bonitní stupeň                 | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Vyšetřeno porostů              | 2  | 8  | 11 | 9  | 7  | 10 | 3  | 1  |
| Podíl znehodnocené hmoty (v %) | 33 | 29 | 35 | 29 | 33 | 37 | 48 | 52 |

Výsledky by nasvědčovaly tomu, že v porostech nejhorších bonit je podíl znehodnocené hmoty nejvyšší. Počet vyšetřených porostů na 8. a 9. bonitním stupni je však příliš malý, než abychom tento závěr mohli pokládat za průkazný, zejména proto, že by bylo možno spíše předpokládat rychlejší šíření hniloby v přirůstavějších porostech. Nelze ovšem zapomínat, že přibližně stejná výška hnilobou zasaženého dřeva v bonitně horších porostech s nižší porostní výškou představuje podstatně vyšší procento znehodnocené hmoty než v porostech lepších bonit.

Současně s podílem znehodnocené hmoty byla sledována i průměrná výška hniloby v loupáných kmenech; v průměru dosahuje 3,2 m od pařezu.

Z tabulky VII, v níž je zjištěná průměrná výška hniloby sestavena podle věkových stupňů vyšetřovaných porostů, je patrné postupné přirůstání hniloby od 2,0 m výšky od 30–40 let až do 70–80 let, kdy hniloba dosáhne průměrné výšky 3,5–4,0 m. V mýtních porostech již pravděpodobně hniloba v loupáných kmenech směrem nahoru nepřirůstá.

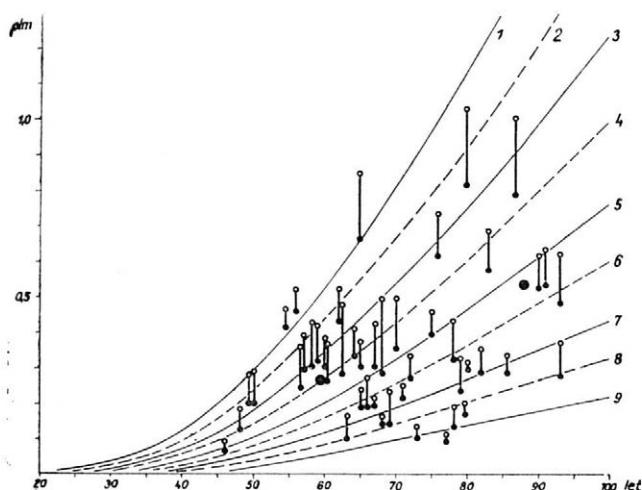
| Věkový stupeň       | 4.  | 5.  | 6.  | 7.  | 8.  | 9.  | 10. |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Vyšetřeno porostů   | 3   | 9   | 8   | 13  | 8   | 7   | 3   |
| Výšky hniloby (v m) | 2,0 | 2,6 | 3,0 | 3,4 | 3,9 | 3,0 | 3,6 |

#### VLIV LOUPÁNÍ NA PŘIRŮSTAVOST POŠKOZENÝCH POROSTŮ

První etapa řešení tohoto úkolu přinesla vcelku jednoznačné výsledky: srovnávací průměrkování a porovnání hmoty středních kmenů zdravých a poškozených jsme vykonali u sedmi lesních závodů celkem ve 48 smrkových porostech II.–V. věkové třídy (z toho v pěti případech na dvou oddělených zcela nepoškozených a stoprocentně oloupaných plochách). Ve 46 případech jsme zjistili nižší hmotnatost poškozených středních kmenů. Snížení hmotnatosti dosahovalo až 43 % hmoty středního zdravého kmene, průměrně 20 %, což by odpovídalo poklesu produkce ve výši jednoho bonitního stupně (obr. 3). V žádném ze zkoumaných porostů nebylo konstatováno výraznější snížení výškového přirůstu; témuž tloušťkovému stupni odpovídaly u zdravých i poškozených souborů prakticky tytéž výšky (obr. 4).

Nižší hmotnatost poškozených středních kmenů mohla být způsobena tím, že jelení zvěř poškodila loupáním převážně kmeny slabších dimenzí. Proto jsme nejprve přistoupili k statistickému zhodnocení výsledků průměrkování v oblasti





3. Srovnání hmoty a bonitního stupně středních kmenů zdravých (○) a středních kmenů loupáných (●) v 48 smrkových porostech; křivky vyjadřují hmotnost středních kmenů v jednotlivých bonitních stupních Schwappachových vzrůstových tabulek

souborů normální (obr. 5, který uvádíme jako typický příklad zákonitě se opakujícího jevu v průměrkovaných porostech). Rovněž koeficient asymetrie neukazoval žádnou systematickou výchylku (tabulka VIII).

Současně jsme přistoupili k orientačnímu zjištění, zda jsou převážně poškozeny kmeny určitých tloušťkových stupňů v čerstvě loupáných porostech. Měření jsme konali ve 4 porostech LZ Žďár ve věku 20–44 let, které byly poškozeny loupáním před 1–4 roky; nezjistili jsme však žádné významné rozdíly (tabulka IX). Pouze v porostu 31c s nejsilnějším výčetním průměrem (12,4 cm) byl střední poškozený kmen o 0,8 cm slabší.

Ve třech porostech jsme sledovali přírůstavost zdravých a poškozených kmenů analýzou dvojic středních kmenů, samostatně vypočítaných pro soubor zdravých a soubor poškozených stromů. Tato metoda byla pro řešení sledované otázky málo vhodná. Přírůst stromů v porostu může být ovlivněn tolika činiteli, že srovnání přírůstových křivek pouze dvou stromů není průkazné. Dospěli jsme k závěru, že vyloučit ostatní vlivy, které se v minulých decenních projevíly na přírůstu sledovaných stromů, lze pouze použitím průměrných hodnot z většího počtu měření. Kromě toho nebylo metodicky správné analyzovat dvojici stromů nestejného výčetního průměru.

Výsledky vesměs ukazovaly, že loupání má poměrně značný nepříznivý vliv na přírůstavost poškozených stromů. Byli jsme si však vědomi, že jde o velmi složitý problém, kde výsledky mohou být ovlivněny řadou obtížně sledovatelných činitelů (zejména při částečném poškození porostů, kde také probíhala většina našich šetření), a proto jsme se rozhodli pokračovat v práci jinou metodou — proměřováním tloušťkových přírůstů na vývrtech odebraných ze zdravých a poškozených středních kmenů. Vývrty jsme odebírali podle popsané metodiky; kmeny jsme volili zpočátku podle výsledků průměrkování zdravých a poškozených souborů (tzn. pro oba soubory v různých tloušťkových stupních), později

LZ Ostravice a LZ Žďár. Zjišťovali jsme, zda zastoupení četností kmenů v tloušťkových stupních odpovídá u souborů zdravých i poškozených stromů normálnímu rozdělení, popř. zda dochází k asymetrii frekvenčních křivek. Předpokládali jsme, že v případě poškození slabšího stromového materiálu by byly frekvenční křivky poškozených souborů + asymetrické, zdravých souborů — asymetrické. Výsledky tohoto šetření však rovněž vykazovaly, že nižší hmotnost je pravděpodobně důsledkem snížení přírůstu poškozených kmenů. Ve všech sledovaných případech bylo zastoupení četností kmenů v tloušťkových stupních u zdravých i poškozených

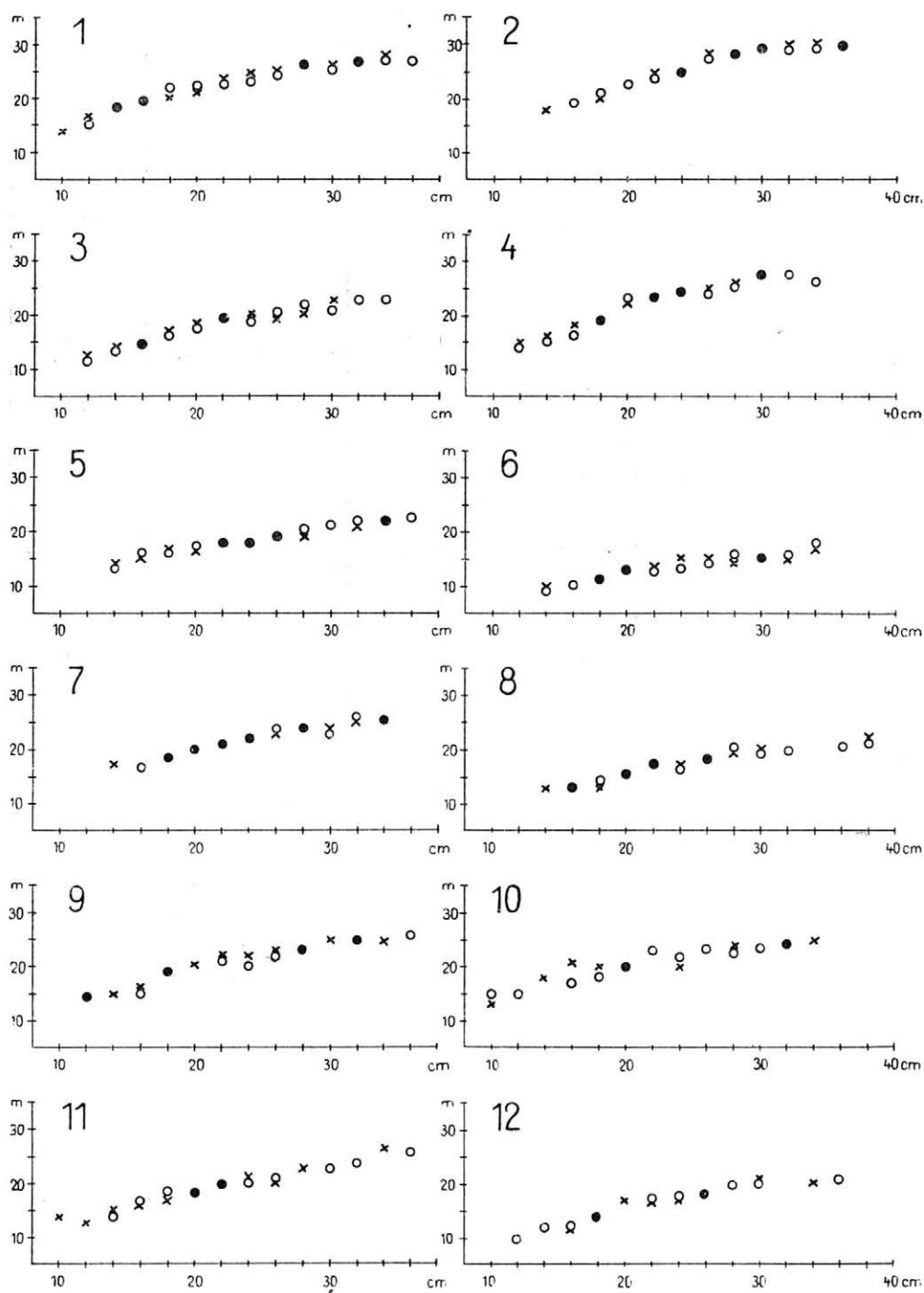
## VIII.

| Polesí   | Oddělení, porost | Soubor kmenů          | $\bar{x}$    | $\sigma$     | $\bar{x} \pm 2$<br>zahrnuje<br>% | Významnost<br>diference<br>(t-test) | Koeficient<br>asymetrie |
|----------|------------------|-----------------------|--------------|--------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Čeladná  | 2b <sub>1</sub>  | loupaných<br>zdravých | 19,7<br>22,1 | 4,4<br>5,35  | 96,3<br>94,6                     | 0,001 > P                           | + 0,413<br>+ 0,297      |
| Čeladná  | 9d <sub>1</sub>  | loupaných<br>zdravých | 25,8<br>28,0 | 3,78<br>4,67 | 95,2<br>95,3                     | 0,001 > P                           | + 0,48<br>+ 0,60        |
| Čeladná  | 11b <sub>2</sub> | loupaných<br>zdravých | 24,1<br>25,9 | 3,9<br>4,9   | 93,6<br>95,2                     | 0,01 > P > 0,001                    | - 0,042<br>+ 0,463      |
| Čeladná  | 11b <sub>3</sub> | loupaných<br>zdravých | 21,5<br>24,7 | 4,3<br>5,3   | 95,8<br>97,0                     | 0,001 > P                           | + 0,60<br>+ 0,34        |
| Čeladná  | 11d <sub>1</sub> | loupaných<br>zdravých | 20,3<br>23,5 | 3,93<br>4,03 | 96,0<br>95,7                     | 0,001 > P                           | + 0,71<br>+ 0,52        |
| Čeladná  | 11h <sub>1</sub> | loupaných<br>zdravých | 22,1<br>24,0 | 4,03<br>4,35 | 97,5<br>95,8                     | 0,01 > P < 0,001                    | + 0,38<br>+ 0,23        |
| Samčanka | 3d <sub>1</sub>  | loupaných<br>zdravých | 18,8<br>20,9 | 4,3<br>5,4   | 94,6<br>97,4                     | 0,01 > P > 0,001                    | + 0,24<br>+ 0,22        |
| Samčanka | 5a <sub>1</sub>  | loupaných<br>zdravých | 21,6<br>23,0 | 5,6<br>5,0   | 95,6<br>95,1                     | 0,1 > P > 0,05                      | + 0,24<br>+ 0,37        |
| Salajka  | 29b <sub>1</sub> | loupaných<br>zdravých | 24,9<br>27,9 | 5,17<br>5,18 | 95,2<br>95,8                     | 0,001 > P                           | - 0,11<br>- 0,22        |
| Salajka  | 20c <sub>1</sub> | loupaných<br>zdravých | 19,2<br>20,9 | 4,4<br>4,9   | 95,9<br>95,2                     | 0,02 > P > 0,01                     | + 0,219<br>+ 0,005      |

jsme odebírali vývrtky z téhož tloušťkového stupně pro zdravé i poškozené kmeny, v několika případech i z většího počtu tloušťkových stupňů. Porovnávali jsme vždy sumační přírůstové křivky z průměrných údajů, spočítaných ze všech zdravých a všech poškozených vzorníků stejných výčetních průměrů (minimální počet 10 vzorníků — tzn. 20 vývrtů z kmenů téhož výčetního průměru z každého porostu).

