



KONCEPCIA ĎALŠIEHO VÝSKUMU OCHRANY LESA NA SLOVENSKU SO ZRETEĽOM NA BIOLOGICKÝ BOJ PROTI ŠKODCOM

JOZEF KONÔPKA, BOHDAN KONÔPKA

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 22, SK – 960 92 Zvolen,
e-mail: jkonopka@nlcsk.org, bkonopka@nlcsk.org

KONÔPKA J., KONÔPKA B., 2011: Concept of future research on forest protection in Slovakia with regard to biological control of pests. Lesn. Čas. – Forestry Journal, **57**(3): 197-207, 2 fig., ref. 30. Original paper. ISSN 0323 – 1046.

This paper analyses the process of forest damage in Slovakia and its reasons. Special attention is paid to the analysis of temporal and spatial endangerment of forest ecosystems by harmful agents. Results on the zoning of ecological conditions for potential activity of harmful agents are shown, also conclusions concerning vulnerability of forest trees and stands in respect to growth stages are stated. Even though some attention was paid to this scientific field in the 60s and 80s, the information from this period related to the climatic change effect of the forest ecosystems, although its interactions with harmful agents were not known or yet relevant. The newest findings show how climate change effects forest ecosystems and how their endangerment by harmful agents is brought about. Consequently, original strategies and concepts for new research activities are suggested. In fact, future studies would relate to detailed analysis concerning temporal and spatial endangerment of forest trees and stands from harmful agents under climate change conditions. Moreover, this proposal is concerned with the range of main forest protection issues, fundamentally based on the biological control of biotic pests. Finally, further studies would elucidate the conditions which underlie success or efficiency of certain pest control procedures .

Key words: spatial forest endangerment, temporal forest endangerment, climate change, biological control

Analyzujú sa príčiny a charakterizuje sa proces poškodenia lesných porastov na Slovensku. Osobitná pozornosť sa venuje analýze priestorového a časového ohrozenia lesných ekosystémov škodlivými činiteľmi. Uvádzajú sa výsledky rajonizácie ekologických podmienok potenciálnej aktivity škodlivých činiteľov. Ďalej závery, ktoré vyplynuli z rozboru vulnerability drevín a porastov podľa ich rastových fáz. Aj keď sa tejto problematike na Slovensku najmä v období od 60. do 80. rokov minulého storočia venovala určitá pozornosť, v danom období proces klimatickej zmeny a jeho následky neboli ešte známe, resp. významné. Uvádzajú sa najnovšie poznatky o vplyve klimatickej zmeny na lesné ekosystémy, najmä na ich ohrozenie škodlivými činiteľmi. V nadväznosti na to sa navrhuje nová stratégia a koncepcia ďalšieho výskumu. Ide o nové komplexné spracovanie problematiky priestorového a časového ohrozenia drevín a porastov v podmienkach klimatickej zmeny. Ďalej o vyselektovanie okruhov kde prichádza do úvahy ochrana lesa metódami biologického boja s biotickými škodcami. Nakoniec o vymedzenie podmienok, ktoré rozhodujú o úspešnosti či efektívnosti použitia tohto spôsobu boja.

Kľúčové slová: priestorové ohrozenie lesa, časové ohrozenie lesa, klimatická zmena, biologický boj

1. Úvod a problematika

Poškodzovanie lesných porastov na Slovensku sa v porovnaní s minulosťou výrazne zmenilo. Zatiaľ čo v päťdesiatych rokoch minulého storočia objem náhodnej ťažby dreva na Slovensku bol priemerne ročne okolo

1 mil. m³, v rokoch 2002 – 2006 to už bolo 3,7 mil. m³. V rokoch 2007 – 2009 je tento priemerne ročne takmer 5,5 mil. m³. Kým do konca roku 2007 z náhodnej ťažby pripadalo najviac na disturbancie lesných porastov v dôsledku mechanicky pôsobiacich abiotických činiteľov,



Obr. 1. Lykožrút smrekový je v ostatných rokoch najzávažnejším škodlivým činiteľom v lesoch Slovenska. Preto treba zabezpečiť systém kontinuálnej prevencie a boja proti nemu **Fig. 1.** Recently, eight toothed European spruce bark beetle is the most serious harmful agent in the Slovak forests. Thus, it is necessary to built up a system of continual prevention against it.

najmä vetra, počnúc rokom 2008 sa situácia zmenila. V ostatných rokoch sa náhodná ťažba realizuje preto, že došlo k premnoženiu podkôrneho hmyzu (obr. 1). Z hľadiska lesného hospodárstva možno príčiny tejto nepriaznivej situácie rozdeliť do dvoch skupín: objektívne a subjektívne.

Objektívne príčiny súvisia so zmenenými existenčnými podmienkami lesných ekosystémov a zvýšením agresivity škodlivých činiteľov, ktoré vyplynuli prevažne zo sprievodných javov klimatickej zmeny. Napríklad, americkí vedci už začiatkom deväťdesiatych rokov minulého storočia konštatovali, že prebiehajúca klimatická zmena a jej sprievodné javy budú mať dramatické následky na lesné ekosystémy (GATES 1990). Prejavuje sa to na jednej strane zvýšením agresivity, resp. frekvencie výskytu niektorých škodlivých činiteľov. Na druhej strane v zhoršovaní odolnostného potenciálu lesných ekosystémov a následného zvýšenia ich ohrozenia najčastejšie biotickými škodlivými činiteľmi (škodcami). Mnohí škodcovia v nových klimatických podmienkach nachádzajú vhodné životné podmienky a spôsobujú rozsiahle škody na lesných porastoch (KONŔPKA 2007). Z uvedených dôvodov je zrejme, že ochrana lesa bude v rámci lesníckych disciplín nadobúdať na význame. Vyvoláva to potrebu modifikácie klasických postupov, prípadne nachádzanie úplne nových metód v zabezpečovaní ochrany lesa.

Príčiny subjektívneho charakteru súvisia s praktickou lesníckou činnosťou, konkrétne s nedostatočným reagovaním na novú situáciu, ktorá vznikla v dôsledku klimatickej zmeny. Tu teda ide o oblasť, do ktorej môže lesné hospodárstvo aktívne vstúpiť a nepriaznivý vývoj do určitej miery zmeniť, resp. zmierniť. Aby sa tak mohlo

stať, musia byť k dispozícii nové poznatky, využitím ktorých možno zlepšiť súčasnú nepriaznivú situáciu.

Podľa nášho názoru, tento dramatický nárast poškodzovania lesných porastov škodlivými činiteľmi si vyžaduje prijať novú stratégiu ochrany lesov a v rámci nej stanoviť, či podrobnejšie rozpracovať strategické a koncepcné zámery výskumu ochrany lesa, osobitne biologických metód boja so škodlivými činiteľmi. Treba vychádzať z toho, že ide jednak o realizáciu preventívnych opatrení, ktorými sa zvyšuje odolnosť lesných porastov proti škodlivým činiteľom, ako aj o ochranu či obranu (supresiu) lesa proti prírodným škodlivým činiteľom, najmä proti biotickým škodcom. Pritom aj v budúcnosti pôjde o integrovanú ochranu lesa. Pokiaľ ide o biotických škodcov na význame bude nadobúdať biologický spôsob boja proti nim.

Ako sa uviedlo, situácia v ochrane lesa nie je lepšia ako v predošlom období, ale skôr opačne, neustále sa zhoršuje. Je tomu tak aj napriek tomu, že sa zaviedli viaceré postupy, ktoré mali priniesť zlepšenie stavu. Preto stratégia a koncepcia výskumu biologických metód ochrany lesa musí brať do úvahy všetky súvislosti, ktoré môžu v pozitívnom ako aj v negatívnom smere ovplyvniť využitie týchto perspektívnych spôsobov boja v budúcnosti. Predovšetkým treba vychádzať z doterajších poznatkov o interakciách škodlivých činiteľov a lesných porastov, či z analýzy podmienok a príčin poškodzovania lesných porastov.

