

MATEMATICKÉ MODELY VÝVOJE LESNÍCH POROSTŮ A JEJICH VYUŽITÍ

J. Lepš, S. Vacek

LEPŠ, J. — VACEK, S. (Jihočeské biologické centrum ČSAV, České Budějovice; Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Opočno). *Matematické modely vývoje lesních porostů a jejich využití*. Lesnictví, 32, 1986 (8) : 687-706. Od počátku šedesátých let se začínají rychle rozvíjet matematické modely růstu a vývoje lesních porostů, které představují významný přístup k prognóze dynamiky lesních ekosystémů. Modely vývoje lesních porostů jsou v tomto příspěvku děleny podle Munroa (1974) do tří velkých skupin, tj. na modely s první, druhou a třetí modelovací filozofií. Modely s první modelovací filozofií vycházejí z popisu chování jednotlivých individuí v rámci simulované plochy, modely s druhou modelovací filozofií také vycházejí z popisu chování jednotlivých individuí, ale zanedbávají jejich lokalizaci, a modely s třetí modelovací filozofií popisují chování populace jako celku. Tyto tři modelové přístupy jsou dále rozebírány. Následují některé důležité otázky, které bývají řešeny ve všech typech modelů, tj. kalibrace modelů a způsob, jakým lze vyjadřovat vliv konkurence na růst a úhyn individuí. V závěru jsou popsány velmi aktuální a perspektivní možnosti použití modelů pro predikci dynamických strukturálních změn vyvolaných vlivem imisí. Příspěvek je doplněn grafickými výstupy vlastních modelů a literárním přehledem o problematice matematických modelů vývoje lesních porostů.

pěstění lesů; lesní ekosystémy; modely; vývoj lesních porostů

Systémový přístup a aplikace systémové teorie se v poslední době stávají jednotícím činitelem nejen ekologie a biologie, ale i mnoha dalších přírodních, technických i společenských věd.

Snahy o matematický popis ekologických jevů a vztahů jsou poměrně starého data (May 1976). Některé z prací (např. Lotka 1925), které vyjadřovaly tyto vztahy pomocí soustavy diferenčních rovnic, měly dokonce značný vliv na Bertalanffyho při koncipování obecné teorie systémů.

Od počátku šedesátých let se začínají rychle rozvíjet růstové a vývojové modely lesních porostů (Dudek, Ek 1980), které představují významný přístup k prognóze růstu a vývoje lesa, výnosu a všeobecně reakce porostů na různé způsoby obhospodařování. K tomuto metodickému přístupu se přistoupilo proto, že při výzkumu struktury, růstu a vývoje lesních porostů dochází velmi často k situaci, kdy pokus, který chceme provést, je časově neúměrně náročný (např. zásah do sukcese lesa — přeměny a převody porostů), mnohdy vede ke zničení unikátního systému, naráží na velkou variabilitu materiálu, je finančně či jinak nad naše možnosti. Jindy jde o výběr nejlepšího způsobu řízení systému, kdy se již nechceme nebo nemůžeme spoléhat na metodu „pokus a omyl“. Potřebujeme tedy systém, který by chováním nebo strukturou odpovídal systému původnímu a s nímž by bylo možno bez potíží experimentovat. Takový systém nazveme modelem a metodický přístup modelováním. Tento přístup dále využíváme, máme-li hypotézu o struktuře modelo-

vaného systému a chceme-li jí ověřit pomocí shody jeho chování s chováním systému předpokládané struktury nebo chceme-li zjistit některé, na modelovaném systému těžko zjistitelné složky chování. Využití tohoto metodického přístupu je ještě širší, jak vyplývá z pojednání o jeho využití v lesnické ekologii.

Velký rozvoj matematického modelování nastal se zavedením výkonné výpočetní techniky, která dovoluje v reálném čase řešit poměrně složité soustavy diferenciálních a diferenčních rovnic. V tomto příspěvku se však nezabýváme obecnou teorií systému. Při studiu otázek systémové analýzy a vztahů těchto disciplín k biologii a ekologii lze odkázat na práce, které publikoval např. Habr, Vepřek (1973), Mesárovič (1968), Caswell a kol. (1972), Lepš (1982). Cílem tohoto příspěvku je pouze podat přehled o matematických modelech užívaných zejména v lesnickém výzkumu při studiu dynamických procesů v lesních porostech. Přehled o využití modelů v lesnictví podávají práce Bruckhart (1977), Ek, Dudek (1980), Shugart (1984), Arney (1985b). Přehlednou bibliografii uvádějí Dudek a Ek (1980).

APLIKACE V LESNICKÉ EKOLOGII

Schopnost předpovídat růst a vývoj lesních porostů je základním předpokladem pro diferencované obhospodařování lesa podle integrovaných funkcí, tj. pro vyvážené skloubení funkcí lesa s přírodními podmínkami a potřebami společnosti do harmonického systému hospodaření s co nejvyššími přínosy a nejnižšími náklady (Vacek 1982a). V běžné lesnické praxi se k tomuto účelu nejčastěji používá růstových tabulek (Schwappachovy tabulky, Assmann-Franzovy tabulky) nebo růstových funkcí (Korsuň 1950, Michajlov 1952, Korf 1961 apod.), které pro jednotlivé dřeviny a bonity formou grafickou nebo číselnou vyjadřují vztah přírůstu a věku, tj. růstový proces. Zejména v posledním desetiletí se k prognóze vývoje lesních porostů užívá také dynamických matematických modelů; za dynamické většinou považujeme takové modely, které popisují studovaný systém pomocí diferenciálních nebo diferenčních rovnic. Práce s takovými modely je podstatně náročnější než práce s růstovými tabulkami nebo růstovými funkcemi a pro standardní situace (tj. pro stejnověké, stejnorodé a plně zakmeněné porosty) většinou nedosahují přesnosti předpovědi výše zmíněných růstových tabulek nebo funkcí. Lze je však výhodně použít především pro prognózu vývoje původních a přirozených, různověkých a různorodých porostů, při hledání a ověřování nových optimálních forem obhospodařování porostů v různých imisních a ekologických podmínkách prostředí apod. V poslední době byly obdobné modely využity i k prognóze vlivu imisí na lesní porosty (např. Kercher a Axelrod 1984b).

Konstrukce matematického modelu má již sama o sobě další metodické přínosy; ukáže na nedostatky v našich znalostech o zkoumaném systému nebo i na oblasti, ze kterých je již další získávání dat bezpředmětné a vede k uspořádání našich znalostí o zkoumaném systému. Po sestavení a analýze modelu mohou ukázat difference mezi chováním reálného systému a modelu na chyby v našich představách o struktuře systému nebo použitých datech. Analýza senzitivity, tj. zjišťování vlivu změn parametrů, řídicích funkcí atd. na chování modelu, může přispět

ke stanovení důležitosti některých faktorů, ukázat, kde je třeba provést více přesných měření, také ukázat na chyby ve struktuře modelu. Shoda chování modelovaného systému s modelem postaveným podle naší hypotézy o struktuře modelového systému není ještě důkazem správnosti naší hypotézy (totéž chování mohou mít systémy s různou strukturou), zvýší však podstatně její věrohodnost a umožní nám navržení nových experimentů k jejímu ověření.

Vzhledem k obrovské složitosti lesních ekosystémů zahrnujeme do zkoumání vždy jen prvky, které považujeme z hlediska zkoumané problematiky za rozhodující pro chování systému. Odměnou za ztrátu informace, ke které musí při tomto zjednodušení dojít, je nám jasnost a přehlednost modelu. Model může vysvětlit, objasnit principy chování, které nám vzhledem ke složitosti studovaného systému zůstaly utajeny. Není tedy cílem ekologa postavit co nejobsažnější model, ale vystihnout prvky a vztahy, které jsou pro chování rozhodující.

Široké spektrum matematických modelů ekologických systémů nás vede ke snaze charakterizovat modely podle určitých hledisek; mezi nejpoužívanější patří věrnost, přesnost a obecnost. Věrnost vyjadřuje stupeň souhlasu mezi ekologickými předpoklady, jež má model vyjadřovat, a mezi slovním a matematickým vyjádřením modelu. Přesnost se týká schopnosti modelu předpovídat kvantitativní změny a zobrazovat údaje, o něž se opírá. Obecnost je širší použitelnosti modelu. Vzhledem ke složitosti ekologických soustav se zdá, že nelze sestavit modely přesné, věrné a zároveň obecné. Tuto skutečnost vyzvedává i Maynard Smith (1974), který dělí modely na strategické a taktické.

Podle současného trendu ve světové literatuře týkající se modelování ekosystémů můžeme rozlišit dva základní směry, kterými se tento obor ubírá — směr teoretických modelů a směr modelů experimentální a aplikované ekologie (Le p š 1982).

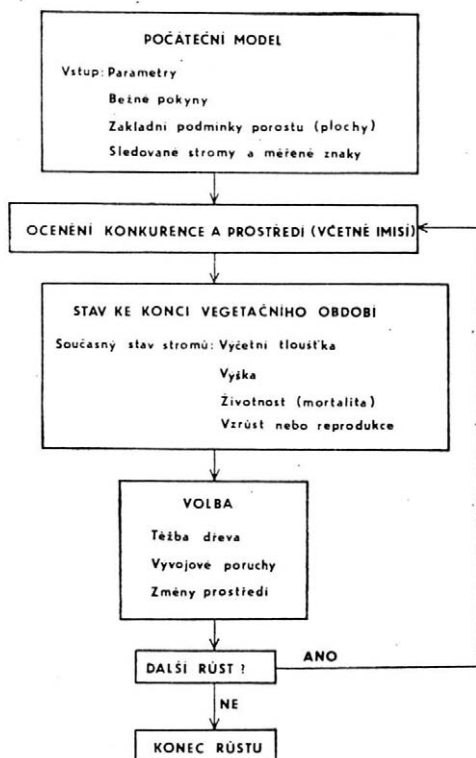
MODELÝ VÝVOJE LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ

Munro (1974) rozdělil modely vývoje lesních porostů do tří velkých skupin, které nazývá modely s první, druhou a třetí modelovací filozofií.

Modely s první modelovací filozofií vycházejí z popisu chování jednotlivých individuí a berou v úvahu lokalizaci jednotlivých individuí v rámci simulované plochy, modely s druhou modelovací filozofií také vycházejí z popisu chování jednotlivých individuí, ale zanedbávají jejich lokalizaci a modely s třetí filozofií popisují chování populace jako celku.

Rozlišovací schopnost modelů klesá od první ke třetí modelovací filozofii, vzrůstá však jejich traktabilita a klesají i nároky na výpočetní techniku.

Uvedené modely vycházejí z charakteristik jednotlivých individuí. Základní charakteristiky, jako je např. růst, popř. fertilita a úhyn individuí jsou popsány empirickými parametry. Modely s větší rozlišovací schopností (tj. modely odrážející fyziologii jednotlivých individuí) jsou příliš podrobné na to, aby jimi bylo možno simulovat dlouhodobý vývoj porostů. Proto, užíváme-li tyto modely pro prognózu ovlivnění růstu lesů stresem prostředí (např. znečištěním atmosféry), vycházíme z empiricky zjištěného ovlivnění parametrů populační dynamiky (růstu, pře-



1. Schematický tok procesu projekce modelu růstu založeného na jednotlivých stromech. — Schematic representation of individual tree based model

notlivé druhy, nic nebrání tomu, aby stejný model byl použit pro smíšený a různověký porost.

Model může být popsán zhruba takto: každé individuum je popsáno samostatnou stavovou proměnnou (např. výškou). V jednodušší verzi modelu jsou ostatní charakteristiky individua (např. délka koruny, šířka koruny, výčetní tloušťka, objem apod.) alometrickou funkcí stavové proměnné. Označíme-li výšku i -tého individua h_i , potom je jeho výčetní tloušťka:

$$d_i = k_1 \cdot h_i, \quad (1)$$

kde k_1 je alometrická konstanta (parametr). Podobně objem stromu v_i lze zhruba odhadnout pomocí alometrického vztahu:

$$v_i = k_2 \cdot h_i^q, \quad (2)$$

kde k_2 a q jsou opět parametry, $q \sim 3$.

Tento přístup je značným zjednodušením. Je známo, že rostliny pod konkurenčním tlakem často rostou rychle do výšky, přičemž se příliš nezvětšuje ani výčetní tloušťka, ani šířka koruny. Platí tedy jiné alometrické vztahy pro soliterní jedince, pro jedince ve volném nebo v hustém zápoji. Lze však užít i více stavových proměnných pro popis kaž-

živání, plodnosti]. Schematický diagram toku procesů projektu u takových modelů je znázorněn na obr. 1. Tyto modely většinou nemohou odrážet fyziologické mechanismy působení. Model zahrnující též některé fyziologické aspekty, který je možno použít i pro dlouhodobější prognózu, publikovali Basher-ville a Klianschmidt (1981); byl využit k simulaci růstu stromů po defoliaci.

MODELY S PRVNÍ MODELOVACÍ FILOZOFIÍ

Modely jsou založeny na popisu chování jednotlivých individuí (tj. jejich růstu a úhynu, popř. fertility). Lokalizace individuí v rámci simulované plochy je přesně dána (tzn. že modely berou v úvahu horizontální strukturu porostů). Jako příklad může sloužit model, který použili Lepš a Kindlmann (1984) pro prognózu vývoje horizontální struktury stejnověkého nesmíšeného porostu. Pokud jsme schopni odhadnout (tzn., že máme potřebná data) parametry pro jed-

dého jedince; takový přístup ovšem klade podstatně větší nároky na data pro kalibraci modelu (tj. na odhad parametrů modelu).

Vzhledem k výrazné roční periodicitě růstu i úhynu stromů v temperátní zóně je vhodné v dynamických modelech růstu lesa užívat diferenčních (nikoliv diferenciálních) rovnic s krokem jeden rok. V případě diferenčních rovnic popisujeme vývoj v diskrétních okamžicích (např. léto každé sezóny), v případě diferenciálních rovnic bychom považovali růst za spojitý proces. Růst jednotlivých stromů je potom popsán rovnicí typu:

$$h_{i,t+1} = f_i(h_{i,t}, RED_i), \quad (3)$$

kde f_i je (empiricky stanovená) funkce a RED_i pomocná proměnná, vyjadřující vliv konkurence sousedů na růst individua. Výšku nebo jinou stavovou proměnnou považujeme za funkci času, $h_{i,t}$ tedy značí výšku i -tého jedince v čase t .

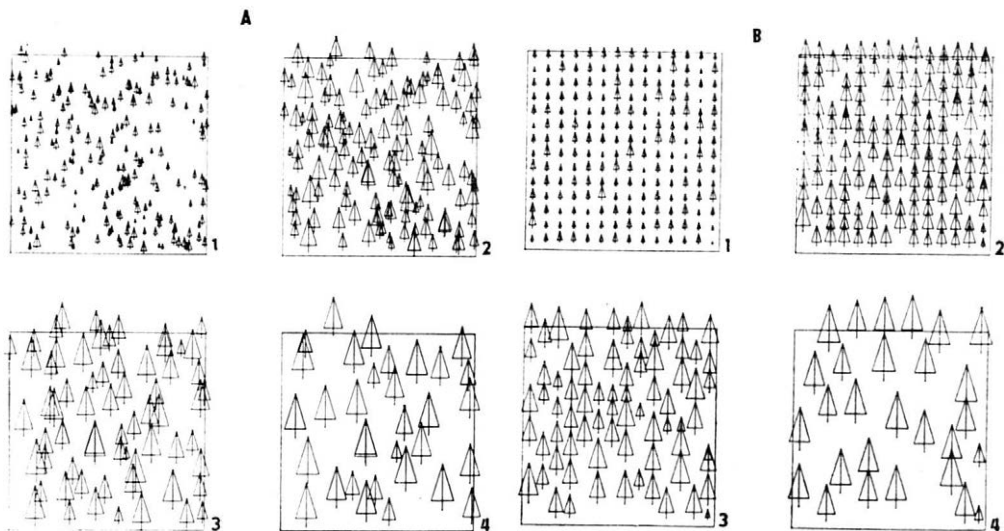
Příkladem funkční závislosti může být funkce vycházející z logistické rovnice, např.:

$$h_{i,t+1} = h_{i,t} + r \cdot \left(1 - \frac{h_{i,t}}{h_{max}}\right) \cdot RED_i. \quad (4)$$

kde r je potenciální růstová rychlost daná podmínkami abiotického prostředí a h_{max} maximální možná výška jedince daného druhu. Pokud jde o modelování smíšeného porostu, jsou parametry r a h_{max} druhově specifické. Uvedený příklad je velmi jednoduchý. V praxi lze užít podstatně složitějších (a také realističtějších) vyjádření; např. vyjít z listové plochy individua, na jejím základě odhadnout produkci asimilátu a z ní roční přírůst. Pro širší použití uvedených modelů lze odhadnout jejich závislost na podmínkách prostředí; často se používají komplexní charakteristiky, ovlivňující více abiotických faktorů. Příkladem je nadmořská výška, na které závisí teplota, vlhkost, množství srážek apod.

Důležitým problémem konstrukce takového modelu je určení hodnoty RED_i . V modelech s první modelovací filozofií se vyjadřuje obvykle jako funkce vzdálenosti a velikosti nejbližších sousedů. (Těmto otázkám byla věnována řada prací, např. Aldred 1977).

Podobným způsobem bývá určována i pravděpodobnost přežití individua do dalšího časového bodu. Zde jsou užívány dva přístupy, a to buď individuum uhynie, je-li jeho růst nižší než stanovená hranice, nebo určíme pouze pravděpodobnost, že individuum přežije do příštího časového okamžiku. Pravděpodobnost přežití bývá opět závislá na konkurenčním působením nejbližších sousedů. O tom, zda přežije, je v modelu rozhodnuto pomocí metody Monte Carlo (Lepš a Kindlmann 1984); model se tím stává stochastickým. Při simulaci Monte Carlo určíme nejprve pravděpodobnost přežití p a poté získáme náhodné číslo R z rovnoměrného rozdělení z intervalu $<0, 1>$; individuum přežije, je-li $p > R$, jinak uhynie. Na základě těchto předpokladů o chování jedinců a jejich reakci na konkurenční působení sousedů je potom simulován vývoj celého porostu. Příkladem užití takového modelu přímo pro lesnické účely je model FOREST (Ek a Monserud 1974). Model použili Hasse a Ek (1981) pro srovnání produktivity stejnověkých i různověkých porostů. Ukázka grafického výstupu modelu tohoto typu je na obr. 2.



2. Příklad grafického výstupu modelu růstu přírodního (A) a kulturního (B) smrčového porostu z Krkonoš. Obrázek ukazuje stav dvou simulovaných ploch ve čtyřech vývojových +— stejnověkových stadiích. Počáteční náhodné rozmístění fáze obnovy (A1), stádium dorůstání (A2), stádium optima (A3) a stádium rozpadu (A4). Počáteční pravidelné rozmístění stadia kultury (B1), stádium tyčoviny (B2), stádium dospívající kmenoviny (B3) a stádium přestarlé kmenoviny (B4). Užita první verze vlastního modelu autorů. — Example of graphical results of simulation of even-aged spruce stand in the Krkonoše Mts.: A — natural regeneration with initial random spatial pattern, B — planted in square grid. Each plot is displayed in four developmental stages. First version of the original model of the authors is used

MODELY S DRUHOU MODELOVACÍ FILOZOFIÍ

Modely s druhou modelovací filozofií jsou také založeny na popisu růstu jednotlivých individuí, ty však nemají určenou lokalizaci v rámci plochy. Liší se od modelů s první filozofií tím, že neuvažují horizontální strukturu porostu. Každé individuum je charakterizováno pouze svou velikostí. Konkurenční působení je potom určeno nikoliv vlivem nejbližších sousedů, ale celkovým stavem simulované plochy. V každém časovém okamžiku se např. počítá průměrný zápoj korun na sledované ploše, průměrná výška stromového patra atd. Na základě těchto údajů potom určujeme cenotické postavení individua a intenzitu konkurenčního působení na dané individuum (které určuje jak ovlivnění růstu, tak i úhyn). Pro popis růstu se užívá obdobných rovnic jako v modelech s první modelovací filozofií, pouze způsob výpočtu hodnoty RED_i se liší.

Modely s první i druhou modelovací filozofií mají mnoho společných rysů; jsou založeny na popisu chování jednotlivých individuí. Modely s první filozofií berou v úvahu i horizontální strukturu, jsou tedy realističtější, přesto jsou podstatně častěji užívány modely s druhou modelovací filozofií. Velkou nevýhodou modelů s první modelovací filozofií je jejich náročnost na výpočetní techniku, především na počítačový čas, a tím i na finance. V případě modelů s druhou modelovací filozofií rostou nároky na počítačový čas přibližně lineárně s počtem individuí, u modelů s první modelovací filozofií kvadraticky. Přitom v lesních

kulturách, kde jsou stromy sázeny v poměrně pravidelném sponu, nevede zanedbání horizontální struktury k závažným chybám. Naproti tomu v přirozených porostech, kde je rozmístění individuí výrazně shlukovitě, bude hrát horizontální struktura důležitou úlohu, jak ukázali na základě modelu Lepš a Kindlmann (1984) a jak bylo zjištěno i v lesnickém výzkumu (Priesol, 1978, Cox 1971, Vacek 1982b apod.).

Z modelů tohoto typu užitých pro simulaci dynamiky lesních porostů jmenujeme JABOWA (Botkin, Janak, Wallis 1972) konstruovaný v rámci US IBP programu v projektu Hubbard Brook; SWAMP (Phipps, 1979, Phipps, Applegate 1983), simulující vliv záplav a hloubky podzemní vody na dynamiku zaplavovaných lesů v Arkansasu; BRIND (Shugart, Noble 1981), simulující vliv požárů na lesy; FORET (Shugart, West 1977), jeden z nejčastěji užívaných modelů simulující dynamiku lesů v Apalačském pohoří byl užit, popř. adaptován mnoha autory na jiné podmínky. Souborně se užitelností především těchto modelů zabývá Shugart (1984). Pro odhad produkce lesa užili takový model např. Mohren, van Gerven a Spitters (1984) pro stejnověké porosty duglasky (*Pseudotsuga menziesii*).

MODEL S TŘETÍ MODELOVACÍ FILOZOFIÍ

Modely s třetí modelovací filozofií nevycházejí z popisu chování jednotlivých individuí, ale z popisu populace (popř. populací) jako celku. Celý porost je rozdělen na jednotlivé populace a ty jsou obvykle rozděleny do kategorií. Kategorie mohou být definovány podle věku jednotlivých stromů nebo podle jejich cenotického postavení (semenáček, náletový jedinec, nárostový jedinec, strom spodní podúrovně, strom horní podúrovně, strom úrovňový a nadúrovňový). Při konstrukci takového modelu potom odhadujeme většinou charakteristiky každé skupiny: pravděpodobnosti přechodu do jiné skupiny, úhyn a plodnost. Pro jednoduché vyjádření a jednoduchou manipulaci s modelem lze s výhodou využít maticové algebry. Obvykle označujeme $i = 1, 2, \dots, k$ jednotlivé kategorie, P_{ij} pravděpodobnosti přechodu z j -té do i -té kategorie, F_i fertilitu i -té třídy a $N_{i,t}$ počet individuí v i -té třídě v čase t . Pravděpodobností přechodu P_{ij} míníme pravděpodobnost, že za jednotku času (v lesnických modelech prakticky vždy 1 rok) přejde individuum z kategorie j do kategorie i . P_{ii} potom značí pravděpodobnost, že setrvá v dané kategorii. V naprosté většině případů je reálná pouze možnost, že individuum buď setrvá v dané kategorii, nebo přejde o kategorii výše, popř. uhynie. Proto dostáváme nenulové hodnoty pouze pro P_{ii} a pro $P_{i,j}$, kde $i = j + 1$. Jistě platí $P_{ii} = 1 - P_{i+1,i} - M_i$, kde M_i značí úhyn (pravděpodobnosti, že individuum za časovou jednotku uhynie).

Za fertilitu považujeme v tomto modelu počet nových individuí, kterým dá vznik jedno individuum dané třídy. V těchto modelech tedy zanedbáváme kategorii semen. (Vzhledem k tomu, že jde o diskrétní modely s krokem jeden rok.) Semena našich lesních dřevin si většinou v přirozených podmínkách nezachovávají klíčivost delší dobu než jeden rok a tedy neexistuje u nich dlouhodobá zásoba semen v půdě (jakou známe např. u polních plevelů). Proto je toto zjednodušení možné.

Složení populace v čase $t + 1$ lze předpovědět pomocí tzv. maticového modelu (předpokládejme, že populace je rozdělena do pěti kategorií, z nichž pouze tři nejvyšší jsou plodné):

$$\begin{bmatrix} N_{1,t+1} \\ N_{2,t+1} \\ N_{3,t+1} \\ N_{4,t+1} \\ N_{5,t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{11} & 0 & F_3 & F_4 & F_5 \\ P_{21} & P_{22} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_{32} & P_{33} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_{43} & P_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{54} & P_{55} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} N_{1,t} \\ N_{2,t} \\ N_{3,t} \\ N_{4,t} \\ N_{5,t} \end{bmatrix} \quad (5)$$

nebo v maticovém zápisu

$$N_{t+1} = L \cdot N_t, \quad (6)$$

kde N_t je stavový vektor, udávající složení populace a L je tzv. Leslieho matrice (z hodnot P a F) (Leslie 1945). Základní informace o operacích s maticemi nelazne čtenář v knize, kterou napsal Chudý (1971). Aplikacemi maticových modelů na lesní hospodářství se zabýval Usher (1966, 1967/1968, 1969), Hartshorn (1975) a Hayslett, Solomon (1983). Modely dovolují např. testování různých systémů diferencovaného obhospodařování podle integrovaných funkcí (výchovných programů, obnovních způsobů, technologií zalesňování, imisních těžeb apod.). Příklad grafického výstupu modelu je na obr. 3.

Můžeme rozlišit dva základní typy těchto modelů; modely s pevnými prvky matice L (tj. fertilitami a pravděpodobnostmi přechodu) a modely, kde hodnota těchto prvků je funkcí stavu celé plochy. V prvním případě (matice L je neměnná) můžeme zobecnit rekurentní formuli (6) na

$$N_{t+q} = L^q N_t, \quad (7)$$

kde q je přirozené číslo. Cennou informaci získáme analýzou charakteristických čísel a vektorů matice L . (Poučení o charakteristických číslech a vektorech nalezne čtenář v knize Chudý 1971.) V případě, že největší charakteristické číslo matice λ_1 je větší než jedna, jde o populaci rostoucí, je-li menší než jedna, o populaci hynoucí. Tato analýza může být užitečná i v případech, kdy uvažujeme o proměnlivých hodnotách parametrů P a F . V těchto případech většinou uvažujeme „optimální“ hodnotu těchto parametrů a její snížení vlivem konkurence. Pokud i se základními hodnotami parametrů dostáváme největší charakteristické číslo menší než jedna, dochází k hynutí populace. Čím je charakteristické číslo menší, tím je hynutí populace rychlejší. Zhruba můžeme odhadnout čas $t_{1/2}$, za který velikost hynoucí populace klesne na polovinu (předpokládáme $0 < \lambda_1 < 1$)

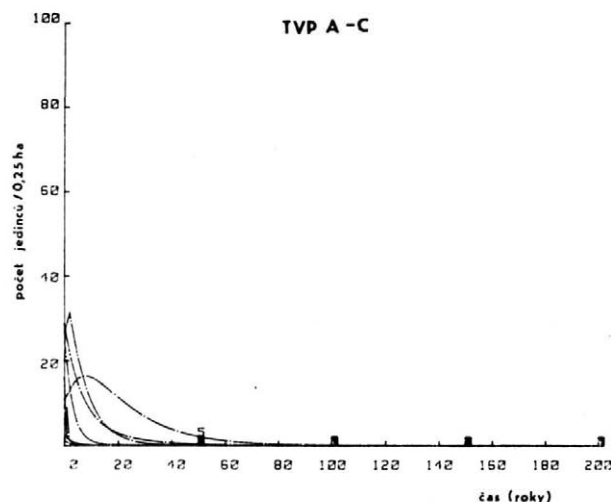
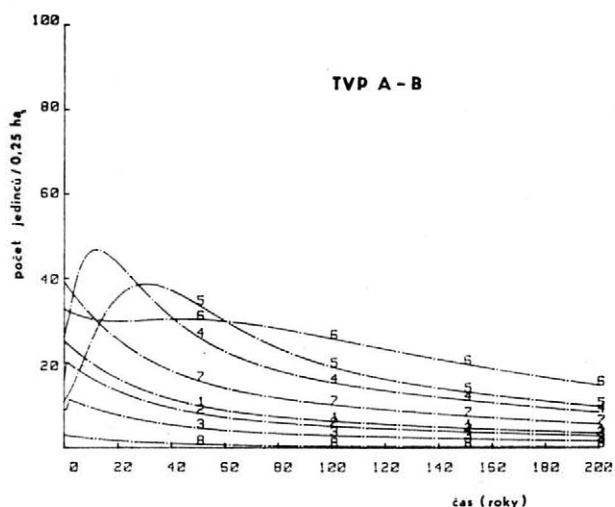
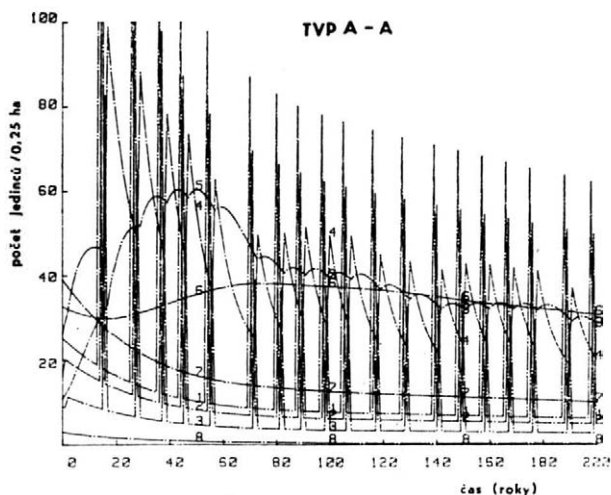
$$t_{1/2} = - \frac{\log 2}{\log \lambda_1} \quad (8)$$

nebo obecně, čas, za který velikost populace klesne na $1/k$ původní velikosti

$$t_{1/2} = \frac{\log k}{\log \lambda_1}. \quad (9)$$

Rychlost růstu nebo hynutí pochopitelně závisí i na iniciálním složení populace. Vztahy (8) a (9) platí přesně, má-li populace na začátku tzv. stabilní (věkovou) strukturu, tzn. že stavový vektor populace N odpo-

3. Grafický výstup simulačního běhu maticového modelu (Leslieho matice) vývoje populace autochtonního smrku v Krkonoších (na TVP A) za přirozených (neimisních) podmínek se semennými lety (A) a bez semenných let (B) a za současných imisních poměrů (C), tj. při 10krát snížené plodnosti a 10krát zvýšeném úhynu. Populace je rozčleněna na 8 věkových kategorií (1 = 1 rok, 2 = 2 roky, 3 = 3–4 roky, 4 = 5–15 let, 5 = 16–50 let, 6 = 51–140 let, 7 = 141–200 let a 8 = > 200 let). — Result of the matrix model simulation of native spruce population in the Krkonoše Mts. on permanent plot A under various conditions: A — in natural conditions (i. e. without the air pollution stress), masting taken into account; B — natural conditions, masting ignored; C — under the air pollution stress (mortality increased and fertility dropped). Population is divided into 8 age categories (1 — 1 year, 2 — 2 years, 3 — 3 to 4 years, 4 — 4 to 15 years, 5 — 16 to 50 years, 6 — 51 to 140 years, 7 — 141 to 200 years, 8 — more than 200 years)



vídá charakteristickému vektoru příslušejícímu k největšímu charakteristickému číslu.