## IX.

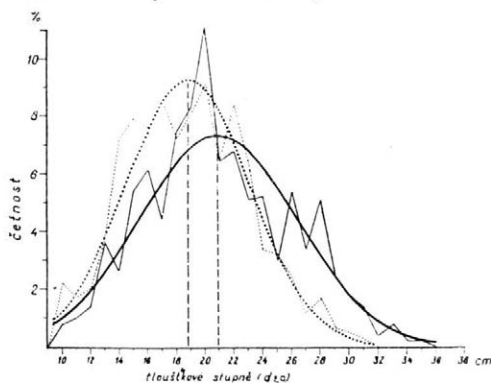
| Porost | Věk | Zakme-<br>nění | Bonitní<br>stupeň | Počet kmenů |           | Střední průměr<br>kmenů |           |
|--------|-----|----------------|-------------------|-------------|-----------|-------------------------|-----------|
|        |     |                |                   | zdravých    | loupaných | zdravých                | loupaných |
|        |     |                |                   |             |           | v cm                    |           |
| 34 b   | 20  | 9              | 6                 | 137         | 338       | 7,96                    | 7,93      |
| 31 c   | 34  | 10             | 4                 | 371         | 277       | 12,38                   | 11,59     |
| 38 g   | 35  | 8              | 7                 | 148         | 213       | 9,31                    | 9,33      |
| 26 e   | 44  | 9              | 6                 | 511         | 249       | 11,39                   | 11,39     |



4. Výškové grafikony z porostů částečně poškozených loupáním: ○ — výšky stromů zdravých, × — výšky stromů loupáných, ● — výšky stromů zdravých i loupáných jsou totožné; ◐ — výšky stromů zdravých i loupáných se sobě blíží.

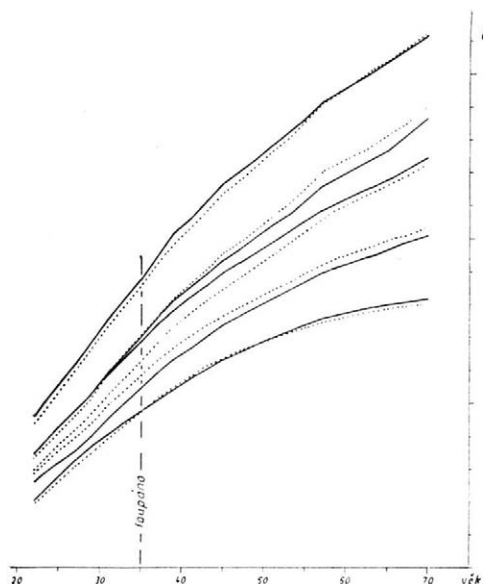
Šetření bylo konáno celkem u sedmi lesních závodů v 21 stejnověkových smrkových porostech III.—V. věkové třídy, v nichž bylo odebráno celkem 1020 vývrťů z 510 kmenů. Proměřením ročních tloušťkových přírůstů a porovnáním sumačních přírůstových křivek, vyjadřujících průměrný přírůst na průměru zdravých a poškozených souborů, jsme zjistili, že vliv loupání na přírůst poškozených stromů je prakticky bezvýznamný. Z veškerého sebraného materiálu pouze ve čtyřech případech bylo možno sledovat nižší přírůstavost stromů po poškození loupáním, rovněž ve čtyřech případech přirůstaly loupané stromy dokonce více než zdravé, ve 13 případech nebyly konstatovány žádné zřetelné rozdíly (obr. 6). Snížení přírůstu bylo zjištěno pouze v těch porostech, kde střední kmeny loupáného souboru, z nichž jsme odebírali vývrty, byly slabších dimenzí než střední kmeny nepoškozeného souboru. Prakticky ve všech případech, kdy jsme srovnávali přírůstové křivky středních kmenů loupáných a zdravých souborů téhož výčetního průměru, byl konstatován shodný průběh tloušťkového přírůstu. Toto zjištění současně ukazuje, že stromové jedinci ve stejnověkové monokultuře, kteří jsou po zapojení porostu třeba jen o málo slabší než střední kmeny, zůstávají již trvale pozadu ve vývoji a postupně se vylučují do vedlejšího porostu. K vystřídání stromových tříd během vývoje porostu zřejmě bez radikálního vnějšího zásahu (silná probírka, poškození stromu, kalamita) prakticky nedochází.

Rovněž měření tloušťkových přírůstů na vývrtech, odebraných v různých výškách kmenů, neukázalo žádné zřetelné rozdíly přírůstavosti u poškozených a zdravých jedinců. Toto šetření potvrdilo, že v důsledku zranění kůry a lýka ve výčetní výši nedochází k nerovnoměrnému ukládání přírůstu po délce kmene, a potvrdilo, že výška  $d_{2,0}-d_{2,2}$ , z níž byly vývrty ze zkoumaných porostů odebrány, není již ovlivněna závažem tvořícím se v okolí rány.



5. Grafikon zastoupení četností kmenů zdravého a poškozeného souboru v tloušťkových stupních; LZ Ostravice, polesí Samčanka, porost 3d1, 59 let: ————— křivka skutečně naměřených hodnot ve zdravých porostech, ————— vyrovnaná křivka pro zdravé porosty, ..... křivka skutečně naměřených hodnot v loupáných porostech, ..... vyrovnaná křivka pro loupané porosty

- 1 — LZ Ostravice, polesí Samčanka, porost 5a1, 54 let, 1. bonitní stupeň;
- 2 — LZ Ostravice, polesí Samčanka, porost 29b1, 56 let, 1. bonitní stupeň;
- 3 — LZ Ostravice, polesí Čeladná, porost 2b1, 57 let, 3. bonitní stupeň;
- 4 — LZ Ostravice, polesí Čeladná, porost 3d1, 59 let, 2. bonitní stupeň;
- 5 — LZ Ostravice, polesí Čeladná, porost 11b3, 70 let, 5. bonitní stupeň;
- 6 — LZ Ostravice, polesí Čeladná, porost 11d1, 66 let, 7. bonitní stupeň;
- 7 — LZ Ostravice, polesí Čeladná, porost 9d1 76 let, 4. bonitní stupeň;
- 8 — LZ Ostravice, polesí Čeladná, porost 11b2; 66 let, 7. bonitní stupeň;
- 9 — LZ Nové Město, polesí Městec, porost 16f, 58 let, 3. bonitní stupeň;
- 10 — LZ Nové Město, polesí Městec, porost 16c, 50 let, 2. bonitní stupeň;
- 11 — LZ Nové Město, polesí Městec, porost 15e, 60 let, 3. bonitní stupeň;
- 12 — LZ Nové Město, polesí Městec, porost 14a, 64 let, 5. bonitní stupeň.



6. Křivky tloušťkových přírůstků v  $d_{2,0}$  v 5 různých tloušťkových stupních; každá křivka vyjadřuje průměrné hodnoty vždy z 10 zdravých (—) a 10 loupáných (.....) kmenů; LZ Přimda, polesí Kateřina, porost 1h

měření z porostu 1010 (polesí Špičák, LZ Harcov), kde jsme srovnávali poměr průměrných tloušťkových přírůstků za období 10 let před loupáním a po loupání se stejně vypočítanými údaji za tutéž dobu ze zdravých stromů, rovněž potvrzuje, že přírůstavost poškozených stromů není ovlivněna ani bezprostředně po loupání; tloušťkový přírůstek po poškození (průměr měření z 12 středních kmenů) dosahoval 85 % průměrného ročního přírůstu za 10 let před poškozením, u zdravých stromů byl zjištěn průměr tloušťkových přírůstků za tutéž dobu 84 %.

## ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Zhodnotíme-li výsledky šetření o ztrátách na kvalitě zásoby loupáných porostů, můžeme konstatovat, že podíl dřeva, druhotně zasaženého hnilobou, se zpravidla pohybuje mezi 25 a 45 %. Průměrně je ve stoprocentně oloupaných porostech znehodnoceno 30–35 % dřevní hmoty.

V prvních deseti až dvaceti letech po poškození se hniloba v kmenech poměrně rychle rozšíří (cca do 2–3 m výšky od pařezu), později již postupuje pomaleji, popř. se její šíření zcela zastavuje. Proto dosahuje podíl znehodnocené hmoty nejvyšších hodnot v porostech III. věkové třídy (průměrně 35–40 %); s dále přibývajícím věkem však pozvolna klesá, v mýtních porostech se podíl hmoty zasažené v loupáných porostech hnilobou pohybuje nejčastěji mezi 25 a 30 % hmoty poškozených kmenů. Toto zjištění je zcela logické a snadno vy-

Výsledky měření tloušťkových přírůstků na vývrtech prokázaly, že loupání nemá trvalý vliv na přírůstavost poškozených stromů. Zbývalo zjistit, zda se neprojevují nepříznivé následky dočasně, tzn. v nejbližších letech po poškození. Za tím účelem jsme v několika porostech LZ Rožmitál, v nichž se nám podařilo zjistit přesný rok loupání, srovnávali početně výši tloušťkových přírůstků před poškozením a po něm. Poněvadž absolutní výše tloušťkového přírůstu v jednotlivých letech je nejsilněji ovlivněna vždy poměry klimatickými, bylo nutno porovnávat poměr tloušťkového přírůstu za  $x$  let před poškozením k přírůstu za určitý počet let po poškození z loupáných a zdravých kmenů těchže dimenzí (tabulka X). I toto šetření potvrdilo, že loupání nemá prokazatelný vliv na přírůstek poškozených stromů. Mírný pokles přírůstu loupáných kmenů patrný z tabulky X v prvním pětiletí po loupání, je po deseti letech již vyrovnán; vyjádření v relativních hodnotách se téměř shoduje s poměrem tloušťkových přírůstků za tatáž období u zdravých kmenů. Obdobně

| Střední kmen | Průměrné roční tloušťkové přírůsty v $d_{2,2}$ za období |       |            |      |        |      |        |      |
|--------------|----------------------------------------------------------|-------|------------|------|--------|------|--------|------|
|              | před loupáním                                            |       | po loupání |      |        |      |        |      |
|              | 5 let                                                    |       | 5 let      |      | 10 let |      | 15 let |      |
|              | mm                                                       | %     | mm         | %    | mm     | %    | mm     | %    |
| loupáný      | 6,22                                                     | 100,0 | 3,26       | 52,5 | 2,86   | 46,0 | 2,36   | 38,0 |
|              | 6,24                                                     | 100,0 | 5,20       | 83,4 | 4,29   | 68,8 | 3,51   | 56,3 |
| zdravý       | 6,90                                                     | 100,0 | 4,56       | 66,1 | 3,78   | 54,8 | 3,63   | 52,6 |
|              | 5,60                                                     | 100,0 | 3,88       | 69,5 | 3,03   | 54,0 | 2,98   | 53,3 |
| loupáný      | 6,56                                                     | 100,0 | 5,58       | 84,9 | 5,84   | 88,9 | 4,98   | 75,8 |
|              | 6,48                                                     | 100,0 | 6,24       | 96,4 | 5,72   | 88,6 | 4,94   | 76,3 |
| zdravý       | 5,88                                                     | 100,0 | 5,20       | 88,5 | 4,61   | 78,6 | 3,91   | 66,6 |
|              | 6,42                                                     | 100,0 | 6,04       | 94,0 | 5,38   | 83,7 | 4,62   | 71,9 |
| loupáný      | 6,42                                                     | 100,0 | 5,50       | 85,6 | 4,85   | 75,0 | 4,18   | 65,0 |
|              | 6,98                                                     | 100,0 | 4,86       | 69,5 | 3,35   | 48,0 | 2,88   | 41,3 |
| Průměrně     |                                                          |       |            |      |        |      |        |      |
| loupané      | 6,40                                                     | 100,0 | 4,82       | 75,3 | 4,38   | 68,5 | 3,81   | 59,5 |
|              | 6,34                                                     | 100,0 | 5,24       | 82,6 | 4,35   | 68,6 | 3,79   | 59,7 |
| zdravé       |                                                          |       |            |      |        |      |        |      |
|              |                                                          |       |            |      |        |      |        |      |

světelné. V 50 letech představuje hmota oddenku, zasaženého hnilobou do výše 2–3 m, podstatně větší procento celkové hmoty hroubí než 4–5 m znehodnocené oddenkové části v mýtním věku. Kromě toho se bezpochyby uplatňuje i skutečnost, že probírkami, popř. i vývraty a polomy, je i ze stoprocentně oloupaného porostu postupně odstraňován zpravidla nejhorší a nejsilněji poškozený stromový materiál, takže střední intenzita poškození kmenů s přibývajícím věkem trvale klesá.

Podmínky růstového prostředí rozsah hniloby v kmenech poškozených loupáním rovněž ovlivňují, z našeho šetření nelze však učinit vyčerpávající závěry. Je možno pokládat za prokázané, že rozsah hniloby v kmenech je ve vegetačním pásmu smrko-bukovém vyšší než v pásmu bukovém, a zde opět vyšší než v pásmu dubo-bukovém. Tato skutečnost souvisí asi především s vyšší vzdušnou i půdní vlhkostí ve vyšších nadmořských výškách. K osvětlení otázky, zde lze na určitých typologických jednotkách očekávat větší rozsah hniloby poškozených kmenů, by bylo nutno shromáždit daleko více materiálu, který by bylo třeba roztrždit podle nejnižších typologických jednotek. Zdá se však, že výrazná závislost asi nebude zjištěna. Podstatný vliv bonity na roz-



7. I slabě loupané kmeny se zavalenými ranami jsou velmi často zasaženy druhotnou hnilobou (výřez z výšky 1,3 m)



šíření hniloby v loupáných kmenech nelze pokládat za prokázaný, i když je pravděpodobné, že v porostech nejnižších bonit je hnilobou zasažen relativně vyšší podíl dřevní hmoty.

Jednou z důležitých otázek, kterou jsme podrobně nesledovali, je závislost rozsahu hniloby v kmenech na věku a stavu porostu, když došlo k poškození. Podle orientačního šetření se domníváme, že zde by bylo možno nalézt vysvětlení, proč některé loupáné stromy, popř. i porosty, jsou jen velmi málo napadeny hnilobou. Lze předpokládat, že možnost infekce ran na loupáných kmenech je podstatně nižší v mladých porostech, zejména ve stadiu odrůstajících mlazin a tyčkovin s volnějším zápojem, kdy jsou poškozené kmeny dosud zavětveny až k zemi, než v plně zakmeněných tyčkovinách a laťovinách, kdy nad vyčištěnými kmeny udržuje souvislá horizontální klenba korun trvalý stín a vyšší vzdušnou vlhkost a současně zde není mechanických překážek v šíření výtrusů dřevokazných hub porostem.