Treba v prvom rade zobrať do úvahy, že poškodenie lesa je jedným z javov dynamiky lesného ekosystému, ktorý nie je žiaduci z hľadiska vyváženého plnenia ekonomických, environmentálnych (ekologických) a sociálnych funkcií. Je to proces, do ktorého vstupujú dva antagonické subjekty. Jeden sa uplatňuje agresivitou – t. j. škodlivý činiteľ (disturbančný faktor), druhý – objekt pôsobenia škodlivého činiteľa, teda les (porast) sa uplatňuje systémom prirodzených pasívnych a aktívnych zábran. Poškodenie môže vzniknúť len za podmienok, pri ktorých škodlivý činiteľ nadobúda takú agresivitu, ktorou je schopný prekonať systém prirodzených zábran objektu na ktorý pôsobí. Tieto zábrany sú dané vulnérabilitou drevín a porastov a ich dispozíciou na poškodenie. Dispozícia na určitý typ poškodenia úzko súvisí s prírodnými podmienkami a rastovou fázou porastov (STOLINA *et al.* 2000). Ovplyvňuje ju tiež antropogénna intervencia počas rastu a vývoja porastov.

Uvedené biocenotické chápanie poškodenia lesa tvorí teoretický základ výskumu metód a spôsobov integrovanej ochrany lesa, vrátane biologického boja proti biotickým škodcom. V nadväznosti na to stratégia a koncepcia výskumu biologických metód bude obsahovať dve časti:

- Aktivizácia biotických škodcov v lesných ekosystémoch v podmienkach klimatickej zmeny s osobitným zreteľom na možnosti regulácie ich početnosti biologickými metódami (etapa prípravná)

- Metódy a spôsoby biologického spôsobu boja proti biotickým škodcom v lesných ekosystémoch v podmienkach klimatickej zmeny (etapa finálna).

V rámci tejto práce sa budeme venovať najmä prvej časti stratégie a koncepcie výskumu ochrany lesa so zreteľom na biologický boj so škodlivými činiteľmi, čo sme označili ako prípravnú etapu. Konkrétne metódy a spôsoby biologického boja proti biotickým škodcom budú predmetom druhej, finálnej časti riešenia uvedenej problematiky.

2. Materiál a metódy

Podkladový materiál pre riešenie problematiky tvorili doposiaľ spracované štúdie, najmä publikácie domácich autorov týkajúce sa ochrany lesov. Išlo najmä vedeckovýskumnú činnosť Stolína a jeho spolupracovníkov z druhej polovice minulého storočia. V tomto čase sa na Slovensku realizoval všeobecný stanovíštný prieskum, ktorý po vedeckej stránke usmerňoval Zlatník. V nadväznosti na to vypracoval citovaný Stolín novú biocenologickú koncepciu ochrany lesa v zmysle ktorej sa v rámci hospodársko-úpravníckych prác pristúpilo k realizácii prieskumu ochrany lesov na Slovensku. Výsledky tohto prieskumu slúžili ako podklad pre plánovanie hospodárskych opatrení v rámci lesných hospodárskych plánov.

Ako ďalšie podkladové materiály sa využili doterajšie poznatky o vplyve klimatickej zmeny na lesné ekosystémy. Ďalej poznatky o poškodzovaní lesných porastov škodlivými činiteľmi, ktoré sa každoročne spracúvajú v rámci súhrnných informácií o stave lesov (Národné lesnícke centrum - Ústav lesných zdrojov a informatiky Zvolen) a činnosti lesníckej ochrannárskej služby (Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen). Osobitne sa analyzovali informácie o použitých preventívnych, ochranných opatreniach v lesných porastoch a o ich účinnosti vo vzťahu k jednotlivým škodlivým činiteľom či ich súborom. V neposlednom rade to boli poznatky z výskumnej činnosti a praktické skúsenosti autorov príspevku.

Pri spracovaní stratégie a koncepcie ďalšieho výskumu sa okrem preštudovania prístupných domácich a zahraničných materiálov pracovalo aj obvyklými prognostickými metódami. Išlo najmä o časové rady poškodzovania lesných ekosystémov disturbančnými činiteľmi, používania rozličných metód a spôsobov ochrany lesa jednak na Slovensku ako aj v zahraničí. Takto získané výsledky sa syntetizovali, resp. zovšeobecnil. Pokiaľ ide o biologické metódy ochrany lesa tu sa taktiež využili výsledky výskumu a praktické skúsenosti biologického boja v ochrane rastlín. Pritom sa zohľadnili špecifiká či osobitosti, ktoré platia v lesných ekosystémoch.

Práca má analyticko-syntetickú povahu. Pritom jej primárnou úlohou nie je presná kvantifikácia a popis metód ochrany lesa v zmenených ekologických podmienkach (myslí sa hlavne klimatická zmena). Cieľom práce je vytvoriť strategické a koncepčné rámce pre

ďalší výskum metód ochrany lesa a následnej praktickej lesníckej činnosti smerujúcej k zvyšovaniu odolnosti lesných porastov proti pôsobeniu škodcov, prípadne metód prevencie a boja (najmä biologického) proti nim.

3. Výsledky a diskusia

3.1. Analýza doterajších riešení

3.1.1. Priestorové ohrozenie drevín a porastov škodlivými činiteľmi

Problematiku riešil na Slovensku Stolín v druhej polovici minulého storočia (1959, 1985, 1998 a iní). Išlo o štúdium životných procesov v lesných ekosystémoch z hľadiska ich stability či odolnosti voči účinkom disturbančných faktorov. Hľadali sa odpovede na otázky: za akých podmienok či okolností prírodné činitele menia svoje vlastnosti tak, že nadobúdajú charakter disturbančných faktorov a aká je funkcia účinkov zámernej alebo nezámernnej ingerencie človeka (lesného hospodára) v týchto procesoch. Stolín použil metódu komparácie ideálnych a konkrétnych objektov o rovnakých existenčných podmienkach (ekotopu), o rovnakej a rozdielnej druhovej diverzite edifikačnej zložky (drevín) lesného ekosystému, jej priestorovej štruktúry, pri rovnakej a rozdielnej miere intenzity antropickej intervencie.

Ukazovateľom existenčných podmienok sledovaných ekosystémov boli typologické jednotky (podľa ZLATNÍKA 1955). Indikátorom ideálnej druhovej diverzity bola Zlatníkom vymedzená druhová štruktúra drevín v príslušnej typologickej jednotke. Ukazovateľom miery stability, potenciálnej alebo skutočnej miery disturbance lesného ekosystému bola výška náhodnej ťažby vykázaná za niekoľko desaťročí (dve až tri).

Vlastnosti drevín, ktoré signalizujú ich potenciálnu vulnabilitu a dispozíciu k určitému typu poškodenia posudzoval Stolín podľa ich morfológických znakov a reakcie v rastovom procese. Na základe znakov zraniteľnosti drevín stanovoval aj vulnabilitu porastov.

Podmienky vhodné na aktivizáciu prírodných škodlivých činiteľov definoval typologickými jednotkami všetkých hierarchických úrovní. Ako indikátor miery potenciálnej aktivity škodlivých činiteľov stanovil už uvádzanú výšku náhodných ťažieb v objektoch o rovnakých ekologických podmienkach a údaje o výskyte rozsahu účinkov škodlivých činiteľov v obdobných štruktúrnych lesných porastov.

Z analýzy uvedených vzťahov vyplynula rajonizácia ekologických podmienok pre prezenciu hlavných druhov dendrofágneho hmyzu – lokality ich gradačného optima, suboptima a pesima. Areály hlavných hmyzích škodcov lesných drevín a porastov, určené na základe typologických jednotiek sa rozdelili podľa prezencie, abundancie, resp. gradácie škodcov, ako aj podľa potenciálneho ohrozenia drevín a porastov. Išlo o tri typy gradačných oblastí s:

- a) malou amplitúdou gradácie, príslušný škodca tu má charakter gradačne indiferentného druhu, porasty nepoškodzuje, aj keď sa v nich vyskytuje,
- b) temporálnou gradáciou, charakteristickou občasnými gradáciami väčšej alebo menšej amplitúdy, tu spôsobuje občasne väčšie alebo menšie poškodenie porastov, sem patrí väčšina hmyzích škodcov lesných drevín,
- c) permanentne vysokou abundanciou s občasným, pomerne krátkym obdobím poklesu populačnej hustoty škodcu a s trvalým ohrozením porastov.

