

LESNICTVÍ FORESTRY

Volume 39, No. 11, 1993

OBSAH – CONTENTS

- Š i n d e l á ř J.: Předpokládaný vývoj klimatických poměrů ve střední Evropě a reakce dílčích populací některých druhů lesních dřevin na změny prostředí – Expected development of climatic conditions in Central Europe and responses of partial populations of some forest tree species to environmental changes 433
- S i m o n J., D r á p e l a K.: Vývoj vybraných korunových parametrů bukových porostů v oblasti Bílých Karpat – The development of selected crown parameters of beech stands in the area of Bílé Karpaty Mountains 445
- N e r u d a J., U l r i c h R., F r i t z s c h R.: Bagrová výsadba sazenic na obtížně zalesnitelných stanovištích – Planting using an excavator in hardly reforestable sites . . 449
- J a k u b i s M.: K stanoveniu stupňov drsnosti zatrávnenia pre potreby dimenzovania prietokových profilov bystrín – Determination of the rate of roughness due to grassing down for the needs of projecting discharge profiles of torrents 454
- H a n á k K.: Zpevňování lesních odvozních cest ve vztahu k účinkům těžké nákladní dopravy dříví – Reinforcement of forest hauling roads with respect to the effects of heavy timber transportation 464
- A m b r o s Z.: Kombinovaná metoda na určování vegetačního stupně a ekologických řad - A combined method of determining altitudinal zone and ecological series 471

AKTUALITY

- P o l e n o Z.: Ekologicky orientované pěstování lesů (I) – Ecologically sound silviculture 475

LESNICTVÍ - FORESTRY

Mezinárodní vědecký časopis - An International Journal

Redakční rada - Managing Editorial Board

Doc. Ing. Vladimír Č h a l u p a , DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic) - Chairman - předseda

Prof. Ing. Jiří B a r t u n ě k , DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Prof. Ing. Mirjam Č e c h , CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic)

Ing. Ján I l a v s k ý , CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Ing. Jozef K o n ě p k a , CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Prof. Ing. Jan K o u b a , CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic)

Ing. Vladimír K r e ě m e r , CSc. (160 00 Praha 6, Na loukotí 20, Czech Republic)

Ing. Václav L o c h m a n , CSc. (Forestry and Game Management Research Institute, 156 04 Praha 5, Zbraslav-Strnád, Czech Republic)

Prof. Ing. Štefan Š m e l k o , DrSc. (Faculty of Forestry, Technical University, 960 53 Zvolen, T. G. Masaryka 24, Slovak Republic)

Prof. Dr. Ing. Miroslav V y s k o t , DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Vedoucí redaktorka - Editor-in-Chief:

Mgr. Radka Č h l e b e ě k o v á (Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic)

Odborná náplň časopisu

LESNICTVÍ - FORESTRY je mezinárodní vědecký časopis, který publikuje původní výsledky základního a aplikovaného výzkumu ze všech oborů lesnictví mající vztah k lesním ekosystémům střední Evropy. Časopis je vydáván měsíčně.

Rukopisy

Rukopisy nepřesahující 20 stran (psané oběťku, A4 formát) včetně tabulek, obrázků, literatury a abstraktu je třeba zaslat na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Č h l e b e ě k o v á , Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Články jsou publikovány v českém, slovenském nebo anglickém jazyce.

Objednávky a předplatné časopisu

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Hvoždanská 5-7, 149 00 Praha 4.

Scope of Journal

LESNICTVÍ - FORESTRY is an international scientific journal that publishes original results of basic and applied research from all fields of forestry related to forest ecosystems of Central Europe. The journal is published monthly.

Manuscripts

Manuscripts, maximum 20 double-spaced typed pages (A4 size), including tables, figures, references and abstract, should be sent to the editor-in-chief: Mgr. Radka Č h l e b e ě k o v á , Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská-7, Czech Republic. Articles are published in the Czech, Slovak or English language.

Subscription Information

LESNICTVÍ - FORESTRY is distributed by PNS (the First Periodicals Distribution Service). Information on subscription available and subscription orders are accepted in every PNS office, and by the Administrace centralizovaného tisku (Distribution Service of Centralized Press), Hvoždanská 5-7, 149 00 Praha 4-Roztyly, Czech Republic.

PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ KLIMATICKÝCH POMĚRŮ VE STŘEDNÍ EVROPE A REAKCE DÍLČÍCH POPULACÍ NĚKTERÝCH DRUHŮ LESNÍCH DŘEVIN NA ZMĚNY PROSTŘEDÍ

J. Šindelář

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jíloviště-Strnady

Předpokládané změny klimatických podmínek v budoucnu (skleníkový efekt) by měly mít nepochybně výrazný vliv na les. Důsledky klimatických změn bude třeba brát v úvahu zejména při volbě dřevin pro druhovou skladbu lesních porostů. Cílem výzkumu, který se realizoval na vybraných výzkumných plochách provenienčních se smrkem ztepilým, borovicí lesní, modřínem opadavým a jedlí bělokorou, bylo posouzení růstových reakcí potomstev, zastoupených na výzkumných plochách, se zvláštním zřetelem na rozdílnost ekologických podmínek míst původu mateřských porostů a míst výsadby. Výsledky výzkumu naznačují, že tyto dřeviny, zejména pak jejich některé dílčí populace, se vyznačují značnou ekovalencí. Lze proto předpokládat, že uvedené dřeviny bude možné na určitém měřítku uplatňovat v druhové skladbě lesních porostů i tehdy, dojde-li k předpokládaným klimatickým změnám.

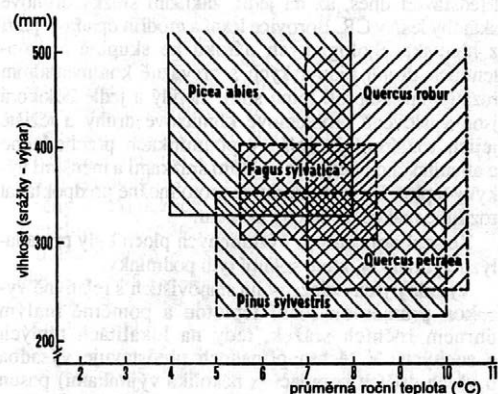
změny klimatu; skleníkový efekt; reakce dřevin; *Picea abies*; *Pinus sylvestris*; *Larix decidua*; *Abies alba*

Mezi četnými problémy spojenými se stavem životního prostředí je v popředí pozornosti tzv. skleníkový efekt. Změny klimatu, tak jak je známe z historie středoevropských lesů, počínaje pozdním glaciálem až po poslední fázi postglaciálu, tj. mladšího subatlantika (F i r b a s, 1949), dále např. teplé období v raném středověku (T h o m a s i u s, 1991) aj. byly důsledkem přirozených geofyzikálních procesů a zákonitostí probíhajících v zemské atmosféře. Současné a v budoucnu očekávané změny však jsou nebo budou vyvolávány převážně činností antropogenní. Za tyto změny je člověk přímo odpovědný a má určité možnosti, jak intenzitu a průběh změn ovlivňovat. Existuje dále nebezpečí, že předpokládané změny klimatu, zejména jako důsledky zvýšených koncentrací oxidu uhličitého a některých dalších plynných substancí, budou probíhat rychlostí, kterou lidstvo nezná. Tato skutečnost může podstatně omezit možnosti, aby se rostliny, živočichové a celé ekosystémy mohly na změněné podmínky prostředí adaptovat.

Předpokládané změny klimatických poměrů musí mít nepochybně výrazný vliv na les, zejména na jeho složení. Při dlouhodobě stabilních podmínkách prostředí se mezi těmito podmínkami a přirozenou vegetací vytváří dynamický rovnovážný stav (T h o m a s i u s, 1992). Jestliže se změní, v našem případě zřetelně zvýší teploty a s nimi řada dalších ekologických faktorů, nutné je tím indukovaná, cestou sukcese, změna přirozené vegetace jakož i změny v růstu a zdravotním stavu uměle založených lesních porostů. Pro tyto předpokládané změny, které nelze přesněji odhadnout, byly zpracovány různé modely a prognózy (pro ČR např. B u č e k, K o p e c k á, 1992). Představu o možných změnách dovoluje např. charakteristika průměrných teplot ve vegetačních lesních stupních pro hercynskou oblast (P l í v a, 1980). Za předpokladu zvýšení teploty o 2 °C by měl dnešní vege-

tační lesní stupeň jedlobukový průměrné teploty, které odpovídají dnešnímu bukodobukovému stupni (P r u d i č, 1990).

Důsledky klimatických změn, které lze do budoucna očekávat, je třeba brát v úvahu zejména při volbě dřevin pro druhovou skladbu lesních porostů. Rozhodující je ekologická amplituda jednotlivých druhů dřevin a jejich regionálních a dílčích populací (proveniencí). Dřeviny, které se vyznačují značnou amplitudou, např. eurypotentní druhy pionýrské, jsou zpravidla charakteristické větší adaptační schopností na změny prostředí než druhy klimaxové, které jsou většinou stenotopní. Ekologická tolerance je obvykle spojena se značnou genetickou proměnlivostí. Zúžení genetické proměnlivosti, k němuž může dojít např. šlechtěním, představuje teoreticky značné riziko pro pěstování. Populace, které rostou v mezních ekologických podmínkách, jsou ohroženy zpravidla silněji než populace v oblastech ekologicky optimálních. V souvislosti s očekávaným oteplováním klimatu a s dalšími doprovodnými změnami má specifickou důležitost reakce druhů, regionálních a dílčích populací dřevin na změnu podmínek prostředí, specificky na vyšší teploty ve srovnání s podmínkami stanovišť jejich původu. Pro sledování reakce lesních dřevin na pozmeněné podmínky prostředí jsou použitelné některé provenienční výsadby. Zvláště vhodné pro tyto účely jsou tzv. pokusy prvního kroku (IUFRO, 1964), které obsahují potomstva dílčích populací z celého areálu nebo velkých částí areálu druhu a slouží k získání základních informací o variabilitě. Několika vybraných výzkumných ploch provenienčních, založených v ČR, bylo proto použito k posouzení reakce dílčích populací (proveniencí) na změněné podmínky prostředí, zejména na posun do prostředí s vyššími teplotami.



1. Ekogramy lesnických významných druhů lesních dřevin v podmínkách střední Evropy (podle Thomasia, 1991) – Ecograms of forest-management important tree species in the conditions of Central Europe (according to Thomasius, 1991)

Cíl výzkumu, který se realizoval na vybraných výzkumných plochách provenienčních se smrkem ztepilým (*Picea abies* L.), borovicí lesní (*Pinus sylvestris* L.), modřínem opadavým (*Larix decidua* Mill.) a jedlí bělokorou (*Abies alba* Mill.), lze formulovat takto:

Posoudit růstové reakce potomstev proveniencí, zastoupených na výzkumných plochách, se zvláštním zřetelem na rozdílnost ekologických podmínek mateřských porostů a míst výsadby. S ohledem na aktuálnost pravděpodobného oteplování klimatu byly pro výzkum voleny plochy, založené na lokalitách s relativně vysokými průměrnými teplotami a nízkým úhrnem ročních srážek. Při výsadbách různých proveniencí lesních dřevin se proto jedná, v podstatě většinou případů, o posun proveniencí do podmínek s vyššími průměrnými ročními teplotami a nižšími ročními úhrny srážek. Tento postup práce, i když procesy nejsou identické s průběhem očekávaných změn v důsledku skleníkového efektu, zvláště pokud jde o jejich časový průběh, může do určité míry simulovat předpokládané změny a vést k přibližným, orientačním poznatkům. Jde o to:

Posoudit, jaké jsou další perspektivy zkoumaných druhů dřevin v lesním hospodářství v průběhu předpokládaných klimatických změn na území ČR. Výsledky pozorování by měly představovat příspěvek do souboru informací, potřebných pro střednědobé a dlouhodobé plánování, specificky v hospodářské úpravě a pro praxi pěstování a ochrany lesů.

Získat představu o nutných opatřeních k zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin do budoucna s přihlédnutím k předpokládaným změnám klimatu, specificky ke zvýšení průměrných ročních teplot a poklesu vlhkosti (snížení rozdílu mezi úhrny srážek a výparem - Thomasius, 1991).

Uvážit reálné možnosti a postupy, které by přispěly k zajištění vhodného osiva a sazenic pro lesní hospodářství v předpokládaných změnách podmínek prostředí.

METODICKÝ POSTUP PRÁCE

K získání informací o reakci dílčích populací dřevin, resp. jejich potomstev na změněné podmínky prostředí byly zvoleny hospodářsky významné jehličnaté druhy. Představují dnes, až na jedli, základní složky druhové skladby lesů v ČR. Borovice lesní a modřín opadavý patří z hlediska ekologických nároků ke skupině eurytopních druhů pionýrských s převážně kontinentálním rozšířením. Naproti tomu smrk ztepilý a jedle bělokora jsou vysloveně problémové klimaxové druhy a těžiště jejich rozšíření je spíše v podmínkách přechodného a atlantického podnebí s vyššími srážkami a menšími výkyvy teplot. U těchto druhů je proto možné předpokládat rozdílné reakce na změny klimatu.

Ze souborů četných výzkumných ploch byly pro analýzu vybrány ty, které splňují tyto podmínky:

Výsadby jsou založeny na stanovištích s relativně vysokou průměrnou roční teplotou a poměrně malým úhrnem ročních srážek, tedy na lokalitách teplých a suchých. V těchto případech představuje výsadba u všech dílčích populací (s několika výjimkami) posun z prostředí chladnějšího a vlhčího do prostředí teplejšího a suššího. Za těchto okolností lze tento postup považovat do určité míry za simulaci procesu, k němuž by mělo během příštích desetiletí docházet (tj. k oteplování a souběžně s tím i k poklesu vlhkosti).

Pro analýzu bylo dále nutné volit takové výsadby, kde jsou jednotlivé provenience, na plochách zastoupené, dostatečně charakterizovány co do podmínek prostředí stanovišť mateřských porostů. Jde - vedle základních zeměpisných údajů včetně nadmořské výšky - alespoň o průměrnou roční teplotu a roční úhm srážek. Tyto informace jsou k dispozici pouze na některých plochách. Provenience na většině experimentálních ploch, a to i mezinárodních (IUFRO), tyto údaje postrádají a jsou často charakterizovány pouze zeměpisnou délkou, šířkou a nadmořskou výškou. Je pochopitelné, že zeměpisné údaje, nadmořská výška, průměrná roční teplota a roční úhm srážek nereprezentují dostatečně ekologické poměry stanovišť mateřských porostů dílčích populací, jejichž potomstva jsou na výzkumných plochách vysazena. Podstatnou úlohu má mj. zejména rozdělení teplot a srážek během roku, teplotní extrémy, výpar aj. Tyto údaje však, až na výjimky, nejsou pro provenienční pokusné výsadby k dispozici. I základní teplotní a srážkové údaje jsou u sortimentu zkoumaných proveniencí často uvedeny neúplně a pro některé provenience zcela chybí. Základní informace o výzkumných plochách jsou uvedeny v tab. I.

Pro analýzu reakce na podmínky prostředí plochy, na níž jsou potomstva vysazena, bylo možné použít pouze znaků, resp. vlastností, které se na výzkumných plochách sledovaly. Většinou se měří a hodnotí výškový růst, v pokročilejším stadiu vývoje pak i výčetní tloušťky, případně objemová produkce a podle povahy dřeviny pak i některé další vlastnosti, např. u modřínu a borovice tvárnost (jakost) kmene, v některých případech stupeň napadení škůdci nebo chorobami (např. rakovinou u modřínu apod.). Významným znakem - zvláště při výsadbě zkoumaného materiálu ve značně pozmeněných, případně až extrémních podmínkách prostředí - je mortalita. Sleduje se zpravidla po výsadbě a event. i v dalších letech až do období, kdy se provádějí na plochách první výchovné zásahy. Údaje o mortalitě nejsou na všech plochách k dispozici. Navíc mohou být ovlivněny nejen geneticky podmíněnými vlastnostmi zkoumaných dílčích populací, ale i jakostí vypěstovaných sazenic, způsobem výsadby, ošetřováním, poškozováním výsadeb škůdci a chorobami aj. Nejsou proto často dostatečně spolehlivé.

Pro analýzu byl na všech plochách zvolen výškový růst (průměrné výšky) zkoumaných proveniencí. Jde o údaj, který je na všech plochách k dispozici. Další údaje, zejména pokud jde o výčetní tloušťky, mohou být do značné míry, v měřítu větším než výškový růst, ovlivněny hustotou výsadby, tj. počtem jedinců na parcelách, který může být značně variabilní. Totéž platí i pro objemovou produkci. Proto nebyly do rámce analýzy zařazeny. U jedle bělokora se do věku 15 let na plochách neprováděly ještě žádné výchovné zásahy. Proto bylo možné, jako další kritérium reakce na změnu podmínek prostředí, použít i mortality, tj. úbytku sazenic na parcelách do výsadby do věku 15 let.

Při rozboru zkoumaného materiálu se vycházelo z údajů, které zjistili a publikovali různí autoři, ať již zakladatelé ploch nebo další pracovníci na plochách. Při analýze bylo nutné vycházet více méně pouze z aritmetických průměrů výšek tak, jak je v publikacích uvádějí pro jednotlivé provenience. Základní údaje měření neměl autor k dispozici. Nebylo proto možné analýzu založit na matematicko-statistickém zpracování materiálu. Bylo nutné se omezit pouze na logickou interpretaci výsledků na základě tabulárních a grafických přehledů.

Dřevina ¹	Pokusná série ²	Lokalita výsadby ³	Nadmořská výška ⁴	Průměrná roční teplota (°C) ⁵	Průměrný roční úhrn srážek (mm) ⁶	Langův dešťový faktor ⁷	Počet zkoumaných proveniencí ⁸	Věk, v němž je plocha hodnocena - let ⁹
Smrk ¹⁰	IUFRO 1938/42	Frýdek-Místek, Dobrá	340	8,0	944	118	24	36
Borovice ¹¹	IUFRO 1938/40	Hůrka	430	7,5	539	72	25	19
Modřín ¹²	IUFRO 1958/59	Třebotov	345	9,3	480	52	49	20
Jedle ¹³	VÚLHM 1975/77	Jilovité	360	9,3	480	52	19	15
	VÚLHM 1975/77	Litovel - Úsov	410	8,0	600	75	25	15

¹tree species, ²experimental series, ³locality of planting, ⁴height above sea level, ⁵average annual temperature, ⁶average annual precipitation amount, ⁷Lang rainfall factor, ⁸number of investigated provenances, ⁹age of area assessment - years, ¹⁰spruce, ¹¹pine, ¹²larch, ¹³fir

Pro každou dílčí populaci (provenienci) na ploše vysazenou byly vypočteny difference mezi charakteristikou prostředí mateřských porostů a charakteristikou místa výsadby potomstva (výzkumné plochy). Provenience byly zgrupovány podle stupně posunu (v průměrné roční teplotě, ročním úhrnu srážek, Langově dešťovém faktoru, nadmořské výšce) a pro jednotlivé soubory byly vypočteny průměrné hodnoty (výšky, u jedle také mortalita). Tyto hodnoty byly konfrontovány s průměrnými hodnotami celého pokusu, event. s hodnotou místní nebo blízké provenience, pokud je na výzkumné ploše zastoupena.

PŘEHLED VÝSLEDKŮ

SMRK ZTEPILÝ

Reakce dílčích populací (proveniencí) smrku ztepilého byla sledována na výzkumné ploše IUFRO 1938/42 - Frýdek-Místek. Plocha byla založena G. Vincentem, hodnocena a výsledky publikovány (Vincent, Flek, 1953; Vincent, Vincent, 1964; Vinš, 1976). Na ploše je vysazeno 24 proveniencí z 15 evropských zemí, mj. tři místní provenience z Moravskoslezských Beskyd. S ohledem na rozmanitost původu jsou i ekologické poměry stanovišť mateřských porostů, jejichž potomstva jsou na ploše vysazena, značně variabilní.

Výsledky hodnocení na základě zgrupování potomstev podle posunu v průměrné teplotě, úhrnu ročních srážek, Langova dešťového faktoru, orientačně i nadmořské výšky nejsou jednoznačné. Tato skutečnost je pochopitelná s ohledem na to, že se z analytických důvodů sleduje vždy pouze vliv jednoho faktoru, zatímco se ve skutečnosti uplatňuje současné působení většího počtu faktorů a jejich interakcí. Podstatnou úlohu, pokud jde o reakci zkoumaných proveniencí, mohou mít i další příčiny (historické aj.), které se mohou výrazně projevit i v ekvalenci.

Základní význam mají z hlediska tematické práce posuny v průměrných ročních teplotách. Difference teplot stanovišť mateřských porostů a místa výsadby jsou značné. Jde z převážné části o posuny do teplejšího prostředí, a to o 1,8 až o 7,9 °C, v šesti případech pak o menší posuny z prostředí s vyšší teplotou do prostředí s teplotou nižší, a to v intervalu od 0,1 až 1,4 °C. Pro konkrétní případ výzkumné plochy Frýdek-Místek lze konstatovat, že smrk ztepilý se z hlediska reakce na změny prostředí jeví jako plastická dřevina s širokou ekvalencí (tab. II). Posun do prostředí s vyšší průměrnou roční teplotou do 2 °C není spojen se snížením výškového přírůstu a vitality. Existují dokonce i dílčí populace, které - pokud jde o průměrnou výšku - reagují, a to pozitivně, na posun větší než 4 °C. Tyto příklady však lze považovat spíše za výjimky.

Pokud jde o roční úhrny srážek, je lokalita pokusné výsadby s 944 mm z hlediska ekologických požadavků smrku ztepilého na vlhkost příznivá. Reakce zkoumaných proveniencí na posun, pokud jde o roční úhrny srážek, nejsou proto jasně patrné. Tato skutečnost může být mj. důsledkem toho, že u proveniencí středoevropských, západoevropských a jihoevropských jde o posuny poměrně malé. Větší posuny jsou spojeny s výsadbou některých proveniencí ze severní Evropy (Skandinávie, Litva, Bělorusko) a to z prostředí s poměrně malými srážkami, avšak současně s výrazně nižšími průměrnými ročními teplotami.

Pokud jde o vlhkostní poměry, vyjádřené Langovým dešťovým faktorem, je lokalita výsadby (podobně jako je tomu u ročního úhrnu srážek) pro ekologické požadavky smrku ztepilého příznivá. Je charakteristická Langovým dešťovým faktorem 118, který dokumentuje, že jde o hranici oblasti humidní až perhumidní. Z hlediska vlhkostních poměrů jsou proto potomstva zkoumaných dílčích populací (proveniencí) vysazena v poměrech suboptimálních až optimálních. Nelze tedy očekávat výrazné reakce z hlediska diferencí (posunů) Langova dešťového faktoru.

S ohledem na to, že pro všechny zkoumané provenience jsou k dispozici údaje o nadmořských výškách lokalit mateřských porostů, byla jako doplněk sledována i reakce proveniencí na posun v nadmořských výškách, tj. na diferenci mezi nadmořskými výškami lokalit jednotlivých proveniencí a nadmořskou výškou lokality výsadby. Podle teoretického předpokladu vykazují v průměru nejrychlejší růst soubor proveniencí, jejichž místa původu se neodlišují od nadmořské výšky výzkumné plochy o více než 400 m. Při větších diferencích je patrný pokles ve výškovém růstu. Jde o jev, který obecně odpovídá dosavadním výsledkům a zkušenostem z provenienčního výzkumu.

Je třeba konstatovat, že výzkumná plocha Frýdek-Místek nepředstavuje pro smrk ztepilý optimální objekt pro řešení problému, který byl formulován jako cíl výzkumu, tj. posoudit růstové reakce dílčích populací dřevin na změny ekologických podmínek prostředí se zvláštním zřetelem k předpokládanému oteplování klimatu a dalších změn spojených s oteplováním. Výzkumná plocha je sice založena v nadmořské výšce 340 m, ve vegetačním lesním stupni bukové, s průměrnou roční teplotou 8,0 °C, avšak průměrný úhrn ročních srážek je vysoký, asi o 350 mm vyšší než je tomu např. v běžných podmínkách hercynské oblasti, nebo asi o 250 až 300 mm větší než v ostatních podmínkách oblasti karpatské. Tyto vysoké srážky, poměrně dlouhá vegetační doba, vlhkostní podmínky vytvářejí obecně vhodné podmínky i pro růst, produkci a zdravotní stav smrku. Tato skutečnost jasně dokumentuje v průměru velmi

II. Průměrné výšky souborů proveniencí podle diferencí ekologických poměrů stanovišť mateřských porostů a ekologických poměrů výzkumné plochy. Smrk ztepilý, plocha IUFRO 1938/42, Frýdek-Místek, Dobrá, hodnocení ve věku 36 let – Mean tree heights of the populations of provenances according to differences in the ecological conditions of parent stand locations and ecological conditions of research area. Norway spruce, IUFRO 1938/42 area, Frýdek-Místek, Dobrá, assessment at 36 years of age

Posun o ²	Počet proveniencí ³	Výška ⁴			Výška v % průměru pokusu ⁵
		min.	max.	Ø	
a) Diference (posuny) průměrných ročních teplot (°C) ¹					
-1,4 - 0	6	14,10	16,65	15,68	97
0,1 - 2,0	5	15,89	17,80	16,90	104
2,1 - 4,0	4	13,66	16,79	15,21	94
4,1 +	3	16,35	18,18	17,41	108
b) Diference (posuny) průměrných úhrnů ročních srážek (mm) ⁶					
do -200	6	15,89	18,18	16,93	105
-199 - 0	7	13,66	15,98	15,05	93
0,1 - 200	5	16,13	17,86	16,96	105
c) Diference (posuny) Langova dešťového faktoru ⁷					
(-) - 0	5	14,10	16,65	15,59	96
- - 20	2	15,89	16,13	16,01	99
21 - 40	4	16,47	17,86	17,16	106
41 - 60	2	15,06	16,79	15,93	98
61 +	5	13,66	18,18	16,25	100
d) Diference (posuny) nadmořských výšek (m) ⁸					
(-) - 0	7	16,35	17,71	16,83	104
1 - 400	8	15,98	18,18	17,09	106
400 - 800	6	12,55	16,08	15,13	94
801 +	3	13,66	15,33	14,36	89

¹a) differences (variations) of average annual temperatures, ²difference, ³number of provenances, ⁴height, ⁵height as percent of the experiment average, ⁶b) differences (variations) of average annual precipitation amounts (mm), ⁷c) differences (variations) of Lang rainfall factor, ⁸d) differences (variations) of heights above sea level (m)

dobry růst smrků na ploše. Průměrná výška vypočtená, bez ohledu na zkoumané proveniencie, pro plochu jako celek výrazně překračuje rámec 1. bonity podle růstových tabulek (S c h o b e r , 1975). Plocha byla pro účely výzkumu zvolena přes uvedenou skutečnost proto, že v České republice v současné době neexistuje jiná plocha, která by byla pro naznačené účely vhodnější.

Na základě analýzy výškového růstu proveniencí na výzkumné ploše Frýdek-Místek lze konstatovat, že smrk ztepilý se v daných podmínkách projevuje jako dřevina poměrně plastická, se širokou ekovalencí, a to i přesto, že jde o druh klimazonální s optimem růstu, pokud jde o podmínky střední, západní a jižní Evropy, v podhorských a horských podmínkách. Výsledky šetření jsou vázány na lokalitu se specifickými podmínkami prostředí a nelze je proto zcela zevšeobecňovat. Naznačují však, že existují určité a pravděpodobně nemalé možnosti pro šlechtitelská opatření tak, aby se smrk ztepilý i v průběhu předpokládaných změn prostředí v budoucnosti mohl v omezeném rozsahu i nadále využívat jako významná dřevina pro lesní hospodářství.

V této souvislosti nelze ovšem opomenout skutečnost, že během umělého rozšiřování smrků ztepilého do oblastí, kde není původní, což probíhá ve větším či menším rozsahu nejméně 200 let, již došlo k postupnému přesunování smrků do prostředí s výrazně vyššími průměrnými ročními teplotami ve srovnání s místy původu porostů, z nichž bylo osivo sklizeno. Smrk se vyskytuje jako dřevina původní (neuvažujeme-li menší extrazonální

vyskyty většinou na menších plochách, podmíněné orograficky a edaficky) ve vegetačním lesním stupni 5 - jedlobukovém, ve větším rozsahu až ve smrkobukovém a vyšších, pak při přesunu do stupně bukového až dubového docházelo k posunům, pokud jde o teplotu, o interval od 0,5 až do 3,0 °C. Pokud jde o roční úhmy srážek, může se jednat o změny až o 300 mm ročně, někdy i více. Z této skutečnosti vyplývá, že možnosti manipulace se smrkem ztepilým z hlediska přesunu do teplejšího a suššího podnebí jsou dosavadním hospodařením v posledních dvou stoletích a minulých desetiletích až do současnosti již do značné míry vyčerpány. Tuto skutečnost dokumentuje mj. i problematický růst smrkových porostů ve vegetačních lesních stupních 1 až 3 a obecně neuspokojivá stabilita a zdravotní stav těchto porostů. Mnoho prostoru pro další manipulace se smrkem při předpokládaných změnách prostředí v důsledku skleníkového efektu již proto nezbyvá. Názory, které naznačují nebo zdůrazňují nutnost redukce zastoupení smrků v druhové skladbě lesních porostů, především ve vegetačních lesních stupních 1 až 4, mají proto racionální základ.

BOROVICE LESNÍ

Reakce důležitých populací (proveniencí) borovice lesní byla analyzována na výzkumné provenienční ploše IUFRO 1938/40 - Hůrka v jižních Čechách. Plochu založil G. Vincent a základem pro hodnocení jsou údaje, které publikovali P o l á k , V i n c e n t (1965). Na lokalitě

III. Průměrné výšky souborů proveniencí podle diferencí ekologických poměrů stanovišť mateřských porostů a ekologických poměrů výzkumné plochy. Borovice lesní, plocha IUFRO 1938/40, Hůrka, hodnocení ve věku 19 let – Mean tree heights of the populations of provenances according to differences in the ecological conditions of parent stand locations and ecological conditions of research area. Scotch pine, IUFRO 1938/40 area, Hůrka, assessment at 19 years of age

Posun o ²	Počet proveniencí ³	Výška ⁴			Výška v % průměru pokusu ⁵
		min.	max.	Ø	
a) Diference (posuny) průměrných ročních teplot (°C) ¹					
do 2	2	6,38	7,33	6,86	94
1,9 - 0,0	6	5,66	7,65	6,75	93
-0,1 - -2,0	8	6,78	8,74	7,90	109
-2,1 - -	1	•	•	5,95	82
b) Diference (posuny) průměrných úhrnů ročních srážek (mm) ⁶					
do 100	7	6,38	8,74	7,56	106
101 - 200	4	5,95	8,30	7,42	104
201 - 300	3	5,27	7,18	6,41	90
301 - 400	2	7,15	8,30	7,73	108
401 +	3	5,66	6,82	6,18	86
c) Diference (posuny) Langova dešťového faktoru ⁷					
do 50	11	5,95	8,74	7,63	105
51 - 100	2	6,82	7,18	7,00	96
101 - 150	2	6,38	7,33	6,86	94
151 +	2	5,66	6,05	5,86	89
d) Diference (posuny) nadmořských výšek (m) ⁸					
do -300	9	5,66	8,74	7,44	104
-299 - -200	7	6,05	7,70	6,91	96
-199 - -100	3	6,78	8,30	7,47	104
-99 - 0	1	•	•	8,30	106
1 - 100	1	•	•	7,15	100
101 +	2	5,27	6,82	6,05	84

For 1 - 8 see Tab. II

je vysazeno 25 proveniencí borovice lesní ze 14 evropských zemí, z toho tři provenience z České republiky. Lokality dvou domácích proveniencí se vyznačují podobnými ekologickými poměry jako plocha výsadby. Sortiment proveniencí testovaných na výzkumné ploše Hůrka je s ohledem na rozmanitost původu velmi variabilní ve všech sledovaných ukazatelích.

Pokud jde o průměrné roční teploty, jde u části proveniencí o posun z teplejšího do chladnějšího prostředí, u zbytku pak o směr opačný. Průběh výškového růstu na ploše, posuzovaný podle diferencí průměrných ročních teplot, odpovídá do značné míry teoretickému předpokladu. Soubor osmi proveniencí s posunem do teplejšího prostředí v intervalu od 4,5 do 0,1 °C je charakteristický výrazně podprůměrným růstem. Totéž platí o druhém extrému, tj. pro posun z výrazně teplejšího klimatu do chladnějšího. Nejlepší výškový růst vykazuje soubor proveniencí, u nichž jde o mírný posun z prostředí teplejšího do chladnějšího (tab. III).

Provenience borovice lesní, které jsou adaptovány na relativně vlhké prostředí (značný roční úhrn srážek, vysoký Langův dešťový faktor), rostou do výšky při posunu do sušších poměrů méně intenzivně než soubory proveniencí, u nichž posun není tak výrazný. Je ovšem diskutováno, zda průměrný roční úhrn srážek, dešťový faktor na straně jedné dostatečně vystihují co do vlhkosti soubor podmínek prostředí a do jaké míry je průměrný výškový

růst zkoumaných proveniencí vhodným indikátorem adaptační schopnosti dílčích populací na straně druhé.

Teoretický předpoklad, že optimální růst by měly vykazovat ty dílčí populace, které pocházejí z obdobných nadmořských výšek jako je místo výsadby, je sice nazna-



2. Výzkumná plocha proveniencí s borovicí lesní série IUFRO 1938/40 - Hůrka. Věk 55 let. V popředí vlevo provenience 33 Breda (Nizozemsko), vpravo Kuř Vody (ČR). - Foto F. B e r a n - Provenance research area with Scotch pine of IUFRO 1938/40 series - Hůrka. Age of 55 years. Provenience 33 Breda (Netherlands) front left, Kuř Vody (CR) right. - The photo by F. B e r a n

čen (tab. III), je však do určité míry překryt početným zastoupením proveniencí ze severovýchodoevropské nížiny (Polsko, baltické země, Bělorusko). Populace z těchto oblastí jsou známy rychlým růstem, dobrou objemovou produkcí a některými dalšími pěstebními důležitými pozitivními znaky a vlastnostmi.

Borovice lesní je dřevina, u níž lze na základě analýzy výškového růstu konstatovat zřetelnou reakci na změny ekologických poměrů, v našem případě na posuny v průměrné roční teplotě, a ve vlhkosti klimatu, charakterizovaném průměrným úhrnem ročních srážek a Langovým dešťovým faktorem. Reakce na posuny jsou do značné míry konformní s teoretickými předpoklady v tom smyslu, že optimální růst a další vlastnosti při výsadbě mimo místo původu by měly vykazovat proveniencie, kde je po stránce ekologické posun nejmenší. Tyto tendence jsou patrné jak při posunu z podnebí chladnějšího do teplejšího, tak zejména při posunu z prostředí vlhčího do suššího.

Borovice lesní vykazuje - s ohledem na rozsáhlý areál a velkou proměnlivost - značnou schopnost adaptace na klimatické podmínky (R u b n e r, 1953). Předpokládá se změny klimatu (skleníkový efekt) by proto měly být u borovice lesní spojeny s menšími problémy ve srovnání s klimaxovými dřevinami jako je smrk ztepilý, jedle bělokorá a snad i buk lesní.

MODŘÍN OPADAVÝ

Reakce dílčích populací (proveniencí) modřínu opadavého byla zkoumána na výzkumné provenienční ploše série IUFRO 1958/59 - Jíloviště-Třebotov. Základem hodnocení jsou výsledky ve věku 20 let (Š i n d e l á ř, 1981). Na lokalitě je vysazeno celkem 49 proveniencí včetně jedné dílčí populace modřínu japonského. Jde o materiál (pokud jde o modřín opadavý) ze sedmi evropských zemí, o dílčí populace z lokalit s velmi variabilními ekologickými podmínkami (interval nadmořských výšek lokalit je 400 až 1800 m, průměrné roční teploty kolísají v mezích 2,7 až 8,0 °C, roční úhrny srážek v intervalu 588 až 1774 mm, Langův dešťový faktor se pohybuje v mezích 20 až 486).