Modely tohoto typu ať již počítají s pevnými, nebo proměnnými hodnotami matice L jsou relativně lehce „ovladatelné“ a nepřiliš náročné na počítaný čas; především zde nenacházíme lineární (modely s druhou filozofií) závislost potřebného počítačového času na počtu uvažovaných individuí nebo dokonce závislost vyššího řádu (simulace jsou tedy finančně nenáročné). Schopnost těchto modelů brát v úvahu velké množství individuí je zvlášť cenná, pokud uvažujeme semenáčky, náletové a nárostové jedince. Ty se vyskytují na ploše obvykle v řádově větším množství než dospělé stromy a brát je v úvahu v modelech založených na růstu jednotlivých individuí by kladlo těžko splnitelné nároky na čas i paměť počítače. Proto je možné maticových modelů užít jako submodelu, popisujícího přirozenou obnovu v modelech s druhou modelovací filozofií; tento submodel potom určuje vstup nových individuí do plochy — nová individua jsou brána v úvahu samostatně až od určité velikosti, obvykle 2 cm výčetní tloušťky (Shugart 1984). Metodami odhadu parametrů v maticových modelech se zabývají např. Michie a Buongiorno (1984). Stochastický (tj. náhodnou složku obsahující) model s třetí modelovací filozofií publikoval Garcia (1983).

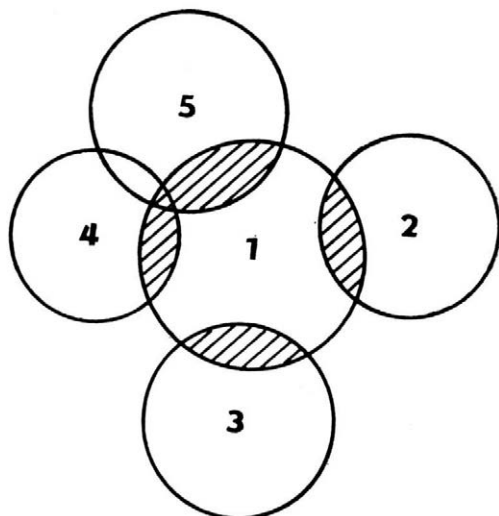
CHARAKTERISTIKA MODELŮ

Dále se budeme věnovat některým důležitým otázkám, které bývají řešeny ve všech typech modelů, a to kalibrací modelů, způsobu, jakým je vyjadřován vliv konkurence na růst a úhyn a dále možnostem aplikace modelů pro předpověď změn vlivem imisního zatížení.

KALIBRACE MODELŮ

Kalibrací rozumíme odhad parametrů modelu. Uvedené modely (resp. počítačové programy užívané k simulaci) můžeme použít pouze tehdy, známe-li hodnoty všech parametrů modelu. Většina programových systémů pro simulaci vývoje porostu předpokládá, že hodnoty parametrů budou zadány ve formě vstupních dat. Parametry jsou např. růstová rychlost a maximální výška v rovnici (4). Je zřejmé, že tyto hodnoty jsou druhově specifické a liší se i podle imisně ekologických poměrů. Odhady těchto hodnot lze získat nejlépe z opakovaných měření na trvalých výzkumných plochách. Některé systémy programů na simulaci růstu lesa, FOREST (např. Ek a Monserud 1974) obsahují i programy na odhad parametrů. Pro lesnickou praxi je však takový přístup dosti zdlouhavý. Praxe potřebuje takové modely, které by předpovídaly vývoj na základě dat o abiotických charakteristikách prostředí (podobně jako růstové tabulky). Na základě dat z různých klimatických a půdních oblastí (tj. lesních typů) lze přibližně odhadnout regresní vztahy pro jednotlivé parametry (např. Weinstein a kol. 1982 pro dostupnost živin). Jinou možností je zkonstruovat báze dat, které by sumarizovaly informace z četných trvalých výzkumných ploch a umožňovaly rychlý a přesný odhad parametrů (Ek, Brukhard 1978; Christensen, Hahn,

4. Ukázka odhadu velikosti konkurenčního působení na daný strom: 1 — strom, na který je působeno, 2—5 sousedící stromy. Kruhy (korunové projekce) označují zóny vlivu jednotlivých stromů. Šrafované jsou vyznačeny zóny překryvu vlivů. — Estimation of the competition influence on particular tree: 1 — influenced tree; 2—5 influencing trees. Circles (crown projections) are zones of influence of particular trees. Zones of overlap are hatched



Leary 1979). Některé systémy v sobě už „vyhodnocenou bázi dat“ obsahují. Příkladem může být SPS (Stand Projection System, Arney 1985a, b), který predikuje vývoj porostu pro vybrané druhy pouze na základě údajů o stanovišti (použit je model s druhou modelovací filozofií).

VYJÁDRĚNÍ VLIVU KONKURENCE NA RŮST A ÚHYN JEDINCŮ

Růstové charakteristiky a úhyn jedinců v lesních porostech jsou většinou výrazně ovlivněny konkurencí. V modelech bývá aktuální růst vyjádřen jako funkce velikosti stromu, potenciální růstové rychlosti a konkurence (RED), v rovnicích (3) a (4). Podobně i pravděpodobnost přežití bývá vyjádřena jako funkce intenzity konkurence v porostu. Skutečný tvar funkční závislosti se výrazně liší v modelech s první modelovací filozofií od ostatních. V modelech s první modelovací filozofií je síla konkurenčního působení závislá pouze na nejbližších sousedech, kteří skutečně ovlivňují uvažovaného jedince, zatímco v ostatních modelech se musíme spokojit s aproximací pomocí stavu celé simulované plochy.

V modelech s první modelovací filozofií je možno vyjádřit vliv sousedů pomocí vlivu velikosti zóny překryvu na koruny (Bella 1969; 1971; Lepš a Kindlmann 1984), pak ukazuje obr. 4. Příkladem může být Bellův model konkurence (Bella 1971)

$$CIO = \sum_{j=1}^n (O_{ij}/A_i) (D_j/D_i)^b, \quad (10)$$

kde: CIO — překryv zóny konkurenčního vlivu pro jednotlivý strom i ,
 n — počet konkurenčních stromů,
 O_{ij} — zóna překryvu mezi daným stromem i a konkurenčním stromem j ,
 A_i — zóna vlivu daného stromu i ,
 D_i — průměr koruny daného stromu i ,
 b — konstanta.

Konkurence je komplexní téma, které zahrnuje konkurenční rovno-

váhu nad zemí a pod zemí, pokud jde o vlhkost a živiny, a odráží teplotní i světelné vztahy. Hledání konečné míry konkurence se zdá být nicotné vzhledem k proměnlivosti stromů a dřevin, ale byly zjištěny četné přibližné hodnoty, které vykazují velký podíl proměnlivosti růstu tloušťky a výšky. Mezi dodnes nejúčinnější náleží ty, které berou v úvahu překrývání zón vlivu mezi sousedními stromy váženými relativními mírami velikosti.

Při konstrukci funkce bývá obvykle užíván poměr velikosti zóny vlivu jedince k zónám překryvu s ostatními jedinci; většinou je brán v úvahu i poměr výšek jedinců (vyšší jedinci ovlivňují nižší více než naopak, tzv. asymetrická konkurence, typická např. pro konkurenci o světlo).

Je zřejmé, že i tento přístup je zjednodušením; přesnější odhad dostaneme, vezmeme-li v úvahu více dendrometrických charakteristik (výčetní tloušťku, výšku nasazení koruny, celkovou výšku, popř. odhad listové plochy — Moore a kol. 1973, Kinerson, Higginbotham a kol. 1974, Adlard 1974, 1977). Např. Kinerson, Higginbotham a kol. (1974) při hodnocení konkurence porostů borovice (*Pinus tadea*) odvodili model založený na venkovních měřeních výčetní tloušťky, tloušťky kmene na bázi koruny, výšky nasazení koruny a celkové výšky. Tyto parametry kombinovali s regresemi ve vztahu k olistění (tj. k listové hmotě, ploše a jejich prostorovému rozložení). Tato práce ukazuje na progresivní směr vedoucí k definici empirických parametrů používaných pro hodnocení konkurence. Pokud ovšem bude model brát v úvahu výše uvedené parametry, bude podstatně složitější a s větším počtem parametrů, pro jejichž odhad bude zapotřebí většího množství dat.

Většina modelů vývoje horního patra lesních porostů na bázi jednotlivých stromů vyžaduje potenciální růst, který je následně ovlivněn násobitelem nebo modifikátorem ukazujícím statut stromu a situaci konkurence. Primární výhodou postupující potenciální křivky nebo funkce je, že schéma růstu stromů pro hlavní a ve volnu rostoucí stromy se dá poměrně snadno identifikovat z růstových křivek. Skutečnost, že takové vzory jsou známy od počátku růstu až po pokročilý věk zvláště pro výškový růst, snižuje extrapolační omyly. Aplikacím se napomáhá omezováním násobitelů (MULT) v rozsahu od 0 do 1,0. Všeobecná forma modelu pak je

$$\Delta T = PC \cdot MULT, \quad (11)$$

kde: ΔT — změna v některých dimenzích stromu,

PC — potenciální změna (neomezený růst),

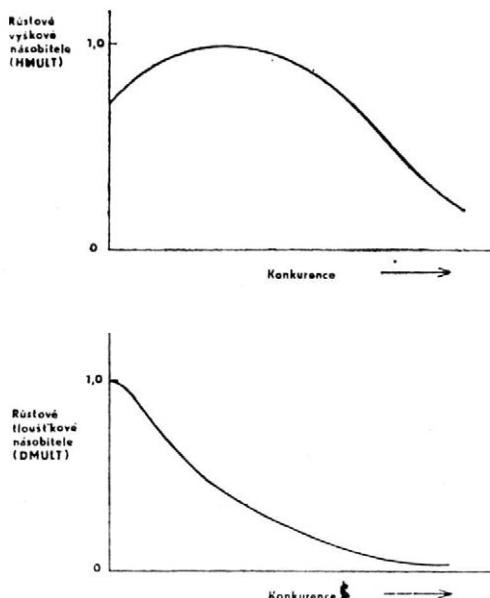
MULT — empirická funkce míry konkurence a deskriptorů stromu a porostu.

Potenciální funkce byly založeny na schématech tloušťkového a výškového růstu, na schématu stanovištní izolace a fotosyntetických reakcí, které jsou považovány za typické pro dřevinu a oblast (Botkin, Janak, Wallis 1972). Násobitele pro výšku a tloušťku horního patra jsou znázorněny na obr. 5. Násobitele nebo modifikátory jsou obvykle v přírodě exponenciální pro značnou konkurenci nebo pro vysoký stupeň zakmenění. Příkladem je násobitel výpočetní tloušťky (DMULT):

$$DMULT = b_1 - \exp(b_2/C), \quad (12)$$

kde C je určitá míra konkurence a b_i jsou konstanty.

5. Zevšeobecněné násobitele nebo modifikátory výškového a tloušťkového růstu v rámci konkurenčních vztahů. — Generalized multipliers, modifiers of height growth with regard to competition

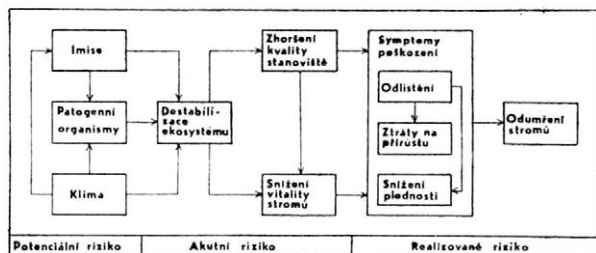


Určitým problémem v modelech s první modelovací filozofií je tzv. okrajový efekt (edge effect). Simulovaná plocha totiž nemá většinou představovat osamělý ostrov lesa uprostřed nelesní krajiny, ale součást většího lesního celku. Musíme tedy předpokládat, že stromy na okraji plochy si konkurují se stromy mimo sledovanou plochu. V literatuře existuje řada metod jak tuto konkurenci vyjádřit v modelu, např. Martin, Ek, Monserud [1979]. V modelech, kde není brána v úvahu lokalizace jednotlivých stromů, je vliv konkurence odhadován z celkového stavu plochy. Např. Hara [1985] vyjadřuje úhyn jedinců *Abies sachalinensis* v experimentálních výsadbách jako funkci proporce rostlin větších než jedinec, na něhož je působeno. Buford a Hafley [1985] užívají pro tento účel pravděpodobnostní rozdělení. Lepš užil poměru součtu velikosti zón vlivu u všech jedinců k velikosti studované plochy s tím, že intenzita působení byla závislá i na poměru výšky jedince a průměrné výšky porostu. Pokud předpokládáme, že konkurence se odehrává především v nadzemních částech a že jde hlavně o světelnou konkurenci, je možno odhadnout přímo závislost růstové rychlosti na množství dopadajícího světla (např. Shugart 1984). Redukce dopadajícího světla je počítána jako funkce sumy listových ploch všech stromů vyšších než strom, na který je působeno.

PERSPEKTIVNÍ APLIKACE MODELŮ V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ

Ze současného pohledu lesnického výzkumu se jako velmi aktuální a perspektivní jeví modely vhodné pro prognózu dynamických strukturálních změn vyvolaných vlivem imisí.

Uvedené modely se mohou stát užitečným pomocníkem lesníků při předpovědi chování lesních porostů pod vlivem imisního zatížení. Pro tyto nestandardní situace nejsou dosud vypracovány růstové tabulky.



6. Modelové schéma příčin (možného rizika), stavu (bezprostředního rizika) a následků (uskutečněného rizika) destrukce lesního ekosystému (tj. schéma imisně ekologických vztahů). — Schematic representation of causes, current state and consequences of forest ecosystem decay

Zde je třeba upozornit na skutečnost, že nepřesnost odhadu bude tím větší, čím větší bude imisní zatížení (čím větší bude odchylka od dříve pozorovaného normálního průběhu). Čím větší odchylka, tím větší bude rozdíl v těch charakteristikách, které model nezobrazuje (protože je považuje za konstantní). Např. zvýšený úhyn ve smrkových porostech v imisní oblasti má za následek změny v bylinném porostu (např. rozšíření a zhoustnutí třtiny chloupkaté, *Calamagrostis villosa*, v horských oblastech), které velmi ztěžuje i přirozenou obnovu. (Model popisující konkurenci stromů a trav publikovali Mc Murtrie a Wolf 1983.)

Nelze také předpokládat lineární vztah mezi intenzitou znečištění a velikostí změny parametrů. Jak ukazují některé studie (např. Materna 1983, Urlich 1981, 1983, Peřina a kol. 1984, Wentzel 1984), existují zřejmě prahové hodnoty, při jejichž překročení dochází k náhlým změnám (např. k prudkému vzrůstu úhynu, jenž do značné míry závisí i na věku a provenienci porostu).

V této souvislosti zejména Urlich (1983) poukazuje na skutečnost, že příčiny tak komplexního jevu, jako je narušení lesních ekosystémů imisemi, nemohou být vůbec prokázány, poněvadž nemůže být do všech detailů simulován kauzální řetězec, ani experimenty nemohou být v libovolném měřítku opakovány. Jsou proto vyslovovány různé hypotézy o příčinách poškození lesů, které je možno rozdělit na monokauzální a polykauzální (obr. 6). Především pak v souvislosti s polykauzálními hypotézami je konstatováno, že prognóza dalšího vývoje poškození lesů je nesporně velmi obtížná; podle názorů řady zahraničních autorů dokonce nemožná (Ott, 1984, Schlegel — Bechtold 1984, Steinlin 1984 apod.), poněvadž jde o bezprecedentní stav a velice složitý komplex příčin, z nichž některé dosud ani neznáme.

Zdá se, že pro prognózu změn v lesních porostech vyvolaných především imisemi mohou být užitečné jednoduché maticové modely. Informace, které jsme schopni do modelu vložit, jsou obvykle hrubý odhad zvýšení úhynu (např. o 10—15 %) a snížení fertility a rychlosti růstu. Na základě těchto dat je možno zhruba odhadnout čas, za který dojde k výrazné redukci populace [vzorce (7) a (8)]. Modelu SILVA (model s druhou filozofií) použili pro předpověď vlivu imisí Kercher a Axelrod (1984b). V jejich případě však zdaleka nešlo o drastické změny vedoucí k úplnému hynutí lesních porostů.

V současné době nabývá velký význam modelování vlivu kyselých srážek na les, jelikož jejich působení je některými autory považováno za hlavní a rozhodující příčinu poškození lesů. Tento názor podle našich poznatků neplatí tak kategoricky. Např. v NSR se někteří autoři odvolávají na dílčí výsledky výzkumného programu Solling, který přináší ně-

kteře nové poznatky o depozicích škodlivých látek z ovzduší v lesních porostech (Urlich, Mayer, Khanna 1979). Součástí globálního modelu studujícího vliv kyselých srážek v Evropě v rámci ekologicko-ekonomického kontextu je matematický submodel vlivu kyselých srážek na les použitý v IIASA (Mezinárodní institut pro aplikovanou systémovou analýzu) (Kaupia kol. 1985 a Alcamo a kol. 1985).

ZÁVĚR

Modely struktury, růstu a vývoje lesa nacházejí v poslední době stále větší uplatnění v lesnickém výzkumu. Základním předpokladem pro širší užití modelů jak s první, druhou, tak i třetí modelovací filozofií je vybavení pracovníš vhodnou výpočetní technikou a vybudování obsáhlé banky dat na základě biometrických měření z trvalých výzkumných ploch v různých imisně ekologických podmínkách prostředí.

Za vhodnou považujeme takovou výpočetní techniku, která je snadno ovladatelná i pracovníky s minimálními znalostmi programování a nevyžaduje trvalou technickou údržbu. Autorům se velmi osvědčil stolní kalkulátor HP-9845, na němž byly konány i všechny výpočty a simulace uvedené v této práci. V budoucnu by bylo třeba, aby bylo možno tuto malou výpočetní techniku užít i jako terminál k velkému počítači, což by umožnilo i přístup k centrálním bankám dat.

Široká báze dat umožní rychlý odhad parametrů modelů pro různé lesní oblasti, lesní typy, imisní zatížení, druhy dřevin, prostorovou a věkovou strukturu porostů apod. Stále častěji se dynamické modely uplatňují při prognóze vlivu imisí i ostatních negativních abiotických i biotických činitelů na destabilizaci lesních ekosystémů.

Předpokládá se, že v příštích letech problematika matematického modelování lesních ekosystémů, zejména pod vlivem imisí, najde větší uplatnění i v našem lesnickém výzkumu.

Literatura

- ADLARD, P. G.: Development of an empirical competition model for individual trees within a stand. In: Growth models for tree and stand simulation. Rapporter och Oppsater, Skogshögskolan, 30, 1974, s. 22-37
- ADLARD, P. G.: Estimation of tree competition and cooperation in forest stands. In: Brunig, E. F. (ed.): Trans. of the Int. Man and Biosphere IUFRO workshop on Trop. Rainforest Ecosyst. Res. Hamburg-Reinbek, 1977, s. 149-161
- ALCAMO a kol.: Integrated Analysis of Acidification in Europe. Journal of Environmental Management, 21, 1985, s. 47-61
- ARNEY, J. D.: Stand simulators — the forester's tool. In: Fogg, P. G. et Keister, T. G. (eds.): 23rd Annual Forestry Symposium, Louisiana State Univ. School of Forestry and Wildlife Management and Division of Continuing Education. 1974, s. 59-72
- ARNEY, J. D.: SPS: Stand Projection System For Mini- and Micro-Computers. Journal of Forestry, 83, 1985a, 6, s. 378-385
- ARNEY, J. D.: A modeling strategy for the growth projection of managed stands. Canadian Journal of Forest Research, 15, 1985b, 3, s. 511-518
- BASHERVILLE, G. — KLIANSCHMIDT, S.: A dynamic model of growth in defoliated fir stands. Can. J. For. Res., 11, 1981, s. 206-214
- BELLA, I. E.: Competitive influence-zone overlap: a competition model for individual trees. Bi-mon. Res. Notes, 25, 1969, 3, Dep. Fish. and Forest, Canada

- BELLA, I. E.: A new competition model for individual trees. *Forest Sci.*, 17, 1971, 3, s. 364-372
- BOTKIN, D. S. — JANAK, J. F. — WALLIS, J. R.: Some ecological consequences of a computer model of forest growth. *J. Ecol.*, 60, 1972, s. 849-872
- BRUKHART, H. E.: Stand modelling for radiata pine in New Zealand. *New Zealand J. Forestry* 22, 1977, 2, s. 297-307
- BUFORD, M. A. — HAFLEY, W. L.: Probability Distributions as Models for Mortality. *Forest Sci.*, 31, 1985, 2, s. 331-341
- CASWELL, H. — KOENIG, H. E. — RESH, J. A. — ROSS, Q. E.: In: Patten, B. C. (ed.): *Systems analysis and simulation in ecology*, vol. II, Academic Press, New York, 1972
- COX, F.: Dichtenbestimmung und Strukturanalyse von Pflanzenpopulationen mit Hilfe Abstandsmeasureungen. *Mit. Bundesforsch. Aust. Forst- und Holzwirtschaft.*, Reibek b. 87, 1971, 182 s.
- DANIELS, R. F.: Simple competition indices and their correlation with annual loblolly pine tree growth. *Forest Sci.* 22, 1976, 4, s. 454-456
- DUDEK, A. — EK, A. R.: A bibliography of worldwide literature on individual tree based forest stand growth models. *Staff Paper Series No. 12*, Department of Forest Resources Univ. of Minnesota, 1980, 33 s.
- EK, A. R. — BRUCKHART, H. E.: Silvicultural considerations in timber inventory. *J. Forestry*, 74, 1978, 7, s. 435-437
- EK, A. R. — DUDEK, A.: Development of Individual Tree Based Stand Growth Simulators: Progress and Applications. *Staff Paper Series No. 20*, Department of Forest Resources Univ. of Minnesota, 1980, 25 s.
- EK, A. R. — MONSERUD, A.: FOREST: A computer model for simulating the growth and reproduction of mixed species forest stands. Univ. of Wisconsin-Madison, College of Agricultural and Life Sciences, Research Report, R 2635, 1974, 13 s. + přílohy
- GARCIA, O.: A stochastic differential equation model for the height growth of forest stands. *Biometrics*, 39, 1983, s. 1059-1072
- HABR, J. — VEPŘEK, J.: *Systémová analýza*. SNTL, Praha, 1973
- HARA, T.: A Model for Mortality in a Self-thinning Plant Population. *Annals of Botany*, 55, 1985, s. 667-674
- HASSE, W. D. — EK, A. R.: A Simulated Comparison of Yields for even-versus Uneven-aged Management of Northern Hardwood Stand. *J. Environ. Manage*, 1981, 12, s. 235-246
- HARTSHORN, G. S.: A Matrix Model of Tree Population Dynamics. In: Golley, F. B. et Medina, E. (eds.): *Trends in Terrestrial and Aquatic Research*. Springer-Verlag, New York, 1975, s. 41-51
- HAYSLETT, H. T. — SOLOMON, D. S.: A Matrix Model for Predicting Foliage Weight of Trees by Age Classes. *Mathematical Biosci.*, 67, 1983, s. 113-122
- CHRISTENSEN, L. — HAHN, J. T. — LEARY, R. A.: Data base. In: A generalized forest growth projection system. USDA For. Serv., Gen. Tech. Rep. NL-49, 1979, s. 16-21
- CHUDÝ, I.: Determinanty a matice. SNTL, Praha, 1971, 213 s.
- KAUPI a kol.: Acidification of Forest Soils: A Model for Analyzing Impacts of Acidic Deposition in Europe. Version II. Collaborative Paper LP-85-27. Laxenburg, IIASA, 1985
- KERCHER, J. R. — AXELROD, M. C.: A process model of fire ecology and succession in a mixed-conifer forest. *Ecology*, 65, 1984a, s. 1725-1742
- KERCHER, J. R. — AXELROD, M. C.: Analysis of SILVA: A model for forecasting the effects of SO₂ pollution and fire on western coniferous forests. *Ecol. Model.*, 23, 1984b, s. 165-184
- KINERSON, R. S. — HIGGINBOTHAM, K. O. a kol.: The dynamics of foliage distribution within a forest canopy. *J. Appl. Ecol.*, 11, 1974, s. 347-353
- KORF, V.: Růstové funkce. In: Vyskot et al. (ed.): *Základy růstu a produkce lesů*. SZN, Praha, 1971, s. 279-301
- KORSUN, F.: Zákon vzrůstu. *Lesnická práce*, 29, 1950, 8, s. 319-322
- LEPŠ, J.: Matematické modelování v ekologii. *Biol. Listy*, 47, 1982, s. 184-205
- LEPŠ, J. — KINDLMANN, P.: Models of the development of spatial pattern of an even-aged plant population over time. *Proc. Int. Conf. Simulation of Systems in Biology and Medicine*, Praha, 1984, 215G11-315A3
- LESLIE, P. H.: On the use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika*, 33, 1945, s. 183-214

- MARTIN, G. L. — EK, A. R. — MONSERUD, R. A.: Control of plot edge basis in forest stand growth simulation models. *Can. J. Forest Res.*, 7, 1977, s. 100-105
- MATERNA, J.: Cíle, podklady a možnosti prognózy vlivu znečištěného ovzduší na lesy a lesní hospodářství. *Lesnictví*, 29, 1983, s. 649-657
- MAY, R. M.: *Theoretical ecology*, Blackwell, Oxford, 1976
- MAYNARD SMITH, J.: *Models in ecology*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1974
- MESAROVIC, M. D.: *Systems theory and biology*. Springer, New York 1968
- MICHALJOV, I.: Mathematische Formulierung des Gesetzes für Wachstum und Zuwachs der Waldbäume und Bestände. *Schweiz. Z. Forstwesen*, 103, 1952, 9/10, s. 268-380
- MICHIE, B. R. — BUONGIORNO, J.: Estimation of a matrix model of forest growth from re-measured permanent plots. *Forest Ecol. Manage.*, 8, 1984, s. 127-136
- MOHREN, G. M. — GERVEN, C. P. — SPITTERS, C. J. T.: Simulation of primary production in even-aged stands of Douglas fir. *Forest Ecol. Manage.*, 9, 1984, s. 27-51
- MOORE, J. A. — BUDELSKY, C. A. — SCHLESINGER, R. C.: A new index representing individual tree competitive status. *Can. J. Forest Res.*, 3, 1973, s. 495-500
- MUNRO, D.: Forest growth models — a prognosis. In: Fries, J. (ed.): *Royal College of Forestry Res. Notes No. 70*, Stockholm, 1974, s. 7-21
- MCMURTRIE, R. — WOLF, L.: A Model of Competition between Trees and Grass for Radiation, Water and Nutrients. *Annals of Botany*, 52, 1983, s. 449-453
- OTT, W.: Ist eine Prognose des Waldsterbens möglich? *Holzzentralblatt*, 110, 1984, Nr. 148, s. 2197-2198
- PEŘINA, V. a kol.: *Obnova a pěstování lesních porostů v oblastech postižených průmyslovými imisemi*. Praha, 1984
- PHIPPS, R. L.: Simulation of westlands forest vegetation dynamics. *Ecol. Modelling*, 7, 1979, s. 257-288
- PHIPPS, R. L. — APPLGATE, L. H.: Simulation of management alternatives in westland forest. In: Jorgensen, S. E. et Mitsch, W. J. (eds.): *Application of Ecological Modelling in Environmental Management, Part B.*, Amsterdam, 1983, s. 311-339
- PRIESOL, A.: *Stromové rozstupy*. Veda, Bratislava, 1978, 183 s.
- SHUGART, H. H.: *A theory of forest dynamics*. Springer, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo, 1984
- SHUGART, H. H. — NOBLE, I. R.: A computer model of succession and fire response of the high altitude Eucalyptus forest in the Brindabella Range, Australian Capital Territory. *Austr. J. Ecol.*, 6, 1981, s. 149-164
- SHUGART, H. H. — WEST, D. C.: Development of a deciduous forest simulation model and its application to assessment of the impact of the chestnut blight. *J. Environ. Manag.*, 5, 1977, s. 161-179
- SCHLEGEL — BECHTOLD, A.: Kranker Wald — gesundes Holz. *Allg. Forstzeitschrift*, 39, 1984, 29, s. 737-738
- STEINLIN, H.: Das Waldsterben und die Holzversorgung Europas. *Holz-Zentralblatt*, 110, 1984, 33, s. 497-498
- URLICH, B.: Zur Stabilität von Waldökosystemen. *Forstarchiv*, 52, 1981, 5, s. 165-170
- URLICH, B.: Stabilität von Waldökosystemen unter dem Einfluß des „Saurem Regens“. *Allg. Forstzeitschrift*, 38, 1983, s. 670-677
- URLICH, B. — MAYER, R. — KHANNA, P. K.: Deposition von Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen in Waldökosystemen im Solling. *Schriften d. Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen*, Bd. 58, 1979
- USHER, M. B.: A matrix approach to the management of renewable resources with special reference to selection forests. *J. appl. Ecol.*, 3, 1966, s. 355-367
- USHER, M. B.: A structure for selection forests. *Sylvia*, 47, 1967/1968, s. 6-8
- USHER, M. B.: A matrix approach to the management of renewable resources with special reference to selection forests — two extensions. *J. appl. Ecol.*, 6, 1969, s. 347-348
- VACEK, S.: Metodický příspěvek k možnostem prognózování vývoje ekosystému s využitím vstupních údajů z ochranných lesů z Krkonoš. *Sborník referátů z konference mladých vědeckých pracovníků v lesním hospodářství*, díl 2, Brno, duben 1982a, s. 95-111
- VACEK, S.: Analýza horizontální struktury autochtonní horské smrčiny. *Práce VÚLHM*, 61, 1982b, s. 101-122

WEINSTEIN, D. a kol.: The long-term nutrient retention properties of forest ecosystems: A simulation investigation. ORNL/Tm-8472, ORNL, Oak Ridge Tennessee, 1982, 145 s.

WENTZEL, K. F.: Wirkungen der Luftverunreinigung auf Wald und Wild in Geschichte und Gegenwart. Allg. Forstzeitschrift, 39, 1984, 21, s. 517-522

Došlo dne 29. 12. 1985

ЛЕПШ, Я. — ВАЦЕК, С. (Jihočeské biologické centrum ČSAV, České Budějovice; Výzkumná stanice VÚLHM, Opočno). Математические модели эволюции лесных насаждений и их применение. Lesnictví, 32, 1986 (8) : 687-706.

Прогноз роста и эволюции лесных насаждений является основой для дифференцированного хозяйственного использования леса в соответствии с интегрированными функциями. В повседневной лесной практике с этой целью наиболее часто применяются таблицы хода роста насаждений. В последнем десятилетии, однако, для прогноза эволюции лесных насаждений применяются также динамические математические модели, а именно преимущественно для прогноза поведения лесных насаждений под влиянием промышленных выбросов, т. к. для этой ситуации до сего времени не были разработаны таблицы хода роста насаждений.

