

# Hodnotenie ekofyziologickej vhodnosti stanovišťa pre výskyt drevín v podmienkach súčasnej a zmenenej klímy

Peter Baláž, Ústav ekológie lesa SAV, Štúrova 2, 960 53 Zvolen

## Abstrakt

Táto práca predstavuje koncepciu modelu hodnotenia vhodnosti stanovištných podmienok z pohľadu ekofyziologických nárokov lesných drevín. Model je založený na analýze environmentálnych odoziev drevín voči jednotlivým faktorom stanovišťa. Na podobnom princípe je založená značná časť známych rastových alebo vegetačných modelov. Na rozdiel od väčšiny z nich však táto práca neuvažuje iba s produkciou ako s jediným ukazovateľom reakcie dreviny na zmenu podmienok prostredia. Ide tu o kombináciu dvoch, z pohľadu ekológie približne rovnocenných ukazovateľov, produkcie a odolnosti voči pôsobeniu škodlivých činiteľov. Rozšírenie zdroja vstupných údajov za hranice prirodzeného výskytu drevín prináša bližšie poznanie ich základnej ekologickej niky a tým aj možnosti ich uplatnenia v človekom ovplyvňovaných lesoch. Konečným produktom by mal byť model umožňujúci prostredníctvom GIS ohodnotiť územia z hľadiska možností pestovania drevín v ľubovoľne namodelovaných podmienkach prostredia.

**KLúčové slová:** vegetačný model, environmentálna odozva, fyziologické nároky drevín, klimatické zmeny, ekologickej nika, stanovištné faktory

## ÚVOD A CIELE PRÁCE

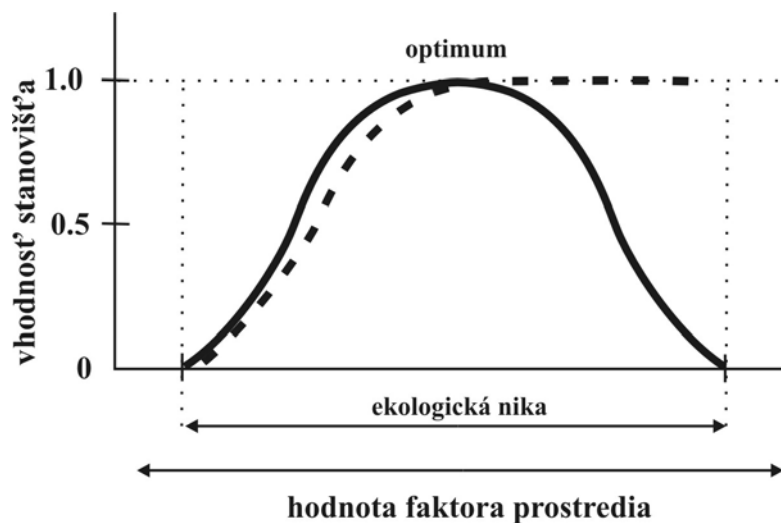
Klíma je spolu s pôdou jedným z najdôležitejších faktorov ovplyvňujúcich možnosti výskytu a vývoj rastlín a ich spoločenstiev. Výskyt dlhovekých organizmov, akými sú lesné dreviny, sa nemôže pružne prispôbovať krátkodobým zmenám a kolísaniu stanovištných podmienok, avšak očakávané globálne zmeny klímy takéto, relatívne rýchle, zmeny s najväčšou pravdepodobnosťou prinesú. V súvislosti s hodnotením možných dopadov klimatických zmien na lesné ekosystémy sa preto objavuje potreba vývoja modelov výskytu a vývoja drevín v závislosti od stanovištných podmienok. Najmä z hľadiska návrhu adaptačných opatrení je dôležité poznať dopady zmien klímy na možnosti výskytu a pestovania drevín. Doterajšie poznatky o nárokoch jednotlivých drevín vychádzajú najmä z ich prirodzeného rozšírenia, vzťahujú sa k tzv. normálnym klimatickým podmienkam a zväčša nezohľadňujú vplyv medzidruhových vzťahov. V súčasnej lesníckej praxi preto hodnotenie vhodnosti druhového zloženia pre určitú lokalitu vychádza z potenciálneho prirodzeného drevinového zloženia pre určitý typ geobiocenózy vyskytujúci sa na tejto lokalite. Hlavným zdrojom týchto informácií na našom území sú práce vychádzajúce z tzv. Zlatníkovej školy, napríklad ZLATNÍK (1959), HANČINSKÝ (1972). Ako kritérium pre stupeň vhodnosti stanovišťa sa pritom najčastejšie používa produkčná schopnosť dreviny. Niektoré zahraničné práce, napríklad BIO *a kol.*, (2002), HUMPHRIES *a* BOURGERON (2003), používajú namiesto produkčnej schopnosti zastúpenie druhu v rámci spoločenstiev. Pri takomto prístupe by teda stanovište s najvyššou produkciou alebo zastúpením dreviny malo predstavovať optimálne podmienky výskytu. Okrem rastových schopností však treba uvažovať aj s inými prejavmi ako sú prežívanie, či skôr odolnosť a schopnosť regenerácie (SCHENK, 1996). Limity výskytu drevín založené na ich prirodzenom rozšírení však predstavujú iba tzv. realizovanú ekologickej niku druhu a nedávajú nám informáciu o skutočných fyziologických možnostiach jeho pestovania aj mimo areálu jeho prirodzeného rozšírenia (LEXER *a* HÖNNINGER 1998). Zo základnej koncepcie ekologickej niky (HUTCHINSON, 1957 *ex*. BEGON *a kol.*, 1997) totiž vyplýva, že v neprítomnosti konkurencie iných druhov alebo pri jej obmedzení činnosťou človeka má druh rozsiahlejšiu ekologickej niku a teda môže byť úspešný aj za hranicou svojho prirodzeného areálu. Pomocou pestovných zásahov však dokáže lesný hospodár výrazne