Dosažené výsledky se v podstatě shodují s údaji odborné literatury o této otázce. Ze starších prací lze citovat Miklitz (1915), který uvádí, že v důsledku loupání bylo v 65letém porostu znehodnoceno 39 % zásoby. Schranz a Teissinger (1909) zjistili na Rožmitálsku manipulací více než 100 vzorníků, že 10–20 let po loupání je znehodnoceno 21,1–41,8 % dřevní hmoty. V částečném rozporu s našimi výsledky je pouze tvrzení, že s přibývajícím věkem porostů stoupá hniloba v kmenech a podíl nahnílého dřeva vzrůstá až na 50 %. Tento závěr je odvozen z nedostatečného počtu podkladového materiálu; pokud by však nejsilněji poškozené kmeny nebyly vytěženy v probírkách, lze připustit, že by skutečně došlo k vyššímu procentu znehodnocení v mýtném věku. V obsáhlé studii Hegera a kol. (1955) je kalkulováno především se ztrátou hodnoty; v textu se autor zmiňuje o šetření ze zkusné plochy v Tharandtu, kde bylo zjištěno 19 % znehodnocené hmoty, a o oblasti v okolí Jezeří (dnešní LZ Janov), kde bylo v důsledku loupání znehodnoceno až 50 % zásoby. Výsledky práce Vaňka (1957) jsou částečně zkresleny tím, že autor počítal průměrné hodnoty znehodnocené hmoty i z kmenů, které byly poškozeny loupáním teprve před dvěma lety. Výsledky uvádí v průměrné výšce hniloby od pařezu: vyloučíme-li z jeho šetření kmeny čerstvě loupané, pak průměrná výška hniloby u LZ Frenštát, LZ Bělá a LZ Lítvínov je vesměs o málo vyšší než činí naše zjištění (3,2 m od pařezu). Závěry z našeho šetření jsou v souladu i s výsledky pracovníků LZ Harcov, kde ve dvou porostech bylo vyšetřeno 326 vzorníků a konstatováno zasažení hnilobou 46 % hmoty poškozených stromů. U LZ Lány bylo manipulací vytěžené hmoty z loupáných porostů zjištěno 30 % paliva a méněhodnotných užitkových sortimentů. Na LZ Krnov bylo po zpracování 182 loupáných kmenů ve 52letém smrkovém porostu 3. bonitního stupně vydruhováno 40 % loupáním znehodnocené hmoty. Jak je patrné, pohybují se výsledky prací našich i zahraničních lesníků vesměs v mezích námi zjištěných hodnot.

Otázku vlivu loupání na přirůstavost poškozených porostů lze rovněž pokládat v zásadě za vyřešenou. Rozdílné výsledky, k nimž jsme dospěli použitím dvou různých metod práce, ukazují na složitost růstových procesů v lesních porostech a vyzdvihují nutnost pečlivé volby pracovních postupů, zvolených k objasnění daného problému. Za rozhodující je třeba považovat výsledky dosažené měřením přirůstavosti středních kmenů na vývrtech. Pokládali jsme za nutné uvést v této práci i výsledky srovnávacího průměrkování, poněvadž tím snáze bude možno objasnit dosavadní nejednotnost názorů o této otázce v odborné literatuře. Příčiny nejednotnosti výsledků, resp. příčiny nesprávných předběžných

závěrů vyplývajících ze srovnávacího průměrkování, je třeba spatřovat především v tom, že rozložení stromového inventáře na jedné ploše do dvou samostatně statisticky sledovaných souborů nebylo správné, poněvadž tímto způsobem nelze postihnout vývoj přírůstového procesu v porostu. I když je možné, že vylučování stromů z hlavního porostu do vedlejšího se v porostech jen částečně loupáných soustřeďuje na poškozené jedince se sníženou vitalitou, kteří v důsledku toho zaostávají ve vzrůstu, nedokazovala by ani tato skutečnost přímý vliv loupání na snížení celkové hmotové produkce loupáných porostů. Diference hmoty středních kmenů a celkové porostní zásoby na dvou srovnávacích zkusných plochách (zdravých a stoprocentně poškozených) byly zřejmě způsobeny nestejnými podmínkami růstového prostředí porovnávaných ploch a bezpochyby i nestejným obhospodařováním v minulosti (diference v celkovém počtu kmenů na hektar)! Ani výsledky statistického zhodnocení nemohou být natolik rozhodující, aby vyvážily jednoznačné závěry z měření tloušťkových přírůstů na vývrtech. Vysvětlení rozdílů průměrů středních kmenů zdravých a poškozených souborů, které byly zjištěny srovnávacím průměrkováním, je třeba hledat v době a způsobu poškození smrkových monokultur jelení zvěří. Orientačním šetřením v terénu jsme si ověřili předpoklad, že jelení zvěř dává přednost při loupání kmenům určitého výčetního průměru — cca 10–14 cm (podle bonity porostu jde nejčastěji o porosty II. věkové třídy); uplatňuje se ovšem ještě řada dalších činitelů, především stav kůry a stupeň vytvoření borky. Z toho vyplývá, že jen v určitém věku porostu lze počítat s rovnoměrným poškozením stromů ve všech tloušťkových třídách. Bývá pravidlem, že porost není poškozen jednorázově, ale k postupnému poškození dochází po celou dobu ohrožení — tj. zhruba 20–30 let. Čím déle trvá proces poškození porostu, tím častěji je poškozen relativně slabší stromový materiál. K posunutí dimenzí středního nepoškozeného kmene do silnějšího tloušťkového stupně přispívají i jednotliví předrůstaví jedinci, kteří zpravidla dříve vytvářejí hrubou borku, a proto často zůstávají ušetřeni i v silně loupáném porostu. Čerstvě loupané průměrkované porosty u LZ Žďár byly vzhledem ke svému věku a střednímu výčetnímu průměru teprve v prvním stadiu poškození, a proto se zde tato skutečnost nemohla dosud projevit. V nejsilnějším z těchto porostů (31c) se již objevuje zatím málo výrazný rozdíl středního průměru zdravých a poškozených kmenů.

Lze předpokládat, že měření tloušťkových přírůstů na vývrtech ze středních poškozených a zdravých kmenů téhož výčetního průměru a stromové třídy není zatíženo žádnou metodickou chybou. Počet vzorníků v porostu (minimálně 10 středních kmenů) je možno pokládat za dostatečný, rovněž rozsah šetření umožňuje vyslovit všeobecně platné závěry. Při běžném rozsahu a intenzitě loupání nedochází k prokazatelnému snížení přírůstu poškozených stromů. Nelze ovšem vyloučit negativní vliv loupání na přírůst v celoplošně loupáných porostech, kde je intenzita poškození velmi silná (šířka ran přesahuje jednu polovinu až dvě třetiny obvodu kmene) a kde není výjimkou usychání nejsilněji poškozených stromů. V takových extrémních podmínkách jsme šetření o vlivu loupání na přírůst nekonali.

Jak jsme se již zmínili v úvodu, zabývalo se vlivem loupání na přírůst smrkových porostů mnoho autorů. První práce na toto téma se datují již z konce minulého století a od té doby zůstal tento problém aktuální dodnes. Nepokládáme za účelné rozebírat podrobně práce jednotlivých autorů, kteří uvádějí nepříznivý vliv loupání na přírůstavost poškozených porostů, poněvadž převážná většina jejich závěrů (zejména ze starších prací) je odvozena z vyšetření velmi

nedostatečného základního materiálu. Nejčastěji jde o výsledky průměrkování jedné poškozené a jedné nepoškozené plochy z jediného, popř. několika porostů (např. Miklitz 1915) nebo o vývrty, popř. analýzy jednotlivých stromů (Reuss 1900, Schranz, Sündermann 1910, Gerhardt 1905, Stach 1943 aj.). Ani jedna z těchto metod nemůže přinést objektivní výsledky; jednorázová zjištění zásoby na poškozené a zdravé ploše by bylo nutno doplnit přesnou evidencí probírek a zajistit stejný způsob a intenzitu výchovy v minulosti. Srovnávání přírůstavosti jednotlivých stromů je jako podklad k odvození vlivu loupání na přírůst nepoužitelné, poněvadž výše přírůstu je velmi silně ovlivněna výchovnými zásahy, konkurenčními vztahy stromů v blízkosti vzorníku, popř. i jiným, v době šetření již nezjistitelným poškozením; tuto chybu lze vyloučit pouze pečlivým výběrem většího počtu vzorníků z každého zkoumaného porostu a porovnáním zásadně průměrných hodnot ze všech vyšetřovaných vzorníků. Z novějších prací je třeba uvést výsledky souborné studie Hegera a kol. (1955), kteří rovněž nezjistili prakticky významné rozdíly v tloušťkovém přírůstu zdravých a poškozených kmenů. Zmiňují se o určitém poklesu výškového přírůstu nejsilněji poškozených stromů v prvním desetiletí po loupání, zejména u jedinců nižších stromových tříd. Vzhledem k rozsahu a výsledku našeho šetření můžeme konstatovat, že toto případné dočasné snížení výškového přírůstu nemá vliv na průměrnou výšku stromů hlavního porostu v pozdějším věku, a tím ani celkovou hmotovou produkci poškozených porostů.

## ZÁVĚR

Výsledky šetření o vlivu loupání na kvalitu a celkový objem produkce dřevní hmoty jsou velmi důležitým podkladem pro ekonomické rozborů určující způsob dalšího obhospodařování loupáných porostů. Srovnání ztrát na produkci dřevní hmoty (vyjádřených v plometrech i v korunách), které se postupně ukládají v loupáných porostech od doby poškození do dosažení plánovaného obmýtí, se ztrátami, které by vznikly jejich předčasným zmýcením, lze stanovit optimální střední mýtní věk loupáných porostů; podobně i při plánování délky obnovní doby, popř. i způsobu obnovy nebo přeměny porostů poškozených loupáním je třeba dbát, aby ztráty produkce byly v těchto poškozených porostech co nejnižší.

Podrobný postup vyčíslení produkčních ztrát a stanovení optimálního středního mýtního věku loupáných porostů přesahuje již rámec této práce.<sup>4)</sup> Je nutno kalkulovat nejen se ztrátami kvality produkce vyjádřené jako rozdíl hodnoty normální nepoškozené dřevní hmoty a hmoty částečně znehodnocené hnilobou, ale i s ev. ztrátami



8. Předmýtní smrkový porost silně poškozený loupáním a druhotně rozlámáný sněhovým závěsem, v němž je účelné a ekonomické přikročit k předčasně obnově

| Bonitní stupeň | Procento hmoty zasažené hnilobou |    |    |
|----------------|----------------------------------|----|----|
|                | 20                               | 30 | 40 |
| 1.             | 75                               | 67 | 60 |
| 5.             | 83                               | 78 | 73 |
| 9.             | 91                               | 88 | 85 |

tami na celkovém objemu produkce, k nimž velmi často dochází sekundárním promlením a proředěním loupáných porostů v předmýtním věku. Optimální střední mýtní věk pro plně zakmeněné loupané porosty, vykalkulovaný podle uvedených zásad je uveden v tabuře XI. Pokud jde o porosty, v nichž zhruba od 5. věkového stupně počne trvale klesat zakmenění, snižuje se zde optimální střední mýtní věk až o 10 let.

Tabulka XI může ovšem sloužit jen jako hrubé vodítko; před konečným rozhodnutím kdy a jak budou loupané porosty obnovovány, je třeba uvážit i moment zvládnutelnosti, nálehavost přeměn vzhledem k jiným provozním úkolům, hlediska pěstební, biologická atd. Je však dokladem toho, že snížení kvality dřeva v loupáných porostech hnilobou způsobuje velmi vážné hospodářské ztráty, kterým je nutno do budoucna všemi prostředky čelit a zejména jim předcházet.

Došlo dne 24. 6. 1964

## Literatura

1. Baader G.: Die Bewertung von Schälsschäden bei der Fichte 1956, Forst- u. Holzwirtschaft, č. 11, str. 31-32. — 2. Eidmann F. E.: Wertminderung von Fichtenbeständen durch Schälsschäden des Rotwildes. 1952, Forstarchiv, č. 4, str. 65. — 3. Engelbrecht R. M.: Berechnung von Wildschäden. 1958, Allgemeine Forstzeitschrift, č. 7, str. 37-88. — 4. Gerhardt W.: Über Schälsschäden in Fichtenbeständen und seine Bewertung. 1905, Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, č. 4, str. 371. — 5. Gebauer A.: Bestandes-Wertverluste durch Rotwildschäden. 1935, rukopis, Dittersdorf. — 6. Gerlach E.: Über Schälsschäden in Fichtenbeständen und seine Bewertung, 1905, Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, r. 81, str. 371-383. — 7. Haufe K.: Rotwildschäden im sächsischen Wald. 1937, Tharandter forstliches Jahrbuch. — 8. Heger A., Kurth H., Fassl B.: Ein Beitrag zur waldbaulichen Behandlung geschälter Fichtenhölzer. 1955, Archiv f. Forstwesen, č. 2-3, str. 184-225, č. 4, str. 309-362. — 9. Hildebrandt G.: Beobachtungen über die Verteilung des Schälsschadens in Fichtenbeständen. 1959, Allg. Forst- u. Jagdzeitung, r. 130, č. 8-9. — 10. Kasperek T.: Schalen des Wildes. 1904, Zeitschrift f. d. landw. Versuchswesen in Österreich. — 11. Kurth H.: Ein Beitrag zur waldbaulichen Behandlung rotwildgeschälter Fichten-Stangenhölzer. 1953, Diplomarbeit. — 12. Micklitz T.: Zuwachsverlust infolge Schälsschadens. 1915, Centralblatt f. d. ges. Forstwesen, r. 41, č. 5-6, str. 188-192. — 13. Nymburský B., Záruba C.: Ekonomické hodnocení produkčních ztrát, způsobených škodlivými činiteli v lesních porostech. 1957, Zprávy VÚLH, č. 1. — 14. Průša E.: Rámcové zásady hospodářských směrnic pro skupiny lesních typů podle systematiky Mezera-Mráz-Samek. 1964, ÚHÚL Zvolen. — 15. Reuss H.: Zur Illustration der Folgenachteilen der Schälbeschädigung durch Hochwild in Fichtenbeständen. 1900, Wien, Verlag des Specialcom. f. Forstwirtschaft u. Holzhandel. — 16. Ronstedt H.: Untersuchungen über Rotwildschäden im Tharandter Revier mit besonderer Berücksichtigung des Wertverlustes. 1943, Diplomarbeit. — 17. Samek V.: Škody loupáním na Rožmitálsku. 1956, Lesn. práce, č. 6, str. 252-255. — 18. Schimitschek E.: Untersuchungen über Rotwildschäden und deren Folgen. 1939, Centralblatt f. d. ges. Forstwesen, r. 65, str. 33-50. — 19. Schönwiese H.: Aus der Praxis der Bewertung und Verhütung von Wildschäden an Waldbeständen. 1958, Centralblatt f. d. ges. Forstwesen,

4) Záruba C.: Ekonomický rozbor předčasné obnovy smrkových porostů poškozených loupáním. 1963, Lesn. práce, č. 6.



r. 58, str. 217-224. — 20. Schranz J., Teissinger A.: rukopis, archivní materiál, 1909, býv. arcib. archiv, fasc. XIII/12/189. — 21. Schranz J., Sündermann J., 1910, dtto. — 22. Stach A.: Zur Beurteilung des Schälsschadens von Fichtenstämmen. 1943, Der deutsche Forstwirt, sv. 25. — 23. Vaněk J.: Orientační studie následků loupání lesních porostů zvěří. 1957, Sb. ČSAZV - Lesnictví, r. 3, č. 1, str. 59-78. — 24. Záruha C.: Ekonomický rozbor předčasné obnovy smrkových porostů poškozených loupáním. 1963, Lesn. práce, č. 6, str. 275-282. — 25. Technologické postupy ochranného průzkumu. 1958, ÚHÚL Brandýs n. L.