Ako z uvedenej analýzy vyplynulo priestorové ohrozenie drevín a porastov škodlivými činiteľmi (hlavnými druhmi hmyzu) sa lokalizovalo podľa typologických jednotiek. Uvedená rajonizácia mala uplatnenie najmä pri zostavovaní ochranných prognóz. Typologické jednotky a niektoré ďalšie charakteristiky ekotopu sa použili na posudzovanie možností aktivizácie ďalších biotických škodcov, ako aj na charakterizovanie potenciálnych disturbančných aktivít abiotických prírodných škodlivých činiteľov.

3.1.2 Časové ohrozenie drevín a porastov škodlivými činiteľmi

Pri časovom ohrození drevín a porastov ide o vzájomný vzťah medzi škodlivými činiteľmi a určitými rastovými fázami drevín a porastov, taktiež v určitých prírodných podmienkach (v typologických jednotkách podľa ZLATNÍKA 1955). Tento vzťah sa v minulosti spájal spravidla s ekologickými nárokmi škodcu, alebo niektorými vlastnosťami škodlivého činiteľa, ktorý sa mohol prejaviť pri určitom veku stromu prípadne porastu. Údaje o tzv. „kritickom“ veku sa však často rozchádzali, prípadne udávali sa značné vekové rozpätia ohrozenia drevín. Túto problematiku riešil STOLINA (1979, 1982)) na princípe dispozície drevín a porastov v nadväznosti na intenzitu ich rastu. Využil KORFOVU (1939) rastovú teóriu, podľa ktorej rastový proces dreviny, a tým aj porastu sa vyznačuje niekoľkými typickými etapami vývoja. Tieto na rastovej krivke, prípadne na krivke bežného ročného výškového prírastku možno vymedzovať ako špecificky charakterizované intervaly. Každý z týchto intervalov sa vyznačuje špecifickou intenzitou rastu, ktorá odráža povahu vnútorných zmien dreviny. Takto drevina v priebehu rastu a vývoja reaguje rozdielne na pôsobenie exogénnych faktorov. Môže to byť indiferentne, vnímavo alebo atraktívne (napríklad pre niektoré druhy podkôrných škodcov). Pre každú rastovú fázu prichádza do úvahy špecifický typ ohrozenia dreviny súborom škodlivých činiteľov, prípadne jednotlivým druhom.

V nadväznosti na uvedené citovaný Stolina spracoval prehľad prírodných škodlivých činiteľov ohrozujúcich dreviny, resp. porasty podľa ich rastových fáz. Zároveň charakterizoval spôsob poškodenia a jeho významnosť. Taktiež navrhol metódy kontroly a realizáciu ochranných a obranných opatrení.

Konkrétne sa definovalo päť rastových fáz:

1. počiatočná rastová fáza,
2. fáza maximálneho výškového prírastku,
3. fáza kulminácie výškového prírastku,
4. fáza výrazného poklesu výškového prírastku,
5. fáza pozvoľného poklesu výškového prírastku.

Objasnenie zákonitostí vývoja vulnerability a dispozície drevín a porastov a z toho vyplývajúcich vzťahov k ich ohrozeniu škodlivými činiteľmi, koncipovaná na princípe zmien vlastností drevín a porastov v procese ich rastu, sa ukázala ako oveľa relevantnejšia, ako keď sa stanovovala z určenia doby ohrozenia porastov v kalendárnom zmysle.

3.2. Klimatická zmena a jej vplyv na priestorové a časové ohrozenie drevín a porastov

V úvodnej kapitole sme uviedli, že situácia v ohrození drevín a lesných porastov sa v porovnaní s predchádzajúcim obdobím dramaticky zhoršila. Akcelerácia ohrozenia lesných porastov škodlivými činiteľmi v 70. a 80. rokoch sa dávala do súvisu najmä s nepriaznivou imisnou situáciou. V ostatných dvoch desaťročiach ide v prevažnej miere o klimatickú zmenu. Je preto relevantná požiadavka, aby sa doterajšie priestorové a časové ohrozenie drevín a porastov vzhľadom na zmenenú situáciu aktualizovalo. Problematiku treba riešiť jednak v celej šírke diapazónu poškodzovania drevín a porastov škodlivými činiteľmi, ale zvlášť vo vzťahu k biotickým škodcom, kde podľa všetkého bude mať v rámci integrovanej ochrany lesov najväčší význam biologický boj (obr. 2).

V ďalšom zhrnieme doterajšie poznatky o vplyve klimatickej zmeny na priestorové a časové ohrozenie



Obr. 2. Relatívne pravidelný interval gradácie mnišky veľkohlavej vytvára dobré podmienky pre efektívnu intervenciu lesného hospodára, napr. prostredníctvom biologického boja
Fig. 2. Relatively regular interval of Gypsy moth gradation creates good conditions for efficient intervention by foresters, e.g. by using biological control

drevín a porastov škodlivými činiteľmi. Priamy vplyv klimatickej zmeny na dreviny môže byť mechanický, alebo fyziologický. Mechanické pôsobenie sa prejavuje hlavne prostredníctvom vetra, snehu a námrazy. Vo všeobecnosti sa predpokladá častejší výskyt ničivých víchrov (OVERPECK *et al.* 1990). Na základe analýzy lesnej hospodárskej evidencie sa konštatoval postupný nárast vetrových náhodných ťažieb aj v lesoch Slovenska počas ostatných troch desaťročí (KONŔPKA *et al.* 2005). Dreviny a porasty sú viac zraniteľné, okrem iného aj preto, že vietor v ostatných rokoch často prichádza aj z nezvyklého smeru. Pritom práca KONŔPKU *et al.* (2011), analyzujúca meteorologické údaje za ostatných 45 rokov, naznačila určité modifikácie frekvencie smerov nebezpečného vetra a jeho distribúcie v rámci ročných období.

Podobne možno konštatovať častejší výskyt padania mokrého, ťažkého snehu, ktorý poškodzuje hlavne mladšie prehustené porasty. V priebehu ostatných štyridsať rokov došlo na Slovensku k určitým zmenám v poškodzovaní porastov námrazou a snehom. Napríklad, kým v predošlom období sa škody spôsobené námrazou sústreďovali do horských oblastí, v ostatnom desaťročí ide skôr o stredné polohy (MINĎÁŠ *et al.* 2000). Opačná tendencia sa zaznamenáva pre poškodzovanie lesných porastov snehom. KONŔPKA *et al.* (2008) zistili, že snehové kalamity v zime 2005/2006, ktoré boli najmä v oblasti Oravy, Pohronia a Kysúc, sa vyskytovali vo výrazne vyšších nadmorských výškach (o približne 150 – 200 m) v porovnaní s predošlými epizódami.

Fyziologické pôsobenie klimatickej zmeny na dreviny môže mať ešte negatívnejšie následky ako uvádzané mechanické vplyvy. Každá drevina má svoju ekologickú amplitúdu, ktorá okrem iného súvisí aj s teplotným a vodným režimom. V ostatných rokoch sa zaznamenávajú mnohé, niekedy aj absolútne rekordy teplôt, zrážok ako aj iných meteorologických javov. Najviac ohrozenou drevinou je smrek obyčajný vyskytujúci sa v rastovom suboptime, t. j. v menších nadmorských výškach. Podľa MINĎÁŠA a ŠKVARENINU (1994) sú ohrozené aj smrečiny v niektorých vyšších polohách, ktoré v minulosti zaťažovali imisie, a preto rastú na zakyslených pôdach. Rizikovou skupinou, ktorá bude podliehať stresom v dôsledku nedostatku vody a klimatických výkyvov budú prriedené a fragmentované porasty. Takýchto porastov pribúda v dôsledku jednotlivého alebo skupinového hynutia stromov, resp. mechanického poškodzovania abiotickými činiteľmi. Nedostatkem vlhky budú trpieť aj stromy a porasty na strmých svahoch južných a juhozápadných expozícií.