ovplyvniť pôsobenie medzidruhových vzťahov obmedzujúcich tzv. základnú ekologickú niku. To znamená, že z hľadiska druhovej skladby lesov, v ktorých človek aktívne zasahuje, by mala byť dôležitejšia práve základná nika drevín, ktoré zohľadňuje stanovištné nároky a skutočné možnosti dreviny bez ohľadu na konkurenčné pôsobenie iných drevín. Pestovanie mnohých drevín mimo ich prirodzeného areálu prináša možnosť analýzy širších fyziologických možností drevín. K prehĺbeniu tohto poznania by mali prispieť výsledky tejto práce. Jej hlavnými cieľmi sú:

- 1) Vytvorenie modelu hodnotenia ekofyziologickej vhodnosti stanovištných podmienok pre vybrané lesné dreviny. K naplneniu tohto zámeru je potrebné získať exaktnejšie poznatky o fyziologických nárokoch a limitoch drevín pomocou analýzy environmentálnych odoziev týchto drevín voči najdôležitejším environmentálnym faktorom.
- 2) Využitie vytvoreného modelu pre hodnotenie vplyvu očakávaných klimatických zmien na možnosti ich výskytu a pestovania vo vybranom modelovom území.

## METODIKA

Práca je založená na analýze údajov monitorovacieho systému Lesoprojektu v sieti 4x4 km pre dreviny buk, smrek, dub, jedľa a javor horský. Analýza vzťahov medzi nárokmi a limitmi jednotlivých drevín a stanovištnými faktormi sa premietne do tzv. funkcií environmentálnej odozvy voči jednotlivým faktorom. Táto funkcia v podstate predstavuje zjednodušený matematický vzťah medzi faktormi prostredia a indikátorom ich priaznivosti pre drevinu. Jej teoretický priebeh je znázornený na obrázku 1.