### Влияние поправы оленями на продукцию древесины

В данной работе приводятся результаты исследования размера ущерба, наносимого качеству и объему продукции древесины еловых насаждений, поврежденных поправой.

Путем манипуляции с 446 модельными деревьями в еловых насаждениях II—V возрастных групп в разных областях Чехии было установлено, что преимущественная часть поправленных стволов вторично поражается красной гнилью. Гниль поражает древостой старше 50-летнего возраста (т. е. спустя приблизительно 10—30 лет после поправы) до высоты 3—4 м от пня, в результате чего обесценивается около 30—35 % массы поправленных стволов. Эту древесину, как правило, можно использовать отчасти лишь на дрова а отчасти в качестве низкосортного делового сортимента древесины. Максимальный процент обесцененной гнилью массы приходился на 41—50-летние древостои (35—40 %), по мере увеличения возраста этот процент постепенно уменьшается до 25—30 % в спелых насаждениях. Условия ростовой среды влияют на распространение гнили в стволах. Хотя для обстоятельного решения этой проблемы требуется еще более обширной основной материал, обследование показывает, что объем и интенсивность гнили в поврежденных стволах в вегетативной елово-буковой зоне были больше, чем в буковой. Самый низкий процент обесцененной древесины был установлен в еловых насаждениях, растущих на наиболее низкой высоте н. у. м. в вегетационной дубово-буковой зоне.

Влияние поправы на прирост поврежденных стволов изучалось двумя способами. Определение размеров средних поправленных и средних здоровых стволов мерной вилкой на опытных участках в частично поврежденных насаждениях свидетельствует о том, что поправленные стволы отстают в росте. Но подробное измерение приростов в толщину на валежниках, проведенное у большого числа модельных деревьев, взятых из 21 изучаемого насаждения, показало, что поправка практически нисколько не влияет на приросты поврежденных деревьев. Меньший таксационный диаметр поправленных стволов по сравнению с неповрежденными, определенный мерной вилкой в частично поправленных насаждениях можно объяснить тем, что по мере созревания древостоев олени обгрызают преимущественно тонкомерную древесину. Путем сравнения приростов в толщину на различной высоте от пня было подтверждено, что и у поправленных стволов прирост распределяется равномерно по всей длине ствола и в таком же количестве, как у здоровых стволов. Средняя высота поврежденных и здоровых стволов такого же диаметра ни в одном из исследуемых насаждений практически не отличалась.

Полученные результаты можно использовать для экономического анализа продукции древесины окоренных насаждений, на основании которого можно решить о способе дальнейшего ухода за этими насаждениями, в особенности что касается определения оптимального среднего возраста рубки. На основе подробных калькуляций было установлено, что в средних условиях наиболее экономичным представляется ликвидирование сильно поправленных еловых насаждений в возрасте 60—90 лет (в зависимости от бонитета насаждения и от объема его поражения гнилью).

### Influence of Red Deer Bark-Scaling on Timber Volume Production

This paper gives research results of the losses relating to the quality and the total timber volume production of Norway spruce stands damaged by bark-scaling.

Investigations made on 446 sample trees in the spruce stands of II—V. age grades in various areas of Czech regions showed that the majority of bark-scaled stems were subject of red rot attack. This disease reached the height of 3—4 m in the stands older than 50 years (i. e. cca 10—30 years after injuries caused by bark-scaling) bringing about deterioration of timber quality of scaled stems by 30—35 % in average. This timber may be utilized as fuel wood as commercial wood assortments of lower quality only. The maximum portion of volume deterioration was found in 41—50 years old stands (35—40 %), but with increasing age this portion slowly sinks to 25—30 % in mature stands. The rot distribution in stems is also affected by environmental conditions of growth. In spite of the fact that

for the definite solution of this problem more numerous basic material should be still obtained, the investigation shows that both the extent and the intensity of this disease in damaged stems are higher in the spruce-beech vegetation zone than in spruce stands in the lowest altitudes of oak-beech vegetation zone.

The influence on the increment of damaged stems was studied by applying two methods. The determination of bark-scaled mean stem and sound mean stem dimensions by calipering of partially injured stands on the sample plots indicated that the bark-scaled stems showed a growth retardation. However, the detailed measurements of diameter increments which were made on a great number of sample trees in 21 investigated stands showed that bark-scaling exerted no influence on the growth capacity of damaged trees. The lower d. b. h. of scaled stems in comparison with undamaged trees found by means of comparative calipering in the partially bark-scaled stands may be cleared by the fact that within gradual maturing of stands the red deer scales prevailing the bark of the stems of smaller dimensions. The comparison of diameter increments at different heights proved that the growth of bark-scaled trees is evenly dislocated along the whole length of the stem and to the same extent as in sound trees. The average heights of injured and sound stems of the same increment classes showed practically no difference in the stands under investigation.

The results obtained may be applied for the economic analysis of timber volume production of bark-scaled stems and this analysis may form a basis for further management methods, especially for the determination of the optimum mean felling age. On the basis of more detailed calculation it was found that, under average conditions, the most economical method is the elimination of heavily bark-scaled spruce stands aged 60—90 years (according to stand quality and rot intensity).

### **Einfluß des Schälenschadens des Rotwildes auf die Holzmassenproduktion**

In der vorliegenden Arbeit werden Ergebnisse der Untersuchung über die Höhe der Verluste der Qualität und des gesamten Produktionsvolumens der Holzmasse bei den durch Rindenschälen beschädigten Fichtenbeständen wiedergegeben.

Durch die Untersuchung von 446 Probestämmen in Fichtenbeständen der II.—V. Altersklasse in verschiedenen Gebieten der böhmischen Bezirke wurde festgestellt, daß die Mehrheit der geschälten Stämme durch die Rotfäule sekundär befallen ist. Die Fäule erreicht in den über 50 Jahre alten Beständen (d. h. annähernd 10—30 Jahre nach dem Schälen) eine Höhe von 3—4 m, wodurch im Durchschnitt 30—35 % der Masse geschälter Stämme entwertet wird. Diese Holzmasse kann in der Regel teilweise nur als Brennmaterial, teilweise als minderwertiges Nutzsortiment verwendet werden. Der Höchstanteil an der durch die Fäule entwerteten Masse wurde bei 41—50jährigen (35—40 %) Beständen ermittelt; dieser Anteil senkt sich allmählich mit zunehmendem Alter bis auf 25—30 % in den Hiebsbeständen. Das Wachstumsmilieu beeinflußt ebenfalls die Verbreitung der Fäule in den Stämmen. Wenn man auch zwecks konsequenter Lösung dieses Problems noch zahlreichere Materialien gewinnen müßte, zeigt die Untersuchung, daß der Umfang und die Intensität der Fäule in beschädigten Stämmen in der Fichten-Buchenzone höher ist als in der Buchenzone; der niedrigste Anteil an entwerteter Holzmasse wurde in den in der niedrigsten Meereshöhe in der Eichen-Buchenzone liegenden Fichtenbeständen ermittelt.

Der Einfluß des Schälens auf den Zuwachs der beschädigten Stämme wurde mittels zwei Methoden verfolgt. Die Feststellung der Dimensionen von geschälten und gesunden Mittelstämmen durch die Kluppiierung auf Versuchsflächen in den teilweise beschädigten Beständen zeugte davon, daß die geschälten Stämme ein verspätetes Wachstum haben. Eine eingehende Messung des Dickenzuwachses der Probestämme der 21 beobachteten Bestände zeigte, daß das Schälen ohne praktischen Einfluß auf die Wuchleistung der beschädigten Stämme bleibt. Ein niedrigerer Durchmesser in Brusthöhe der geschälten Stämme im Vergleich zu den unbeschädigten Stämmen, der durch die Vergleichskluppiierung in den teilweise geschälten Beständen ermittelt wurde, kann dadurch geklärt werden, daß beim stufenweisen Reifen der Bestände das Edelmilieu vorwiegend Stämme dünnerer Dimensionen schält. Der Vergleich des Dickenzuwachses in verschiedenen Höhen bestätigte, daß auch in geschälten Stämmen der Zuwachs entlang der Gesamtlänge des Stammes regelmäßig und in gleicher Menge wie bei gesunden Stämmen gebildet wird. Auch die Durchschnittshöhen der schälbeschädigten und gesunden Stämme



derselben Dickenstufen wiesen in keinem der untersuchten Fälle einen praktischen Unterschied auf.

Die erzielten Ergebnisse können bei der ökonomischen Analyse der Holzmassenproduktion der geschälten Bestände, auf deren Grund man über die weitere Art der Bewirtschaftung der Bestände, besonders über die Bestimmung des mittleren Hiebalters entscheiden kann, ausgenützt werden. Auf Grund der eingehenden Kalkulationen wurde festgestellt, daß es bei Durchschnittsbedingungen am ökonomischsten ist, die stark geschälten Fichtenbestände im Alter zwischen 60 und 90 Jahren (je nach der Bestandesbonität und Umfang der Fäule) zu liquidieren.

### **Influence de l'écorçage, dû aux cerfs, sur la production de la matière ligneuse**

Dans le présent travail on présente des résultats de l'enquête concernant le volume des pertes en qualité et en volume total de production de la matière ligneuse des peuplements d'épicéas endommagés par l'écorçage.

En examinant 446 tiges d'essai dans les peuplements d'épicéa de la classe d'âge II—V dans des différentes zones des régions tchèques, on a constaté que la plupart des troncs écorcés est secondairement attaquée par la pourriture violette. La pourriture atteint dans les peuplements plus âgés de 50 ans (c'est à dire environ 10—30 ans après l'écorçage) la hauteur de 3—4 mètres à partir de la souche, ce qui a pour conséquence la dépréciation d'en moyenne 30—35 p. 100 de matière des troncs écorcés. Cette matière ne peut être généralement utilisée qu'en partie comme le bois de chauffage et en partie comme le bois d'oeuvre de peu de valeur. La proportion maxima de la matière ligneuse dépréciée par la pourriture fut constatée dans les peuplements âgés de 41 à 50 ans (35—40 p. 100), cette proportions s'abaissant avec l'âge, pour n'atteindre que 25—30 p. 100 dans les peuplements mûrs. C'est également l'influence du milieu de croissance qui affecte l'extension de la pourriture dans les troncs.

L'influence de l'écorçage sur l'accroissement des troncs endommagés fut étudiée en utilisant deux modes. La vérification des dimensions des troncs moyens écorcés et des troncs moyens sains, effectuée à l'aide du compas forestier sur les parcelles d'essai témoignait du fait que les troncs écorcés ont une croissance retardée. Les mesurages poussés en détail des accroissements en épaisseur, effectués sur un nombre plus grand des tiges d'essai provenant des chablis de 21 peuplements suivis ont cependant montré que l'écorçage n'exerce pratiquement aucune influence sur l'accroissement des troncs endommagés. Le diamètre moins important à hauteur de poitrine des troncs écorcés, comparativement aux troncs non endommagés, vérifié par des mesurages comparatifs des diamètres dans les peuplements partiellement écorcés, peut s'expliquer par le fait qu'au cours de la maturation successive des peuplements, les cerfs effectuent l'écorçage pour la plupart sur des troncs de dimensions plus faibles. La comparaison des accroissements au diamètre à des hauteurs différentes à partir de la souche a confirmé que même sur les troncs écorcés l'accroissement se dépose d'une façon uniforme le long du tronc entier et dans le même volume que sur les troncs sains. De même les hauteurs moyennes des troncs endommagés ou sains du même degré d'épaisseur ne différaient pratiquement dans aucun des peuplements examinés.

Les résultats obtenus peuvent être utilisés à l'analyse économique de la production de la matière ligneuse des peuplements écorcés, et, s'appuyant sur cette analyse, on peut décider du mode d'exploitation ultérieure des peuplements en question, notamment de la détermination de l'âge moyen mûr optimum. C'est sur la base des calculs détaillés qu'on a vérifié que dans les conditions moyennes il est le plus économique d'exploiter les peuplements d'épicéa fortement écorcés entre l'âge de 60 et 90 ans (suivant la qualité du peuplement et l'étendue de la pourriture).

---

*Adresy autorů:*

Inž. Ctibor Z á r u b a, Lesní závod Kardašova Řečice

Inž. Jaromír Š n a j d r, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Zvolen

---

## NĚKTERÉ POZNATKY Z FRANCOUZSKÝCH A ŠVÝCARSKÝCH VYSOKÝCH ŠKOL A VÝZKUMNÝCH ÚSTAVŮ

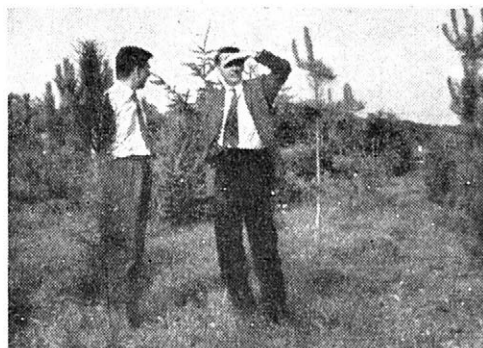
Při své cestě v rámci zasedání výboru mezinárodní unie lesnických vědeckých a výzkumných organizací (IUFRO) jsem měl možnost seznámit se podrobněji také s prací Vysoké školy lesnické (École Nationale des Eaux et Forêts) v Nancy a s francouzským lesnickým výzkumnictvím, stejně jako s federální technickou vysokou školou (Eidgenössische technische Hochschule) v Zürichu a s lesnickým výzkumným ústavem v Birmensdorfu.