Klimatická zmena vplýva na lesné ekosystémy aj nepriamo. Je zrejme, že jej sprievodné javy negatívne, či už mechanicky alebo fyziologicky pôsobia na ekologickú stabilitu lesných porastov. Preto sa zvýši ich ohrozenie rozličnými biotickými škodcami. Škodcovia môžu v nových klimatických podmienkach nachádzať vhodné životné podmienky a správať sa dokonca agresívnejšie

ako v regiónoch pôvodného výskytu. Veľmi ohrozený je smrek obyčajný, ktorého konštitúciu zhoršuje nevyrovnaná zrážková bilancia a teplotné výkyvy. Na Slovensku došlo k podstatnému zvýšeniu populačnej hladiny podkôrneho hmyzu v smrečinách najmä od roku 2004 (KUNCA *et al.* 2007). Duby v prípade oslabenia suchom napáda napr. drvinárnik všežravý (*Xyleborus saxensis*). Tieto sú po suchých rokoch náchylné na tracheomykózne ochorenia. Ich zdravotný stav potom úzko súvisí s vývojom klimatických podmienok v ďalších rokoch. V dôsledku nepriaznivých klimatických podmienok sa objavujú čoraz častejšie podobné vaskulárne mykózy na niektorých ďalších druhoch listnatých a ihličnatých drevín. Takto fyziologicky oslabené smrekové sú náchylné na upchávanie vodivých pletív endofytickými hubami.

Klimatická zmena má na hmyzích škodcov zväčša stimulačný vplyv (BENISTON, INNES 1998). Ovplyvňuje ich populačnú dynamiku (plodnosť, dĺžku vývojových štádií a celkového prežívania, frekvenciu a intenzitu gradácie), ako aj areál výskytu (v horizontálnom a vertikálnom zmysle). Ako príklad horizontálneho šírenia škodcov na územie Slovenska zo severu počas ostatných rokov možno uviesť podkôrnika *Ips duplicatus*. V tomto prípade ide o posun výskytu podkôrnika z miernejšej – prímorskej klímy do drsnejších, t. j. kontinentálnych podmienok.

PFEFFER *et al.* (1961) uvádzali, že v polovici minulého storočia sa podkôrny hmyz v Československu vyskytoval do maximálnej nadmorskej výšky 1 200 m. Dnes sa podkôrniky premnožujú na Slovensku aj v nadmorskej výške 1 400 m, často aj vyššie, t. j. až na hornej hranici lesa. Je to prejav zmeny vertikálneho rozšírenia škodcu podľa všetkého v dôsledku globálneho otepľovania klímy, ako aj celkového oslabenia ekologickej stability smrečín. Zrejme aj v dôsledku jeho mimoriadneho premnoženia, pretože orgány štátnej správy ochrany prírody a krajiny nesúhlasili s realizáciou náležitých ochranných a obranných opatrení na tlmenie zvyšovania jeho početnosti (chránené územia).

Očakáva sa, že sa bude zvyšovať dispozičia drevín k patogénnym hubám. Bude to platiť aj pre rozličné vírusy a baktérie. JANKOVSKÝ (2000) predpokladá problémy v českých smrečinách založených mimo ich ekologického optima (nižšie a stredné polohy). Limitujúcim faktorom je tu predovšetkým nedostatok vody a vysoký výpar v letných mesiacoch. Na koreňoch takto stresovaných smrekov sa budú masovo šíriť podpňovky, hoci na drevinách v porastoch s prirodzeným zložením nespôsobujú za rovnakých podmienok žiadne problémy. JANKOVSKÝ (2000) uvádza, že v Čechách podpňovka ohrozuje zhruba tretinu lesnej plochy. Ide spravidla o nižšie polohy, kde sa smrek pôvodne nevyskytoval. Autori sa domnievajú, že s priebehom klimatickej zmeny podiel ohrozených porastov vzrastie aj do vyšších polôh.

Možno predpokladať, že sa zhorší situácia s nežiaducou vegetáciou. Dreviny v iníciaľných štádiách

vývoja sú a budú fyziologicky viacej stresované, tým sa zvýši podiel uhynutých jedincov. Vytvorí sa kompetičný priestor pre nežiaducu vegetáciu, hlavne pre teplomilné druhy nenáročné na pôdnu vlhku. V rozpadávajúcich sa porastoch a na holých plochách možno očakávať epizódy premnoženia drobných hlodavcov. Je veľmi pravdepodobné, že ich populáciu podporí častý výskyt teplých a suchých období. Drobné hlodavce budú pravdepodobne výrazne poškodzovať nálety, nárasty a kultúry.

Nebezpečné je zavlečenie nových hmyzích, hubových a iných škodcov, ktoré môžu nájsť v nových meniacich sa klimatických pomeroch dobré životné podmienky (ZÚBRIK *et al.* 2006). Zavlečenie a rozšírenie škodcov je veľmi aktuálne v spojitosti s globalizáciou svetového trhu a dynamickou výmenou tovarov, vrátane rastlinného materiálu a dreva. Pravdepodobne sa objavia a budú postupne nadobúdať na význame aj tzv. prekvapiví škodcovia a choroby, t.j. také čo sa doteraz prejavovali len ako saprofyty, resp. ako príležitostní škodcovia.

3.3. Stratégia a koncepcia ďalšieho výskumu

Stratégiu a koncepciu ďalšieho výskumu možno rozdeliť do troch vecných etáp:

1. Komplexné spracovanie problematiky priestorového a časového ohrozenia drevín a porastov škodlivými činiteľmi v podmienkach klimatickej zmeny.
2. Selekcija problémov priestorového a časového ohrozenia drevín a porastov škodlivými činiteľmi z hľadiska možností využitia biologickej ochrany lesov proti biotickým škodcom v podmienkach klimatickej zmeny.
3. Ďalšie aktuálne problémy, ktoré majú vplyv na úspešnosť a efektívnosť použitia biologickej spôsoby boja proti biotickým škodcom v lesných ekosystémoch v podmienkach klimatickej zmeny.

3.3.1. Komplexné spracovanie problematiky priestorového a časového ohrozenia drevín a porastov v podmienkach klimatickej zmeny

Ako vyplynulo z predchádzajúceho textu lesný hospodár, aby mohol predchádzať a brániť poškodeniam a škodám spôsobených rozličnými škodlivými činiteľmi musí vedieť kde a kedy sa môžu škodlivo prejavíť. V zásade ide o priestorové a časové ohrozenie drevín a porastov. So zreteľom na to, že sa situácia v ostatných rokoch podstatne zmenila a tieto zmeny ďalej pokračujú, problematiku treba riešiť nanovo, resp. doposiaľ získané poznatky aktualizovať.

Priestorové ohrozenie drevín a porastov škodlivými činiteľmi

Ohrozenie drevín a porastov škodlivými činiteľmi ovplyvňujú podmienky neživého a živého prostredia. Poškodenie a škody vznikajú pri súhre dlhodobu i krátkodobu pôsobiacich faktorov prostredia, ako aj vnútorných okolnostiach (pri drevinách a biotických škodlivých

činiteľoch), ktoré rozhodujú o dispozícii či rezistencii drevín a porastov a o agresivite škodlivého činiteľa.

V zmysle prof. ZLATNÍKA (1955) základné jednotky t. j. lesné typy tvoria biocenózy vývojovo k sebe patriace – pôvodné a zmenené. Združujú sa do jednotiek vyššieho stupňa (skupín lesných typov, ekologických radov vegetačných stupňov). Štruktúru jednotiek vyššieho stupňa tejto lesníckej typológie najlepšie vidieť na ekologickej mriežke (VLADOVIČ 2002).