Z hlediska simulace procesu posunu dílčích populací modřínu opadavého výsadbou potomstev do výrazně teplejšího a suššího prostředí je výzkumná plocha 01 - Jíloviště-Třebotov vhodná s ohledem na to, že jde o lokalitu v oblasti aridního až semiaridního charakteru. Prakticky u všech proveniencí, které jsou na výzkumné ploše soustředěny, se s jednou výjimkou jedná o posun do prostředí teplejšího a suššího. Posuny jsou v některých případech velmi výrazné (u průměrných ročních teplot až 7,1 °C, u ročního úhrnu srážek až o 1294 mm, u Langova dešťového faktoru až o číslo 486).

Reakce souboru proveniencí na posun do prostředí s výrazně vyššími průměrnými ročními teplotami, posuzovaná podle výškového růstu potomstev, je zřetelná, avšak poměrně malá. Soubory proveniencí, u nichž diference mezi průměrnou roční teplotou lokalit původu s lokalitou výsadby nepřekračuje 3 °C, vykazují mírně nadprůměrný růst. Při větších diferencích je patrný určitý pokles. Provenience, které se co do průměrné roční teploty lokalit původu jen málo odlišují od místa založení provenienčního pokusu, se blíží ve výškovém růstu průměru pokusu (provenience z nižších poloh jižních svahů italských Alp) nebo vykazují zřetelně nadprůměrný výškový růst (některé autochtonní sudetské provenience

nebo některé provenience alochtonní sudetského původu zejména z lesní oblasti 8a - Křivoklátsko a 8b - Český kras).

Posuzujeme-li výškový růst potomstev dílčích populací modřínu na základě diferencí v ročním úhrnu srážek, lze konstatovat, že nejrychlejší výškový růst vykazují provenience, kde rozdíl v úhrnu srážek není větší než 200 mm. Při větších diferencích je výškový růst pomalejší, avšak u některých kategorií jsou průměrné hodnoty jen o málo menší než je průměr pokusu (tab. IV). Celkově je však možné konstatovat, že při kategorizaci proveniencí podle diferencí ročního úhrnu srážek je naznačen teoreticky očekávaný trend, tj. pokles průměrné hodnoty výšek souborů proveniencí se vzrůstající diferencí úhrnů srážek. Celkový obraz změn do určité míry ovlivňují některé provenience - zejména ze severovýchodních okrajů Alp - z lokalit o ročním úhrnu srážek větším než 1700 mm. Přes tuto skutečnost vykazují potomstva těchto proveniencí při výsadbě na lokalitě s úhrnem srážek pod 500 mm průměrný až mírně nadprůměrný růst.

Tendence proměnlivosti výškového růstu souboru proveniencí kategorizovaných podle hodnot Langova dešťového faktoru je analogická jako u diferencí podle ročního úhrnu srážek. Z tab. IV, části c, je patrný mírně nadprůměrný nebo průměrný výškový růst souborů proveniencí s posunem do 100 jednotek, u dalších kategorií je, až na výjimky, patrný pokles.

Reakce dílčích populací modřínu opadavého a jejich souborů, posuzovaná na základě diferencí vybraných ekologických charakteristik mezi lokalitou původu dílčích populací a místa výsadby potomstev, není příliš výrazná. Průměrné hodnoty výšek souborů proveniencí, zgrupovaných podle rozdílů, se pohybují (až na výjimky) v mezích 90 až 105 % průměru pokusu. Tato skutečnost naznačuje, že modřín opadavý je dřevina velmi plastická, se značnou ekovalencí. Je pochopitelné, že výškový růst, který bylo možné použít pro analýzu, nelze považovat za ukazatel, který by umožnil generalizaci výsledků. Důležitým faktorem, který může být považován za významný ukazatel reakce na změny prostředí, je zdravotní stav, resp. životaschopnost. Na základě pozorování na výzkumné ploše je možné konstatovat, že ani provenience, resp. potomstva, u nichž jde o značné rozdíly



3. Výzkumná plocha s modřínem opadavým série IUFRO 1958/59. Věk 25 let. V popředí vlevo provenience 30 Dobříš (ČR), vpravo 47-Blühnbachtal (Rakousko). Archiv VÚLHM Jíloviště-Strnad - Research area with European larch of IUFRO 1958/59 series. Age of 25 years. Provenance 30 Dobříš (CZ) front left, 47-Blühnbachtal (Austria) right. The archives of the Forest and Game Management Research Institute, Jíloviště-Strnad

IV. Průměrné výšky souborů proveniencí podle diferencí ekologických poměrů stanovišť mateřských porostů a ekologických poměrů výzkumné plochy. Modřín opadavý, plocha IUFRO 1958/59, Třebotov. Hodnocení ve věku 20 let – Mean tree heights of the populations of provenances according to differences in the ecological conditions of parent stand locations and ecological conditions of research area. European larch, IUFRO 1958/59 area, Třebotov. Assessment at 20 years of age

Posun o ²	Počet proveniencí ³	Výška ⁴			Výška v % průměru pokusu ⁵
		min.	max.	Ø	
a) Diference (posuny) průměrných ročních teplot (°C) ¹					
do 1,0	3	11,20	11,56	11,39	98
1,1 - 2,0	11	9,36	13,85	11,86	103
2,1 - 3,0	15	9,46	12,88	11,67	101
3,1 - 4,0	6	10,26	12,96	11,22	97
4,1 - 5,0	7	9,15	12,36	11,53	100
5,1 - 6,0	4	9,11	11,43	10,25	90
6,1 +	3	10,00	12,40	11,36	99
b) Diference (posuny) průměrných úhrnů ročních srážek (mm) ⁶					
0 - 200	16	10,44	13,85	12,10	105
201 - 400	14	9,46	12,53	10,73	93
401 - 600	10	9,11	12,88	11,20	97
601 - 800	5	9,36	11,98	10,37	90
801 - 1000	1	•	•	11,28	98
1000 +	3	11,24	12,05	11,57	100
c) Diference (posuny) Langova dešivového faktoru ⁷					
0 - 50	20	9,46	13,85	11,79	102
51 - 100	14	9,36	12,96	11,61	101
101 - 150	4	10,39	12,01	11,33	98
151 - 200	4	9,15	12,05	10,86	94
201 - 250	2	9,11	9,84	9,48	82
251 - 300	3	10,00	12,40	11,36	99
301 +	2	11,24	11,43	11,36	99
d) Diference (posuny) nadmořských výšek (m) ⁸					
0 - 300	23	9,46	13,85	11,84	103
301 - 600	8	10,39	12,96	11,91	103
601 - 900	9	10,26	12,36	11,19	97
901 - 1200	5	9,84	12,40	11,36	99
1201 +	4	9,11	10,00	9,41	82

For 1 - 8 see Tab. II

v klimatických ukazatelích, nevykazují ve srovnání s celkovým průměrným stavem plochy žádné nápadné projevy zhoršené vitality. I tato skutečnost dokumentuje značnou ekvalenci modřínu opadavého jako druhu a možnosti jeho potenciálního využití v lesním hospodářství ČR v situacích, jestliže k předpokládaným změnám klimatu v důsledku skleníkového efektu skutečně dojde.

JEDLE BĚLOKORÁ

Předpokládáné nebo očekávané potenciální oteplení prostředí spojené mj. se snížením vlhkosti v důsledku zmenšení úhrnu srážek a zvýšení jejich nepravidelnosti by mohlo ve středoevropských podmínkách postihnout, teoreticky výrazněji než ostatní dřeviny, i jedli bělokora. Přirozené rozšíření jedle dokumentuje, že jde o více méně stenotopní dřevinu oceánického klimatu s mírnými zimami. K faktorům, které limitují její spontánní výskyt, je

dostatečný úhrn srážek zejména ve vegetační době a tuhé zimy. Neproniká proto výrazněji do oblasti kontinentálního klimatu. Přestože podíl jedle v druhové skladbě lesních porostů ČR je kritický, pouze asi 1 % plochy, lesní hospodářství ČR s jedlí bělokora do budoucna počítá. Jsou zpracovány a realizovány programy k záchraně a reprodukci genových zdrojů, jedle se navrhuje dnes, v nově koncipovaných modelech hospodářských opatření, ve zvýšené míře pro druhovou skladbu lesních porostů.

Základem pro posouzení reakce dílčích populací jedle bělokora na přenos do zmíněných podmínek prostředí je výzkumná provenienční plocha 57 - Jíloviště, založená v lesní oblasti 10 - Středoevropská pahorkatina, na rozhraní vegetačního lesního stupně 1 - dubového a 2 - bukodubového v souboru lesních typů 1 H - správozá habrová doubrava. Plocha byla založena v r. 1975 (Šindelář) a hodnocena ve věku 15 let (Hynek, 1989). Na ploše je vysazeno 19 proveniencí jedle bělokora z různých oblastí

V. Průměrné výšky souborů proveniencí podle diferencí ekologických ukazatelů stanovišť mateřských porostů a ekologických ukazatelů. Stanoviště výzkumné plochy. Jedle bělokorá, plocha Jíloviště-Cukrák, hodnocení ve věku 15 let – Mean tree heights of the populations of provenances according to differences in the ecological indicators of parent stand locations and ecological indicators. Research area location. Silver fir, Jíloviště-Cukrák area, assessment at 15 years of age

Posun o ²	Počet proveniencí ³	Výška ⁴			Výška v % průměru pokusu ⁵
		min.	max.	Ø	
a) Diference (posuny) průměrných ročních teplot (°C) ¹					
do 0	2	1,03	1,15	1,09	102
0,1 - 2,0	5	0,91	1,18	1,05	98
2,1 - 4,0	9	0,79	1,41	1,08	101
4,1 +	3	0,84	1,45	1,09	102
b) Diference (posuny) průměrných úhrnů ročních srážek (mm) ⁶					
0 - 300	7	0,98	1,22	1,10	103
301 - 600	8	0,83	1,45	1,08	101
601 - 900	2	0,84	1,03	0,94	88
901 +	2	0,79	1,39	1,09	102
c) Diference (posuny) Langova dešťového faktoru ⁷					
0 - 50	7	0,91	1,22	1,11	104
51 - 100	6	0,90	1,41	1,06	99
101 - 150	3	0,83	1,45	1,09	102
151 +	3	0,79	1,39	1,01	94
d) Diference (posuny) nadmořských výšek (m) ⁸					
0 - 200	7	0,98	1,41	1,16	108
201 - 400	3	0,90	1,39	1,09	102
401 - 600	5	0,83	1,03	0,94	88
601 - 800	1			0,79	74
801 +	3	0,91	1,45	1,17	109

For 1 - 8 see Tab. II

areálu z osmi zemí včetně České republiky. Ekologické poměry lokalit původu proveniencí jsou velmi variabilní. Průměrné roční teploty kolísají v mezích 3,4 až 12,3 °C, roční úhrny srážek v intervalu 577 až 1833 mm, Langův dešťový faktor se pohybuje v mezích od 81 do 324 jednotek. Jde tedy o prostředí semihumidní až perhumidní.

Pro ověření informací získaných na ploše 57 - Jíloviště byla analyzována potomstva jedle bělokoré na další ploše, a to 70 - Litovel-Úsov, lokalita Veleboř v lesní oblasti 31 - Českomoravské mezihory, ve vegetačním lesním stupni 3 - dubobukovém. Na ploše je vysazeno 25 proveniencí jedle bělokoré z ČR a dalších sedmi zemí. Některé provenience jsou vysazeny na obou sledovaných plochách.

Z hlediska simulace procesu přenesení do ekologických podmínek teplejších a sušších jsou obě plochy vhodné. Jde zejména o plochu Jíloviště, kde jde u všech proveniencí o přenos dílčích populací do oblasti s menším ročním úhrnem srážek, s menší hodnotou Langova dešťového faktoru a v sedmácti případech z devatenácti o posun do prostředí s vyšší průměrnou roční teplotou.

Pracovní hypotéza, tj. nižší mortalita a lepší výškový přírůstek u potomstev proveniencí, jejichž ekologické poměry lokalit původu se blíží nebo se málo odlišují od ekologických charakteristik místa výsadby, a tendence zhoršování růstu a zvyšování mortality, v souvislosti se zvětšujícími se rozdíly, je na ploše 57 Jíloviště v některých případech skutečně naznačena. Zřetelná je u průměrných ročních úhrnů srážek, méně patrná je u diferencí Langova dešťového faktoru a u rozdílu nadmořských výšek. Neprojevuje se u posunu teplot a to ani u mortali-

ty, ani u průměrných výšek. Průměrné hodnoty výšek, kategorizované podle diferencí teplot, jsou málo variabilní a pohybují se na ploše 57 Jíloviště těsně kolem aritmetického průměru v mezích 98 až 102 %.

Podobně, ne zcela jednoznačné tendence proměnlivosti jak v mortalitě, tak i ve výškovém růstu na základě rozdílu vybraných ekologických charakteristik mezi lokalitami zkoumaných proveniencí a lokalitou výsadby se projevují i u výzkumné plochy 70 - Litovel-Úsov.

S ohledem na tyto skutečnosti je možné konstatovat, že jedle bělokorá, považovaná oprávněně za druh citlivý ke změnám podmínek prostředí - zvláště náhlým až extrémním (sucho, mraz, náhlé oslunění aj.) - je schopna, alespoň do věku 15 let, určité adaptace, a to i na velké rozdíly klimatických podmínek. Toto zjištění je u jedle bělokoré do značné míry překvapující a naznačuje, že i při předpokládaných změnách klimatických podmínek do budoucna (skleníkový efekt) může mít i tato dřevina předpoklady dalšího lesnického využívání, zvláště ve specifických relativně příznivějších podmínkách.

Pozoruhodná je ekvalence některých vybraných populací např. 82 - Vizovice, 132 - Rilske gory (Bulharsko), které i při velmi značných posunech v nadmořských výškách, teplotách, srážkách a dešťovém faktoru vykazují na obou výzkumných plochách velmi nízkou mortalitu a výrazně nadprůměrný výškový růst. Tyto jednoznačné výsledky specificky u těchto proveniencí dokumentují, že ekvalence, charakterizovaná mortalitou a nadprůměrným výškovým růstem, je geneticky podmíněna a může být event. využita šlechtitelským výběrem.

VI. Průměrná mortalita souborů proveniencí podle diferencí ekologických ukazatelů stanovišť mateřských porostů a ekologických ukazatelů výzkumné plochy. Jedle bělokorá, plocha Jíloviště-Cukrák, hodnocení ve věku 15 let – Average mortality rate of the populations of provenances according to differences in ecological indicators of parent stand locations and ecological indicators of research area. Silver fir, Jíloviště-Cukrák area, assessment at 15 years of age

Posun o ²	Počet proveniencí ³	Mortalita ⁴			Mortalita v % průměru pokusu ⁵
		min.	max.	Ø	
a) Diference (posuny) průměrných ročních teplot (°C) ¹					
do 0	2	55	61	38	116
0,1 - 2,0	5	44	62	53	106
2,1 - 4,0	9	22	71	47	94
4,1 +	3	17	69	46	92
b) Diference (posuny) průměrných úhrnů ročních srážek (mm) ⁶					
0 - 300	7	35	56	46	92
301 - 600	8	22	65	48	96
601 - 900	2	55	69	62	124
901 +	2	37	71	60	120
c) Diference (posuny) Langova dešťového faktoru ⁷					
0 - 50	7	35	62	51	102
51 - 100	6	22	55	45	90
101 - 150	3	17	65	48	96
151 +	3	37	71	59	118
d) Diference (posuny) nadmořských výšek (m) ⁸					
0 - 200	7	22	56	42	84
201 - 400	3	37	65	49	98
401 - 600	5	51	69	58	116
601 - 800	1	•	•	71	142
801 +	3	17	62	47	94

For 1 - 2, 6 - 8 see Tab. II, ³number, ⁴mortality, ⁵mortality as percent of the experiment average

DISKUSE

Z výsledků výzkumu a ze zkušeností je známo, že dílčí populace lesních dřevin (a to i jednoho a téhož druhu) mohou vykazovat značnou proměnlivost ve schopnosti adaptace na podmínky prostředí. Tuto skutečnost dokládá řada poznatků ze sérií provenienčních pokusů např. pro smrk ztepilý a borovici lesní (Gierthy, 1976, 1979; Šindelář, 1979, aj.). Je propracováno i několik metod pro posouzení ekvalence dílčích populací lesních dřevin, např. grafická, Giertycha, Finlay-Wilkinsonova, Wrickeho (Šindelář, 1979). Aplikace těchto metod však předpokládá možnost využití alespoň dvou, podle možnosti většího počtu výzkumných ploch jedné a téže pokusné série.

Dokladem značné schopnosti adaptace na změněné podmínky prostředí je masová introdukce rostlin, mj. i lesních dřevin mimo areál i na velké vzdálenosti. Vedle zmíněného uplatňování smrku ztepilého v podmínkách, kde není původní dřevinou, je dalším příkladem tohoto postupu introdukce douglasky tisolisté z USA a Kanady do Evropy, která při řadě dílčích neúspěchů má ve většině případů pozitivní výsledky. Dostatečné zhodnocení tohoto procesu není většinou možné s ohledem na to, že chybí potřebné údaje o ekologických poměrech stanovišť mateřských porostů. Při tom je douglaska tisolistá, jejíž areál je rozsáhlý, dřevina velice proměnlivá co do stanovištních nároků, kde roste. Průměrná teplota v rámci areá-

lu v měsíci červenci se např. pohybuje v mezích od 7 do 27 °C, průměrné roční úhrny srážek od 360 do 3400 mm (Burns, Honkala, 1990). Podobných případů



4. Výzkumná plocha 57 s jedlí bělokorou, Jíloviště. Věk 17 let. V popředí vlevo provenience 32 Nýrsko-Dešenice (ČR), vpravo S 14-Svidník Komárník (SR). Archiv VÚLHM Jíloviště-Stmady – Research area 57 with silver fir, Jíloviště. Age of 17 years. Provenience 32 Nýrsko-Dešenice (CR) front left, S 14-Svidník Komárník (SR) right. The archives of the Forest and Game Management Research Institute, Jíloviště-Stmady

VII. Průměrné výšky souborů proveniencí podle diferencí ekologických ukazatelů stanovišť mateřských porostů a ekologických ukazatelů stanovišť výzkumné plochy. Jedle bělokorá, plocha Litovel, Úsov, hodnocení ve věku 15 let – Mean tree heights of the populations of provenances according to differences in ecological indicators of parent stand locations and ecological indicators of research area location. Silver fir, Litovel area, Úsov, assessment at 15 years of age

Posun o ²	Počet proveniencí ³	Výška ⁴			Výška v % průměru pokusu ⁵
		min.	max.	Ø	
a) Diference (posuny) průměrných ročních teplot (°C) ¹					
do 0	3	1,00	1,58	1,30	64
0,1 - 2,0	15	1,36	2,73	2,16	106
2,1 - 4,0	7	0,99	2,54	1,83	90
b) Diference (posuny) průměrných ročních úhmů srážek (mm) ⁶					
0 - 300	17	0,99	2,73	1,94	95
301 - 600	6	1,81	2,68	2,01	99
601 - 900	•				
901 +	2	1,00	2,06	1,53	75
c) Diference (posuny) Langova dešťového faktoru ⁷					
0 - 50	8	1,31	2,73	1,96	96
51 - 100	13	0,99	2,68	2,01	99
101 - 150	2	1,40	2,30	2,10	103
151 +	2	1,00	2,06	1,52	75
d) Diference (posuny) nadmořských výšek (m) ⁸					
0 - 200	12	1,36	2,73	2,13	104
201 - 400	9	0,99	2,51	1,92	94
401 - 600	2	1,31	1,90	1,61	79
601 - 800	1			1,00	49
801 +	1			2,30	113

For 1 - 8 see Tab. II

rozsáhlé introdukce lesních dřevin je celá řada (např. *Pinus radiata*, některé druhy rodu *Eucalyptus* aj.) a ještě více u dalších užitkových rostlin (kávovník, kakaoovník aj.). V řadě případů je introdukce cizokrajných rostlin v pokročilejších fázích procesu spojována se selekcí (výběr vhodných dílčích populací) nebo šlechtěním.

Simulace procesu reakce dílčích populací lesních dřevin na změny podmínek prostředí, hodnocení výsledků z provenienčních ploch na bázi diferencí mezi ekologickými poměry stanovišť mateřských dílčích populací a stanovišť výsadby potomstev může být předmětem diskusí. Jde nejen o celkový principiální metodický přístup, ale i o konkrétní zvolená kritéria analýzy a hodnocení (vybrané ekologické faktory, zvolené znaky nebo vlastnosti zkoumaných dílčích populací - výškový růst, mortalita). Adaptace dílčích populací na změněné podmínky prostředí je proces komplexní povahy, kde se současně uplatňuje řada ekologických faktorů ve vzájemných interakcích. Rovněž celková reakce biologického materiálu se projevuje v souborech a interakcích řady znaků a vlastností, které dokumentují úroveň životaschopnosti i ekonomicky hodnotitelné výkonnosti. Je jisté, že lze jen podmíněně simulovat proces oteplování klimatu (skleníkový efekt) posunem dílčích populací lesních dřevin do teplejšího a suššího prostředí provenienčních výzkumných ploch.

Přes tyto skutečnosti je možné získané informace považovat za malý příspěvek pro základní orientaci teoretických i praktických aktivit v lesnickém výzkumu, hospodářské úpravě lesů a lesnické praxi. V rámci opatře-

ní k řešení druhové a odrůdové skladby lesních porostů v předpokládaných změnách ekologických podmínek bude mít značnou úlohu genetika a šlechtění lesních dřevin a s těmito obory spojené další práce v oboru introdukce dřevin, v lesním semenářství a výrobě sazenic lesních dřevin. Úkolem těchto oborů bude mj. využívání přirozené variability dřevin, hlavně jejich ekvalence vhodně orientovanou selekcí.

SOUHRN A ZÁVĚRY

Předpokládané změny klimatických podmínek v budoucnu jako důsledek tzv. skleníkového efektu by měly mít nepochybně výrazný vliv na les, zejména na jeho složení a produkci. S ohledem na tuto skutečnost je třeba s předstihem již dnes věnovat potenciálnímu oteplení klimatu a s tímto jevem spojeným dalším změnám určitou pozornost. Důsledky klimatických změn bude třeba brát v úvahu zejména při volbě dřevin pro druhovou skladbu lesních porostů. Specifickou důležitostí má reakce druhů, regionálních a dílčích populací na změněné podmínky prostředí (zejména na vyšší teploty) ve srovnání s podmínkami stanovišť jejich původu.

Cílem výzkumu, který se realizoval na vybraných výzkumných plochách provenienčních se smrkem ztepilým, borovicí lesní, modřínem opadavým a jedlí bělokorou, bylo posouzení růstových reakcí potomstev, zastoupených na výzkumných plochách, se zvláštním zřetelem na rozdílnosti ekologických podmínek míst původu mateřských porostů a míst výsadby. Tento postup hodnocení

VIII. Průměrná mortalita souborů proveniencí podle diferencí ekologických ukazatelů stanovišť mateřských porostů a ekologických ukazatelů stanoviště výzkumné plochy. Jedle bělokorá, plocha Litovel, Úšov, hodnocení ve věku 15 let – Average mortality rate of the populations of provenances according to differences in ecological indicators of parent stand locations and ecological indicators of research area location. Silver fir, Litovel area, Úšov, assessment at 15 years of age

Posun o ²	Počet proveniencí ³	Mortalita ⁴			Mortalita v % průměru pokusu ⁵
		min.	max.	Ø	
a) Diference (posuny) průměrných ročních teplot (°C) ¹					
do 0	3	13	50	35	109
0,1 - 2,0	15	20	47	29	91
2,1 - 4,0	7	16	57	32	100
b) Diference (posuny) průměrných ročních úhrnů srážek (mm) ⁶					
0 - 300	17	20	57	35	109
301 - 600	6	16	32	25	78
601 - 900	•				
901 +	2	36	43	40	125
c) Diference (posuny) Langova dešťového faktoru ⁷					
0 - 50	8	20	55	39	122
51 - 100	13	20	57	30	94
101 - 150	2	16	25	21	66
151 +	2	36	43	40	125
d) Diference (posuny) nadmořských výšek (m) ⁸					
0 - 200	12	20	50	34	106
201 - 400	9	20	57	31	97
401 - 600	2	25	55	40	125
601 - 800	1			43	134
801 +	1			16	50

For 1 - 8 see Tab. VI

může do určité míry simulovat proces posunu klimatických ukazatelů, k němuž by v budoucnu mělo docházet.

Smrk ztepilý, borovice lesní, modřín opadavý i jedle bělokorá - zejména pak některé dílčí populace těchto dřevin - se vyznačují značnou ekovalencí. Mnohé z proveniencí rostou uspokojivě i po posunech do podmínek výrazně teplejších a sušších ve srovnání s poměry lokalit mateřských porostů. Výsledky získané analýzou potomstev na výzkumných plochách potvrzují do značné míry i praktické zkušenosti s pěstováním dřevin mimo areál původního rozšíření, často ve výrazně odlišných podmínkách prostředí, mj. četné poznatky z introdukce cizokrajných dřevin a z ekologické analýzy areálů (Thomasius, 1991, aj.). Lze proto předpokládat, že tyto dřeviny (zejména vybrané dílčí populace) bude možné v určitém měřítku uplatňovat ve druhové skladbě lesních porostů i tehdy, dojde-li k předpokládaným změnám. Zdá se, že zcela pesimistické varianty prognóz v lesním hospodářství nejsou pravděpodobné.

Problematika konkrétních opatření v lesním hospodářství ve vztahu k předpokládaným změnám klimatu v budoucnu je předmětem pozornosti řady autorů a mnohé náměty byly publikovány (Thomasius, 1991; Prudič, 1990; Zatloukal, 1993; Jeník, 1993; Scholz, 1993). V rámci příspěvku se navrhuje některé další dílčí náměty, které bezprostředně souvisejí s tematikou a které současně představují stanovisko k problémům formulovaným v cíli výzkumu.

Doporučuje se postupně zvyšovat biodiverzitu lesních porostů (především druhovou) jako jedno z významných

opatření ke zvýšení stability lesních ekosystémů. Biodiverzitu je třeba sledovat a zajišťovat nejen globálně, např. v rámci lesního hospodářského celku, ale v každém konkrétním lesním porostu.

Základem druhové skladby lesních porostů by měly být lesní dřeviny na daném stanovišti původní.

Je třeba postupně a výrazně snižovat podíl smrku v druhové skladbě a to zejména v nižších polohách včetně vegetačního lesního stupně 4 - bukového.

Je žádoucí výrazně zvýšit podíl dřevin listnatých v druhové skladbě lesních porostů a to nejen dřevin hospodářsky nejvýznamnějších jako jsou duby a buk, ale i dalších druhů, které jsou nebo byly součástí přirozených ekosystémů.

Doporučuje se uvážít a realizovat vhodnou transformaci dosavadního systému hospodaření v lesích ČR s využitím vhodných prvků hospodářství blízkého přírodě.

Opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů lesních dřevin a zajištění reprodukčního materiálu se doporučuje orientovat mj. na původní dílčí populace v teplejších a sušších oblastech (např. smrku ztepilého v nižších polohách jako je Dolní Posázaví, Střední Povltaví, modřínu opadavého a jedle bělokoré v nižších polohách Nízkého Jeseníku aj.). Tyto dílčí populace mohou mít specifický význam pro lesní hospodářství pro případ, že se v budoucnu důsledky skleníkového efektu projeví výrazněji.

Péče o lesy v předpokládaných změnách ekologických podmínek v budoucnu je a bude spojena s řadou problémů výzkumného charakteru, které bude třeba s předstihem řešit, a to zejména v oboru genetiky,

šlechtění a introdukce lesních dřevin v souvislosti se zajišťováním vhodného reprodukčního materiálu pro obnovu lesních porostů a zalesňování. Pro řešení těchto problémů bude třeba formulovat vhodné strategie a věnovat jim přiměřenou část kapacit lesnického výzkumu.

Literatura

- FIRBAS, F.: Waldgeschichte Mitteleuropas. 1. svazek, 1949, Jena, G. Fischer: 480.
- GIERTYCH, M.: Summary results on the IUFRO 1938 Norway spruce (*Picea abies* L.) Karst., provenance experiment, height growth. *Silvae Genet.*, 25, 1976, č. 5-6.
- GIERTYCH, M.: Summary of results on European larch (*L. decidua* Mill.) height growth in the IUFRO provenance experiment. *Silvae Genet.*, 28, 1979, č. 5-6.
- HYNEK, V.: Zhodnocení série provenienčních výzkumných ploch s jedlí bělokorou v ČR. [Závěrečná zpráva.] VÚLHM Jilovistě-Střady, 1989: 90.
- JENÍK, J.: Vliv změn klimatu na lesy. *Zemědělec*, 7. 4. 1993: 9.
- BUČEK, A. - KOPECKÁ, V.: Variantní modelování dlouhodobých změn ekologických podmínek lesů České republiky s využitím registru biogeografie ISÚ. In: Sbor. Skladebné prvky systému ekologické stability v lesích, I, 1992: 26.
- PLÍVA, K.: Diferencované způsoby hospodaření v lesích ČR. Praha, MLVH ČR 1980: 214.
- POLÁK, O. - VINCENT, G.: Ekotypy borovice lesní a jejich vzrůst. Sbor. Vys. školy zemědělské, Brno, C, 1965, 3: 229-252.
- PRUDICH, Z.: Sklenkový efekt a obnova lesa. *Lesn. Práce*, 59, 1990: 370-371.
- RUBNER, K.: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. Neumann Verlag Radebeuer und Berlin, 1953: 583.
- SCHÖBER, R.: Ertragstafeln wichtiger Baumarten. Frankfurt a. M., J. D. Sauerländer's Verlag 1975: 154.
- SCHOLZ, F.: Anforderungen an die forstliche Forschung aufgrund der prognostizierten Klimaänderungen. *Allg. Forstz.*, 1993, č. 12: 592-595.
- ŠINDELÁŘ, J.: K problému adaptační schopnosti dřích populací lesních dřevin zkoumaných v provenienčních pokusech. In: Sbor. Provenienční výzkum lesních dřevin. Praha, 1979: 257-282.
- ŠINDELÁŘ, J.: Zhodnocení výzkumné provenienční série modřínu IUFRO 1962 ve věku 20 let. [Závěrečná zpráva.] VÚLHM Jilovistě-Střady, 1981: 58 s.
- THOMAS, H.: Mögliche Auswirkungen einer Klimaänderung auf die Wälder in Mitteleuropa. *Der Dauerwald*, 1991, č. 5: 4-20.
- VINCENT, G. - FLEK, J.: Pokusné plochy provenienční se smrkem. *Práce výzk. Úst. lesn. ČSFR*, 1953, 3: 205-236.
- VINCENT, G. - VINCENT, J.: Ekotypy smrku ztepilého, jejich vzrůst a dřevní produkce. *Lesn. Čas.*, 10, 1964, č. 2: 111-132.
- VINŠ, B.: Mezinárodní provenienční pokus se smrkem IUFRO, série 1938. 2. sdělení. Taxační vyhodnocení pokusných ploch v Beskydech v r. 1974. *Čas. Slez. Muz.*, 1976: 1-24.
- ZATLOUKAL, V.: Pěče o les ve změnách ekologických podmínek. *Zemědělec*, 7. 4. 1993: 9.
- IUFRO: Vereinheitlichung der Methoden der Forstlichen Herkunftsforschung. 1956: 62.

Došlo 30. 8. 1993

ŠINDELÁŘ, J. (Forest and Game Management Research Institute, Jilovistě-Střady): *Expected development of climatic conditions in Central Europe and responses of partial populations of some forest tree species to environmental changes.* *Lesnictví-Forestry*, 39, 1993 (11): 433-444.

Expected changes in climatic conditions in future as a consequence of so called glasshouse effect should un-

doubtedly have large impacts on the forest - particularly on its structure and output. With respect to this fact it is currently necessary to pay certain attention in advance to potential climate warming up and to other changes associated with this phenomenon. The consequences of climatic changes should be considered when suitable tree species are chosen for the species composition of forest stands. Responses of tree species, regional and partial populations to altered environmental conditions are of specific importance, they respond specifically to higher temperatures in comparison with the conditions of the locations of their origin.

The objective of research conducted on some provenance research areas with Norway spruce, Scotch pine, European larch and silver fir was to assess the growth response of progenies on research areas to differences in ecological conditions of the places of origin of parent stands and places of planting. This procedure of assessment can simulate variations in temperatures or other environmental characteristics that are expected to take place in future.

Ecovalece is a trait typical of commercial coniferous species, such as Norway spruce, Scotch pine, European larch, silver fir, and particularly of some partial populations of these species. Many provenances have satisfactory increments even if they are transferred to considerably warmer and drier conditions in comparison with the conditions of parent stand localities. The results acquired by analysis of the progenies on research areas largely confirm practical experience of tree species growing outside of the area of original distribution, often in considerably different environmental conditions, among other things knowledge of exotic species introduction and ecological analysis of areas of distribution. We can therefore assume that it will be possible to plant the tested species, and their partial populations, to a certain extent as part of the species composition of forest stands even if the expected changes take place. Fully pessimistic scenarios of prognoses do not seem probable in forest management.

It is recommended to increase forest stand biodiversity - particularly species biodiversity - as one of the important measures to enhance forest ecosystem stability. Forest species autochthonous at the given locality should represent the basic species. In the conditions of the Czech Republic the percentage of Norway spruce in the species composition of forest especially at lower locations should gradually decrease. It is desirable at the same time to increase the percentage of broadleaved species, not only of the commercial species (oak, beech) but also of other species which are, or used to be, a part of natural ecosystems. We recommend to contemplate and implement suitable transformation of the present system of management in the CR forests applying convenient tools of environment-friendly management. Measures to conserve and reproduce gene sources of forest tree species and to provide for reproduction material should be oriented, among other things, to the original partial populations in warmer and drier regions.

climatic changes; glasshouse effect; responses of tree species

Kontaktní adresa:

Ing. Jiří Šindelář, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jilovistě-Střady

VÝVOJ VYBRANÝCH KORUNOVÝCH PARAMETRŮ BUKOVÝCH POROSTŮ V OBLASTI BÍLÝCH KARPAT

J. Simon, K. Drápala

Vysoká škola zemědělská, lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 3, 613 00 Brno

Příspěvek se zabývá analýzou vybraných korunových parametrů vzorníků na zkusných plochách (na časové řadě bukových porostů v oblasti Bílých Karpat) v návaznosti na vypracovaný model vývoje porostů (Simon et al., 1992). Základní korunové parametry - objem a povrch koruny - jsou modelovány jako objem a plášť rotačních těles, pro vyrovnání v časové řadě bylo použito Korfovy růstové funkce. Obě veličiny mají plynulý a vyrovnaný průběh. Hodnoty dalších analyzovaných parametrů (délka zelené koruny, maximální šířka zelené koruny, výška počátku zelené koruny atd.) narůstají se vzrůstajícím věkem, pokryvnost listoví je v podstatě vyrovnaná. Analýza parametrů větví potvrdila známý fakt, že buk je dřevina neobyčejně plastická, dynamicky využívající růstový prostor. Počátek změn korunových parametrů v souvislosti se stárnutím porostu se začíná projevovat ve věku nad 170 let.

buk; parametry koruny; vývoj koruny; modelování porostu

Bílé Karpaty, a zejména jejich přhraniční část v oblasti Vlárského průsmyku, patří z hlediska přírodních podmínek a skladby lesních porostů k výrazně vyhraněným lokalitám s přirozeným bukovým hospodářstvím s vysokou produkci a kvalitou. Oblast geograficky přísluší k magurskému flyši s převahou vápnitých pískovců a jílovců s reliéfem tvořeným masivními plochými hřbety a slabě rozčleněnými svahy (Příšpa, 1990). Je zde výrazná převaha živné ekologické řady s půdami bohatými na vápník s příznivým vodním režimem. Oblast klimaticky patří do kategorie mírně teplé s bohatým srážkovým úhrnem (Příšpa, Žlábk, 1986). Původní mnohdy dochované porosty lze charakterizovat jako porosty smíšené, s dominantním zastoupením buku (Příšpa, 1992), který je tady v současné době hlavním hospodářskou dřevinou. Z hlediska uplatňované fyto techniky je zde typické využít přirozené obnovy v delších časových rámcích a dlouhodobé uplatňování speciálního pěstebního programu, zaměřeného na trvalé hodnocení celého porostu a odstraňování tzv. škodících jedinců ve snaze podpořit jedince na-

děné, v podstatě bez ohledu na sociální postavení a objemová kritéria (Indruch, 1985).