Модели эволюции лесных насаждений в этой статье разделены по Мунро (1974) в три большие группы, т. е. на модели с первой, второй и третьей модельной философией. Модели с первой модельной философией исходят из описания поведения отдельных индивидуумов в рамках имитированной площади (включая их локализацию), модели со второй модельной философией также исходят из описания поведения отдельных индивидуумов, однако не заботятся об их локализации, а модели с третьей модельной философией описывают поведение популяции как единого целого. Все приведенные модели исходят из характеристик отдельных индивидуумов или групп индивидуумов (рост, фертильность, смертность и т. д.), которые описаны с помощью эмпирических параметров. Модели с большей различительной способностью (например, берущие во внимание физиологический уровень) обычно являются слишком подробными для того, чтобы с их помощью можно было имитировать долгосрочную эволюцию лесных насаждений. Поэтому, используем ли эти модели для прогноза влияния стресса среды на рост леса, мы выходим из эмпирически установленного влияния на популяционную динамику. Эти модели в большинстве случаев не могут отражать физиологические механизмы воздействия.

После анализа трех модельных подходов здесь разбираются некоторые важные вопросы, которые бывают решены во всех трех типах моделей, т. е. калибровка моделей и способ, которым можно выражать влияние конкуренции на рост и смертность индивидуумов. В большинстве случаев на характеристики роста и смертности индивидуумов в лесных насаждениях оказывает влияние конкуренция. В моделях актуальный рост бывает выражен как функция величины дерева, потенциальной скорости роста и конкуренции.

С современной точки зрения лесного исследования весьма актуальной и перспективной представляется та часть моделей, которая пригодна для прогноза динамических структурных изменений, вызванных влиянием промышленных выбросов. Здесь необходимо обратить внимание на действительность, что неточность прогноза эволюции будет тем больше, чем больше будет обремененность промышленными выбросами (чем больше будет отклонение от ранее наблюдаемого «нормального» хода).

В заключение констатируется, что основной предпосылкой для более широкого применения моделей в лесном исследовании является оснащение рабочих мест подходящей вычислительной техникой и создание обширного банка данных на основе биометрических измерений на постоянных и исследовательских площадях в различных условиях среды в области промышленных выбросов и экологии. Широкая база данных обеспечит быструю оценку параметров моделей для различных лесных областей, лесных типов, обремененности промышленными выбросами, видов древесных пород, пространственной и возрастной структуры насаждений и т. д.

лесоводство; лесные экосистемы; эволюция лесных насаждений; математические модели

LEPŠ, J. — VACEK, S. (Jihočeské biologické centrum ČSAV, České Budějovice; Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Opočno). *Mathematical Models of Forest Stand Development and their Application*. Lesnictví, 32, 1986 (8) : 687-706.

Systems approach and application of systems theory seem to be the unifying factor not only of the ecology and biology, but even of the science. The mathematical models of forest stand growth, having been developed from the sixties, are a valuable tool for prediction of forest ecosystem dynamics.

The prediction of the forest stand development enables the efficient and ecologically based management. Whereas the forest growth tables are efficient under "standard" conditions, the dynamical models are very useful for prediction of development in various "non-standard" situations. Particularly, they were used for prediction of forest ecosystem behaviour under various antropogenous stress situations (e. g. air pollution).

In this paper, we adopt the classification of Munro (1974), distinguishing three groups of forest stand models (models with the first, second and third modelling philosophy). Models with the first modelling philosophy are based on the behaviour of particular trees and all trees are characterized by the location within the simulated plot (distance-dependent models). Models with the second modelling philosophy are individual tree based, too, but ignore the horizontal structure within the plot (distance — independent models). Models with the third modelling philosophy are based on the behaviour of various categories within the population, but not on particular individuals. All the models under consideration are based on the characteristics of particular individuals or groups of individuals (e. g. growth characteristics, fertility, mortality), described by empirical parameters. Models with greater resolution (e. g. taking into account the physiological level) are hardly able to simulate the long-term development of the whole ecosystem. Consequently, when the models with first, second or third modelling philosophy are used for simulation of environmental influence of development, empirically determined dependences of parameters on the environmental factor under consideration have to be applied.

Particular attention is paid to problems of model calibration and to estimation of the effect of competition on the growth and the mortality. Some problems connected with the application of models under air pollution stress are discussed. Particularly, the possible bias increases considerably, when the models are used for prediction under very strong stress, where the ecosystem functions are disturbed considerably.

The necessary condition for wide applicability of these models is the existence of appropriate computing facilities (including data-bases and software). The data-bases should be easily accessible and should enable the estimation of model parameters for various environmental conditions (including pollution stress), for various management strategies etc.

The particular model types are characterized by results of first versions of the authors' models. Review of important papers dealing with this subject is also given.

silviculture; forest ecosystems; mathematical models; forest stand development

LEPŠ, J. — VACEK, S. (Jihočeské biologické centrum ČSAV, České Budějovice; Výzkumná stanice VÚLHM, Opočno). *Mathematische Modelle der Entwicklung von Waldbeständen und ihre Ausnutzung*. Lesnictví, 32, 1986 (8) : 687-706.

Die Prognose des Wachstums und die Entwicklung von Waldbeständen stellt eine Grundvoraussetzung für differenzierte Bewirtschaftung des Waldes nach integrierten Funktionen dar. In üblicher forstlicher Praxis werden zu diesem Zwecke am häufigsten Ertragstafeln angewandt. Im letzten Jahrzehnt werden jedoch zur Prognose der Entwicklung von Waldbeständen auch dynamische mathematische Modelle angewandt, und zwar vor allem für die Voraussage des Verhaltens von Waldbeständen unter dem Einfluß von Immissionen, da für diese Situationen noch keine Wachstumstabellen erarbeitet wurden.

Die Entwicklungsmodelle von Waldbeständen werden in diesem Beitrag in drei große Gruppen nach Munro (1974) eingeteilt, d. h. auf Modelle mit der ersten, mit der zweiten und mit der dritten Modellierphilosophie. Die Modelle mit der ersten Modellierphilosophie gehen von der Beschreibung des Verhaltens ein-

zelner Individuen aus, und zwar im Rahmen der simulierten Fläche (einschließlich ihrer Lokalisierung), die Modelle mit der zweiten Modellierphilosophie gehen ebenfalls von der Beschreibung des Verhaltens einzelner Individuen aus, sie vernachlässigen jedoch ihre Lokalisierung und die Modelle mit der dritten Modellierphilosophie beschreiben das Verhalten der Population als Ganzheit. Alle angeführten Modelle gehen von der Charakteristik einzelner Individuen oder Individuengruppen aus (Wachstum, Fertilität, Mortalität usw.), die mit Hilfe von empirischen Parametern beschrieben werden. Modelle mit größerer Unterscheidungsfähigkeit (die z. B. auch das physiologische Niveau in Betracht ziehen) sind meistens zu detailliert, als daß man mit ihrer Hilfe die langfristige Entwicklung von Waldbeständen simulieren könnte. Falls wir diese Modelle für die Voraussage der Beeinflussung des Waldwachstums durch Umweltstress anwenden, gehen wir deswegen von der empirisch ermittelten Beeinflussung der Populationsdynamik aus. Diese Modelle können meistens die physiologischen Einwirkungsmechanismen nicht widerspiegeln. Nach einer Analyse von drei Modellansätzen werden einige wichtige Fragen analysiert, die in allen drei Modelltypen gewöhnlich gelöst werden, d. h. die Kalibration der Modelle und die Art, wie der Einfluß der Konkurrenz auf Wachstum und Mortalität der Individuen ausgedrückt werden kann. Die Wachstumscharakteristiken und die Mortalität der Individuen in Waldbeständen werden meistens durch die Konkurrenz beeinflusst. In den Modellen wird das aktuelle Wachstum meistens als Funktion der Baumgröße, der potentiellen Wachstumsgeschwindigkeit und der Konkurrenz ausgedrückt.

Vom derzeitigen Gesichtspunkt der forstlichen Forschung aus gesehen erscheinen als aktuell und perspektiv diejenigen Modelle, die zur Vorhersage dynamisch struktureller, durch Immissionen hervorgerufener Veränderungen weniger geeignet sind. Man muß hier auf die Tatsache hinweisen, daß die Ungenauigkeit der Voraussage um so größer sein wird, je größer die Belastung durch Immissionen wird (je größer die Abweichung vom früher beobachteten „normalen“ Verlauf).

Zum Schluß wird festgestellt, daß die Grundvoraussetzung für eine breitere Anwendung von Modellen in der forstlichen Forschung die Ausstattung der Arbeitsstätten durch geeignete EDV-Technik und der Ausbau einer umfassenden Datenbank aufgrund biometrischer Messungen von Dauerflächen und von Versuchsflächen in verschiedenen immissionsökologischen Bedingungen der Umwelt darstellt. Eine breite Datenbasis wird schnelle Abschätzung von Parametern der Modelle für verschiedene Waldgebiete, Waldtypen, unterschiedliche Immissionsbelastung, verschiedene Holzarten, räumliche Struktur und Altersstruktur der Bestände u. dgl. ermöglichen.

Waldbau; Waldökosystemen; Entwicklung der Waldbestände; mathematische Modelle

Adresy autorů:

RNDr. Jan Lepš, CSc., Jihočeské biologické centrum ČSAV, Biomatematické středisko, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice 5

RNDr. Stanislav Vacek, Výzkumná stanice VÚLHM Opočno, 517 73 Opočno pod Orlickými horami

M. Balgañon Moreno

BALGAÑON MORENO, M. (Madrid). *Polycykličnost u borovice Pinus pinaster Soland.* Lesnictví, 32, 1986 (8) : 707-716.

Schopnost polycykličnosti je vlastnost podřízená přísné genetické kontrole, avšak při silném vzájemném působení podmínek prostředí; hnojení P a N stejně jako malá hustota porostu jsou příznivé faktory pro vznik druhého cyklu růstu. Monocyklické stromy nejsou tak statné a plodné jako stromy polycyklické. Na druhé straně vztahy mezi polycykličností a tvarem, větevnatostí a odolností vůči napadení hmyzem jsou naopak nepříznivé. Polycykličnost se vyskytuje nejčastěji u mladých stromů; je to vlastnost, která by měla být předmětem selekce. Tak je totiž možno dosáhnout genetického úspěchu, pokud jde o přímý růst a statnost stromů.

genetika lesnická; selekce; borovice

Existuje přímý vztah mezi polycykličností a výškovým růstem stromů, což je vlastnost, která bezpochyby závisí na podmínkách prostředí a která, jak se zdá, má tendenci být přenášena geneticky. Proto jedním ze závěrů bude nutnost zahrnout tuto schopnost do schématu selekce. Cílem práce je odpovědět na tuto otázku na základě poznatků získaných během několika let. Zaměříme se proto na vliv prostředí na polycykličnost; vztah mezi touto schopností a různými vlastnostmi (intenzita růstu, tvar, větevnatost atd.); jak se polycykličnost projevuje v průběhu celého života stromu; důsledky selekce ve prospěch nebo neprospěch této vlastnosti.

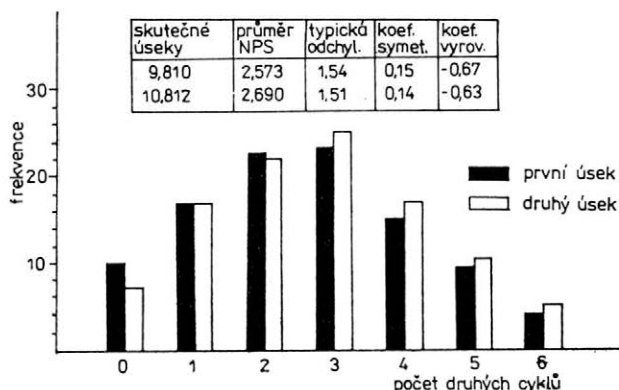
SCHOPNOST POLYCYKLIČNOSTI

Abychom mohli tento jev definovat a pochopit jeho mechanismus, vycházeli jsme ze studií Illyho a Castainga.

A) Kritéria pro definici

Polycykličnost můžeme charakterizovat několika způsoby: tím, zda se vyskytnou či nevyskytnou dva cykly růstu v jednom roce; poměrem mezi růstem v druhém cyklu a celkovou délkou růstu během několika let nebo v jednom daném roce; počtem let, ve kterých strom vykazuje jeden nebo několik sekundárních růstů.

Toto poslední kritérium, které nazveme NPS, nám poslouží pro definici polycykličnosti na základě několikaletého období, přičemž budeme vycházet z těchto dvou faktorů: grafického znázornění vývoje této proměnné s ohledem na hypotézu normálního rozložení (obr. 1) a z faktu, že toto kritérium nebere v úvahu délku sekundárního růstu, poněvadž jeho význam se liší podle toho, zda se vyskytuje druhý cyklus nebo nikoliv.



1. Grafické znázornění počtu druhých cyklů u borovice *Pinus pinaster* Soland. — Graphical representation of the number of second cycles in the *Pinus pinaster* Soland.

B) Genetická kontrola polycykličnosti

Veškeré dosud získané výsledky s dědičností vlastnosti NPS dokazují, že hodnota pravděpodobnosti se zde pohybuje mezi 0,25 a 0,60. Na druhé straně je dědičnost růstu v sekundárním cyklu velmi nízká, což nás vede k předpokladu, že mechanismy, které řídí výskyt druhého cyklu růstu, jsou odlišné od těch, které určují délku růstu. Tato skutečnost také vysvětluje rozdíl mezi frekvencí a trváním sekundárního růstu.

VLIV PROSTŘEDÍ NA POLYCYKLIČNOST

A) Hnojení

Hnojení dusíkem: obr. 2 znázorňuje vliv dusíkatého hnojení na polycykličnost. Dodávání dusíku podporuje výskyt a trvání sekundárních cyklů. Na druhé straně bylo na několika pokusných porostech pozorováno, že následující rok po hnojení dochází k nejintenzivnějšímu růstu.

Hnojení fosforem: výskyt polycykličnosti je také vázán na množství dodávaného P_2O_5 . V přehledu je uveden průměrný počet sekundárních cyklů během období 10 let v závislosti na dávkách P_2O_5 :

dávka P_2O_5 v kg/ha	0	25	50	100	200
výška H 82 cm	5,0	6,44	6,42	6,85	8,28
obvod C 82 cm	22,3	29,3	30,0	33,2	42,8
NPS	1,38	1,04	2,15	3,48	4,21

Účinek fosforečných hnojiv je značný, zvláště při vyšších dávkách (100 až 200 kg na ha).

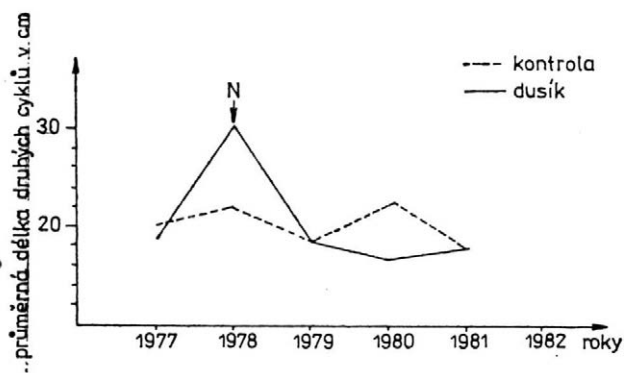
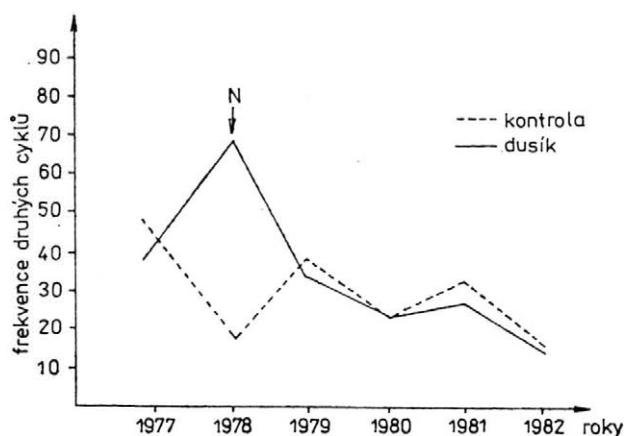
B) Hustota porostu

Následující přehled znázorňuje vztah mezi počtem a průměrnou délkou sekundárních přírůstků za tři roky a počtem stromů na ha:

počet stromů na ha	1600	800	400
výška ve věku 15 let v m	7,80	9,90	11,40
obvod ve věku 15 let v cm	41,0	52,6	59,2
NPS od výčetní výšky	0,82	1,49	2,72

Pozitivní vliv nižší hustoty porostu na frekvenci výskytu polycykličnosti je zjevný v 95 % případů, na druhé straně délka a trvání cyklů je na hustotě méně závislá.

2. Vliv dodávání dusíku (80 jednotek) na polycykličnost.
— The effect of nitrogen supply (80 units) on polycyclism



C) Vliv pěstebních zásahů

Různé pěstební pokusy s borovicí *Pinus pinaster* Soland. ukazují, že např. produkce dřeva je ve všech případech vyšší u hnojených porostů. Můžeme si všimnout, že tento rozdíl je doprovázen zvýšenou frekvencí sekundárních růstů. Výsledky experimentů v produkci dřeva ukazují, že u hnojených porostů je počet druhých cyklů růstu třikrát vyšší než u porostů nehnojených:

	porosty nehnojené	porosty hnojené	produkce dřeva
výška ve věku 15 let v cm	7,80	9,90	11,40
obvod ve věku 15 let v cm	41,0	52,6	59,2
NPS od výčetní výšky	0,82	1,49	2,72

VZTAH MEZI POLYCYKLIČNOSTÍ A OSTATNÍMI VLASTNOSTMI

Zkoumání vztahů mezi polycykličností a ostatními vlastnostmi (intenzita růstu, větevnatost atd.) postupovalo dvěma směry, a to zkoumáním existujících fenotypových a genetických korelací mezi těmito vlastnostmi; rozbořem růstu stromů přísně monocyklických a přísně poly-

I. Výškový přírůst (IH) u monocyklických a polycyklických stromů. — Height increments (IH) in monocyclical and polycyclical trees

	N	IH ₇₆	IH ₇₇	IH ₇₈	IH ₇₉	IH ₈₀	IH ₈₁₋₈₂	H ₇₅	H ₈₂
0 NPS	964	76	96	83	106	82	91	169	885
6 NPS	280	90	105	96	115	89	94	174	945
A v cm		14	9	13	9	7	3	5	60
délka PS cm		27,2	30,8	31,5	31,6	27,8	26,6	—	—

Výškový přírůst IH v cm, objem H v dm³.

cyklických, tzn. takových stromů, které vykazují 0 nebo *n* sekundárních přírůstů za *n* let.

Tento výzkum byl realizován ve dvou porostech — jednoho s 9810 a druhého se 17 164 stromy.

A) Polycykličnost a intenzita růstu

Výsledky týkající se vlivu prostředí na polycykličnost samy o sobě jasně dokazují úzký vztah, který existuje mezi polycykličností a intenzitou růstu. V přehledu jsou uvedeny koeficienty vzájemného vztahu mezi fenotypovými a genetickými vlastnostmi:

NPS	1,000					
ΔCH	0,19 (**) 0,39 (**)	1,000				
ACC	0,14 (**) 0,31 (**)	0,30 (**) 0,34 (*)	1,000			
h ²	0,56	0,33		0,11		
	NPS	ΔCH		ACC		

kde NPS — počet druhých cyklů v průběhu šesti let 1977—1982 včetně obou roků,
ACC — přírůst po obvodu v období 5 let (C82 — C78),
ΔCH — výškový přírůst v období 6 let (H82 — H77).

Pozitivní vztahy mezi polycykličností a růstem jsou z hlediska genetického užší než z hlediska fenotypového.

Rozbor výškového přírůstu u stromů přísně monocyklických a přísně polycyklických ukazuje, že rozdíl v ročních přírůstech mezi oběma skupinami se vždy přiklání ve prospěch stromů polycyklických, i když tento rozdíl časem slabně (tabulka I).

Vliv polycykličnosti na obvod a objem stromů je velmi výrazný. Je možné, že velké rozdíly v objemu mezi oběma skupinami jsou mírně nad skutečnou hodnotou. Objemové výpočty byly totiž konány za předpokladu, že tvarové koeficienty jsou u polycyklických a monocyklických stromů shodné. Později uvidíme, že tomu tak není. Za druhé byly výsledky získány postupně strom od stromu a nebyl brán v úvahu vliv konkurence sousedních stromů, tj. utlačování slabších stromů silnějšími (vzájemný vztah mezi obvodovým přírůstem jednoho stromu a dvou stromů sousedních, které rostou blízko sebe, je značně negativní).

B) Polycykličnost a rovný růst

Rovný růst stromu je determinován těmito dvěma hodnotami: míra odchýlení ve výšce 1,50 m (VERT), všeobecná kodifikace rovného růstu od 0 do 10 (RECT).

Všeobecně řečeno, existuje nepříznivý vztah mezi polycykličností a těmito dvěma hodnotami, i když koeficienty vzájemného vztahu (feno- a genotypového) jsou nízké a podobné. Následující přehled ukazuje korelaci fenotypovou (*cf*) a genotypovou (*cg*) mezi polycykličností a rovným růstem u dvou sledovaných skupin stromů:

	skupina 1		skupina 2	
	<i>cf</i>	<i>cg</i>	<i>cf</i>	<i>cg</i>
NPS × VERT	0,05	−0,01	0,08	0,25
NPS × RECT	0,01	0,18	−0,07	−0,05

Ukazuje se rovněž — a další přehled to potvrzuje — že defekty rovného růstu jsou u přísně polycyklických stromů citelně výraznější než u stromů monocyklických:

	skupina 1 kořenáče	skupina 2 kořenáče	skupina 2 obnažený kořen
0 NPS	24,8	20,4	20,7
6 NPS	28,1	24,2	24,1

C) Polycykličnost a větevnatost

Počítání a měření větevnatosti bylo konáno u dvou skupin po šesti stech stromech, přičemž jedna skupina byly stromy přísně monocyklické a druhá stromy přísně polycyklické, a to:

· počítáním celkového počtu větví na přeslenu, u polycyklických stromů bylo nutno odlišit první přeslen vytvořený na počátku růstu (*v*) od posledního (*V*);

· počítáním celkového počtu hlavních větví na přeslenu (hlavní větve mají v místě napojení tloušťku větší než 10 mm);

· měřením tloušťky tří nejtlustších větví na přeslenu;

· měřením úhlu napojení těchto větví;

· měřením normálního obvodu ve výčetní výšce a obvodu v polovině každého zjištěného výškového přírůstu (tabulka II).

Výsledky ukazují, že prostřední přesleny vytvořené u stromů přísně polycyklických mají vlastnosti velmi podobné koncovým přeslenům u stromů monocyklických.

II. Větvení polycyklických a monocyklických stromů. — Branching of polycyclical and monocyclical trees

Vlastnost	Přeslen	Stromy monocykl.	Stromy polycykl.
Průměrný počet větví na přeslenu	<i>v</i>	—	4,6
	<i>V</i>	5,8	4,9
Procento větví menších	<i>v</i>	—	14
	<i>V</i>	4	8
Průměrná tloušťka tří hlavních větví (mm)	<i>v</i>	—	21,2
	<i>V</i>	24,8	25,6
Úhel tří nejtlustších větví (°)	<i>v</i>	—	60
	<i>V</i>	55	55

D) Polycykličnost a tvarový koeficient

Měření obvodu v různých výškách nám umožní určit reálný objem V každého stromu v každém ročním období růstu, a to tak, že jej připočteme válci. Objem části mezi polovinou osmého výhonku a výhonkem posledním se podobá kuželovému kmenu. Pro výpočet tvarového koeficientu f použijeme vzorec:

$$f = \frac{4V}{C^2 \cdot H},$$

kde C je normální obvod v 1,3 m, H je celková výška posledního výhonku.

Hodnota f pro stromy přísně monocyklické činí 0,56, pro stromy přísně polycyklické 0,53.

Tvarový koeficient je u polycyklických stromů nižší než u stromů monocyklických. To částečně vysvětluje naše teorie týkající se intenzity růstu, kde jsme hovořili o shodných tvarových koeficientech u monocyklických stromů ve vztahu k uvažovaným objemům.

E) Polycykličnost a rozdvojení kmene

Existuje také přímý vztah mezi frekvencí výskytu sekundárního růstu a schopností rozdvojení kmene (hodnota korelačního koeficientu je 0,23). Ptáme se tedy, jakou hodnotu má tento vztah, když genetická kontrola rozdvojení kmene se zdá být zkreslována vnějšími faktory (např. mrazy) a nelze shledat význačnější rozdíly ve frekvenci výskytu rozdvojení u stromů polycyklických a monocyklických.

F) Polycykličnost a citlivost stromů na napadení hmyzem

Počet napadení hmyzem, především druhů *Dioryctria*, *Pissodes*, *Matsucoccus* a *Blastophagus*, svědčí o všeobecné tendenci, že totiž stromy se silnou přirozenou náchylností k polycykličnosti jsou na toto napadení citlivější (koeficient korelace mezi frekvencí napadení a frekvencí polycykličnosti je 0,1 a 0,2). Z fenotypového hlediska to znamená, že polycyklické stromy jsou citlivější na napadení hmyzem než stromy monocyklické.

G) Polycykličnost a plodnost stromů

Existuje velice úzký vztah (jak fenový, tak i genotypový) mezi polycykličností a plodností. Hodnota koeficientu vzájemného vztahu těchto dvou vlastností je pozitivní, pohybuje se od 0,5 do 0,75.

Procento plodných stromů je vyšší u typu polycyklického (% plodných stromů v roce 1982 49 oproti 19).

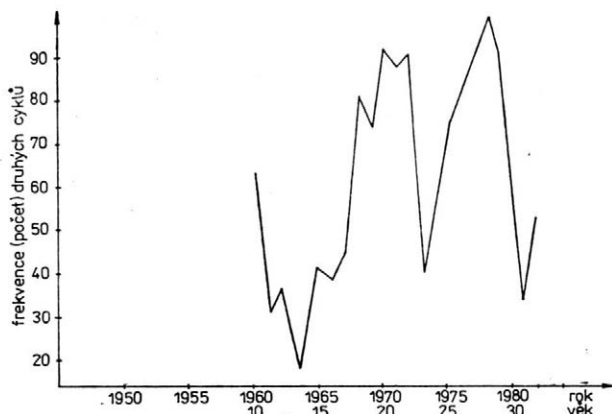
Počet šišek je vyšší u stromů přísně polycyklických (počet šišek na 1 strom 5,00 oproti 1,86).

VLIV VĚKU STROMU NA POLYCYKLIČNOST

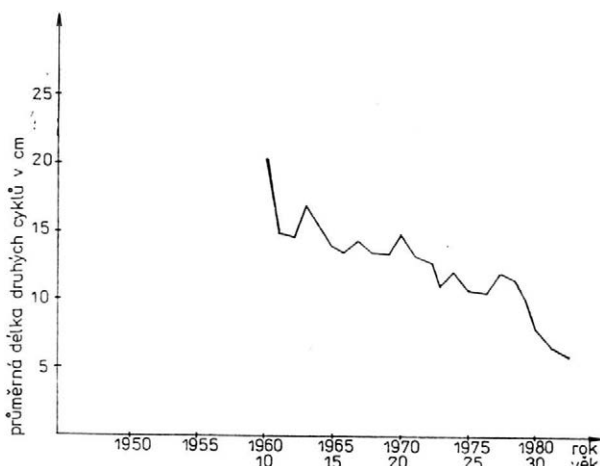
A) Vývoj polycykličnosti s věkem

Během prvních let růstu je borovice *Pinus pinaster* Soland. za příznivých půdních a klimatických podmínek velice náchylná k polycyklič-

3. Počet druhých cyklů v závislosti na věku stromu (36letý porost). — The number of second cycle in relation to the tree age (36-year forest stand)



4. Vliv věku stromů na délku druhých cyklů růstu (36letý porost). — The influence of tree age on the duration of second cycles of growth (36-year forest stand)



nosti. Tato tendence se vyvíjí, i když nepříliš zjevně, až do pátého ročního výhonku.

Tato borovice je také schopna dosáhnout sekundárního růstu již v dospělosti. Výzkumy konané ve 30letém porostu *Pinus pinaster* v provincii Avila dokázaly, že frekvence výskytu sekundárních cyklů není příliš ovlivněna věkem porostu (obr. 3); na druhé straně, délka těchto cyklů se zkracuje ve stejné době, kdy k tomu při běžném růstu stromu obvykle dochází (obr. 4).

B) Vzájemný vztah mezi generacemi rodičů a potomků

Počítání a měření bylo konáno u dvou porostů zmíněných na začátku této práce. Byl vypočítán koeficient korelace mezi rodiči a potomky pro frekvenci výskytu polycykličnosti a délkou sekundárních cyklů za 5 let; hodnota tohoto koeficientu je 0,32.

Tuto hodnotu můžeme považovat za dostatečnou vzhledem k tomu, že obě vlastnosti nejsou přísně identické. Celková délka je kombinací dvou základních charakteristik (schopnosti polycykličnosti a délky jejího trvání), které nejsou podřízeny stejné genetické kontrole. Oba zkou-

mané porosty nemají také stejné ekologické podmínky, a proto výsledky mohou být v tomto smyslu zkresleny.

C) Vzájemný vztah mladého a dospělého stromu

Výsledky rozboru studovaných porostů ukázaly, že fenotypová korelace mezi mladým a dospělým stromem je vynikající. Existuje velice úzká fenotypová korelace mezi frekvencí polycykličnosti vypočítanou mezi 12 a 16 lety a frekvencí polycykličnosti vypočítanou mezi 17 a 36 lety, kdy koeficient korelace se rovná 0,71.

DŮSLEDKY PRO SELEKCI

A) Balance polycykličnosti

Polycykličnost je velmi úzce spjata s intenzitou růstu stromů a má na ni příznivý vliv.

Vztahy mezi schopností polycykličnosti a tvarem, větevnatostí, tvorbou dvojáků a odolností proti napadení hmyzem jsou naopak nepříznivé.

Při stejném objemu vykazuje monocyklický strom lepší kvalitativní vlastnosti než strom polycyklický.

Je obtížné stanovit pořadí významu tvarových defektů spojených s polycykličností, ale za největší defekt polycyklického stromu je možno považovat jeho dvojnásobný počet větví a tudíž i suků ve dřevě, což v širším měřítku znamená zvýšené náklady na čištění kmenů, prořezávky, probírky a úklid klestu a sníženou kvalitu dřeva jako materiálu vzhledem k velkému počtu suků.

Z těchto skutečností vyplývá, že polycykličnost sama o sobě zatím není významnou vlastností do té míry, aby byla vyhledávána; alespoň ne do té doby, dokud hlubší studium genetických vlastností, pokud jde o intenzitu růstu a tvar, to nedoporučí.

B) Selektce a polycykličnost

Současné programy genetického šlechtění borovice *Pinus pinaster* Soland. se zakládají na kombinované selekci mnoha vlastností ve školkách, kde se provádí výsev i výsadba. Základním cílem je šlechtění na intenzitu růstu a tvar. Při výběru se přihlíží k celkovému výškovému růstu a odchýlení od svislé osy ve výšce 1,50 m.

Výsledky zkoumání nejstarších porostů borovice *Pinus pinaster* v Avile ukázaly, že při tomto typu selektce byl u 10 % porostu předpokládaný genetický úspěch: 5 až 8 % u výškového růstu, což znamená 15 až 20 % na objemu, a 15 až 25 % u rovného růstu.