Priestorové rozšírenie väčšiny škodlivých činiteľov sa viaže tiež na druhy drevín v poraste, najmä ak tam prevládajú. Z prevádzkového hľadiska ide konkrétne o porastové typy. V súčasnosti sa v rámci hospodárskej úpravy lesov zaviedli hospodárske súbory porastových typov (BAVLŠÍK *et al.* 2008b).

Pri hodnotení priestorového ohrozenia drevín a porastov sa vychádzalo z ich prirodzeného, ako aj z ich druhotného rozšírenia a zastúpenia. Pre jednotlivé dreviny sa vymedzilo ich ekologické optimum, suboptimum, prípadne pesimum. Rajóny ekologických podmienok sa charakterizovali jednotkami lesníckej typológie.

Popri drevine aj škodlivý činiteľ mal rajóny (optimum, suboptimum, pesimum), ktoré mu umožňujú väčšie či menšie škodlivé uplatnenie. Toto sa klasifikovalo jednotkami lesníckej typológie. Okrem biotických škodlivých činiteľov bolo to tak aj pri mnohých abiotických faktoroch napríklad pri suchu, ale len čiastočne pri mechanických účinkoch vetra, snehu a námrazy, kde rozhodujúco vplývajú iné činitele – ako orografická poloha a nadmorská výška. Pri iných (imisie a pastva) závisia od lesného prostredia len dôsledky ich pôsobenia.

O priestorovom ohrození drevín a porastov rozhoduje v konkrétnych prírodných podmienkach stretnutie (koincidencia) vlastností drevín a ich porastov a vlastností škodlivých činiteľov, ktoré vzájomným pôsobením môžu vytvoriť predpoklady aj pre vznik závažných poškodení a škôd. Pritom jednotlivé faktory môžu pôsobiť rozdielne.

V dôsledku klimatickej zmeny došlo, resp. dochádza (a bude ďalej dochádzať) k zmene existenčných podmienok drevín a porastov. To isté možno povedať aj o disturbančných činiteľoch, alebo aspoň o ich väčšine. Ak typologické jednotky (typologická mriežka), resp. ich priestorovú alokáciu zachováme treba nám v rámci nich nanovo stanoviť ich charakteristiky. Tak napríklad iný bude úhrn zrážok, dĺžka vegetačného obdobia, priemerná ročná teplota, úhrn globálnej radiácie a pod. Inde budú optimá, suboptimá a pesimá drevín a porastov, ako aj škodlivých činiteľov. Skrátka iné bude aj priestorové ohrozenie drevín a porastov škodlivými činiteľmi, ako v minulosti. Ak nechceme podľahnúť živelnosti či náhodnosti pri realizácii ochranných a obranných opatrení v lesných porastoch, ale tieto realizovať koncepčne a cieľavedome nevyhneme sa tomu, aby sme znovu neriešili priestorové ohrozenie drevín a porastov. Podľa nášho názoru ide o kľúčový problém bez riešenia ktorého je

ťažko si predstaviť realizáciu integrovanej ochrany lesa a v rámci nej biologický boj proti biotickým škodlivým činiteľom.

Ako sme uviedli, navrhuje sa nadviazať na výsledky, ktoré sa získali v druhej polovici minulého storočia, najmä ku ktorým dospel Stolina, ale aj ďalší lesníci či výskumní pracovníci v ochrane lesa na Slovensku. Tak isto pokiaľ ide o klimatickú zmenu sú už k dispozícii mnohé nové poznatky, ktoré je možné využiť pri riešení tejto problematiky. Tak napríklad v roku 2008 sa v Národnom lešníckom centre - Lešníckom výskumnom ústave Zvolen ukončilo riešenie úlohy výskumu a vývoja „Vplyv globálnej klimatickej zmeny na lesy Slovenska“ (ČABOUN *et al.* 2008). Taktiež je možné oprieť sa aj o skúsenosti, ktoré sa získali v rámci uplatnenia týchto poznatkov v hospodársko-úpravníckom plánovaní (BAVLŠÍK *et al.* 2008a, b, 2010).

Závažným a novým problémom je, že priestorové ohrozenie, tak ako sme jeho koncepciu uviedli, má svoju logiku a opodstatnenie za predpokladu, že nevznikne abnormálna či kalamičná situácia. Ak napríklad v dôsledku uplatňovania „pasívnej ochrany“ dôjde ku kalamičnému premnoženiu škodcu nemusia takto spracované zákonnosti priestorového ohrozenia drevín a porastov platiť. V súčasnosti je takáto situácia v dôsledku premnoženia podkôrneho hmyzu, najmä v chránených oblastiach, kde v zmysle zákona o ochrane prírody a krajiny nebolo možné realizovať potrebné ochranné a obranné opatrenia (pozri napr. B. KONÔPKA 2010; J. KONÔPKA, B. KONÔPKA 2010). Podkôrny hmyz sa vo Vysokých Tatrách premnožil do takej miery, že likviduje nielen smrečiny (vrátane komplexov, ktoré mali charakter pralesa), ale aj ďalšie dreviny, napr. limbu na hornej hranici lesa. Do úvahy potom prichádza aj vypracovanie scenárov priestorového ohrozenia drevín a porastov za týchto abnormálnych situácií.

V hospodárskej úprave lesov sa používajú aj iné priestorové rámce, ako sme uviedli v predchádzajúcom. Ide najmä o odvodené typologické jednotky (hospodárske súbory lešných typov, združené hospodárske súbory lešných typov), prevádzkové súbory (kombinácia hospodárskych súborov lešných typov, prípadne združených hospodárskych súborov lešných typov a hospodárskych súborov porastových typov). Taktiež sú to lešné oblasti a podoblasti. Z praktického hľadiska treba následne riešiť transformáciu priestorového ohrozenia drevín a porastov spracovanú podľa typologických jednotiek uvedených v ekologickej mriežke na priestorové rámce používané v hospodárskej úprave lesov.

Časové ohrozenie drevín a porastov škodlivými činiteľmi

O čase, keď sa môže škodlivý činiteľ závažne prejaviť často rozhoduje dosiahnutie určitej rastovej fázy dreviny a porastu. Bezprostredný impulz môžu dať krátky čas pôsobenia niektorých faktorov, najmä počasie, ktoré

súčasne zasahuje procesy v ekosystéme. Počasie je priamym pôvodcom mnohých abiotických poškodení a škôd (napríklad vetrom, snehom, námrazou). Pôsobí však aj nepriamo, či už vytvorením podmienok pre niektoré činitele (požiare), narušením fyziologických pochodov drevín (sucho), alebo ovplyvňuje dispozíciu voči biotickým faktorom, a to tak sekundárnym, ako aj primárnym. Počasie taktiež priamo a aj nepriamo ovplyvňuje i samotné biotické činitele. Možno ho označiť za limitujúci faktor pre väčšinu prípadov ich časového prejavu.

Časový prejav škodlivých činiteľov môže ovplyvniť pôsobenie človeka, či už priamo (napríklad požiare) alebo nepriamo pri jeho hospodárskej činnosti (napríklad nedostatky pri zalesňovacích prácach, v hygiene porastov, pripustenie nadmerných stavov zveri). Impulz na premnoženie niektorého škodcu môže dať napríklad zlyhanie jeho prirodzených nepriateľov a naopak ich zásah (najmä patogénov) môže skrátiť trvanie jeho škodlivej činnosti. Často vznikne kombinácia a vzájomné ovplyvňovanie týchto troch hlavných príčin časového prejavu škodlivých činiteľov a ich súborov.

Ak vychádzame zo skutočnosti, že klimatická zmena mení existenčné podmienky drevín, porastov ako aj chovanie škodlivých činiteľov možno povedať, že dochádza aj ku konverzii ich vzájomného vzťahu v jednotlivých rastových fázach, čiže k zmene časového ohrozenia vývoja lešných ekosystémov.