Bukové porosty lokality se zejména z důvodu vhodných přírodních podmínek vyznačují vysokou produkcí. Většinu porostů lze zařadit do prvního a druhého bonitního stupně s absolutní bonitou ve věku obmýtlí kolem hodnoty 40 m, v refugích původních porostů ve věku zhruba 180 let byla zjištěna střední porostní výška kolem 45 m (Simon). Modelová hodnota celkové objemové produkce pro dobu obmýtlí (HS 45, doba obmýtlí 120 let) byla stanovena na 1373 m³·ha⁻¹ (Simon et al., 1992). Tento moment, vysoká produkce stejně jako uplatňování speciálního pěstebního programu je obecně známou záležitostí, v literatuře různě komentovanou, přesto však ne nalazeme komplexní analýzu a zhodnocení růstového a produkčního procesu porostů z oblasti jako nutnou záležitost pro rozvoj hospodaření. Tímto problémem se dříve zabývaly studie Simon et al. (1992), která hodnotí vývoj vybraných dendrometrických charakteristik. Neřeší však vývoj základních veličin podmiňujících produkci, otázky korunových parametrů. Přitom je zjevné, že právě vývoj korun ve vazbě na hodnocení porostní struktury a textury je základní jednak obecně pro hodnocení uplatňovaného pěstebního programu, jednak jako nezbytná charakteristika umožňující širší srovnání (Möller, 1992; Pretzsch, 1992).

Z tohoto důvodu bylo provedeno šetření, jehož výsledky jsou obsahem příspěvku.

MATERIÁL A METODA

VÝBĚR POKUSNÝCH PLOCH A ZAJIŠTĚNÍ EMPIRICKÉHO MATERIÁLU

Pokusné plochy pro analýzy, tvořící časovou řadu, byly vymezeny ve stejnorodých stejnověkových bukových porostech rostoucích na stanovištích s podobnými přírodními podmínkami. Byly vybrány v nadmořské výšce od 460 do 580 m, na souboru lesních typů 3B, který je pro danou oblast charakteristický a nejtypičtější (zastoupení řady B - 80 %, 3.LVS - 50,5 % podle Příšpa, Žlábk, 1986). Bližší údaje uvádí tab. I.

I. Základní charakteristiky pokusných ploch - Basic characteristics of experimental plots

Číslo plochy ¹	Porost ²	Věk ³	Nadmořská výška ⁴	Expozice ⁵	Sklon ⁶	Skupina lesních typů ⁷	Dřevina ⁸	Zastoupení (%) ⁹	Zakmenění ¹⁰
1	437 C2	15	460	JV	10	3B	BK	100	10
2	439 C3	39	480	SZ	15	3B	BK	95	10
3	440 D5	54	480	JV	14	3B	BK	100	10
4	445 C8	89	580	JV	5	3B	BK	100	10
5	438 B11	109	490	JV	5	3B	BK	100	8
6	440 E17	174	480	JV	7	3B	BK	100	8

¹plot no., ²forest stand, ³age, ⁴height above sea level, ⁵exposure, ⁶slope, ⁷group of forest type, ⁸tree species, ⁹percentage, ¹⁰stocking

Na těchto plochách byly vybrány na základě základních biometrických charakteristik střední vzorníky, které zároveň reprezentovaly stromy hlavní úrovně, tvořící kostru porostu, s typickým zavěšením a olistěním (podle R o l o f f a, 1984; V a c k a, 1990, aj.). Na těchto vzornících byly pak měřeny nedestruktivní metodou korunové parametry a parametry větví (úhel nasazení, azimut, tloušťka u báze, délka a šířka větve, pokryvnost listoví atd.). Pro stanovení biometrických a porostních charakteristik byla využita práce S i m o n et al. (1992).

ZPRACOVÁNÍ EMPIRICKÉHO MATERIÁLU

Z hlediska porostních charakteristik, vycházejících přímo ze zvoleného pěstebního programu a ovlivňujících v největší míře velikost korunových parametrů, lze za nejvýznamnější považovat počet stromů na hektar. Z tohoto důvodu je vhodné tuto charakteristiku a její vývoj hodnotit v širším měřítku. Za základ pro zhodnocení byl vzat počet stromů z pokusných ploch (o výměrách zhruba 1 ha); hodnoty byly v časové řadě vyrovnány funkcí

$$N = a + \frac{b}{T} + \frac{C}{T^2} \quad (1)$$

Za nejdůležitější srovnávací parametry korun lze považovat objem a povrch koruny.

Zjistit přesnou hodnotu těchto parametrů je však prakticky nemožné. Proto je nutné nahradit skutečný tvar koruny buď jednoduchým rotačním tělesem, nebo osvětlenou a zastíněnou část koruny modelovat jako dvě rotační tělesa, jejichž povrch a objem je možné vypočítat z měřených korunových parametrů (A s s m a n n, 1968). Pro účely práce byla koruna rozdělena na dvě části, které se dotýkají ve výšce největší šířky koruny:

- osvětlená část byla modelována jako rotační paraboloid se základnou o průměru rovném maximální šířce koruny (r) a s výškou rovnou výšce osvětlené části koruny (v). Potom se objem osvětlené části koruny vypočítá podle rovnice (R e k t o r y s, 1963)

$$V_1 = 0,6 \pi r^2 v \quad (2)$$

a plášť osvětlené části koruny se vypočítá

$$Q_1 = \frac{\pi r}{6 v^2} \cdot \left[(r^2 + 4 v^2)^{3/2} - r^3 \right] \quad (3)$$

- zastíněná část koruny se modelovala jako plášť a objem kužele:

$$V_2 = \frac{1}{3} \pi r^2 v \quad (4)$$

$$Q_2 = \pi r \sqrt{r^2 + v^2} \quad (5)$$

Celkové hodnoty objemu a povrchu koruny potom jsou

$$V = V_1 + V_2 \quad Q = Q_1 + Q_2$$

Vypočítané hodnoty byly vyrovnány Korfovou růstovou funkcí, která nejlépe vyhověla z několika testovacích funkcí.

Kritériem vhodnosti byl opět nejvyšší index korelace. Koefficienty Korfovy funkce byly počítány programem Mypack pro funkci ve tvaru

$$y = a \cdot e^{\alpha_1 \frac{x^{\alpha_2}}{\alpha_2}} \quad (6)$$

$$(\alpha_1 = k; \alpha_2 = 1 - n)$$

Parametry větví u jednotlivých vzorníků na plochách byly posuzovány běžnými statistickými metodami.

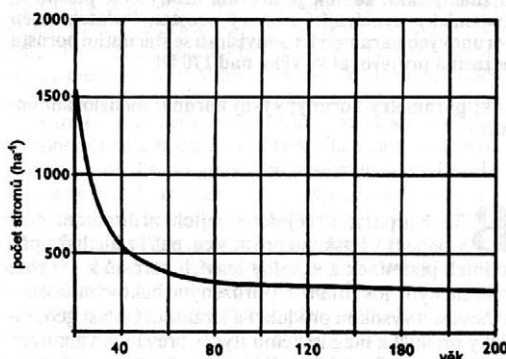
VÝSLEDKY

POČET STROMŮ NA HEKTAR

Postupné snižování hektarového počtu stromů se zvyšujícím se věkem lze charakterizovat rovnicí

$$N = 278,08 + \frac{-4\,577,80}{T} + \frac{614\,898,96}{T^2} \quad (7)$$

s indexem korelace $I_K = 0,978$ (obr. 1). Z tohoto grafického vyjádření je zřejmý fakt, že počet stromů se v podstatě od věku 60 - 80 let stabilizuje, a že tedy od tohoto věku je prakticky celý stromový inventář udržen až do myšleného věku. Z hlediska rozvoje korun to znamená, že šance jednotlivých stromů získat další disponibilní růstový prostor odstraněním sousedních jedinců je minimální. Zároveň je věk 60 let časovým ohraničením intenzivní pěstební péče v porostech.



1. Vývoj počtu stromů v porostech pokusných ploch – Development of tree number in forest stands on experimental plots

Základní korunové parametry

Hodnoty základních korunových parametrů pro jednotlivé vzorníky pokusných ploch udává tab. II.

Lze konstatovat, že u všech vzorníků se zvyšujícím se věkem narůstá hodnota nasazení zelené koruny a výšky maximální šířky zelené koruny, zvětšuje se tedy délka kmene bez větvi. Stejně tak narůstá hodnota šířky a délky zelené koruny (kromě vzorníku z plochy č. 3, kde jde zřejmě o hodnotu netypickou), koruna se zvětšuje. U plochy č. 6, tedy u porostu ve věku 174 let, je však již sledovatelné zkrácení délky zelené koruny, dané již patrně snížením vitality.

Pokryvnost listoví na větvích je u všech vzorníků poměrně vyrovnaná, kolísá mezi hodnotami 70 - 85 %. Vývoj nejdůležitějších charakteristik, tj. povrchu a objemu koruny, udávají obr. 2 a 3 a lze ho vyjádřit rovnicemi - pro povrch koruny

$$Q = 696,04 \cdot e^{\frac{4,50}{-0,33} \cdot \frac{x^2}{\alpha_2}}, \quad I_K = 0,926 \quad (8)$$

- pro objem koruny

$$V = 4310,21 \cdot e^{\frac{6,67}{-0,33} \cdot \frac{x^2}{\alpha_2}}, \quad I_K = 0,931 \quad (9)$$

Číslo ploch ¹	Výška ² (m)	Výčetní tloušťka ³ (cm)	Výška počátku zelené koruny ⁴	Výška max. šířky zelené koruny ⁵ (m)	Šířka zelené koruny ⁶ (m)	Délka zelené koruny ⁷ (m)	Pokryvnost listoví ⁸ (%)
1	5,8	8,0	1,8	2,3	3,4	4,0	70
2	16,8	14,5	12,3	14,1	3,5	4,5	85
3	25,0	19,0	15,7	20,5	13,0	9,3	75
4	34,0	34,5	19,3	23,0	9,5	14,7	80
5	37,0	54,0	23,0	24,0	10,0	14,0	80
6	45,0	92,0	34,0	37,0	17,0	11,0	70

¹plot no., ²height, ³breast-height diameter, ⁴height of the beginning of green crown, ⁵height of the maximal width of green crown, ⁶width of green crown, ⁷length of green crown, ⁸coverage

U obou charakteristik je z tohoto modelového vyjádření zřejmý plynulý nárůst, který bude zřejmě na konkrétních podmínkách v určitém věku (při hranici fyzické zralosti, tj. u buku zhruba nad 150 let) korigován přirozeným prořezáváním a zkracováním koruny.

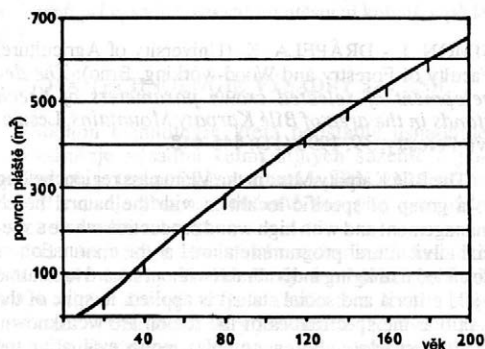
Parametry větví

Z hlediska hodnocení jednotlivých parametrů větví (prvního řádu) je možnost zobecnění měřených veličin velmi omezená. Tento fakt je způsoben značnou variabilitou hodnot vyplývajících z vysoké plasticity dřeviny, kde jednotlivé větve během svého růstu v maximální míře využívají současného disponibilního prostoru i prostoru, který se postupně objevuje. Z tohoto důvodu nebyla nalezena závislost mezi úhlem nasazení větve, délkou větve, šířkou větve a věkem. Lze říci, že hodnoty těchto charakteristik jsou velmi variabilní i v rámci jednotlivých vzorníků, není výrazný rozdíl mezi spodní (zastíněnou) a horní (oslněnou) částí koruny. Zřetelnou závislost lze vysledovat pouze u tloušťky větve u báze (u kmene), kdy se hodnota tloušťky postupně zvětšuje až do mezní hodnoty 30 cm ve věku 174 let. Počet větví se zvětšuje zhruba do věku 45 let (15 let - 9, 39 let - 17), od tohoto období vykazovaly vzorníky v podstatě vyrovnaný počet větví v rozmezí 22 - 28.

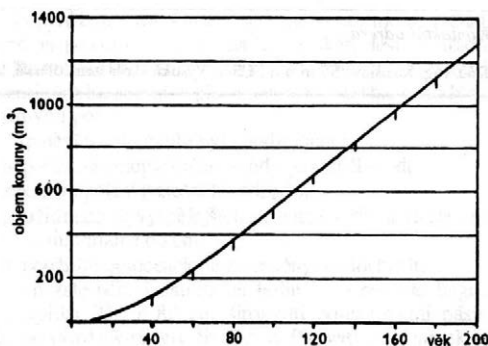
DISKUSE

Na základě provedeného dílčího šetření lze konstatovat, že variabilita korunnových parametrů, a to jak v časové řadě, tak i v rámci koruny konkrétního vzorníku je značná. Uvedená variabilita, speciálně u buku, je známá věc, často diskutovaná (R o l o f f, 1984; K r a m e r, 1988; M ö l l e r, 1992; P r e t z s c h, 1992, aj.). Podobná šetření komplikuje dále fakt metodických potíží při zajišťování empirického materiálu, kde je v podstatě objektivní pouze nedestruktivní analýza, která je velice pracná a umožňuje výběr omezeného množství vzorníků a tím logicky snižuje průkaznost šetření. Z těchto důvodů najdeme v literatuře údaje o korunách zpravidla pouze pro vybrané specifické případy (např. A s s m a n n, 1964), případně různé zaměřené modelové vyjádření umožňující srovnání pouze v omezené míře. Z hlediska dosažených výsledků by při takovém srovnání bylo možné soudit, že korunnové parametry bukových vzorníků se výrazněji neliší od vzorníků, jak je popisuje např. A s s m a n n (1964), K r a m e r (1988) a další autoři. Odlišnost však lze zjistit při hodnocení umístění maxi-

mální šířky koruny, kde lze říci, že u námi měřených stromů je toto místo lokalizováno často do nižší části koruny než se uvádí, a to zejména ve starším věku. Tento fakt lze dát do zřetelné souvislosti s uplatňovaným pěstební programem, tak jak ho lze orientačně posoudit např. na prezentovaném vývoji počtu stromů.



2. Vývoj povrchu pláště středních vzorníků pokusných ploch – Development of the superficial area of mean sample trees on experimental plots



3. Vývoj objemu koruny středních vzorníků pokusných ploch – Development of the crown volume of mean sample trees on experimental plots

Literatura

- ASSMANN, E.: Nauka o výnose lesa. Bratislava, Príroda 1968.
- INDRUCH, J.: Zakládání a výchova listnatých porostů. Praha, SZN 1985.
- KRAMER, H.: Waldwachstumslehre. Paul Parey 1988.
- MÖLLER, S.: Štruktúra a dynamika bukových porastov s osobitným ohľadom na štruktúru korún. Sbor. ref. z mezinárodní vědecké konference Les, drevo, ekológia. Zvolen, 1992: 89-95.
- PLÍVA, K. - ŽLÁBEK, I.: Přírodní lesní oblasti ČR. Praha, SZN 1986.
- PRETZSCH, H.: Modelling growth of Bavarian mixed stand of *Fagus sylvatica* and *Picea abies* on the data base of long-term sample plots. IUFRO Konferenz. Berlin, 1992: 37-46.
- PRUDIČ, Z.: Záměna dubu bukem v Moravských Karpatech. Lesnictví, 38, 1992, č. 2: 145-153.
- PRŮŠA, E.: Přirozené lesy ČR. Praha, SZN 1990.
- REKTORYS, K.: Přehled užití matematiky. Praha, NTL 1963.
- ROLOFF, A.: Morphologie der Verzweigung von *Fagus sylvatica* (Rotbuche) als Grundlage zur Beurteilung von Triebanomalien und Kronenschaden. Göttingen, 1984.
- SIMON, J. - ZACH, J. - DRÁPELA, K.: Simulační model vývoje pro dřevinu buk (*Fagus sylvatica* L.). [Závěrečná zpráva.] Brno, LF VŠZ 1992: 1-55.
- VACEK, S.: Symptomy poškození dřevin v dospívajících a dospělých porostech. [Závěrečná zpráva.] VÚLHM, VS Opocno 1990: 80.

Došlo 25. 5. 1993

SIMON, J. - DRÁPELA, K. (University of Agriculture, Faculty of Forestry and Wood-working, Brno): *The development of selected crown parameters of beech stands in the area of Bílé Karpaty Mountains*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (11): 445-448.

The Bílé Karpaty Mts., in the Vlára pass region, belong to a group of specific localities with the natural beech management and with high wood production where a special silvicultural programme aimed at the elimination of so called damaging individuals (without regard to volume yield criteria and social status) is applied. In spite of the fact that the specificities of the region are well-known, there exist relatively few complex works evaluating the development of produce. This study deals with an analysis of selected parameters of sample trees on sample plots (Tab. I) in connection with the previously created model of stand development (Simon et al., 1992).

The basic studied parameters are crown volume and superficial area. Both quantities, the time development of

which is shown in diagrams 2 and 3, were modelled as the volume and lateral area of geometric bodies (the illuminated part of the crown as a circular paraboloid, the overshadowed part as a right circular cone). Korf's growth function was used for fitting the measured data. Both quantities have a smooth and steady behaviour. The values of other studied parameters (length of the green crown, maximal width of the crown, height of the maximal width of the crown and the height of the lowest point of the green crown) also increase with the growing age of trees, the degree of leaf coverage varies within 70 - 80 % (Tab. II). Furthermore, the parameters of branches were studied both for individual sample trees and in the time series. The analysis of the results proved the known fact that beech is an extraordinary plastic tree species utilizing the growing space dynamically. According to our results, neither the angle of branches nor the length nor the width of branches are dependent on age. The values of these quantities are variable even within the sample trees and there is no considerable difference between the illuminated and overshadowed parts of the crown. A distinctive dependence was found between the age and the diameter of the branch in the point of branching. The value of the branch diameter was gradually increasing up to 30 cm at the age of 174 years. The number of first order branches is increasing until 45 years. Older trees had a relatively constant number of branches within the range 22 - 28.

The number of tree development on sample plots was used as a comparative criterion for the evaluation of both measured crown parameters and applied silvicultural programme (Diagram 1). It was established that the considerable decrease of the tree number is finished approximately at the age of 60 (the end of intensive tending), since this age the number of trees remains constant until the time of rotation. This fact indicates that the change of crown parameters at a more advanced age is only the consequence of inner reorganization of the stand crown level. It emphasizes the above-mentioned fact of high plasticity of beech.

The origin of crown parameter changes (in connection with the stand aging) becomes apparent at the age over 170 years, which corresponds with the generally recognized limit of the physical age of beech.

beech; crown parameters; crown development; stand modelling

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Jaroslav Simon, CSc., Vysoká škola zemědělská, lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 3, 613 00 Brno

BAGROVÁ VÝSADBA SAZENIC NA OBTÍŽNĚ ZALESNITELNÝCH STANOVIŠTÍCH

J. Neruda¹, R. Ulrich¹, R. Fritzsche²

¹Vysoká škola zemědělská, lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 3, 613 00 Brno

²Lehrstuhl für Forsttechnik der Abteilung Forstwirtschaft, Tharandt der TU Dresden, SRN

Obnova lesa na pasečných plochách vzniklých po kalamitních či imisních těžbách je specifická obtížemi způsobenými např. zhoršenou průchodností terénu, množstvím těžebního odpadu, intenzivním zabuřením a zamokřením půdy. V ČR se v takových podmínkách používají technologie obnovy lesa s mechanizovanou přípravou půdy a s následnou ruční výsadbou sazenic středních dimenzí. Progresivní je způsob přímé výsadby odrostlých sazenic (asi 50 - 200 cm) pomocí speciálního nástroje na výložníku rypadla (bagru), vyvinutý v SRN. Nová technologie umožňuje zvýšit užitkovost sazenic (90 %), zkrátit dobu nutnou na zajištění kultury, snížit namáhavost ruční výsadby a zlepšit celkovou efektivitu obnovních prací. Směnová výkonnost nové technologie je 1500 sazenic.

obnova lesa; kalamitní a imisní holiny; mechanizovaná příprava půdy; výsadba sazenic; bagr

Rozloha obtížně zalesnitelných ploch má v ČR stále větší význam. Do této kategorie lze zařadit především holiny vzniklé po imisních těžbách a holiny po větrných či sněhových kalamitách.

Charakteristickým znakem takových pasečných ploch je zejména jejich intenzivní zabuření s vysokou vrstvou drnu, značné množství těžebních zbytků (hroubí, nehroubí, klestu), zhoršená průchodnost terénu, často i zvýšená hladina spodní vody, spojená se sníženou úrodností půdy. Zalesnění těchto ploch vyžaduje zvýšené nároky na technologickou přípravu obnovního procesu a je také značně náročné na pracnost i vynaložené náklady. Použití běžných mechanizovaných způsobů obnovy je velmi omezené a velký podíl prací se proto vykonává ručně, případně se používá těžká technika (např. dozery pro celoplošnou přípravu půdy), která je však nadále - zejména z ekologických důvodů - ne příliš žádoucí.

Zvláště v imisních oblastech Krušných hor je typickou technologií obnovy lesa technologie založená na bagrové přípravě půdy s následnou ruční výsadbou středně silných sazenic. Pro tuto technologii se používají bagry (rypadla) na pásových, případně kráčivých podvozcích. Rypadla vytvářejí svým pracovním orgánem - lžicí - plošky půdy zbavené drnu nebo kopečky. Do takto připravené půdy se vysazují sazenice pomocí ručního nářadí běžných typů. Zvláště z důvodů značné namáhavosti ruční výsadby odrostlých sazenic se k zalesňování používají sazenice, jejichž kořenová a nadzemní část odpovídají svými dimenzemi podmínkám obnovy lesa v normálních podmínkách. Takové sazenice však ve ztížených podmínkách imisních holin hůře odolávají konkurenci buřene a mortalita sazenic a tedy i potřeba výlepkování kultur jsou vysoké; je nutná intenzivní ochrana kultur před buřením i zvětší se vynaložené náklady do doby zajištění kultury jsou značné.

Výsadba odrostlých prostokořenných sazenic do jamek připravených mechanizovaným způsobem (např. tu-

zemským hydraulickým jamkovačem PK 7-021 neseným na traktoru LKT-81) je rovněž prováděna obtížemi vyvolanými zejména rozhozem vneseným půdy okolo jamky a jejím nedostatkem pro náležité utěsnění kořenů sazenice v jamce. Směnová výkonnost dosahovaná při této technologii výsadby za účasti minimálně tří pracovníků je relativně nízká (asi 1200 sazenic za směnu) a přispívá tak ke značné ekonomické náročnosti obnovy lesa.

Biologicky zdůvodněné používání silných, velmi silných sazenic či poloodrostků pro obnovu lesa na obtížně zalesnitelných holinách je v požadované kvalitě v praxi současnými prostředky proveditelné jen omezeně. Přitom zde má značný vliv lidský faktor, který snižuje pozitivní vlivy použití silných sazenic (zkracování kořenů před výsadbou, nedostatečná hloubka jamek, deformace kořenů při výsadbě, nekvalitní utěsnění kořenů v půdě ap.).

NOVÁ TECHNOLOGIE VÝSADBY SAZENIC

Vhodnou technologií, která podstatně usnadňuje a zkracuje výsadbu velmi silných sazenic a poloodrostků, je technologie vyvinutá v SRN, založená na využití rypadla (bagru) současně pro přípravu půdy i vlastní výsadbu sazenic.

Ústav lesnické a dřevařské mechanizace lesnické a dřevařské fakulty Vysoké školy zemědělské v Brně systematicky spolupracuje s Institutem lesní těžby a techniky v Tharandtu, který je součástí Technické univerzity v Drážďanech. V rámci této spolupráce byly získány pozitivní zkušenosti s uplatněním bagrové výsadby v podmínkách, které jsou adekvátní podmínkám imisních oblastí české části Krušných hor.

TECHNIKA A TECHNOLOGIE BAGROVÉ VÝSADBY

Poprvé byla v SRN bagrová výsadba sazenic ve větším rozsahu použita v r. 1990 na hessenském lesním úřadu v Darmstadtu, který musel zabezpečit zalesnění rozsáhlých kalamitních ploch o výměře 800 ha, vzniklých větrnými polomy.

Splnění těchto úkolů bylo podmíněno:

- nepoužitím celoplošného úklidu pasečného odpadu,
- zákazem pálení pasečného odpadu,
- použitím co nejvyšších sazenic s výškou nadzemní části minimálně 60 cm,
- nepoužitím oplocenek na zalesněných plochách.

Pro zalesnění kalamitních holin bylo použito bagru Caterpillar 215 s 80 cm širokými pojezdovými pásy. Dosah výložníku bagru činí 7,5 m. Pro vytváření jamek je na konci výložníku upevněn zvláštní adaptér - sázeč klín. Vlastní výsadba probíhá kombinovaným způsobem, tzn. řidič bagru a sázeč při výsadbě vzájemně spolupracují. Vlastní postup probíhá takto:

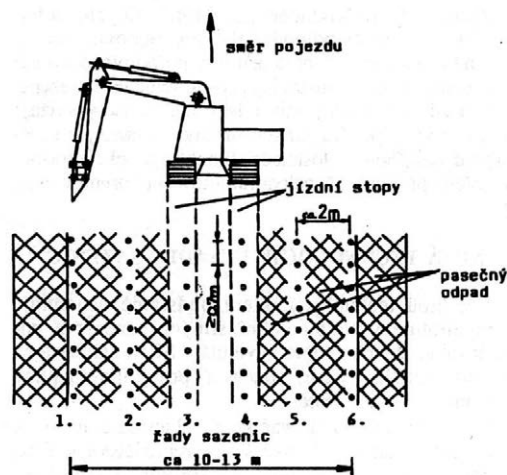
Bagr pojíždí po ploše po linkách, jejichž rozestup je odvozen od dosahu výložníku a činí asi 15 m. Řady sazenic mohou být zakládány paralelně nebo kolmo k pojezdovým linkám. Probíhají-li řady sazenic rovnoběžně s linkami, vytváří se z jedné linky šest řad sazenic s rozestupem 2 m (obr. 1) Při kolmém postavení řad sazenic k linkám jsou z jednoho postavení bagru vysazovány tři řady sazenic (obr. 2). Při pojezdu je výložníkem bagru vyklizován prostor pojezdové linky a pasečný odpad je uspořádán tak, aby mohl sázeč pasečnou plochou bez obtíží procházet. Vlastní výsadba začíná na řadě, která je vytvářena při maximálním dosahu výložníku.

Při vlastní výsadbě vytvoří nejprve bagr sázečím klínem jamku hlubokou asi 30 - 60 cm (obr. 3). Jamka je hranatá se svislou zadní stěnou a odvalem vyhloubenou před výložníkem bagru, vsune kořenovou část sazenice do

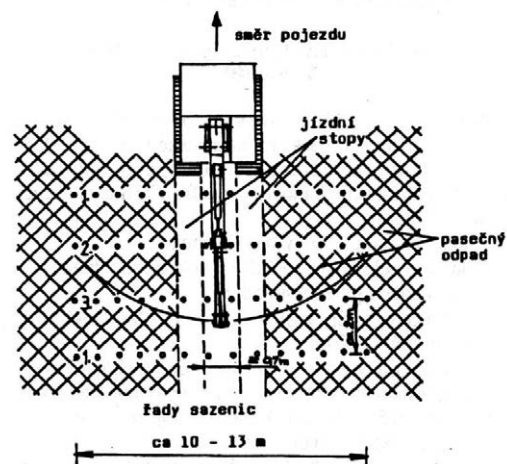
jamky a přidržuje ve správné hloubce při svislé stěně jamky. Ve druhém pracovním kroku zaboří řidič bagru sázečím klínem minimálně 80 cm od místa předchozího vpichu a přilhuje půdu na sazenici, dokud mu sázeč nedá rukou signál, že je sazenice v půdě dostatečně upevněna. V případě potřeby může proběhnout ještě třetí pracovní krok, při kterém řidič bagru částečně urovná vzniklou prohlubeň. Poté se výložník přesune na další místo výsadby a celý postup se opakuje.

Při technologii výsadby sazenic s pomocí bagru má velký význam bezpečnost práce, protože se sázeč pohybuje v blízkosti výložníku bagru. Je proto nezbytně nutné dodržovat stanovené zásady bezpečnosti práce pro tuto činnost. Výsadba sazenic prostřednictvím bagru odpovídá ergonomickým a bezpečnostním požadavkům, jestliže sázeč:

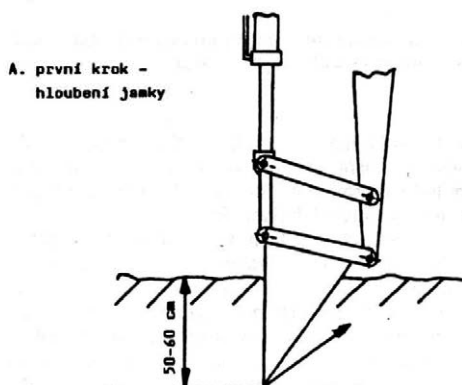
- je vybaven ochrannou přilbou, ochranou sluchu, výstražnou vestou a pracovní obuví,
- dodržuje smluvené signály s řidičem bagru a pohybuje se stále v jeho zorném poli,
- zdržuje se zásadně na vnějším okraji dosahu výložníku,



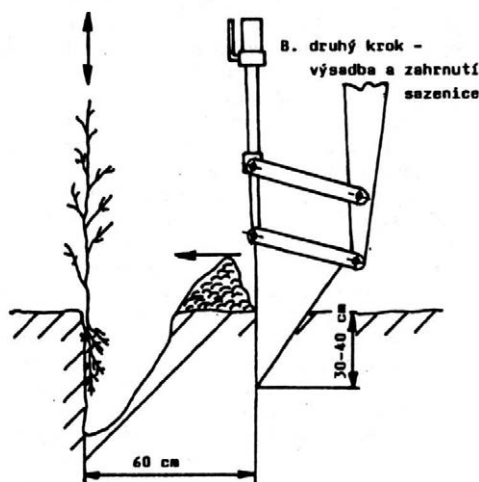
1. Bagrová výsadba sazenic - varianta A: řady sazenic rovnoběžné s osou pojezdu - Planting using an excavator - variant A: of the plant line parallel to travel direction



2. Bagrová výsadba sazenic - varianta B: řady sazenic kolmo na osu pojezdu - Planting using an excavator - variant B: of the plant line vertical to travel direction



A. první krok - hloubení jamky



3. Postup výsadby sazenic sázečím klínem na výložníku bagru - Technique of planting using a planting wedge on the excavator boom

- dodržuje dostatečný počet krátkých pracovních přestávek, při kterých může např. bagr uklidit pasečný odpad nebo sázeč donést sazenice z úložiště na místo výsadby.

Jako zalesňovací materiál byly použity na LÚ Darmstadt prostokořenné sazenice dubu a buku s výškou nadzemní části od 60 do 120 cm.

Bylo zjištěno, že sazenice jsou v půdě velmi dobře upevněny, jejich kořeny jsou uloženy v minerální půdě. Velmi důležitý je fakt, že nový způsob výsadby umožňuje vysazovat sazenice s bohatým, nijak nezkracovaným kořenovým systémem s vysokým podílem kořenového vlášení, což je u běžných způsobů ruční výsadby odrostlých sazenic téměř vyloučeno. Buňka okolo sazenic je odstraněna a sazenice nevyžadují následné ošetření před buňkou. Příznivým efektem je, že dendromasa (pasečný odpad) zůstává rozložena po ploše a obohacuje půdu živinami. Dostatečné dimenze sazenic umožňují použití pro zalesnění nižší počet sazenic na hektar. Ujímavost sazenic po bagrové výsadbě dosahovala běžně hodnoty minimálně 90 %. Z těchto faktů vyplývají příznivé ekonomické parametry nové metody.

VÝSLEDKY BIOMETRICKÝCH MĚŘENÍ KULTUR VYSAZENÝCH BAGREM

Dva roky po výsadbě se uskutečnila rozsáhlá kontrolní měření, při kterých se zjišťovala:

- ujímavost sazenic,
- klasifikace vitality sazenic,
- průměrná výška sazenic.

Příklad výsledků konkrétního měření je uveden v tab. I. Z měření vyplývají následující závěry:

Výsadba sazenic bagrem je pro listnaté dřeviny vhodná. I přes extrémní nedostatek srážek v letech 1991 a 1992 přežilo minimálně 90 % sazenic. Nebyl zjištěn prokazatelný rozdíl na ujímavosti v závislosti na velikosti sazenic buku i dubu, lze proto soudit, že bagrový způsob výsadby je použitelný pro sazenice s výškou od 50 do 200 cm. Při přímém srovnání ruční a bagrové výsadby identického sadebního materiálu na shodných plochách se dosahuje daleko příznivějších hodnot ujímavosti než při ruční výsadbě. Okus sazenic buku směrů zvěř byl zanedbatelný, plochy nebylo nutné oplocovat. U sazenic dubu byl znatelný okus u sazenic vysokých od 50 do 120 cm, u sazenic vysokých nad 145 cm již žádný okus pozorován nebyl.

Použití odrostlých sazenic pro výsadbu je podmíněno jejich perfektním zdravotním stavem a vitalitou. To vyžaduje především zabezpečení proti poškození sazenic při jejich manipulaci a transportu na místo výsadby.

VÝKONNOSTNÍ PARAMETRY BAGROVÉ VÝSADBY

Již první výsledky zjištěné po vyhodnocení této nové technologie výsadby byly velmi pozitivní a to jak z technicko-ekonomického hlediska, tak z hlediska ujímavosti a růstu sazenic. Technické parametry bagru umožňují vyhloubení a zahrnutí až devíti sadebních jamek za minutu. Vzhledem ke schopnostem člověka, charakteru terénu, množství pasečného odpadu ap. je skutečná minutová výkonnost sázeče nižší a činí 2,5 až 3,5 ks sazenic. To odpovídá asi 1200 až 1600 kusům vysazených sazenic za pracovní směnu při jednom sázeči.