Selektce na intenzitu růstu automaticky souvisí se selekcí ve prospěch polycykličnosti (fenotypové a genotypové korelace jsou nízké) a tak očekávání 6% genetického úspěchu, pokud jde o výškový růst, znamená zároveň 30% naději na polycyklické vlastnosti. Selektce na intenzitu růstu vede k tomu, že se výrazněji projeví sekundární defekty způsobené polycykličností.

Odhady genetických úspěchů, pokud jde o intenzitu růstu a tvar, jsou shodné. Záleží na tom, zda bereme v úvahu vlastnost polycykličnosti, což — na rozdíl od výsledků obvodového přírůstu, který má malou

možnost genetické kontroly — umožňuje lepší odhad genetických úspěchů, pokud jde o výškový růst a odchýlení od svislé osy.

Polycykličnost, díky svým vynikajícím vlastnostem (dědičnosti a velké variabilitě), je vlastnost, která je vhodná pro selekci. Úspěšné výsledky, které lze očekávat u jedné generace, jsou 2 až 3× vyšší, než je tomu u vlastnosti rovného růstu. Zde by selekce na základě polycykličnosti byla možná a účinná, ale tento cíl se neslučuje s maximálně pozitivním výsledkem, pokud se týká intenzity růstu. Ve skutečnosti však výběr statných monocyklických stromů vede pouze ke skromným výsledkům (úspěch je pouze 2 až 3 %), které nejsou v žádném případě kompenzovány zvýšením stability.

ZÁVĚRY

Výsledky, které jsme v této studii postupně zkoumali, ukazují, že veškeré současné snahy o intenzifikaci pěstování borovice *Pinus pinaster* Soland. (hnojení, pěstitelské techniky, šlechtění) vedou ke zvýšené frekvenci polycykličnosti.

Můžeme konstatovat, že polycykličnost je vlastnost příznivá pro intenzitu růstu, ale naopak nepříznivá pro rovný růst a větevnatost.

Vztahy polycykličnost — rozdvojení kmenů a polycykličnost — odolnost vůči napadení hmyzem, stejně tak i vzájemné vztahy mezi mladými a dospělými stromy, jsou všeobecně málo těsné.

Z hlediska zpracování dřeva jako materiálu není polycykličnost příznivá vlastnost, přestože pomocí moderní techniky je možno suky z dřeva odstranit.

Odpověď na tyto otázky může přinést šlechtění, vzhledem k tomu, že selekce na základě polycykličnosti je možná a účinná. Za současného stavu našich znalostí v této oblasti je však taková věc předčasná a lze od ní očekávat jen velmi skrovné výsledky, speciálně pokud jde o intenzitu růstu.

Literatura

- DE CHAMPS, J.: Influence des conditions de nutrition sur la forme et la brain-chaison des jeunes douglas. Bull. Soc. Bot. de France, 1978, č. 114
IFIE: Některé poznámky o *Pinus pinaster*. Ann svazek 2, 1965
JARRET, P.: Variabilité génétique des caractères de forme chez le douglas. Memoire de l'ENITEF, 1978
RUIZ DE LA TORRE, J.: Stromy a keře poloostrovního Španělska. IFIE-ETSIM, 1971.

Došlo dne 3. 6. 1985

БАЛГАНОН МОРЕНО, М. (Мадрид). Полицикличность у сосны *Pinus pinaster* Soland. Lesnictví, 32, 1986 (8) : 707-716.

Способность полицикличности — свойство, подчиненное строгому генетическому контролю, однако при сильном взаимодействии условий среды; удобрение фосфором и азотом, как и малая плотность (густота) насаждения — благоприятные факторы для появления второго цикла роста. Моноциклические деревья не такие стройные и плодородные как деревья полициклические. С другой стороны, отношения между поли-

циклическостью и формой, ветвистостью и устойчивостью к поражению насекомыми, наоборот, неблагоприятные. Полициклическость чаще всего встречается у молодых деревьев; это свойство, которое могло бы быть предметом селекции. Таким образом можно достичь генетического успеха, что касается прямого и стройного роста деревьев.

лесная генетика; селекция; сосна

BALGAÑON MORENO, M. (Madrid). *Polycyclism in the Pinus pinaster Soland.* Lesnictví, 32, 1986 (8) : 707-716.

Polycyclism is a strictly genetically controlled character related, however, with strong interactions of environmental conditions; phosphorus and nitrogen fertilization, as well as a low density of forest stand, are the factors favorable for the occurrence of a second cycle of growth. Monocyclical trees are not so vigorous and fructiferous as polycyclical trees. The relations between polycyclism and tree shape, branching and resistance to plagues are not good. Polycyclism can be observed most frequently in young trees; it is a character which should be an objective of selection. In this way the breeding for the straight and vigorous growth of trees can be successful.

forest genetics; selection; pine

BALGAÑON MORENO, M. (Madrid). *Polyzyklizität bei der Kiefer Pinus pinaster Soland.* Lesnictví, 32, 1986 (8) : 707-716.

Die Fähigkeit der Polyzyklizität ist eine der strengen genetischen Kontrolle unterstellte Eigenschaft, jedoch unter starker gegenseitiger Beeinflussung der Umweltbedingungen; die Phosphor- und Stickstoffdüngung genau so wie eine geringe Bestandesdichte stellen günstige Faktoren für die Entstehung des zweiten Wachstumszyklus dar. Monozyklische Bäume sind nicht so stattlich und so fruchtbar wie polyzyklische Bäume. Andererseits sind die Beziehungen zwischen der Polyzyklizität und der Form, der Verzweigung und der Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Schädlingsbefall zum Gegenteil ungünstig. Die Polyzyklizität kommt am häufigsten bei jungen Bäumen vor; es handelt sich um eine Eigenschaft, die Gegenstand der Selektion sein sollte. Auf diese Weise kann nämlich ein genetischer Erfolg erreicht werden, was das gerade Wachstum und die Stattlichkeit der Bäume anbelangt.

Forstgenetik; Selektion; Kiefer

Adresa autora:

Dr. Ing. Manuel Balgañon Moreno, Madrid

NADZEMNÁ BIOMASA NEZMIEŠANÉHO PORASTU ORECHA ČIERNEHO (*JUGLANS NIGRA* L.)

F. Tokár

TOKÁR, F. (Arborétum Mlyňany, Ústav dendrobiológie CBEV SAV). *Nadzemná biomasa nezmiešaného porastu orecha čierneho (*Juglans nigra* L.)*. Lesnictví, 32, 1986 (8) : 717-722.

V príspevku je vyhodnotená nadzemná biomasa 34-ročného nezmiešaného porastu orecha čierneho (*Juglans nigra* L.) na lokalite Sikenica, Lesná správa Levice. Zistená objemová produkcia činila 199,16 m³/ha a hmotnosť nadzemnej biomasy v čerstvom stave 153,52 t/ha a v sušine 92,45 t/ha. Priemerná ročná produkcia je 4,51 t/ha a 2,72 t/ha v sušine. Index listovej plochy je 3,59 ha/ha. Priemerná ročná produkcia sušiny nadzemnej biomasy na jednotku listovej plochy je 0,76 g/dm²/rok. Vzťahy nadzemnej biomasy a plochy listov k prsnej hrúbke, výške stromu, dĺžke a šírke koruny najlepšie vyjadruje funkcia paraboly 2. stupňa. Najtesnejšie korelačné vzťahy boli zistené k prsnej hrúbke.

pestovanie lesov; orech čierny; biomasa

Medzi cudzokrajné dreviny ktoré sa odporúčajú pestovať v lesných porastoch strednej, južnej a juhovýchodnej Európy patrí aj orech čierny (*Juglans nigra* L.). Jeho hospodársky význam podľa doterajších skúseností spočíva v tom, že poskytuje cenné drevo, hodnotné plody a na vhodných stanovištiach sa vyznačuje rýchlym rastom. Viacerí autori [Benčat 1982, Blatný, Šťastný 1959, Holubčík 1968, Kříž a kol. 1973, Pokorný 1952, Pokorný, Fér 1964, Šika 1957, 1958, Šika, Samek 1956, Tokár 1979, 1980a, 1983, 1984] ho odporúčajú na intenzívnejšie lesnícke pestovanie aj u nás.

Na Slovensku sa orech čierny pestuje na ploche 73,88 ha, najčastejšie v lužných lesoch Hrona a Nitry v skupine lesných typov *Ulmeto-Fraxinetum* (Tokár 1980a, b). V oblasti jeho najintenzívnejšieho pestovania (Lesná správa Levice a Nitra) bola zhodnotená štruktúra, vývoj, kvalita a objemová produkcia nezmiešaných porastov (Tokár 1984) a zmiešaných porastov s dubom červeným (Tokár 1983). V príspevku zhodnocujeme hmotnosť nadzemnej biomasy 34-ročného nezmiešaného porastu orecha čierneho.

MATERIÁL A METODIKA PRÁCE

Pokus sme vykonali v roku 1983 na trvalej výskumnej ploche (TVP) Sikenica, Lesná správa Levice, založenej v poraste 16b v 34-ročnom nezmiešanom poraste orecha čierneho. TVP 50 X 50 m bola založená v skupine lesných typov *Ulmeto-Fraxinetum carpineum* v nadmorskej výške 200 m za účelom sledovania vplyvu prebiehok na zmenu kvalitatívnych a kvantitatívnych znakov jeho porastov. Štruktúru, vývoj a kvalitu porastov pred vykonaním 1. prebiehky vo veku 29 rokov zhodnocuje Tokár (1980a, 1984). Objem hrubiny bol vypočítaný podľa Halaja (1963) pre dub.

Na zistenie nadzemnej biomasy bol použitý deštruktívny spôsob merania (vzorníky). Pri určení rozsahu a spôsobu výberu vzorníkov sme vychádzali zo skutočnosti, že najväčší vplyv na hmotový prírastok má prírastok na kruhovej ploche (Korň a kol. 1972), a že medzi kruhovou plochou a hmotnosťou stromu (biomasou) je lineárna závislosť (Ovington, Forest, Armstrong 1968).

Celkový počet vzorníkov v poraste sme stanovili na 30 a rozdelili sme ho po hrúbkových stupňoch podľa percentuálneho zastúpenia v hrúbkovej štruktúre porastu. Na vzorníku sme merali $d_{1,3}$, výšku stromu, dĺžku a šírku koruny. Na každom vzorníku sme zistili hmotnosť kmeňa, konárov, letorastov, listov na váhe značky Kamor s nosnosťou do 50 kg a s presnosťou na 0,01 kg. Z porastu sme z troch jedincov, reprezentujúcich stromové triedy, z každej tretiny kmeňa, z hrúbkovej triedy konárov, letorastov a listov vzali vzorky, ktoré sme laboratórne vysušili pri teplote 105 °C na určenie percenta podielu sušiny.

Na určenie fotosynteticky aktívneho povrchu listov sme fotoplanimetrom (Janovicová, Blecha, Supuka 1974) zistili plochu listov na troch reprezentujúcich vzorkách (3 × 100 listov) a vypočítali prevodový koeficient hmotnosti v čerstvom stave v kg na plochu listov v m² v čerstvom stave, ktorý sme použili na prepočty u všetkých vzorníkov.

Prepočítané hodnoty sušiny jednotlivých komponentov nadzemnej biomasy a plochy listov sme dali do korelačných vzťahov k prsnej hrúbke, výške stromu, dĺžke a šírke koruny. Pre výpočty sme použili stolový kalkulátor EMG 666.

VÝSLEDKY

Vo veku 34 rokov pripadá na 1 ha 1440 stromov orecha čierneho. Z hľadiska hrúbkového členenia porastu ide v zmysle Greguša (1968) o porast vo fáze žrdoviny s hodnotami stredného kmeňa v prsnej hrúbke 13,92 cm a výšky 15,6 m. Najviac sú zastúpené hrúbkové stupne 10 a 14 cm. V kruhovej základni dosahuje 23,596 m²/ha a v objemovej produkcii 199,16 m³/ha, čím sa približuje k objemovej produkcii duba na +1 bonitnom stupni vo veku 36 rokov (tabuľka I).

Nezmiešaný porast orecha čierneho vo veku 34 rokov dosahuje celkovú nadzemnú biomasu 153,52 t/ha v čerstvom stave a 92,45 t/ha v sušine. Najvyšší podiel pripadá na biomasu kmeňa (v čerstvom stave 85,93 %, t. j. 131,92 t/ha, v sušine 87,69 %, t. j. 81,00 t/ha). Priemerná ročná produktivita nadzemnej biomasy (priemerný ročný prírastok) je 4,51 t/ha/rok v čerstvom stave a 2,72 t/ha/rok v sušine (tabuľka II).

I. Tabuľka základných údajov nezmiešaného porastu orecha čierneho (*Juglans nigra* L.) na TVP II — Sikenica v roku 1983 s prepočtom na 1 ha. — Basic characteristics of a pure stand of black walnut (*Juglans nigra* L.) on permanent research area II — Sikenica in 1983; the values are recalculated per 1 ha

Vek (roky)		34
Počet stromov (ks)		1440
Kruhová plocha (m ²)		23,596
Objem hrubiny (m ³)		199,16
Stredný kmeň	$d_{1,3}$ (cm)	13,92
	výška (m)	15,6
	objem (m ³)	0,1383

II. Nadzemná biomasa rovnorodého 34-ročného porastu orecha čierneho (*Juglans nigra* L.) na TVP II — Sikenica v roku 1983. — Aboveground biomass of a pure 34-year stand of black walnut (*Juglans nigra* L.) on permanent research area II — Sikenica in 1983

Biomasa		Nadzemná biomasa			
		čerstvý stav		sušina	
		t/ha	%	t/ha	%
Kmeň		131,92	85,93	81,00	87,61
Konáre	živé	10,19	6,64	5,85	6,33
	odumreté	3,85	2,51	2,21	2,39
	spolu	14,04	9,15	8,06	8,72
Letorasty	listy	6,52	4,24	2,79	3,02
	konáriky	1,04	0,68	0,60	0,65
	spolu	7,56	4,92	3,39	3,67
Nadzemná biomasa celkom		153,52	100,00	92,45	100,00
Priemerná ročná produkcia nadzemnej biomasy		4,51	100,00	2,72	100,00

Závislosti jednotlivých komponentov nadzemnej biomasy v sušine (hmotnosť kmeňa, konárov, letorastov, listov, celkovej biomasy) a plochy listov od prsnej hrúbky ($d_{1,3}$), výšky stromu, dĺžky a šírky koruny najlepšie vyjadruje funkcia paraboly 2. stupňa. Najtesnejšie korelačné vzťahy sme zistili k prsnej hrúbke (obr. 1 až 4). Index listovej plochy bol stanovený na 3,59 ha/ha. Priemerná ročná produkcia sušiny nadzemnej biomasy na jednotku listovej plochy je 0,76 g/dm²/rok.

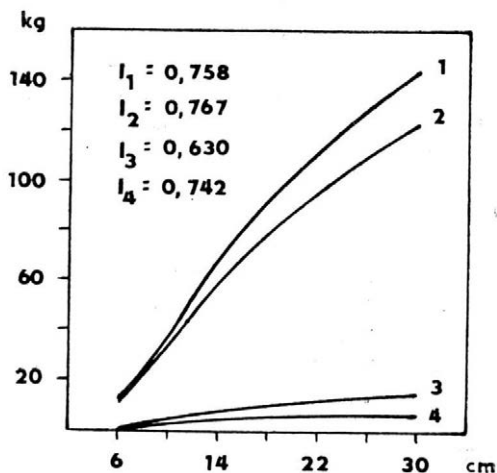
1. Graf korelácie u *Juglans nigra* L. medzi: 1. celkovou nadzemnou biomasou (hmotnosťou) a $d_{1,3}$, 2. hmotnosťou kmeňa a $d_{1,3}$, 3. hmotnosťou konárov a $d_{1,3}$, 4. hmotnosťou letorastov a $d_{1,3}$. — Graph of correlations in *Juglans nigra* L. between: 1. total aboveground biomass (weight) and $d_{1,3}$, 2. trunk weight and $d_{1,3}$, 3. weight of branches and $d_{1,3}$, 4. weight of annual shoots and $d_{1,3}$.

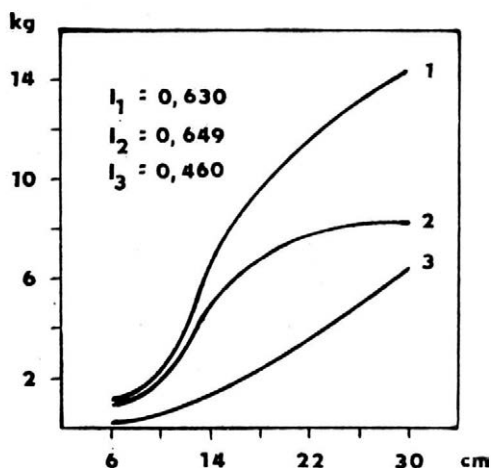
$$y_1 = -41,42 + 9,125x - 0,0990x^2$$

$$y_2 = -35,09 + 7,878x - 0,0855x^2$$

$$y_3 = -5,22 + 0,992x - 0,0110x^2$$

$$y_4 = -1,25 + 0,308x - 0,0033x^2$$



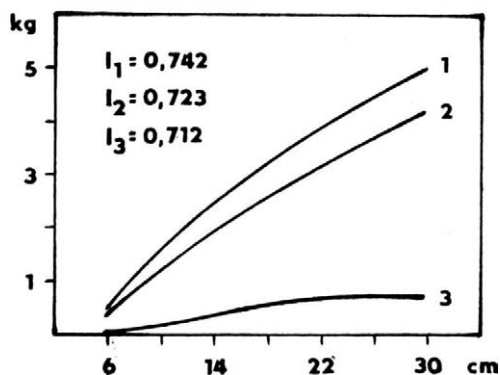


2. Graf korelácie u *Juglans nigra* L. medzi: 1. hmotnosťou konárov spolu a $d_{1,3}$, 2. hmotnosťou živých konárov a $d_{1,3}$, 3. hmotnosťou odumretých konárov a $d_{1,3}$. — Graph of correlations in *Juglans nigra* L. between: 1. weight of all branches and $d_{1,3}$, 2. weight of fresh branches and $d_{1,3}$, 3. weight of dead branches and $d_{1,3}$

$$y_1 = -5,22 + 0,992x - 0,0110x^2$$

$$y_2 = -4,43 + 0,886x - 0,0154x^2$$

$$y_3 = -0,72 + 0,097x + 0,0047x^2$$



3. Graf korelácie u *Juglans nigra* L. medzi: 1. hmotnosťou letorastov a $d_{1,3}$, 2. hmotnosťou listov a $d_{1,3}$, 3. hmotnosťou konárikov letorastov a $d_{1,3}$. — Graph of correlations in *Juglans nigra* L. between: 1. weight of annual shoots and $d_{1,3}$, 2. foliage weight and $d_{1,3}$, 3. weight of leafy twigs and $d_{1,3}$

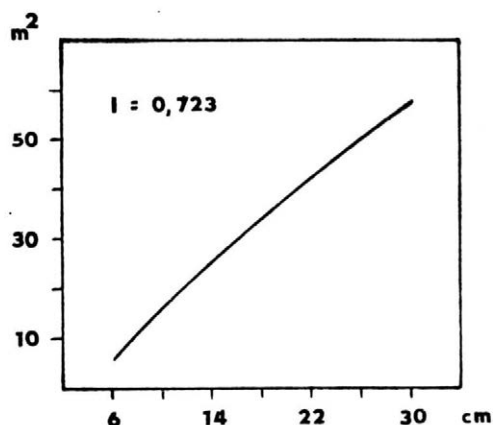
$$y_1 = -1,25 + 0,308x - 0,0033x^2$$

$$y_2 = -0,83 + 0,225x - 0,0018x^2$$

$$y_3 = -0,42 + 0,083x - 0,0014x^2$$

4. Graf korelácie u *Juglans nigra* L. medzi plochou listov v čerstvom stave a $d_{1,3}$. — Graph of correlation in *Juglans nigra* L. between fresh leaf area and $d_{1,3}$

$$y = -10,32 + 2,792x - 0,0180x^2$$



DISKUSIA

O štruktúre, vývoji a produkcii porastov orecha čierneho nachádzame v literatúre málo údajov. Holubčík (1968) uvádza, že v produkcii dreva sa jeho porasty v nižších polohách u nás vo veku 25 až 55 rokov rovnajú dubovým porastom na 2. bonitnom stupni. Pokorný (1952) uvádza pre 56-ročný nezmiešaný porast orecha čierneho zo Židlochovicka objemovú produkciu 290 m³/ha. Tokár (1983, 1984) zistil, že nezmiešané porasty orecha čierneho na alúviu rieky Hrona vo veku 29

rokov majú v objemovej produkcii trojročný až šesťročný predstih a v zmiešaných porastoch s dubom červeným na alúviu rieky Nitry šesťročný až osemročný predstih pred domácimi dubmi na najlepších stanovištiach (+1 a 1 bonita). T o k á r (1983) uvádza, že vo veku 24 rokov sú zmiešané porasty duba červeného s orechom čiernym v objemovej produkcii produktívnejšie ako nezmiešané porasty orecha čierneho a vyrovnávajú sa produkcii nezmiešaných porastov duba červeného. Tento poznatok sa potvrdil aj pri vyhodnocovaní objemovej a hmotnostnej produkcie vo veku 29 rokov.

Porovnávacie údaje pre hmotnosť biomasy sme v literatúre nenašli. Š i n d e l á ě o v á (1973) uvádza pre orech čierny z oblasti prirodzeného areálu objemovú hmotnosť dreva 0,40 až 0,67 g/cm³. Podľa našich zistení je priemerná objemová hmotnosť dreva v sušine u orecha čierneho pestovaného v monokultúrach 0,45 g/cm³ a 0,49 g/cm³ pre orech čierny pestovaný v zmiešaných porastoch s dubom červeným. V porovnaní s tvrdými listnatými drevinami má orech čierny najnižšiu objemovú hmotnosť. Jeho drevo má však aj v našich podmienkach vysokú technickú kvalitu a vysokú úžitkovú hodnotu. Patrí medzi najcennejšie dreviny na výrobu dýh (Š i n d e l á ě o v á 1973).

Fotosyntetická aktivita dreviny závisí nielen od stanovištných a poveternostných podmienok, ale vo veľkej miere aj od dedičných a fyziologických vlastností taxónu. Asimilačný povrch korún stromov v poraste je však jedným z rozhodujúcich činiteľov produkčnej spôsobilosti dreviny. Pre 34-ročný nezmiešaný porast orecha čierneho je index listovej plochy 3,59 ha/ha. Zmiešané porasty orecha čierneho s dubom červeným dosahujú vo veku 29 rokov index listovej plochy až 6,30 ha/ha.

Aj v nezmiešaných porastoch orecha čierneho sa potvrdil poznatok T o k á r a (1980b), zistený u viacerých drevín v rôznych typoch porastov gaššana jedlého, že závislosti komponentov nadzemnej biomasy a plochy listov od prsnej hrúbky, výšky stromu, dĺžky a šírky koruny najlepšie vyjadruje funkcia paraboly 2. stupňa, pričom najtesnejšie vzťahy sú k prsnej hrúbke.

Literatúra

- BENČAŤ, F.: Atlas rozšírenia cudzokrajných drevín na Slovensku a rajonizácia ich pestovania. Veda, Bratislava, 1982, 368 s. textová časť, 456 s. mapová časť
BLATTNÝ, T. — ŠTASTNÝ, T.: Prirodzené rozšírenie lesných drevín na Slovensku. SVPL Bratislava, 1959, s. 312-313
GREGUŠ, C.: Návrh rastových stupňov pre potreby HÚL. Správy lesníckeho výskumu, 2, 1968, s. 24-27
HOLUBČÍK, M.: Cudzokrajné dreviny v lesnom hospodárstve. SVPL Bratislava, 1968, 371 s.
JANOVICOVÁ, J. — BLECHA, Š. — SUPUKA, J.: Meranie plochy listov fotoplani-
metrom. Biológia, 29, 1974, s. 61-67
KORF, V. a kol.: Dendrometrie. SZN Praha, 1972
KRÍŽ, Z. a kol.: Lesnícka botanika. Příroda Bratislava, 1973, s. 321-327
OVINGTON, J. D. — FOREST, W. G. — ARMSTRONG, J. E.: Tree biomass estimation. In: Symposium on Primary Productivity and Mineral Cycling in Natural Ecosystems, 1968
POKORNÝ, J.: Ořešáky. Brázda Praha, 1952, 85 s.
POKORNÝ, J. — FÉR, F.: Listnáče lesů a parků. SZN Praha, 1964, s. 181-182
ŠIKA, A.: O možnostech pěstování ořešáku černého v ČSR. Lesnická práce, 1, 1957, s. 9-14

ŠIKA, A.: Růstové vlastnosti ořešáku černého v mládí. Vědecké práce VÚLHM, sv. 2, 1958, s. 61-79

ŠIKA, A. — SAMEK, V.: Rozšíření ořešáku černého v ČSR a stav jeho porostů. Zprávy VÚLHM, 1956, č. 7-8, s. 98-108

SINDELÁŘOVÁ, J.: Vlastnosti dřeva introdukovaných dřevin. Studijní informace ÚVTI, 4, 1973, 64 s.

TOKÁR, F.: Zhodnotenie vybraných cudzokrajných listnatých drevín na Slovensku z hľadiska ich rastu a možnosti pestovania. Acta dendrobiologica, 1-2, 1979, s. 119-146

TOKÁR, F.: Vývoj a ekologicko-produkčné schopnosti vybraných exot v lesnom prostredí v rôznych klimatických podmienkach. Závěrečná výskumná správa, Arborétum Mlyňany — Ústav dendrobiologie CBEV SAV, 1980a, 143 s.

TOKÁR, F.: Nadzemná biomasa mladých rovnorodých a zmiešaných porastov gaštanu jedlého (*Castanea sativa* MILL.). Folia dendrobiologica, 7, 1980b, s. 101-119

TOKÁR, F.: Štruktúra a produkcia zmiešaného porastu orecha čierneho (*Juglans nigra* L.) a duba červeného (*Quercus rubra* L.). Lesnictví, 29, 1983, 4, s. 321-332

TOKÁR, F.: Štruktúra a produkcia rovnorodých porastov *Juglans nigra* L. v lužných lesoch Hrona. Lesnictví, 30, 1984, 11, s. 995-1002

Došlo dne 6. 2. 1985

TOKAP, Ф. (Arborétum Mlyňany, Ústav dendrobiologie CBEV SAV). Надземная биомасса несмешанного насаждения ореха черного (*Juglans nigra* L.). Lesnictví, 32, 1986 (8): 717-722.

В работе дана оценка надземной биомассы 34-летнего несмешанного насаждения ореха черного (*Juglans nigra* L.) в местности Сикеница, Лесное управление Левице. Установили объемную продукцию 199,16 м³ на га и массу надземной биомассы в свежем виде 153,52 т на га, а в сухом веществе — 92,45 т на га. Средняя годовая продукция составила 4,51 т/га в свежем виде и 2,72 т/га в сухом веществе. Индекс листовой площади был 3,59 га на гектар. Среднегодовая продукция сухого вещества надземной биомассы на единицу листовой площади составляла 0,76 г/дм². Отношения надземной биомассы и площади поверхности листьев к диаметру на высоте груди, высоте дерева, длине и ширине кроны лучше всего выражает функция параболы 2-ой степени. Самые тесные корреляционные зависимости были установлены по отношению к толщине ствола на высоте груди.

лесоводство; орех черный; биомасса

TOKÁR, F. (Arborétum Mlyňany, Ústav dendrobiologie CBEV SAV). Aboveground Biomass of a Pure Stand of Black Walnut (*Juglans nigra* L.). Lesnictví, 32, 1986 (8): 717-722.

The aboveground biomass of a 34-year pure stand of black walnut (*Juglans nigra* L.) was evaluated at the Sikenice locality, Levice Forest Administration. Volume production made 199.16 m³ per ha, fresh weight of aboveground biomass was 153.52 t per ha and dry weight of aboveground biomass was 92.45 t per ha. Mean annual production of fresh mass makes 4.51 t per ha, of dry mass 2.72 t per ha. Leaf area index is 3.59 ha per ha. Mean annual production of dry matter of aboveground biomass per unit of leaf area is 0.76 g per dm². Relations of aboveground biomass and leaf area to breast-height diameter, tree height, tree-crown height and width are expressed in the best way by a parabola of 2nd degree. The closest correlations were found out in breast-height diameter.

silviculture; black walnut; biomass

Adresa autora:

Ing. Ferdinand Tokár, CSc., Ústav dendrobiologie CBEV SAV, Arborétum Mlyňany, Vieska nad Žitavou, 951 52 Slepčany

VOLTINISMUS PLOSKOHRBETEK RODU *CEPHALCIA* PZ. (HYM., PAMPHILIIDAE) A ZTRÁTY V POPULACI BĚHEM DIAPAUZY EONYMF

V. Martinek

MARTINEK, V. (Výzkumná stanice VÚLHM, Opočno). *Voltinismus ploskohřbetek rodu Cephalcia Pz. (Hym., Pamphiliidae) a ztráty v populaci během diapauzy eonymf*. Lesnictví, 32, 1986 (8) : 723-752.

Autor studoval v letech 1976—1984 vývojový cyklus ploskohřbetky smrkové (*Cephalcia abietis* L.) a k její populaci přidružených blízkých druhů rodu *Cephalcia* Pz. Cílem bylo zjistit, jaké vznikají v úhrnné populaci těchto druhů subpopulace s různě dlouhým vývojem, jak tyto podíly kolísají podle období roku, kdy byl ukončen růst housenic škůdce v korunách smrků, a jaké vznikají ztráty při diapauze eonymf během jejich tříletého setrvávání v půdě. Pozorování autor konal na pěti různých lokalitách v Čechách a na Moravě. Měl k dispozici celkem 18 264 čerstvě dorostlých opadlých housenic, tzn. přesně známého stáří z různých období opadů v letech 1976, 1978, 1979 a 1981. Tento materiál vytvářel v pokusech třináct různých souborů v různé době dorostlých housenic škůdce. Různé vzorky eonymf byly po tři roky zakopány v lesním porostu do země a pozorovány podle jednotné metodiky. Ukázalo se, že všechny studované populace ploskohřbetek rodu *Cephalcia*, avšak především základního, masového druhu *C. abietis*, vytvářely ve všech sledovaných nadmořských výškách (580—840 m) zcela pravidelně dílčí frakce s vývojem jednoletým až čtyřletým. Jednoletý vývoj jedinců se ukázal jako vůbec nejpočetnější ve třech případech a na druhém místě pak byl v šesti případech (ze 13 různých materiálů housenic). Dvouleté pokolení převládlo počtem vyhlých dospělů v osmi případech a na druhém místě se umístilo ve dvou případech. Toto pokolení je tedy možno považovat u ploskohřbetek rodu *Cephalcia* za základní (normální). Masový výskyt univoltinní frakce populace však nebyl znám. Vyplynulo, že ve všech 13 odlišných pokusných materiálech housenic škůdce, opadlých v různé době na pěti sledovaných lokalitách, bylo zastoupení jednoletých jedinců nejpočetnější v nejčasněji opadlých vzorcích housenic. Naopak dvouletý vývoj jedinců byl vždy početnější v pozdějších opadech housenic. Komplexní studia tedy ukazují, že štěpení se populace ploskohřbetek na subpopulace s různě dlouhou dobou vývoje a zejména pak výskyt silné frakce s jednoletým vývojem je zcela obvyklým jevem na všech lokalitách, kde se ploskohřbetky rodu *Cephalcia* přemnožují. Výskyt značné početných subpopulací škůdce s univoltinním vývojem může nabýt zcela mimořádného gradologického významu. Ztráty v populaci během tříletého setrvání v půdě při diapauze eonymf činily v pokusech průměrně 2/3 původního počtu. Jen tedy cca 1/3 eonymf, které zahajují diapauzu v půdě, přežívá a líhne se jako dospělci.

ochrana lesů; ploskohřbetky; vývojový cyklus

V letech 1976 až 1984 jsme studovali vývojový cyklus ploskohřbetky smrkové (*Cephalcia abietis* L./) a současně i blízkých druhů ploskohřbetek, které bývají ve střední Evropě k populaci ploskohřbetky smrkové více nebo méně sporadicky přimíseny (Martinek 1980a, b). Cílem bylo zjistit, jaké podíly (frakce) vytvářejí populace škůdce v jednotlivých letech, tj. jaké vznikají subpopulace s různě dlouhým vývojem, jak tyto podíly kolísají podle období, kdy byl ukončen růst housenic

škůdce v korunách smrků (tj. podle různého období opadu dorostlých housenic na zem), a jaké vznikají ztráty při přeléhání (diapauze) eonymf při tříletém nerušeném setrvávání v půdě.