I když podmínky i koncepce těchto škol i ústavů jsou pochopitelně vzhledem k našim poměrům odlišné, přesto zde sledujeme mnoho zajímavých poznatků, které stojí minimálně za konfrontací s naší prací. Vysoká škola vod a lesů — École Nationale des Eaux et Forêts — je jediné vysokoškolské lesnické učiliště pro celou Francii a bylo založeno již v roce 1824 s posláním vychovávat inženýry jako nejvyšší odborníky pro správu vod a lesů. Zajímavé je, že tato škola vlastně představuje nadstavbové čtyřsemestrové studium, na něž se mohou přihlásit studenti s předchozí dvouletou přípravou na vysoké škole zemědělské nebo na vysoké škole technic-

ké, resp. též absolventi inženýrského studia lesnické školy v des Barres. Tato kategorie se týká pracovníků, kteří budou působit jako vedoucí pracovníci ředitelství vod a lesů. Tito uchazeči musí mít minimálně 5 roků příslušné praxe a minimální věk 25 let. Počet uvedených



2. Přirozená obnova buku s dubem na školním polesi lesnické fakulty v Nancy. Vlevo prof. Venet, vpravo inž. Bouvarel.

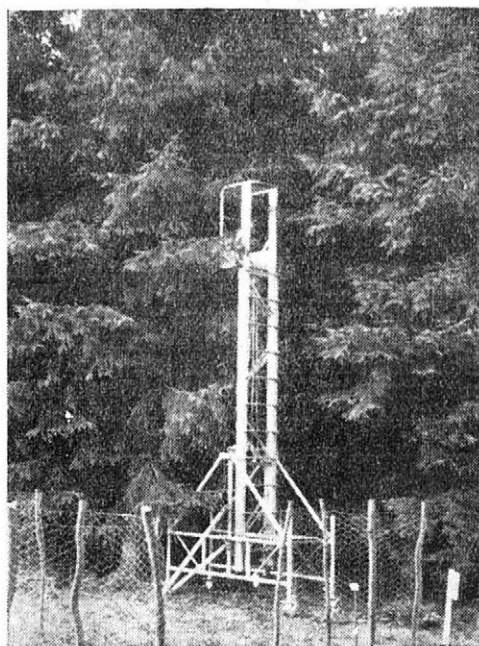


1. Provenienční plochy s borovicí a smrkem Výzkumné stanice v Nancy. Vpravo prof. J. D. Matthews, předseda 22. sekce IUFRO (Anglie), vlevo inž. P. Bouvarel, ředitel stanice v Nancy.

pracovníků je limitován počtem 15—20 absolventů ročně.

Druhou kategorií tvoří uchazeči o civilní inženýrství vod a lesů, kteří musí splnit podmínku úplného středoškolského vzdělání nebo minima stanoveného generálním ředitelstvím vod a lesů. Absolventi této vysoké školy, kteří se věnují vědecké práci, mohou být stážísty vysoké školy v Nancy a obdržet vědeckou hodnost inženýra doktora nebo doktora university. Škola v Nancy přijímá také zahraniční studenty, zejména z francouzsky mluvících oblastí světa.

Jak již bylo řečeno, je lesnická vysoká škola v Nancy specializovanou nadstavbovou institucí s dvouletou studijní dobou. Studijní rok je dělen na zimní semestr a letní trimestr. Zimní semestr trvá od 1. října do velikonoce a je věnován přednáškám a cvičením na škole a jejích objektech v nejbližším okolí Nan-



3. Přenosná měřická a opylovací věž z lehkého kovu užívaná ve Francii.



4. Typický pohled na podrostní hospodářství v lesích Vosges.

cy včetně školního polesí. Letní trimestr trvá od velikonoc do konce července a je věnován praktickým cvičením, exkurzím do různých oblastí Francie a v poslední části zkouškám.

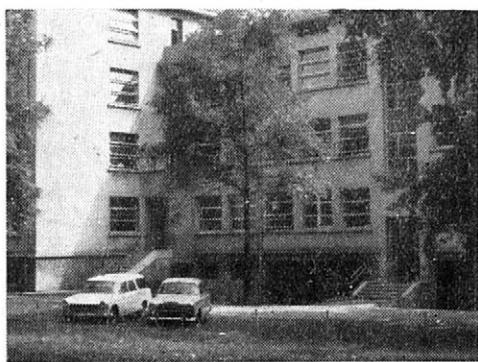
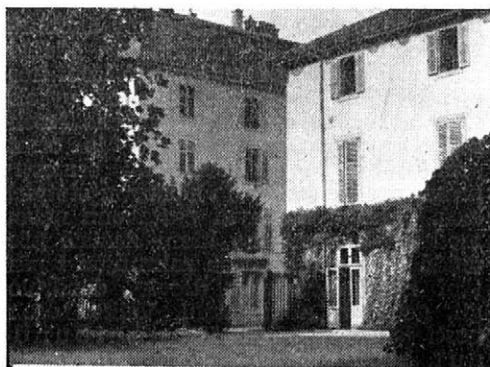
Zimní semestr prvního roku je věnován těmto předmětům:

1. pěstění lesů — 50 přednášek à 1,30 hod. a 20 cvičení v lese;
2. zalesňování — 12 přednášek à 1,30 hod. a 3 exkurze;
3. lesnická technologie — 15 přednášek à 1,30 hod. s praktickým cvičením a návštěvou dřevoskladu (tyto 3 předměty jsou označovány jako lesnické vědní obory);
4. lesnická botanika včetně ekologie, fytosociologie a morfologie, anatomie a fyziologie dřevin, v rozsahu 50 přednášek à 1,30 hod., doplněné praktickým cvičením v laboratoři (14 po 2 hodinách);
5. aplikovaná regionální geologie — 12 přednášek à 1,30 hod., 9 praktických cvičení v laboratoři a 4 exkurze;
6. lesnická pedologie — 16 přednášek à 1,30 hod., 7 laboratorních praktik a 5 exkurzí;
7. myslivost — 15 přednášek à 1,30 hod., 4 prakt. cvičení;

8. topografie — 20 přednášek à 1,30 hod., 12 prakt. cvičení na škole a 5 prakt. cvičení v terénu;
9. horské hospodářství — 16 přednášek à 1,30 hod., 2 prakt. cvičení (tyto dva předměty jsou označeny jako inženýrské obory);
10. civilní právo — 14 přednášek à 1,30 hod.;
11. trestní právo — 10 přednášek à 1,30 hod.;
12. angličtina nebo němčina — 20 přednášek à 1,30 hod.

Zimní semestr druhého roku zahrnuje tyto disciplíny:

13. lesnická ekonomika: a) ekonomické faktory v les. hospodářství, b) hospodářská úprava lesů, c) oceňování lesů — 42 přednášek à 1,30 hod., 6 cvičení v posluchárně, 12 cvičení a exkurzí v lese;
14. lesnická geografie — 22 přednášek à 1,30 hod.;
15. tropické lesnictví — 14 přednášek à 1,30 hod.;
16. dendrometrie — 5 přednášek à 1,30 hod. a 2 prakt. cvičení v lese;
17. lesnická technologie (zpracování dře-



5. Část budov vysoké školy l'École Nationale des Eaux et Forêts v Nancy.

6. Nová budova lesnického výzkumného ústavu v Nancy.

- va) — 15 předn. à 1,30 h. a 10 exkurzí na závody nebo do lesa (tyto 2 předměty jsou zařazeny do lesnických vědních oborů);
18. lesnická zoologie — 30 přednášek à 1,5 hod., 20 prakt. cvičení v laboratoři a 5 exkurzí;
  19. lesnická genetika — 20 přednášek à 1,30 hod., 3 prakt. cvičení v laboratoři;
  20. lesnická fytopatologie — 8 přednášek à 1,30 h., 4 cvič. v laboratoři (tyto 3 předměty jsou označeny jako přírodovědní obory);
  21. stavby, armovaný beton a mosty — 27 přednášek à 1,30 hod., 8 prakt. cvičení na škole, 3 exkurze;
  22. ochrana horských půd — 15 přednášek à 1,30 hod.;
  23. cesty — 15 přednášek à 1,30 hod., 7 prakt. cvičení a 6 exkurzí (tyto 3 předměty jsou zařazovány do inženýrských oborů);
  24. spravovédá — 18 přednášek à 1,30 hod.;
  25. lesnické právo — 20 přednášek à 1,30 hod. a 2 praktika;
  26. myslivecké právo — 6 přednášek à 1,30 hod. (tyto 3 předměty náležejí do právních nauk);
  27. angličtina nebo němčina jako v 1. roce — 20 cvičení à 1,30 hod.

#### Program letního trimestru:

V 1. roce studijní cesta věnovaná předmětům: lesnická botanika, pěstění lesů a lesnická technologie, do oblasti Vosges, Jura a hlavních vegetačních oblastí Francie.

Ve 2. roce 1 nebo 2 exkurze věnované hospodářské úpravě lesů (30 dní), boji proti erozi a horskému hospodář-

ství v Alpách nebo Pyrenejích. Dále návštěva závodů a exkurze do výzkumných ústavů v Paříži a okolí. Tyto studijní cesty a exkurze jsou vedeny vždy skupinou hlavních oborů, aby se posluchačům dostalo syntézy všech disciplín přírodovědních, ekonomických i technických.

Při rozhovorech s profesory lesnické vysoké školy v Nancy jsme narazili na mnoho styčných otázek. V poslední době zde dochází k procesu modernizace studia po stránce obsahové i formální a v přípravě je výstavba nové budovy fakulty na obvodu města Nancy v dosahu školního lesního závodu. Jak je patrné z předchozího výkladu, jsou počty studentů i absolventů velmi nízké a škola je současně zaměřena na výchovu zahraničních studentů a částečně i na tropické lesnictví. Ne příliš rozlehlý školní lesní závod je snadno dostupný a slouží účelové i výrobní práci školy. Zejména cenné jsou v něm převody pařezin a zbytků lesa sdruženého na les vysokokmenný skupinovitě výběrného tvaru s produkcí silných cenných sortimentů dubu a buku.

V areálu školy je umístěna výzkumná stanice, která byla původně začleněna jako součást školy a v poslední době byla rozšířena jako samostatný ústav se 7 sekcemi, z nichž významné místo zaujímají zejména oddělení pěstění lesů a oddělení lesnické genetiky a šlechtění. Velmi dobře je také vybaveno oddělení pro lesnickou fotogrammetrii, hospodářskou úpravu lesů a statistiku, kde jsou nejmodernější strojní zařízení. Zmíněný ústav má síť stanic na celém území Francie a je řízen radou vedoucích oddělení, která ze svého středu volí předsedu s funkcí ředitele. Organizačně patří





7. Převod lesa sdruženého na les skupinovitě výběrný s dubem, bukem a doprovodnými dřevinami. Školní poleší v Nancy.

ústav do národního centra lesnického výzkumu při ministerstvu zemědělství (Centre Nationale des Recherches Forestières). Lesnický výzkumný ústav v Nancy se věnuje velmi intenzivně rozvoji progresivních metod ve všech lesnických oborech. Tak např. ředitel stanice pro šlechtění lesních dřevin (Station d'Amélioration des Arbres Forestiers) Pierre Bouvarel se zasloužil o založení a zhodnocení rozsáhlých výzkumů z oboru šlechtění lesních dřevin a proveniencí a věnuje se se svými spolupracovníky introdukci vysoce výkonných jehličnatých exot v oblasti bučin (především druhu *Pseudotsuga taxifolia*). Obdobně v oboru pro hospodářskou úpravu lesů se rozvíjejí nové metody inventarizace všech francouzských lesů s využitím aerotaxace, typologie, kartografie a počítačích strojů.

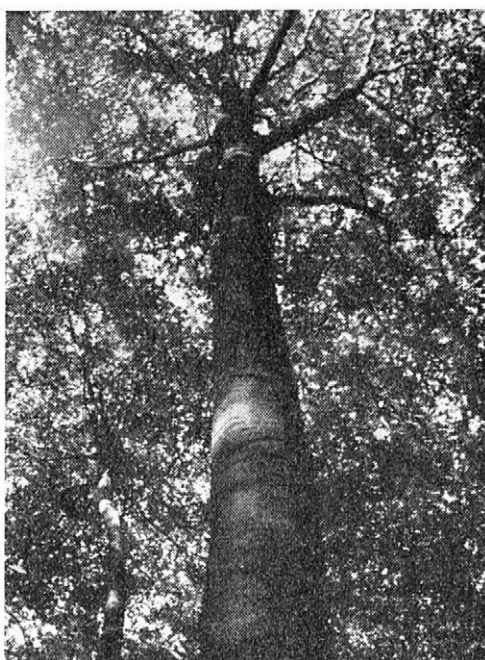
Velmi zajímavá je také situace vysokého školství a výzkumu ve Švýcarsku, které má u nás značný vzhlas zejména ve smyslu intenzivních výběrných forem lesního hospodářství. Obdobně jako ve Francii je i zde takřka úplná personální unie mezi vysokou školou a výzkumem,

takže se obě složky navzájem doplňují. Lesnictví je reprezentováno tzv. oddělením, vlastně tedy fakultou pro lesní hospodářství na federální technické vysoké škole (Eidgenössische Technische Hochschule) v Zürichu. Studium je osmisesestrální se 2 povinnými semestry praxe pro uchazeče do služby u státních lesů. Fakulta má nyní postavenou novou moderní budovu, ve které značně převládá obor pěstění lesů zahrnující i pěstění rychlerostoucích dřevin, dendrologii, genetiku a šlechtění. Velkou osobností je zde profesor Hans Leibundgut, který také udává tón celé specializaci fakulty, na níž jasně převládá pěstební zaměření.