Pozitivní výsledky získané při použití bagrové výsadby na LÚ Darmstadt v Hessensku vedly v dalších le-

I. Přehled výsledků biometrických měření sazenic buku a dubu vysazených ručně a bagrem na LÚ Darmstadt – An overview of the results of biometrical measurements of beech and oak plants set manually and with an excavator in the Darmstadt Forest Office

Oddělení ¹	Druh a velikost sazenic ²	Způsob sázení ³ (+)	Termín sázení ⁴ (++)	Termín měření ⁵ (++)	Měřené sazenice ⁶						Klasifikace živých sazenic ¹¹					
					Počet ⁷	Prům. výška ⁸	živé ⁹	mrtvé ¹⁰		vitalní ¹²		slabé ¹³		spodní výhony ¹⁴		
	(cm)				(ks)	(cm)	(ks)	(%)	(ks)	(%)	(ks)	(%)	(ks)	(%)	(ks)	(%)
56 (I)	Bk 80-120	B	J 91	P 91	211	103	203	96,2	8	3,8	162	79,8	32	15,8	9	4,4
55A2	Bk 80-120	B	J 91	P 91	330	96,4	326	98,8	4	1,2	287	88,0	39	12,0	0	0,0
				P 92	330	105	315	95,5	15	4,5	266	84,4	41	13,0	8	2,6
	Bk 80-120	R	J 91	P 91	305	112	269	88,2	36	11,8	168	62,5	88	32,7	13	4,8
				P 92	305	109	210	68,9	95	31,1	118	56,2	92	43,8	0	0,0
102A	Bk 50-80	B	J 91	P 92	76	67	72	94,7	4	5,3	60	83,3	5	6,9	7	9,6
114A	Db 50-80	B	J 91	P 91	300	108	282	94,0	18	6,0	103	36,5	155	55,0	24	8,5
				P 92	316	111	260	82,3	56	17,7	145	55,8	84	32,3	31	11,9
120	Db 50-80	R	P 90	P 92	114	63	105	92,1	9	7,9	82	78,1	12	11,4	11	10,5
128	Db 50-80	R	J 91	P 92	71	79	22	31,0	49	69,0	5	22,7	12	54,6	5	22,7
				P 92	87	68	85	97,7	2	2,3	35	41,2	46	54,1	4	4,7
141A1	Db 50-80	R	J 91	P 92	266	93	156	58,6	110	41,4	96	61,5	15	9,6	45	28,9
146B	Db 50-80	R	J 91	P 92	131	-	29	22,1	102	77,9	1	3,4	19	65,6	9	31,0
147B	Db 50-80	B	J 91	P 92	91	63	90	98,9	1	1,1	6	6,7	76	84,4	8	8,9
148A	Db 50-80	B	J 91	P 92	141	80	138	97,9	3	2,1	21	15,2	109	79,0	8	5,8
				P 92	199	-	17	8,5	182	91,5	0	0	6	35,3	11	64,7

¹ compartment, ² plant kind and size, ³ method of planting, ⁴ date of planting, ⁵ date of measuring, ⁶ measured plants, ⁷ number, ⁸ average height, ⁹ live, ¹⁰ dead, ¹¹ classification of live plants, ¹² vigorously growing, ¹³ weak, ¹⁴ lower shoots

+) B - bagr - excavator; R - ručně - manually; ++) J - jaro - spring, P - podzim - fall; Bk - buk - beech; Db - dub - oak

tech k rozšíření této technologie i na lesní úřady v Sasku (Drážďany, Bielatal a Tharandt). Ve všech případech se jednalo o těžce zalesnitelné plochy, silně zabuřené (až 25 cm vysoký dm), často kamenité a s náletem břízy. Výsadba se prováděla i v porostech prořezávaných vlivem působení imisí. Byly použity prostokořenné sazenice listnatých dřevin vysoké od 0,8 m (buk) do 1,7 m (olše, lípa). Stanoviště se tedy jednalo o náročnější plochy než na jakých byla metoda uplatněna na LÚ Darmstadt.

Přes náročné podmínky byly výsledky bagrové výsadby na uvedených LÚ pozitivní, průměrné výsledky jsou na obr. 4 a 5. Bylo zjištěno, že silné zabuřnění (dm 25 cm) zvyšuje podíl času potřebného na přípravu místa výsadby až na více než 50 % celkového času výsadby. V závislosti na intenzitě zabuřnění je tedy na zalesnění jednoho hektaru potřeba dvou až tří dnů.

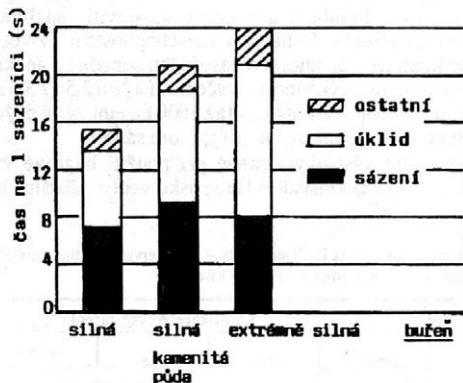
VÝSADBA SAZENIC SMRKU V KRUŠNÝCH HORÁCH

Na jaře roku 1993 se na LÚ Marienberg v Krušných horách začalo s bagrovou výsadbou odrostlých smrkových sazenic o průměrné výšce nadzemní části 80 cm. Výsadba byla provedena na extrémně zabuřněných

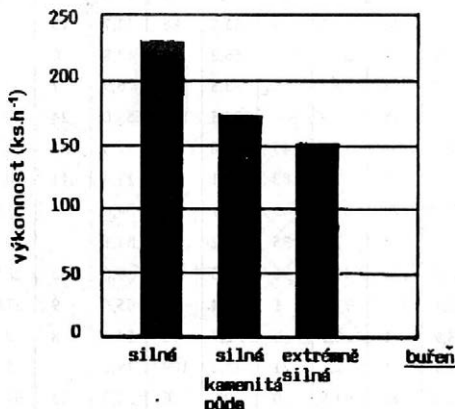
imisiálních holinách (obr. 6 a 7). První výsledky hodnocení bagrové výsadby smrků provedené za účasti pracovníků ÚLDM LDF Brno jsou příznivé. Podobně jako u výsadby listnatých sazenic není nutné před výsadbou bagrem zkracovat kořenový systém sazenic smrků, který je vsazen v optimální hloubce do minerální půdy a bezchybně utužen. Je tedy reálný předpoklad dobré ujmavosti a přírůstu vyspělých smrkových sazenic. Další pozitivní zjištění u bagrové výsadby listnatých sazenic (omezení vlivu buřně, ponechání pasečného odpadu na ploše, snížení škod zvěří ap.) lze očekávat i u výsadb smrků bagrem.

PERSPEKTIVY UPLATNĚNÍ TECHNOLOGIE BAGROVÉ VÝSADBY V ČR

Bagrová výsadba popsanou technologií se dosud v ČR nepoužívala. Je však možné usoudit ze zkušeností získaných v SRN, že je to metoda v tuzemsku použitelná, protože podmínky, při kterých se využívá v Německu, jsou téměř adekvátní podmínkám v ČR. Velký význam by mohla mít bagrová výsadba zejména v podmínkách imisiálních oblastí Krušných hor, kde by se její pomocí mohly vyřešit problémy obnovy lesa na silně zabuřněných plochách, resp. na plochách s předchozí bagrovou přípravou půdy, které by jinak vyžadovaly náročné terénní úpravy. Při použití bagru by i na povrchové členi-



4. Spotřeba času na výsadbu sazenice v různých stanovištních podmínkách – Time consumption of setting a plant in different on-site conditions



5. Směnová výkonnost bagrové výsadby v různých stanovištních podmínkách – Per-shift performance of planting when an excavator is used in different on-site conditions



6. Detail sázecího klínu – A detail view of planting wedge



7. Výsadba sazenic smrků ztepilého bagrem na imisiálních holinách v Krušných horách – Setting of Norway spruce plants using an excavator in a clearing due to salvage felling in the Krušné hory Mts.

tých plochách po bagrové přípravě půdy postačilo jejich zpřístupnění vytvořením linek s rozstupem 15 m, případně by se v příznivějších podmínkách a za použití bagru s větší prostupností terénem (např. kráčivého) nemusely linky vytvářet vůbec. Opakované zalesnění jinak velmi obtížné zalesnitelných bagrově připravených ploch by se tak mohlo řešit uvedeným způsobem.

Své uplatnění by však bagrová výsadba měla najít i v dalších imisních oblastech i v mnoha ostatních těžce zalesnitelných lokalitách.

ZÁVĚR

Zavedení nové technologie výsadby v ČR nevyžaduje žádná zvláštní opatření jak po stránce technické (nutná je pouze velmi jednoduchá výroba sázecích klínů a jejich montáž na výložníky bagrů, které se v lesním hospodářství běžně používají), tak po stránce technologické, ekonomické či biologicko-ekologické. Nutným předpokladem musí být samozřejmě dostatek kvalitního vitálního sadebního materiálu listnatých i jehličnatých dřevin. Jeho vypěstování jsou naše lesní školky schopny docílit. Důležitou úlohu v technologii bagrové výsadby má lidský faktor a to jak při samotné výsadbě, tak i při předchozí manipulaci se sadebním materiálem větších dimenzí, která je jistě náročnější než u sazenic středního vzrůstu.

Došlo 12. 7. 1993

NERUDA, J. - ULRICH, R. - FRITZSCH, R. (University of Agriculture, Faculty of Forestry and Wood-working, Brno; TU Dresden, Abt. Forstwirtschaft, Tharandt, BRD): *Planting using an excavator in hardly reforestable sites*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (11): 449-453.

Forest regeneration in clearcut areas occurring after salvage felling is characterized by difficulties caused e.g.

by worsened passableness through terrain, amount of logging debris, increased weed infestation and waterlogging of soils. In the Czech Republic in such conditions, methods of forest regeneration are applied based on mechanized preparation of soil associated with manual planting of medium-sized plants. A method of direct planting of large plants (50 - 200 cm in height) using a special device attached to the excavator boom developed in the FRG appears to be promising. The new method makes it possible to use an excavator simultaneously both for soil preparation and planting. It is recommended to use an excavator equipped with a boom of 7.5 m reach (e.g. Caterpillar 215). In the clearcut area, the excavator moves along lanes 15 m apart. The line planting consists of slash disposal from places of planting, hole digging, inserting plants into the holes and, finally, covering plant roots with soil. A planter closely collaborating with the excavator operator inserts plants into the holes. The new method makes it possible to increase the survival of plants (up to 90 %), shorten the time necessary for establishing young plantations, decrease work difficulty of manual planting and improve the total effectiveness of forest regeneration operations. Shift performance of the new method is almost 1500 plants. The method was applied both in the FRG and in the air-polluted regions of the Krušné hory Mts. Both broadleaved species (beech, oak, lime, alder) and conifers (spruce, Douglas fir) were planted. The application of the new method in the Czech Republic does not require any particular measures and would be useful in many locations.

forest regeneration; clearings due to salvage felling; mechanized preparation of soil; planting; excavator

Kontaktní adresa:

Ing. Jindřich Neruda, CSc., Vysoká škola zemědělská, lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 3, 613 00 Brno

J. Löffler: Forstliches Saat- und Pflanzgut. Gewinnung und Vertrieb (Semena a sadbový materiál lesních dřevin. Získávání a odbyt)

AID, Bonn, 1993, č. 1164, 56 s. - 6 tab., 14 obr., lit. 7

Základní příručka SRN pro získávání a odbyt semenného a sadbového materiálu lesních dřevin, která je založena na zharmonizování směrnic Evropského společenství. Německý zákon je založen na směrnici ES. Tomuto zákonu podléhá celkem 19 dřevin. Zákon povoluje jen odbyt takového zboží, které pochází z úředně povoleného výchozího materiálu. Uvádí se minimální věk a minimální plocha uznaných porostů pro vybraný množitelský materiál (např. u smrku *Picea abies* 2,5 ha, 60 let, stejně je tomu u borovice *Pinus sylvestris*, u modřínu *Larix decidua* je to 0,5 ha, 50 let). Jsou uvedeny provenienční oblasti jednotlivých dřevin, které se dají identifikovat na připojených mapách. Do 31. 12. 1994 platí, že se v bývalé NDR může prodávat semenný a sadbový materiál, který neodpovídá předpisům uvedeného zákona. Příručka seznamuje kupce a majitele lesů s podmínkami prodeje. Semenná kontrola je v SRN zajištěna těmito organizacemi: Forstbotanisches Institut der Universität Göttingen, Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Augustenberg u Karlsruhe, Forstaugutprüfung Fresing, Amtliche Prüfstelle für Forstaugut Eberswalde. Práce je uzavřena právními předpisy SRN a definicí pojmů. Brožura je tištěna na ekologickém papíře běleném bez chlórů. - (M. Pagač)

K STANOVENIU STUPŇOV DRSNOSTI ZATRÁVNENIA PRE POTREBY DIMENZOVANIA PRIETOKOVÝCH PROFILOV BYSTRÍN

M. Jakubis

Technická univerzita, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

Príspevok sa zaoberá určovaním stupňov drsnosti kosených a nekosených trávových porastov ako jedného z možných opevňovacích prvkov horných častí svahov bystrín. Tento vegetačný opevňovací prvok, vhodný na opevňovanie horných častí svahov bystrín, plní pri pravidelnej údržbe spoľahlivo funkciu ochrany svahu a je vhodný aj z hľadiska ekologického, estetického a ekonomického. Určenie správnej hodnoty stupňa drsnosti tohto opevnenia je jednou zo základných podmienok správneho dimenzovania prietokového profilu. Výskumom na desiatich pokusných úsekoch so založenými pokusnými profilmi sme zistili, že priemerná hodnota stupňa drsnosti kosených trávových porastov na svahu toku bola 0,0315; priemerná hodnota stupňa drsnosti nekosených trávových porastov bola 0,0366. Nebol teda zistený veľmi výrazný rozdiel medzi hodnotami stupňov drsnosti kosených a nekosených trávových porastov. Malý rozdiel v uvedených hodnotách bol spôsobený poľahnutím nekosených trávových porastov na svahu koryta pri vyšších prietokoch. Zistený rozdiel hodnôt stupňov drsnosti (platí pre priemerné hodnoty) predstavuje 16,2 %.

zahrádzanie bystrín; zatrávenie; stupne drsnosti

Svetový vývoj v úpravách bystrín smeruje k vytváraniu takých úprav, ktoré sú blízke prírode a neohrozujú stabilitu priľahlých ekosystémov ani celkovú ekologickú a estetickú hodnotu krajiny. Okrem splnenia týchto dôležitých kritérií však úprava musí spĺňať aj požadované technické parametre, ktoré majú, ako celok, slúžiť na zlepšovanie odtokových pomerov, smerových a sklonových charakteristík i stabilizovanie koryta atď.

Veľký význam pre naplnenie týchto cieľov má aj voľba druhu opevnenia prietokového profilu, ktorého hlavnou úlohou je ochrana koryta pred pozdĺžnou a priečnou eróziou na jeho svahoch. Okrem pozdĺžnej torenciálnej erózie v koryte bystriny dochádza na svahoch aj k priečnej erózií. Ak pôsobenie škodlivých činiteľov trvá dlhšie a dosahuje škodiacu intenzitu, pričom nie sú proti nemu vytvorené ochranné opatrenia, škody prerastajú do širších rozmerov a na ich odstránenie sú potrebné nielen vysoké náklady, ale aj veľká odborná erudovanosť odborníkov súvisiacich profesií.

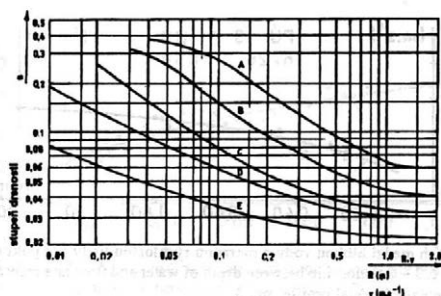
Dnes si už veľmi zreteľne uvedomujeme hodnotu vegetačných prvkov pri úpravách bystrín ako ich rôznorodé a nenahraditeľné funkcie v prostredí. Jedným z vhodných opevnení horných častí svahov prietokových profilov bystrín môže byť aj zatrávenie, ktorého správnym použitím a udržiavaním možno vytvoriť (väčšinou na dolných a stredných úsekoch bystrín) účinný spôsob ochrany horných častí prietokových profilov. Na opevnenie dna a spodných častí prietokového profilu je vhodné používať odolnejšie druhy opevnení, a to hlavne v dôsledku škodlivého pôsobenia transportovaných splavenín, ale aj z iných dôvodov, ako sú možná doba zaplavenia atď. Nad odolnejším druhom opevnenia je možné

aplikovať zatrávenie. Ak chceme početné výhody vegetačných opevnení využívať častejšie a optimálne, musíme dôkladne poznať ich charakteristiky. Jednou z najdôležitejších je stupeň drsnosti, ktorý je dôležitý hlavne pre dimenzovanie prietokového profilu. Nesprávne stanovenie stupňa drsnosti pri dimenzovaní má za následok buď predimenzovaný, alebo poddimenzovaný prietokový profil.

PROBLEMATIKA

Hodnoty stupňov drsnosti zatrávnenia uvádza staršia i novšia literatúra. V literatúre uvádzané hodnoty stupňov drsnosti však dosahujú od minimálnych po maximálne hodnoty rozdiely aj do 100 %, čo sa môže prejaviť v hydrotechnických výpočtoch pri dimenzovaní (výpočet priemernej profilovej rýchlosti Chezyho rýchlostnou rovnicou s Pavlovského alebo Manningovým rýchlostným súčiniteľom).

Napr. Krešl, Bartuňková (1978) uvádzajú hodnotu stupňa drsnosti pre dobre udržiavané - kosené korytá $n = 0,025$, pre korytá s priemernou údržbou hodnotu $n = 0,0275$. Tieto hodnoty stupňov drsnosti pre uvedené korytá doporučuje aj Kamenský et al. (1985). Zuna (1979) pre pravidelné, kosené koryto doporučuje použitie stupňa drsnosti $n = 0,025$ a pre pravidelné nekosené koryto $n = 0,033$. Zástěra (1982) spracoval problematiku podrobne pre monokultúry viacerých druhov tráv a iných rastlín: okrasu močiarnu (*Botrys umbellatus*), kosatec žltý (*Iris pseudocorus*), puškovec obyčajný (*Acorus calamus*), chasticu trstovitú (*Baldingera arundinacea*), palku úzkolistú (*Typha angustifolia*), trst' obyčajnú (*Phragmites communis*). Najnižšie hodnoty stupňov drsnosti autor zistil dva až tri mesiace po vysadení sadeníc rastlín ($n = 0,020 - 0,040$), najvyššie hodnoty rok po vysadení, keď boli rastliny v plnom vzraste a hodnota stupňa drsnosti dosahovala od $n = 0,040$ do $n = 0,085$. V dobe vegetačného kľudu, keď bola nadzemná časť rastlín uschnutá a pomiestne odplavená, hodnoty n sa pohybovali od $n = 0,030$ do $n = 0,065$. Najvyššie hodnoty pre jednotlivé rastové štádiá zistil autor u palky (*Typha sp.*), kde $n = 0,057$ (čo bola priemerná hodnota jednotlivých rastových štádií). Najnižšie priemerné hodnoty boli zistené pre trst' obyčajnú (*Phragmites communis*), kde $n = 0,0317$. Údaje, ktoré publikoval tento autor, uvádzajú aj Patocka, Macura et al. (1989). Holý et al. (1985) doporučuje pre kosené trávové porasty v pravidelnom koryte hodnotu $n = 0,025$ a pre nekosené $n = 0,033$. Totožné hodnoty doporučuje aj Jůva et al. (1984). Novák et al. (1986) uvádza pre nízke, udržiavané trávové porasty hodnoty stupňov drsnosti od $n = 0,025$ do $n = 0,035$. Pre vysoké, zaburinené porasty sa hodnoty pohybujú od $n = 0,030$ do $0,050$. Roplík et al. (1989) uvádza pre prietokové profily zarastené trávou bez buriny hodnoty



1. Stanovenie stupňa drsnosti n trávových porastov podľa USARS (W. O. Ree, USA) – Determination of the rate of roughness n in grass covers according to USARS (W. O. Ree, USA)

- A - porasty výšky + 75 cm – grass cover height + 75 cm
 B - porasty výšky 28 - 60 cm – grass cover height 28 - 60 cm
 C - porasty výšky 15 - 28 cm – grass cover height 15 - 28 cm
 D - porasty výšky 5 - 15 cm – grass cover height 5 - 15 cm
 E - porasty výšky 5 cm – grass cover height 5 cm

stupňov drsnosti od $n = 0,025$ do $0,033$. Pre prietokové profily zarastené burinou alebo vodnými rastlinami autori doporučujú používať stupeň drsnosti $n = 0,030$ až $n = 0,040$. W. O. Ree (in: R a p i f k et al., 1989) z United States Agricultural Research Service (USA) študoval účinnosť trávnych porastov na prúdenie a výsledky spracoval do grafického riešenia (obr. 1). Jednotlivé krivky, platné pre rôzne štádiá a stavy trávnych porastov, sú určené pre priemerné zistené hodnoty. Stupeň drsnosti v tomto grafe je funkciou súčinu hydraulického polomeru R (m) a priemernej profilovej rýchlosti v_s ($m \cdot s^{-1}$) ako aj výšky trávových porastov.

Z uvedeného prehľadu vyplýva relatívne veľká rôznorodosť v hodnotách doporučovaných stupňov drsnosti, ale bez uvedenia podrobnejšieho zisťovania týchto hodnôt a kritérií ich výberu. Pri riešení modelového príkladu s hydraulickými a geometrickými charakteristikami: šírka dna $b = 2,50$ m, výška prietokového profilu $h = 1,30$ m, sklon svahov $1 : m = 1 : 1,5$, hydraulický polomer $R = 0,805$ m, pozdĺžny sklon toku $i = 0,0085$, stupeň drsnosti dna $n_1 = 0,022$ s použitím v literatúre uvádzanej minimálnej hodnoty stupňa zatravnenia $n_2 = 0,025$ sme Chezyho rovnicou s použitím Pavlovského rýchlostného súčiniteľa vypočítali priemernú profilovú rýchlosť $v_s = 3,27 \text{ m} \cdot s^{-1}$. S použitím maximálnej literatúrou uvádzanej hodnoty stupňa drsnosti zatravnenia $n_2 = 0,050$ sme tým istým postupom vypočítali hodnotu priemernej profilovej rýchlosti $v_s = 1,86 \text{ m} \cdot s^{-1}$, čo predstavuje až 75,81 % rozdielu.

Zo spomínaných konštatovaní vyplýva aj potreba ďalšieho doplnenia a overovania doporučovaných stupňov drsnosti pre zatravnenie svahov koryt bystrín ako jeden z aktuálnych opevňovacích prvkov súčasnosti i budúcnosti.

OBJEKTY A METODIKA

Výskum stupňov drsnosti zatravnenia sme uskutočňovali v rokoch 1983–1992 na desiatich pokusných úsekoch (PÚ). Na každom PÚ bol založený jeden pokusný profil (PP). Všetky PÚ a PP sme založili na Kováčovskom potoku, ktorý je pravostranným prítokom rieky Hron z orografického celku Slovenské stredohorie, časť Kremnické vrchy. Nadmorská výška PÚ (PP) sa pohybovala od 295 m n.m. do 306 m n.m. Výber toku vyplýval z viacerých faktorov:

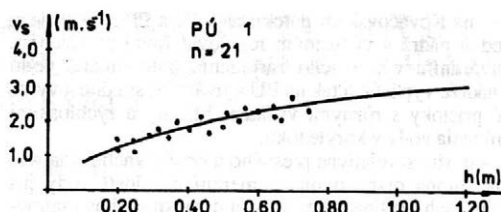
- na Kováčovskom potoku nad PÚ a PP sa nachádza vodná nádrž s výpustným regulovateľným zariadením. Otváraním výpustného zariadenia bolo možné vodu z nádrže vypúšťať a tak na PÚ vytvárať aj stredné a vysoké prietoky s rôznymi výškami hladiny a rýchlosťami prúdenia vody v koryte toku;

- možnosť relatívne presného a objektívneho stanovenia stupňa drsnosti dna z meraní rýchlostí vody pri najnižších hladinách bez vplyvu drsnosti svahov (zatravnienia), ale aj podľa výšky výstupkov v dne toku;

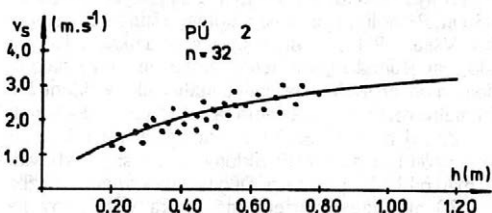
- možnosť porovnania hodnôt stupňov drsnosti, ktoré sme zistili pre kosené a pre nekosené trávové porasty.

Založené PÚ a PP sme vyznačili drevenými signálnymi kolíkmi, aby sme zabezpečili vždy to isté miesto (PP) pri hydrometrovaní. Dĺžky PÚ sa pohybovali od 22 do 30 m. PP boli umiestnené v dolnej tretine PÚ v smere toku. Všetky PÚ sme umiestnili v priamkach. Koryto malo tvar jednoduchého lichobežníka buď s rovnakým sklonom oboch svahov, prípadne mali svahy v sklone len minimálne rozdiely (na jednom PP). PÚ a PP č. 1 - 5 mali šírku dna b od 1,20 do 3,00 m a výšku prietokového profilu h od 1,30 do 1,50 m. Sklony svahov sa pohybovali v rozpätí od $1 : 1,3$ po $1 : 1,5$. Dno tvorila kamenná dlažba hr. 0,30 m, hladká, priemerná výška výstupkov na jednotlivých PÚ od 14 do 18 mm, dlažba bola vyškárovaná cementovou maltou, osadená do štrkopieskového lôžka. Na dlažbe neboli badateľné žiadne známky poškodenia. PÚ č. 1 - 5 sa nachádzali v intraviláne obce Kováčová. Ich pozdĺžne sklony sa pohybovali v rozpätí od $i = 0,0109$ (1,09 %) do $i = 0,0250$ (2,5 %). Tieto PÚ boli dvakrát ročne kosené (máj a september). Výška strniška po pokosení bola asi 0,05 - 0,07 m. Svahy tvoril dobre zapojený trávový porast s prímiesou burín. Vzhľadom k tomu, že hydrometrovania sme vykonávali vždy len po pokosení, druhy rastlín na svahoch neuvádzame. Dreviný sa na svahoch nevyskytovali.

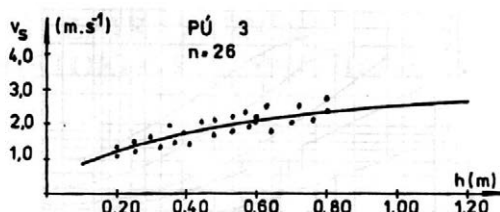
PÚ a PP č. 6 - 10 mali šírku dna b od 1,5 do 1,6 m a výšku prietokového profilu h od 1,3 do 2,0 m. Sklony svahov sa pohybovali v rozpätí od $1 : 1,7$ do $1 : 2$. PÚ sa nachádzali v extraviláne medzi obcou Kováčová a mestom Zvolen. Dno PÚ č. 6 - 10 tvorila dlažba z prefabrikátov TBM 2 - 50 (50 x 50 x 10 cm) do štrkopieskového lôžka. Medzery medzi tvarovkami boli vyškárované cementovou maltou. Dlažba bola v dobrom stave, hladká, bez narušenia a bez badateľných výstupkov. Pozdĺžne sklony PÚ č. 6 - 10 sa pohybovali v rozpätí od $i = 0,0038$ (0,38 %) do $i = 0,0098$ (0,98 %). Tieto pokusné úseky boli v sledovanom období bez údržby. Výška rastlín vo vegetačnom období bola rôzna, pohybovala sa v rozpätí od 0,80 do 1,30 m. Nižšie druhy rastlín dosahovali výšku od 0,40 do 0,70 m. Nižšie druhy rastlín sa vyskytovali hlavne v horných častiach prietokového profilu a v okolí brehových hrán. Dreviný sa na svahoch PÚ nevyskytovali. Maximálne druhové zastúpenie (70 %), ale aj plošné zastúpenie (75 %) mala chrasť rákosovitá (*Baldingera arundinacea* (L.) Dumort., ktorá vytvárala vždy spodnú časť trávového porastu svahu toku. Táto rastlina nadväzovala vytvorenými mohutnými trsmi na dlažbu dna z tvaroviek TBM 2 - 50. Z ostatných druhov tráv a bylín mala najvyššie zastúpenie (plošné i druhové) žihľava dvojdomá pravá (*Urtica dioica* L. ssp. *dioica*), bolo to asi 10 %. Z ostatných tráv sa vyskytovali na PÚ č. 6 - 10: ostrica oddialená (*Carex remota* L. Grubf.), ostrica ostrá (*Carex acutiformis* Ehrh.), lipnica pospolitá (*Poa trivialis* L.), ostrica metľinatá (*Carex paniculata* Just.), metlica trsnatá (*Deschampsia caespitosa* L. P. Beauv.), smľz kroviskový (*Calamagrostis epigeios* L. Roth.). Z bylín mali zastúpenie tieto: iskerník prudký (*Ranuncu-*



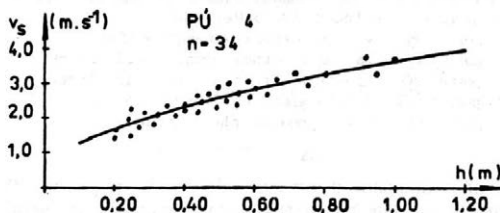
2. Vzťah medzi hĺbkou vody a meranou rýchlosťou vody pre pokusný profil č. 1 – Relationship between depth of water and flow rate recorded for the experimental profile no. 1



3. Vzťah medzi hĺbkou vody a meranou rýchlosťou vody pre pokusný profil č. 2 – Relationship between depth of water and flow rate recorded for the experimental profile no. 2



4. Vzťah medzi hĺbkou vody a meranou rýchlosťou vody pre pokusný profil č. 3 – Relationship between depth of water and flow rate recorded for the experimental profile no. 3



5. Vzťah medzi hĺbkou vody a meranou rýchlosťou vody pre pokusný profil č. 4 – Relationship between depth of water and flow rate recorded for the experimental profile no. 4

lus acer L.), zbehovce plazivý (*Ajuga reptans* L.), kostihoj lekárskej pravý (*Symphylum officinale* L. ssp. *officinale*), lipkavec močiarny (*Galium palustre* L.), mydlíca lekárska (*Saponaria officinalis* L.), cesnačka lekárska (*Alriaria officinalis* Andr.), kuklík potočný (*Geum rivale* L.), čerkač peniažtekový (*Lysimachia nummularia* L.), krkoška chlpatá (*Chaerophyllum hirsutum* L.), blyskáč jarný záružľolistý (*Ficaria verna* Huds.), kozia noha hostcová (*Aegopodium padagraria* L.). Trávový a bylinný porast plnil funkciu opevnenia svahu veľmi dobre. Ani pri vyšších prietokoch neboli badateľné poškodenia svahu. Rastlinný kryt pri vyšších prietokoch poľahol.

Na dne toku (PÚ 1 - 10) sa splaveniny nevyskytovali vzhľadom k tomu, že hoci sú z hornej časti Kováčovského potoka transportované nadol, ostávajú zachytené v spomínanej vodnej nádrži. Na dne sa však pri nízkych výškach hladín vyskytovali rôzne odpadky od obyvateľov Kováčovej, ktoré sa však už pri výške hladiny 0,20 - 0,25 m dostávali postupne do pohybu a boli transportované do recipienta - rieky Hron.

Na každom PÚ (PP) sme uskutočnili nasledovné merania:

- meranie geometrických charakteristík prietokového profilu (šírka dna b , výška prietokového profilu h , šírka koryta v brehoch B , sklony oboch svahov 1 : m_1 a 1 : m_2 a to pomocou profiláčnych lát a nivelácie;

- meranie pozdĺžneho sklonu toku na PÚ pomocou nivelačného prístroja;

- hydrometrovanie pomocou hydrometrovacej súpravy SHV - 01 (výrobok VÚVH Bratislava), pričom sme postupovali podľa zásad, uvedených v ON 73 6571 *Meranie prietokov vodomernou vrtuľou vo vodnom toku* tak, aby sme zabezpečili čo najpresnejšie merania. Pri hydrometrovaní sme použili jednobodovú metódu pri výškach hladín do 0,20 m a dvojbodovú metódu pri výškach hladín vyšších ako 0,20 m. Pri jednobodovej metóde sme merali bodovú rýchlosť v hĺbkach 0,40 h od dna, pri dvojbodovej metóde v hĺbkach 0,2 a 0,8 h od dna.

Z nameraných údajov sme vypočítali bodové rýchlosti vzhľadom:

$$v_b = \alpha + \beta \cdot p \quad (\text{m.s}^{-1}) \quad (1)$$

kde: v_b - bodová rýchlosť v konkrétnej výške od dna (m.s^{-1}),
 α - koeficient vyjadrujúci vnútorné trenie hydrometrovacieho zariadenia (je určený v tárovacom osvedčení),
 β - koeficient vyjadrujúci tvar vrtule hydrometrovacieho zariadenia (je určený v tárovacom osvedčení),
 p - koeficient vyjadrujúci podiel $N \cdot t^2$, pričom N je počet otáčok vrtule a t je čas (s), za ktorý vrtuľa vykoná N otáčok.

Priemerné rýchlosti vo zvisliciach sme vypočítali pri dvojbodovej metóde ako priemer bodových rýchlostí pre výšky merania 0,2 h a 0,8 h od dna a pri jednobodovej metóde sme bodovú rýchlosť v_b považovali za priemernú rýchlosť vo zvislici v_{mz} . Z vypočítaných priemerných rýchlostí vody vo zvisliciach sme ďalej vypočítali priemerné profilové rýchlosti vody v_p pre výšku vodnej hladiny, pri ktorej sa konkrétne meranie vykonalo, a to vzhľadom:

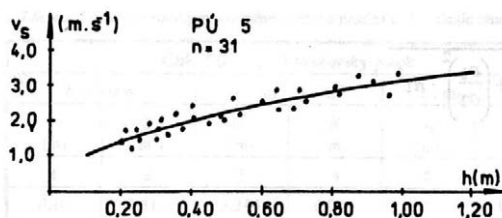
$$v_p = Q \cdot S^{-1} \quad (\text{m.s}^{-1}) \quad (2)$$

kde: Q - súčet čiastkových prietokov ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$),
 S - súčet čiastkových plôch prietokového profilu (m^2).

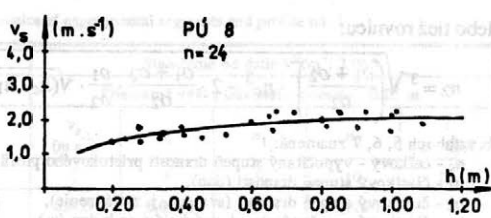
Hodnotu Q sme určili vzhľadom:

$$Q = K_1 \cdot v_{mz1} \cdot S_{0,1} + \frac{v_{mz1} + v_{mz2}}{2} \cdot S_{1,2} + \frac{v_{mzn-1} + v_{mzn}}{2} \cdot S_{n-1,n} + K_1 v_{mzn} \cdot S_{n,n+1} \quad (3)$$

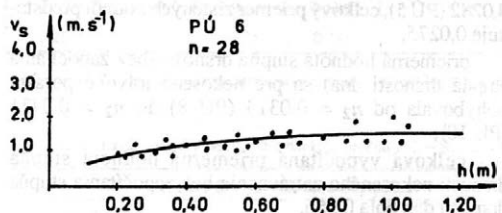
kde: $v_{mz1}; v_{mz2} \dots v_{mzn}$ - priemerná rýchlosť v príslušnej zvislici (m.s^{-1}),
 $S_{0,1}; S_{1,2} \dots S_{n,n+1}$ - dielčia plocha priečného profilu medzi príslušnými zvislicami (m^2),
 Q - prietok vody ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$),
 K_1 - konštanta 0,66 (hĺbka a rýchlosť na začiatku a konci PP sú nulové).