**Obrázok 1.** Grafické znázornenie vhodnosti stanovištných podmienok vo vzťahu k intenzite pôsobenia podmienky prostredia alebo úrovne zdroja. Plná čiara znázorňuje klasický prípad, kedy po dosiahnutí optima s ďalším stúpaním intenzity podmienky klesá. Prerušovaná čiara predstavuje častý vzťah (najmä v prípade zdrojov) kedy vhodnosť podmienok po dosiahnutí optimálnej úrovne zdroja zostáva aj s navyšovaním zdroja nezmenená.

Analyzované sú jednak klimatické ako aj pedologické stanovištné faktory. Z klimatických sú to:

- mesačné a ročné priemery teploty vzduchu,
- mesačné a ročné úhrny zrážok,
- mesačné sumy globálneho žiarenia,

- mesačné priemery rýchlosti vetra.

Vlastnosti pôdy sú zastúpené nasledovnými charakteristikami:

- pomer C/N,
- obsah dusíka,
- pH pôdy,
- skeletnatosť,
- poľná kapacita pôdy.

Klimatické veličiny sú počítané pre každú monitorovaciu plochu na základe jej nadmorskej výšky a expozície. Pôdne charakteristiky sú prebrané z databázy monitorovacieho systému s výnimkou poľnej kapacity pôdy, ktorá je odhadnutá na základe skeletnatosti, zrnitosti a hĺbky pôdy.

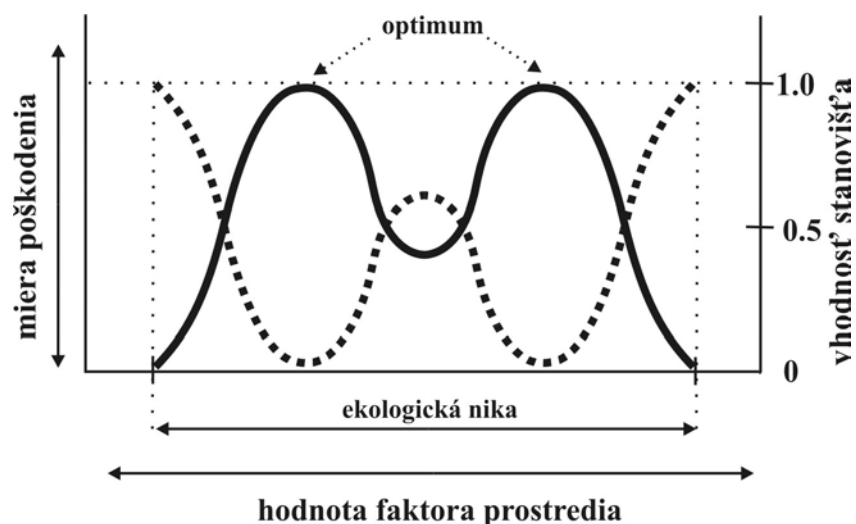
Vhodnosť stanovišťa sa posudzuje jednak z hľadiska produkcie, tzv. *produkčná odozva dreviny*, ale aj z hľadiska odolnosti voči škodlivým činiteľom, tzv. *odolnosťná odozva dreviny*. Produkčnú odozvu charakterizuje *index produkcie (IP)*, ktorý predstavuje pomer medzi skutočnou výškou stromu a potenciálne dosiahnuteľnou výškou dreviny v určitom veku. Počíta sa nasledovne:

$$IP = h/h_{pot}$$

kde IP je hodnota indexu produkcie stromu,  $h$  je skutočná výška stromu a  $h_{pot}$  je potenciálne dosiahnuteľná výška, ktorú drevina dosahuje v danom veku. Za potenciálne dosiahnuteľnú výšku stromu je pre tento účel považovaná horná výška porastu pri najvyššej bonite prebraná z rastových tabuliek (HALAJ *a kol.* 1987). Podobný postup použili aj autori LEXER *a* HÖNNINGER (1998), ktorí však pre výpočet tzv. indexu rastového potenciálu použili pomer medzi skutočnou výškou a tzv. referenčnou výškou dreviny, ktorá je charakterizovaná referenčnou výškovou krivkou vloženou do bodového poľa výšok drevín na jednotlivých monitorovacích plochách.