#### Program zimních semestrů:

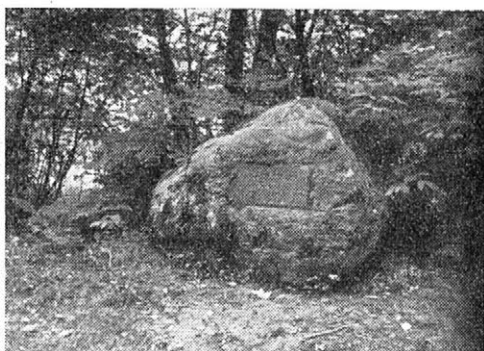
##### 1. semestr:

1. diferenciální a integrální počet — 5 hodin;
2. cvičení — 2 hodiny;
3. chemie I — 2 hodiny;
4. všeobecná botanika s opakováním — 4 hodiny;
5. speciální botanika — 2 hodiny;



8. Pěstění silných sortimentů buku v rájónu Épinale.

6. nauka o dědičnosti — 2 hodiny;
7. všeobecná geologie — 3 hodiny;
8. opakování a cvičení — 1 hodina;
9. úvod do petrografie — 1 hodina;
10. nauka o počasí a klimatu — 2 hodiny;
11. nauka o lese I — 1 hodina;
12. dendrologie — 2 hodiny;
13. všeobecná entomologie — 1 hodina;
14. praktická cvičení z entomologie — 2 hodiny;
15. základy národní ekonomiky — 3 hodiny;
16. opakování z národní ekonomiky — 1 hodina;
17. základy politické ekonomie — 3 hodiny;
18. kolokvium z politické ekonomie — 1 hodina;
- doporučené přednášky:
19. základy zoologie — 3 hodiny;
20. zoologicko-anatomický cvičební kurs pro zemědělce a lesníky — 2 hodiny;
3. semestr:
21. fyzika I — 3 hodiny;
22. cvičení — 1 hodina;
23. nauka o lese II — 2 hodiny;
24. cvičení — 2 hodiny;
25. nauka o měření dřeva se cvičením — 2 hodiny;
26. nauka o lesnickém podnikovém hospodářství — 2 hodiny;
27. kreslení plánů — 2 hodiny;
28. lesní stavby a doprava I — 4 hodiny;
29. cvičení — 2 hodiny;
30. rostlinná patologie pro lesníky a přírodovědce — 3 hodiny;
31. nauka o práci — 1 hodina;
32. cvičení z rostlinné patologie — 1 hodina;
33. úvod do geobotaniky — 2 hodiny;



10. Památník prof. Walteru Schädlinovi ve školním polesí lesnické fakulty v Zürichu.

34. nauka o půdě — 3 hodiny;
35. makroskopické určování hornin — 1 hodina;
36. geodézie — 2 hodiny;
37. statistické metody v lesním hospodářství (se cvičením) — 2 hodiny;
- doporučuje se:
38. biologie vod pro inženýry: biologické základy čištění odpadových vod — 2 hodiny;
39. švýcarské rybářství — 2 hodiny;
40. sociální zabezpečení — 1 hodina.
5. semestr:
41. hospodářská úprava lesů — 1 hodina;
42. cvičení a exkurze — 4 hodiny;
43. nauka o výnosu — 1 hodina;
44. technologie dřeva I s opakováním: nauka o dřevě — 2 hodiny;
45. cvičení z technologie dřeva — 2 hodiny;
46. pěstění lesa všeobecně II — 2 hodiny;
47. cvičení — 2 hodiny;
48. lesnická politika — 2 hodiny;
49. lesní stavby a doprava III — 2 hodiny;
50. cvičení — 4 hodiny;
51. lesnické kolokvium — 1 hodina;
52. nauka o právu (všeobecný úvod, osobní a obligační právo) — 3 hodiny;
- doporučuje se:
53. fyzikální půdní faktory a růst rostlin — 1 hodina;
54. švýcarské rybářství — 2 hodiny;
7. semestr:
55. lesnická politika III — 1 hodina;
56. exkurze v les. politice — 1 hodina;
57. lesnické právo se cvičeními — 2 hodiny;
58. pěstění lesa speciální I — 1 hodina;



9. Prof. H. Leibundgut při výkladu na exkurzi.



59. cvičení a exkurze — 4 hodiny;
60. lesní stavby a doprava IV — 1 hodina;
61. hospodářská úprava lesů III I' hodina;
62. cvičení z nauky o výnosu a z HÜL — 4 hodiny;
63. oceňování lesa se cvi. — 1 hodina;
64. těžba — 1 hodina;
65. cvičení a exkurze — 2 hodiny;
66. technologie dřeva III: chemie dřeva — 1 hodina;
67. exkurze z technologie dřeva — 1 hodina;
68. práce pro pokročilé a diplomní práce — 8 hodin;
69. lesnické kolokvium — 1 hodina. Specializace při pěstění lesa:
70. myslivost — 1 hodina;
71. ochrana přírody a krajiny — 1 hodina;
72. pěstování rychlerostoucích dřevin — 1 hodina; specializace při HÜL o nauce o výnosu:
73. namátkové zkoušky — 1 hodina;
74. úvod do lesnické fotogrammetrie — 1 hodina; specializace při nauce o podnik. hospodářství a les. politice:
75. dějiny lesnictví — 1 hodina;
76. všeobecné právo správní — 1 hodina;
77. politika dřevařského hospodářství — 1 hodina;
78. ochrana přírody a péče o krajinu — 1 hodina; specializace při stavbách a dopravě:
79. ochrana přírody a péče o krajinu 1 hodina;
80. kolokvium o způsobu stabilizace při stavbě cest v lese s demonstracemi — 1 hodina; specializace při technologii dřeva:
81. politika v les. hospodářství — 1 hodina;
82. zkoušení a posuzování dřevař. materiálu — 1 hodina;
83. kolokvia z les. hospodářství — 1 hodina; doporučuje se:
84. cytologie I — 1 hodina;
85. katastrální a měřické právo (kolokvia) — 1 hodina;
86. pracovní právo — 1 hodina;
87. právo sociál. zabezpečení — 1 hodina;
88. švýcarské rybářství a chov ryb — 2 hodiny;
89. vědecké rybářství pro sportovní rybáře — 2 hodiny;
90. územní plánování I (úvod) — 1 hodina;
91. cvičení z územního plánování I — 1 hodina;
92. všeobecná mikrobiologie — 3 hodiny. K prohloubení studia jsou doporučeny další přednášky z oboru územního plánování, meteorologie a technologie dřeva. Program letních semestrů:
2. semestr:
93. fyzika II — 3 hodiny;
94. cvičení — 1 hodina;
95. chemie II se cvičením — 6 hodin;
96. zemědělskochemické praktikum pro lesníky — 4 hodiny;
97. speciální botanika II — 4 hodiny;
98. repetitorium — 1 hodina;
99. botanické exkurze — 4 hodiny;
100. fyziologie rostlin — 3 hodiny;
101. botanická cvičení s mikroskopem — 2 hodiny;
102. lesnická entomologie — 2 hodiny;
103. praktická cvičení pro lesníky — 1 hodina;
104. entomologické exkurze a demonstrace — 4 hodiny;
105. dendrologie II — 1 hodina;
106. cvičení — 2 hodiny;
107. geologie Švýcarska — 2 hodiny;
108. repetitorium a cvičení — 1 hodina; doporučuje se:
109. cvičení z určování rostlin — 1 hodina;
110. geologicko-petrografická exkurze.
4. semestr:
111. nauka o lesnic. podnik. hospodářství — 1 hodina;
112. lesnické účetnictví, cvičení — 2 hodiny;
113. les. zeměměřictví se cvičením — 4 hodiny;
114. cvičení a exkurze — 2 hodiny;
115. nauka o výnosu s repetitorem — 1 hodina;
116. pěstění lesa I — všeobecně — 3 hodiny;
117. cvičení — 4 hodiny;
118. cvičení z pedologie a sociologie rostlin — 4 hodiny;
119. lesní stavby a doprava II — 2 hodiny;
120. cvičení z této disciplíny — 2 hodiny;
121. geodézie — 2 hodiny;
122. měření venku — 6 hodin;
123. lesnic. stavitel. kurs (na konci semestru) — 3 týdny;
124. anatomie dřeva se cvičeními — 2 hodiny;
125. krystalograficko-petrografické exkurze;
126. genetika a šlechtění lesních stromů — 1 hodina; doporučuje se:
127. půdní fyzika — 2 hodiny;

128. geologické exkurze s rozpravami — 4 hodiny.

6. semestr:

129. lesnická politika II — 1 hodina;

130. hospodářská úprava lesů II — 1 hodina;

131. cvičení a exkurze — 4 hodiny;

132. pěstění lesa všeobecně III — 2 hodiny;

133. exkurze a cvičení — 4 hodiny;

134. nauka o sněhu a ochraně proti lavinám — 2 hodiny;

135. demonstrace a cvičení — 1 hodina;

136. exkurze z ochrany proti lavinám a ze zalesňování — 2 dny v sem.;

137. cvičení a exkurze do les. školek a kultur — 2 hodiny;

138. technologie dřeva II: opracování dřeva a oceňování, s kolokviem — 3 hodiny;

139. exkurze a cvičení — 4 hodiny;

140. lesnické odvodňování — 1 hodina;

141. věcné právo — 3 hodiny; doporučuje se:

142. mikrobiologické praktikum I po skupinách — 4 hodiny.

8. semestr:

143. lesnická politika IV — 1 hodina;

144. hospodářská úprava lesů IV — 1 hodina;

145. cvičení v HÜL — 4 hodiny;

146. speciální pěstění lesa II — 1 hodina;

147. cvičení a exkurze — 4 hodiny;

148. technologie dřeva IV: cizozemské užitkové dřeviny — 1 hodina;

149. práce pro pokročilé a diplom. práce — 8 hodin;

specializace při pěstění lesa:

150. pracovní metody v rostlinné nauce — 1 hodina;

specializace při nauce o podnik. hospodářství a les. politice:

151. lesnické právo II — 1 hodina;

152. cvičení v lesnic. právu II — 1 hodina;

153. dřevo v přítomné architektuře — 1 hodina;

specializace při stavbách a dopravě:

154. vybrané kapitoly z nauky o lesních stavbách a dopravě — 1 hodina;

155. dřevěné stavby — 2 hodiny;

156. vybrané kapitoly z ochrany proti lavinám a demonstr. — 1 hodina;

specializace při technologii dřeva:

157. dřevo v přítomné architektuře — 1 hodina;

158. vybrané kapitoly u opracování dřeva — 2 hodiny;

doporučuje se:

159. územní plánování IV — 1 hodina;

160. cvičení z územního plánování III — 2 hodiny;

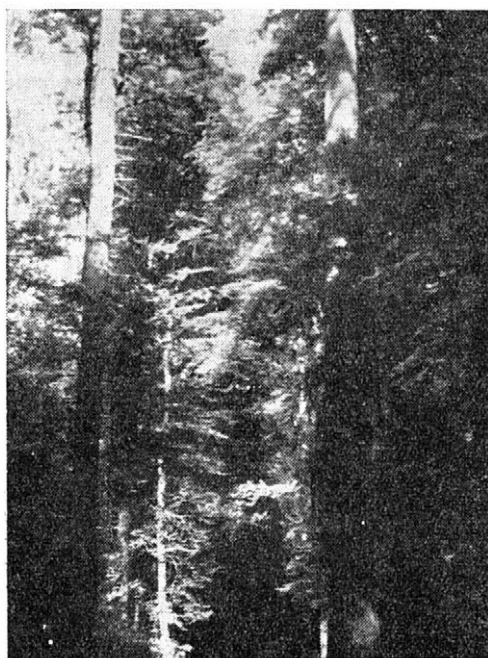
161. seminář pro inženýry v obecních službách — 2 hodiny.

K prohloubení studia jsou doporučovány další přednášky z oboru plánování krajiny, meteorologie a technologie dřeva.

Profesor H. Leibundgut je též ředitelem školního polesí Uetliberg v blízkosti Zürichu o rozloze cca 700 ha, v němž je vybudována také účelová část spolu s internátem a cvičebnou pro studenty. I na této fakultě je počet posluchačů velmi nízký a značná část je cizinců. Studium na švýcarských školách je značně nákladné, zejména výše zápisného a zkušebních tax, přičemž stipendií je jen několik, buď federálních, nebo kantonálních. Zürišská škola věnuje značnou pozornost postgraduálnímu studiu a přípravě domácích i cizích zájemců o obhajobu doktorské práce v našem starém pojetí. Účelová zařízení školy i výzkumných ústavů jsou vedena ve smyslu jemného intenzivního hospodářství skupinovitě výběrného a podrobného. Jako příklad takových objektů může sloužit již zmíněné polesí školy Uetliberg, dále lesy města Zürichu Siehlwald a lesy města Badenu. Jsou to ovšem menší celky o rozloze většinou do 1000 ha. V poslední době se věnuje zvýšená pozornost intenzifikaci práce v lese, zejména mechanizaci, v souladu s jem-



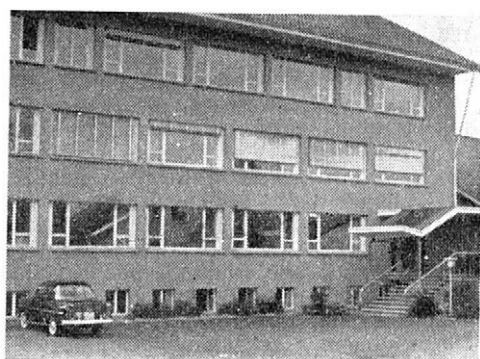
11. Probírková výzkumná plocha na školním polesí lesnické fakulty v Zürichu.



12. Typický obraz švýcarského výběrného hospodářství v lesích města Badenu.

nými pěstebními metodami. Švýcarský lesnický výzkumný ústav Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen je umístěn v Birmensdorfu a kooperuje úzce s lesnickou fakultou v Zürichu. Tak např. ústav pěstění lesů profesora H. Leibundguta zajišťuje současně i všechny výzkumné práce a tento úsek není ve výzkumném ústavu budován. Naopak zase profesor A. Kurth, který řídí obor hospodářská úprava lesů, má vybudovaný ústav pouze v Birmensdorfu a není tedy založen duplicitní ústav na fakultě. Personální unie obou institucí je vyjádřena také tím, že děkan fakulty může být současně ředitelem ústavu a naopak, jak to ukazuje např. stav z roku 1964, kdy profesor Kurth byl děkanem fakulty a současně ředitelem výzkumného ústavu. Spolupráce obou složek se rozvíjí velmi zdárně a výsledek jejich práce je hodnocen v praxi velmi kladně.

*Prof. dr. inž. Miroslav Vyskot, DrSc., člen korespondent ČSAV, Vysoká škola zemědělská, Brno*



13. Nová budova švýcarského lesnického výzkumného ústavu v osadě Birmensdorf.



14. Budova pro praktická cvičení studentů zürichské lesnické fakulty v lesích Uetlibergu.

Pokusíme-li se o stručné obecné srovnání, samozřejmě s přihlédnutím k rozdílným podmínkám, můžeme říci, že naše vysoké školy i výzkumné ústavy jsou na patřičné úrovni, takže mohou dobře soutěžit i s tak vyspělými zeměmi, jako je Švýcarsko a Francie. Bude však třeba do budoucna klást více důrazu na stimulaci kvalitativního procesu, zejména z hlediska vyhledávání talentů, náročnosti výběru a technické modernizace výzkumných zařízení.

