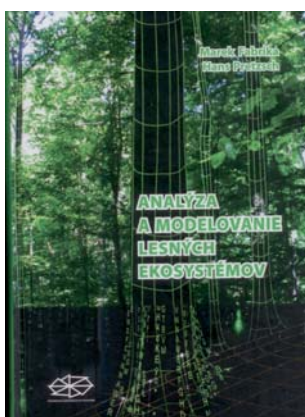


Recenzie – Reviews

Marek FABRIKA, Hans PRETZSCH: Analýza a modelovanie lesných ekosystémov



Technická univerzita vo
Zvolene, ISBN 80-228-2181-0,
599 strán, tvrdá väzba.

Autorskú dvojicu publikácie *Analýza a modelovanie lesných ekosystémov* tvorí docent Marek Fabrika a profesor Hans Pretzsch. M. Fabrika je pedagógom na Technickej univerzite vo Zvolene, H. Pretzsch učí na Technickej univerzite v Mníchove. Obidvaja sú zároveň aj vynikajúcimi vedeckými pracovníkmi s veľkou medzinárodnou skúsenosťou.

V *Predhovore* Fabrika vysvetlil, že „*Publikácia je orientovaná na slovenskú a českú čitateľskú obec, pričom využíva odkazy aj na nemecké a rakúske podmienky ako krajín s vysokým stupňom rozvoja modelovania lesa a príbuznosťou produkčných pomerov*“. Prof. Pretzsch v *Príhovore* píše, že „*Táto kniha odhaluje prístupy, ako sa za pomoci metód ekosystémovej analýzy a tvorby modelu prepracovať od mozaikovitých informácií k poznaniu systému*“.

Kniha pozostáva z desiatich hlavných kapitol, ktoré sa ďalej členia do podkapitol a častí. V *Úvode* publikácie sa zhrňa história lesníckych disciplín, akými sú najmä produkcia, dendrometria a modelovanie rastových procesov. Uvádzajú sa najvýznamnejšie osobnosti z tejto oblasti hlavne z Nemecka, Česka a Slovenska. Autori vysvetlili význam modelovania lesa v kontexte existujúcich lesníckych predmetov.

Kapitola *Ekosystémové a ekofyziologické základy modelovania lesa* (autor: Fabrika) prináša základné definície a fakty týkajúce sa lesného ekosystému, stromu a prostredia, ako aj ich vzájomných vzťahov. Vysvetľuje sa tu hierarchia života lesa, ekologické princípy existencie, vývoja a rastu lesa. Ozrejmujú sa základné pojmy a vzťahy týkajúce sa kolobehu látok a energie v lesnom prostredí, menovite cyklu vody, uhlíka a dusíka. Načrtol sa význam slnečnej radiácie a svetla pre existenciu lesných drevín, ako aj zohľadnenie faktora slnečnej radiácie v modelovaní lesa. V podkapitole týkajúcej sa ekofyziológie stromu sa autori zamerali na opis vnútornej stavby stromu, reakcií stromov na vonkajšie podnety. Rozobrali sa procesy tvorby látok a ich transportu v orgánoch stromov.

Na začiatku kapitoly *Kybernetické základy modelovania lesa* (Fabrika a Pretzsch) sa rozoberá les ako kybernetický systém, teda má svoje vstupy, prvky a výstupy. Definujú sa najdôležitejšie pojmy kybernetiky významné pre modelovanie biologických systémov. V ďalších podkapitolách sa definuje les ako dlhoveký systém, ako otvorený a aj štruktúralne determinovaný systém. Autori analyzujú

les ako systém formovaný históriou, hierarchicky organizovaný systém a systém s multikriteriálnymi výstupnými veličinami. Nasledne sa autori zaoberajú kybernetickým modelovaním lesa. Vysvetľujú postup od systému k modelovaniu. Aj keď je model zjednodušeným zobrazením systému, pri využití známych zákonitostí a pravidiel plní minimálne tieto funkcie: kvantifikuje známe kvalitatívne súvislosti, získava nové poznatky, je prostriedkom odovzdávania skúseností. Ďalej sa rozoberá použitie matice väzieb a štruktúry, ako aj systémových diagramov v modelovaní lesa. Vysvetľujú sa princípy modelov chovania lesa a štruktúry lesa.