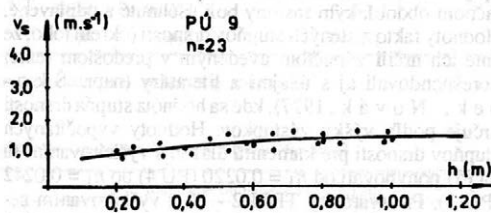
6. Vzťah medzi hĺbkou vody a meranou rýchlosťou vody pre pokusný profil č. 5 – Relationship between depth of water and flow rate recorded for the experimental profile no. 5



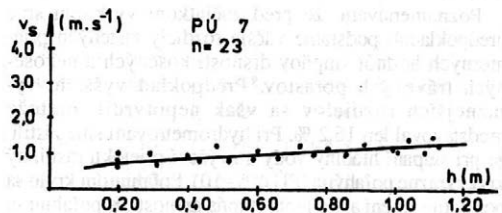
9. Vzťah medzi hĺbkou vody a meranou rýchlosťou vody pre pokusný profil č. 8 – Relationship between depth of water and flow rate recorded for the experimental profile no. 8



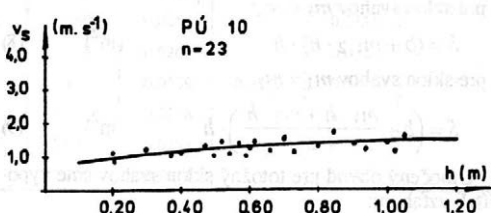
7. Vzťah medzi hĺbkou vody a meranou rýchlosťou vody pre pokusný profil č. 6 – Relationship between depth of water and flow rate recorded for the experimental profile no. 6



10. Vzťah medzi hĺbkou vody a meranou rýchlosťou vody pre pokusný profil č. 9 – Relationship between depth of water and flow rate recorded for the experimental profile no. 9



8. Vzťah medzi hĺbkou vody a meranou rýchlosťou vody pre pokusný profil č. 7 – Relationship between depth of water and flow rate recorded for the experimental profile no. 7



11. Vzťah medzi hĺbkou vody a meranou rýchlosťou vody pre pokusný profil č. 10 – Relationship between depth of water and flow rate recorded for the experimental profile no. 10

Merania rýchlosti vody na jednotlivých pokusných profiloch sme vykonávali pri rôznych výškach vodných hladín (aké sa v dobe merania vyskytovali). Nakoľko sa tieto výšky veľmi rôznili, lebo sme potrebovali zachytiť čo najväčšie rozpätie výšok a pretože sme chceli získať porovnateľné údaje pre výšky vody $h = 0,20$ m, $h = 0,40$ m, $h = 0,60$ m, $h = 0,80$ m, $h = 1,00$ m a $h = 1,20$ m, vyrovnali sme priemerné profilové rýchlosti v_p vhodnou regresiou. Použili sme polynóm druhého stupňa v tvare paraboly:

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 \quad (4)$$

kde: y – vyrovnaná hodnota priemernej profilovej rýchlosti (v_p) (m.s^{-1}),
 x – výška vodnej hladiny (m),
 a_0, a_1, a_2 – regresné koeficienty.

Štatistickým vyrovnaním sme získali krivku, z ktorej bolo možné určiť priemerné profilové rýchlosti vody v_p pre požadované výšky vodných hladín 0,20; 0,40; 0,60; 0,80; 1,00; 1,20 m. Index korelácie tohto vzťahu sa pohyboval pre jednotlivé PÚ od $I_{xy} = 0,903$ do $I_{xy} = 0,982$, čo potvrdzuje tesnú korelačnú závislosť.

Celkove sme uskutočnili 265 hydrometrovaní pre rôzne výšky vodnej hladiny, čo predstavuje priemer 26,5 meraní na jeden PP. Najmenší počet meraní na jednom PP bol 21, najväčší 34.

Výpočet celkových stupňov drsnosti celého prietokového profilu n_c , teda pre dno i svahy súčasne, sme pre sledované výšky vody uskutočnili vypracovaným programom na PC spätne z Chezyho rýchlostnej rovnice s použitím Pavlovského rýchlostného súčiniteľa. Následne sme zo vzťahu:

$$n_c = \frac{(o_1 \cdot n_1^{3/2} + o_2 \cdot n_2^{3/2})^{2/3}}{(o_1 + o_2)^{2/3}} \quad (5)$$

odvodili rovnicu na výpočet čiastkového stupňa drsnosti n_2 (zatravnenie na svahoch prietokového profilu):

$$n_2 = \left(\frac{(o_1 + o_2) \cdot n_c^{3/2} - o_1 \cdot n_1^{3/2}}{o_2} \right)^{2/3} \quad (6)$$

alebo tiež rovnici:

$$n_2 = \sqrt[3]{\left(\frac{01 + 02}{02}\right)^2 \cdot n_c^3 - 2 \cdot \frac{01 + 02}{02} \cdot \frac{01}{02} \cdot \sqrt{(n_c \cdot n_1)^3} + \left(\frac{01}{02}\right)^2 \cdot n_1^3} \quad (7)$$

Vo vzťahoch 5, 6, 7 znamená:

- n_c - celkový - vypočítaný stupeň drsnosti prietokového profilu,
- n_1 - čiastkový stupeň drsnosti (dno),
- n_2 - čiastkový stupeň drsnosti (svahy, t. j. zatrávnenie),
- 01 - čiastkový omočený obvod, vzťahujúci sa k dnu (m),
- 02 - čiastkový omočený obvod (svahy, t. j. zatrávnenie) (m).

Hodnotu n_1 sme vypočítali z takých výšok hladín a údajov k nim patriacim, pri ktorých sa ešte neprejavil vplyv zatrávnenia na svahu, a to z meraní v nevegetačnom období, kým rastliny boli uschnuté a odplavené. Hodnoty takto zistených stupňov drsnosti (okrem toho, že sme ich určili výpočtom uvedeným v predošlom texte) korešpondovali aj s údajmi z literatúry (napr. Š k o p e k , N o v á k , 1977), kde sa hodnota stupňa drsnosti určuje podľa výšky výstupkov. Hodnoty vypočítaných stupňov drsnosti pre kamennú dlažbu s vyškárovaním sa na PÚ pohybovali od $n_1 = 0,0220$ (PÚ 4) po $n_1 = 0,0242$ (PÚ 1). Pre tvarovky TBM 2 - 50 s vyškárovaním cementovou maltou boli zistené hodnoty n_1 v rozpätí od $n_1 = 0,0178$ (PÚ 8) do $n_1 = 0,0205$ (PÚ 6).

Čiastkové i celkové plochy prietokových profilov pre jednotlivé výšky vody sme zistili digitálnym planimetrom a overili výpočtom pomocou vzťahov:

- pre sklon svahov $m_1 = m_2$:

$$S = (b + m_{1,2} \cdot h) \cdot h \quad (m^2) \quad (8)$$

- pre sklon svahov $m_1 \neq m_2$:

$$S = \left(b + \frac{m_1 \cdot h + m_2 \cdot h}{2}\right) \cdot h \quad (m^2) \quad (9)$$

Omočený obvod pre totožný sklon svahov sme vypočítali vzťahom:

$$O = b + 2h \cdot \sqrt{1 + m^2} \quad (m) \quad (10)$$

a pre rozdielne sklony svahov:

$$O = b + h \cdot \sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2} \quad (m) \quad (11)$$

Čiastkové omočené obvody sme určili vzťahmi:

$$o_2 = O - o_1 \quad (m) \quad (12)$$

$$o_1 = O - o_2 \quad (m) \quad (13)$$

Vysvetlenie použitých symbolov vo vzťahoch 8 - 13 bolo uvedené.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Merané a vypočítané charakteristiky pre jednotlivé PÚ a PP sú podrobne uvedené v tab. I až XI. Zo zistených výsledkov považujeme za zaujímavé hlavne tieto:

- priemerná hodnota stupňa drsnosti zatrávnenia (bez započítania stupňa drsnosti dna vo výpočtoch) sa pre kosené trávové porasty (PÚ č. 1 - 5) pohybovala na jednotlivých pokusných úsekoch od $n_2 = 0,0291$ (PÚ 4) do $n_2 = 0,0331$ (PÚ 2),

- celková vypočítaná priemerná hodnota stupňa drsnosti, určená zo všetkých hodnôt, zistených na kosených trávových porastoch, je 0,0315,

- priemerná hodnota stupňa drsnosti zatrávnenia aj so započítaním dna (dlažba s vyškárovaním) pre kosené trávové porasty sa pohybovala od $n_c = 0,0265$ (PÚ 4) do $n_c = 0,0282$ (PÚ 5), celkový priemer zistených hodnôt predstavuje 0,0275,

- priemerná hodnota stupňa drsnosti (bez započítania stupňa drsnosti dna) sa pre nekosené trávové porasty pohybovala od $n_2 = 0,0313$ (PÚ 8) do $n_2 = 0,0431$ (PÚ 10),

- celková vypočítaná priemerná hodnota stupňa drsnosti nekoseného zatrávnenia bez započítania stupňa drsnosti dna bola 0,366,

- priemerná hodnota stupňa drsnosti nekoseného zatrávnenia aj so započítaním drsnosti dna (tvarovky TBM 2 - 50) bola 0,0311, pričom hodnoty na jednotlivých PÚ sa pohybovali od $n_c = 0,0271$ (PÚ 8) do 0,0357 (PÚ 10).

Poznamenávam, že pred začiatkom výskumu sme predpokladali podstatne väčšie rozdiely zistených priemerných hodnôt stupňov drsnosti kosených a nekosených trávových porastov. Predpoklad vyšších, výraznejších rozdielov sa však nepotvrdil, pretože predstavoval len 16,2 %. Pri hydrometrovaní sme zistili, že pri stúpaní hladiny vody a zvýšení prietoku rastlinný kryt výrazne poľahýna (PÚ č. 6 - 10). Poľahnutím krytu sa podstatne zmení aj hodnota stupňa drsnosti. K poľahnutiu rastlín dochádzalo už pri výškach hladín 0,30 cm a viac. Hoci sme pre nekosené trávové porasty zistili vyššiu priemernú hodnotu stupňa drsnosti ($n_2 = 0,0366$) ako pre kosené ($n_2 = 0,0315$), predpokladaný vyšší rozdiel sa nepotvrdil.

Nekosený trávový porast po poľahnutí však vytváral účinnú ochranu svahov koryta, pretože poľahnuté rastliny bránili vyplavovaniu trsov tráv zo svahu a tiež zeminy spod rastlín. Zistili sme tiež, že pri vyšších vodných stavoch na PÚ 1 - 5 dochádzalo k pomiestneniu narušovaniu trsov trávového porastu hlavne v nižších častiach svahu okolo jeho päty. Po klesnutí hladiny však po určitom čase opäť došlo k prerasteniu poškodených miest trsmi tráv.

Variačný koeficient vypočítaný pre jednotlivé PÚ sa u kosených trávových porastov (PÚ 1 - 5) pohyboval v rozpätí od 2,74 % (PÚ 5) do 7,74 % (PÚ 3); u nekosených porastov boli hodnoty variačného koeficientu vyššie a pohybovali sa v rozpätí od 14,42 % (PÚ 7) do 18,88 % (PÚ 8).

V dôsledku postupného poľahnutia nekosených porastov sme nezaznamenali významnejší vplyv výšky trávového porastu na hodnotu stupňa drsnosti. Pri kosených porastoch sme nezistili ani vplyv hydraulického polomeru R na hodnotu stupňa drsnosti. Hodnoty stupňov drsnosti pri rôznych výškach vodnej hladiny neboli konštantné. Za zaujímavé považujeme aj zistenie, že u nekosených trávových porastov (PÚ č. 6 - 10) sa hodnota stupňa drsnosti s výškou vodnej hladiny (aj hydrau-

I. Základné charakteristiky pokusného úseku a profilu č. 1 – Basic characteristics of experimental segments and profile no. 1

Číslo PÚ ¹ : 1 Kováčovský potok						Staničenie od ústia v km ² : 2,065				
b = 3,0 m		1 : m ₁ = 1 : 1,5		1 : m ₂ = 1 : 1,3		Priemerná výška trávového porastu ³ : 0,05 m				
h (m)	S (m ²)	O _c (m)	R (m)	o ₁ (m)	o ₂ (m)	v _{s-1} (m.s ⁻¹)	n _c	n ₁	n ₂	i (% . 0,01)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,10	0,314	3,344	0,094	3,000	0,344	0,803	0,0242	0,0242	0,0242	0,0121
0,20	0,656	3,688	0,178		0,688	1,217	0,0248		0,0274	
0,40	1,424	4,376	0,325		1,376	1,747	0,0269		0,0325	
0,60	2,304	5,064	0,455		2,064	2,197	0,0275		0,0321	
0,80	3,296	5,752	0,573		2,752	2,568	0,0280		0,0319	
1,00	4,400	6,400	0,683		3,440	2,858	0,0274		0,0301	
1,20	5,616	7,128	0,788		4,128	3,070	0,0299		0,0338	

For Tabs. I - X: ¹ number of experimental segment, ² torrent length in km from the mouth, ³ average height of grass cover

II. Základné charakteristiky pokusného úseku a profilu č. 2 – Basic characteristics of experimental segments and profile no. 2

Číslo PÚ ¹ : 2 Kováčovský potok						Staničenie od ústia v km ² : 2,130				
b = 2,80 m		1 : m ₁ = 1 : 1,3		1 : m ₂ = 1 : 1,3		Priemerná výška trávového porastu ³ : 0,07 m				
h (m)	S (m ²)	O _c (m)	R (m)	o ₁ (m)	o ₂ (m)	v _{s-1} (m.s ⁻¹)	n _c	n ₁	n ₂	i (% . 0,01)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,10	0,293	3,128	0,094	2,800	0,328	0,917	0,0239	0,0271	0,0239	0,0153
0,20	0,612	3,456	0,177		0,656	1,260	0,0258		0,0334	
0,40	1,328	4,112	0,323		1,312	1,939	0,0267		0,0323	
0,60	2,148	4,768	0,450		1,968	2,450	0,0269		0,0310	
0,80	3,072	5,424	0,566		2,624	2,859	0,0278		0,0318	
1,00	4,100	6,080	0,674		3,280	3,076	0,0292		0,0335	
1,20	5,232	6,736	0,777		3,936	3,279	0,0315		0,0365	

III. Základné charakteristiky pokusného úseku a profilu č. 3 – Basic characteristics of experimental segments and profile no. 3

Číslo PÚ ¹ : 3 Kováčovský potok						Staničenie od ústia v km ² : 2,215				
b = 2,50 m		1 : m ₁ = 1 : 1,5		1 : m ₂ = 1 : 1,4		Priemerná výška trávového porastu ³ : 0,06 m				
h (m)	S (m ²)	O _c (m)	R (m)	o ₁ (m)	o ₂ (m)	v _{s-1} (m.s ⁻¹)	n _c	n ₁	n ₂	i (% . 0,01)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,10	0,264	2,852	0,093	2,500	0,352	0,823	0,0226	0,0226	0,0226	0,0109
0,20	0,558	3,204	0,174		0,704	1,178	0,0239		0,0284	
0,40	1,232	3,908	0,316		1,408	1,666	0,0262		0,0322	
0,60	2,022	4,612	0,438		2,112	2,058	0,0271		0,0321	
0,80	2,928	5,316	0,551		2,816	2,356	0,0281		0,0323	
1,00	3,950	6,020	0,656		3,520	2,558	0,0300		0,0349	
1,20	5,088	6,724	0,757		4,224	2,664	0,0316		0,0365	

lického polomeru R) zvyšovala. Táto skutočnosť môže byť spôsobená okrem iného napríklad aj zmenami prúdenia pri rôznych výškach hladiny, pričom tieto zmeny môžu byť spôsobené napr. meniacimi sa tlakmi vody, prúdiacej v koryte, na poháňajúcu vegetáciu. Pri tomto predpoklade je potrebné konštatovať, že trávový porast na svahu poháňajú postupne odspodu nahor, pričom najviac

(a tiež najdlhšie) je poháňajú trávový porast v dolnej časti svahu a naopak. Na viac poháňutom poraste je drsnosť podstatne nižšia. Uvedené predpoklady by však bolo potrebné overovať presnejšou (napr. laboratórnou) analýzou. Táto úloha však nebola cieľom nášho výskumu. Je zrejme aj to, že vplyvom stúpania hladiny pri nekonečných trávových porastoch sa čoraz menej prejavuje vplyv

IV. Základné charakteristiky pokusného úseku a profilu č. 4 – Basic characteristics of experimental segments and profile no. 4

Číslo PÚ ¹ : 4 Kováčovský potok						Staničenie od ústia v km ² : 2,305				
b = 1,20 m		1 : m ₁ = 1 : 1,4		1 : m ₂ = 1 : 1,3		Priemerná výška trávového porastu ³ : 0,06 m				
h (m)	S _c (m ²)	O _c (m)	R (m)	o ₁ (m)	o ₂ (m)	v _{s-1} (m.s ⁻¹)	n _c	n ₁	n ₂	i (% . 0,01)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,10	0,133	1,536	0,087	1,200	0,336	1,230	0,0220	0,0220	0,0220	0,0250
0,20	0,294	1,872	0,157		0,672	1,645	0,0239		0,0272	
0,40	0,696	2,544	0,274		1,344	2,284	0,0259		0,0293	
0,60	1,206	3,216	0,375		2,016	2,840	0,0265		0,0291	
0,80	1,824	3,883	0,469		2,688	3,310	0,0269		0,0290	
1,00	2,550	4,560	0,559		3,360	3,696	0,0276		0,0296	
1,20	3,384	5,232	0,647		4,032	3,998	0,0284		0,0303	

V. Základné charakteristiky pokusného úseku a profilu č. 5 – Basic characteristics of experimental segments and profile no. 5

Číslo PÚ ¹ : 5 Kováčovský potok						Staničenie od ústia v km ² : 2,410				
b = 1,30 m		1 : m ₁ = 1 : 1,4		1 : m ₂ = 1 : 1,4		Priemerná výška trávového porastu ³ : 0,06 m				
h (m)	S _c (m ²)	O _c (m)	R (m)	o ₁ (m)	o ₂ (m)	v _{s-1} (m.s ⁻¹)	n _c	n ₁	n ₂	i (% . 0,01)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,10	0,144	1,644	0,088	1,300	0,344	1,049	0,0235	0,0235	0,0235	0,0211
0,20	0,316	1,988	0,159		0,688	1,390	0,0259		0,0303	
0,40	0,774	2,676	0,278		1,376	2,000	0,0273		0,0308	
0,60	1,284	3,364	0,382		2,064	2,511	0,0278		0,0304	
0,80	1,936	4,052	0,478		2,752	2,922	0,0283		0,0305	
1,00	2,700	4,740	0,570		3,440	3,233	0,0292		0,0313	
1,20	3,576	5,428	0,659		4,128	3,443	0,0306		0,0328	

VI. Základné charakteristiky pokusného úseku a profilu č. 6 – Basic characteristics of experimental segments and profile no. 6

Číslo PÚ ¹ : 6 Kováčovský potok						Staničenie od ústia v km ² : 0,170				
b = 1,60 m		1 : m ₁ = 1 : 2		1 : m ₂ = 1 : 2		Priemerná výška trávového porastu ³ : 1,05 m				
h (m)	S _c (m ²)	O _c (m)	R (m)	o ₁ (m)	o ₂ (m)	v _{s-1} (m.s ⁻¹)	n _c	n ₁	n ₂	i (% . 0,01)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,10	0,180	2,047	0,088	1,600	0,447	0,642	0,0205	0,0205	0,0205	0,0056
0,20	0,400	2,494	0,160		0,894	0,923	0,0213		0,0228	
0,40	0,960	3,389	0,283		1,789	1,148	0,0252		0,0292	
0,60	1,680	4,283	0,392		2,683	1,334	0,0275		0,0314	
0,80	2,560	5,178	0,494		3,578	1,478	0,0294		0,0331	
1,00	3,600	6,072	0,593		4,472	1,583	0,0315		0,0351	
1,20	4,800	6,966	0,689		5,366	1,647	0,0340		0,0376	

drsnosti podstatne hladšieho dna (v našom prípade betónových tvaroviek TBM 2 - 50). V závere hodnotenia možno potvrdiť, že nami zistené výsledné hodnoty stupňov drsnosti pre kosené i nekosené trávové porasty na svahoch tokov vcelku korešpondujú s hodnotami, ktoré uvádza a doporučuje literatúra, ktorú sme citovali.

Projektant by mal pri dimenzovaní prietokového profilu v hydrotechnických výpočtoch a technickej správe projektu stavby vždy zdôvodniť výber konkrétnej hodnoty

stupňa drsnosti z existujúcej škály hodnôt, ktoré sa nachádzajú v literatúre. Svoj návrh by však mal obohatiť aj o doporučenie zásad údržby a to takej, aby mohla byť zachovaná tá hodnota stupňa drsnosti, s akou pri výpočtoch pri dimenzovaní prietokového profilu uvažoval. Len tak môže byť zabezpečená predpokladaná kapacita prietokového profilu.

Podrobný prehľad priemerných celkových hodnôt stupňov drsnosti (dno i svahy) - n_c pre kosené i nekosené

Číslo PÚ: 7 Kováčovský potok						Staničenie od ústia v km ² : 0,390				
b = 1,60 m		1 : m ₁ = 1 : 2		1 : m ₂ = 1 : 2		Priemerná výška trávového porastu ³ : 0,80 m				
h (m)	S (m ²)	O _c (m)	R (m)	o ₁ (m)	o ₂ (m)	v _{z-1} (m.s ⁻¹)	n _c	n ₁	n ₂	i (% . 0,01)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,10	0,180	2,047	0,088		0,447	0,582	0,0190		0,0190	
0,20	0,400	2,494	0,160		0,894	0,759	0,0210		0,0245	
0,40	0,960	3,389	0,283		1,789	0,856	0,0270		0,0334	
0,60	1,680	4,283	0,392	1,600	2,683	0,962	0,0309	0,0190	0,0371	0,0038
0,80	2,560	5,178	0,494		3,578	1,079	0,0328		0,0382	
1,00	3,600	6,072	0,593		4,472	1,204	0,0339		0,0389	
1,20	4,800	6,966	0,689		5,366	1,340	0,0343		0,0383	

VIII. Základné charakteristiky pokusného úseku a profilu č. 8 – Basic characteristics of experimental segments and profile no. 8

Číslo PÚ: 8 Kováčovský potok						Staničenie od ústia v km ² : 0,525				
b = 1,50 m		1 : m ₁ = 1 : 1,7		1 : m ₂ = 1 : 1,7		Priemerná výška trávového porastu ³ : 1,15 m				
h (m)	S (m ²)	O _c (m)	R (m)	o ₁ (m)	o ₂ (m)	v _{z-1} (m.s ⁻¹)	n _c	n ₁	n ₂	i (% . 0,01)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,10	0,167	1,894	0,088		0,394	1,015	0,0178		0,0178	
0,20	0,368	2,289	0,161		0,789	1,436	0,0190		0,0213	
0,40	0,872	3,078	0,283		1,578	1,695	0,0230		0,0275	
0,60	1,512	3,866	0,391	1,500	2,366	1,891	0,0259	0,0178	0,0305	0,0098
0,80	2,288	4,655	0,492		3,155	2,021	0,0285		0,0330	
1,00	3,200	5,444	0,588		3,944	2,087	0,0314		0,0359	
1,20	4,248	6,233	0,682		4,733	2,089	0,0350		0,0397	

IX. Základné charakteristiky pokusného úseku a profilu č. 9 – Basic characteristics of experimental segments and profile no. 9

Číslo PÚ: 9 Kováčovský potok						Staničenie od ústia v km ² : 0,658				
b = 1,50 m		1 : m ₁ = 1 : 1,80		1 : m ₂ = 1 : 1,80		Priemerná výška trávového porastu ³ : 1,30 m				
h (m)	S (m ²)	O _c (m)	R (m)	o ₁ (m)	o ₂ (m)	v _{z-1} (m.s ⁻¹)	n _c	n ₁	n ₂	i (% . 0,01)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,10	0,168	1,912	0,088		0,412	0,834	0,0188		0,0188	
0,20	0,372	2,324	0,160		0,824	1,012	0,0223		0,0282	
0,40	0,888	3,147	0,282		1,647	1,117	0,0292		0,0374	
0,60	1,548	3,971	0,390	1,500	2,471	1,214	0,0339	0,0188	0,0417	0,0076
0,80	2,352	4,794	0,491		3,294	1,303	0,0375		0,0447	
1,00	3,300	5,618	0,587		4,118	1,384	0,0406		0,0472	
1,20	4,392	6,442	0,682		4,942	1,458	0,0435		0,0497	

PÚ uvádza tab. XI. V tejto tabuľke sú obsiahnuté aj priemerné hodnoty zistených stupňov zatravnenia n_2 , ako aj hodnoty variačných koeficientov podľa jednotlivých PÚ. Poznávam, že hodnoty, ktoré sa vzťahujú v tab. I až X k výške vodnej hladiny $h = 0,10$ m, sme pre výpočet drsnosti svahov (zatravnenia) nezahmuli. Tieto hodnoty slúžili na zisťovanie stupňa drsnosti dna (n_1) na jednotlivých pokusných úsekoch.

ZÁVER

Zatravnenie patrí medzi vhodné druhy opevnení horných častí prietokových profilov bystrín. Toto vegetačné opevnenie má pri správnom použití a pravidelnej údržbe dobrú stabilizačnú schopnosť na svahoch koryt,

Číslo PÚ ¹ : 10 Kováčovský potok						Staničenie od ústia v km ² : 0,910				
b = 1,50 m		1 : m ₁ = 1 : 1,8		1 : m ₂ = 1 : 1,7		Priemerná výška trávového porastu ³ : 1,25 m				
h (m)	S (m ²)	O _c (m)	R (m)	o ₁ (m)	o ₂ (m)	v _{s,1} (m.s ⁻¹)	n _c	n ₁	n ₂	i (% . 0,01)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,10	0,167	1,904	0,088		0,403	0,834	0,0195		0,0195	
0,20	0,370	2,306	0,160		0,806	0,990	0,0236		0,0305	
0,40	0,880	3,112	0,283		1,612	1,127	0,0301		0,0386	
0,60	1,530	3,919	0,390	1,500	2,419	1,241	0,0345	0,0195	0,0424	0,0083
0,80	2,320	4,725	0,491		3,225	1,332	0,0382		0,0457	
1,00	3,250	5,531	0,588		4,031	1,401	0,0419		0,0489	
1,20	4,320	6,337	0,682		4,837	1,446	0,0457		0,0524	

XI. Priemerné hodnoty stupňov drsnosti zatrávnenia a variačné koeficienty – Average values of rates of roughness of grassing down and coefficients of variation

Číslo PÚ ¹	Priemerná hodnota ² $\bar{n}_c$	Variačný koeficient ³ s_x %	Priemerná hodnota ² $\bar{n}_2$	Variačný koeficient ³ s_x %
1	2	3	4	5
1	0,0274	5,11	0,0313	6,55
2	0,0280	6,75	0,0331	5,32
3	0,0278	8,99	0,0327	7,74
4	0,0265	5,36	0,0291	3,23
5	0,0282	5,21	0,0310	2,74
6	0,0281	14,73	0,0316	14,94
7	0,0300	15,63	0,0351	14,42
8	0,0271	19,44	0,0313	18,88
9	0,0345	20,63	0,0415	17,13
10	0,0357	20,59	0,0431	16,59

¹ number of experimental segment, ² average value, ³ coefficient of variation

pričom nenarušuje ani ekologickú stabilitu prostredia, ani estetickú hodnotu krajiny a je prijateľné aj z ekonomického hľadiska.

Jedným zo základných predpokladov pre správne využívanie zatrávnenia na opevňovanie horných častí prietokových profilov bystrín je poznanie jeho stupňov drsnosti, ktoré sú nutné pre dimenzovanie. Výberom nízkych alebo vysokých hodnôt stupňov drsnosti môžu vzniknúť chyby pri dimenzovaní.

Pre správnu funkčnosť zatrávnenia je potrebné stanoviť v projektoch zásady navrhovanej údržby, ktoré musia zodpovedať predpokladanej hodnote stupňa drsnosti na svahoch koryta. Pri zanedbaní údržby sa hodnota stupňa drsnosti zvyšuje, čím dochádza k nedostatočnej kapacite prietokového profilu vplyvom zníženej priemernej profilovej rýchlosti, ale aj k zmenšeniu plochy prietokového profilu, čo má tiež za následok nedostatočnú kapacitu pre návrhový prietok.

Malo by byť povinnosťou projektanta v súvisiacich prílohách projektu stavby úpravy bystriny (technická správa, hydrotechnické výpočty atď.) vždy uviesť zdôvodnenie výberu konkrétnej hodnoty stupňa drsnosti zatrávnenia.

Nami zistené výsledky ukázali, že priemerná hodnota stupňa drsnosti zatrávnenia bez kosenia bola $n_2 = 0,0366$ a s kosením 0,0315, čo znamená rozdiel 16,2 %. Keď sme obe zistené hodnoty dosadili do modelového príkladu výpočtu priemernej profilovej rýchlosti pomocou Chezyho rýchlostnej rovnice s použitím Pavlovského rýchlostného súčiniteľa a hydraulických i geometrických charakteristík ako v prvom uvádzanom modelovom príklade, zistili sme, že s použitím nami zistenej priemernej hodnoty stupňa drsnosti kosených trávových porastov $n_2 = 0,0315$ je hodnota priemernej profilovej rýchlosti $v_s = 2,75 \text{ m.s}^{-1}$. S použitím priemernej hodnoty stupňa drsnosti, ktorú sme zistili pre nekosené trávové porasty ($n_2 = 0,0366$), bola vypočítaná hodnota priemernej profilovej rýchlosti $v_s = 2,44 \text{ m.s}^{-1}$, čo predstavuje 12,7% rozdiel medzi oboma vypočítanými hodnotami. Aj keď je uvádzaný rozdiel nie príliš významný, je potrebné pri výbere hodnôt stupňov drsnosti v hydrotechnických výpočtoch (dimenzovanie prietokového profilu) postupovať racionálne a uvážene, pričom treba prihliadať na vplyvy, ktoré môžu zmenu hodnoty stupňa drsnosti zatrávnenia po určitom čase na svahu toku spôsobiť.

- HOLÝ, M. et al.: Odvodňovací stavby. Praha, SNTL 1985: 472.
- JÚVA, K. - HRABAL, A. - TLAPÁK, V.: Malé vodní toky. Praha, SZN 1984: 256.
- KAMENSKÝ, J. - MEČÁR, M. - VODZINSKÝ, V.: Hydraulika. [Příklady a návody na cvičení, 2. část.] SF SVŠT, Bratislava, 1985: 499.
- KREŠL, J. - BARTUŇKOVÁ, P.: Lesnické meliorace. [Cvičení.] Praha, SPN 1978: 144.
- MÁSIAR, E. - KAMENSKÝ, J. - MEČÁR, M.: Hydraulický a hydrotechnický výskum. ES SVŠT, Bratislava, 1988: 194.
- NOVÁK, L. - IBLOVÁ, M. - ŠKOPEK, V.: Vegetace v úpravách vodních toků a nádrží. Praha, SNTL 1986: 244.
- PATOČKA, C. - MACURA, L. et al.: Úpravy toků. Praha, SNTL 1989: 400.
- RAPLÍK, M. - VÝBORA, P. - MAREŠ, K.: Úpravy tokov. Bratislava, ALFA 1989: 640.
- ŠKOPEK, V. - NOVÁK, L.: Hrazení bystřin a strží. Praha, VÚNM 1977: 88.
- ŠMELKO, Š.: Štatistické metódy v lesníctve. ES VŠLD, Zvolen, 1991: 276.
- VESELÝ, J.: Přispěvek k opevnění svahů vodních toků travní směsí. Vodní hospodářství, Řada A, 1983, č. 10: 269-271.
- ZÁSTĚRA, Z.: Výzkoušení vegetačního opevnění z hlediska hydrotechnického. Vodní hospodářství, Řada A, 1982, č. 11: 292-295.
- ZUNA, J.: Úpravy malých vodních toků s ohledem na požadavky životního prostředí. VÚM, Praha-Zbraslav, 1979: 108.

Došlo 28. 5. 1993

JAKUBIS, M. (Technical University, Faculty of Forestry, Zvolen): *Determination of the rate of roughness due to grassing down for the needs of projecting discharge profiles of torrents.* Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (11): 454-463.

Worldwide trends of torrent control comprehend such measures that are friendly to the environment and are convenient not only in technical but also in ecological, esthetic and economic terms. Newly taken measures must not be a threat to stability of adjacent ecosystems nor to the overall ecological and esthetic value of the landscape.

One of the convenient reinforcement measures complying with the above-mentioned criteria is grassing down which can be used to reinforce the upper parts of

torrent slopes with less torrent activity which are inundated from time to time. If grassing down is properly executed and regularly managed, it is possible to create suitable protective effects of grass cover on the torrent slope.

Correct determination of the rate of its roughness needful for calculation of discharge profile (calculation of average profile flow rate) may be a certain problem which arises when grassing down is used. We found out in ten experimental segments with ten experimental profiles that the rates of roughness of mown grass covers were lower (average value 0.0315) than the values of unmown grass covers (average value 0.0366). The larger difference in the rates of roughness we believed to exist was not confirmed. The difference we determined from comparison of average values made 16.2 %. It is due to lodging of grass cover that was not mown, lodging occurred at higher water level. Lodging decreased the rate of roughness.

The rates of roughness of mown and unmown grassed down channel were recalculated from Chezy formula with Pavlovsky discharge coefficient while these recorded hydraulic and geometric characteristics were used for this calculation: average profile flow rate v_s (m/s), hydraulic radius R (m), stream gradient i (%0.01), etc.

It has been confirmed that the rate of roughness in discharge profile is not constant, but it is irregularly variable according to the discharge height. The effect of hydraulic radius R on the rate of roughness was not confirmed in mown grass covers. The rate of roughness was increasing with growing R and water level in most cases in unmown grass covers, which could be due e.g. to differences in lodging rate at various spots of the slope or to other factors.

The results of our investigations indicate that grass cover must be regularly mown to maintain the required channel capacity. If this maintenance measure is neglected, the rate of roughness may be variable, which can lead to changes in the channel capacity. Hence a potential threat of water spilling from the channel arises if the projected discharge is achieved, and all this may be followed by flooding the neighboring territory.

torrent control; grassing down; rates of roughness

Kontaktná adresa:

Ing. Matúš Jakubis, CSc., Technická univerzita, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

ZPEVNĚNÍ LESNÍCH ODVOZNÍCH CEST VE VZTAHU K ÚČINKŮM TĚŽKÉ NÁKLADNÍ DOPRAVY DŘÍVÍ

K. Hanák

Vysoká škola zemědělská, lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 3, 613 00 Brno

Provoz těžkých odvozních souprav klade mnohem vyšší nároky na technickou úroveň zpevňování lesní dopravní sítě. Na základě technických parametrů tří typů souprav, reprezentujících jejich výchozí a současnou generaci, je prokázán nárůst relativního opotřebování vozovek lesních odvozních cest. Předpoklad pro racionální a technicky účinné zpevňování LDS vytváří aplikace poznatků z oboru mechaniky netuhé vozovky. Na základě výsledků studie 9 variant třívrstvého systému, ve kterém jsou sledovány změny napětí a pružných deformací, vyvolaných obměnami poměrů modulů pružnosti a tloušťek vrstev, jsou objasněny hlavní zásady pro sestavení technicky správného návrhu zpevnění lesních cest. Výběr optimální skladby netuhé vozovky či provozního zpevnění je výsledkem komplexních rozborů, zahrnujících aspekty technické, materiálové, energetické a nákladové, jejichž souhrnným vyjádřením je ukazatel komplexní efektivity návrhu. Problematika je dokumentována na několika příkladech, zahrnujících tradiční i moderně pojaté návrhy zpevňování lesních odvozních cest.

těžké soupravy pro odvoz dříví; zpevňování lesní dopravní sítě; mechanika netuhé vozovky; návrh zpevnění lesní cesty a jeho komplexní posouzení

Rešenou problematiku lze uvést polemickou otázkou, má-li se vůbec lesník zabývat jeho profesnímu zaměřením zdánlivě natolik odtažitým problémem, jakým jsou technologie zpevňování lesní dopravní sítě (LDS), nebo ji přenechat odborníkům specializovaným na výstavbu veřejných dopravních komunikací.