Během uvedených devíti let terénních pozorování na pěti vybraných lokalitách došlo ovšem k početnějšímu opadu dorostlých housenic škůdce (přesně známého stáří) vhodného k založení objektivních pokusů jen v letech 1976, 1978, 1979 a 1981. Tříletá studia výše naznačených otázek mohla tak být plně dokončena i u populace housenic škůdce z roku 1981 teprve v roce 1984.

V této první práci na dané téma se zaměřujeme na objasnění délky doby vývoje ploskohřbetek rodu *Cephalcia* jako celku, tj. bez rozlišování druhové příslušnosti, na zjištění vytváření různých frakcí v úhrnné populaci s různě dlouhým vývojem během let a na velikost ztrát v populaci ploskohřbetek během tříletého setrvávání (diapauzy) eonymf v půdě.

PŘEHLED LITERATURY

Dosavadní výzkum se při studiu forem obrany proti ploskohřbetce smrkové zaměřoval především na zjištění možností krátkodobé prognózy výskytu dospělců podle procenta vývinu tzv. pupálních očí u pronymf (Scheidter 1916, Hequist 1956, Kudela 1957, Donaubaue 1961, Kalandra 1961, 1963a, b, 1969, Martinek 1961, 1970, 1980a, Fankhänel 1984 aj.), popř. v této spojitosti na určení periodicity přemnožení škůdce (Scheidter 1916, Kudela 1957, Kalandra 1952, 1961, 1963a, b, 1969, Martinek 1970, 1980a, b, aj.) a na otázky vlastní techniky obrany (Hequist 1956, Kalandra 1958, 1959, Schmutzenhofer 1973 aj.). Většina těchto prací (jejichž úplný seznam uvádí Martinek 1980b), mohla sice napovědět, jaký je celkový vývoj škůdce, avšak nemohla přesněji říci, jaké vznikají podíly jednotlivých frakcí populace s různě dlouhým vývojem a za jakých podmínek.

Pouze práce autora založené na pozorování vývoje eonymf ploskohřbetek přesně známého stáří chovaných v přirozených podmínkách porostů přinesly v tomto směru další nové poznatky. Nicméně však vzhledem k použité metodice (Martinek 1961) bylo nutno sledování pokusných vzorků housenic vždy předčasně (tj. již po dvou letech pozorování) ukončit a nebylo současně možno tyto pokusy zakládat s relativně omezeným (optimálním) počtem housenic, aby byly vyloučeny případné nenormální hromadné ztráty vznikající z nedostatku prostoru při přeléhání eonymf (Martinek 1970, 1980a, b). Tím nebylo možno ani přesněji stanovit, jaké průměrné procento přeléhajících housenic škůdce má vývoj jednoletý a delší a za jakých podmínek, zejména s přihlédnutím k nadmořské výšce sledovaných lokalit. Naše poslední práce (Martinek 1980a, b) tedy představují i poslední stav vědomostí o příčinách a zákonitostech rozpadu populace ploskohřbetek rodu *Cephalcia* na subpopulace s různou dobou vývoje.

Umístění pokusných ploch. Svá pozorování jsme od roku 1976 soustředili na pět lokalitách, kde došlo k silnému žíru ploskohřbetky smrkové a kde jsme mohli očekávat gradaci přemnožení škůdce po více let. Podle nadmořské výšky lze tyto lokality seřadit takto: Strakov u Litomyšle (580 m n. m.), poleší Lesního závodu Lanškroun; Rotava u Kraslic (610 m n. m.), poleší LZ Kraslice; Staré Město pod Landštejnem (660 m n. m.), poleší LZ Český Rudolec; Rožnov (700 m n. m.), poleší LZ Rožnov p. Radhoštěm; Horní Černá Studnice u Jablonce n. Nisou (840 m n. m.), poleší LZ Nisa v Liberci. Na těchto lokalitách jsme ve vhodných smrkových porostech (v centru areálu přemnožení škůdce) vytyčili pět pokusných ploch. Blíže charakteristiku těchto vybraných porostů (a jejich okolí) uvádíme v tabulce I.

Pokusné plochy vesměs reprezentovaly typické oblasti, kde docházelo k přemnožení ploskohřbetky v různých obdobích často i v minulosti. Plochy se ovšem liší nadmořskou výškou, a tím i mezoklimatickými poměry. Na pokusné ploše Strakov jsme početnější materiál housenic škůdce k založení pokusů získali v letech 1976, 1978, 1979 a 1981, na ploše Rožnov v letech 1976, 1978 a 1979, na ploše Horní Černá Studnice pak v letech 1976, 1979 a 1981. Na ostatních lokalitách jsme vhodný pokusný materiál housenic získali jen v některých letech (na pokusné ploše Staré Město v letech 1976 a 1979 a Rotava jen v roce 1979). V ostatních letech pozorování nebyl opad housenic dostatečný a pokusy jsme proto nemohli zakládat v potřebném rozsahu.

Meteorologické údaje. Na pokusných plochách (s výjimkou lokality Rotava) jsme měřili termograficky teplotu vzduchu jednotně od 1. června do konce září. Meteorologická stanička byla ve všech případech umístěna 0,5 až 1 m nad povrchem půdy, takže získané údaje odpovídají přízemnímu patru porostu. Data o srážkách jsme získali z blízkých meteorologických stanic (Frenštát p. Radh., Nová Bystřice, Mikuleč u Svitav a Smržovka u Jablonce n. Nisou).

Z denního průběhu teplot na pásce jsme obvyklým způsobem vypočetli průměrnou denní teplotu a průměrnou teplotu v pětidenních intervalech jednotlivých měsíců. Z pětidenních teplot a pětidenních srážek jsme obvyklým způsobem (Walter 1955) vypočetli hodnoty hydrotermického kvocientu v pětidenních intervalech jednotlivých měsíců. Podle Waltera (1955) platí, že jestliže v určitém období měsíce (při vyšší teplotě) dosáhne hodnota hydrotermického kvocientu hodnoty 1, značí to, že v daném krátkém období převládlo příznivé, teplé a suché počasí, vhodné pro vývoj hmyzu, které je typické pro oblasti přechodu lesa do lesostepi. Poklesne-li v určitém období měsíce (při vyšší teplotě) hydrotermický kvocient k hodnotě 0,7 a níže, pak v daném období převládlo počasí, jež je již obvyklé pro oblast stepi. Tyto údaje nám tedy mohou poskytnout přesnější představu o střídání pro vývoj škůdce příznivějších a méně příznivých měsíčních období. Průběh pětidenních průměrných teplot a kolísání pětidenních hydrotermických kvocientů v letech pozorování v oblasti pokusné plochy u Strakova, Starého Města p. Landštejnem, na Horní Černé Studnici a v blízkosti Frenštátu p. Radh. uvádíme v klimogramech na obr. 1—4.

Zařízení k zachycení dorostlých housenic. Opadávající housenice ploskohřbetek jsme zachycovali do opadových nálevků velikosti 1 X 1 X 0,5 m. V ohniscích škůdce jsme umístili vždy pět opadových nálevků pod koruny smrků se silným žírem housenic, a to v období od 15. července do konce září, popř. i déle podle trvání opadu. Housenice propadávaly otvorem v dolní části nálevky do položené krabice naplněné hrabankou. Stěny krabic byly ze silonového pletiva o velikosti ok 1,5 X 1,5 mm, takže byly vzdušné. Než se housenice mohly zavrtat do hrabanky, byly samozřejmě napadány některými parazity. Po několika dnech (zcela výjimečně po 10) byly housenice z krabic i s hrabankou vysypány, vybrány a opatrně vloženy do nové krabice téže konzistence (tj. velikosti 0,2 X 0,2 X 0,12 m) zakopané do půdy.

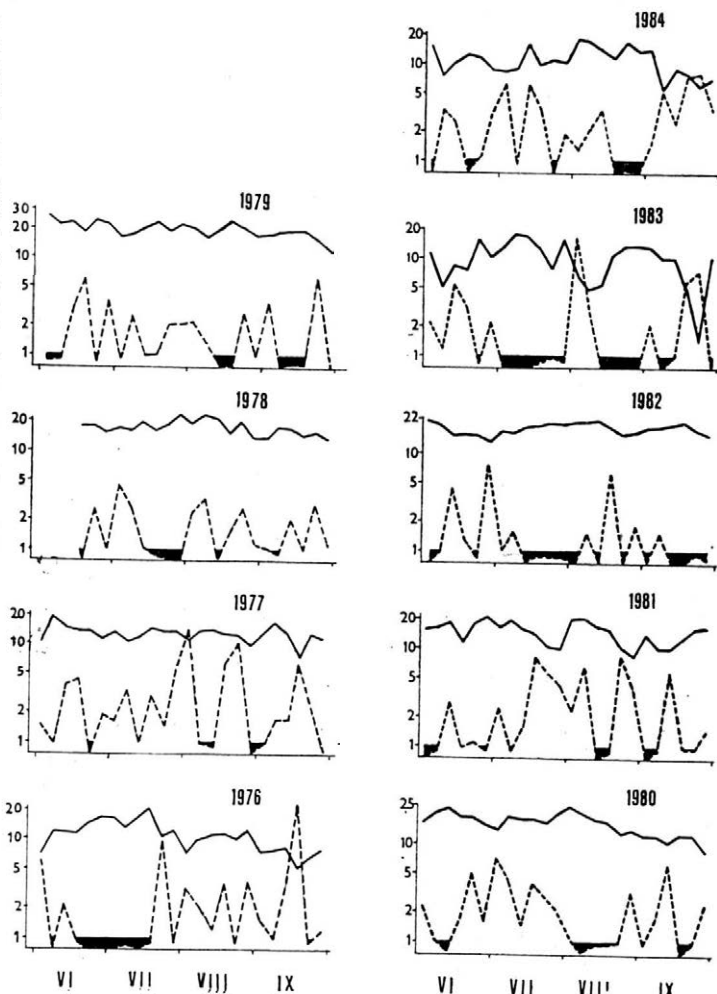
Zařízení k sledování délky doby přeléhání eonymf a líhnutí dospělců. Opadlé dorostlé housenice, zdravé a ještě pohyblivé (tzv. pohyblivé předeonymfální stadium) jsme při každé kontrole uložili (ze všech pět opadových nálevků dohromady) do jediné krabice (viz výše), kterou jsme před vpuštěním eonymf zakopali do půdy do hloubky cca 10 cm tak, aby byl povrch země v krabici ve stejné úrovni s okolní hrabankou. Hlína byla v krabicích upěchována, před tím samozřejmě přebráním zbavena zbytků hostitele nebo zámočků

I. Popis porostů na pokusných plochách v ohniscích přemnožení ploskohřbetky *Cephalcia abietis* L. a blízkých druhů v letech 1976 až 1981. — Description of forest stands on the experimental areas at the foci of gradation of web-spinning sawfly *Cephalcia abietis* L. and related species in the years 1976—1981

Lokalita porost, oddělení	Velikost porostu ha	Nadmoř- ská výška m	Lesní typ	Charakter dnešního porostu	Střední výška porostu	Věk	Za- kmenění	Bonita	Počet stromů na ha	Průměr. roční teplota °C	Roční srážky mm
Strakov 69d	10,5	580	kyselá jedlová bučina metlicová	smrk 100 %	24	96	9	5	650	7,0	850
Rotava 30 a 11	7,7	610	kyselá jedlová bučina metlicová	smrk 80 % borovice 20 %	24	100	9	6	sm 590 bor 90	6,5	900
Staré Město p. Landšt. 335c	12,2	660	chudá smrková bu- čina kyselá mech.	smrk 100 %	22	88	9	5	810	7,0	900
Rožnov p. Radh. 210b ₁	19	700	bohatá jedlová bu- čina mařinková	smrk 100 %	26	85	9	2	564	6,5	950
Horní Černá Studnice 546a	5	840	kyselá smrková bučina třtinová	smrk 100 %	21	125	6	8	300	5,0	1250

Podle údajů lesních hospodářských plánů.

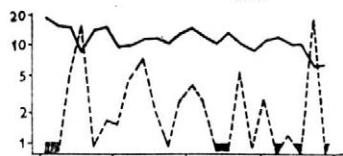
1. Průběh průměrných 5denních teplot a 5denních hydrotermických kvocientů v červnu až září v období 1976 až 1984 v oblasti pokusné plochy Strakov (580 m n. m.). Černě jsou označena období, v nichž převládalo (podle Waltera 1955) velmi suché a teplé počasí. — The average five-day temperatures and 5-day hydrothermic quotients in June–September in the years 1976–1984 on the experimental area Strakov (580 m a. s. l.). The seasons with prevailing (after Walter 1955) drought and warm weather are designated by black color



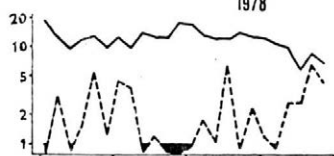
jeho cizopasníků. Housenice byly opatrně položeny na povrch upéčované hlíny. Vlastní aktivitou se zavrtaly do půdy, kde si vytvořily příslušnou komůrku. Některé již málo pohyblivé jedince již na začátku diapauzy jsme z pokusu odstranili a nahradili dalšími, dosud čile lezoucími jedinci. Do jedné zakopané krabice jsme vložili vždy 50 samčích a 50 samičích eonymf hostitele, jen zcela výjimečně až 130 jedinců. Pohlaví jsme určovali okulárně podle velikosti eonymf. Při vložení 100 jedinců připadalo v pokusné krabici výše uvedené velikosti na jednu housenici cca 40 cm³ hlíny (tj. prostor 3,5 × 3,5 × 3,5 cm). Podle našeho názoru šlo o dostatečně velký prostor pro nerušený vývoj jedinců, tj. bez vyrušování vzájemnou blízkostí. Přes horní povrch krabice jsme poté přetáhli sílonové pletivo o velikosti ok 1,5 × 1,5 mm, tedy dostatečně vzdušné, a upevnili po stranách k okolní půdě hřebíky. Každá taková krabice tedy obsahovala jistý počet odhadem zdravých housenic hostitele, opadlých v určitém, přesně známém období. Housenice ze stejného období opadu jsme ukládali maximálně do pěti krabic, tj. pět sérií chovaných eonymf vzorku ze stejného opadu.

Krabice s uloženými housenicemi byly tedy bez jakéhokoliv narušování vývoje či jiného ovlivňování v porostě zakopány a zde setrvaly po plné tři roky (tj. od července prvního roku do poloviny července čtvrtého roku pozorování). Každým rokem jsme během května až července (vždy po 5–8 dnech) pouze kontrolovali líhnutí dospělců hostitele (i cizopasníků). Krycí pletivo jsme na jedné straně nadzvedli a na něm na spodní straně sedící vyhlédli dospělce odchytali a uložili do

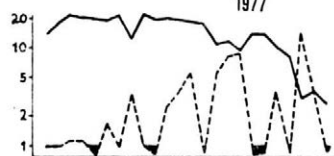
1979



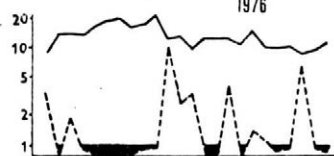
1978



1977



1976



VI VII VIII IX

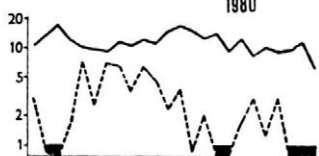
1982



1981



1980



VI VII VIII IX

2. Průběh průměrných 5denních teplot a 5denních hydrotermických kvocientů v červnu až září v období 1976 až 1982 v oblasti pokusné plochy Staré Město pod Landštejnem (660 m n. m.). Černě jsou označena období, v nichž převládalo (podle Waltera 1955) velmi teplé a suché počasí. — The average five-day temperatures and five-day hydrothermic quotients in June—September in the years 1976—1982 on the experimental area Staré Město pod Landštejnem (660 m a. s. l.). The seasons with prevailing (after Walter 1955) drought and warm weather are designated by black color

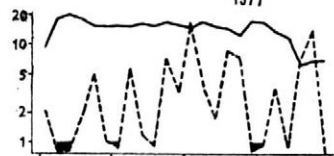
1979



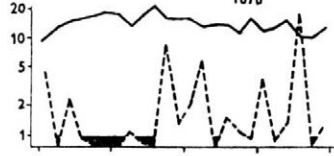
1978



1977



1976

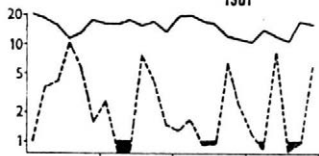


VI VII VIII IX

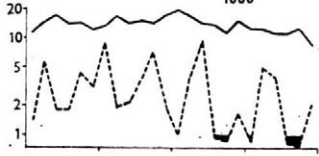
1982



1981



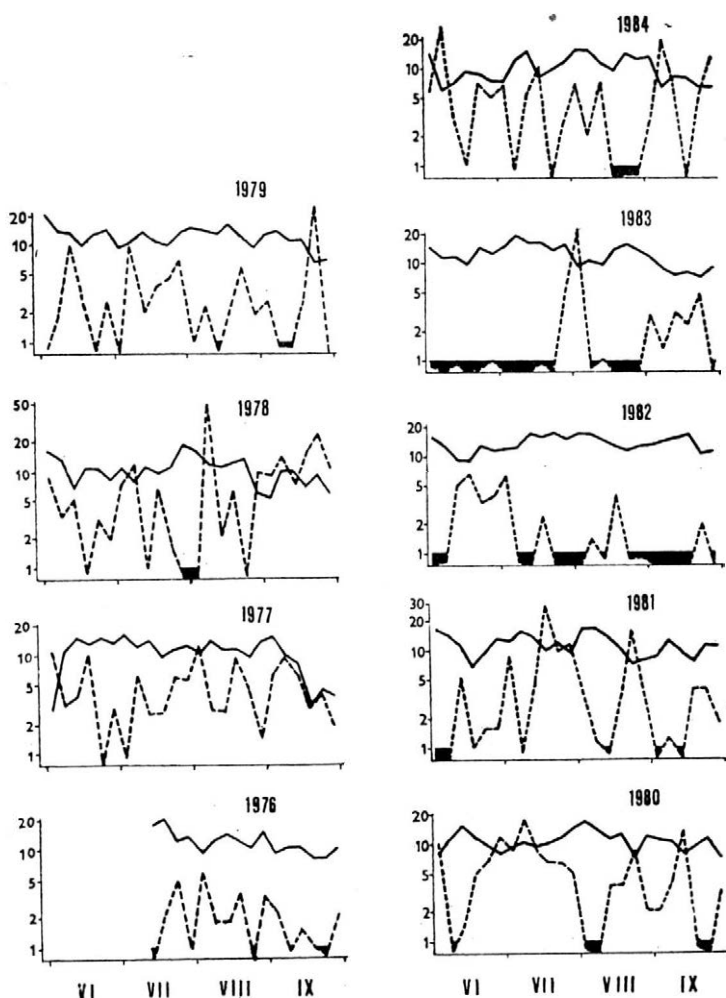
1980



VI VII VIII IX

3. Průběh průměrných 5denních teplot a 5denních hydrotermických kvocientů v červnu až září v období 1976 až 1982 v oblasti pokusné plochy Rožnov pod Radhoštěm (700 m n. m.). Černě jsou označena období, v nichž převládalo (podle Waltera 1955) velmi teplé a suché počasí. — The average five-day temperatures and five-day hydrothermic quotients in June—September in the years 1976—1982 on the experimental area Rožnov pod Radhoštěm (700 m a. s. l.). The seasons with prevailing (after Walter 1955) very warm and dry weather are designated by black color

4. Průběh průměrných 5denních teplot a 5denních hydrotermických kvocientů v červnu až září v období 1976 až 1984 v oblasti pokusné plochy Horní Černá Studnice (840 m n. m.). Černě jsou označena období, v nichž převládalo (podle Waltera 1955) velmi teplé a suché počasí. — The average five-day temperatures and five-day hydrothermic quotients in June–September in the years 1976–1984 on the experimental area Horní Černá Studnice (840 m a. s. l.). The seasons with prevailing (after Walter 1955) very warm and dry weather are designated by black color



zkumavek se 70% alkoholem. Po tříletém uložení pokusných krabic v půdě jsme je vyzvedli a provedli analýzu zbytku populace ploskohřbetky (i cizopasníků), setrvávajících ještě v půdě. Tyto dosud žijící jedince jsme pokládali jednotně za jedince se čtyřletým vývojem.

Poděkování. Autor děkuje za technickou pomoc při často namáhavém sledování pokusů v terénu svým dlouholetým spolupracovníkům, Ivanu Hájkovi a Marii Munserové.

VLASTNÍ SETŘENÍ

Chovem dorostlých housenic přesně známého stáří, při optimální hustotě osazení půdy a přímo v prostředí lesních porostů, kde byl škůdce přemnožen, jsme po třech letech pozorování získali některé nové zajímavé poznatky, které mohou napomoci při stanovení prognózy přemnožení ploskohřbetky v sledovaných oblastech. Příslušná data v dalším textu zpracováváme podle lokalit s přibývajícím nadmořskou výškou, tj. se zdrsňujícím se mezoklimatem.

Postupující podle výše uvedené metodiky, získali jsme během let 1976, 1978, 1979 a 1981 na pěti pokusných plochách na 7141, 499, 7559

II. Data o období opadu housenic ploskohřbetek rodu *Cephalcia* Pz. na sledovaných lokalitách Strakov, Rotava a Staré Město pod Landštejnem v letech 1976 až 1981. — The data on the season of a drop-off of the larvae of web-spinning sawfly, *Cephalcia* Pz. genus, at the localities Strakov, Rotava and Staré Město pod Landštejnem in the years 1976—1981

Označení opadu housenic	Lokalita (nadmořská výška) Rok opadu housenic Období opadu housenic						
	Strakov (580 m n. m.)				Rotava (610 m n. m.)	Staré Město p. Landštejnem (660 m n. m.)	
	1976	1978	1979	1981	1979	1976	1979
<i>a</i>	15.—28. 7.	6. 7.—20. 8.	17.—31. 7.	24.—31. 7.	6. 7.—2. 8.	20.—29. 7.	22. 7.—3. 8.
<i>b</i>	29. 7.—5. 8.	21. 8.—5. 9.	24.—31. 7.	1.—7. 8.	27. 7.—2. 8.	30. 7.—10. 8.	4.—10. 8.
<i>c</i>	6.—12. 8.	6. 9.—28. 10.	1.—8. 8.	8.—14. 8.	3.—10. 8.	11.—15. 8.	11.—17. 8.
<i>d</i>	13.—18. 8.		9.—14. 8.	15.—20. 8.	11.—17. 8.	16.—20. 8.	18.—24. 8.
<i>e</i>	19.—25. 8.		15.—23. 8.	21.—31. 8.	18.—21. 8.	21.—27. 8.	25.—31. 8.
<i>f</i>	26. 8.—1. 9.		24.—29. 8.	1.—8. 9.	22.—31. 8.	28. 8.—3. 9.	1.—7. 9.
<i>g</i>	2.—15. 9.		30. 8.—4. 9.		1.—11. 9.	4.—10. 9.	8.—14. 9.
<i>h</i>						11.—30. 9.	15.—20. 9.
Suma časově odlišných opadů	7	3	7	6	7	8	8

III. Data o období opadu housenic rodu *Cephalcia* Pz. na sledovaných lokalitách Rožnov pod Radhoštěm a Horní Černá Studnice v letech 1976 až 1981. — The data on the season of a drop-off of the hymenopterous larvae, *Cephalcia* Pz. genus, at the localities Rožnov pod Radhoštěm and Horní Černá Studnice in the years 1976—1981

Označení opadu housenic	Lokalita (nadmořská výška) Rok opadu housenic Období opadu housenic					
	Rožnov pod Radhoštěm (700 m n. m.)			Horní Černá Studnice (840 m n. m.)		
	1976	1978	1979	1976	1979	1981
<i>a</i>	15.—27. 7.	11. 8.—5. 9.	17. 7.—1. 8.	17.—30. 7.	14. 7.—17. 8.	15.—29. 7.
<i>b</i>	28. 7.—1. 8.	6.—29. 9.	26. 7.—1. 8.	31. 7.—8. 8.	10.—17. 8.	30. 7.—6. 8.
<i>c</i>	2.—10. 8.	30. 9.—3. 11.	2.—9. 8.	9.—14. 8.	18.—21. 8.	7.—12. 8.
<i>d</i>	11.—17. 8.		10.—15. 8.	15.—22. 8.	22.—31. 8.	13.—19. 8.
<i>e</i>	18.—24. 8.		16.—24. 8.	23.—28. 8.	1.—5. 9.	20.—26. 8.
<i>f</i>	25. 8.—1. 9.		25. 8.—5. 9.	29. 8.—3. 9.	6.—12. 9.	27. 8.—1. 9.
<i>g</i>	2.—14. 9.			4. 9.—6. 10.	13.—19. 9.	2.—8. 9.
<i>h</i>						9.—16. 9.
Suma časově odlišných opadů	7	3	6	7	7	8

a 3065 (úhrnně 18 264) tohoročních dorostlých zdravých housenic ploskohřbetek rodu *Cephalcia*. Z nich se vyvinuvší eonymfy, pokud přeléhaly, setrvaly v pokusných chovech až po tři roky. Sled líhnutí dospělců na jednotlivých pokusných plochách ukazuje, že všude docházelo v daném období pozorování k různě intenzivní diapauze jedinců.

LOKALITA STRAKOV (580 m n. m.)

Opady housenic z roku 1976

Údaje o délce diapauzy eonymf druhů rodu *Cephalcia*, pocházejících z roku 1976, shrnujeme v tabulce IV.

Poměry přeléhání. Z tabulky IV je zřejmé, že na této lokalitě a v daném období pozorování prodělávala část populace škůdce vývoj jednoletý, dvouletý, tříletý i delší. Jednoletý vývoj, tj. se zkrácenou diapauzou eonymf, byl nejpočetnější (cca 15 %) v nejčasnějších opadech housenic, tj. z července 1976 (vzorek a), zatímco v opadech nejpozdějších (např. d) byl tento zkrácený vývoj nejméně početný (průměrně 1,5 %). Z tabulky IV vyplývá, že se v opadech housenic z roku 1976 vyvíjelo až k dospělci bez delší diapauzy, tj. již v následujícím vegetačním období, průměrně 6,7 % všech chovaných eonymf ploskohřbetky.

Líhnutí dospělců s vývojem dvouletým (v roce 1978) mělo naopak tendenci obrácenou, než jsme viděli v případě jedinců univoltinních (v roce 1977). V časněji opadlých a nejpočetnějších vzorcích eonymf škůdce (do 18. srpna 1976) nyní zastoupení jedinců s dvouletým vývojem postupně narůstalo (průměrně od 11 do 22,4 %, v dílčích sériích chovaných eonymf dokonce maximálně od 18 do 30 %). V nejpozdějších opadech byl pak dvouletý vývoj jedinců nejpočetnější (tabulka IV). Průměrně se v dané lokalitě a době vylíhlo po dvou letech vývoje 19,6 % všech chovaných jedinců škůdce.

Tříleté pokolení se v tomto materiálu eonymf ploskohřbetky vyskytlo průměrně u 12,4 % jedinců. Jeho početnější zastoupení bylo opět spíše v pozdějších opadech eonymf. Zatímco se v nejčasnějším opadu housenic (z července 1976) vylíhlo po tříleté diapauze průměrně 14,5 % jedinců (v dílčích sériích chovaných eonymf však maximálně až 26 %), poskytly vzorky housenic, opadlých koncem srpna, průměrně 22,2 % a housenic opadlých ještě později pak až 27,9 % těchto jedinců.

Čtyřletý vývoj se pak v této populaci škůdce vyskytl jen sporadicky. Probíhal pouze, což je zajímavé, u některých jedinců v nejčasnějších opadech housenic (do 12. srpna).

Je tedy zřejmé, že v této populaci škůdce se jednoletý a čtyřletý vývoj uplatňoval početněji v časnějších opadech housenic (z období nejdelšího světelného dne), zatímco vývoj dvouletý a tříletý byl početnější v opadech pozdějších. Jednoletý vývoj mělo sice průměrně 7 % vylíhlých jedinců škůdce, avšak v některých dílčích sériích chovaných eonymf až 24 %.

Ztráty v populaci. Housenice škůdce získané v roce 1976 poskytly během tří let nerušeného vývoje v hrabance lesních porostů dospělce jen z 39 % (tabulka IV). Zbytek, tj. průměrně 61 % úhrnně chované populace, tvořily ztráty působené houbovými a bakteriálními chorobami, predátory, cizopasníky apod. V časnějších a nejpočetnějších

IV. Průběh líhnutí dospělců ploskohřbetek r. *Cephalcia* (bez rozlišení pohlaví) a celkové ztráty ve vzorcích chovaných housenic opadlých v roce 1976 během let 1977 až 1979. Lokality: Strakov (580 m n. m.) a Staré Město pod Landštejnem (660 m n. m.). — The hatching of web-spinning sawfly imagoes, *Cephalcia* genus, (without sex distinguishing) and the total losses in the specimens of kept larvae that dropped off in 1976, during the years 1977—1979. The localities Strakov (580 m a. s. l.) and Staré Město pod Landštejnem (660 m a. s. l.)