Na začiatku kapitoly *Biometrické základy modelovania lesa* (Fabrika) sa uvádzajú základné biometrické charakteristiky, ktoré sú súčasťou štatistických postupov. Ďalej sa vysvetľujú rozdiely medzi frekvenčnou a distribučnou funkciou a základné poznatky o pravdepodobnosti. Uvádzajú sa dendrometrické charakteristiky stromu a porastu, ako aj spôsoby ich merania a odhadu. Vysvetľuje sa použitie štatistických metód v modelovaní lesa, princípy regresnej analýzy, kontingenčnej tabuľky, analýzy variancie a analýzy kovariancie. Taktiež sa opisuje použitie diskriminačnej, zhlukovej a faktorovej analýzy pre modelovanie lesa. Čitateľom sa približujú postupy reprodukcie variability pomocou metódy Monte Carlo a aproximačná metóda reprodukcie variability pre normálne rozdelenie. Vysvetľuje sa teoretická chyba modelu odvodená reprodukciou variability. Nasledujúca podkapitola sa zaoberá štatistickým hodnotením modelov. Rozoberajú sa pojmy akými sú vychýlenie, presnosť a správnosť. Uvádza sa postup odvodenia systematickej a náhodnej chyby modelu, problematika prenášania chyby. Nakoniec sa autor zaoberá metódami hodnotenia a prispôsobenia modelov.

Kapitola *Zákony, zákonitosti, pravidlá a teórie v modelovaní lesa* (Pretzsch) približuje zákonitosti rastu a prírastku stromu. Vysvetľujú sa vlastnosti a rozdiely medzi rastovou a prírastkovou funkciou, ako aj relatívna rýchlosť rastu a relatívny prírastok. Definujú sa multiplikátory rastu a všeobecná systémová infraštruktúra sigmoidného rastu. Rastové krivky sa zdôvodnili fyziologickými zákonitosťami a následne autor uvádza prehľad osvedčených rastových a prírastkových funkcií. Ďalšia podkapitola sa týka princípu alometrického pravidla zmeny tvaru. Rozoberá sa princíp a biomatrická formulácia alometrie. Alometria vyjadruje zmenu proporcií medzi jednotlivými orgánmi jedinca v čase. Autor rozoberá podstatu Reinekeho pravidla hustoty porastu a Yodovo samodiferenciačné pravidlo, ako aj ich vzťah k alometrii. Nasledujúca podkapitola sa zamerala na najdôležitejšie aspekty zákona dávky a účinku, konkrétne jej unimodálna funkcia a Mitscherlichov produkčný zákon. Uvádza sa použitie Thomasiusovej a Hahnovej funkcie. Vysvetľuje sa podstata teórie kolísania dávky a pojem komplexného účinku dávky. Rozoberá sa pojem a vlastnosti ekologickej bonity, ktorá sa často označuje aj ako bonita stanovišťa. Nasledujúca podkapitola rozoberá podstatu Eichhornovho zákona a jeho derivátov. Eichhornov vzťah na dlhú dobu poznačil vý-

vaj prvotných modelov použitých pre rastové tabuľky. Vysvetľujú sa pojmy „relatívna“ a „absolútna“ bonita a aj stupeň produkčnej úrovne. V závere tejto kapitoly autor opisuje teóriu optimálnej a kritickej kruhovej základne najmä v kontexte Assmannovej teórie.

Pomerne stručnou, ale mimoriadne aktuálnou kapitolou je *Modely dynamiky a rastových procesov lesa* (Fabrika). Autor vysvetľuje pojmy simulácia a simulátor, pričom sa primárne zameriava na simulátory lesných ekosystémov. Tieto napodobňujú chovanie lesných ekosystémov vo forme počítačových programov. Opisujú sa premenné a parametre rastových simulátorov. Modely lesa sa klasifikujú jednak podľa metód modelovania, ako aj časovo-hierarchickej úrovne. Zároveň sa uvádzajú príklady rôznych modelov. Opisujú sa statické vegetačné modely (biómové modely), stromové ekofyziologické modely, stromové funkčno-štruktúrne modely, stromové empirické modely závislé na pozíciách. Sem patrí aj model Sibyla, na vývoji ktorého sa výrazne spolupodieľal Fabrika. Ďalej sa opisujú stromové empirické modely nezávislé na pozíciách, stromové „patch“ alebo „gap“ modely, frekvenčné „patch“ alebo „gap“ modely, frekvenčné populačné modely a mnohé ďalšie modely.