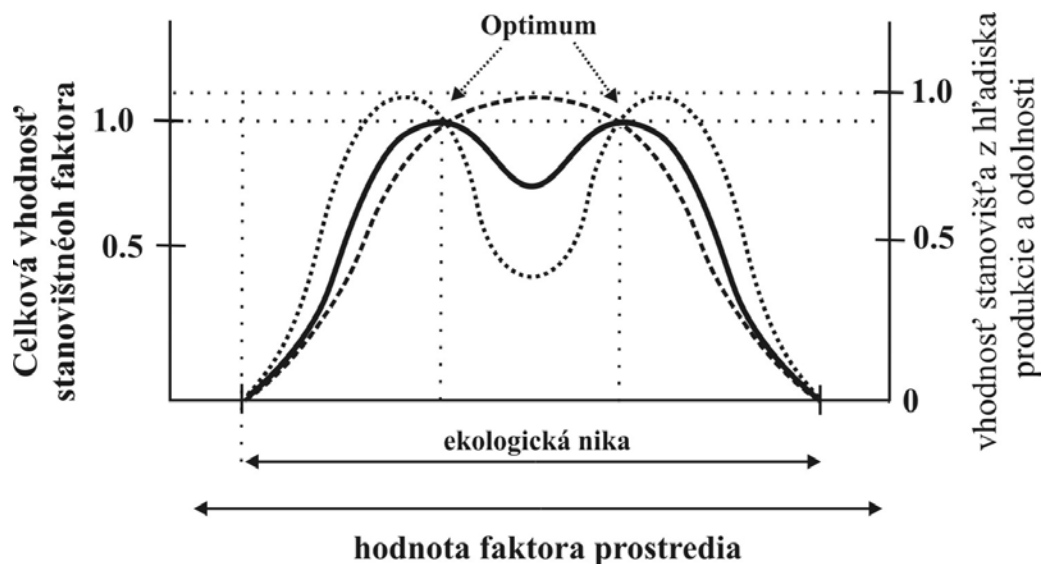
Použitie hornej výšky dreviny pri najvyššej bonite prebranej z rastových tabuliek vychádza z predpokladu, že táto by za ideálnych podmienok mala predstavovať výšku, ktorú drevina v danom veku dosiahne v optimálnych (produkčných) podmienkach. Teoreticky by teda hodnota indexu IP mala kolísať v intervale  $(0;1>$  a hodnotu 1 by mal dosahovať v produkčnom optime (obr.1). Už zo samotnej definície hornej výšky v rastových tabuľkách možno očakávať že vypočítané hodnoty indexu IP môžu mierne presahovať hodnotu 1. Výslednú funkciu je preto potrebné upraviť tak aby sa výsledné hodnoty pohybovali v intervale  $<0;1>$ . Za účelom minimalizácie vplyvu pestovných zásahov na hodnotené výšky stromov sa pre potreby tejto analýzy uvažuje iba s úrovňovými a nadúrovňovými stromami.

Odolnosťná odozva dreviny je charakterizovaná mierou poškodzovania dreviny v daných stanovištných podmienkach. Miera poškodzovania dreviny vychádza zo stupňa a intenzity poškodenia dreviny jednotlivými škodlivými činiteľmi, ktoré sú uvádzané pre každú monitorovaciu plochu. Teoretický priebeh odolnostnej odozvy dreviny znázorňuje obrázok 2, pričom táto je vlastne prevrátenou funkciou k funkcii závislosti miery poškodenia na hodnote stanovištného faktora. Krivka je dvojrcholová, pretože existuje predpoklad, že v oblasti produkčného optima je v niektorých prípadoch odolnosť dreviny znížená.



**Obrázok 2.** Teoretický priebeh závislosti odolnostnej odozvy (plná čiara) dreviny od stanovištných podmienok. Bodkovaná čiara znázorňuje závislosť miery poškodenia od podmienok prostredia.