Positivní odpověď může být postavena na faktu, že obor zpevňování lesních komunikací nezahrnuje pouze netuhé vozovky odvozních cest tř. 1L, jejichž konstrukční návrh je součástí projektové dokumentace, ale i značnou část sítě cest zemních tř. 2L, eventuálně 1S, zbudovaných na málo únosných podložních zeminách, vyskytujících se asi na 38 % rozlohy ČR (Beněš, 1980). Intenzivní těžká doprava dříví, soustředěná mnohdy do časově krátkých období, vyžaduje alespoň částečné zpevnění povrchu těchto cest, nemají-li být zcela zdevastovány a pozmeněny v rýhy a koryta a ohroženy následnou erozí a to nejen se všemi negativními důsledky na amortizaci vozidel a hygienu práce, ale i na čistotu vod a ochranu životního prostředí.

Na každé zpevnění lesní cesty - ať již netuhou vozovkou či provozním zpevněním - je nutné pohlížet především jako na značně nákladné technické dílo, stavební konstrukci, která je opakovaně namáhána účinky nápravových kol přejíždějících těžkých vozidel. Má-li vykazovat požadovanou provozní výkonnost a životnost, pak vyžaduje fundovaný návrh, zahrnující a respektující celý komplex dílčích faktorů - technických, technologických, ekonomických, přírodních a ve zpřístupňovaném lesním prostředí i estetických. Proto by se měl v této problematice umět dokonale orientovat nejen specialista na projekci

a výstavbu LDS, ale do značné míry i provozní pracovník lesního hospodářství.

VLIV TĚŽKÉ NÁKLADNÍ DOPRAVY NA ZPEVNĚNÍ CESTNÍ SÍTĚ

Automobilová nákladní doprava a zpevňování veřejných i účelových komunikací vytváří úzce propojený a navzájem se ovlivňující komplex, jehož rozvoj musí důsledně sledovat především celospolečenské zájmy. Racionalizační směry vývoje v nákladní dopravě jsou charakterizovány nárůstem užitečných hmotností motorových i přípojných vozidel. Velikost nápravových tlaků předurčuje však v přímé závislosti i míru agresivity vozidla ve vztahu k vozovkám, promítající se do doby jejich životnosti, provozních výkonností a způsobnosti, délek cyklů běžných oprav a udržovacích prací, u nově budovaných pak do zvýšených požadavků na tloušťkové dimenze jejich jednotlivých konstrukčních vrstev. V souhrnu tak mohou nekontrolovatelné snahy o zhospodárnění nákladní dopravy iniciovat nejen zvýšení finančních požadavků na údržbu a výstavbu cestní sítě, ale i nároky na zdroje, výrobu a spotřebu deficitních bilancovaných přírodních silničních staviv a pojiv.

Vyvážené a kompromisní řešení vyžaduje na jedné straně legislativní vymezení velikostí maximálně přípustných nápravových tlaků těžkých vozidel (v ČR pro tandemovou nápravu 160 kN, pro jednoduchou 100 kN), na druhé straně pak zavádění hospodárných a moderně pojatých technologií zpevňování cestních sítí, disponujících vysokými parametry únosnosti a fyzické životnosti. Zmíněný racionalizační vývoj v nákladní dopravě dříví a časovém horizontu přibližně 35 let lze dokumentovat porovnáním charakteristických technických parametrů odvozních souprav, sestavených z upraveného plošinového automobilu Praga V3S s oplenovým polopřívěsem DA-5 a z návěšových tahačů Liaz 111.800 a Tatra 815 Z25 s jedonápravovým či dvonápravovým polopřívěsem DA-8 a DA-15 (tab. I).

Z uvedených údajů je např. zřejmé, že při přibližném zachování velikosti koeficientu užitečnosti (poměr užitečné a pohotovostní hmotnosti vozidla) se zvýšily užitečné hmotnosti odvozních souprav v rozsahu od 35 do 148,5 % a jejich celkové hmotnosti od 53,7 do 150,4 %.

Z modelového příkladu potřebného počtu přejezdů posuzovaných souprav pro odvoz 100 tun dříví je patrné i z hlediska ekologických aspektů žádoucí snížení frekvence nákladní motorové dopravy v lesním prostředí.

Pro možnost objektivního hodnocení vlivu odvozních souprav na únavu a opotřebení zpevnění lesní cesty je proveden jejich přepočít na ekvivalentní účinek normového zatížení, kterým je v ČR pro veřejnou i účelovou cestní síť tzv. návrhová náprava (NN), charakterizovaná nápravovým tlakem $P = 100$ kN, vyvozujičím na náhradní kruhové ploše o poloměru $a = 0,1565$ m rovnoměrný dotykový tlak $p = 0,650$ MPa (pozn.: kruh o ploše ekviva-

Souprava vozidlo + přívěs ¹ Technické parametry ²	Praga V3S DA 5	Liaz 111.800 DA 8	Tatra 815Z DA 8	Tatra 815Z DA 15
Pohotovostní hmotnost ³ (kg)	7 570	13 500	16 500	19 150
Užitečná hmotnost ⁴ (kg)	10 000	13 500 (+35,0 %)	17 500 (+75,0 %)	24 850 (148,5 %)
Celková hmotnost ⁵ (kg)	17 570	27 000 (+53,7 %)	34 000 (+93,5 %)	44 000 (+150,4 %)
Koeficient užitečnosti ⁶	3,645	3,833	3,714	3,598
Převodní součinitel α na NN ⁷	0,117	1,612 - 1,825	1,046 - 1,259	1,930
Počet přejezdů „n“ pro odvoz 100 t dříví ⁸	10,00	7,41	5,71	4,02
Relativní opotřebení vozovky ⁹ $\gamma = n \cdot \alpha$	1,170	11,945 - 13,523	5,973 - 7,189	7,759

¹truck and trailer set, ²technical parameters, ³available mass, ⁴effective mass, ⁵total mass, ⁶coefficient of effectiveness, ⁷coefficient of conversion α to Pa, ⁸wheel traffic „n“ needful for hauling 100 t timber, ⁹pavement relative wear

lentní dvoulouplíkové zatěžovací ploše pneumatik zdvojeného kola NN při styku s povrchem zpevnění).

Přepočítání účinků jednotlivých a skupinových náprav tažných a přípojných vozidel souprav na návrhovou nápravu je proveden stanovením dílčích převodních součinitelů α_i podle vzorce:

$$\alpha_i = k_i \cdot \left| \frac{p_i \cdot P_i}{p_n \cdot P_n} \right|^{3,5} \quad (1)$$

kde: α_i - převodní součinitel pro i -tou nápravu,
 p_i - průměrný dotykový tlak pneumatiky kola přepočítávané nápravy (MPa) ($p_i = m \cdot p_a$, kde m je korekční součinitel dotykového tlaku pneumatik (0,80), p_a je huštění pneumatik v MPa),
 p_n - průměrný dotykový tlak návrhové nápravy (0,650 MPa),
 P_i - zatížení kola přepočítávané nápravy (kN),
 P_n - zatížení zdvojeného kola návrhové nápravy (50 kN),
 k_i - součinitel závislý na uspořádání náprav vozidla, tj. rozvoru.

V tab. I uvedené hodnoty celkového převodního součinitele odvozních souprav na normové zatížení NN jsou aritmetickým součtem dílčích převodních součinitelů α_i , tzn.

$$\alpha = \sum_{i=1}^n \alpha_i \quad (2)$$

Součinitel α se v praxi používá pro stanovení celkového dopravního zatížení návrhovou nápravou v rámci návrhu vozovky cesty a jeho posouzení (Gschwendt, Poliaček, 1983).

Hodnoty součinitelů α jsou v teoretických studiích rovněž podkladem k již zmíněnému hodnocení účinnosti těžkých vozidel na relativní deformaci opotřebení vozovek cestních sítí γ , neboť to je přímo úměrné velikostem jimi vyvozených nápravových a dotykových tlaků a četnosti přejezdů n (Štránský, 1981):

$$\gamma = n \cdot \alpha \quad (3)$$

Transformace do oboru lesní nákladní dopravy dříví je zřejmá z údajů tab. I, kde je uvedena velikost relativního opotřebení zpevnění cesty γ , vyvolaná počtem přejezdů porovnávaných souprav, potřebných pro odvoz určité hmotnosti dříví, v daném případě 100 tun (pozn.: rozpětí hodnot α a γ je podle výrobce vozidel doporučených typů pneumatik a velikosti jejich huštění). Z prezentovaných údajů je např. zřejmé, že souprava Praga V3S + DA5 při deseti přejezdech, potřebných pro odvoz 100 t dříví, způ-

sobí relativní opotřebení zpevnění cesty ve výši 1,17, zatímco souprava Liaz 111.800 + DA8, potřebující pro odvoz stejné hmotnosti pouze 7,41 přejezdů, opotřebuje toto zpevnění více než desetinásobně.

Zavádění těžkých odvozních souprav do lesního hospodářství je bezesporu pozitivním racionalizačním prvkem při dopravě dříví, současně však klade značně vyšší požadavky na technickou úroveň zpevňování LDS.

V protikladu s uvedenými argumenty je však právě tento obor poznamenán dlouhodobou stagnací, za jejíž hlavní příčinu lze označit v bývalém politickém systému nekompromisně prosazované ekonomické ukazatele, sledující plnění plánu výstavby podle objemu prostavěných investičních prostředků. Lesnická stavební praxe proto v podstatě ignorovala snahy a výsledky výzkumu, zaměřeného na reálné možnosti zavádění technicky kvalitnějších a hospodárnějších technologií při efektivním zpevňování LDS. Lesní odvozní cesty jsou tak již více než 30 let téměř stereotypně opatřovány dnes již technicky zastaralou a nevhodnou „klasickou“ netuhou vozovkou, uplatňující ve své konstrukční skladbě penetrované dehtové makadamy, štěrkodrtě a štěrkopisky a provozní zpevňování zemních cest je interpretováno málo účinným navážením kameniva na rozbředlé a neúnosné pláně.

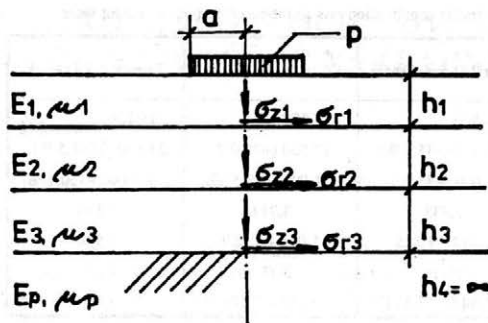
MECHANIKA NETUHÉ VOZOVKY A JEJÍ APLIKACE PRO RACIONÁLNÍ ZPEVŇOVÁNÍ LESNÍCH ODVOZNÍCH CEST

Při posuzování správnosti návrhu netuhé vozovky z hlediska její mechaniky se využívají matematická řešení fyzikálních modelů vrstevnatého pružného poloprostoru (Poliaček, Gschwendt, 1990).

Vozovka je schématicky nahrazena jako náhradní n -vrstvý systém, uložený na pružném poloprostoru, ve kterém jsou její jednotlivé konstrukční vrstvy a podloží definovány tloušťkou h a deformačními charakteristikami - modulem pružnosti E a Poissonovým číslem μ (pro navržená silniční staviva a typ podloží zeminy) (obr. 1).

Z výstupních údajů matematického řešení účinků, vyvolaných v tomto systému dotykovým tlakem p návrhové nápravy, působícím rovnoměrně na náhradní kontaktní kruhové ploše o poloměru a , jsou pro posouzení návrhu vozovky podstatné především:

- radiální napětí σ_r na spodní ploše každé vrstvy v ose zatížení,
- vertikální napětí σ_z na podloží v ose zatížení,



1. Fyzikální model netuhé vozovky a jeho charakteristiky – Physical model of flexible pavement and its characteristics

- průhyb y na povrchu systému, jeho jednotlivých vrstev a podloží.

a) Z hlediska napětí v tahu za ohybu jsou pro vrstvy vozovky dopravního zatížení G - provozní výkonnost do $1 \cdot 10^4$ přejezdů NN - srovnatelnými se zatížením lesních cest určeny podmínky:

$$\sigma_{r,i, \max} \leq 1,05 \cdot R_{i,i} \quad (4)$$

$$S_v = \frac{\sigma_{r,i, \max}}{R_{i,i}} \leq 1 \quad (5)$$

kde: $\sigma_{r,i}$ - napětí v tahu za ohybu na spodním povrchu vyšetřované vrstvy, vyvozené návrhovou nápravou (MPa),

$R_{i,i}$ - výpočtová nebo fiktivní pevnost materiálu v tahu za ohybu (MPa),

S_v - součinitel využití únavové pevnosti materiálu vyšetřované vrstvy.

b) Stabilita podloží je posuzována pomocí zjištěné hodnoty vertikálního napětí σ_z . Maximální hodnota σ_z nesmí překročit dovolenou hodnotu napětí $\sigma_{z,dov}$, tzn. $\sigma_{z,\max} \leq \sigma_{z,dov}$, která je pro nejméně zatížené vozovky skupiny G dána vzorcem:

$$\sigma_{z,dov} = \frac{5,8 \cdot 10^{-3} \cdot E_p}{1 + 0,7 \cdot \log N_c} \quad (6)$$

kde: E_p - výpočtová hodnota modulu pružnosti podloží v jarním období,

N_c - celkové zatížení vozovky návrhovou nápravou.

c) Z velikosti pružného průhybu y vícevrstvého systému je vypočítána celková provozní výkonnost vozovky N_c ze vztahu:

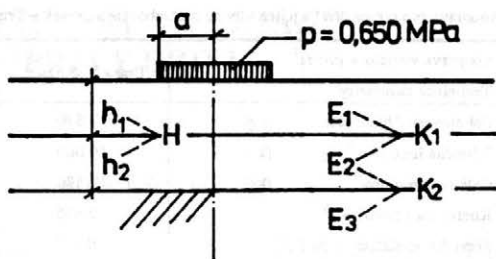
$$N_c = 10^{\frac{0,85 - \log y}{0,16}} \quad (7)$$

d) Hodnoty dílčích pružných průhybů, vypočítané pro jednotlivé vrstvy a podloží systému, jsou podkladem k porovnání různých variant konstrukční skladby vozovky z hlediska její náchylnosti k tvorbě trvalých deformací y_{trv} pro předpokládané dopravní zatížení N_c podle vzorce:

$$y_{trv} = K_{podl} \cdot y_{podl} + \sum_{i=1}^n K_i \cdot (y_{pr,i} - y_{pr,i+1}) \quad (\text{mm})(8)$$

kde: K_i - deformační součinitel pro materiál vrstvy i ,

y_{podl} - pružná deformace na povrchu podloží,



2. Schéma jednoduchého třívrstvého systému – Diagram of a simple three-course system

$y_{pr,i}$ - pružná deformace vrstvy i ,
 $y_{pr,i+1}$ - pružná deformace vrstvy $i+1$, tzn. nadlehlé.

Transformace uvedených vztahů mechaniky netuhé vozovky do problematiky s cílem definovat hlavní zásady pro účinné a hospodárné zpevňování LDS vychází z rozboru třívrstvého systému, v podstatě modelujícího jednoduchou vozovku nebo provozní zpevnění lesní odvozní cesty (obr. 2).

Výpočet dále popsaných variant skladby tohoto modelového systému vychází z tabelárních podkladů, sestavených podle počítačového programu LAYMED pro parametry (VUIS Bratislava, 1976; Gschwendt, 1989):

$$K_1 = \frac{E_1}{E_2}, K_2 = \frac{E_2}{E_3}, a_1 = \frac{a}{h_2}, H = \frac{h_1}{h_2}$$

kde: E_{1-3} - moduly pružnosti vrstev a podloží (MPa),

h_{1-2} - tloušťky vrstev (cm),

a - poloměr náhradní kontaktní kruhové plochy NN (15,65 cm).

Výpočty jsou určeny: vertikální napětí σ_{z1} , σ_{z2} , tj. na spodní ploše první a druhé vrstvy
 radiální napětí σ_{r1} , σ_{r2} - dtto pružný průhyb y na povrchu systému v ose jeho zatížení.

V rámci studie bylo sledováno rozložení vertikálních a radiálních napětí v systému, vyvolaných změnami uvedených parametrů, tzn. poměrů únosnosti a tlouštěk vrstev. U všech devíti hodnocených variant modelů je zachována stejná hodnota modulu pružnosti podloží - $E_p = 25$ MPa, odpovídající saturovaným a středně únosným zeminám.

Výsledky jsou sumarizovány v tab. II.

Technické zhodnocení

Pro velikost napětí a přetvoření vrstev jsou rozhodující vzájemné poměry jejich modulu a tlouštěk. Technicky nejvýhodnější jsou varianty systémů s hodnotou parametru $K_1 = 2$, tzn. s dvojnásobnou redukcí únosnosti podkladní vrstvy ke krytu. Z hlediska zvýšení provozní výkonnosti je neefektivnější zesilování podkladní vrstvy v poměru k tloušťce krytu 1 : 3 až 1 : 4, tedy pro parametr $H = 0,33$ až 0,25 - viz hodnoty pružného průhybu y v tab. II.

Zvyšování hodnoty K_1 nad uvedenou mez 2 v důsledku degradace únosnosti podkladní vrstvy vyvolává nevýrazné snížení tahového napětí σ_{r2} na jejím spodku, současně však i mnohonásobné nežádoucí zvýšení tahového napětí σ_{r1} ve vrstvě krytové. Ze srovnání variant 1

Varianta ¹		1	2	3	1'	2'	3'	1''	2''	3''	
Kryt ² - <i>h</i> ₁ , <i>E</i> ₁		10; 1000	10; 1000	10; 750	10; 1000	10; 1000	10; 750	20; 1000	20; 1000	20; 750	
Podklad ³ - <i>h</i> ₂ , <i>E</i> ₂		20; 500	20; 200	20; 150	40; 500	40; 200	40; 150	20; 500	20; 200	20; 150	
Podloží ⁴ - <i>h</i> ₃ , <i>E</i> ₃		pro všechny varianty ⁵ = ∞; 25									
Parametry ⁶		<i>K</i> ₁	2	5	5	2	5	5	2	5	5
		<i>K</i> ₂	20	10	5	20	10	5	20	10	5
		<i>H</i>	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	1	1	1
		<i>a</i>	0,8	0,8	0,8	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8
Napětí ⁷ (MPa)	vertikální ⁹	σ _{z1}	-0,45440	-0,37115	-0,38415	-0,49855	-0,41145	-0,41470	-0,22620	-0,15600	-0,16770
		σ _{z2}	-0,04550	-0,05655	-0,08320	-0,01885	-0,02535	-0,03770	-0,02535	-0,02925	-0,04290
	radiální ⁸	σ _{r1}	0,03835	0,68380	0,64220	-0,00455	0,52715	0,53625	0,20995	0,56940	0,51545
		σ _{r2}	0,45760	0,30030	0,20410	0,19825	0,13975	0,09750	0,26845	0,15665	0,10855
Pružný průhyb ¹⁰ <i>y</i> (mm)		1,45	1,68	2,23	1,01	1,24	1,78	1,11	1,20	1,59	

¹option, ²upper course, ³foundation course, ⁴subsoil, ⁵for all options, ⁶parameters, ⁷stress, ⁸radial, ⁹vertical, ¹⁰elastic deflection
Poznámka - note: h_1, h_2 - cm, E_1, E_2, E_3 - MPa

a 2 je např. zřejmé, že při zvýšení hodnot K_1 ze 2 na 5 dochází u varianty 2 ke 17,83 vyššímu tahovému napětí σ_{r1} .

U vozovek a zpevnění, v jejichž konstrukčních vrstvách jsou staviva s velkými rozdíly proklamovaných únosností - var. 2, 3 - lze nejdříve redukovat nepříznivé rozložení tlakových a tahových napětí při velikosti parametru $H \approx 1$, tedy při přibližně stejných tloušťkách těchto vrstev - var. 2'', 3''. Tyto úpravy vykazují rovněž nejvyšší teoretickou provozní výkonnost. Přibližně stejného technického efektu je dosaženo v konstrukci, jejíž podkladní vrstva je čtyřnásobně silnější než vrstva krytová - var. 2', 3' - to ovšem za cenu vyšší materiálové, energetické i finanční náročnosti.

PŘÍKLADY KOMPLEXNÍHO POSOUZENÍ NÁVRHŮ ZPEVNĚNÍ LESNÍCH ODVOZNÍCH CEST

Příklady zahrnují tři typy netuhých vozovek a dva typy provozních zpevnění, u kterých byla podle vypočítaného pružného průhybu a pro stejné podložní poměry ($E = 25$ MPa) prokázána ekvivalentnost z hlediska jejich celkových provozních výkonností.

Typ 1 reprezentuje „klasickou“ netuhou vozovku, v jejíž konstrukčních vrstvách jsou uplatněny penetrované dehtový hrubý makadam (PHD), šterkodr (ŠD) a šterkopísek (ŠP).

V typu 2 je v této vozovce nahrazen šterkopískový podsyp vrstvou podložní zeminy zpevněné cementem (ZZc).

Vozovka typu 3 je založena na vápnem zlepšené vrstvě podložní zeminy (ZLv), v její konstrukci je využit místní materiál - v krytu stabilizovaný cementem (SII), v podkladu jako mechanicky zpevněná zemina s proklamovanou únosností (MZZ).

Provozní zpevnění - typ 4 a 5 - je dvouvrstvé; horní nosnou vrstvu tvoří minerální beton - mechanicky zpevněné kamenivo (MZK), obměněna je vrstva podkladní - u č. 4 šterkodr, u č. 5 podložní zemina zpevněná cementem.

Hodnoty napětí a pružných vertikálních deformací, vyvolaných zatížením posuzovaných typů NN, byly získány strojně počítáním zpracováním podle programu LAYMED (tab. III). (Pozn.: v řádku „celkem“ jsou v závorce uvedeny hodnoty dovoleného vertikálního namáhání podloží $\sigma_{z,dov}$ vypočítané podle vztahu (6) a celkové provozní výkonnosti N_c , odpovídající podle rovnice (7) teoretickým průhybům y na povrchu vozovky či zpevnění. V kolonce „splňuje“ je v závorce uvedeno rovněž procentické překročení fiktivních pevností materiálů vrstev v tahu za ohybu R_{if} .)

Komplexní posouzení, jehož výstupem je výběr optimální varianty, vyžaduje kromě technických parametrů i soubor údajů o materiálové, energetické a nákladové náročnosti výstavby.

V tab. IV jsou pro posuzované typy vozovek a zpevnění tedy dále uvedeny:

- tepelný odpor R_v , určený součtem součinů jednotlivých vrstev a jednotlivých tepelných odporů jejich staviv ($K u d r n a, M a l ý, 1987$),
- náchylnost k tvorbě trvalých deformací TD - podle vzorce (8),
- spotřeba jednotlivých pojiv a staviv: dehtu (D), cementu (C), vápna (V), kameniva drceného a těžkého (k_d, k_i) a místního materiálu (MM) - podle Sborníku potřeb a nákladů řady 822 - 1,
- energetická náročnost E - ze součtu součinů tloušťek vrstev a energetické spotřeby pro výrobu a zabudování jejich jednotlivých staviv a směsí při jednotkové tloušťce ($K u d r n a, M a l ý, 1987$),
- orientační cena vozovky (zpevnění) C_v - z pol. CVCSP 1989, upravených přepočítávacím indexem na cenovou úroveň 92/93 (Cenové zprávy 6, 1993, index = 2,426),
- celková spotřeba staviv pro zpevnění 1 m²,
- ukazatel komplexní efektivnosti návrhu KEN ($G s c h w e n d t, P o l i a č e k, 1987$), upravený autorem příspěvku do vztahu:

$$KEN = \frac{(k_d \cdot D + k_i + k_t \cdot C + MM + ZZc \cdot C + ZLv \cdot V) \cdot E \cdot C_v}{N_c} \quad (9)$$

Typ a skladba ¹				Vertikální a radiální napětí ²		Pružný průhyb ³	Součinitel využití ⁴	Podmínka ⁵ $\sigma_{r,max} \leq 1,05 \cdot R_i$		
Stavivo ⁶	Modul E^7 (MPa)	Tloušťka ⁸ h (cm)	Hloubka ⁹ (cm)	σ_z (MPa)	σ_r (MPa)	y (mm)	$S_{v,f}$	1,05 · R_i (MPa)	splňuje ¹⁰	
									+	-(%)
PHD	1 100	10	0	-0,55000	-1,09082	1,163	1,04			
			10	-0,28419	0,36734	1,144		0,36750	+	
ŠD	250	25	35	-0,04621	0,09805	0,994	1,40	0,07350		-(33)
ŠP	120	15	50	-0,02235	0,06304	0,917	2,52	0,02625		-(140)
1	Celkem ¹¹	50		(-0,03272)		(79 915)				
PHD	1 100	10	0	-0,55000	-1,08801	1,162	1,04			
			10	-0,28494	0,36224	1,143		0,36750	+	
ŠD	250	25	35	-0,04465	0,08548	0,995	1,22	0,07350		-(16)
ZZc	200	10	45	-0,02453	0,10985	0,956	0,73	0,15750	+	
2	Celkem ¹¹	45		(-0,03271)		(80 346)				
SII	1 000	15	0	-0,55000	-0,88220	1,157	1,13			
			15	-0,16347	0,45040	1,111		0,42000		-(7)
MZZ	150	30	45	-0,033188	0,05287	0,930	1,51	0,03675		-(44)
ZLv	80	15	60	-0,01923	0,03357	0,853	1,34	0,02625		-(28)
3	Celkem ¹¹	60		(-0,03265)		(82 540)				
MZK	800	20	0	-0,55000	-0,79310	1,332	3,41			
			20	-0,10718	0,34178	1,261		0,10500		-(226)
ŠD	250	12	32	-0,03645	0,18723	1,199	2,68	0,07350		-(155)
4	Celkem ¹¹	32		(-0,03474)		(34 255)				
MZK	800	20	0	-0,55000	-0,78672	1,310	3,52			
			20	-0,10833	0,35197	1,239		0,10500		-(235)
ZZc	200	15	35	-0,03395	0,14231	1,157	0,95	0,15750	+	
5	Celkem ¹¹	35		(-0,03448)		(37 980)				

¹type and structure, ²vertical and radial stress, ³elastic deflection, ⁴coefficient of utilization ⁵condition, ⁶building material, ⁷modulus E , ⁸height h , ⁹depth, ¹⁰complies with, ¹¹total

do kterého jsou dosazovány v tab. IV uvedené číselné hodnoty v rozsahu odpovídajícím konstrukční skladbě hodnoceného typu vozovky či provozního zpevnění lesní odvozní cesty.

DISKUSE

Uvedené teoretické poznatky z oboru mechaniky netuhé vozovky a jejich praktické aplikace dokumentované na příkladech komplexního posuzování návrhů zpevnění lesních cest lze ve vztahu k účinkům těžké nákladní dopravy dříví zhodnotit v těchto závěrech:

- Základním předpokladem pro zachování dlouhodobé provozní způsobilosti zpevnění, tedy pro minimalizaci intenzity tvorby trvalých deformací, je dodržení kritéria přípustných vertikálních napětí σ_z na povrch zemní pláně. Tento předpoklad je dostatečně garantován nadimenzováním konstrukce podle jejího celkového dovoleného průhybu y_{dov} , vypočítaného pro souhrnné dopravní zatížení cesty N_c návrhovou nápravou za období její plánované životnosti ze vztahu:

$$y_{dov} = 10^{0,85 - 0,16 \cdot \log N_c} \quad (\text{mm}) \quad (10)$$

- Pro sestavení hospodárného a technicky správného návrhu konstrukce je pouhé a doposud převážně uplatňované kritérium celkového pružného průhybu y nedostačující. Rozsah deformace a s ní související fyzické životnosti každé jednotlivé konstrukční vrstvy i vozovky jako celku závisí od velikosti radiálního napětí σ_r , tzn. smykového namáhání, vyvolaného v ní zatížením povrchu dotykovým tlakem kola. Podmínkou stability je nepřekročení výpočtových pevností konstrukčních materiálů v tahu za ohybu R_i ve vymezeném rozsahu (3). Analogickým požadavkem je dodržení maximálně přípustné velikosti součinitele využití S_v a to v míře, nepřekračující přípustné hodnoty ohybových napětí R_i navrhovaných stavů.

- Technicky i hospodárně nejvýhodnější varianta typu vozovky či zpevnění cesty je výstupem opakovaných analytických šetření pro různé kombinace silničních stavů a tloušťek jednotlivých vrstev, tedy obměn parametrů K a H . Vyvažováním těchto parametrů má být dosaženo cílové skladby návrhu, ve které mají všechny vrstvy přibližně stejný součinitel využití S_v a to v míře, nepřekračující přípustné hodnoty ohybových napětí R_i navrhovaných stavů.

U třívrstvých systémů, reprezentujících převládající schéma zpevnění lesních odvozních cest netuhou vozovkou, je nejúčinnější kvalita podkladní vrstvy. Dosta-

Ukazatel ¹	Jednotka ²	Vozovka - zpevnění - číslo ³				
		1	2	3	4	5
<i>Nc</i>	počet ⁴	79 915	80 346	82 540	34 225	37 980
<i>Rv</i>	m ² ·K·W ⁻¹	0,251	0,243	0,351	0,194	0,235
<i>TD</i>	mm	32,0	29,3	30,8	24,0	25,1
<i>D</i>	kg·m ⁻²	7,07	7,07	-	-	-
<i>C</i>	kg·m ⁻²	-	11,53	17,30	-	17,30
<i>V</i>	kg·m ⁻²	-	-	8,80	-	-
<i>k_d</i>	kg·m ⁻²	680,61	680,61	-	646,91	421,49
<i>k_t</i>	kg·m ⁻²	303,61	-	285,00	-	-
<i>MM</i>	kg·m ⁻²	-	-	570,00	-	-
<i>ZZc</i>	m ³ ·m ⁻²	-	-	-	-	0,158
<i>ZLv</i>	m ³ ·m ⁻²	-	0,105	-	-	-
<i>E</i>	GJ·m ⁻²	0,148	0,134	0,132	0,106	0,113
<i>Cv</i>	Kč·m ⁻²	189,45	174,90	84,83	159,06	156,15
Staviva celkem ⁵	kg m ⁻²	991,29	699,21	881,10	646,91	438,79
<i>KEN</i>		0,812	0,587	0,746	0,319	0,179

¹parameter, ²unit, ³pavement - reinforcement - number, ⁴number, ⁵total building materials

tečná hodnota modulů pružnosti *E* jejich staviv ovlivňuje příznivě nejen vrstvy nad vozovkou i pod ní, ale i hospodárnost a energetickou náročnost výstavby vozovky jako celku. Zkvalitňování podkladu vytváří tak základní předpoklad technické i ekonomické racionalizace zpevňování LDS!

Za předpokladu zachování požadované celkové provozní výkonnosti *Nc* je méně kvalitní podkladní vrstva, charakterizovaná modulem *E*₁ a tloušťkou *h*₁, nahrazena účinnější vrstvou s modulem *E*₂, jejíž tloušťka *h*₂, podmiňující vzájemnou ekvivalentnost, je zjišťována ze vztahu (Lehovec, 1972):

$$h_2 = h_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_2}{E_1}} \quad (\text{cm}) \quad (11)$$

Podle tohoto vztahu lze např. redukovat tloušťku podkladní vrstvy ze šterkodrtě při její transformaci na vibrovaný šterk o 20 %, na mechanicky zpevněné kamenivo o 32 %.

- Z přehledu výsledků komplexních rozborů příkladů návrhů netuhých vozovek je zřejmá technická zaostalost a nehospodárnost tradované koncepce zpevňování lesních odvozních cest „klasickou vozovkou“. Až 80 % její celkové tloušťky tvoří nestmelená staviva, disponující nízkými únosnostmi (ŠD, ŠP). Prudký pokles hodnot *E* mezi krytem a podkladem - *K*₁ = 4,4 - způsobuje největší náchylnost k tvorbě trvalých deformací, vyvolanou značným překročením přípustných tahových napětí v podkladní a zejména v ochranné vrstvě. Při technologickém limitu tloušťky penetrovaného makadamu (100 mm) tak lze dosáhnout potřebné provozní výkonnosti vozovky pouze cestou zesilování těchto málo únosných vrstev, což se negativně promítá do materiálové, energetické i finanční náročnosti výstavby (viz *KEN* v tab. IV).

Z obdobných důvodů je málo vhodným typem zpevňování i alternativa č. 3, prakticky realizovaná navážkou a zhuňčením místní zeminy a stabilizací její vrchní vrstvy cementem, event. jiným pojivem. Nízká mechanická

účinnost podkladu ve vztahu ke krytu (*K*₁ = 6,7) vyvolává při zatížení nepříznivé rozložení radiálních napětí v obou vrstvách, především pak v podkladní. V ní nahromaděné deformace vedou k postupné degradaci stabilizace jejím prolámaním.

Stabilizace místních zemín a méně hodnotných staviv se právem řadí mezi pokrokové technologie, které lze v plné míře doporučit i pro racionální zpevňování lesních cest. Musí však být zřizovány na podkladech, disponujících odpovídající únosností, kterou lze vymezit minimální hodnotou *E* = 300 MPa (asi 50 % CBR).

- Výrazné redukce materiálové náročnosti i únavových procesů staviv podkladních vrstev je dosaženo chemickým zpevněním vrstvy zeminy na málo únosných podloží. Z porovnání typů vozovek č. 1 a 2 je zřejmé, že zpevněnou zemínou je zcela nahrazen šterkopískový podsyp a tím je nejen dosaženo úspory staviv o 30 %, ale i polovičního snížení rozsahu překročení přípustného namáhání podkladu ze šterkodrtě. Ukazatel *KEN* signalizuje asi o 30 % vyšší výhodnost typu č. 2. K obdobným závěrům lze dospět porovnáním variant provozního zpevnění č. 4 a 5.

- Technicky pojaté, účinné a hospodárné provozní zpevnění lesních zemních odvozních cest je možné charakterizovat jako jednovrstvý až dvouvrstvý systém, jehož návrh a posouzení by se měly realizovat podle stejných zásad jako u netuhé vozovky.

Z rozboru uvedených příkladů provozních zpevnění je zřejmé, že u těchto konstrukčních stříhových úprav dochází při jejich zatížení těžkou dopravou k mnohonásobnému překročení přípustných tahových napětí především v horní krytové vrstvě, které není eliminováno ani úpravou málo únosného podloží. Na základě tohoto poznatku lze uvést další doplňující zásadu, podle které by se měly horní nosné vrstvy provozního zpevnění budovat z nestmelených staviv s vysokými moduly pružnosti *E* (např. mechanicky zpevněné kamenivo). I přes teoretické předpoklady (viz *TD* v tab. IV) budou totiž tyto vrstvy při

intenzivním provozu náchylné k tvorbě trvalých deformací a budou tak vyžadovat pravidelnou údržbu. Nestmelené materiály umožňují nejednodušší technologický postup - reprofiliaci a účinným přehutněním.

ZÁVĚR

Optimalizovaný návrh zpevnění cestní komunikace - ať veřejné, tak i účelové - je výstupem značně složitých a vzájemně propojených analytických rozborů, zahrnujících souběžně problémy co nejlepšího a rovnoměrného využití vlastností stavebních materiálů, jejich cenové a technologické dostupnosti, jednoduchost výroby a výstavby, spotřeby energie, hospodárnosti v provozu a údržbě, využití místních materiálů a marginálních odpadů, mechanických vlastností zemin ve zpřístupňované oblasti, přírodních vlivů apod.