## SYMPOSIUM O GENETICE LESNÍCH DŘEVIN V POLSKU

V květnu roku 1964 se konalo v Polsku na pracovišti Polské akademie věd v Arboretu a Ústavu dendrologie v Kórniku symposium o genetice lesních dřevin. Velmi bohatý program za účasti mnoha domácích odborníků-pracovníků PAV, vysokých škol, lesnického výzkumu a lesního provozu obsahl nejen přehled dosud vykonaných prací a metodická sdělení, ale i výsledky rozpracovaných nebo již skončených bádání.

Máme tedy možnost porovnat naše dvě dřívější obdobné porady, a to O výzkumu odrůd lesních dřevin a jejich využití v praxi, pořádanou 25.—29. 8. 1959 v Praze, a pracovní poradou základní otázky a perspektivy šlechtění lesních dřevin v ČSSR, konanou 14.—16. 11. 1962 v Praze. Zatímco prvá za širší mezinárodní účasti podávala přehled o dosavadním výzkumu a zahrnovala četné exkurze<sup>1)</sup>, druhá se zabývala spíše budoucností a metodickou stránkou věci u nás.<sup>2)</sup>

Z pořadu polského symposia obsahujícího okolo padesáti dvacetiminutových zpráv, lze mimo přehledových referátů rozlišit sdělení metodická a referující o výsledcích. Z metodických zaujmou práce z Arboretu Kórnik: Bialobok-Bartowiak, Giertych, Przybylski, Stecki; z lesnického výzkumu: Tyszkiewicz, Milewski; ostatní obsahují problematiku vlastního šlechtění, aplikaci fyziologie, otázky semenných plantáží, výběrových stromů a výzkum přirozených původních porostů. Sdělení referující o výsledcích šlechtitelských

prací se týkala hlavně rodu bříza, vrba, topol, borovice; neméně důležité jsou však zprávy o výsledcích provenienčních pokusů u borovice, topolu, modřínu, olše a často překvapí pěkné výsledky plantáží lignikulturního i jiného užitkového zaměření. Bohatý program symposia možno posoudit podle pořadu jednání:

- Gajewski W.: Úvod a zahájení.
- Bialobok S.: Současný stav šlechtění lesních dřevin.
- Stecki Z.: Přehled polské literatury o šlechtění lesních dřevin.
- Szaferowa J.: Problémy spojené s genetikou břízy ojcovské.
- Janson L.: Úvodní práce k šlechtění břízy z let 1961–1963.
- Mroczyński L.: Šlechtění vrby pro hospodářské potřeby.
- Chmielewski W.: Klony vrby bílé vyselektované pro výsadby v letech 1959–1963.
- Pohl Z.: Dědičnost úzké koruny u křížence *Populus pyramidalis*.
- Bialobok S., Bartowiak S.: Vztah délky k tloušťce výhonu jako kritérium selekce.
- Chmielewski W.: Kříženci topolů pěstování v Ústavním v letech 1959–1963.
- Pohl Z.: Dědičnost některých morfologických znaků na listech kříženců topolu *Populus angulata cordata* Sim-Louis.
- Burczynski G.: Úvahy o práci biologického oddělení Ústavu pro výzkum topolů v Casale Monferrato.
- Hejmanowski S.: Zlepšení místních topolů využitím naturalizovaných odrůd.
- Giertych M.: Fyziologie při šlechtění lesních dřevin.
- Przybylski T.: Roubování borovice a smrku v Ústavu dendrologie PAV.
- Janson L.: Vegetativní množení při pěstování stromů.
- Wilusz W.: Závislost mezi věkem matečného stromu a růstem potomstva u borovice lesní (pokračování z práce Busheho).
- Giertych M.: Vzájemný vztah růstu a pohlaví květu u borovice.

<sup>1)</sup> Informace nalezneme ve Sborníku ČSAŽV – Lesnictví v roce 1960, č. 8–9 a v době zpracovaném exkurzním průvodci, diskusi a informační články v roce 1961 v Lesnické práci a Lese.

<sup>2)</sup> Záznam, úvodní referát a usnesení je zveřejněno ve Zprávách VÚLHM Zbraslav-Strnady v roce 1963, sv. 9, str. 7–8. Některé body usnesení jsou již plněny, tak např. byly publikovány metodické práce: Vinš B.: Srovnávací pokusné výsadby lesních dřevin. Metodika dlouhodobého experimentálního genetického srovnávání biologických a technologických vlastností lesních dřevin a jejich ras, odrůd, forem, variet, typů, klonů apod. 1960, Lesnictví, r. 6, č. 8–9, str. 789–800. Vinš B.: Standardizace metod provenienčního výzkumu a testování. 1964, Lesnický časopis, r. 10, č. 2, str. 216–218. Publikování základních údajů o založených provenienčních plochách. Svoboda P.: Provenienční plochy Larix, Picea, Pinus. 1963, Arboretum Peklov, VŠZ Praha. Štastný I.: 1. mezinárodní provenienční plocha Larix sp. na Podbanském z roku 1944. 1963, Ved. práce VÚLH B. Střavnice, č. 4, str. 25–56. Vincent G.: Semenné modřínové plantáže v českých krajích v letech 1953–1960. 1962, Lesnictví, r. 8, č. 3, str. 183–198.

- Kozłowska C.: Perspektywy výzkumů dědičnosti rezistence proti infekčním chorobám u dřevin.
- Siwecki R.: Pozorování rezistence kříženců topolů proti *Venturia tremulae* Aderb.
- Kozłowska C.: Holandské selekce jilmů odolných proti grafioze.
- Obmiński Z.: Směry a perspektivy výzkumu proměnlivosti hlavních lesních dřevin.
- Tyszkiewicz S.: Proměnlivost smrku v Polsku — osnova výzkumu a problematika.
- Dutkiewicz W.: Rozdílnost některých morfologických znaků borovice v severovýchodním Polsku.
- Chmielewski W., Janson K., Kociński S.: Srovnávací pokusy s borovými semenáčky v letech 1961–1963.
- Stecki Z.: Výzkumy proměnlivosti semenáčů generativního a vegetativního množení kříženců topolů.
- Milewski T.: Zpráva o využití proměnlivosti stromů a keřů v rámci populací druhu pro lesnické účely.
- Tyszkiewicz S.: Úkoly a cesty šlechtění v lesnictví.
- Przybylski T.: Teoretické problémy spojené s určováním výběrových stromů a zakládání semenných plantáží.
- Balut S.: Semenné plantáže lesních stromů a úkoly spolupráce praxe a vědy.
- Tyszkiewicz S.: Uznání semenné porosty.
- Drachal T.: Úkoly selekce v rámci luštinny semen.
- Stecki Z.: Charakteristika potomstva osamělých stromů borovice.
- Przybylski T.: Pokusné semenné plantáže v Ústavu dendrologie — perspektivy a metodika.
- Kedzierski Z.: Využití neúplných opakování při hodnocení.
- Stecki Z.: Význam pravidelného počtu opakování ve srovnávacích pokusech.
- Kociński S.: Srovnávací výsadby borovice lesní ze semen 15 polských proveniencí.
- Stawecka W.: Srovnávací výsadby topolů (na klima a výpěstky) v osmi územích přirozeného lesa v Polsku v rámci mezinárodního výzkumu.
- Gutowski T.: Srovnávací výsadba olše 40 polských proveniencí.
- Kociński T.: Mezinárodní pokusy s modřínem polským v letech 1948–1963.
- Exkurze: Arboretum, dendrologické muzeum, selekční pole a školky, pokusné pole Zvěřinec, pracovní ústav a fytotron.

Inž. A. M. Svoboda, Průhonice

## **TYSZKIEWICZ S., OBIŃSKI Z.: TVORBA A PĚSTOVÁNÍ LESŮ (HODOWLA I UPRAWA LASU). 1963, WARSZAWA**

Odborná lesnická literatura byla v lednu roku 1964 obohacena novým obsáhlým dílem, které podává souborný přehled o práci polských lesníků v oboru tvorby a pěstování lesů.

Autoři — S. Tyszkiewicz, známý svou knihou *Nasiennictwo leśne* (Warszawa 1949), a Z. Obmiński, zabývající se hlavně ekologií lesa a dřevin — člení obsah své knihy do čtyř dílů.

Díl A věnovaný ekologii lesa a jeho tvorbě má šest kapitol. Autoři vycházejí z přehledu hlavních lesních formací v jednotlivých světadílech, všímají si vývoje evropských lesů v posledních geologických dobách, podávají přehled četných — polských i zahraničních (hlavně německých) — ekologických studií a podle nich výstižně hodnotí stanovištní podmínky polských lesů.

Na kapitoly sledující ekologii lesa navazují kapitoly popisující biocenózu polských lesů a vývoj jejich porostů. Autoři si všímají nejen porostní skladby přírodních lesů v rozdílných polohách, ale i výskytu odolných populací a ekotypů (eko-

logických ras) hospodářsky významných druhů lesních dřevin, tj. „biologické struktury“ charakteristických porostů.

Závěrem všech těchto studií je kapitola, která člení území Polska — jeho lesní polohy — na přirozené lesní krajiny a obvody. Členění navazuje na práce Jedlińskiego, Chodzického, Włoczewského, Steckiego, Czubińskiego i Dreszera, přihlíží hlavně ke klimatickým rozdílům jednotlivých lesních poloh a rozlišuje tyto přirozené lesní krajiny:

- I. baltickou, v níž vegetační období trvá 190–200 dnů,
- II. mazursko-podlaskou s vegetačním obdobím rovněž 190–200 dnů,
- III. velkopolsko-pomořanskou, kde délka vegetačního období je 210–220 dnů,
- IV. mazowiecko-podlaskou s vegetačním obdobím 170–210 dnů,
- V. slezskou, jejíž vegetační období trvá 210–220 dnů,
- VI. vrchovinu malopolskou,
- VII. sudetskou,
- VIII. karpatskou.



Délka vegetačního období v oblasti VI, VII a VIII je alternována nadmořskou výškou jednotlivých lesních poloh. Sudetská a karpatská krajina přiléhají k ČSSR.

Díl B nazvaný Les jako hospodářský předmět vyzdvihuje přírodní a ekonomické základy pěstování lesů a nutnost řídit pěstební zásahy tak, aby dřevní produkce lesních porostů zůstala nejen uchována, ale postupně se zvyšovala. I v tomto dílu přihlížejí autoři k regionálním stanovištním podmínkám a lesy v jednotlivých přirozených krajinách člení na hospodářské typy.

K lesům v nížinatých polohách řadí tyto typy:

suché, svěží, vlhké a mokřadní bořiny, svěží a vlhké borové porosty s příměsí jiných dřevin,

smíšené porosty — na stanovištích suchých s převahou bo a db,

— na stanovištích svěžích s převahou db, bk nebo jd,

— na stanovištích vlhkých s převahou js, db nebo jd, sm,

lužní porosty — jasanodubové, olšovo-jasanové a olšové.

V chlumních a horských polohách rozlišují hospodářské typy:

vysokohorský s převahou smrku, horských jehličnanů, v nichž k „panujícímu“ smrku je přimíšena bo, jd, bk nebo klen,

smíšených horských lesů, v nichž podíl jehličnanů klesá pod 70 %, tj. typ, v němž se ve zvýšené míře uplatňují listnáče. Každý typ je v jednotlivých přirozených krajinách blíže charakterizován procentuálním zastoupením jednotlivých druhů dřevin.

Nejobsáhlejší částí nové knihy je díl C, který se zabývá technikou pěstebních zásahů. V úvodní kapitole je podán přehled procentuálního zastoupení jednotlivých druhů dřevin v přirozených krajinách i obvodech. Dovídáme se, že podíl borovice lesní v polských lesních porostech je více než 10krát větší než podíl této dřeviny v našich lesích, zatímco podíl smrku ztepilého je v polských porostech 6krát menší než u nás.<sup>1)</sup>

Další kapitoly dílu C jsou věnovány lesnímu semenářství, lesnímu školkařství, lesní obnově a lesní výchově. Autoři jsou si vědomi, že přírodní výběr je hybnou pákou vývoje organismů, tedy i lesních dřevin, proto si všímají výběru mateřských stromů a porostů, uznávají

lesních porostů a stromů pro sběr osiva. Lesníkům se doporučuje vyhledat výběrové stromy, získat na nich rouby, ty naštěpovat na sazenice téhož druhu, založit semenné plantáže (plantace nasienne), záměrným pěstováním roubovanců urychlit jejich kvetení a množít tím produkci vysoce hodnotného osiva výběrových stromů.

Nepřehlíží se ani péče o ochranu a uchování jakosti selektovaného osiva. Jsou uvedeny vhodné postupy ekonomického luštění šišek jehličnanů, účelného čištění semen, úspěšného skladování a vhodné dopravy osiva, jakož i postup při kontrole jeho jakosti.

Obsáhlé jsou také pokyny pro účelné zakládání lesních školek, k melioraci jejich půd, k mechanizaci mnohých školkařských prací, ke stínění, zavlažování, pletí a kypření záhonů, ke školkování sazenic a k ochraně semenáčků a sazenic před škůdci a houbami, jakož i k vyzvedávání sazenic a jejich dopravě.

Velká pozornost se věnuje lesní obnově, a to hlavně obnově umělé. Příslušné statě prozrazují, že polští lesníci získali velké zkušenosti v účelné přípravě půdy před zalesněním, v mechanizaci těchto prací, v ničení bušené herbicidy, ve volbě stanovištně vhodných druhů a ve výběru odolných a hospodářsky hodnotných ekotypů hlavních dřevin, jakož i v pracích, spojených se sítí a výsadbou dřevin.

Poslední statě dílu C se zabývají výchovou lesních porostů. Vyzdvihuje se hospodářský význam čistek, prořezávek i včasných probírkových zásahů. Zkušenosti z probírek se vztahují hlavně na porosty borové. Autoři navazují v tom směru hlavně na zkušenosti, získané v Německu, kde borové porosty rovněž převládají.

Díl D nazvaný Důležitější druhy lesních dřevin a jejich pěstování rozlišuje druhy tvořící porosty nesmíšené — bo, sm, jd, bk, ol. č., druhy tvořící porosty smíšené — md, duby, bí, hb, js, jlm, jv, lp, osiku, druhy cizí — douglasku a jiné exoty.