Šiesta kapitola *Metódy empirického modelovania lesných ekosystémov* (Fabrika a Pretzsch) sa začína otázkou modelovania kmeňa stromu, ktorý bol tradične stredobodom pozornosti lesníkov. Autori objasňujú metódy merania tvaru kmeňa a proces odmerania k modelu tvaru kmeňa. Uvádzajú sa najčastejšie postupy modelovania morfologickej krivky kmeňa a objemu kmeňa. Na rozdiel od kmeňa sa modelovaniu koruny v minulosti venovalo výrazne menej pozornosti. Preto tomuto komponentu venujú autori pozornosť v troch častiach: metódy merania a analýzy štruktúry koruny, modelovanie tvaru koruny a modelovanie biometrických charakteristík koruny. V nasledujúcich podkapitolách sa detailne opisujú postupy modelovania hrúbkovej štruktúry porastu, modelovania výškovej štruktúry porastu, modelovania priestorovej štruktúry porastu. V ďalšej časti sa autori zamerali aj na menej známe oblasti modelovania procesov v lesných porastoch, konkrétne konkurencie stromov, odumierania stromov a ťažbových zásahov. Rozobral sa regresný model a multiplikačný model pre simulovanie rastu stromov a porastov. Na záver kapitoly sa opisujú premenné a parametre empirických modelov.

V kapitole *Metódy štruktúrneho modelovania lesných ekosystémov* (Fabrika) sa uvádzajú vlastnosti Lindenmayerových systémov (L-systémy). Tieto sú vo všeobecnom ponímaní paralelné prepisovacie systémy ako variant formálnej gramatiky. Podstatou ich tvorby je prepisovanie reťazcov podľa určitých pravidiel. V ďalšom sa uvádzajú aj iné schémy s podobným poslaním ako sú L-systémy. Opisuje sa spôsob modelovania rastlinných orgánov. Ako príklad sa uvádza modelovanie vyvíjajúcich sa plôch a modelovanie zložených listov. V ďalšej časti sa opisuje modelovanie stromov v kontexte ich habitusu. Uvádza sa spôsob získavania údajov pre konštrukciu rastových gramatík stromov, modelovanie morfológie stromov a modelovanie tropizmov. Autor sa venuje aj modelovaniu konkurencie a senescencie, resp. modelovaniu biometrických veličín stromu. Nakoniec sa sumarizujú poznatky o premenných a parametroch štruktúrnych modelov.

Kapitola *Metódy procesného modelovania lesných ekosystémov* (Fabrika) rozoberá postupy modelovania príjmu slnečného žiarenia rastlinami. Vysvetľujú sa pojmy ako slnečná trajektória, slnečná radiácia a absorpcia slnečného žiarenia. Objasňuje sa možnosť využitia Lambert-Beerovho zákona na modelovanie slnečného žiarenia v poraste a Cambellova elipsoidná orientácia asimilačných orgánov. Kapitola sa taktiež zaoberá modelovaním pohybu vody v kontexte hydrologickej bilancie. Vysvetľujú sa matematické modely používané pre intercepciu, transpiráciu, pôdnu evaporáciu, ako aj povrchový a podpovrchový odtok vody v lese. V nasledujúcej časti kniha uvádza fakty týkajúce sa modelovania pôdnych procesov. Táto otázka je dôležitá z dôvodu prístupnosti živín a vody z pôdy pre drevinu. Analyzujú sa aspekty modelovania asimilácie. Tu sa vysvetľuje energetická bi-

lancia listu, vodivosť prieduchov a fotosyntéza. Uvádzajú sa najznámejšie modely týchto javov. Načrtli sa modely týkajúce sa disimilácie (respirácie), alokácie, fenologických fáz, senescencie a mortality. Na záver sa sumarizujú premenné a parametre procesných javov.

Kapitola *Metódy vizualizácií lesa* (Fabrika) sa výstižne začína citáciou ľudového príslovia „Je lepšie raz vidieť ako stokrát počuť.“ Uvádza sa tu popis metód a postupov pre vizualizáciu lesa. Na začiatku sa opisuje strom ako objekt v priestore, a to v ponímaní dvojrozmernom a trojrozmernom. Vysvetľuje sa vizualizácia lesa pomocou kriviek a metódy založené na tomto ponímaní. Ďalej sa popisujú v praxi čoraz viac využívané projekčné metódy transformácie obrazu z 2D priestoru do 3D priestoru. Autor opisuje princíp virtuálnej reality, VRML ako univerzálny jazyk na realizáciu virtuálnej reality v počítači. Uvádzajú sa príklady vizualizácie lesného porastu vo virtuálnej realite. Dokumentujú sa špecializované nástroje na vizualizáciu lesa.