Na ústavu LSM lesnické a dřevařské fakulty VŠZ v Brně byla v minulých letech vypracována modifikovaná verze čl. 1. návrhové metody určené pro návrh a posouzení zpevnění lesních odvozních cest, která již zahrnuje značnou část uvedených dílčích aspektů (H a n á k, 1979). Z hlediska uvedených poznatků je hlavním nedostatkem této aplikované metody posuzování návrhů podle jediného dominantního kritéria - celkového pružného průhybu zpevnění cesty jako celku. Bez detailní studie rozložení napětí v navržené konstrukční skladbě tak může být např. důsledkem snahy zvýšit celkovou únosnost konstrukce vrstvou s větším E přerozdělení napětí, změna kritického místa a tím i vyvolání nepříznivé odezvy s negativním dopadem na životnost celého díla.

Optimalizační vyvažování skladeb konstrukcí, vedoucí k aktuální přestavbě koncepčního pojetí zpevňování LDS, je dnes v podstatě možné pouze za pomoci počítačových programů. Nelze samozřejmě považovat za reálné, že by se zpevňování každé jednotlivé trasy lesní cesty řešilo tímto způsobem. Další výzkum v oboru zpevňování LDS bude proto zaměřen na vypracování lesnické praxe dostupné, jednoduché a srozumitelné pomůcky - katalogu typů vozovek a provozního zpevnění lesních odvozních cest, který bude zahrnovat všechny v práci naznačené vstupy a výstupy, související s účinky vyvolanými těžkou nákladní dopravou dříví.

Literatura

- BENEŠ, J.: Určení technickoekonomických kritérií plánování výstavby lesní dopravní sítě. [Doktorská práce.] VŠZ Brno, 1980.
GSCHWENDT, I. - POLIAČEK, I.: Výpočet netuhých vozovek. VUIS Bratislava, Řada 182, 1983.
GSCHWENDT, I. - POLIAČEK, I.: Navrhovanie a posudzovanie konštrukcií vozoviek cestných komunikácií. VUIS Bratislava, Řada 223, 1987.
GSCHWENDT, I.: Kritéria na posudzovanie konštrukcií vozoviek. Inženýrské stavby, 37, 1989, č. 10: 519-523.
HANÁK, K.: Návrh netuhé vozovky lesních odvozních cest a jeho posouzení. In: Lesnické stavby. [Scriptum.] VŠZ Brno, 1979: 200-218.
KUDRNA, J. - MALÝ, J.: Katalog tuhých a netuhých vozovek pozemních komunikací. Dodatek 1, Praha, MV ČSR 1987.
LEHOVEC, F.: Stanovení radiálních napětí v konstrukci silniční vozovky. Silniční obzor, 33, 1972, č. 4: 113-117.
POLIAČEK, I. - GSCHWENDT, I.: Mechanika vozovek. [Scriptum.] SVŠT Bratislava, 1990.
STRÁNSKÝ, F.: Ke stanovení zatížení netuhých vozovek. Silniční obzor, 42, 1981, č. 11: 323-329.
VUIS BRATISLAVA: Návrh netuhé vozovky a jeho posouzení. VUIS Bratislava, Řada 86, 1976.

Došlo 19. 7. 1993

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Karel H a n á k, CSc., Vysoká škola zemědělská, lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 3, 613 00 Brno

HANÁK, K. (University of Agriculture, Faculty of Forestry and Wood-working, Brno): *Reinforcement of forest hauling roads with respect to the effects of heavy timber transportation*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (11): 464-470.

A developmental trend of rationalization of timber transportation, of which an increase in effective mass of tractors and trailers of hauling sets is typical, requires essential changes in handed-down conceptions of reinforcement of forest road network. For the purposes of comparison Tab. I shows basic technical parameters of three truck and trailer combination sets which represent development of this segment in the forest management of the Czech Republic over approximately 35 years. On the basis of conversion to the Czechoslovak standardized pavement load due to traffic of projected axle (PA) using coefficient of conversion α , the effect of these truck and trailer combination sets is documented with respect to the rate of relative pavement wear (γ) as a result of hauling the same timber mass.

Technically effective and economic reinforcement of hauling roads, including not only pavements in themselves but also so called operating reinforcements of dirt roads built on foundations with low bearing capacity, consists in application of knowledge of the field flexible pavement mechanics, which is simulated and mathematically assessed as a multi-course system set in elastic half-space - Fig. 1. These parameters are determined for traffic load of projected axle: radial stress σ_r , vertical stress σ_z and elastic deflection y of the system surface.

Tab. II shows the results of a study of nine scenarios of three-course system simulating simple pavement or operational reinforcement, in which changes in stresses σ_r and σ_z and also in elastic deflections y were investigated resulting from alterations of its parameters K and H , that means of the ratios of moduli of elasticity E and heights of courses h (Fig. 2). On the basis of these results principles to make up technically balanced projects of forest road reinforcement have been determined (for three-course system e.g. $K_1 = 2$, $H = 0.33 - 0.25$).

Selection of best options of road structures and operating reinforcements of dirt roads for required wheel traffic N_c is an output of complex analyses including besides technical aspects the material, energy, financial and other aspects, which can be summarized in form of the parameter project complex effectiveness (PCE). Tabs. III and IV illustrate examples of complex approach to assessment of projects of forest road reinforcement comprising traditional and latest technologies of construction. The data in these tables indicate that one of the basic requirements for technical and economic rationalization of forest road network reinforcement is improvement of the quality of bearing upper courses, and especially of foundation courses, combined with chemical solidification of foundation courses under the subgrade at localities with low bearing capacity.

Further research in this segment will be aimed at preparation of a catalog of flexible pavements and operating reinforcements of forest hauling roads.

heavy-duty truck and trailer combination set; timber hauling; reinforcement of forest hauling roads; applied mechanics of flexible pavement; project of forest road reinforcement and its complex assessment

KOMBINOVANÁ METODA NA URČOVÁNÍ VEGETAČNÍHO STUPNĚ A EKOLOGICKÝCH ŘAD

Z. Ambros

Zvolen

Navrhovaný postup odhadu vegetačních stupňů a ekologických řad je přes určitou schématickou dobrou pomůckou pro lesnické typology při zařizování konkrétních typologických zápisů, resp. typologických jednotek do ekologického systému vegetačních stupňů a ekologických řad. Navíc poskytuje možnost nezávislého porovnání zařazení lokality do uvedeného systému jak podle charakteru abiotického prostředí, tak i podle charakteru vegetace.

organizační úroveň ekosystému; vegetační stupeň; ekologická řada; hydriká řada; trofická řada; abiotické faktory; ekologické skupiny druhů

Geobiocenologickými jednotkami se rozumějí typizované segmenty přírody a jejich nadstavbové jednotky v krajině. Jedná se o ekosystémy různé organizační úrovně, resp. dimenze, a to od topické přes chorickou a regionální až po planetární.

Geobiocenologické jednotky (ekosystémy) topické dimenze:

1. typ geobiocenózy, nejmenší mapovatelná jednotka,
2. typ geobiocenoidu, tj. na místě původní přirozené geobiocenózy kultura jakéhokoliv druhu,
3. typ geobiocentu, jednotka geobiocenózy přírodní a z ní na jejích segmentech vzniklé geobiocenózy změněné až geobiocenoidy, odpovídající určitému typu trvalých ekologických jednotek.

Geobiocenologické jednotky (ekosystémy) chorické dimenze:

4. skupiny typů geobiocentů jako soubory ekologicky si podobných typů geobiocentů,
5. ekologické řady rozlišované podle vlhkostního a trofického režimu půdy na hydriká a trofická,
6. vegetační stupně vyjadřující vertikální zonalitu vegetace, podmíněnou charakterem lokálního klimatu.

Geobiocenologické jednotky (ekosystémy) regionální dimenze:

7. přírodní lesní oblasti vymezované podle podstatných rozdílů v půdotvorných substrátech (horninách)

I.

KVO	„M“		„B“		
Procento k	< 50	> 50	< 50	> 50	
VP	QTA, FA	QTA, Qpub (PWSt, MSi, StSi)	FA, LPC (PWSt, P)	QTA, QRC	LPC, P (PWSt, VL)
VVS	Bk	Db (suchá)	Bk-jeh.	Db-jeh.	Md-Sm
Q	< 30	> 30	< 30	> 20	< 20
SN %	> 80	≈ 80	> 80	< 80	

včetně rozdílů v konfiguraci terénu geomorfologických celků,

8. chorologicko-ekologické varianty vegetační stupňovitosti podle ekologických podmínek makroklimatu a podle regionální přítomnosti nebo nepřítomnosti rostlinných taxonů, podmíněné migračně nebo jako relikt,

9. klimaticko-vegetační oblasti podmíněné rozdílů v rázu makroklimatu sousedících krajinných segmentů.

Geobiocenologické jednotky (ekosystémy) planetární dimenze:

10. klimaticko-vegetační pásma jako makrozonalita vegetace kontinentů podmíněná planetární cirkulací v atmosféře.

VLASTNÍ POSTUP PŘI DIFERENCIACI GEOBIOCENOLOGICKÝCH JEDNOTEK

Pro geobiocenologickou typizaci je charakteristická dvojí, paralelní typizace, a to jednak tzv. fytoocenologická, prováděná na základě složení vegetace, jednak tzv. stanovištní, uskutečňovaná podle parametrů abiotického prostředí. My jsme diferenciaci vegetačních stupňů a ekologických řad provedli rovněž ve dvou dílech, ale paralelních postupech, a to „vegetačním“ podle zastoupení ekologických skupin druhů (A m b r o s , 1991) v jednotlivých fytoocenologických zápisech a „stanovištním“ pomocí kritérií vybraných parametrů abiotického prostředí (A m b r o s , 1992) na příslušných lokalitách.

ODHAD EKOLOGICKÉ VARIANTY VEGETAČNÍ STUPŇOVITOSTI (VVS)

Ekologické varianty vegetační stupňovitosti jsou jednotky regionální dimenze a představují makroklimaticky homogenní území (segmenty krajiny nebo jejich části) s osobitou vegetační stupňovitostí. Označujeme je shodně se Z l a t n í k e m (1976) podle vůdčích dřevin: buková VVS (Bk), dubová (suchá) VVS (Db), buko-jehličnatá VVS (Bk-jeh.), dubo-jehličnatá VVS (Db-jeh.) a modřínovo-smrková VVS (Md-Sm).

Horní část tabulky slouží k přibližnému odhadu ekologické varianty vegetačního stupňovitosti (VVS) na základě rozboru souboru fytoecologických zápisů z makroklimatické jednotky území. K odhadu se využívá hodnocení rostlinných taxonů z hlediska jejich tendence rozšíření (tj. k - kontinentální, o - oceánské, A m b r o s , 1991) a příslušnosti k tzv. vegetačním pásmům (VP) S c h m i d a (in Z l a t n í k e m et al., 1970), kde: VL - VP vlohyně a skaleny, LPC - VP modřinu a limby, P - VP smrku, FA - VP buku a jedle, QTA - VP smíšených listnatých lesů, Qpub - VP dubu pyřitého, QRC - VP dubu letního a vřesu, PWSt - VP koniklecové lesostepi, MSt - VP mediteranní horské stepi, StSt - VP kavýlové stepi. KVO - klimaticko-vegetační oblast, a to „M“ ovlivněná klimatem od Středozemního moře (původně bez jedle a smrku) a „B“ ovlivněná klimatem od Baltského a Severního moře (s původní jedlí a smrkem), rozlišení pomocí mapových podkladů (A m b r o s , 1992).

Dolní část tabulky obsahuje parametry makroklimatu potřebné k odhadu VVS. Je to již zmíněná KVO „M“ nebo „B“, dále index aridity podle Ellenberga Q, který při hodnotách nad 30 vymezuje suchá (xerická) území původně bez buku. Vypočítá se tak, že průměrnou červencovou teplotou vzduchu násobíme 1000 a dělíme průměrným ročním úhrnem srážek (v mm); srážková normalita (SN) podle Gregora, která vyjadřuje procentický podíl průměrného ročního srážkového úhrnu lokality z hodnoty srážkového normálu odpovídajícího nadmořské výšce lokality za příslušné období. Srážkový normál do nadmořské výšky 650 m se vypočítá tak, že k hodnotě 560 připočítáme polovinu nadmořské výšky lokality (v m) a při nadmořských výškách nad 650 m k hodnotě 560 připočítáme tři pětiny nadmořské výšky lokality. Hodnoty SN pod 80 % srážkového normálu vymezují území srážkově podnormální s kontinentální tendencí, kde v původních porostech buk většinou chyběl.

ODHAD VEGETAČNÍHO STUPNĚ (VS)

Vegetační stupně (VS) jsou geobiocenologické jednotky chorické dimenze a vyjadřují změny ve složení vegetace (dřevin i druhů podrostu a současně i výšky primární produkce biomasy) v daném segmentu krajiny nebo jeho části v závislosti na výškovém a expozičním klimatu. Vegetační stupně označujeme shodně se Z l a t n í k e m (1976) arabskými číslicemi od 1. VS (tj. dubového) až po 8. VS (tj. klečový).

Levá část tabulky slouží ke zjišťování vegetačního stupně (VS) odpovídajícího lokálnímu klimatu v území příslušné VVS, a to na základě vertikálního rozpětí (v hodnotách VS) jednotlivých taxonů (A m b r o s , 1991) konkrétního fytoecologického zápisu bez ohledu na jejich pokryvnost. Postup je rozvržen samostatně pro lokality neovlivněné podzemní vodou (údaje o VS mimo závorky) a samostatně pro lokality ovlivněné podzemní vodou (údaje o VS v závorkách). Zaznamenávají se nejvyšší a nejnižší údaje o VS u jednotlivých taxonů příslušného fytoecologického zápisu. Výsledným VS je VS, ve kterém se údaje v levém (◊) a pravém (◊) sloupci příslušné části tabulky střetávají, rozhodující pro určení VS je především nejnižší sestupující údaj (◊).

Pravá část tabulky obsahuje parametry lokálního klimatu a jednotlivé VS jsou charakterizovány následujícími hodnotami: prům. červc. $t^{\circ}\text{C}$ - průměrná červencová teplota vzduchu, prům. roč. $t^{\circ}\text{C}$ - průměrná roční teplota

II.

Bez přidatné vody (mimo závorky)		S přidatnou vodou (v závorkách)		VS	Průměrná červencová $t^{\circ}\text{C}$	Průměrná roční $t^{\circ}\text{C}$	Průměrná suma $t^{\circ}\text{C}$
◊	◊	◊	◊				
				8.	< 10	< 2,0	< 950
				7.	> 10	> 2,0	> 950
				6.		> 4,0	> 1450
				5.		> 5,4	> 1850
				4.	> 15	> 6,6	> 2200
				3.		> 7,5	> 2500
				2.		> 8,4	> 2800
xxx		xxx		1.	> 19	> 9,3	> 3050

vzduchu, prům. suma $t^{\circ}\text{C}$ $\Sigma t^{\circ}\text{C}$ > 8 $^{\circ}\text{C}$ - průměrná suma denních teplot vzduchu nad 8 $^{\circ}\text{C}$, rozhodující je především suma denních teplot vzduchu nad 8 $^{\circ}\text{C}$.

ODHAD EKOLOGICKÝCH ŘAD - HYDRICKÉ A TROFICKÉ

Ekologické řady jsou rovněž geobiocenologické jednotky chorické dimenze. Přitom hydrické řady a podřady vyjadřují závislost složení vegetace a výšky produkce biomasy na vlhkostním režimu daného stanoviště. Hydrické řady (HR) označujeme shodně se Z l a t n í k e m (1976) arabskými číslicemi, a to omezené řady (1, 2), vůdčí (3), zamokřené (4) a mokré (5, 6). Trofické řady a podřady vyjadřují závislost složení vegetace a výšky produkce biomasy na režimu minerálních živin v půdě. Trofické řady (TR) označujeme rovněž shodně se Z l a t n í k e m (1976) písmeny latinské abecedy, tj. oligotrofní (A, A/B), mezotrofní (B, B/D), nitrofilní (B/C, C) a bazofilní, resp. kalcikolní (C/D, D).

ODHAD HYDRICKÉ ŘADY, RESP. PODŘADY (tab. III na další straně)

V horní části tabulky na základě vypočítaného procentického zastoupení druhů (vážené pokryvností) podle příslušnosti k určité ekologické skupině, a to vzhledem k nárokům na vlhkostní režim, se odhaduje hydrická řada, resp. podřada (HR). Rozhodující je v tomto případě těžiště výskytu druhů.

V dolní části tabulky jsou rozlišeny půdy terestrické (neovlivněné podzemní vodou) a půdy semiterestrické (ovlivněné podzemní vodou). Vlastní odhad hydrických řad (HR) se uskutečňuje podle délky trvání vlhkostního stavu půdy (m = měsíce). Jedná se o zásoby vody v půdě (po fyziologickou hloubku profilu) odpovídající vybraným půdním hydrolimitům: > MKK - znamená zamokření, tj. při obsahu vody v půdě nad hodnotu maximální kapilární kapacity (asi $pF < 2,0$), < BSD - znamená nedostatek lehké přístupné vody v půdě, tj. při obsahu vody v půdě pod hodnotu bodu snížené dostupnosti ($pF > 3,2$). Další označení znamenají: Bm - pseudoglejový, mramorovaný horizont, Go - oxidací, glejový horizont, Gr - redukční, glejový horizont, T - vrstva pokryvného, rašelinového humusu.

Označení taxonů	Xerické (O) A", B", D"			Normální (V) A, B, C, D			Zamokřené (Z) a", b", c", d"			Mokré (M) a, b, c			
	s	o	p	s + p	o + t	r	f (s)	o + t	r (p)	f	o	r	
Podíl v procentech													
HŘ	1 - 2			3			4			5			6
Pády	bez přídavné vody (terestrické)						s přídavnou vodou (semiterestrické)						
	H1 < 15 cm n. Sk > 50 % n. P > 70 %			H1 > 30 cm a Sk < 50 % a P < 70 %			Bm n. Go < 80 cm			Gr < 80 cm		T > 30 cm	
> MKK	chybí (0 m)			krátkodobé (< 2 m)			dočasné (< 6 m)			dlouhodobé (> 6 m)			
< BSD	dlouhodobé (> 6 m)			dočasné (< 6 m)			krátkodobé (< 2 m)			chybí (0 m)			

ODHAD TROFICKÉ ŘADY, RESP. PODŘADY (TR)

Označení taxonů	Oligotrofní A", A, a", a		Mezotrofní B", B, b", b			Eutrofní				
						nitrofilní C, c", c			kalcikolní D", D, d"	
	*	0	<	0	>	0	!	+	0	+
Podíl v procentech										
TR	A	A/B	B		B/D	B/C	C	C/D - D		
Hum. f.	surové		moderové			mulové		vápnité		
C/N	> 30	> 24	> 18		< 18	< 15	< 12	< 10		
pH	< 3,8	< 4,2	> 4,2		> 6,2	> 5,0		> 6,8		
V %	< 10	< 20	> 20		> 60	> 40		> 80		

V horní části tabulky se na základě vypočítaného procentického zastoupení druhů (váženo pokryvností) podle příslušnosti k určité ekologické skupině druhů, a to vzhledem k jejich nárokům na trofický režim, odhaduje trofická řada, resp. mezirada (TR). Rozhodující je i v tomto případě těžiště výskytu druhů.

V dolní části tabulky jde o přiřazení k trofické řadě, resp. meziradě, a to podle převládající formy humusu (Hum.f), poměru uhlíku k dusíku (C/N) v pokryvném humusu, nasycení sorpčního komplexu půdy (V %) ve vrstvě asi 10 až 20 cm a aktivní půdní reakce (pH v H₂O) do 10 cm hloubky půdy. Na základě uvedených edafických parametrů se odhaduje odpovídající trofická řada, resp. mezirada (TR).

Příklad:

Lesní závod: Pruské, poleší: Ilava, porost: 332g
poloha: 510 m, S, 15°
porost: bk 8, db 1, sm 1, jv +,
věk: 65 roků, zápoj: 85 - 95 %

Charakteristika

„M“, k 20 %, (QTA + FA)
„M“, Q - 20, SN - 105 %
∩ 5(-8), ∩ 4(-2)
č.t. 16,4 °C, Lr. 6,7 °C, Σt 2264 °C
V - 100 %
> MKK 0 %, < BSD 1,5 měsíce
< B 7 %, B 53 %, > B 33 %, D 7 %
typický modr, C/N ?, pH 6,1, V % 65 %

Zařazení podle tabulky

buková VVS horní ř. tab. I
buková VVS dolní ř. tab. I
4. VS levá ř. tab. II
4. VS pravá ř. tab. II
HR 3 horní ř. tab. III
HR 3 dolní ř. tab. III
TR B/D horní ř. tab. IV
TR B/D dolní ř. tab. IV

Uvedená plocha typologického zápisu podle provedených odhadů patří do trofické mezirady mezotrofně bazické (TR B/D), do vůdčí hydričké řady (HR 3), bukové vegetačního stupně (4. VS) a bukové varianty vegetačního stupňovitosti (bk VVS), což se shoduje s terénním typologickým hodnocením lokality a jejím zařazením do skupiny typů geobiocénů *Fageta paupera typica*.

ZÁVĚR

Vegetační stupně a ekologické řady odhadnuté uvedenými postupy jsou zároveň charakteristické pro skupiny typů geobiocénů, protože v průsečíku hydričských podřad a trofických mezirad konkrétního vegetačního stupně se vesměs nachází pouze jediná skupina typů geobiocénů, případně její geografická varianta.

Navrhovaný postup odhadu vegetačních stupňů a ekologických řad je sice do určité míry schematický, ale dává přitom určitou reálnou představu vazby vymezených typů fytoceen na konkrétní typy trvalých ekologických podmínek. Vzájemné porovnání výsledků dosažených oběma postupy (podle složení vegetace a podle parametrů abiotického prostředí) je tak současně i určitou verifikací provedeného typologického zařazení.

- AMBROS, Z.: Ekologické skupiny druhů. Brno, Lesprojekt 1991 : 40.
- AMBROS, Z.: Ekologická typizace abiotického prostředí lesních ekosystémů. In: Zbor. z medzinár. konf. Les, drevo, ekológia, sekcia 1, Zvolen, TU 1992 : 10-16.
- AMBROS, Z.: Geobiocenologická regionalizace ČSFR jako podklad hypotézy o klimatických a edafických ekotypoch hlavních lesních dřevin. In: Studie ze souboru ekologických programů péče o životní prostředí Pěstební péče o skladební prvky systémů ekologické stability v lesích. Brno, Ústav pro životní prostředí 1992 : 30.
- ZLATNÍK, A.: Přehled skupin typů geobiocenů původně lesních a křovinných v ČSSR. In: Zprávy Geograf. ústavu ČSAV, Brno, 13, 1976, č. 3 - 4 : 55-64.
- ZLATNÍK, A. et al.: Lesnická botanika speciální. Praha, SZN 1970 : 667.

Došlo 28. 6. 1993

AMBROS, Z. (Zvolen): *A combined method of determining altitudinal zone and ecological series*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (11): 471-474.

Geobiocenological (typological) units, representing typified natural segments, are forest ecosystems of various organizational level. The levels of the ecosystems are as follows:

1. topic: geobiocenosis type, geobiocenoid type, geobiocene type (forest type),

2. choric: groups of geobiocene types, ecological series and altitudinal zones,

3. regional: natural forest regions, chorologico-ecological variants of altitudinal zonality and climatico-altitudinal regions,

4. planetary: climatico-vegetation zones (Walter 1976: zonobiomes).

Analogically like twofold, parallel typification is characteristic of geobiocenological typification, that means principally inductive typification from the lowest level to the higher ones according to phytocenosis structures and according to abiotic environment parameters, an estimate of altitudinal zones and ecological series is devised into two parallel procedures, using the fully deductive procedure from the highest level to the lower level.

Tables which facilitate and accelerate the process of estimation of these units have been developed for all the considered geobiocenological units, i.e. variants of altitudinal zonality, altitudinal zones, hydric and trophic series. For the purposes of differentiation, mostly easily attainable parameters of the abiotic environment and simple schematic ecological assessments of vegetative taxons have been used (A m b r o s , 1991).

Mutual comparison of the results obtained by both procedures is simultaneously certain verification of typological classification of the given typological area or unit.

ecosystems organizational levels; altitudinal zone; ecological series; hydric series; trophic series; abiotic factors; ecological groups of species

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Zdeněk A m b r o s , CSc., J. Donča 2, 960 91 Zvolen

Lusky, K. - Bohm, D. - Stoyke, M. et alii: Untersuchungen auf Umweltkontaminanten in Schwarz-, Rot-, Reh-, Muffel- und Dammwild aus dem Biosphärenreservat Schorfheide - Chorin

(Výzkum kontaminantů přírodního prostředí u černé, jelení, srnčí, mufloní a daňčí zvěře ve speciální rezervaci biosféry Schorfheide - Chorin v oblasti Eberswalde)

Archiv für Lebensmittelhygiene, 1992, s. 131-136

Výsledky výzkumu, který se realizoval v Institutu veterinární farmakologie a toxikologie, Weissenseer Str. 36, 0 - 1280 Bernau, ve Spolkové republice Německo. Práce je zaměřena na stanovení těžkých kovů, benzo(a)pyrenu, PCB, pesticidů a radiocesiumu. K tomu účelu byly odebrány vzorky svalového materiálu, tuku, jater a ledvin od 65 kusů zvěře, která je uvedena v titulu. Největším problémem je obsah Cd v ledvinách. Zjištěné hodnoty byly vyšší, než jaké jsou povoleny pro ledviny hovězího dobytka a prasat. Některé vzorky ledvin černé zvěře vykazovaly vyšší hodnoty olova a vzorky srnčí zvěře vyšší hodnoty rtuti. Vzorky černé zvěře obsahovaly nejvyšší rezidua DDT. V některých případech nebylo doporučeno konzumovat játra. Žádné vzorky nepřevyšovaly povolené hodnoty pesticidů. - (M. P a g a č)

EKOLOGICKY ORIENTOVANÉ PĚSTOVÁNÍ LESŮ (I)

Z. Poleno

Praha

Obecná orientace na ekologii dává nový obsah i pěstování lesů, které přistupuje k lesu jako k ekosystému a usiluje o jeho přiblížení ke stavu potenciálních přírodních lesů. Cílem pěstebních zásahů, upravujících druhovou, věkovou a prostorovou strukturu lesních porostů (ekotechnologie) je dosažení trvale udržitelného polyfunkčního zaměřeného lesního hospodářství. Při realizaci ekotechnologických opatření dochází ke střetu teoretických požadavků takto orientovaného pěstování lesů a konkrétních možností, které jsou omezeny jednak objektivně danými podmínkami, jednak požadavky ekonomiky hospodaření. Vhodnými optimalizačními metodami však lze uplatnit principy víceúčelového hospodaření.

lesní ekosystém; struktura lesních ekosystémů; dynamika a stabilita lesních ekosystémů; les trvale tvořivý; přírodě blízké obhospodařování lesů; ekotechnologie; zátež lesních ekosystémů; víceúčelové lesní hospodářství

Prakticky ve všech oblastech hospodářství, vědy i denního života se již řadu let objevuje postupná orientace na ekologii. To platí bezpochyby i pro lesní hospodářství, které tak stojí - zejména na úseku pěstování lesů - před radikální změnou své orientace. Je možné uvést tři hlavní skupiny činitelů, jejichž vlivy mezi sebou propojených, které nás nutí k této změně v celkovém pojetí lesního hospodářství a v navazujícím obhospodařování lesů.

Jsou to především změny v požadavcích společnosti na funkci (či účinky) lesa, na druhém místě pak vědecký pokrok, objasňující funkci lesních ekosystémů a jejich vzájemnou vazbu s ostatními ekosystémy v krajině a konečně i nejistota o budoucím vývoji klimatu v důsledku skleníkového efektu a o jeho účincích na lesní ekosystémy. Ke všem těmto třem skupinám příčin se připojuje (a jejich význam podporuje) současné ohrožení lesů imisemi a dalšími nepříznivými vnějšími vlivy.

Vědomí odpovědnosti za dnešní nepříznivý stav lesů, a dvojnásob pak za stav zítřejší, vede k cílevědomé aktivitě, která usiluje o změnu současného stavu a dosavadního nežádoucího vývoje. Analyzujeme-li tento dosavadní vývoj, dospíváme k závěru, že byl vyvolán zavedením holosečného způsobu hospodaření a přeměnou dřívějších druhově pestrých různověkových lesních porostů na stanovištně neodpovídající monokultury. Úplný bankrot tohoto způsobu hospodaření byl v posledních 30 letech urychlen imisní kalamitou.

Řada významných lesníků střední Evropy vyslovila své názory na současný stav lesů v této části světa, na hlavní příčiny tohoto stavu i na nezbytné změny v orientaci lesního hospodářství a zejména pěstování lesů (Gadow, 1982; Heyder, 1986; Leibundgut, 1992; Mayer, 1992, 1993; Mlinšek, 1992; Stoszek, 1992; Thomasius, 1992; de Turckheim, 1993; Krapfenbauer, 1993 aj.). V těchto názorech, vycházejících z přísně ekologických principů, se vedle

zásadní shody o nutnosti změn v pojetí lesa a lesního hospodářství však objevují i významné rozdíly v orientaci a praktické realizaci těchto změn.

DOSAVADNÍ VÝVOJ PĚSTOVÁNÍ LESŮ

Po dlouhých desetiletích ničím nerušeného holosečného hospodářství v lesích střední Evropy, s následnou umělou obnovou převážně jehličnatými dřevinami ve formě monokultur, se po prvních projevech nedostatků a omylů této koncepce (rozsáhlé živelní i hmyzí kalamity) objevují i první nesmělé náznaky ekologicky orientovaného pěstování lesů, a to již ke konci minulého století (Gadow, 1880). Šlo zde především o poprvé publikovanou myšlenku skupinovitě přirozené obnovy lesa a o tvorbu smíšených porostů.

Na začátku tohoto století to byl zejména Möller (1922), který svou myšlenkou trvale tvořivého lesa (Dauerwald) poskytl významný impuls pro novou orientaci pěstování lesů a vyvolal tak živou diskusi v lesnické vědě i praxi. I když jeho myšlenka byla v zásadě odmítnuta, nezapadla a po letech se v modifikované formě objevuje znovu a znovu.

Ve třicátých letech přišel s myšlenkou „přírodu sledujícího lesního hospodářství (naturgemässe Forstwirtschaft)“ Krutzsch (1935). Navázal přitom vědomě na Möllerovu ideu trvale tvořivého lesa a dále ji rozpracoval. Les však nesprávně považoval za organismus, z čehož vyplývají i některé jeho omyly. To umožnilo, aby současně s oprávněnou kritikou chyb byly odmítnuty i jeho správné myšlenky a závěry.

Po druhé světové válce znovu ožila myšlenka „přírodu sledujícího lesního hospodářství“. V roce 1950 se v tehdejší západní Německo ustavilo pracovní sdružení s tímto názvem (Naturgemässe Waldwirtschaft), jehož hlavní zásady a cíle vyslovil Dannecker (1951). Ve zkratce je možné podstatu tohoto pěstebního směru vystihnout citovanou větou: „Přírodu sledující lesní hospodářství nepracuje zásadně podle žádného myšlného schématu, neusiluje o dosažení tzv. mylně zralých porostů a nerozlišuje proto také v lesních porostech ani stadia zakládání, výchovy a obnovy, ale chce dospět na každé ploše lesa k nepřetržitěmu využívání disponibilního půdního a vzdušného prostoru a stromové společenstvo dotvořit jako trvale pracující organismus, produkující nejvyšší hodnoty.“ Opět se zde - stejně jako u Krutzsche - objevuje pojetí lesa jako organismu.

Uvedené pracovní sdružení se pro přírodu sledující lesní hospodářství (později se klonící spíše k názvu „přírodě blízké hospodářství - naturnahe Forstwirtschaft“) se postupem času rozvinulo ve významnou lesnickou organizaci, která překročila i státní hranice do sousedních států (Švýcarska, Rakouska i Francie). Tato organizace získala hned po svém vzniku významné příznivce mezi vlastníky rozsáhlých soukromých lesů (v. Aretin, kníže

Löwenstein, de Turckheim aj.) a mezi lesními hospodáři městských a církevních lesů. Postupem doby pronikla myšlenka přírodě blízkého lesního hospodářství i do státních lesů v Německu a Rakousku. O životnosti a praktické realizovatelnosti této ideje svědčí zejména skutečnost, že lesní zákony ve Švýcarsku a ve většině spolkových zemí Německa v posledních několika letech uvádějí přírodě blízké lesní hospodářství jako žádoucí formu hospodaření.

V bývalé Německé demokratické republice se zejména Krutzschovou zásluhou uplatnil obdobný směr v pěstování lesů, označovaný jako „pěstování porostní zásoby (Vorratspflege)“, což však není zcela přesné označení základní myšlenky. Tento směr získal v roce 1951 dokonce oficiální uznání a byl z moci úřední zaváděn do všech lesních podniků. Pro četná nepochopení a omyly při tomto masovém zavádění do provozu však tento směr vcelku ztroskotat a od jeho dalšího zavádění bylo v roce 1961 - i pod vlivem postupující mechanizace prací v lesním hospodářství - upuštěno.

U nás se odklon od holosečí a úsilí o jemnější způsoby hospodaření začal projevovat již v období mezi oběma světovými válkami. V r. 1941 došlo dokonce k vydání vládního nařízení č. 363/1941 Sb. o provádění holosečí v lesním hospodářství, které mohlo znamenat obecný nástup k maloplošným hospodářským způsobům. Bohužel však toto v zásadě správné vládní nařízení bylo pojata pouze negativně (zákaz holosečí), aniž by řešilo vhodnější způsoby a formy hospodaření. Navíc přišlo v naprosto nevhodné době - při zvýšených válečných těžbách, takže se nakonec projevil spíše negativní důsledek zákazu - velkoplošné prořezávání porostů bez současného zajištění obnovy.

K ekologizaci pěstování lesů přispěl po válce zákon č. 206/1948 Sb., který mj. znovu zdůraznil nutnost omezování holosečí a ukládal obnovu stanovištně vhodnými dřevinami. Po r. 1950 nastal u nás výrazný rozvoj jemnějších způsobů hospodaření, souhrnně označovaných jako podrostní hospodářství. Všechny pod tento termín zahrnované formy hospodaření se vyznačovaly odklonem od holosečí, úsilím o dosažení přirozené obnovy a o vytváření smíšených porostů. Tento pokrokový hospodářský systém byl účinně podpořen lesním zákonem č. 166/1960 Sb. Ten v § 1 poprvé stanovil základní funkce lesa, mezi které souběžně s funkcí produkční uvedl i funkce mimoprodukční (klimatickou, vodohospodářskou, zdravotní, rekreační a krajinně estetickou). Toto znění úvodního paragrafu zákona nelze chápat pouze jako jeho formální úvod, ale jako mobilizující ustanovení, v němž je nutné hledat i zdůvodnění a základ pro četná konkrétní progresivní ustanovení zákona ve směru k pěstování lesů.

Nejzávažnějším pro způsob hospodaření byl § 36 tohoto lesního zákona, kde byl jako základní hospodářský způsob v lesích stanoven způsob maloplošný pasečný (podrostní). V § 37 pak byly uvedeny nepřipustné druhy těžeb; byla to především velkoplošná holá seč, která byla definována šířkou větší než průměrná výška těženeho porostu a délkou seče větší než desetinásobek průměrné výšky. I když zákaz holé seče nebyl absolutní (připouštěly se výjimky), zákon přispěl k rozvoji maloplošných (a zejména podrostních) forem hospodaření. Bohužel se zde však objevila nešťastná analogie s válečným zákazem holých sečí - zavádění přírodě blízkých forem hospodaření současně s legalizací těžeb nad etát. I když i v tomto období bylo uplatňování maloplošných a podrostních

forem hospodaření možné, jak to dokládají výsledky hospodaření na četných lesních závodech (Poleno, 1959), přece jen se opět projevil i negativní výsledek.