Jsou tu uvedeny četné poznatky z ekologie zmíněných druhů, stručně charakterizována jejich variabilita a jsou stručně shrnuty i zkušenosti týkající se obnovy a výchovy porostů těchto dřevin, ev. porostů, v nichž jsou jednotlivé zmíněné dřeviny přimíšeny.

Nová kniha je určena praktickým les-

<sup>1)</sup> Z celkové rozlohy polských lesů připadá na borovici a modřín 73,5 %, kdežto v našich lesích 6,6 %. U smrku ztepilého je tomu naopak. Je zastoupen hlavně v krajině VII a VIII, přiléhající k ČSSR. Z celkové rozlohy polských lesů připadá na tuto dřevinu 7,8 %, zatímco v československých lesích se plocha smrku odhaduje na 48,5 %.



nikúm. Snad práve proto a pravdepodobne i s ohľadom na okolnosť, aby jej rozsah nebol ďalej rozšírený, nejsou dokumentované práce, z nichž oba autori pri spracovaní obsiahlej látky vychádzali. Praktické poslání knihy se odráží také v tom, že hodnotí kladně pěstební zása-

hy, jejichž cílem je zajistit nejen trvalost dřevní produkce polských lesů, ale i její zvýšení a zkvalitnění a že se zasazuje o to, aby tyto zásahy byly vedeny podle selektivních zásad a podle regionálních zvláštností jednotlivých lesních poloh.

*Dr. inž. Gustav Vincent, Vysoká škola zemědělská, Brno*

## KOLPIKOV M. V.: PESTOVANIE LESOV (LESOVODSTVO). 1964, MOSKVA

V roku 1964 sa objavilo na knižnom trhu už 4. vydanie uvedenej knihy prof. M. V. Kolpikova, kde sú zhrnuté základné poznatky náuky o lese a vlastného pestovania. Táto kniha je rozdelená do dvoch častí. Prvá časť obsahuje všeobecné informácie o lesoch a úlohy lesného hospodárstva SSSR, pojednania o význame lesa v národnom hospodárstve, o pestovaní lesa, jeho udržiavaní a význame, o úlohách a metodológii pestovania lesa, o lese ako type vegetácie, o lese a prostredí (ekológii lesa), o čistých a zmiešaných porastoch, o podraсте, o pôdnom kryte, o lese a faune, o biológii lesa a o typoch lesa.

Sovietský zväz má 837,1 mil. ha lesov, so zásobou asi 77 miliárd m<sup>3</sup> dreva, čo predstavuje asi 39 % svetových zásob. Na 1 obyvateľa SSSR pripadá asi 18krát viac lesnej plochy ako u nás. Tieto obrovské zásoby dreva podmieňujú veľké možnosti rozvoja mnohých priemyselných odvetví. Od roku 1955 je Sovietsky zväz najväčším výrobcom dreva, ale aj ostatné lesné produkty (kôra, lesné plody apod.) majú široké upotrebenie. Význam lesov spočíva nakoniec aj v ich iných užitočných funkciách.

Náuka o lese má veľký význam ako teoretický základ pre pestovanie lesa. Autor tu vysoko vyzdvihuje zásluhy zakladateľa náuky o lese G. F. Morozova, ktorý rozvinul učenie Ch. Darwina, K. A. Timirjazeva, V. I. Dokučajeva a iných a vytvoril ucelenú sústavu poznatkov o lese. Len na základe hlbokých rozborov vývoja lesa v rôznych prírodných podmienkach je možné urobiť si ucelený obraz o biológii lesa a vytýčiť správne spôsoby hospodárenia v ňom.

Širokú škálu majú večne zelené ihličnaté lesy v severných zemepisných šírkach (pod 50°), na ne nadväzujú lesy

olistené len v letnom období, ešte južnejšie sú lesy subtropického a nakoniec tropického pásma. V rámci týchto pásiem je nekonečné množstvo lesných spoločenstiev tvoriacich ekologické súbory v rámci klimatických a pôdnych podmienok. Autor tu rozoberá i niektoré smery ruských a sovietskych vedcov, ktorí sa pokúšali charakterizovať les a rastlinné spoločenstvo s jeho charakteristickými znakmi.

Vedľa najzákladnejších poznatkov o ekológii lesa je tu venovaná osobitná pozornosť otázkam vzťahov medzi lesom a svetlom, teplotou, vlhkosťou, zložením vzduchu, vetrom a pôdou. Pri klíme je posúdený jej vplyv na rast a vývoj porastov a spätný vplyv lesa na klímu, ako aj otázky aklimatizácie, naturalizácie, resp. introdukcie. Pri svetle sa autor zaoberá otázkou jeho významu pre rastlinstvo, nárokov lesných drevín na svetlo a svetelnými pomermi v lese, pri teplote je veľmi zaujímavá časť o teplotnom režime v lese i mimo les a hodnotená je i časť o vzťahoch medzi lesom a vlhkosťou, kde je posúdený ekologický význam vody a hydrologická úloha lesov.

Pri vzájomných vzťahoch lesa k zloženiu vzduchu upozorňuje autor na ekologický význam niektorých rádioaktívnych látok, menovite rádioaktívneho uhlíka, ďalej na ovplyvňovanie zloženia vzduchu lesom ako aj odolnosti lesných drevín oproti toxickým pôsobiacim látkam vyskytujúcim sa vo vzduchu v oblasti priemyselných podnikov apod. Dôkladne sú vypracované aj state o vzťahoch medzi vetrom a lesom a medzi lesom a pôdou, ďalej otázka vplyvu pôdy na les, nároky lesných drevín na živiny, otázka významu lesnej hrabanky, význam mykorrhizy pre les a vplyv reliéfu na vývoj lesa.

Posledné kapitoly prvej časti sú veno-

vané zakladaniu čistých a zmiešaných porastov i voľbe drevín, ďalej prípravným drevinám, významu prízemného rastlinného porastu, užitočným i škodlivým vplyvom mikróbov a ostatných nižších i vyšších živočíchov, biológii lesa, jeho prirodzenej obnove, rastu, vývoju i striedaniu druhov. Pri typológii sa zdôrazňuje, že treba rozoznávať medzi typmi lesa a typmi podmienok pre rast lesného rastlinstva, t. j. plochy s rovnakými prírodnými faktormi, ktoré ovplyvňujú rastlinstvo, a vyzdvihuje sa dôležitosť klasifikácie lesa podľa typov pre lesné hospodárstvo.

V druhej časti učebnice autor pojednáva o spôsoboch ťažby s ohľadom na požiadavky lesného hospodárstva a lesného priemyslu. Sú posúdené metódy a smery lesnej tvorby, prirodzenej obnovy, zvýšenia produktívnosti lesov a možnosti skrátenia doby potrebnej na tvorbu vysokokvalitnej kmeňoviny. Podľa troch skupín, do ktorých sa sovietske lesy triedia, autor rozlišuje ťažobné spôsoby holorubné, clonné a výberkové.

Pri holorubných spôsoboch sa ťaží na veľkých sústredených rúbaniskách, spravidla v jednom roku, a obnova je jednorázová. Prirodzená obnova sa zabezpečuje zo susedných porastov alebo z ponechaných výstavkov. Tento spôsob prevažuje v priemyselných lesoch v odľahlých oblastiach s vysokou lesnatosťou. Popisované je vyznačovanie lesných komplexov určených na ťažbu, ich rozdelenie na ťažobné dielce, stanovené sú zásady určovania časového sledu ťažby s ohľadom na spracovanie, odvoz dreva a prirodzenú obnovu. V týchto oblastiach sú významné ochrannárske opatrenia, ktoré autor popisuje.

Snahou je, aby práce boli čo najjednoduchšie, aby ich bolo možné mechanizovať a náklady boli čo najnižšie a pre vypestovanie rovnovekých porastov aby bola v čo najkratšej dobe zaistená obnova. Na druhej strane sa treba vyhnúť zhoršeniu stavu pôdy, jej zaburineniu,

zabránii škodám mrazmi a úpalom i masovému výskytu škodcov a chorôb. Veľký význam má výber a ponechávanie výstavkov. Maloplošné spôsoby hospodárenia sa v týchto oblastiach nehodia pre nemožnosť použitia komplexne mechanizovanej ťažby.

V oblastiach s intenzívnejším lesným hospodárstvom sa zavádzajú podrastné spôsoby obnovy, ktoré sú u nás dobre známe; naráža to však na obťažné mechanizovanie ťažobných prác. Tento moment je významný najmä z hľadiska nedostatku pracovných síl a vysokých nákladov, ktoré si tieto spôsoby pri doterajšej technológii vyžadujú. Podrastné spôsoby obnovy je treba uprednostniť tam, kde by náhlým odstránením porastu došlo k zhoršeniu vlastností pôdy.

Ešte výraznejšie sa prejavuje problematika mechanizovania ťažby pri výberkových spôsoboch, kde sa obnóvná doba predlžuje na 30—40 rokov, kým pri podrastných spôsoboch trvá len 10—20 rokov. V práci sú uvedené hlavné princípy výberkového hospodárenia používaného v SSSR.

Osobitná pozornosť je v učebnici venovaná výchove porastov; účelom je najmä zvýšenie akosti porastov, urýchlenie ich rastu a zlepšenie ostatných užitočných vlastností lesov. Uvedené sú hlavné zásady výchovných zásahov v jednotlivých vekových štádiách porastov, počnúc odstraňovaním nevyhovujúcich jedincov v kultúrach mladších ako 10 rokov, až po prebierky.

V samostatnej kapitole sú rozobrané otázky týkajúce sa opatrení na zabezpečenie prirodzenej obnovy v rôznych podmienkach, ako je odstraňovanie ťažobných zvyškov, čistenie zalesňovanej plochy, príprava pôdy, protipožiarne opatrenia a obrana proti škodcom.

Nakoniec sa stručne podávajú poznatky o pridruženej výrobe, ktorá môže v niektorých oblastiach znamenať značný národohospodársky prínos.

*Inž. Jozef Serdel, Lesný závod Stupava*



|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Vyskot M.: Do nového roku Lesnického časopisu                                                            | 1   |
| Skatula L.: Návrh řešení stability bystrinných přepážek                                                  | 3   |
| Halaj J.: Prieskum presnosti metódy tarifových diferencií na určovanie bežného prírastku porastov        | 23  |
| Novotný M.: Orientační rozbor informační soustavy v lesním hospodářství                                  | 45  |
| Ruprich J.: Využití dopravních oblastí při řešení dopravního problému v lesním hospodářství              | 57  |
| Záruba C., Šnajdr J.: Vliv loupání jelení zvěře na produkci dřevní hmoty                                 | 81  |
| Vyskot M.: Některé poznatky z francouzských a švýcarských vysokých škol a výzkumných ústavů              | 101 |
| Svoboda A. M.: Symposium o genetice lesních dřevin v Polsku                                              | 109 |
| Vincent G.: Tyszkiewicz S., Obmiński Z.: Tworba a pěstování lesů (Hodowla i uprawa lasu). 1963, Warszawa | 110 |
| Serdel J.: Kolpikov M. V.: Pestovanie lesov (Lesovodstvo). 1964, Moskva                                  | 112 |

## СОДЕРЖАНИЕ

Выскот М.: До нового года Леснического журнала (1). — Скутула Л.: Проект решения прочности переборок на горных потоках (20). — Галай И.: Обследование точности метода тарифных различий для определения текущего прироста насаждений (40). — Новотны М.: Ориентировочный анализ информационной системы в лесном хозяйстве (54). — Руприх Я.: Использование транспортных областей при решении транспортной задачи в лесном хозяйстве (77). — Заруба Ц., Шнайдр Я.: Влияние поправки оленями на продукцию древесины (98). — Новости (101).

## CONTENT

Vyskot M.: Lesnický časopis in the New Year (1). — Skatula L.: Proposal of a Solution to the Problem of the Stability of Torrent Dams (20). — Halaj J.: The Investigation of the Exactitude of the Method of Tariff Differences for the Purpose of Determining the Current Increment in Stands (42). — Novotný M.: Orientation Analysis of the Information System in Forestry (54). — Ruprich J.: The Exploitation of Traffic Areas for the Solution of the Problems of Transportation in Forestry (77). — Záruba C., Šnajdr J.: Influence of Red Deer Bark-Scaling on Timber Volume Production (98). — Topical News (101).

## INHALT

Vyskot M.: In das neue Jahr der Lesnický časopis (1). — Skatula L.: Entwurf für die Lösung der Stabilität von Wildbachsperrern (21). — Halaj J.: Genauigkeitsprüfung des Tariffdifferenzverfahrens zur Bestimmung des laufenden Zuwachses von Waldbeständen (43). — Novotný M.: Über die Orientierungsanalyse des Informationssystems in der Forstwirtschaft (55). — Ruprich J.: Die Ausnützung der Transportgebiete bei der Lösung des Transportproblems in der Forstwirtschaft (78). — Záruba C., Šnajdr J.: Einfluß des Schälenschadens des Rotwildes auf die Holzmassenproduktion (99). — Aktualitäten (101).

## TABLE DES MATIÈRES

Vyskot M.: Lesnický časopis en nouvelle année (1). — Skatula L.: Projet de solution de la stabilité des cloisons de torrents (22). — Halaj J.: La reconnaissance de précision de méthode des différences de tarif pour déterminer l'accroissement courant des peuplements (res. An/42, Al/43). — Novotný M.: Analyse d'orientation du système d'information dans l'économie forestière (55). — Ruprich J.: Utilisation des zones de transport lors de la solution du problème des transports dans l'économie forestière (79). — Záruba C., Šnajdr J.: Influence de l'écorçage, dû aux cerfs, sur la production de la matière ligneuse (100). — Actualités (101).

**Novotný V.:** Komplexní čety v lesní těžbě

**Tuhářský P.:** Příspěvek k metodice prieskumu času na oddych pri prácach v lese

**Toman J.:** Mikroklimatické poměry mrazových kotlin na Českomoravské vrchovině

**Mráček Z.:** Výškový růst kultur smrku a ochranných dřevin v mrazových polohách středohor

**Kudela M., Šrámek O.:** Dosavadní zkušenosti s krátkodobou sterilizací půdy Ditethonem v lesních školkách

#### **AKTUALITY**

**Vinš B.:** Lešení pro práce v korunách stromů

**Jančík A.:** K historii přibližování jehličnatých stromů

Několik zajímavých recenzí.

Lesnický časopis č. 2 stojí 12,— Kčs. Objednávky přijímá

**Poštovní novinový úřad, Jindřišská 14, Praha 1**

**Ústav vědeckotechnických informací MZLH, Slezská 7, Praha 2**

---

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

A-10\*61017