Aj tu pri riešení uvedenej problematiky sa navrhuje nadviazať na výsledky, ktoré sa získali v druhej polovici minulého storočia, najmä na poznatky Stolinu (napr. v roku 1982), ale aj ďalších výskumných pracovníkov v ochrane lesa na Slovensku. Tiež treba využiť výsledky výskumu vplyvu globálnej klimatickej zmeny na lesy Slovenska (ČABOUN *et al.* 2008). Možno je oprieť sa aj o skúsenosti, ktoré sa získali v rámci uplatnenia týchto poznatkov v hospodársko-úpravníckom plánovaní (BAVLŠÍK *et al.* 2008a, b, 2010).

Ako časové rámce na riešenie problematiky by sa použili rastové fázy drevín a porastov v zmysle Stolinu (kapitola: Časové ohrozenie drevín a porastov škodlivými činiteľmi). Aby bolo možné výsledky výskumu viac využiť v hospodársko-úpravníckom plánovaní ako aj v lešnej prevádzke tieto by sa mali z rastových fáz pretransformovať v nadväznosti na vek (prípadne vek a bonitu), resp. na rastové stupne (prípadne združené rastové stupne) drevín a porastov.

3.3.2. Selekcija problémov priestorového a časového ohrozenia drevín a porastov škodlivými činiteľmi z hľadiska možností využitia metód biologickej ochrany lesa

Charakteristika priestorového a časové ohrozenie drevín a porastov škodlivými činiteľmi tvorí základ ďalšieho riešenia problematiky. Tak napríklad na základe zhodnotenia disturbančného pôsobenia možno hmyz roztriediť na druhy, ktoré priamo usmrcujú stromy, ktoré

ich oslabujú a robia ich vnímavými k ďalším škodlivým činiteľom, ktoré plnia funkciu vektora. Podľa toho treba aj diferencovať potrebu realizácie ochranných a obranných opatrení.

Okrem iného ide aj o to, že škodlivé činitele nepôsobia disturbančne len sólovo, ale tiež synergicky, a to buď za sebou, alebo vedľa seba. Pritom treba vziať do úvahy všetky vzájomné multifunkčné interakcie, ktoré pritom vznikajú (jednak medzi jednotlivými škodlivými činiteľmi ako aj následkami poškodenia). Keď pôsobenie škodlivých činiteľov nasleduje za sebou, prvý činiteľ oslabí lesný ekosystém, resp. zníži jeho odolnosť alebo jeho zložky (dreveniny, porast). Vytvorí sa tým vhodné podmienky pre pôsobenie ďalšieho škodlivého činiteľa (činiteľov). Potom môžu nasledovať ďalšie, až nakoniec dôjde k rozpadu stromovej zložky ekosystému či k jej úhynu. Keď naraz pôsobia viaceré škodlivé činitele, stromová zložka ekosystému môže taktiež uhynúť. Podľa toho či ide o dlhodobé, alebo krátkodobé pôsobenie rozoznávame chronické ako aj akútne hynutie drevín a porastov. Dôležité je poznať príčinu prvotného poškodenia stromu a porastu, resp. vytvárať také podmienky, aby k takémuto javu nedošlo.¹

Na základe analýzy ekosystémov, stupňa priestorového a časového ohrozenia drevín a porastov možno vyselektovať škodlivé činitele. Teda povedať ktoré škodlivé činitele, kde a kedy prichádzajú do úvahy na použitie biologických metód ochrany lesa.

Ako sa už uviedlo biologický boj prichádza do úvahy pri škodcoch. Ich početnosť možno regulovať makro- či mikroorganizmami, stavovcami a bezstavovcami. Podľa spôsobu ako pôsobia na škodcov sú to predátori, parazitoidy, parazity a patogénne organizmy (vírusy, baktérie, cudzopasné jednobunkovce, entomopatogénne a entomofágne huby, cudzopasné červy). Cieľavedomé využívanie živých organizmov má zámer udržať škodcov v ekonomicky únosných medziach, t. j. pod prahom hospodárskej škodlivosti, nie ich teda vyhubiť. Dôležité je preto vedieť kde je prah hospodárskej škodlivosti konkrétnych činiteľov. Ďalej v akej gradačnej fáze je škodca a aký je jeho zdravotný stav.

Biologický boj môže významne pomôcť aj pri obnovení ekologickej rovnováhy ekosystému v prípade jej narušenia. Aby sa táto obnovila, vytvorila či zachovala treba okrem biologického boja, kde sa integrujú umelé a prirodzené regulačné faktory ekosystému, realizovať aj opatrenia na úpravu štruktúry drevinovej zložky. Táto

musí zodpovedať prírodným podmienkam. Ide v prvom rade o druhové zloženie lesných porastov a ich výstavbu, resp. aj o ďalšie vlastnosti významné z hľadiska odolnosti, ako je napríklad vitalita drevín a porastov. Takýto koncepčný prístup pri obhospodarovaní lesov je najperspektívnejší aj v budúcnosti. Biologický boj, ktorým sa upravujú vzťahy medzi škodlivými a užitočnými organizmami tu má teda doplnkový charakter, pretože základ je v rešpektovaní prírodných zákonitostí pri obhospodarovaní lesov.

Rekonštruovať drevinovo nevhodné porasty je možné spravidla len vo vyššom veku, najlepšie v rámci ich obnovy. Predčasné rekonštrukcie prinášajú veľké ekonomické straty. Preto, aby sa čo najlepšie využil funkčný potenciál existujúcich aj keď ekologicky nevhodných porastov, treba použiť všetky dostupné ochranné a obranné opatrenia, vrátane biologického boja. Ich realizácia samozrejme musí byť v súlade s platnými právnymi predpismi či hospodárskymi záujmami.

Iným prípadom je tvorba porastov, ktoré majú účelové zameranie, ako sú napríklad plantáže rýchloraštúcich drevín, energetické porasty, alebo iné výsadby stromovej vegetácie. Existenciu týchto porastov a dosiahnutie hospodárskeho cieľa možno v súčasnosti zabezpečiť metódami integrovanej ochrany rastlín tak, ako je tomu v poľnohospodárstve či v ovocinárstve. V budúcnosti by tu mala mať prevahu umelá regulácia živočíšnych škodcov, samozrejme najlepšie využitím biologických metód. Teda biologické metódy tu budú mať spravidla charakter umelo regulujúceho prostriedku početnosti biotických škodcov.²

3.3.3. *Ďalšie aktuálne problémy, ktoré majú vplyv na úspešnosť a efektívnosť biologického spôsobu boja proti škodcom*

Podľa NOVOTNÉHO (1997) biologický boj má spĺňať takzvané kritérium „3E“, čo znamená: ekologickosť, efektívnosť a ekonomickosť. Ekologickosť – to je hlavný dôvod preferencie biologického boja so škodlivými činiteľmi. Vyplývalo to z poznatku, že chemické zoolocidy prinášajú so sebou množstvo negatívnych vplyvov na prírodné prostredie, ale aj na životné prostredie človeka. Preto bolo treba hľadať náhradu chemických prípravkov v boji proti škodcom. Treba uviesť, že bioreguláciu biotických škodcov možno akceptovať najmä vtedy, keď dokáže zosúladiť prirodzený bioregulačný komplex škodcu s umelou bioreguláciou, t. j. s cieľe-

¹ Napríklad v humánnej medicíne sa pri stanovení príčiny smrti uvádza: choroba (stav), ktorá(-ý) privodila(-il) smrť, predchádzajúce príčiny, prvotná príčina, a iné závažné chorobné stavy a zmeny.