Opad housenic v období*	Počet uložených sérií conymf	Počet conymf v pokuse (= 100 %)	Líhnutí dospělců v roce				Vylíhlých a přeléhajících déle**	Ztráty celkem
			1977	1978	1979	déle přeléhající**		
			počet (%)					
Strakov (580 m n. m.)								
a	4	399	60 (15,1)	44 (11,0)	58 (14,5)	2 (0,5)	164 (41,1)	235 (58,9)
b	5	499	49 (9,8)	80 (16,0)	37 (7,4)	1 (0,2)	167 (33,4)	332 (66,6)
c	5	499	16 (3,2)	112 (22,5)	77 (15,4)	3 (0,6)	208 (41,7)	291 (58,3)
d	4	397	6 (1,5)	89 (22,4)	32 (8,1)	—	127 (32,0)	270 (68,0)
e	1	117	—	30 (25,7)	26 (22,2)	—	56 (47,9)	61 (52,1)
f	1	43	—	20 (46,5)	12 (27,9)	—	32 (74,4)	11 (25,6)
g	1	17	1 (5,9)	12 (70,5)	2 (11,8)	—	15 (88,2)	2 (11,8)
Suma	21	1971	132 (6,7)	387 (19,6)	244 (12,4)	6 (0,3)	769 (39,0)	1202 (61,0)
Staré Město pod Landštejnem (660 m n. m.)								
a	1	67	9 (13,5)	1 (1,5)	21 (31,3)	—	31 (46,3)	36 (53,7)
b	5	500	65 (13,0)	22 (4,4)	46 (9,2)	—	133 (26,6)	367 (73,4)
c	5	500	54 (10,8)	22 (4,4)	45 (9,0)	1 (0,2)	122 (24,4)	378 (75,6)
d	5	500	15 (3,0)	24 (4,8)	59 (11,8)	—	98 (19,6)	402 (80,4)
e	5	500	1 (0,2)	35 (7,0)	80 (16,0)	2 (0,4)	118 (23,6)	382 (76,4)
f	2	184	—	7 (3,8)	16 (8,7)	—	23 (12,5)	161 (87,5)
g	1	41	—	3 (7,3)	11 (26,8)	—	14 (34,1)	27 (65,9)
h	1	81	—	8 (9,9)	13 (16,0)	—	21 (25,9)	60 (74,1)
Suma	25	2373	144 (6,1)	122 (5,1)	291 (12,3)	3 (0,1)	560 (23,6)	1813 (76,4)

* — Data jednotlivých opadů housenic viz v tabulce II.

** — Analýza zbytku populace ploskohřbetek v chovných klikách byla provedena v červenci 1979, tj. po 3 letech setrvání v půdě.

V. Průběh líhnutí dospělců ploskohřbetek r. *Cephalcia* (bez rozlišení pohlaví) a celkové ztráty ve vzorcích chovaných housenic, opadlých v roce 1976, během let 1977 až 1979. Lokality: Rožnov pod Radhoštěm (700 m n. m.) a Horní Černá Studnice (840 m n. m.). — The hatching of web-spinning sawfly imagoes, *Cephalcia* genus, (without sex distinguishing) and the total losses in the specimens of kept larvae that dropped off in 1976, during the years 1977—1979. The localities Rožnov pod Radhoštěm (700 m a. s. l.) and Horní Černá Studnice (840 m a. s. l.)

Opad housenic v období*	Počet uložených sérií eonymf	Počet eonymf v pokuse (=100 %)	Líhnutí dospělců v roce				Vylíhlých a přeléhajících déle**	Ztráty celkem
			1977	1978	1979	déle přeléhající**		
			počet (%)					
Rožnov pod Radhoštěm (700 m n. m.)								
a	3	300	30 (10,0)	10 (3,3)	77 (25,7)	16 (5,3)	133 (44,3)	167 (55,7)
b	4	400	73 (18,2)	25 (6,3)	96 (24,0)	8 (2,0)	202 (50,5)	198 (49,5)
c	5	500	113 (22,6)	52 (10,4)	88 (17,6)	9 (1,8)	262 (52,4)	238 (47,6)
d	5	480	24 (5,0)	57 (11,9)	65 (13,5)	4 (0,8)	150 (31,2)	330 (68,8)
e	4	375	10 (2,7)	34 (9,1)	63 (16,8)	47 (12,5)	154 (41,1)	221 (58,9)
f	2	203	—	32 (15,8)	21 (10,3)	20 (9,9)	73 (36,0)	130 (64,0)
g	1	40	—	—	—	—	—	40 (100,0)
Suma	24	2298	250 (10,9)	210 (9,1)	410 (17,9)	104 (4,5)	974 (42,4)	1324 (57,6)
Horní Černá Studnice (840 m n. m.)								
a	1	26	—	4 (15,4)	4 (15,4)	—	8 (30,8)	18 (69,2)
b	1	41	1 (2,4)	11 (26,8)	7 (17,1)	—	19 (46,3)	22 (53,7)
c	1	91	—	30 (33,0)	15 (16,5)	—	45 (49,5)	46 (50,5)
d	1	128	2 (1,6)	46 (35,9)	12 (9,4)	—	60 (46,9)	68 (53,1)
e	1	114	—	38 (33,3)	15 (13,2)	—	53 (46,5)	61 (53,5)
f	1	68	—	23 (33,8)	1 (1,5)	—	24 (35,3)	44 (64,7)
g	1	31	—	11 (35,3)	5 (16,1)	—	16 (51,6)	15 (48,4)
Suma	7	499	3 (0,6)	163 (32,7)	59 (11,8)	—	225 (45,1)	274 (54,9)

* — Data jednotlivých opadů housenic viz v tab. III.

** — Analýza zbytku populace ploskohřbetek v chovných klikkách byla provedena v červenci 1979, tj. po 3 letech setrvání v půdě.

opadech housenic škůdce činily celkové ztráty po tříletém setrvávání v půdě vždy více než 58 %.

Opady housenic z roku 1978

Údaje o přeléhání eonymf druhů rodu *Cephalcia*, získaných v roce 1978, jsou obsaženy v tabulce VI.

Poměry přeléhání. Vzorek *a* nejčasněji opadlých dorostlých housenic škůdce (do 20. srpna) poskytl již v následujícím vegetačním období 29,1 % univoltinních jedinců, tj. se zkrácenou dobou eonymfální diapauzy. Vzorek housenic *b*, opadlých později (do 5. září), poskytl pak 28,5 % univoltinních jedinců. Z materiálu housenic, opadlých ještě později, se pak vylíhlo ještě 17,8 % univoltinních jedinců (tabulka VI). Úhrnná populace v roce 1978 zachycených housenic tedy vykazovala (ovšem při málopočetném základu, což více zvýrazňuje výši procentuálního podílu, průměrně 25,4 % univoltinních jedinců (tabulka VI).

Dvouletý vývoj dospělců pak s pozdější dobou opadu dorostlých housenic opět spíše narůstal, a to od 10,9 do 12,5 % (průměrně byl 11,6 %).

Zastoupení jedinců s tříletým vývojem mělo též spíše narůstající tendenci v pozdějších vzorcích opadů (12,7 až 14,3 %). Čtyřletý vývoj byl pak v tomto chovaném materiálu spíše výjimečný.

Celkem tedy v nepočetném materiálu housenic škůdce z roku 1978 byl jednoletý vývoj dospělců opět výraznější v opadech časnějších, kdežto dvouletý a tříletý typ vývoje byl početnější spíše u jedinců v opadech pozdějších.

Ztráty v populaci. Živí dospělci škůdce se z housenic, opadlých v roce 1978 a setrvávajících po tři roky v hrabance, líhli z 50,3 %, takže ztráty v populaci během diapauzy byly zde průměrně 49,7 % (tabulka VI).

Opady housenic z roku 1979

Data o přeléhání housenic druhů rodu *Cephalcia*, opadlých v této lokalitě v roce 1979, jsou obsažena v tabulce VII.

Poměry přeléhání. Z tabulky je patrné, že i tento materiál housenic škůdce se vyvíjel až k dospělosti během jednoho, dvou, tří i čtyř let. Zastoupení jedinců s jednoletým vývojem bylo opět nejpočetnější v nejčasnějších opadech, kdy ve čtyřech vzorcích z tohoto období nejdelšího světelného dne dosahovalo podílů 18,8 až 21 %, zatímco v opadech housenic z pozdější doby jen podílů 2,7 až 8,5 %.

Líhnutí jedinců s vývojem dvouletým, obdobně jako u opadu z roku 1976, mělo naopak tendenci obrácenou. Zde v časněji opadlých vzorcích housenic kolísal podíl dvouletých jedinců od 4 do 9,8 %, zatímco v pozdějších opadech tyto hodnoty dosahovaly až 32,5 % (ovšem v málopočetném vzorku *g* — tabulka VII). Průměrně se po dvouletém vývoji vylíhlo 9,1 % jedinců z úhrnně chované populace eonymf škůdce.

Tříleté pokolení se v daném materiálu eonymf ploskohřbetek vyskytlo jen u 0,2 % chovaných jedinců. Relativně početnější bylo však jejich zastoupení opět spíše v pozdějších opadech housenic.

Čtyřletý typ vývoje se v daném chovaném materiálu eonymf vyskytl početněji (průměrně 0,6 %), než typ vývoje tříletého. Je překvapující,

VI. Průběh líhnutí dospělců ploskohřbetek r. *Cephalcia* (bez rozlišení pohlaví) a celkové ztráty ve vzorcích chovaných housenic, opadlých v roce 1978, během let 1979 až 1981. Lokalita: Strakov (580 m n. m.) a Rožnov pod Radhoštěm (700 m n. m.). — The hatching of web-spinning sawfly imagoes, *Cephalcia* genus, (without sex distinguishing) and the total losses in the specimens of kept larvae that dropped off in 1978, during the years 1979–1981. The localities Strakov (580 m a. s. l.) and Rožnov pod Radhoštěm (700 m a. s. l.)

Opad housenic v období*	Počet uložených sérií eonymf	Počet eonymf v pokuse (= 100 %)	Líhnutí dospělců v roce				Vylíhlých a přeléhajících déle**	Ztráty celkem
			1979	1980	1981	déle přeléhající**		
			počet (%)					
Strakov (580 m n. m.)								
a	1	55	16 (29,1)	6 (10,9)	7 (12,7)	—	29 (52,7)	26 (47,3)
b	1	70	20 (28,5)	8 (11,4)	7 (10,0)	1 (1,4)	36 (51,3)	34 (48,7)
c	1	56	10 (17,8)	7 (12,5)	8 (14,3)	1 (1,8)	26 (46,4)	30 (53,6)
Suma	3	181	46 (25,4)	21 (11,6)	22 (12,2)	2 (1,1)	91 (50,3)	90 (49,7)
Rožnov pod Radhoštěm (700 m n. m.)								
a	2	183	2 (1,1)	25 (13,7)	2 (1,1)	6 (3,2)	35 (19,1)	148 (80,9)
b	1	110	—	21 (19,1)	1 (0,9)	1 (0,9)	23 (20,9)	87 (79,1)
c	1	25	1 (4,0)	3 (12,0)	1 (4,0)	—	5 (20,0)	20 (80,0)
Suma	4	318	3 (0,9)	49 (15,4)	4 (1,2)	7 (2,3)	63 (19,8)	255 (80,2)

* — Data jednotlivých opadů housenic viz v tab. II a III.

** — Analýza zbytku populace ploskohřbetek v chovných klikách byla provedena v srpnu 1981, tj. po třech letech setrvání v půdě.

že se více těchto jedinců opět vylíhlo z nejčasněji opadlých housenic (1,7 % až 4 %), tedy obdobně jako v případě opadů z roku 1976.

Vidíme tedy, že i v tomto pokuse se jednoletý a čtyřletý vývoj dospělců vyskytoval početněji v časnějších opadech housenic (z období delšího světelného dne), zatímco vývoj dvouletý byl početnější u jedinců v opadech pozdějších. Tříletý vývoj se v tomto materiálu eonymf vyskytl zcela sporadicky (čtyři exempláře), takže jej nelze blíže hodnotit. Jednoletý vývoj mělo průměrně 15 % všech housenic, avšak v jednotlivých dílčích sériích chovaných eonymf až 26 %.

Ztráty v populaci. V roce 1979 zachycené opadávající housenice ploskohřbetek rodu *Cephalcia* poskytly po třech letech přeléhání v půdě dospělce jen z 24,9 %. Značí to, že zbytek chované populace

VII. Průběh líhnutí dospělců ploskohřbetek r. *Cephalcia* (bez rozlišení pohlaví) a celkové ztráty ve vzorcích chovaných housenic, opadlých v roce 1979, během let 1980 až 1982. Lokality: Strakov (580 m n. m.) a Rotava (610 m n. m.). — The hatching of web-spinning sawfly imagoes, *Cephalcia* genus, (without sex distinguishing) and the total losses in the specimens of kept larvae that dropped off in 1979, during the years 1980—1982. The localities Strakov (580 m a. s. l.) and Rotava (610 m a. s. l.)

Opad housenic v období*	Počet uložených sérií conymf	Počet conymf v pokuse (= 100 %)	Líhnutí dospělců v roce				Vylíhlých a přeléhajících déle**	Ztráty celkem
			1980	1981	1982	déle přeléhající**		
			počet (%)					
Strakov (580 m n. m.)								
a	1	100	19 (19,0)	4 (4,0)	—	4 (4,0)	27 (27,0)	73 (73,0)
b	3	300	63 (21,0)	24 (8,0)	1 (0,3)	5 (1,7)	93 (31,0)	207 (69,0)
c	4	400	75 (18,8)	21 (5,2)	1 (0,2)	—	97 (24,2)	303 (75,8)
d	4	400	75 (18,8)	39 (9,8)	1 (0,2)	1 (0,2)	116 (29,0)	284 (71,0)
e	3	295	25 (8,5)	33 (11,2)	—	1 (0,3)	59 (20,0)	236 (80,0)
f	3	222	6 (2,7)	26 (11,7)	1 (0,5)	—	33 (14,9)	189 (85,1)
g	1	40	—	13 (32,5)	—	—	13 (32,5)	27 (67,5)
Suma	19	1757	263 (15,0)	160 (9,1)	4 (0,2)	11 (0,6)	438 (24,9)	1319 (75,1)
Rotava (610 m n. m.)								
a	1	101	19 (18,8)	15 (14,9)	3 (3,0)	9 (8,9)	46 (45,6)	55 (54,4)
b	1	100	24 (24,0)	10 (10,0)	4 (4,0)	3 (3,0)	41 (41,0)	59 (59,0)
c	4	400	47 (11,8)	22 (5,5)	5 (1,2)	18 (4,5)	92 (23,0)	308 (77,0)
d	2	197	15 (7,6)	29 (14,7)	1 (0,5)	9 (4,6)	54 (27,4)	143 (72,6)
e	1	119	1 (0,8)	15 (12,6)	—	1 (0,8)	17 (14,2)	102 (85,8)
f	1	124	—	15 (12,1)	—	3 (2,4)	18 (14,5)	106 (85,5)
g	1	17	—	7 (41,2)	—	1 (5,9)	8 (47,1)	9 (52,9)
Suma	11	1058	106 (10,0)	113 (10,7)	13 (1,2)	44 (4,2)	276 (26,1)	782 (73,9)

* — Data jednotlivých opadů housenic viz v tab. II.

** — Analýza zbytku populace ploskohřbetek v chovných klíčcích byla provedena v srpnu 1982, tj. po třech letech setrvání v púdě.

VIII. Průběh líhnutí dospělců r. *Cephalcia* (bez rozlišení pohlaví) a celkové ztráty ve vzorcích chovaných housenic, opadlých v roce 1979, během let 1980—1982. Lokalita: Staré Město pod Landštejnem (660 m n. m.). — The hatching of web-spinning sawfly imagoes, *Cephalcia* genus, (without sex distinguishing) and the total losses in the specimens of kept larvae that dropped off in 1979, during the years 1980—1982. The locality Staré Město pod Landštejnem (660 m a. s. l.)

Opad housenic v období*	Počet uložených sérií eonymf	Počet eonymf v pokuse (= 100 %)	Líhnutí dospělců v roce				Vylíhlých a přeléhajících déle**	Ztráty celkem
			1980	1981	1982	déle přeléhající**		
			počet (%)					
<i>a</i>	1	26	4 (15,4)	2 (7,7)	—	2 (7,7)	8 (30,8)	18 (69,2)
<i>b</i>	5	493	42 (8,5)	53 (10,8)	—	2 (0,4)	97 (19,7)	396 (80,3)
<i>c</i>	4	399	28 (7,0)	60 (15,0)	1 (0,25)	1 (0,25)	90 (22,5)	309 (77,5)
<i>d</i>	4	382	11 (2,9)	93 (24,3)	—	—	104 (27,2)	278 (72,8)
<i>e</i>	4	385	2 (0,5)	83 (21,6)	1 (0,2)	—	86 (22,3)	299 (77,7)
<i>f</i>	4	400	2 (0,5)	118 (29,5)	—	—	120 (30,0)	280 (70,0)
<i>g</i>	1	123	—	29 (23,6)	—	—	29 (23,6)	94 (76,4)
<i>h</i>	1	52	—	26 (50,0)	1 (1,9)	—	27 (51,9)	25 (48,1)
Suma	24	2260	89 (4,0)	464 (20,5)	3 (0,1)	5 (0,2)	561 (24,8)	1699 (75,2)

* — Data jednotlivých opadů housenic viz v tab. II.

** — Analýza zbytku populace ploskohřbetek byla provedena v srpnu 1982, tj. po třech letech setrvání v půdě.

(cca 75 %) byl během vývoje zničen různými biotickými (i abiotickými) činiteli, bakteriálními chorobami, půdními predátory, cizopasníky apod. Ve vzorcích časněji opadlých housenic škůdce dosahovaly ztráty v populaci po třech letech setrvání v půdě cca 70—75 %, u později opadlých housenic pak cca 80—85 % (tabulka VII).

Opady housenic z roku 1981

Data o zastoupení různě dlouho diapauzujících subpopulací druhů rodu *Cephalcia* v této lokalitě, pocházejících z roku 1981, jsme sestavili do tabulky X.

Poměry přeléhání. Je patrné, že se také housenice škůdce, čerstvě opadlé z korun v roce 1981, vyvíjely během let až k dospělcům v nesterilné době jednoho až čtyř let. Jednoletý vývoj byl opět početnější v nejčasnějších opadech (do 14. srpna), a to 0,5—0,8 %, v pozdějších opadech pak jen 0,3 % (jeden jedinec). V tomto případě se tedy během jediného roku vyvinulo jen šest jedinců (0,4 %). Nutno poznamenat,

IX. Průběh líhnutí dospělců ploskohřbetek r. *Cephalcia* (bez rozlišení pohlaví) a celkové ztráty ve vzorcích chovaných housenic, opadlých v roce 1979, během let 1980 až 1982. Lokality: Rožnov pod Radhoštěm (700 m n. m.) a Horní Černá Studnice (840 m n. m.). — The hatching of web-spinning sawfly imagoes, *Cephalcia* genus, (without sex distinguishing) and the total losses in the specimens of kept larvae that dropped off in 1979, during the years 1980—1982. The localities Rožnov pod Radhoštěm (700 m a. s. l.) and Horní Černá Studnice (840 m a. s. l.)

Opad housenic v období*	Počet uložených sérií eonymf	Počet eonymf v pokuse (= 100 %)	Líhnutí dospělců v roce				Vylíhlých a přeléhajících déle**	Ztráty celkem
			1980	1981	1982	déle přeléhající**		
			počet (%)					
Rožnov pod Radhoštěm (700 m n. m.)								
a	1	100	16 (16,0)	3 (3,0)	1 (1,0)	5 (5,0)	25 (25,0)	75 (75,0)
b	1	130	43 (33,1)	5 (3,8)	—	7 (5,4)	55 (42,3)	75 (57,7)
c	4	400	65 (16,2)	25 (6,2)	—	29 (7,3)	119 (29,7)	281 (70,3)
d	4	400	38 (9,5)	44 (11,0)	3 (0,7)	15 (3,8)	100 (25,0)	300 (75,0)
e	4	400	12 (3,0)	45 (11,3)	—	—	57 (14,3)	343 (85,7)
f	1	41	—	3 (7,3)	—	—	3 (7,3)	38 (92,7)
Suma	15	1471	174 (11,8)	125 (8,5)	4 (0,3)	56 (3,8)	359 (24,4)	1112 (75,6)
Horní Černá Studnice (840 m n. m.)								
a	1	100	17 (17,0)	22 (22,0)	2 (2,0)	1 (1,0)	42 (42,0)	58 (58,0)
b	2	199	39 (19,6)	28 (14,1)	2 (1,0)	2 (1,0)	71 (35,7)	128 (64,3)
c	3	299	10 (3,4)	105 (35,1)	4 (1,3)	—	119 (39,8)	180 (60,2)
d	1	100	—	39 (39,0)	1 (1,0)	—	40 (40,0)	60 (60,0)
e	2	210	—	52 (24,8)	2 (0,9)	1 (0,5)	55 (26,2)	155 (73,8)
f	1	71	1 (1,4)	33 (46,5)	2 (2,8)	—	36 (50,7)	35 (49,3)
g	1	34	—	11 (32,4)	—	—	11 (32,4)	23 (67,6)
Suma	11	1013	67 (6,6)	290 (28,6)	13 (1,3)	4 (0,4)	374 (36,9)	639 (63,1)

* — Data jednotlivých opadů housenic viz v tab. III.

** — Analýza zbytku populace ploskohřbetek v chovných klikkách byla provedena v srpnu 1982, tj. po třech letech setrvání v půdě.

že jsme uložení eonymf k zimování v půdě provedli naprosto stejnou metodou jako v letech předcházejících. Nešlo tedy o chybu v metodice pokusu.

Dvouletý vývoj jedinců byl pak v daném materiálu zastoupen početněji než vývoj jednoletý. V nejpočetnějších opadech se během dvou let vyvinulo až k dospělci 1—2,8 % chovaných jedinců, zatímco v pozdějších opadech (po 14. srpnu) bylo toto množství vyšší (4,2 %). Třiletý vývoj byl pak v tomto pokuse téměř zanedbatelný.

Čtyřletý vývoj jedinců byl v daném období pozorování zřejmě početnější než vývoj třiletý i jednoletý. Zatímco jsme v nejčasnějších chovech eonymf zjistili jen 0,2—0,8 % jedinců s touto dobou vývoje, v opadech pozdějších (po 14. srpnu) tito jedinci obnášeli 1,2 až 1,9 % z počtu chovaných eonymf (tabulka X).

Můžeme se domnívat, že populace chovaných housenic, opadlých v roce 1981, trpěla na této lokalitě v daném období pozorování (1982 až 1983) abnormálním suchem a zvýšenou činností predátorů, takže se nakonec vylíhlo jako živí dospělci jen 51 exemplářů ploskohřbetek rodu *Cephalcia* (3,6 %). Měla však i v tomto pro vývoj abnormálním období ontogenetický vývoj opět jednoletý až čtyřletý. Relativně nejpočetnější byl nyní vývoj dvouletý až čtyřletý, přičemž jednoletý vývoj jedinců byl opět početnější v časnějších opadech housenic.

Ztráty v populaci. V roce 1981 získaný materiál opadlých housenic škůdce tedy přeléhal během let 1982—1983 v častých obdobích výrazného a dlouhodobého sucha (obr. 1). Nedostatek půdní vlhkosti jistě podstatně přispěl k hynutí eonymf. K tomu, jak jsme pozorovali, se v tomto období vyskytlo v dané oblasti přemnožení některých cizopasníků škůdce, např. kuklice *Myxexoristops abietis* Hert. a jiných biotických redukčních činitelů (Martinek 1985). Máme proto zato, že v důsledku součinnosti abnormálního sucha s těmito činiteli se nakonec mohlo vylíhnout z úhrnného množství chovaných eonymf škůdce všeho všudy jen 3,6 % dospělců ploskohřbetek. Zbytek (96,4 %) činí tedy ztráty během přeléhání eonymf.

LOKALITA ROTAVA (610 m n. m.)

Opady housenic z roku 1979

Údaje o přeléhání housenic druhů rodu *Cephalcia*, jež jsme v této krušnohorské lokalitě získali při opadu z korun v roce 1979, jsme seřadili do tabulky VII.

Poměry přeléhání. Tabulka VII ukazuje, že také na této lokalitě (v dosahu již výraznějšího oceánského klimatu) se eonymfy škůdce vyvíjely až k dospělci během jednoho až čtyř let. Jednoletý vývoj jedinců zde byl průměrně 10 %, ale v dílčích sériích chovaných eonymf ve vzorcích s časnějšími opady dosahoval hodnoty i 24 %. Jinak tabulka VII zřetelně dokumentuje, že zastoupení jedinců univoltinní subpopulace klesalo s pozdějšími opady eonymf škůdce.

Dvouletý vývoj dospělců byl v daném období pozorování průměrně 10,7 %, přičemž se tito jedinci líhli početněji (14,7 %) z opadů pozdějších (po 15. srpnu).

Třiletý vývoj mělo v daném chovaném materiálu eonymf průměrně jen 1,2 % jedinců. V tomto případě, jak je patrné z tabulky VII, početnější podíly těchto jedinců vykázaly opady časnější.

X. Průběh líhnutí dospělců ploskohřbetek r. *Cephalcia* (bez rozlišení pohlaví) a celkové ztráty ve vzorcích chovaných housenic, opadlých v roce 1981, během let 1982 až 1984. Lokalita: Strakov (580 m n. m.) a Horní Černá Studnice (840 m n. m.). — The hatching of web-spinning sawfly imagoes, *Cephalcia* genus, (without sex distinguishing) and the total losses in the specimens of kept larvae that dropped off in 1981, during the years 1982—1984. The localities Strakov (580 m a. s. l.) and Horní Černá Studnice (840 m a. s. l.)

Opad housenic v období*	Počet uložených sérií eonymf	Počet eonymf v pokuse (= 100 %)	Líhnutí dospělců v roce				Vylíhlých a přeléhajících déle**	Ztráty celkem
			1982	1983	1984	déle přeléhající**		
			počet (%)					
Strakov (580 m n. m.)								
a	1	80	—	—	—	—	—	80
b	4	396	2 (0,5)	4 (1,0)	—	3 (0,8)	9 (2,3)	387 (97,7)
c	4	400	3 (0,8)	11 (2,8)	1 (0,2)	1 (0,2)	16 (4,0)	384 (96,0)
d	4	400	1 (0,3)	17 (4,2)	1 (0,3)	5 (1,2)	24 (6,0)	376 (94,0)
e	1	105	—	—	—	2 (1,9)	2 (1,9)	103 (98,1)
f	1	39	—	—	—	—	—	39 (100,0)
Suma	15	1420	6 (0,4)	32 (2,25)	2 (0,15)	11 (0,8)	51 (3,6)	1369 (96,4)
Horní Černá Studnice (840 m n. m.)								
a	1	21	13 (61,9)	—	—	—	13 (61,9)	8 (38,1)
b	3	300	118 (39,3)	7 (2,3)	—	1 (0,3)	126 (41,9)	174 (58,1)
c	4	400	68 (17,0)	36 (9,0)	—	10 (2,5)	114 (28,5)	286 (71,5)
d	4	400	6 (1,5)	75 (18,7)	—	13 (3,3)	94 (23,5)	306 (76,5)
e	2	204	1 (0,5)	70 (34,3)	—	17 (8,3)	88 (43,1)	116 (56,9)
f	2	220	1 (0,5)	87 (39,5)	—	3 (1,4)	91 (41,4)	129 (58,6)
g	1	77	—	25 (32,5)	—	5 (6,5)	30 (39,0)	47 (61,0)
h	1	23	—	6 (26,1)	—	2 (8,7)	8 (34,8)	15 (65,2)
Suma	18	1645	207 (12,6)	306 (18,6)	—	51 (3,1)	564 (34,3)	1081 (65,7)

* — Data jednotlivých opadů housenic viz v tab. II a III.

** — Analýza zbytku populace ploskohřbetek v chovných klikkách byla provedena v srpnu 1984, tj. po třech letech setrvání v půdě.

Čtyřletý vývoj se pak v tomto chovaném materiálu eonymf vyskytl relativně početněji, a to průměrně 4,2 %, přičemž četněji přicházel opět u časněji opadlých eonymf škůdce (4,5—8,9 %).

I v tomto pokuse se tedy ukazuje, že jednoletý a čtyřletý vývoj jedinců se početněji vyskytoval v časnějších opadech housenic (z období nejdelšího světelného dne), zatímco vývoj dvouletý byl početnější v pozdějších opadech housenic. Tříletý vývoj jedinců byl v tomto materiálu sice relativně málo početný (13 jedinců), nicméně se tito nyní líhli zřejmě více ze vzorků housenic opadlých časněji. Jednoletý vývoj mělo v této oblasti Krušných hor průměrně 10 % chované populace ploskohřbetek.

Ztráty v populaci. V roce 1979 získaný materiál housenic škůdce poskytl po třech letech přeléhání v půdě dospělce jen průměrně z 26,1 %. Zbytek (průměrně cca 74 %) tvoří tedy ztráty během přeléhání (tabulka VII). Větší ztráty, jak se zdá, byly u housenic opadlých později, tj. ke konci léta.

LOKALITA STARÉ MĚSTO POD LANDŠTEJNEM (660 m n. m.)

Opady housenic z roku 1976

Data o délce přeléhání housenic druhů rodu *Cephalcia*, jež jsme v této jihočeské lokalitě získali při opadu z korun v roce 1976, jsou shrnuty do tabulky IV.

Poměry přeléhání. I v této relativně ještě nízko položené lokalitě měla populace ploskohřbetek rodu *Cephalcia*, zachycená v roce 1976, vývoj částečně jednoletý a částečně dvouletý, tříletý a delší. Tabulka IV ukazuje, že zde jednoletá frakce populace byla opět zastoupena nejpočetněji v nejčasnějších opadech housenic ($a - b$), tj. z července a počátku srpna (z období s nejdelšími světelnými dny). V tomto časně opadlém materiálu se vyvíjelo univoltinně až 13,5 % jedinců ploskohřbetek, i když se v dílčích sériích chovaných eonymf (např. ve vzorku b) vyskytl tento podíl dokonce až 22 %. V opadech pozdějších, např. e (z konce srpna) se vylíhl již jen jediný exemplář s univoltinním vývojem (0,2 %).

Dvouletý vývoj dospělců, obdobně jako na lokalitě u Strakova, se naopak vyskytl v nejčasněji opadlém vzorku housenic pouze u 1,5 % chovaných jedinců. V pozdějších opadech měly podíly jedinců s dvouletým vývojem stoupající tendenci.

Tříletý vývoj dospělců byl v této populaci škůdce nejpočetnější (12,3 %). Tabulka IV ukazuje, že s výjimkou vzorku a (kde bylo přes 30 % jedinců s vývojem tříletým), měl trend tohoto typu vývoje opět stoupající tendenci s pozdějšími opady housenic (od cca 9 do cca 27 %).

Čtyřletý vývoj jedinců byl pak na této lokalitě patrný, obdobně jako v lokalitě u Strakova, pouze v nejčasnějších opadech housenic ($c - e$).

Ukázalo se tedy, že se také v této ještě poměrně nízko položené lokalitě populace škůdce štěpí na frakci jednoletou až čtyřletou. Nejpočetnější však v tomto období pozorování byla subpopulace tříletá (průměrně 12,3 %). Méně početný byl vývoj jednoletý (průměrně 6,1 %) a vývoj dvouletý (průměrně 5,1 % jedinců). Populace čtyřletá byla početně zanedbatelná (0,1 %). Jednoletý a čtyřletý vývoj byl však, obdobně

jako v předcházejících lokalitách, relativně početnější v nejčasněji opadlých vzorcích housenic. Vývoj dvouletý a tříletý byl pak početnější spíše v opadech pozdějších.

Ztráty v populaci. Tabulka IV dokumentuje, že i v této jihočeské lokalitě docházelo během tříletého setrvání populace v půdě k pronikavým ztrátám (průměrně 76,4 %), tzn. tři čtvrtiny původního počtu eonymů byly zničeny dravci, bakteriemi, houbami apod.