Kombináciou produkčnej a odolnostnej odozvy dreviny voči určitému faktoru prostredia dostaneme stupeň vhodnosti tohto faktora pre danú drevinu. Tento sa stanoví ako aritmetický priemer produkčnej a odolnostnej odozvy. V prípade že je potrebné uvažovať s rozdielnou dôležitosťou produkcie a odolnosti či už z hľadiska poznatkov o ekológii a fyziológii druhu alebo z hľadiska požiadaviek lesného hospodárstva, použije sa vážený aritmetický priemer. Výsledná krivka relatívnych hodnôt vhodnosti stanovišťa sa opätovne preškáluje do rozsahu  $<0;1>$  (obrázok 3).



**Obrázok 3.** Teoretický priebeh funkcie environmentálnej odozvy (závislosti vhodnosti stanovišťa (plná čiara) od hodnoty stanovištného faktora) v prípade rovnakej váhy produkcie a odolnosti.

Takto získané funkcie environmentálnej odozvy dreviny slúžia ako podklad pre celkové zhodnotenie stanovišťa z pohľadu jeho vhodnosti pre výskyt a pestovanie daných drevín. Celkovú ekofyziologickú vhodnosť stanovišťa teda určíme zhodnotením odoziev dreviny voči jednotlivým stanovištným faktorom pri uplatnení *Liebigovho zákona minima*.

To znamená, že ak bude mať drevina A na určitom stanovišti hodnoty celkovej odozvy voči faktorom  $x, y, z$  napr.  $F_{(x)} = 0,65; F_{(y)} = 0,83; F_{(z)} = 0,48$ , limitujúcim faktorom na tomto

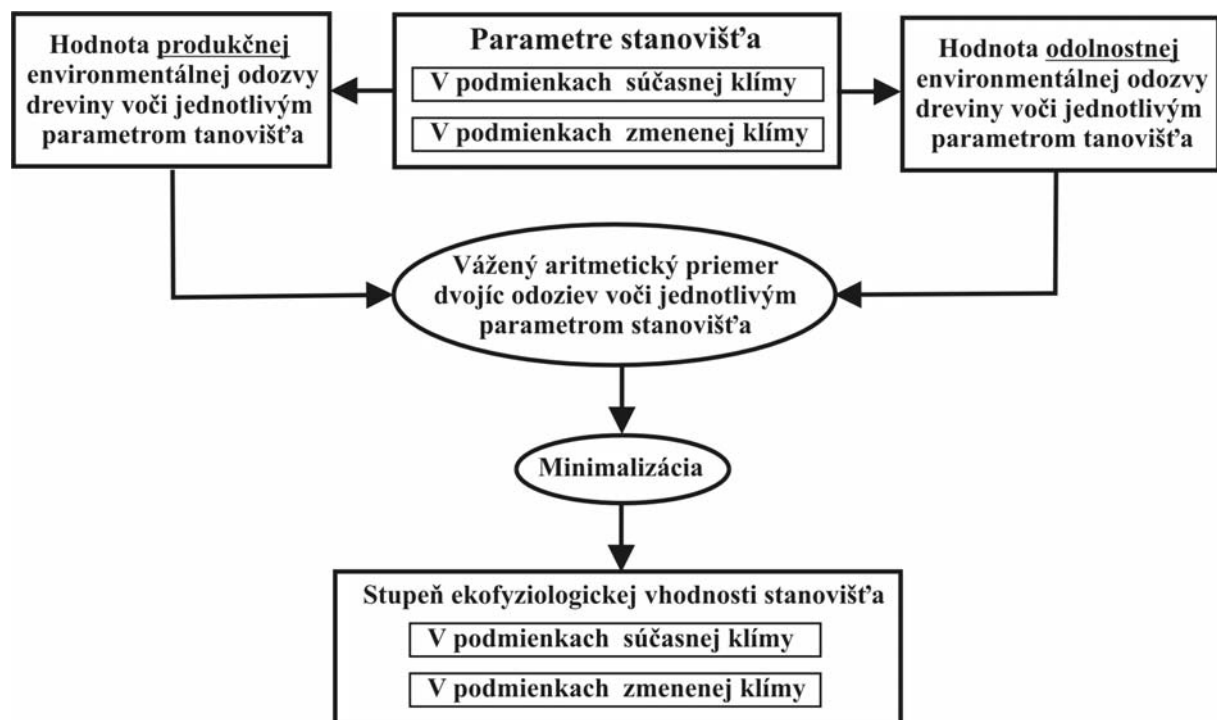
stanovišti je faktor  $Z$  a preto bude stupeň vhodnosti stanovišťa 0,48 aj napriek tomu, že ostatné faktory dosahovali priaznivejšie hodnoty odozvy dreveny. V matematickom vyjadrení to bude nasledovne:

$$CEV = \min\{CO_{(x)}, CO_{(y)}, CO_{(z)} \dots\}$$

$$CO_{(x, y, z \dots)} = (PrO_{(x, y, z \dots)} + OdO_{(x, y, z \dots)})/2$$

kde  $CEV$  je celková ekofyziologická vhodnosť stanovišťa,  $CO_{(x, y, z \dots)}$  je celková odozva dreveny voči faktorom  $x, y, z \dots$ ,  $PrO_{(x, y, z \dots)}$  je produkčná odozva dreveny voči faktorom  $x, y, z \dots$ ,  $OdO_{(x, y, z \dots)}$  je odolnosťná odozva dreveny voči faktorom  $x, y, z \dots$ .

Týmto spôsobom môže byť následne prostredníctvom modelu (obrázok 4) aplikovaného v prostredí GIS vyhodnotená vhodnosť podmienok pre výskyt rast jednotlivých dreven aj pre väčšie územné celky jednak pre podmienky súčasnej klímy ako aj pre podmienky ľubovoľných scenárov klimatických zmien.



**Obrázok 4.** Schéma modelu hodnotenia stupňa vhodnosti stanovištných podmienok.

## ZÁVER

Nejde tu o klasický rastový model lesa či model zloženia a z mien lesných spoločenstiev, preto že výstupom nie je prognóza skutočného vývoja porastu alebo štruktúry spoločenstva. Ide tu o modelovanie vhodnosti alebo potenciálu stanovištných podmienok pre jednotlivé dreveny z hľadiska ich ekologických a fyziologických možností a nárokov. Keďže sa analýza environmentálnych odoziev dreven neobmedzuje iba na podmienky ich prirodzeného rozšírenia, možno povedať, že ide o priblíženie sa k modelovaniu rozmeru základnej ekologickej niky týchto dreven. Výsledok by mal slúžiť ako podpora pre rozhodovanie

o budúcom drevinovom zložení lesných porastov ako aj pre odhad dopadov klimatických zmien na zdravotný stav a stabilitu terajších lesov.

## **BIBLIOGRAFIA**

- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R., 1997. Ekologie: jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 949s.
- BIO, A.M.F.; DE BECKER, P.; DE BIE, E.; HUYBRECHTS, W.; WASSEN, M. 2002: Prediction of plant distribution on lowland river valleys in Belgium: modeling species response to site conditions. *Biodiversity and Conservation* 11: 2189-2216
- HALAJ, J. a kolektív, 1987. Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR. Příroda Bratislava, 362 s.
- HANČNSKÝ, L., 1972. Lesné typy Slovenska. Příroda, Bratislava, 307 s.
- HUMPHRIES, H.C.; BOURGERON, P.S., 2003: Environmental responses of *Pinus ponderosa* and associated species in the south-western USA. *Journal of Biogeography*, 30, 257-276
- LEXER, M.J., HÖNNINGER, K., 1998. Defining the physiological amplitude of alpine tree species using the combined network of forest inventory data, soil and meteorological data. *Ecologie* 29 (1/2), 383 – 387.
- SCHENK, H.J., 1996. Modeling the effects of temperature on growth and persistence of tree species: A critical review of tree population models. *Ecological Modeling* 92, 1 – 32.
- ZLATNÍK, A., 1959. Přehled slovenských lesov podle skupin lesních typů. Brno, Spisy Vědecké laboratoře biocenologie a typologie lesa LF VŠZ v Brně, č.3, 195 s.