² Napríklad „Cervicio de defensa contra plagas e inspeccion fitopatologica. Departamento de campañas y lucha preventiva. Sila (Valencia). Ministerio de agricultura“ v publikácii „El parásito de la „mosca blanca“ – cales noacki – opisuje ako sa podarilo introdukovať citovaného parazita a tým zabezpečiť ochranu citrusových plantáží na pobreží Stredozemného mora. Sem sa v roku 1968 zavliekla „muchá biela“, ktorá likvidovala uvedené citrusové plantáže. V roku 1970 začali s introdukciou citovaného parazita z Kalifornie. V ďalších rokoch regulovali jeho početnosť tak, aby sa dosiahla prirodzená rovnováha medzi škodcom a parazitom na takej úrovni, aby poškodenie citrusových plantáží neprekročilo ekonomicky únosnú úroveň.

ným biologickým bojom. Treba poznamenať, že aj pri biologických metódach treba v budúcnosti rátať s určitými legislatívnymi opatreniami či obmedzeniami, aby taktiež nedošlo k nežiaducim javom či už na prírodné ako aj životné prostredie. Už v súčasnosti je tomu tak, napríklad pri genetických modifikáciách a geneticky modifikovaných organizmoch (zákon č. 151/2002 Z. z. o používaní genetických technológií a geneticky modifikovaných organizmov v znení zákona č. 587/2004 Z. z., č. 77/2005 Z. z., č. 100/2008 Z. z. (ustanovenia sa prebrali zo smerníc Európskeho parlamentu a Rady č. 18/2001/ES o zámernom uvoľňovaní GMO a č. 98/81/ES o používaní GMO v uzavretých priestoroch). Zákon sa vykonáva vyhláškou MŽP SR č. 252/2002 Z. z., ktorú nahradila vyhláška č. 399/2005 Z. z. v znení vyhlášky č. 312/2008 Z. z.

Na úspešnosť či účinnosť biologického boja proti škodcom vplyva rad faktorov. Podľa NOVOTNÉHO (2001) ide o faktory biologické, poveternostné a technické. V rámci biologických je to správne načasovanie zásahu, t. j. vtedy, keď je škodca v najcitlivejšom štádiu a keď je dostatočne aktívny. Veľmi dôležité je vystihnúť vhodné počasie – stabilne suché obdobie, zabezpečiť, aby intenzita slnečného žiarenia neusmrcovala mikróby, spóry baktérií atď. V rámci technických faktorov je dôležité, aby boli kvalitné biopreparáty, vhodná aplikačná technika, dodržala sa technologická disciplinovanosť. Pozitívne výsledky sa dosiahnu len vtedy ak sa dodržia všetky tieto podmienky. Osobitne treba zdôrazniť voľbu správnej dávky prípravku. Ďalej si treba uvedomiť aj niektoré nevýhody biologického boja (citlivosť k slnečnému žiareniu, krátka doba účinnosti, veľké množstvo potrav, ktoré treba infikovať atď.).

Pokiaľ ide o ekonomickosť treba uviesť, že to je jedna zo závažných prekážok rutinného zavedenia biologického boja v praxi. Obyčajne platí, že biologické metódy boja so živočíšnymi škodcami sú nákladnejšie ako použitie chemických prostriedkov. Samozrejme je tomu tak za predpokladu, že do algoritmu výpočtu ekonomiky nezahrnieme pri použití pesticídov ich negatívny vplyv v dôsledku kontaminácie prostredia nežiaducimi látkami. Pri samotnom rozhodovaní o tom či k bioregulácii prikrôčif by sme sa mali držať zásady, že náklady na jej realizáciu majú byť nižšie ako je hodnota zachráneného objektu. V konkrétnych prípadoch treba však do úvahy zobrať aj všetky ďalšie súvislosti, najmä k čomu by mohlo dôjsť ak by sa ochranné opatrenia nerealizovali. Riadiť treba teda tzv. princípom „predbežnej opatrnosti“. Tento hovorí: „tam, kde je hrozba vážneho a nezvratného poškodenia, nedostatok úplnej vedeckej istoty nebude použitý ako dôvod na odloženie efektívnych opatrení na prevenciu zhoršenia stavu životného prostredia“. Dôležité je, aby sa vždy po realizácii zásahov zhodnotila ich účinnosť a odvodilo sa poučenie ako postupovať v budúcnosti.

4. Záver

Ohrozenie drevín a porastov je dané ich dispozíciou, čiže náchylnosťou na disturbanciu škodlivými činiteľmi, ktorá je podmienená silne geneticky. Ďalej súvisí s rastovým a vývojovým štádiom a fyziologickým stavom dreviny a porastu. Fyziologické procesy dreviny a porastu determinujú vlastnosti prostredia. Dreviny a porasty, ktoré rastú v prirodzenom (pôvodnom) prostredí sa vyznačujú homeostatickými prejavmi voči pôsobeniu exogénnych faktorov. Ak sa prírodné prostredie zmení, alebo dreviny a porasty rastú na stanovištiach pre ne nevhodných, stávajú sa osobitne disponovanými na poškodenie. Ohrozenie drevín a porastov ďalej súvisí s vlastnosťami, najmä s agresivitou škodlivých činiteľov. K poškodeniu môže dôjsť len vtedy, ak škodlivý činiteľ je schopný prekonať systém prírodných zábran dreviny a porastu, na ktoré pôsobí. V zmysle uvedeného klimatická zmena ovplyvňuje jednak dispozíciu drevín a porastov na poškodenie, ako aj vlastnosti škodlivého činiteľa, či jeho agresivitu. V oboch prípadoch klimatická zmena spravidla pôsobí negatívne, čiže dochádza k zvýšeniu ohrozenia drevín a porastov škodlivými činiteľmi. Taktiež sa zmenila situácia pokiaľ ide o používanie doterajších prostriedkov a metód ochrany a obrany v boji proti biotickým škodcom. Došlo k obmedzeniu či zákazu ich aplikácií v chránených územiach v zmysle zákona o ochrane prírody a krajiny.

Uvedená zmenená a stále sa zhoršujúca situácia v ochrane lesa, nevyhnutnosť nahradenia doteraz používaných metód a spôsobov ochrany a obrany pred škodlivými činiteľmi si vyžaduje prijať novú stratégiu a koncepciu výskumu. Táto musí vychádzať z moderného ekosystémového prístupu, z analýzy príčin a podmienok ohrozenia lesných drevín a porastov škodlivými činiteľmi. V nadväznosti na to bude možné vo výskume riešiť zásady zvyšovania odolnosti lesných porastov, ako aj nové metódy a spôsoby ich ochrany a obrany spočívajúce v bioregulácii početnosti živočíšnych škodcov.

Navrhuje sa, aby stratégia a koncepcia výskumu biologických metód ochrany lesa pozostávala z dvoch hlavných častí:

- Aktivizácia biotických škodcov v lesných ekosystémoch v podmienkach klimatickej zmeny s osobitným zreteľom na možnosti regulácie ich početnosti biologickými metódami,
- Metódy a spôsoby biologických metód ochrany lesa proti biotickým škodcom v lesných ekosystémoch v podmienkach klimatickej zmeny (táto problematika sa rozpracúva v „Centre biologických metód ochrany lesa“).

V rámci aktivizácie biotických škodcov v lesných ekosystémoch v podmienkach klimatickej zmeny s osobitným zreteľom na možnosti regulácie ich početnosti biologickými metódami by sa riešilo hlavne:

1. Komplexné spracovanie problematiky priestorového a časového ohrozenia drevín a porastov škodlivými činiteľmi v podmienkach klimatickej zmeny.

2. Selekcia problémov priestorového a časového ohrozenia drevín a porastov škodlivými činiteľmi z hľadiska možností využitia biologickej ochrany lesov proti biotickým škodcom v podmienkach klimatickej zmeny.
3. Ďalšie aktuálne problémy, ktoré majú vplyv na úspešnosť a efektívnosť použitia biologickej spôsoby boja proti biotickým škodcom v lesných ekosystémoch v podmienkach klimatickej zmeny.