Toto naše podrostní hospodářství můžeme do určité míry připodobnit k uvedenému západoněmeckému přírodě blízkému lesnímu hospodářství. Určitý rozdíl však zde je v zachovávaní výběrného principu, tj. v individuálním výběru stromů k těžbě po celou dobu obměny. V holosečném hospodářství se princip individuálního výběru uplatňuje pouze při výchově porostů (pokud si odmyslíme vymoženost posledních let - schematické profíky). Ve stadiu obnovy lesa se při holosečném hospodářství již zcela opouští od individuálního výběru a k těžbě se jednoduše vyznačuje určitá plocha, na které se pokácí všechny stromy naráz. Maloplošná podrostní obnova představuje kompromis mezi oběma krajními způsoby hospodaření - nedodrzuje se sice zásada individuálního výběru stromů k těžbě do všech důsledků, protože zpravidla dochází na konci obnovní doby k určité plošné vynešené domýtní seči nevelkého počtu stromů, individuální výběr je však uplatňován po celou obnovní dobu (zpravidla dosti dlouhou), a tedy při těžbě většiny stromů. Současně jsou v našem podrostním způsobu hospodaření dodržovány i všechny ostatní principy přírodě blízkého lesního hospodářství - stanovišti odpovídající druhová skladba smíšených porostů, nestejnověkost porostů (i když poněkud menšího rozsahu) a prostorová struktura porostů, charakterizovaná vertikálním zápojem. Teorii podrostního hospodářství se podrobněji zabývali Čížek, Stone (1963) a Poleno (1967).

Tyto formy hospodaření jsou náročnější na erudici, praxi i každodenní práci odborného lesního hospodáře a jeho spolupracovníků i na kvalifikaci lesních dělníků. Proto u nás došlo v šedesátých letech i k případům, kdy nesprávnou aplikaci správných principů došlo k diskreditaci těchto jemných forem hospodaření. Na těchto případech pak byla postavena zcela neobjektivní kritika, která nesledovala možnost zlepšení hospodaření v lesích, ale především vytvoření podmínek pro větší nasazení těžké mechanizace a snadnější práci lesního hospodáře.

Proto po vydání současně platného zákona ČNR č. 96/1977 Sb. o hospodaření v lesích a státní správě lesního hospodářství došlo u nás k výraznému obratu ve způsobu hospodaření. Formálně sice i tento zákon proklamoval jako převažující hospodářský způsob pasečný maloplošných forem (§ 7). Rozhodující však bylo ustanovení, co lze ještě považovat za maloplošnou formu. Ze znění zákona (§ 8, odst. 3) vyplývá, že je to bezvýjimečné použití holé seče do rozlohy tří hektarů. Ve vyjmenovaných případech zákon dokonce připouští holé seče až do výměry pěti hektarů. Není přitom nijak omezena ani šířka holé seče, která je významným činitelem z ekologického hlediska.

Nezájem o pěstování lesů a nepochopení jeho významu se v citovaném zákoně projevuje i tím, že v celém zákoně jsou pěstování lesů věnovány pouze dva krátké paragrafy (8 a 9), v jejichž závěru je stanoveno, že „ministerstvo může stanovit obecně závazným právním předpisem, které druhy lesních dřevin lze pěstovat jen ze semen, řízků a sazenic z uznaných lesních porostů a stromů a podrobnosti o zakládání a obnovování lesních porostů“. V komentáři k tomuto zákonu (Šilar et al., 1980) se však konstatuje, že „o vydání tohoto prováděcího předpisu, který není obligatorní, se zatím v ČR neuvažuje“.

Je nutné uznat, že v tomto obecném úpadku pěstování lesů se aspoň hospodářská úprava lesů pokoušela řadou

pomůcek (např. Modely hospodaření) a podrobným hospodářským plánováním přispět k zlepšení stavu. Bohužel však i tato dobrá snaha byla podvázána ustanovením zákona ČNR č. 96/1977 Sb. (§ 2, odst. 3), kde převážná většina ustanovení a ukazatelů lesních hospodářských plánů byla označena jako směrné nebo orientační (a tedy nezávazné).

Lze s nadějí očekávat, že připravovaný nový zákon o lesích vytvoří příznivější rámec pro pěstování lesů a uplatňování ekologických zásad v praxi.

ZÁKLADNÍ PRINCIPY PĚSTOVÁNÍ LESŮ V BUDOUCNOSTI

Aby se do budoucna zabránilo opakování chyb minulosti, uvedených v předcházející kapitole, je nutné uplynulé období 40 poválečných let odborně historicky analyzovat a objektivně vyhodnotit. Kromě zjištěných chyb a omylů je třeba zhodnotit i kladné výsledky zejména tzv. podrobného hospodářství, ze kterého je možné v další práci vycházet. Jsme dnes pochopitelně dál ve vědeckých poznatcích, především v ekologii lesa, které nám umožňují dát tomuto pěstebnímu směru a jemu podobným novou dimenzi, to znamená opřít je o ekologické zákonitosti a oprostit je tak o některé nepřesnosti, vyvolané pouhou profesionální empirií.

Pěstování lesů se musí především opřít o teoretické poznatky ekologie, transformované do nauky o lesních ekosystémech. Musí však také dokonale poznat a matematicky exaktně definovat celý život lesních porostů a porostních složek - porostních skupin, etází a jednotlivých stromů. Pěstování lesů se musí osvobodit od strachu před matematikou a biometrií, poněvadž správného stanovení hospodářských cílů a postupů k jejich dosažení nelze dosáhnout pouze empirií či logickou úvahou (i když jejich význam přitom nijak nepodceňují, právě tak jako inspirativní hodnotu dobrých příkladů).

Pěstování lesů musí do budoucna při obhospodařování lesů usilovat o optimální syntézu ekologických a ekonomických požadavků. Svůj vzor musí vidět v přírodních lesích, které vznikly nebo se obnovily výhradně přírodními procesy a jsou ve svém vývoji ovlivněny lidskými zásahy jen zcela nepatrně. Přírodě blízké lesní porosty, které jsou výsledkem racionálního ekonomického hospodaření v lesích, se od přírodních lesů vždy více či méně odlišují a budou odlišovat, má-li se uplatňovat i ekonomický princip hospodaření. Míra této odchylky se v geobotanice označuje jako hemerobie a je účelné zavést tento termín i do pěstování lesů.

Přírodě blízké porosty si i při různé intenzitě lidských zásahů musejí zachovávat přirozené ekologické vazby, mít značnou ekologickou stabilitu a být proto schopny se samovolně (přirozeně) obnovovat. Při vyloučení lidských zásahů by se tyto přírodě blízké porosty nerozpadly (jako většina kulturních lesů), ale nabývaly by postupně opět podoby lesa přírodního. Přírodě blízké porosty se od lesů přírodních liší zpravidla menší druhovou pestrostí, méně výraznou nestejnou výškou a jednodušší prostorovou skladbou.

Každému stanovišti odpovídá určité přirozené (nebo aspoň potenciálně přirozené) lesní společenstvo. Ani to však není zcela neměnné, ale do jisté míry se dále vyvíjí, ať již přirozeně (pouze vnitřními vývojovými procesy), nebo pod vlivem měnících se podmínek prostředí. Představu přirozeného lesního společenstva (potenciálního) na určitém stanovišti nám umožňují vytvořit lesnická

typologie, která je proto pro pěstování lesů důležitým základem.

V tomto směru je naše lesní hospodářství bezesporu na vysoké úrovni, protože máme jako jeden z mála států jednotnou metodikou provedený typologický průzkum všech lesů. Jeho výsledkem je vymezení a zhodnocení růstových podmínek lesů podle typologických jednotek (lesních typů či souborů lesních typů). Takto stanovené růstové podmínky prostředí umožňují vytvoření reálné představy potenciálního přirozeného lesa, míry hemerobie (odchylky) současného i plánovaného hospodářského lesa a diferenciaci pěstebních opatření (jednak podle růstových podmínek, jednak podle funkčního zaměření lesa - Plíva, 1980). Míra hemerobie zpravidla také vyjadřuje úroveň produkčního potenciálu a ekologické stability lesa. Pokud jde o potenciální produkci lesních porostů, na některých stanovištích byla u nás určitá šetření již provedena (Halaj, 1978; Poleno, 1980), potřebují však rozšířit na všechny hlavní typologické jednotky. V podstatě to znamená vytvořit růstové modely pro tyto typologické jednotky.

Kromě typologické klasifikace lesů umožnily výsledky lesnické typologie i vymezení lesních oblastí s příbuznými přírodními podmínkami vývojově spolu souvisejícími, které upřesňují zásady hospodaření, obecně stanovené pro souborné typologické jednotky, ještě podle specifických podmínek a zvláštností jednotlivých oblastí (Plíva, Žlábk, 1986). V těchto lesních oblastech je možné pro hlavní soubory lesních typů vyhledat zbytky člověkem neovlivněných společenstev, které dokreslují naši teoretickou představu potenciálních přirozených lesů (Průša, 1990).

Nelze se však spokojit pouze okulárním hodnocením těchto zbytků přirozených lesů, ale je nutné v nich založit výzkumné plochy pro analýzu současného stavu, která spolu s retrospektivním šetřením umožní hlubší pohled na strukturu a přirozený vývoj lesa.

Jestliže jsme tedy schopni stanovit strukturu přirozených lesních společenstev, pak můžeme cíl ekologicky orientovaného pěstování lesů formulovat jako minimalizaci odchylky (hemerobie) hospodářského lesa od přirozeného společenstva, odpovídajícího konkrétnímu stanovišti. Tento cíl zahrnuje implicitně princip trvale udržitelného hospodaření v lesích, jak se tím budeme dále zabývat.

STRUKTURA LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ

Pro posouzení stavu lesa a hodnocení stupně hemerobie od potenciálního přirozeného lesa je nutné charakterizovat jeho strukturu, především druhovou, věkovou a prostorovou; k tomu slouží běžné metodické postupy hospodářské úpravy lesů.

DRUHOVÁ STRUKTURA LESA

Pro ekologicky orientované pěstování lesů jsou důležité zejména tyto požadavky:

- druhová skladba musí být taková, aby byly v souladu ekologické požadavky dřevin se stavem biotopu na straně jedné a se základními cíli lesního hospodářství, odpovídajícími společenskému požadavku na les (Poleno, 1976a);
- přednostně se bude uplatňovat přirozená obnova lesních porostů autochtonních odrůd domácích dřevin, doplňo-

vaná umělou obnovou dřevin v obnovovaném porostu chybějících;

- k výraznému rozšíření musí dojít u smíšených porostů listnatých, především s vysokým podílem buku (v 3. - 6. vegetačním lesním stupni) a dubu (1. - 3. vegetační lesní stupeň); nedostatek sadebního materiálu buku bude možné zčásti nahradit javorem (především kle- nem), lípou, jasanem a habrem; použití této dřeviny je však nutné posuzovat diferencovaně, poněvadž na některých stanovištích je příliš vitální a může ohrožovat i hlavní ekonomické dřeviny; pozornost zasluhuje i jilmu, i když (nebo právě proto) je jejich existence vážně ohrožena;
- introdukované dřeviny je možné tolerovat v omezeném rozsahu, a to jen tehdy, odpovídají-li daným růstovým podmínkám, je-li oprávněný zájem na jejich zavedení (produkce dřeva, vyšší tolerance vůči nepříznivým vnějším vlivům, lepší přizpůsobení očekávaným klima- tickým změnám apod.) a nehrozí-li v důsledku jejich agresivity (jako např. u pajasanu) narušení přirozeného rázu krajiny;
- obecným cílem je dosažení druhové pestrosti, odpoví- dající konkrétnímu stanovišti, tj. v souladu s jeho po- tenciálem biodiverzity (čím příznivější stanoviště, tím je zpravidla tento potenciál vyšší); porosty jedné dřeviny se mohou vyskytovat pouze na stanovištích v určitém směru extrémních (klimatických či půdních); jsou to např. vysokohorské smrčiny, rašelinné bory, reliktní bory, mokřadní olšiny apod.;
- je nutné vzít v úvahu i dnešní stav životního prostředí, který je v dohledné době neměnný; z tohoto důvodu je třeba např. účast jedle předpokládat pouze v pod- mínkách málo narušeného prostředí;
- ve smíšených porostech je třeba přihlížet k sociabilitě jednotlivých dřevin a jejich vzájemnému působení (mu- tualismus, konkurence); je potřebné vzít v úvahu i sku- tečnost, že vztahy dřevin se zde mění se stupněm jejich zastoupení, přičemž průběh těchto změn je nelineární (P o l e n o , 1979a, b); tato nelinearita je tím vý- raznější, čím rozdílnější jsou požadavky dřevin na svě- telný požitek;
- směs dvou dřevin je možné optimalizovat pomocí běžných nelineárních funkcí; při pestřejší směsi již nestačí naše dvoudimenzionální myšlení a k optimaliza- ci směsí (z ekonomického i ekologického hlediska) je nutné použít počítačovou techniku k vytvoření pro- vozně hospodářských matematických modelů.

Výhledovému zastoupení dřevin věnují zaslouženou pozornost materiály Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů - Modely hospodaření (1985) a Provozní systémy v lesním plánování (1989); podíl listnatců se zde však z ekologického hlediska jeví ještě jako nízký (zejména u buku). Výraznější úpravy navrhuje Š i n d e l á ř (1993).

VĚKOVÁ STRUKTURA LESA

Předpokladem stálosti lesních ekosystémů je rovnová- ha mezi procesy tvorby a destrukce organické hmoty, jak na to upozornil již M o l l e r (1922), přičemž přirozená destrukce může být v hospodářských lesích nahrazena těžbou dřeva, při které dochází k minimálnímu odnímání živin. V žádném případě však nesmí jít o těžbu celých stromů (tj. včetně kůry, větví a asimilačních orgánů), kte- rou se podle zahraničních šetření zvyšují ztráty živin asi na šestnásobek ve srovnání s těžbou dřeva hroubí bez

kůry. Toto nadměrné odnímání živin v půdě může vést v určitých podmínkách až k destabilizaci lesních eko- systémů (U l r i c h , 1981).

Uvedená rovnováha tvorby a destrukce organické hmoty je možná jedině v nestejnověkovém lese, v nestejno- věkých porostech. Tato nestejnověkovost je v pasečném lese nahrazována soustavou věkových tříd a stupňů v hospo- dářském celku, tj. souhmem velkého počtu porostů sice stejnověkových, ale věkově diferencovaných v rozpětí obmýtní doby. Proto zde nedochází k rovnováze obou procesů (tvorby a destrukce) - a pochopitelně ani k rovnováze přírůstu a těžby dřeva - v každém jedno- litém porostu, ale pouze v lesním hospodářském celku (či hospodářské skupině) a to ještě nedokonalé.

Protože však nestejnověkovost lesních porostů přispívá ke zvýšení ekologické stability i biodiverzity, je žádoucí dosahovat nestejnověkovosti v každé základní prostorové jednotce rozdělení lesa, tj. v lesních porostech. Úplné nestejnověkovosti porostů - od věku jednoho roku až do věku dosažení hospodářsky požadované dimenze stromů - je však možné dosáhnout jedině ve výběrném lese, a to ještě pouze za předpokladu vhodných růstových podmí- nek pro stinné dřeviny.

Se snižující se vhodností růstových podmínek a se zvyšujícími se požadavky stanovišti odpovídajících dře- vin na světelný požitek je nutné postupně stále více ustu- povat od úplné nestejnověkovosti porostů. Uklidnění nám přitom může poskytnout poznatek, že za takových podmí- nek ani přirozené lesy úplné nestejnověkovosti nikdy nedo- sahují.

Je však žádoucí pracovat alespoň s omezeně nestejno- věkými porosty, což umožňuje dlouhá obnovní doba a skupinovitě uspořádání porostů. Tento cíl však znamená v praxi upuštění od holých sečí a přechod k maloplošné- mu hospodářství (pokud možno podrostních forem).

Pro slunné dřeviny (bez možnosti směsi s dřevinami stinnými) je za určitých podmínek nutné použít i holo- sečné obnovní prvky (kotlíky, náseky, klíny) minimální výměry, resp. minimální šířky. V Rakousku se za bezho- losečné hospodářství považuje použití holosečných obnovních prvků do výměry 500 m². Pokud by se někomu zdálo, že takové bezholosečné hospodářství nemá šanci na větší rozšíření, je možné uvést, že v Rakousku na ně již v současné době připadá 53 % všech provedených těžeb, zatímco na holoseče (včetně nahodilých těžeb!) pouze zbývající 47 % (S c h i e l e r , S c h a d a u e r , 1993) a maloplošné, přírodě blízké hospodářství je na stálém vzestupu.

Kromě použití holosečných obnovních prvků či větší- ho prosvětlení při podrostní formě obnovy slunných dře- vin je nutné u těchto dřevin počítat i s kratší dílčí obnovní dobou (v pracovním poli) a tedy s menším rozpětím nestejnověkovosti následného porostu.

Za reálné je možné považovat dodržování obnovní doby 20 (u slunných dřevin) až 50 let (u dřevin stinných). I když tedy nelze zatím počítat s úplnou nestejnověkovostí lesních porostů, přece jen lze těmito reálnými obnovními postupy dosáhnout významného zvýšení nestejnověkovosti porostů se všemi z tohoto stavu plynoucími ekologickými přednostmi. Přitom nelze ani vyloučit, že by v dalším obmýtní mohl tento vývoj ve vhodných růstových podmínkách dále pokračovat až k dosažení výběrného lesa. Tím však rozhodně nevtvrdím, že by jedině dosažení výběrných lesů bylo cílem ekologicky orientovaného pěstování lesů.

V zájmu produktivity i stability lesního ekosystému je nutné sledovat optimální využívání nadzemního i podzemního disponibilního prostoru. Jde tedy o vytvoření vertikálního zápoje korun a odpovídající strukturalizace kořenového systému. I zde jsou však dány určité přirozené hranice tomuto požadavku strukturalizace porostu, a to opět kvalitou stanoviště a jí odpovídající druhovou skladbou - čím je stanoviště chudší a dřeviny náročnější na světelný požitek, tím je ideál vzdálenější od dané možnosti.

Ekologicky požadavek na vhodnou prostorovou strukturu lesních porostů má i příznivý důsledek ekonomický - omezuje růst větví a přispívá k rychlejšímu čištění kmenů, zabraňuje vzniku vlků u slunných dřevin (zejména dubu), přispívá k samopřežování náletů a píše se v tomto směru i o automatizaci produkce a o přirozených proževkách (Reininger, 1992).

Prostorová porostní struktura je do značné míry důsledkem struktury druhové a věkové. Nemožnost dosažení ideálu u věkové struktury se pochopitelně promítá i do struktury prostorové. Ideální strukturu zcela zaplněného porostu od země až po vrcholky stromů je proto nutné nahradit skupinovitým uspořádáním různých vysokých a různě tlustých stromů. Čím jsou přitom tyto skupiny menší, tím je lépe.

Ekologicky vhodné prostorové strukturalizace porostů je však možné za určitých podmínek dosáhnout i jinými způsoby. Především je třeba v této souvislosti uvést hospodářský tvar lesa sdruženého, kterého se dosahuje vypěstováním výstavků ze semene (především dubu) nad spodním porostem pařeziny, a to zpravidla za tři až čtyři obmýty pařeziny. Dosahuje se tak výrazné nestejnokostí a ekologicky výhodné prostorové struktury, zejména při bohaté porostní zásobě výstavků (200 - 400 m³·ha⁻¹). Tento hospodářský tvar - u nás již téměř vymizelý - by měl být především z ekologických důvodů pro vhodné podmínky rehabilitován (zejména v drobných lesních majetcích), i když produkci užitkových sortimentů zaostává za lesem vysokokmenným.

Podobně lze i v lese vysokokmenném zachovat po větší část dalšího obmýti omezený počet výstavků slunných dřevin (borovice, modřín, dub) tím, že se neprovádějí následné domýtní seč. Tyto výstavky sice omezují do určité míry růst a vývoj následného porostu (zhruba v obvodu koruny výstavku), na druhé straně však zvyšují hodnotu produkce tvorbou vysoce hodnotného bezsukého tlustého dřeva. Těžba těchto výstavků vytváří v následné generaci lesa východiska obnovy.

Od této výstavkové formy hospodaření ve vysokokmenném lese je již pouze krok k další formě nestejnokostí lesů, trvale dvouetážových lesů. Tato dvouetážovost sice netrvá po celou obmýtní dobu, ale po její převážnou část. Druhá etáž se vytváří ze stinných dřevin v prosvětleném (úmyslně nebo nahodilou těžbou) porostu převážně slunných dřevin; nepředstavuje však v budoucnu následný porost, ale po dosažení mýtního věku se mýtí současně s horní etáží. Tato forma hospodaření se uplatňuje v omezené míře v Německu, u nás však je téměř zapomenuta. Její ekonomický význam spočívá v tom, že umožňuje pracovat v horní etážce s menším počtem nekvalitnějších stromů a dosahovat tak vysoké hodnoty produkce (jedině v tomto případě může být tato forma ekonomicky výhodná - zejména ve vysoce kvalitních porostech dubových, podsazených bukem nebo

habrem). Z ekologického hlediska je tato forma hospodaření velice vhodná. Je jí však nutné modifikovat ve stadiu obnovy porostu, která se dosud provádí převážně holosečně.

Významným prvkem prostorového uspořádání porostů je jejich zakmenění. Je to porostní charakteristika poměrně dobře definovatelná v nesmíšených a stejnověkých porostech, kde ji lze do jisté míry srovnat i s hustotou a intenzitou zápoje (horizontálního). Ve smíšených a nestejnokvěkých porostech je stanovení zakmenění podstatně obtížnější, lze si však představit i zde, zda je na dané porostní ploše počet stromů a jimi vytvořená výčetní základna či porostní dřevní zásoba již maximálně možná nebo zda disponibilní prostor není ještě v plné míře využit. Určitým vodítkem pro posouzení plného (či přirozeného) zakmenění je přirozená mortalita stromů v porostu.

Pro nesmíšené a stejnověké porosty platí, že z produkčního hlediska není maximálně dosažitelné zakmenění tím nejlepším (Assmann, 1961 - teorie optimální a kritické výčetní základny). Je také prokázáno, že pokles běžného přírůstu při sníženém zakmenění není lineární závislý na tomto poklesu zakmenění, ale má průběh nelineární, nad úrovní lineární funkce (Poleno, 1982b). Přitom rozdíl mezi skutečným nelineárním průběhem a lineární funkcí je tím větší, čím lépe dřevina snáší zastínění.

V nesmíšených stejnověkých porostech je i z hlediska stability a plnění některých mimoprodukčních funkcí lesa (např. rekreační, estetické, vodohospodářské) vítáno zakmenění poněkud snížené. Po matematické definici této závislosti funkčního efektu na stupni zakmenění lze dospět k optimalizaci zakmenění z víceúčelového hlediska (Poleno, 1978).

Do jisté míry lze tuto situaci předpokládat i ve smíšených a nestejnokvěkých porostech, kde se pracuje do značné míry se stinnými dřevinami. Exaktní šetření v tomto směru však dosud chybí a je nutné se tímto problémem výzkumně zabývat.

DYNAMIKA LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ

Pěstování lesů musí počítat i s dynamikou ekosystémů, tj. s jejich vývojem v čase. Mění se přitom nejen počet stromů, výše přírůstu a porostní zásoby, ale i vnitřní vztahy v ekosystému, tj. vztahy dřevin mezi sebou a vztahy mezi biocenózou a biotopem. Dřeviny se věkem stávají náročnější na světlo, v určitém věku porostu je v půdě vody nedostatek, jindy opět nadbytek, humus se někdy hromadí, jindy ho opět ubývá. Stejně tak je tomu s přístupem světla do porostu - v první polovině obmýti ho postupně ubývá, ve druhé polovině obmýti naopak přibývá. V nestejnokvěkých a složitě strukturalizovaných porostech se tyto vztahy stávají ještě složitější.

V důsledku nestejnokostí průběhu přírůstu (zejména vysokého) dřevin během jejich života a v důsledku nestejnokostí životnosti dřevin se mění jejich vzájemné vztahy. Mění se proto během vývoje porostu i optimální zastoupení dřevin (Poleno, 1982a) a optimální zakmenění porostů (Poleno, 1982b), jejich prostorová struktura i některé další charakteristiky porostů. Ekologicky orientované pěstování lesů se musí s touto dynamikou lesních ekosystémů podrobně seznámit, což umožní matematické modelování růstu a vývoje přírodě blízkých lesních porostů.

Pro praktické pěstování lesů je důležitá již pouhým okem patrná skutečnost, že v mládí jsou prakticky všechny lesní dřeviny méně náročné na světelný požitek. Je proto možné prakticky všechny dřeviny - včetně tzv. dřevin slunných (borovice, modřín, dub) - obnovovat pod clonou porostu. Rozdílná musí být pouze intenzita zástínu a rychlost dalšího uvolňování náletů a nárostů.

Pro pěstování lesů je nutné z dynamiky lesních ekosystémů odvodit i požadavek udržování nezbytné rovnováhy mezi primárními producenty vhodných druhů (především dřevinami), konzumenty (fytofágy i zoofágy) a destruenty (koprofágy a nekrofágy). Z tohoto zdánlivě teoretického požadavku vyplývá především již zmíněný požadavek na optimalizaci druhové, věkové i prostorové skladby porostů (včetně zakmenění) i optimalizaci obnovních postupů, aby bylo dosaženo nejen optimální organické produkce žádoucích druhů (stromů) na úkor druhů nežádoucích (keřů a přizemní vegetace), ale i potřebné destrukce (pařezů, klestu, kůry, hrabanky) v zájmu optimálního stavu půdy a humusu.

Z hlediska ochrany lesa je třeba - především ochranou biotopů - udržovat žádoucí stav zoofágů jako pojistku proti přemnožení fytofágů. Z tohoto hlediska je potřebné

posuzovat i stavy lovné zvěře, které musí být přiměřené úživnosti ekosystému. Nutnost oplocení pralesovitě rezervace Boubín proti škodám zvěří ukazuje, že ani přírodě blízké lesní společenstvo není schopno se ubránit a zajistit přirozenou reprodukci při přemnožení určitého druhu, nadměrně člověkem preferovaného (likvidací predátorů, zimním přikrmováním apod.). Zde proto musí opět zasáhnout člověk a obnovit rovnováhu ekosystému snížením stavů zvěře na ekologicky únosnou výši.

Vhodnými obnovními postupy je třeba se bránit nežádoucí regresivní sukcesi, tj. zatrávnění porostní půdy a nástupu pionýrských dřevin na holou plochu. Je pravda, že i touto cestou by další přirozená sukcese zajistila na takové ploše opět vznik lesa, postupně až klimaxového charakteru. Otázkou je pouze za jak dlouho. Z hlediska ekonomického je však takový průběh sukcese nežádoucí. Je proto třeba pěstebními opatřeními tomuto stavu - jehož náprava by si vyžádala (nechceme-li čekat na výsledky přirozeného vývoje) mnoho lidské práce i nákladů - předcházet a podporovat přirozenou reprodukci lesa bez těchto zvratů.

(Pokračování)

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Zdeněk Poleno, CSc., Malovická 2760/7, 141 00 Praha 4

AD *eko*
A.S.

**VÝHODNÝ LEASING STROJŮ
A ZAŘÍZENÍ NEJEN PRO ZAČÍ-
NAJÍCÍ PODNIKATELE**

ADEKO a. s. Vám nabízí

- ☐ kapitálovou účast v jiných podnikatelských subjektech
- ☐ společné podnikání
- ☐ poradenskou, konzultační a zprostředkovatelskou činnost v oboru ekologie
- ☐ investorskou a investiční činnost
- ☐ řešení obyvatelských potíží výrobcům a obchodním organizacím formou leasingového financování

ADEKO a. s., Slezská 7, 120 56 Praha 2

tel.: 258 342, fax: 207 229

Pokyny pro autory

Obecné pokyny

Časopis Lesnictví-Forestry uveřejňuje původní vědecké práce ze všech oborů lesnictví, které mají vztah k lesním ekosystémům rostoucím ve střední Evropě. Autor práce je odpovědný za původnost příspěvku; práce nesmí být publikována nebo zaslána k publikování do jiného časopisu. Rozsah zaslání příspěvku nemá přesáhnout 20 stran (A4 formátu, psaných obědů) včetně tabulek, obrázků, literatury, abstraktu a souhrnu. K publikování jsou přijímány práce psané v češtině, slovenštině nebo angličtině. Zaslání rukopisů musí obsahovat anglický souhrn o rozsahu 2 - 3 strany. Autor odpovídá za správnost anglického textu. Rukopisy mají být napsány na papíře formátu A4 (60 úhozů na řádku, 30 řádků na stránce). Uspořádání článku musí odpovídat formě, ve které jsou články v časopisu Lesnictví-Forestry publikovány. Je třeba zaslat dvě kopie rukopisu na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Chlebečková, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7. O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému přínosu a celkové kvalitě práce a s přihlédnutím k významu článku pro lesní hospodářství.

Úprava textu

Rukopis má obsahovat titulní stranu, na které je uveden název článku, jméno autora (autorů), název a adresa instituce, kde práce byla vypracována, a číslo telefonu a faxu autora.

Každý článek by měl obsahovat abstrakt, který nemá mít více než 120 slov, a klíčová slova. Úvod by měl být stručný, s uvedením zaměření a cíle práce ve vztahu k dosud provedeným pracím. Neměl by v něm být uváděn rozsáhlý přehled literatury. V kapitole Materiál a metody by měl být uveden popis použitých experimentálních metod tak, aby byl postačující pro zopakování pokusů. Měly by být uvedeny obecné i vědecké názvy rostlin. Je-li zapotřebí používat zkratky, je nutné při prvním použití zkratky uvést i její plný název. Je nezbytné nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI. V části Výsledky by měla být přesně a srozumitelně prezentována získaná data a údaje. V kapitole Diskuse se obvykle získané výsledky konfrontují s výsledky dříve publikovanými. Je přípustné spojit část Výsledky a Diskuse v jednu kapitolu. Citování literatury v textu se provádí uvedením jména autora a roku vydání publikace. Při větším počtu autorů se uvádí v textu pouze první z nich a za jeho jméno se doplní zkratka „et al.“.

V části Literatura se uvádějí pouze publikace citované v textu. Citace se řadí abecedně podle jména prvního autora : příjmení, zkratka jména, plný název práce, úřední zkratka časopisu, ročník, rok vydání, první a poslední strana. Na knihy je uvedeno i místo vydání, vydavatel a rok.

Tabulky

Tabulky jsou číslovány průběžně a u každé je uveden i nadpis. Každá tabulka je napsána na jednom listu.

Obrázky

Jsou přiloženy jen obrázky nezbytné pro dokumentaci výsledků a umožňující pochopení textu. Současně uvádění stejných výsledků v tabulkách a na grafech není přijatelné. Všechny obrázky musí být vysoce kvalitní, vhodné pro reprodukci. Nekvalitní obrázky nebudou překreslovány, budou autorovi vráceny. Fotografie musí být dostatečně kontrastní. Všechny obrázky je třeba číslovat průběžně arabskými číslicemi. Jak grafy, tak i fotografie jsou označovány jako obrázky. Jestliže má být několik fotografií publikováno jako jeden obrázek, je třeba je vhodně uspořádat a nalepit na bílou podložku. U každého obrázku je nutné uvést jeho stručný výstižný popis. S e p a r á t y . Z každého článku obdrží autor 40 separátů zdarma.

Instructions to Authors

General

The journal publishes original results of fundamental and applied research from all fields of forestry related to forest ecosystems of Central Europe. An article submitted to Lesnictví - Forestry must contain original work and must not be under consideration for publishing elsewhere. Manuscripts should not exceed 20 double - spaced typed pages (A4 size) including tables, figures, references, abstract and summary. Papers should be clear, concise and written in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain two or three pages of English summary. Correct English is the responsibility of the author. Manuscripts should be typed on standard paper (A4 size, 60 characters per line, 30 lines per page). They must fully conform to the organization and style of the journal. Two copies of the manuscript should be sent to the editor-in-chief: Mgr. Radka Chlebečková, Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic.

Text

Manuscript should be preceded by a title page comprising the title, the complete name(s) of the author(s), the name and address of the institution where the work was done, and the telephone and fax numbers of the corresponding author. Each paper must begin with an Abstract of no more than 120 words, and key words. The Introduction should be concise and define the scope of the work in relation to other work done in the same field. As a rule, it should not give an exhaustive review of literature. In the chapter Materials and Methods, the description of experimental procedures should be sufficient to allow replication of trials. Plants must be identified by taxonomic and common name. Abbreviations should be used if necessary. Full description of abbreviation should follow the first use of an abbreviation. The International System of Units (SI) and their abbreviations should be used. Results should be presented with clarity and precision. Discussion should interpret the results. It is possible to combine Results and Discussion in one section. Literature citation in the text should be by author(s), and year. If there are more than two authors, only the first one should be named in the text, followed by the phrase „et al.“. References should include only publications quoted in the text. They should be listed in alphabetical order under the first author's name, citing all authors.

Tables

Tables should be numbered consecutively and have an explanatory title. Each table, with title, should be on a separate sheet of paper.

Figures

Figures should be referred solely to the material essential for documentation and for the understanding of the text. Duplicated documentation of data in figures and tables is not acceptable. All illustrative material must be of publishing quality. Figures cannot be redrawn by the publisher. Photographs should exhibit high contrast. All figures should be numbered consecutively with arabic figures. Both line drawings and photographs are referred to as figures. If several separate line drawings or photographs are to be incorporated in a single figure, they should be stuck on a white card with a minimum of space left between them. Each figure should contain a concise, descriptive legend. O f f p r i n t s . Forty (40) offprints of each paper are supplied free of charge to the author.

LESNICTVÍ - FORESTRY 1993, No. 12, uveřejní příspěvky:

Chalupa V.: Rozmnožování modřínu (*Larix decidua* Mill.) orgánovými kulturami a růst stromů vypěstovaných *in vitro* – Micropropagation of larch (*Larix decidua* Mill.) by organ culture and the field growth of micropropagated trees

Chroust L.: Světelný režim porostů borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a jejich asimilační biomasa – Light regime of Scotch pine (*Pinus sylvestris*) stands and their assimilatory biomass

Repáč I.: Izolácia, kultivácia a udržiavanie *in vitro* (čistých) kultúr ektomykorhíznych húb – Isolation, cultivation and *in vitro* maintenance of pure cultures of ectomycorrhizal fungi

Tokár F., Konôpková J.: Vplyv prebierok na zmeny obsahu vybraných chemických prvkov v nadzemnej dendromase rôznych porastových typov gaštanu jedlého (*Castanea sativa* Mill.) – Effects of thinnings on changes in the content of selected chemical elements in the aboveground dendromass of various stands of Spanish chestnut (*Castanea sativa* Mill.)

Sereda O.: Úvaha o místě mechanické stability lesních porostů v ekologické stabilitě lesa – A consideration about the position of mechanical stability of forest stands within forest ecological stability

Krečmer V.: Trvale udržitelný rozvoj a lesní hospodářství v České republice (I) – Sustainable development and forestry in the Czech Republic (I)

AKTUALITY

Běle J.: Dvousté výročí narození Josefa Resslera, lesníka a vynálezce (1793 - 1857)

Vědecký časopis LESNICTVÍ - FORESTRY ● Vydává Česká akademie zemědělských věd a Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied - Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Vychází měsíčně ● Redaktorka: Mgr. Radka Chlebečková ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02 / 257 541 ● Sazba: Studio DOMINO - ing. Jakub Černý, Popovice 144, 267 01 Králův Dvůr, tel.: 0311 / 22 959 ● Tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1993

Rozšiřuje PNS a. s. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Hvoždanská 5-7, 149 00 Praha 4-Roztyly.