Opady housenic z roku 1979

Údaje o přeléhání housenic druhů rodu *Cephalcia*, opadlých z kornů v roce 1979, shrnujeme v tabulce VIII.

Poměry přeléhání. Tabulka ukazuje, že se také tato populace chovaných housenic škůdce rozpadala na frakce s různě dlouhou dobou vývoje až k dospělcům. Jednoletý vývoj se vyskytl nejpočetněji, obdobně jako v předcházejících lokalitách, ve vzorcích housenic opadlých nejčasněji. Celkově chovaný materiál poskytl průměrně 4 % univoltinních jedinců, v dílčích sériích chovaných eonymů však až 18 %.

Dvouletý vývoj mělo pak průměrně 20,5 % všech chovaných jedinců škůdce. Zastoupení dvouletých dospělců v jednotlivých, časově následujících opadech eonymů, obdobně jako na předcházejících lokalitách, opět stoupalo, a to od 7,7 do 50 % (tabulka VIII).

Tříletý vývoj jedinců byl v materiálu eonymů škůdce z tohoto období pozorování zanedbatelný, takže se maximum jejich líhnutí nedá blíže určit. Čtyřletý vývoj jedinců byl pak v daném materiálu rovněž zanedbatelný. Při konečné analýze přežívající populace jsme zjistili jen pět žijících jedinců (tabulka VIII). Vyskytovali se vesměs v časných opadech housenic, obdobně jako jsme viděli např. v případě lokality Strakov.

Ztráty v populaci. Jak ukazuje tabulka VIII, dosahovaly i v tomto případě průměrné ztráty mezi přeléhajícími eonymy škůdce po třech letech jejich setrvání v půdě 75,2 %. Můžeme je přičíst na vrub činnosti půdních predátorů, cizopasníků, houbových onemocnění apod. Jen tedy 1/4 původního počtu uložených eonymů škůdce se vylíhla jako dospělci některého druhu ploskohřbetek rodu *Cephalcia*.

LOKALITA ROŽNOV POD RADHOŠTĚM (700 m n. m.)

Opady housenic z roku 1976

Údaje o délce přeléhání housenic druhů rodu *Cephalcia*, které jsme zachytili na konci jejich vývoje v této severomoravské lokalitě v roce 1976, jsou shrnuty v tabulce V.

Poměry přeléhání. V daném období pozorování měla zde část populace škůdce rovněž vývoj jednoletý až čtyřletý. Obdobně jako na předcházejících lokalitách se univoltinní vývoj vyskytl početněji ve vzorcích s nejčasněji opadlými housenicemi (ze druhé poloviny července a první poloviny srpna), a to v hodnotě průměrně 18 %. V některých dílčích sériích chovaných housenic dosáhla však tato část jednoletých jedinců hodnot až 37 %. V pozdějších opadech housenic byl podíl jedinců se zkráceným ontogenetickým vývojem již jen nízký.

Dvouletá frakce populace, i když byla při výsledném líhnutí jedinců zastoupena celkově méně početně (průměrně 9,1 %), měla opět

jasně stoupající tendenci v pozdějších opadech housenic (tabulka V).

Nejpočetněji se v daném období pozorování vytvářela frakce populace s vývojem tříletým (10,3 až 25,7 %).

Čtyřleté pokolení se v daném období vytvářelo na dané pokusné ploše mnohem početněji než v ostatních níže položených lokalitách. Z tabulky je zřejmé, že vyšší procento se čtyřletým vývojem bylo nyní zastoupeno ve vzorcích housenic opadlých více v podzimním období. Během čtyř let se zde vyvíjelo 4,5 % populace škůdce.

Vidíme tedy, že v této již středohorské lokalitě podléhající ovšem ještě vlivu působení okolní teplé severomoravské nížiny se populace ploskohřbetek rodu *Cephalcia* štěpila na frakce ještě výrazněji než na lokalitách předcházejících, níže položených. Jednoletý vývoj zde mělo průměrně cca 11 % jedinců a tříletý vývoj pak cca 18 % jedinců. Oba tyto typy vývoje byly početnější ve vzorcích s časnějšími opady housenic, tj. z období delších světelných dnů (do cca 10. srpna). Během dvou let pak skončilo svůj vývoj cca 9 % populace škůdce a během čtyř let pak 4,5 %. Oba tyto typy vývoje byly početnější spíše ve vzorcích s pozdějšími opady housenic.

Ztráty v populaci. Chovaný materiál eonymů škůdce poskytl po třech letech trvání pokusu dospělce ploskohřbetek jen zčásti, a to ze 42,4 % (tabulka V). Zbytek činí ztráty způsobené predátory, cizopasníky, houbami apod. Tyto ztráty kolísaly v tomto případě mezi cca 48 až 100 %, průměrně byly cca 58 %.

Opady housenic z roku 1978

Data o diapauze housenic ploskohřbetek, které jsme v nevelkém počtu zachytili při opadu z korun v roce 1978, shrnujeme do tabulky VI.

Poměry přeléhání. Tabulka VI ukazuje, že se také tato populace housenic škůdce rozpadla na frakce s různě dlouhou dobou vývoje až k dospělcům. I když jsme nyní mohli pozorovat jen 318 čerstvě zachycených jedinců, přece rozpad této populace na frakce probíhal více méně obdobně jako v předcházejících případech a jiných časových obdobích.

Jednoletý vývoj (tři dospělci) se vyskytl průměrně u 0,9 % jedinců, při čemž dva se vylíhli z eonymů opadlých během srpna. Nutno zde ovšem upozornit na skutečnost, že opady housenic škůdce z korun v této oblasti započaly v roce 1978 probíhat relativně značně pozdě (tabulka III).

Dvouletý vývoj byl tentokrát zastoupen nejpočetněji, a to průměrně 15,4 %. Pokud můžeme soudit, vzhledem k nepočtenému základu, byl dvouletý vývoj početnější spíše v později opadlých vzorcích housenic.

Tříletý vývoj měli nyní jen čtyři jedinci (1,2 %) a čtyřletý vývoj sedm jedinců (2,3 %). Většina z nich se líhla opět ze vzorků s nejčasněji opadlými housenicemi škůdce, tj. během července (tabulka VI).

Je tedy zřejmé, že přes pozdní počátek opadu dorostlých housenic (teprve po 11. srpnu 1978) se tato populace ploskohřbetek opět štěpila podle délky svého vývoje na subpopulace s vývojem jednoletým až čtyřletým. Nicméně univoltinní vývoj byl nyní nejméně početný, což harmonuje s pozdějším dorůstáním housenic škůdce v období již kratšího světelného dne. Tito jedinci se líhli především z nejčasnějšího (srpnového) opadu housenic. Čtyřletý vývoj byl také nepočtený. Většina těchto jedinců pocházela, obdobně jako v chovech z jiných lokalit, také pře-

devším z nejčasnějších opadů housenic. Dvouletý vývoj pak byl početnější spíše v pozdějších opadech housenic.

Ztráty v populaci. Tabulka VI ukazuje, že se z daných vzorků eonymů škůdce během let 1979 až 1981 vylíhlo jen cca 20 % jedinců ploskohřbetek. Zbytek (80 %) činí tedy ztráty při tříletém přeléhání v půdě.

Opady housenic z roku 1979

Větší materiál čerstvých eonymů škůdce jsme v této lokalitě získali v roce 1979. Údaje o délce jejich přeléhání obsahuje tabulka IX.

Poměry přeléhání. Ukazuje se, že v tomto období pozorování byl v dané populaci škůdce nejpočetnější jednoletý vývoj (průměrně 11,8 % jedinců) a na druhém místě se uplatnil vývoj dvouletý (průměrně 8,5 % jedinců). Svou početností následoval čtyřletý vývoj (průměrně 3,8 %) a nejméně početný byl nyní vývoj tříletý (jen 0,3 %).

Jednoletý vývoj škůdce se vyskytoval opět zřetelně početněji v nejčasnějších opadech housenic. Např. opad z července 1979 (b) poskytl přes 33 % univoltinních jedinců. Opady housenic z první dekády srpna 1979 (c) vykazaly průměrně 16 % univoltinních jedinců. V dílčích sériích chovaných eonymů se však v tomto vzorku jednoletý vývoj vyskytl dokonce až u 21 % jedinců.

Početnost vylíhlých dospělců škůdce s dvouletým vývojem zřetelně narůstala s pozdějším opadem vzorků housenic (tabulka IX). Tříletý vývoj nelze pro sporadický výskyt blíže hodnotit. Zato čtyřletý typ vývoje jedinců byl nyní poměrně početný (56 jedinců — 3,8 %). Líhli se opět většinou z nejčasnějších opadů housenic.

Shrneme-li, pak opět vidíme, že se většina jedinců s jednoletým a čtyřletým vývojem líhla obdobně jako v předcházejících případech, tj. z materiálů nejčasněji opadlých housenic ploskohřbetek. Dvouletý vývoj byl naopak početnější ve vzorcích housenic, které jsme zachytili při opadu z korun v pozdějších obdobích letních měsíců.

Ztráty v populaci. Tabulka IX dále ukazuje, že se v daném období pozorování vylíhla po tříletém setrvání v půdě jen část (cca 1/4) jedinců ploskohřbetek. Zbytek (cca 75 %) tedy činí ztráty způsobené např. půdními predátory, cizopasníky, chorobami apod.

LOKALITA HORNÍ ČERNÁ STUDNICE (840 m n. m.)

Opady housenic z roku 1976

Údaje o vývoji ploskohřbetek rodu *Cephalcia* z této již výše položené lokality v letech 1977 až 1979 jsou sestaveny v tabulce V.

Poměry přeléhání. Tabulka V ukazuje, že v této již středohorské lokalitě hercynského typu vytvářela populace chovaných eonymů škůdce opět dílčí frakce, a to s vývojem jednoletým až tříletým. Frakce s vývojem delším nebyla v tomto materiálu zaznamenána.

Jednoletý vývoj jedinců zůstal nyní omezen jen na tři exempláře (0,6 %), které se líhly vesměs z relativně časných opadů housenic. Největší procento eonymů poskytlo dospělce po vývoji dvouletém (32,7 %) a po tříletém pak dalších 11,8 % jedinců z úhrnně přechovávaného materiálu eonymů. Dvouletý vývoj nyní početně opět převažoval ve vzor-

cích housenic opadlých více k podzimu, zatímco tříletý vývoj převažoval spíše ve vzorcích s časnějšími opady eonymf.

Je tedy patrné, že i v této poměrně již vysoko položené lokalitě, se populace škůdce, pocházející z roku 1976, štěpila na frakce s různě dlouhou dobou vývoje až k dospělcům. Vývoj jednoletý byl v tomto období zastoupen nepatrně. Zato dvouletý vývoj jedinců představoval cca třetinu přechovávané populace. Obdobně jako ve většině předcházejících případů se jednoletý vývoj škůdce vyskytoval početněji v nejčasněji opadlých vzorcích housenic, zatímco vývoj dvouletý více u housenic z opadů pozdějších.

Ztráty v populaci. V tomto případě pozorování (tabulka V) se po tříletém setrvání v půdě nakonec vylíhlo jako dospělci celkem 45,1 % jedinců druhů rodu *Cephalcia*. Zbytek (cca průměrně 55 %) tedy tvořily ztráty.

Opady housenic z roku 1979

Údaje o délce přeléhání housenic ploskohřbetek rodu *Cephalcia*, které jsme zachytili při opadu z korun na této lokalitě v roce 1979, jsou sestaveny v tabulce IX.

Poměry přeléhání. Tabulka IX ukazuje, že také tato populace chovaných eonymf přesně známého stáří (přes 1000 exemplářů) se rozpadala na frakce s různě dlouhou dobou vývoje až k dospělcům.

Jednoletý vývoj byl nyní svou početností na druhém místě (průměrně 6,6 %). Nejpočetněji se vyskytl opět v nejčasněji opadlých vzorcích housenic, tj. z období relativně nejdelších světelných dnů. Zde v některých dílčích sériích chovaných eonymf (např. ve vzorku b) dosáhl hodnoty až 23 %. V opadech pozdějších (ze srpna až září) se ovšem tento typ vývoje vyskytl již naprosto sporadicky.

Dvouletý vývoj jedinců byl v tomto sledovaném materiálu eonymf škůdce opět nejpočetnější, avšak v jednotlivých vzorcích jeho zastoupení dosti kolísalo. Nicméně je možno konstatovat, že byl početnější ve vzorcích eonymf z pozdějšího období léta a podzimu.

Tříletý vývoj se v tomto období pozorování vyskytl značně sporadicky (jen 13 jedinců). Přesto tabulka IX naznačuje, že byl početnější (až 2,8 % jedinců) opět spíše v pozdějších opadech housenic.

Čtyřletý vývoj jedinců byl v této populaci škůdce zcela zanedbatelný (čtyři exempláře). I přes to je však zajímavé, že se většina těchto jedinců vylíhla z nejčasněji opadlých housenic škůdce, obdobně jako ve většině již probraných předcházejících pozorování.

Ukazuje se tedy, že se i v této nejvýše položené sledované lokalitě populace škůdce při rozpadu na dílčí subpopulace chovala obdobně, jako na lokalitách níže položených. Jednoletý a čtyřletý vývoj dospělců probíhal početněji spíše u eonymf opadlých časněji v létě (za relativně nejdelších světelných dnů), zatímco vývoj dvouletý a tříletý jevil opět tendenci líhnout se početněji spíše v pozdějších opadech housenic. Vůbec nejpočetnější byl v tomto období pozorování dvouletý vývoj škůdce (průměrně 28,6 %). Na druhém místě se nyní uplatnil jednoletý vývoj (průměrně 6,6 %), i když jde o lokalitu s již vysloveně drsným mezoklimatem.

Ztráty v populaci. Tabulka IX ukazuje, že po třech letech setrvání v půdě poskytla přechovávaná populace eonymf škůdce průměr-

ně jen cca 37 % jedinců ploskohřbetek rodu *Cephalcia*. Zbytek tedy tvoří ztráty (průměrně cca 63 %) způsobené půdními predátory, cizopasníky, houbovým onemocněním larev apod.

Opady housenic z roku 1981

Konečně jsme v dané středohorské lokalitě získali početný materiál čerstvých dorostlých housenic ploskohřbetek rodu *Cephalcia* i během roku 1981. Data o délce jejich vývoje obsahuje tabulka X.

Poměry přeléhání. Z tabulky X je zřejmé, že také tato populace chovaných eonymf škůdce známého stáří (přes 1600 jedinců) se rozpadala na frakce s různě dlouhou dobou vývoje až k dospělci.

Jednoletý vývoj byl nyní opět zastoupen svou početností na celkově druhém místě (průměrně 12,6 %). Při tom se však v nejčasnějších opadech housenic (popř. v některých dílčích sériích chovaných jedinců) vyskytl téměř masově, v hodnotě dokonce téměř 62 % anebo 44 a 37 % (ve vzorku b).

Dvouletý vývoj se i v tomto pokusném chovu ukázal jako nejdůležitější a nejpočetnější (průměrně přes 18,6 % vylíhlých jedinců). V dílčích sériích některých pozdějších opadů eonymf však dosáhl zastoupení až 40 %.

Tříletý vývoj jsme v tomto případě pozorování vůbec nezjistili. Zato však typ čtyřletého vývoje se nyní ukázal jako značně početný a důležitý (průměrně 3,1 %). Tito děle se vyvíjející jedinci byli početnější (podle procentuálního zastoupení) ve vzorcích housenic, které opadly spíše v pozdějším letním období. Jejich četnější výskyt tedy spíše korespondoval s vývojem dvouletým.

I v tomto pokusu se jednoletý vývoj dospělců vyskytoval nejpočetněji opět v nejčasnějších opadech housenic, kde v některých vzorcích nebo jednotlivých sériích eonymf ve vzorcích, vzdor již středohorské chladné povaze lokality, dosahoval hodnot až téměř 62 %, ovšem při relativně nízkém základu. Početnost dvouletého a čtyřletého vývoje měla nyní tendenci stoupající, a to v pozdějších opadech housenic škůdce (tabulka X).

Ztráty v populaci. Tabulka X ukazuje, že tento materiál chovaných eonymf škůdce poskytl dospělé po tříletém setrvání v půdě také jen zčásti (průměrně 34,4 %). Zbytek (téměř 66 %) tedy představují ztráty během diapauzy, na nichž se opět podíleli např. predátoři, cizopasníci, choroby eonymf apod.

ZÁVĚRY

Pokusy ukázaly, že populace housenic druhů rodu *Cephalcia*, avšak především základního nejpočetnějšího druhu *C. abietis* (L.), vytvářely ve všech studovaných nadmořských výškách, (tj. mezi 580 a 840 m) zcela pravidelně dílčí frakce s odlišně dlouhou dobou vývoje. V těchto nadmořských polohách poskytovaly někdy značně početné, k dispozici jsou pokusné populace eonymf škůdce ve všech letech pozorování jedince s vývojem jednoletým až čtyřletým. Jen na lokalitě nejvýše položené (840 m) se jedinci tříleté (ev. čtyřleté) subpopulace v některých obdobích zřejmě pro vysoké ztráty během vývoje v půdě vůbec nevylíhli.

XI. Zastoupení jednotlivých subpopulací ploskohřbetek r. *Cephalcia* v úhrnné populaci na pokusných plochách během let 1977 až 1984. (Maximální zastoupení podtrženo). — Representation of the subpopulations of web-spinning sawfly, *Cephalcia* genus, in the entire population on the experimental areas during the years 1977—1984. (Maximum representation is underlined)

Lokalita (nadm. výška)	Opad eonymf v roce	Vylíhlo se jedinců s vývojem				Počet vylíhlých jedinců celkem (= 100 %)
		1-letým	2-letým	3-letým	víceletým	
		Ø % (maxim. % v dílčích sériích eonymf)				
Strakov (580 m)	1976	17,2 ↑ (36,6)	<u>50,3</u> ↓ (70,1)	31,7 ↓ (46,4)	0,8 ↑ (1,4)	769
	1978	<u>50,5</u> ↑ (55,6)	23,1 ↓ (26,9)	24,2 ↓ (30,8)	2,2 ? (3,8)	91
	1979	<u>60,1</u> ↑ (77,3)	36,5 ↓ (78,8)	0,9 ↓ (3,0)	2,5 ↑ (14,8)	438
	1981	11,8 ↑ (4,2)	<u>62,7</u> ↓ (70,8)	3,9 ? (4,2)	21,6 ↓ (20,8)	51
Rotava (610 m)	1979	38,4 ↑ (58,5)	<u>40,9</u> ↓ (53,7)	4,7 ↑ (9,8)	16,0 ↑ (19,6)	276
Staré Město (660 m)	1976	25,7 ↑ (48,9)	21,8 ↓ (38,1)	<u>52,0</u> ↓ (69,6)	0,5 ? (1,7)	560
	1979	15,9 ↑ (43,3)	<u>82,7</u> ↓ (100,0)	0,5 ? (3,7)	0,9 ↑ (2,1)	561
Rožnov (700 m)	1976	25,7 ↑ (43,1)	21,6 ↓ (43,8)	<u>42,1</u> ↑ (57,9)	10,6 ↓ (30,5)	974
	1978	4,8 ↑ (5,7)	<u>77,8</u> ↓ (91,3)	6,3 ? (5,7)	11,1 ↑ (17,1)	63
	1979	<u>48,5</u> ↑ (78,2)	34,8 ↓ (79,0)	1,1 ? (4,0)	15,6 ↑ (24,4)	359
Horní Černá Studnice (840 m)	1976	1,4 ↑ (3,3)	<u>72,4</u> ↓ (95,8)	26,2 ↑ (33,3)	—	225
	1979	17,9 ↑ (55,0)	<u>77,5</u> ↓ (97,5)	3,5 ↓ (5,6)	1,1 ↑ (2,8)	374
	1981	36,7 ↑ (93,6)	<u>54,3</u> ↓ (95,6)	—	9,0 ↓ (19,3)	564

Šipka „nahoru“ značí vyšší zastoupení vylíhlých dospělců směrem k časnějším opadům eonymf, šipka „dolů“ pak vyšší zastoupení vylíhlých dospělců směrem k pozdějším opadům eonymf v roce

Na pěti základních lokalitách, kde jsme dlouhodobě studovali podíly přeléhání u 13 odlišných, v různé době dorostlých a z korun opadlých materiálů housenic škůdce, se jednoleté pokolení ukázalo jako vůbec nejpočetnější ve třech případech (dvakrát na nejnižše položené lokalitě Strakov a jednou na lokalitě Rožnov). Na druhém místě se univoltinní vývoj jedinců umístil v šesti případech (jednou na lokalitě Rotava, dvakrát Staré Město p. Landštejnem, jednou Rožnov a dvakrát v lokalitě Horní Černá Studnice), na třetím místě pak ve třech případech (dvakrát na lokalitě Strakov a jednou na lokalitě Horní Černá Studnice) (tabulka XI).

Dvouleté pokolení převládalo počtem vylíhlých živých dospělců na prvním místě v osmi případech (tj. ve většině chovaných materiálů eonymf), a to dvakrát v nejnižše položené lokalitě Strakov, jednou Rotava, jednou Staré Město p. Landšt., jednou Rožnov a pokaždé (tj. třikrát) v nejvýše položené studované lokalitě na Horní Černé Studnici (tabulka XI). Toto pokolení proto můžeme pokládat u ploskohřbetek rodu *Cephalcia* za základní (normální).

Tříleté pokolení bylo vůbec nejpočetnější jen ve dvou případech (na lokalitách Staré Město p. Landšt. a Rožnov). Na druhém místě se svou početností umístilo ve třech případech (dvakrát na lokalitě Strakov a jednou Horní Černá Studnice). V pořadí na místě třetím bylo pak toto pokolení ve dvou případech (jednou na lokalitě Rožnov a jednou Horní Černá Studnice).

Je tedy patrné, že samotná nadmořská výška porostů zde neměla rozhodující význam pro determinaci zastoupení jednotlivých velikostí dílčích subpopulací škůdce. Zdá se, že rozhodující byl spíše ráz průběhu počasí v době vývoje housenic při žíru v korunách, tj. určitý delší čas před počátkem opadu dorostlých housenic z korun k zemi.

Dále vyplynulo, že ve všech 13 odlišných materiálech housenic škůdce opadlých v různé době na pěti sledovaných lokalitách bylo zastoupení vylíhlých jedinců s jednoletým vývojem vždy nejpočetnější v nejčasněji opadlých vzorcích housenic. Čím časněji v červenci probíhal opad dorostlých housenic z korun, tím větší procento jedinců zde mělo vývoj jednoletý (tabulka XI).

Z dlouholetých pozorování vyplynulo, že dvouletý vývoj jedinců byl na rozdíl od jednoleté frakce ve všech 13 případech různých opadů housenic škůdce vždy početnější v pozdějších opadech, tj. zastoupení těchto vylíhlých jedinců vzrůstalo s pozdějšími opady housenic (tabulka XI).

Trend zastoupení tříletého pokolení škůdce zatím však nelze blíže stanovit. Ze 13 období opadu housenic se odlišujících materiálů eonymf byla patrna obdobná tendence narůstání početnosti vylíhlých jedinců jako u dvouletého typu vývoje jen v pěti případech. Ve třech případech je patrný klesající trend zastoupení, obdobně jako v případě zastoupení univoltinních jedinců. V pěti případech pak nelze (pro nízký početní základ vylíhlých jedinců) vůbec spolehlivěji odhadnout trend vzrůstu nebo poklesu početnosti tříletého vývoje.

Podobně je tomu i u typu vývoje čtyřletého. Zde ve 13 odlišných materiálech housenic, vyvíjejících se a opadlých za různých podmínek průběhu počasí, byl trend zastoupení těchto déle přežívajících jedinců od nejčasnějších opadů k pozdním poklesajícím v sedmi případech (tj. obdobně jako u jednoletého pokolení), tedy u většiny materiálů, a stou-

pající jen ve třech případech. Pro zanedbatelný počet přežívajících jedinců se tento trend nedá blíže odhadnout ve třech případech (tabulka XI).

Možno tedy konstatovat, že ve většině pozorovaných materiálů eonymf škůdce bylo zastoupení jednoletých a čtyřletých jedinců v různých vzorcích opadů během léta klesající, zatímco zastoupení vylíhlých jedinců s vývojem dvouletým a tříletým s pozdějšími opady housenic spíše narůstalo (tabulka XI).

Naše komplexní opakovaná několikaletá šetření tedy ukazují, že štěpení se populace ploskohřbetek rodu *Cephalcia* na dílčí subpopulace s různou dobou vývoje a zejména pak výskyt silné frakce populace s jednoletým vývojem je obvyklým jevem ve všech nadmořských výškách zóny 580–840 m, v níž jsme dosud naše pokusy konali. Výskyt silných subpopulací škůdce s jednoletým vývojem tedy není omezen hlavně na nižší polohy, jak jsme se domnívali dříve (Martinek 1980a), kdy jsme měli k dispozici jen dílčí pokusný materiál z let 1976 a 1979. Je nutno tedy s touto novou skutečností, která má důležité hospodářské dopady, počítat ve všech ohniscích ploskohřbetek rodu *Cephalcia*, tj. ve všech nadmořských výškách. I ve vyšších středohorských, mezoklimaticky již značně drsných polohách (kolem 850 m n. m.) může v některých letech nabýt početný výskyt univoltinních jedinců škůdce zcela mimořádného gradologického významu.

Pokusy se stanovením délky období přeléhání eonymf ploskohřbetek rodu *Cephalcia* dále ukazují, že průměrné ztráty v populaci škůdce jsou po třech letech setrvání eonymf v půdě všeobecně značné. Pohybovaly se ve 13 různých materiálech chovaných eonymf v mezích cca 40–98 %, přičemž v rozmezí 40–55 % se vyskytovaly v jednom případě, v rozmezí 56–70 % v pěti případech, 71–80 % pak v šesti případech a nad 81 % v jednom případě. Jen tedy přibližně 1/3 populace ploskohřbetek rodu *Cephalcia* je sto přestát po třech letech setrvávání v půdě nepříznivé redukční vlivy a poskytnout živé dospělce. Přibližně 2/3 ze založené populace eonymf škůdce činí tedy obvykle ztráty při diapauze v půdě.

Literatura

- DONAUBAUER, E.: Über die Massenvermehrung von *Cephalcia abietis* L. bei Karlsbach. Exkursionsführer Forstschutz, XIII. IUFRO-Kongress, Wien, 1961, s. 151–156
- FANKHÄNEL, H.: Über den Gesundheitszustand von Populationen der Fichtenspinstblattwespe, *Cephalcia abietis* L., in den Jahren 1983/1984. Sozialistische Forstwirtschaft, 34, 1984, s. 280–281
- HEQUIST, K.-J.: Studier över större granspinningarstekeln (*Cephalcia abietis* L.) och dess uppträdande i Skane. Meddelanden från statens skogsforskningsinstitut, 46 (5), 1956, s. 1–54
- KALANDRA, A.: Ploskohřbetka smrková a boj proti ní. Praha SZN, 1952, s. 29
- KALANDRA, A.: Die Untersuchung der Vernebelung des Imagoes von Fichtenspinstblattwespe *Cephalcia abietis* L. mit Aerosole DNC, HCH und deren Mischung im Jahre 1954. Vědecké práce VÚLH, 2, 1958, s. 99–119
- KALANDRA, A.: Erforschung der im Jahre 1955 mit einem Handpulsationsgenerator erzielten Ergebnisse eines DNC-Aerosol-Nebenverfahrens gegen *Cephalcia abietis* L. Práce VÚL ČSR, 17, 1959, s. 229–256
- KALANDRA, A.: Verlauf der Massenvermehrung der gemeinen Gespinstblattwespe *Cephalcia abietis* L. im Erzgebirge in den Jahren 1950–1960. Communicationes instituti forestalis Czechosloveniae, 2, 1961, s. 173–176
- KALANDRA, A.: Ein Beitrag zur Gradologie der Fichten-Gespinst-Blattwespe

Cephalcia abietis L. im Adlergebirge in den Jahren 1950—1960. Communicationes instituti forestalis Cechosloveniae, 3, 1963a, s. 47-52

KALANDRA, A.: Příspěvek k průběhu gradace ploskohřbetky smrkové (*Cephalcia abietis* L.) v poleší Sedloňov u Náchoda v letech 1952—1960. Lesnický časopis, 9, 1963b, s. 15-22

KALANDRA, A.: Ein Beitrag zum Verlauf der Gradation der Fichtengespinstblattwespe (*Cephalcia abietis* Linné) im Forstrevier Černá Studnice bei Gablonz a. d. N. in den Jahren 1951—1961. Bericht über die 10. Wanderversammlung Deutscher Entomologen, 15. bis 19. September 1965 in Dresden, Tagungsberichte der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, 80, 1969, s. 285-291

KUDELA, M.: Hubení ploskohřbetky smrkové (*Cephalcia abietis* L.) insekticidy ve vztahu k jejím přirozeným nepřátelům. Práce VÚLH, 12, 1957, s. 191-247

MARTINEK, V.: Dauer des Überliegens der Gespinstblattwespen *Cephalcia abietis* L. und *C. arvensis* Pz. im Erzgebirge. Lesnictví, 7, 1961, č. 7, s. 653-676

MARTINEK, V.: Studium příčin oscilace a fluktuace populační hustoty ploskohřbetky smrkové. Vědecké sdělení VÚLHM, 1970, s. 1-121

MARTINEK, V.: Problém rozpadu populace ploskohřbetky smrkové na subpopulace ve spojitosti s průběhem počasí. Závěrečná zpráva VÚLHM, 1980a, s. 1-125

MARTINEK, V.: Das Problem der Übervermehrung der Gemeinen Gespinstblattwespe *Cephalcia abietis* L. (Hym., Pamphiliidae) in Böhmen. Rozprawy ČSAV, řada matem. přír. věd, 90 (4), 1980b, s. 1-165

MARTINEK, V.: Studium podmínek přeléhání ploskohřbetky smrkové jako podklad předvidání přemnožení. Závěrečná zpráva VÚLHM, 1985, s. 1-256

SCHNEIDER, F.: Beiträge zur Biologie und Anatomie der Fichtengespinstblattwespe, *Lyda hypotrophica* Htg. (= *Cephalcia abietis* L.). Zeitschrift für angewandte Entomologie, 3, 1916, s. 97-116

SCHMUTZENHOFER, H.: Über Forstschädlingsbekämpfung im ULV-Verfahren in Österreich. Allgemeine Forstzeitschrift, 28, 1973, s. 216-217

WALTER, H.: Die Klimagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 68, 1955, s. 331-344.

Došlo dne 15. 3. 1986

МАРТИНЕК, В. (Вýzkumná stanice VÚLHM, Opocno). Вольтинизм пилильщиков-ткачей рода *Cephalcia* Pz. (Hym., Pamphiliidae) и потери в популяции во время диапаузы эонимф. Lesnictví, 32, 1986 (8) : 728-752.