Na záver treba ešte pripomenúť, že samostatnou problematikou výskumu v oblasti ochrany lesa musí byť v blízkej budúcnosti aj otázka invázných druhov škodcov. Domnievame sa, že kombinácie ťažko predvídateľného správania sa invázných druhov škodcov v nových podmienkach, ako aj modifikácií rastových podmienok hostiteľských drevín v proces klimatickej zmeny, predstavujú mimoriadne zložitú interakciu. Takéto otázky sa v Národnom lesníckom centre - Lesníckom výskumnom ústave Zvolen riešili len vo veľmi obmedzenom rozsahu. Pritom prenos výskumných poznatkov z krajín pôvodu jednotlivých škodcov určite nebude postačovať (rozdielnosť životných podmienok škodcu, resp. úplne iné druhy hostiteľských drevín). Takže aj pre túto oblasť bude treba vypracovať špecifickú stratégiu a koncepciu výskumu.

Podakovanie

Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu „Centrum excelentnosti biologickej ochrany lesa“ (ITMS: 26220120008), na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- BAVLŠÍK J. *et al.*, 2008a: Pracovné postupy hospodárskej úpravy lesov. Zvolen, NLC, 147 p.
- *et al.*, 2008b: Pracovné postupy hospodárskej úpravy lesov. Prílohy I. Zvolen, NLC, 147 p.
- *et al.*, 2010: Hospodársko-úpravnícke plánovanie a trvalo udržateľné hospodárenie v lesoch. Zvolen, NLC, 128 p.
- BENISTON M., INNES J.L., 1998: The Impact of Climatic Variability on Forests. Berlin, Springer, 329 p.
- ČABOUN V. *et al.*, 2008: Vplyv globálnej klimatickej zmeny na lesy Slovenska. [Výskumná správa.] Zvolen, NLC - LVÚ Zvolen, 306 p., prílohy.
- GATES D. M., 1990: Climatechange and forests. In: *Tree physiology*, 7(1-4): 1-5.
- JANKOVSKÝ L., 2000: Některé zavlečené choroby lesních dřevin dvacátého století a možná aktivizace houbových patogenu v nadcházejících letech. In: *Mykologická fytopatologie ve 20. a 21. století*. Praha, p. 104-113.
- KONÔPKA B., 1997: Potenciálne riziká vplyvu klimatickej zmeny na les; hypotézy, výskum, perspektívy. In: *Lesn. Čas. - Forestry Journal*, 53(3): 201-213.
- KONÔPKA B. (ed.), 2010: Výskum smrečín destabilizovaných škodlivými činiteľmi. Vedecký recenzovaný zborník, NLC, Zvolen, 341 p.
- , KONÔPKA J., RAŠI R., 2005: Damage to forest caused by wind, snow and rime in Slovakia during years 1996–2003. In: *Lesn. Čas. - Forestry Journal*, 51(1): 31-43.
- , KONÔPKA J., NIKOLOV CH., 2011: Zhodnotenie smerov nebezpečného vetra pre lesné porasty na Slovensku v období rokov 1961 – 2005. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, v tlači.

- KONÔPKA J., KONÔPKA B., NIKOLOV CH., 2008: Poškodenie lesných porastov snehom v závislosti od nadmorskej výšky v oblasti Oravy, Pohronia a Kysúc. In: *Lesn. Čas. - Forestry Journal*, 54(2): 107-126.
- , KONÔPKA B., 2010: Prečo sú dôsledky vetrovej kalamity hrozivejšie než sme predpokladali? In: *Les/Letokruhy*, 11/12, p. 19-21.
- KORF V., 1939: Příspěvek k matematické definici vzrůstového zákona hmot lesních porostů. In: *Les. práce*, 18, p. 339-379.
- KUNCA A., VARÍNSKY J., ZÚBRIK, M., LEONTOVÝČ R., 2007: Príčiny hynutia smrekov na Slovensku. (Nepublikovaný manuskript), 7 p.
- MINDÁŠ J., ŠKVARENINA J., 1994: Globálne zmeny atmosféry a lesy Slovenska. In: *Les*, 50, p. 3-6.
- *et al.*, 2003: Lesy Slovenska a globálne klimatické zmeny. Zvolen, EFRA, LVÚ Zvolen, 128 p.
- NOVOTNÝ J., 1997: Ekologizácia metód ochrany lesa proti hmyzu. In: ILAVSKÝ J. (ed.): *Ekologické obhospodarovanie lesov pre ich nepretržitý rozvoj*. Zborník referátov z konferencie, Zvolen, október 1995, Zvolen: LVÚ Zvolen, p. 81-85.
- , 2001: Biologický spôsob boja proti živočíšnym škodcom. In: STOLINA M. *et al.*: *Ochrana lesa*. Zvolen, Technická univerzita Zvolen, p. 189-298.
- OVERPECK J.T., RIND D., GOLDBERG R., 1990: Climate-induced changes in forest disturbance and vegetation. *Nature London* 343, p. 51-53.
- PFEFFER A. *et al.*, 1961: Ochrana lesů. Praha, SZN, 510 p.
- STOLINA M., 1959: Vzťah hmyzu k rastlinným spoločenstvám v typologických jednotkách. In: *Čas. spol. entomolog.*, 56(3): 213-220.
- , 1979: Diagnostika odolnostného potenciálu lesa, ohrozenosti drevín a porastov škodlivými činiteľmi. Zvolen, Acta Facultatis Forestalis VŠLD Zvolen, p. 63-85.
- , 1982: Ohrozenosť lesných porastov škodlivými činiteľmi v závislosti od rastových fáz. In: *Lesn. Čas.*, 28(6): 423-439.
- , 1985: Ochrana lesa. Bratislava, Príroda, 376 p.
- , 1998: Vývoj a súčasný stav ochrany lesných ekosystémov TANAP-u v priebehu 50 rokov jeho trvania. Tatranská Lomnica, Monographical Studies on National Parks, 143 p.
- *et al.*, 2000: Ochrana lesa. Zvolen, Technická univerzita Zvolen, 255 p.
- VLADOVIČ J., 2002: Lesné spoločenstvá a druhové drevinové zloženie lesov Slovenska. In: *Ochrana biodiverzity a jej implementácia do lesníctva*. Zvolen, LVÚ Zvolen, p. 50-58.
- ZLATNÍK A., 1955: Zdůvodnění komplexního typologického výzkumu a průzkumu lesů a přehled skupin lesních typů ČSR. Sbor. ČSAZ, řada lesnictví, 28, p. 219-248.
- ZÚBRIK M. *et al.*, 2006: Invasive and quarantine pests in forests in Slovakia. EPPO Bulletin, 36, p. 402-408.

Summary

The already changed and gradually worsening situation in the field of forest protection, consequently raises the necessity to replace some “traditional” methods and approaches of protective and controlling measures against harmful agents. There is also a demand for new strategies and concepts in research activities for those based on modern ecosystem approaches also, the analysis of causalities and conditions of endangerment in forest trees and stands from harmful agents. Hence, further research activities would focus on strengthening the resistance of forest stands from harmful agents as well as new methods and ways of protection, based on bio-regulation of pest population.

We suggest that the strategy and concept of future research on biological methods of forest protection should be focused on two main parts:

- activation of biotic pests in forest ecosystems under climate change conditions with regard to the possibility of controlling their population by means of biological methods,
 - approaches and biological methods of forest protection of biotic pests in the forest ecosystems under climate change conditions (this issue has been solved in the “Centre of Excellency for Biological Methods in Forest Protection”).
- In regards to the activation of harmful biotic agents in the forest ecosystems under climate change conditions, special attention should be paid to the possible regulation of their population by biological methods, these matters should be included:
- detailed studies on temporal and spatial endangerment of forest trees and stands from harmful agents in climate change conditions,
 - selection of the most important matters concerning temporal and spatial endangerment of forest trees and stands from harmful agents, focusing on the possibilities of biological forest protection utilization under climate change conditions,
 - other current problems which influence success and efficiency of the biological control of biotic pests in forest ecosystems under climate change conditions.