V poslednej kapitole *Počítačom podporované modelovanie lesa* (Fabrika a Pretzsch) sa vysvetľuje, že *počítačom podporované modelovanie lesa je oblasť vedeckej a praktickej činnosti, ktorá sa zaoberá modelovaním lesa pomocou výpočtovej techniky. Služi ako prostriedok pre optimalizáciu, rozhodovanie a odvodzovanie nových súvislostí.* Autori zhŕňajú progresívne metódy získavania údajov o lese. Prístroje a metódy pre tento účel sa v ostatnom čase vyvíjajú mimoriadne vysokým tempom a poskytujú nebyvalé možnosti. Okrem iných prostriedkov ide o diaľkový prieskum Zeme. Podávajú sa informácie o relačnom dátovom modeli lesa, objektovom funkčnom modeli lesa, znalostnom a expertnom systéme v modelovaní lesa, dátovom sklade a clearinghouse v modelovaní lesa. Samostatnú podkapitolu tvorí problematika využitia geografických informačných systémov (GIS) pre modelovanie lesa. Ďalej je tu načrtnutá povaha programovania modelov lesa a metódy vysokovýkonného počítania v modelovaní lesa. Na záver sa opisujú technicky pokročilé vizualizácie lesa, ktoré využívajú najnovšie technológie použité v rôznych oblastiach ľudskej činnosti. Na konci publikácie sa uvádza rozsiahly zoznam použitej literatúry a register v slovenskom jazyku.

Knihu hodnotím ako vysoko hodnotné dielo, ktoré pútavou a zrozumiteľnou formou vysvetľuje aj pomerne zložitý jav. Za menšiu chybu považujem fakt, že v publikácii nie sú úplne vyvážené informácie o všetkých stromových komponentoch (tzn. údaje o koreňových systémoch sú „skromnejšie“ ako o nadzemných častiach). Kompozíciou je publikácia koncipovaná nielen pre pedagogických a vedeckých pracovníkov, ale aj pre univerzitných študentov. Prehľadnosť a dobrú orientáciu v publikácii zabezpečujú, napr. otázky v úvode kapitol, naznačujúce poznatky, ktoré sa tu následne vysvetľujú. Ďalej definície pojmov a súhrny kapitol, ktoré sú farebne odlíšené od ostatného textu. V knihe je veľké množstvo ilustrácií, grafov, fotografií, schém a tabuliek. Aj tieto sú veľmi nápomocné na pochopenie špecifiky problematiky a majú dobrú grafickú úroveň. O mimoriadnosti tejto publikácie svedčí aj to, že ju v roku 2012 ocenil Literárny fond v kategórii prírodné a technické vedy.

Lesnícky výskum sa na rozdiel od mnohých iných vedných odborov spravdila tradične opieral o veľké množstvo terénnych meraní, v rámci čoho sa zhromažďoval rozsiahly empirický materiál. Určitá opodstatnenosť takéhoto prístupu je vo veľkej variabilite vlastností lesných drevín či lesných ekosystémov, ktoré spôsobujú mnohé vnútorné (najmä genetické) a vonkajšie (environmentálne) faktory. Doba sa však mení, a okrem moderných výdobytkov, akým je aj vysokovýkonná výpočtová technika, prináša tlak na zefektívnenie nákladov na pracovné sily a čas. Kým v rozvinutých krajinách sveta, najmä v USA, Veľkej Británii, Nemecku, Švédsku, či Fínsku, sa vedecká komunita (vrátane lesníckej) stále viac snaží preklenúť niektoré chýbajúce empirické poznatky matematickým modelovaním, na Slovensku veľká časť výskumníkov tieto postupy neovláda. A aj preto prevažná väčšina tuzemských odborníkov dokáže z veľkého empirického materiálu získať výrazne menej informácií a už-

šie zovšeobecnenie poznatkov v porovnaní s ich „západnými“ kolegami. Z uvedeného dôvodu je publikácia *Analýza a modelovanie lesných ekosystémov* veľmi vítaná. Pretzsch už v predošlom období napísal niekoľko monografií v tejto oblasti vydaných v nemčine a angličtine. Súborné dielo v slovenčine (či češtine) však dosiaľ chýbalo, čo bolo jedným z dôvodov vydania tejto publikácie v slovenčine. Pravdaže tu nešlo iba o preklad už existujúcich poznatkov do slovenčiny, ale autori mali ambíciu obohatiť problematiku o vlastné výsledky, resp. existujúce poznatky hlbšie analyzovať a v závere kapitol syntetizovať.

Publikácia je zaujímavá pre širokú vedeckú verejnosť, a to pre špecialistov z takmer všetkých lesníckych, ale aj iných (ekológia,

pedológia atď.) disciplín. Predpokladám, že preštudovanie obsahu tejto publikácie môže výrazne zmeniť myslenie výskumníkov smerom k efektívnejšej a exaktnejšej vedeckej práci, resp. nachádzania doposiaľ nepodchytených javov a súvislostí (vyhnúť sa problému *Pre stromy nevidieť les*). Kniha je nepredajná a možno ju získať u jej prvého autora.

Bohdan KONÔPKA

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen

T. G. Masaryka 22

SK – 960 92 Zvolen

e-mail: bkonopka@nlcsk.org