В 1976—1984 гг. автор изучал цикл развития елового пилильщика-ткача (*Cephalcia abietis* L.) и близкородственных ему популяций видов р. *Cephalcia* Pz. Разные пробы эонимф закапывались на три года в лесных насаждениях в землю и следились по единой методике. Оказалось, что все изучаемые популяции пилильщиков-ткачей р. *Cephalcia* и главным образом основного массового вида *C. abietis* создавали на всех изучаемых высотах н. у. м. (580—840 м) систематически частные фракции с 1—4-летним развитием. Оказалось, что из 13 разных опытных материалов гусениц вредителя, отпавших в разное время в пяти изучаемых местах, многочисленнее всего были замещены однолетние особи в чаще всего отпавших образцах гусениц. Наоборот, двухлетнее развитие особей всегда более многочисленным было в последующих опадах гусениц. Появление слишком многочисленных субпопуляций вредителя с универсальным развитием может иметь чрезвычайное значение в динамике популяций. Потери в популяции вредителя в течение 3-летнего периода нахождения в почве при диапаузе эонимф составляли в среднем 2/3 первоначального числа, следовательно, приблизительно 1/3 количества эонимф, которые начинают диапаузу в почве, выживают и переходят в живую стадию имаго.

защита лесов; пилильщики-ткачи; цикл развития

MARTINEK, V. (Výzkumná stanice VÚLHM, Opocno). Voltinism of Web-spinning Sawflies of the *Cephalcia* Pz. Genus (Hym., Pamphiliidae) and Population Losses during Eonymph Diapause. Lesnictví, 32, 1986 (8) : 723-752.

In the years 1976—1984 we studied a developmental cycle of spruce web-spinning sawfly (*Cephalcia abietis* L.) and on the species of the *Cephalcia* Pz. genus related to its population. The objective was to investigate which subpopulations with the development of various length originated within the entire population of these species, how these fractions varied by the year season, when the growth

of pest larvae in spruce tree-tops was finished, and which losses occurred at eonymph diapause during their three-year stay in the soil. The observations were performed at five localities in Bohemia and Moravia. 18 264 fresh mature pest larvae that dropped to the ground were available, i. e. of the exactly known age from various periods of their drop in the years 1976, 1978, 1979 and 1981. This material represented in our trials thirteen sets of web-spinning sawfly larvae that reached the maturity at various times. The specimens of eonymphs were dug into the ground in the forest stand and were observed according to uniform methods. It has been observed that all populations of web-spinning sawflies of the *Cephalcia* genus, but mainly of the basal, mass species of *C. abietis*, formed quite regularly the fractions with one- to four-year development at all altitudes (580—840 m a. s. l.). It has been shown that in all thirteen test materials of pest larvae that dropped off at the five localities at various times, the representation of one-year individuals was the most numerous in the specimens of larvae that were the first to drop off. On the other hand, the population levels of individuals with one-year development were always the most numerous in the pest larvae which dropped off later on. It has been demonstrated by complex investigations that the segregation of web-spinning sawfly population into subpopulations with different time of development, and especially the occurrence of a strong fraction with two-year development, is quite a natural phenomenon at all localities with the gradation of web-spinning sawflies of the *Cephalcia* genus. The occurrence of numerous subpopulations of the pest with univoltine development can assume an extraordinary gradological importance.

The average losses in the pest population during a three-year stay in the soil at eonymph diapause made two thirds of the original number in the trials. It is only a third of the eonymphs that enter the diapause in the soil which survive and hatch as alive imagoes.

forest conservation; web-spinning sawflies; developmental cycle

MARTINEK, V. (Výzkumná stanice VÚLHM, Opočno). *Voltinismus der Gespinstblattwespen der Gattung Cephalcia* Pz. (Hym., Pamphiliidae) und Verluste in der Population während der Diapause von Eonymphen. *Lesnictví*, 32, 1986 (8) : 723-752.

Der Verfasser untersuchte in den Jahren 1976—1984 den Entwicklungszyklus der Fichtengespinstblattwespe (*Cephalcia abietis* L.) und der zu ihrer Population zugesellten nahestehenden Arten der Gattung *Cephalcia* Pz.

Es zeigte sich, daß alle untersuchten Populationen von Gespinstblattwespen der Gattung *Cephalcia*, vor allem jedoch der massenhaft auftretenden Grundart *C. abietis* in allen untersuchten Seehöhen (580—840 m) ganz regelmäßig Teilfraktionen mit einjähriger bis vierjähriger Entwicklung bildeten. Es ergab sich, daß in allen 13 unterschiedlichen Untersuchungsmaterialien von Schädlingsertraupen, die zu verschiedener Zeit auf fünf untersuchten Lokalitäten abgefallen waren, die Vertretung der einjährigen Individuen stets in den am frühesten abgefallenen Proben von Afterraupen am zahlreichsten war. Zum Gegenteil war die zweijährige Entwicklung der Individuen stets in den späteren Abfällen von Afterraupen zahlreicher. Das Vorkommen der starken Fraktion mit einjähriger Entwicklung eine gänzlich übliche Erscheinung auf allen Lokalitäten darstellt, wo sich die Gespinstblattwespen der Gattung *Cephalcia* übervermehren. Das Vorkommen sehr zahlreicher Subpopulationen des Schädling mit univoltiner Entwicklung kann eine ganz außerordentliche gradologische Bedeutung gewinnen.

Die Verluste in der Population des Schädling im Laufe des dreijährigen Verbleibs im Boden bei der Diapause von Eonymphen machten in den Versuchen durchschnittlich 2/3 der ursprünglichen Anzahl aus. Nur etwa 1/3 der Anzahl von Eonymphen, die die Diapause im Boden beginnen, überleben also und schlüpfen als lebendige Imagoes.

Forstschutz; Gespinstblattwespen; Entwicklungszyklus

Adresa autora:

Doc. Ing. Vladislav Martinek, CSc., Výzkumná stanice VÚLHM Opočno, 517 73 Opočno pod Orlickými horami

VÝPOČETNÍ TECHNIKA A MATEMATICKÉ METODY V PLÁNOVÁNÍ LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ SSSR

V současné době se v národním hospodářství SSSR v souladu s usnesením ÚV KSSS a Rady ministrů SSSR z 12. 7. 1979 uskutečňuje široký systém opatření k dalšímu zdokonalování plánovitého řízení socialistické ekonomiky. Zde se především klade důraz na využití ekonomicko-matematických metod optimalizace plánových řešení a zapojení automatizovaných systémů řízení (ASŘ).

Práce na automatizaci plánových výpočtů v lesním hospodářství SSSR se provádí od roku 1973. Velký počet podniků lesního hospodářství, jejich rozmístění v rozdílných přírodních a ekonomických podmínkách, hierarchická struktura řízení, pracnost řešení ASŘ, metodické a informační problémy si však vynutily postupné řešení odvětvového automatizovaného systému řízení (OASŘ) v odvětví lesního hospodářství. Postupné řešení je také odůvodněno nutností stálého rozvoje a zdokonalování systému řízení.

V roce 1979 bylo ukončeno řešení první etapy podsystemu „perspektivní plánování“ na základě počítačů JSEP a v roce 1980 se toto začalo rutinně využívat. V roce 1985 byla vypracována 2. etapa podsystemu perspektivního plánování, včetně úkolů ročního plánování.

Podsystem perspektivního plánování je hlavním článkem systému komplexního optimálního plánování lesního hospodářství, a to jak ročního, pětiletého, tak i perspektivního plánování. Zdokonalení celého systému státního centralizovaného plánování v SSSR se uskutečňuje hlavně cestou rozvoje a zpevnění perspektivního přístupu, dovolujícího sladit průběžnou hospodářskou činnost s generální perspektivou rozvoje země. V důsledku toho je zaměřen našeho podsystemu určeno k optimalizaci propočtů dlouhodobých (10–15 let) a střednědobých (pětiletých) plánů rozvoje a rozmístění úkolů lesního hospodářství podle hlavních druhů činnosti a úrovně řízení.

Zpracování perspektivních plánů se realizuje cestou řešení těchto komplexů úkolů:

1. Propočet normativů perspektivního plánování a určení požadavků na produkci v odvětví.
2. Určení základních ukazatelů pro variantnost optimálního plánu rozvoje a rozmístění lesního hospodářství (komplexní optimalizační úkol.)
3. Ekonomicko-matematická analýza variant optimálního plánu.
4. Plánování rozlohy jehličnatých kultur I věkového stupně.
5. Převod lesních kultur do lesního fondu.
6. Realizace odvodňovacích systémů (meliorace).
7. Kalkulace požadavků lesního hospodářství na rozhodující stroje a zařízení.
8. Kalkulace požadavků na suroviny a materiál.
9. Kalkulace požadavků na pracovní síly.
10. Výpočet doplňujících ukazatelů podle nomenklatury a formy národohospodářského pětiletého plánu.

V důsledku existence několika úrovní řízení odvětví se uvedené úkoly diferencují na čtyři úrovně řízení: odvětví; svazové republiky; oblasti (kraje a autonomní republiky); podniky a závody.

Regionální úkoly využívají výsledky řešení celoodvětvového komplexu a zajišťují konkretizaci plánových ukazatelů ve všech úrovních řízení a druzích činností.

První úkol — propočet požadavků a normativů vychází z přípravy normativních základních dat a požadavků národního hospodářství na produkci odvětví. Úkol se řeší projektovými a vědecko-výzkumnými organizacemi, a to metodami sumarizačními, korelačně regresní analýzou, extrapolací a analogií. Přitom se normativy pečlivě porovnávají s plánovými a účetními ukazateli. Výsledky propočtů se vyhotovují pro všechny úrovně řízení odvětví, kde se analyzují a využívají pro vyplnění odpovídajících vstupních plánových dokumentů všemi potřebnými údaji. V této úloze se rozpočítávají potenciální možnosti výchov-

né a obnovní těžby podle speciálních matematických modelů.

Druhý úkol je centrální, protože v závěru řešení se stanoví pro všechny úrovně řízení optimalizované plánové ukazatele perspektivního rozvoje komplexu základních druhů lesnických činností: obnova lesa, výchovné seče, odvodňování, ochrana aj. V rámci řešení se rovněž využívá ekonomicko-matematický model dané úlohy v dokonalejším dynamickém pojetí. V závěru se pak určí objemy lesnických opatření pro poslední leta pětiletého perspektivního období pro každou úroveň řízení. Tím se zajistí maximální zvýšení produkce lesů spolu se všemi omezujícími faktory a podmínkami. Omezující faktory jsou: plochy rozdílných kategorií lesních a nelesních půd, limity investic stanovené na rozvoj odvětví, stávající stav pracovních prostředků, výrobní a investiční náklady na jednotky objemu výkonů, efektivita zásahů atd.

Optimalizační model v dynamickém stavu se používá pro zpracování plánových ukazatelů na všech úrovních řízení lesního hospodářství. Přitom se mění pouze územní charakter plánu a na nižších úrovních řízení některá doplňující a podrobnější omezení. Vstupní doklady pro řešení úkolu vyplňují plánovači odpovídajících úrovní řízení, kteří využívají informace normativního charakteru, kterou připravily vědecko-výzkumné a projektové organizace v procesu řešení prvního úkolu.

Ekonomicko-matematická analýza variant optimálního plánu (3. úkol) se provádí s cílem stanovení stability řešení ve vztahu k změnám vstupních dat a také vlivům doplňujících podmínek, vznikajících v průběhu řešení.

Zpracování ukazatelů pro zvýšení podílu jehličnatých mlazin (4. úkol) se provádí s cílem předejít záměnám cenných jehličnatých porostů za měkké listnáče a zabezpečit komplexní přístup k řešení tohoto problému pracovníky lesního hospodářství. Pětileté plánové ukazatele (plocha mlazin do 20 let, včetně podílu jehličnatých dřevin) se zpracovávají pro lesy Severo-Západní, Centrální, Volžsko-Vjatské a Uralské ekonomické oblasti, kde je pozorována tendence záměny cenných jehličnatých porostů za málo hodnotné měkké listnáče. Řešení tohoto úkolu představuje v podstatě prognózu dynamiky lesního fondu v nejbližších pěti letech. Úloha se řeší metodou přímého výpočtu na základě informací uložených v bázi dat o lesním fondu a výsledků řešení předcházejících úloh podsystému ročního a perspektivního plánování.

Plánování převodu lesních kultur do lesního fondu se provádí v závislosti na Základních předpisech převodu lesních kultur do státního lesního fondu SSSR. Základní informace pro kalkulace zalesňování (plochy založených kultur, plochy lesních kultur přijaté do státního lesního fondu od jiných uživatelů půdy, plochy lesních kultur předané jiným uživatelům ze státního lesního fondu, plochy uhynulých lesních kultur) se přejímají z báze dat o lesním fondu a když chybí, tak pomocí dodatečných dokladů, které vyhotovují podniky lesního hospodářství.

Potřeba odvodňovacích (melioračních) systémů se plánuje za účelem zvýšení odpovědnosti stavebních organizací za včasné a komplexní dokončení, zmenšení objemu nedokončených prací a zvýšení efektivnosti práce. Úkol se řeší metodou přímého výpočtu na základě výchozích údajů získaných od oblastních podniků lesního hospodářství (objemy nedokončené výstavby a termíny jejich ukončení) a také na základě výsledků řešení jiných úkolů perspektivního plánování. Střední normativní údaje pro výstavbu melioračních objektů se kalkulují v analogické úloze podsystému ročního plánu cestou analýzy technického projektu odvodňovacích prací.

Potřeba rozhodujících strojů a zařízení v lesním hospodářství se určuje cestou optimalizační struktury strojně traktorového parku lesního podniku s cílem komplexní mechanizace výroby, minimalizace ztrát, využití pracovních rezerv a jiných nástrojů plánování. Na vyšších úrovních řízení se potřeba techniky získává sčítáním výsledků optimalizačních výpočtů na úrovni podniku.

Určení potřeby pracovních sil, osevního a sadbového materiálu se řeší metodou přímého výpočtu v podnicích lesního hospodářství na základě plánovaných objemů prací. Potřeba pracovních sil a MTZ v řídicích orgánech lesního hospodářství a ministerstev se stanoví na základě objemu prací v podřízených podnicích lesního hospodářství.

Nomenklatura ukazatelů projektu perspektivního plánu stanovené Gosplánem SSSR je obsáhlejší než počet základních ukazatelů vypočítaných při popsaném řešení. Přesto však tento rejstřík je postačující pro přijetí projektového řešení perspektivního plánování odvětví na všech řídicích úrovních. Pro vyplnění stanovených forem projektu pětiletého plánu je však třeba mít ještě řadu dalších doplňujících ukazatelů. Tyto se určují přímou sumarizací, a to jak pomocí automatizace, tak s využitím stolních kalkulaček. Metodika jejich řešení

se stanoví pomocí instrukce Metodické ukazatele k rozpracování státního plánu rozvoje národního hospodářství SSSR.

V letech 1979–1980 se komplex úloh podsystemu perspektivního plánování využil pro rozpracování projektu pětiletého plánu na období 1981–1985. Analogické výpočty byly konány v letech 1984–1985 na období 1986–1990.

V podsystemu ročního plánování se zpracovávají tyto úlohy:

1. Obnova lesa v lesích státního významu.
2. Převod lesních kultur do lesního fondu.
3. Výchova lesních kultur.
4. Výchovné a sanitární seče.
5. Odvodňování lesních ploch.
6. Předávání odvodňovacích systémů.
7. Kalkulace potřeby rozhodujících strojů a zařízení v lesním hospodářství.
8. Kalkulace potřeby surovin a MTZ.
9. Kalkulace potřeby pracovních sil.
10. Plánování průmyslové výroby.

Stejně tak jako v podsystemu perspektivního plánování se vypočtené údaje stanoví pro všechny úrovně řízení: odvětví, svazová republika, oblast (kraj, autonomní republika), podnik a závod.

V lesním hospodářství hlavní význam ročního plánu záleží v každoročním upřesňování výměry lesního fondu pro určité práce, stanovení objemu hospodářských zásob důležitých pro zabezpečení stanovených úkolů. Hlavní objem ročních plánovacích propočtů patří do třídy informačních úloh, řešených metodou přímého výpočtu na základě prvotních dokladů podniků. V procesu řešení úloh ročního plánování se provádí každoročně upřesňování pětiletých direktivních úkolů a shromažďují se informace pro periodická (pětiletá) zpracování perspektivních plánů. Úkoly ročního plánu se tedy řeší hlavně cestou třídění, sumarizace a shromažďování informací zdola nahoru na všech úrovních řízení a to až od poleší. Optimalizační metody se uplatňují v těchto úkolech dosud omezeně. V ročním plánování uplatnění optimalizačních modelů závisí na metodických problémech, které vznikají složitostí porovnání mezi různými hospodářskými opatřeními, hodnocením neexistujících kvantitativních hledisek ostatních funkcí lesa, sezónnosti výrobních procesů, nemožností vzájemné výměny strojů a mechanismů pro různé pracovní technologie, velkým počtem sezónních pracovníků pracujících hlavně v lesním hospodářství. Optimalizační matematické modely, které vyjadřují komplexní proces lesnické výroby, mají slo-

žitou strukturu a velký počet proměnných. Proto jejich využití v podnicích lesního hospodářství není vždy možné, a to i z toho důvodu, že dosud neexistuje speciální ekonomicko-matematická příprava příslušného řídicího aparátu.

Řešení úkolu plánování na nižších úrovních řízení vyžaduje změnu organizace práce a odpovídající báze dat, které charakterizují stav lesního fondu a jeho potřebu realizovat různá opatření hospodářské činnosti, tj. organizaci banky dat o lesním fondu. Nejlépe těmto úkolům odpovídá aktualizovaná banka dat o lesním fondu, ve které jsou uloženy údaje o každém porostu (pracovišti). Založení takové banky dat a organizace práce s touto bankou dat v podmínkách SSSR představuje však nesmírně složitý problém.

V důsledku toho rozpracování druhé etapy OASŘ lesního hospodářství zahrnuje všechny úrovně řízení lesního hospodářství počínaje polesím. Jiný postup není totiž možný, když je třeba propojit úkoly perspektivního a ročního plánování od nejnižších hospodářských článků a zabezpečit princip centralizace plánování. Při tomto postupu je nutno respektovat nejen vertikální a horizontální vazby mezi úlohami plánování, ale i horizontální vazby úloh plánování s jinými funkčními podsystemy OASŘ — lesního hospodářství, především s datovou základnou o lesním fondu, úkoly evidence a kontroly výrobní činnosti atd. Jinými slovy na každé úrovni řízení a rozpracování úkolu plánování je nutno plnit paralelně také jiné úkoly a podsystemy OASŘ — lesního hospodářství v rámci ASŘ odpovídajících úrovní řízení. Proto se v budoucí pětiletce zamýšlí řešit nejen rozvoj a rozšiřování komplexu úloh perspektivního a ročního plánování na všech úrovních řízení lesního hospodářství na základě organizace banky dat, ale i rozpracování automatizovaných vzájemných vztahů mezi úkoly plánování řešenými v různých podsystemech a na různých úrovních řízení.

Rychlejšímu a efektivnějšímu zapojení plánovaných úkolů do rutinního provozu napomáhá přiblížení hospodářsko-úpravnického projektování procesu provozního plánování. V SSSR se v tomto směru provádějí určité práce, které směřují k zpracování funkčních komplexů úloh od dlouhodobého (perspektiva až na 100 let), k perspektivnímu a ročnímu hospodářskoúpravnickému projektování, které se v nejvyšším stupni řízení přibližuje svým obsahem procesu plánování.

V důsledku toho byla v V/O Lesprojektu provedena koncepce zpracování in-

formací hospodářské úpravy lesů realizovaná na počítačích JSEP. Především byla změněna informační báze, systém jejího založení a aktualizace. Jestliže dříve výchozí informace byla organizována sekvenčně a neobnovovala se a prakticky se využívala jednorázově, tak po přehodnocení je výchozí informace organizována formou banky dat Lesní fond SSSR.

Rozpracované a využití programové prostředky zabezpečují následující funkce banky dat: formování a organizace informačníchází, ochrana informací na kompatibilních médiích, vedení informačníchází (založení a aktualizace), využívání banky dat.

Nejodpovědnější a nejsložitější část řešení je obnova a aktualizace informací o porostech. Svým obsahem evidují průběžné změny, které vznikají hospodářskou činností a přírodními kalamitami (požáry, polomy, škody způsobené biotickými činiteli atd.) a také změny taxačních charakteristik vlivem přirozeného růstu porostů. Pro evidenci jedné skupiny změn se přijímají data o realizovaných opatřeních, jejich objemu, získávají se taxační údaje o porostech, v kterých prošly přírodní katastrofy, nebo škody způsobené biotickými škůdci, druhá skupina změn se získává na základě modelů podle růstových tabulek.

Technologie sestavení a využívání banky dat Lesní fond SSSR je:

Prvotní založení banky dat se provádí jednorázově při hospodářské úpravě lesů, a to pomocí dat hospodářské úpravy lesů.

Zavádění průběžných změn se koná každoročně a aktualizace taxačních údajů pomocí růstových tabulek jednou za pět let.

Při zakládání, vedení a využívání báze dat Lesní fond SSSR vykonávají všechny práce společně pracovníci hospodářské úpravy lesů a lesního provozu. Zjišťování průběžných změn provádějí pracovníci lesního provozu. Ve výpočetních střediscích se pak kontroluje správnost předaných průběžných změn a jejich uložení do banky dat.

Využívání banky dat Lesní fond SSSR zvyšuje hodnověrnost řešení úloh, protože tyto se řeší na základě aktualizovaných údajů. Při využívání banky dat se odstraňuje redundance prvotních a normativních informací, zmenšení jejich rozsahů, což má za následek úspory při sběru, přípravě dat, kontrole a popř. i korekci.

Kromě toho pouze využívání banky dat podle porostních informací může za-

jistit řešení průběžného hospodářsko-úpravnického plánování pro územní rozdělení. Pro řešení této úlohy je nutno mít k dispozici aktualizovaná data s evidencí opatření a změn způsobených přirozeným růstem porostů.

Jinou změnou koncepce zpracování informací hospodářské úpravy lesů je široké uplatnění ekonomicko-matematických modelů při řešení úkolů dlouhodobého, pětiletého a ročního projektování hospodářské úpravy lesů. Při řešení úkolů dlouhodobého projektování se realizuje ekonomicko-matematický model lineárního programování s cílovou funkcí maximální produkce na 100leté období při zadaných omezeních. Výsledkem řešení jsou pak mnohovariantní výpočty pro 100letou perspektivu, pro 1. interval projektování (10 let). Dále se objemy opatření pro 1. interval období pro přijatou variantu propočítají na 100 let. Přepočtená vstupní data obsahují informace pro přijaté řešení podle optimální varianty a objemy úkolů podle přijaté varianty. Kromě propočítaných dat obsahují prognózy také údaje o dynamice lesního fondu a sortimentní struktuře podle způsobu využívání.

V modelu je zabudováno 10 variant vycházejících z nákladů na hospodářskou činnost. Pro výběr optimální varianty se tiskne řada indexů, které charakterizují změny lesního fondu na základě realizace té nebo oné varianty. Po výběru optimální varianty se její objemy tisknou podle dat vybrané varianty a zde se provádí opět sortimentace podle čtyř variant, a to jak pro těžby výchovné, tak i obnovní.

Data přijaté dlouhodobé varianty jsou pak kontrolními čísly pro pětileté projekty, ve kterých se provádí rozmístění objemů jednotlivých opatření vzhledem k taxačním charakteristikám porostů, stavu a plánu výstavby lesních cest, omezením pro různé zdroje — pracovní, finanční, materiální. Stanovený model minimalizuje náklady na realizaci plánovaných opatření.

V závěru řešení dané úlohy se tisknou tyto sestavy:

Základní ukazatele projektu pětiletého plánu hospodářské činnosti.

Kalkulace potřeby pracovních sil, mechanismů a finančních prostředků v jednotlivých letech pětiletky i celkem za pětiletku.

Během řešení daného funkčního komplexu se provádí vyrovnání objemů úkolů podle jednotlivých roků pětiletky.

Projekt hospodářskoúpravnických prací na konkrétní rok s určením porostů

se vyhodnotí počítačem na základě těchto) kritérií: stanovení potřebného lesního fondu, dopravní sítě, včetně počtu ztrát způsobených neprovedenými opatřeními. Nejprve se tedy zpracovávají porosty, kde jsou k dispozici lesní cesty a kde ztráty neprovedenými opatřeními jsou největší. Tímto způsobem se získávají objemy ročních úkolů získané na základě projektů pro pětiletky.

Jako výstup tohoto řešení se získají tyto výstupní sestavy:

Údaje o prostorovém rozložení úkolů na plánovaný rok podle polesí.

Sumační stanovení objemů jednotlivých opatření na rok celkově za jednotlivé lesní podniky.

Výpočet potřeby pracovních sil, mechanizačních a finančních prostředků na plánovaný rok.

Návrh lesní dopravní sítě a silničních staveb.

Budoucí úkoly se řeší na základě optimalizace územního rozmístění objemů jednotlivých opatření zejména ve vztahu k dopravní situaci polesí, a to jak na základě existujících, tak i navrhovaných cest.

Projekt rozvoje dopravní sítě se řeší výpočetní technikou s ohledem na obje-

my úkolů v jednotlivých lesních masívech.

Tímto způsobem se řeší v dané funkci úloha najít v polesí porosty, ve kterých se realizují plánovaná opatření s nejmenšími náklady a s největším lesnickým efektem.

Realizace prací v takto určených částech rozdělení lesa zabezpečí těsněji propojení projekce hospodářské úpravy lesů s provozním plánováním zejména pro návrhy pětiletých a ročních plánů. Tím je možno totiž lépe zdůvodnit a propojit plánované úkoly ve vztahu k lesnímu fondu, zlepšování jeho kvality a druhové skladby. Kromě toho pomocí výpočetní techniky a ekonomicko-matematických metod je možno také určit optimální strategii vedení lesního hospodářství, kontrolovat plnění plánovaných objemů prací a stav lesního fondu. Analýza mnoha variant dovoluje totiž stanovit optimální a nejvíce uspokojující potřeby jak národního hospodářství, tak i cíle lesního hospodářství.

Při řešení těchto problémů má také důležitý význam vědeckotechnická spolupráce mezi organizacemi lesního hospodářství ČSSR a SSSR, která probíhá v oblasti ASŘ lesního hospodářství již od roku 1976.

ВОЛКОВ, В. Д. — КУКУЕВ, Ю. А. (ВНИИЛМ Пушкино, В/О Лесопроект, Москва). **Вычислительная техника и математические методы в планировании лесного хозяйства СССР.** *Lesnictví*, 32, 1986 (8): 753-757.

Статья описывает современное состояние и тенденцию развития применения вычислительной техники в долгосрочном 5-летнем и годовом процессе планирования на всех уровнях управления лесным хозяйством СССР. Отмечается необходимость создания динамической базы данных «Лесной фонд СССР» как рычага для планирования всех основных лесоводческих деятельности. В данной статье описывается как модельное решение всей проблематики процесса планирования, так и вариантность его решения. Также отмечается необходимость увязки хозяйственного лесоустройства с самим процессом планирования.

автоматизированные системы; управление; хозяйственное лесоустройство; планирование; банк данных

V. D. Volkov, VNIILM Puškino, J. A. Kukujev, V/O Lesprojekt, Moskva

Pod redakcí doc. Ing. M. Čapka, DrSc., a Ing. L. Štefančíka, DrSc., vyšel svazek vědeckých prací VÚLH tematicky zaměřený na pěstování a ochranu lesů.

Pěstební příspěvky obsahují výsledky výzkumu aktuálních a prakticky významných problémů. B. Piskun předběžně uzavírá výsledky rozsáhlého experimentálního výzkumu optimální hustoty smrkových a borových kultur, které potvrdily účelnost poměrně značné diferenciace sponů podle přírodního a ekonomického stanoviště (u smrku od 2600 do 6000, u borovice od 7000 do 16 000 sazenic na ha). Současně se potvrdila možnost úspory nákladů při diferencovaném použití volnějších sponů.

Problematickou regulace růstového prostoru stromů v porostu se zabývá (i když teoreticky a z jiného hlediska) také příspěvek M. Kamenského. Zajímavý je hlavně návrh na úpravu Železovými metody stanovení růstové plochy stromu.

S regulací hustoty porostu do jisté míry souvisí rovněž práce L. Štefančíka popisující výsledky výzkumu probírkových metod v bučinách na Slovensku. Vlastní návrh optimálního pěstební postupu zaměřeného na stromy výběrové jakosti nazval autor „úrovňová volná probírka“. Jeho doplňkem jsou experimentálně získané údaje o vývoji těžebního procenta během doby výzkumu (15 let).

A. Löffler předkládá výsledky dvouletého sledování změny ekologických podmínek přirozené obnovy buku v typické bučině (*Fagetum typicum*) po semenné seči. Problematické přirozené obnovy buku a dubu ve ztížených podmínkách imisní oblasti (okolí Žiaru nad Hronom) je věnována také práce J. Mikušky; dokládá její účelnost při vhodně voleném obnovním postupu.

S. Kohán dokázal svým 12–15 let trvajícím experimentem, že topol 'T-214' (přirozený kříženec amerického a evropského topolu černého původem ze severní Itálie) podstatně předčil růstem v populikultuře topol 'Robusta', který se v oblasti Východoslovenské nížiny považuje za standardní odrůdu. Na příznivých stanovištích je možno očekávat celkový průměrný přírůst 15–25 m³ hroubí.

Prof. Ing. Jaromír Čížek, CSc., Ústav aplikované ekologie a ekotechniky VŠZ, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

Přechod mezi problematikou pěstování a ochrany lesů tvoří příspěvek J. Varinského, který informuje o výsledcích výzkumu vlivu různých dávek selektivních herbicidů Roundup a Velpar (také v kombinaci se Simazinem), aplikovaných v různém ročním období, na růst smrkové kultury. Výzkum potvrdil použitelnost obou přípravků; v obtížně přístupných terénech, kde přichází v úvahu spíše řadová aplikace, autor doporučuje použít jemnozrnný granulát Velpar, při celoplošném postřiku v příznivém terénu spíše Roundup.

Autoři M. Čapek a J. Patočka prozkoumali problematiku ochrany lesů různých funkčních typů. Stupeň a druh ohrožení škodlivými činiteli značně závisí na přírodních podmínkách, v nichž jsou jednotlivé funkční typy lesa nejvíce zastoupeny. Výrazný vliv však má i v tomto případě věk porostů a způsob jejich obhospodařování. Integrovaná ochrana víceúčelových lesů bude později věnována samostatná publikace.

Velmi aktuální jsou výsledky výzkumu růstových charakteristik stromů, které ovlivňují stabilitu smrcin. Referuje o nich J. Konôpka, který provedl rozsáhlá šetření v oblasti LZ Kriváň a LS Poľana. Potvrdila se mj. vyšší odolnost proti zlomu u stromů s nižším stíhlostním koeficientem (cca 0,8). Vývratnost podmiňují nejen parametry nadzemní části, ale značný význam má také hloubka a šířka zakořenění, závislá na stálých i proměnlivých vlastnostech půdy, a také momentní stav půdy.

D. Bratovský porovnával účinnost feromonových přípravků Pheroprax (NSR) a IT-Etokap (ČSSR) na lýkožrouta smrkového. Dospěl k názoru, že domácí přípravek — výrobek o. p. Chemika Bratislava — může po zdokonalení obalu zcela nahradit dovážený zahraniční přípravek.

K dalšímu rozvoji metod biotického hubení škůdců lesních dřevin přispívá práce A. Heškové, v níž se prokázala účinnost několika biopreparátů *Bacillus thuringiensis* (zejména přípravku Dipel při aplikaci 2 kg na ha) proti housenicím bekyně zlatohlavé v dubové mlázině. Umělá bakteriální nákaza působila jednak přímo, jednak podpořila účinnost již přítomné mikrosporidiové nákazy.