

PROGNÓZA VÝVOJA ŠKODLIVÝCH ČINITELŔOV S OHĽADOM NA GLOBÁLNU KLIMATICKÚ ZMENU A PREDPOKLAD ICH DOPADU NA ZDRAVOTNÝ STAV LESOV

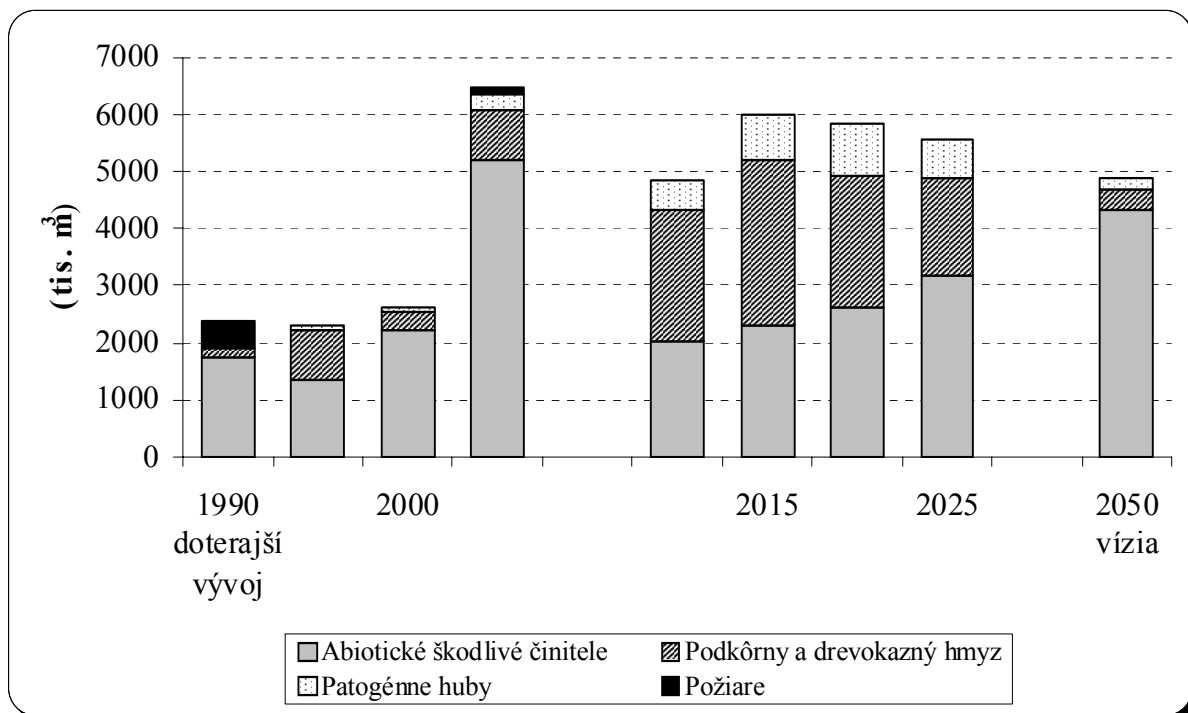
MILAN ZÚBRIK, ANDREJ KUNCA, JOZEF VAKULA, ANDREJ GUBKA, JOZEF KONŔPKA,
PETER KAŠTIER, SLAVOMÍR FINĐO, ROMAN LEONTOVÝČ, JURAJ VARÍNSKY, JÚLIUS NOVOTNÝ,
MAREK TURČÁNI, VALÉRIA LONGAUEROVÁ, CHRISTO NIKOLOV, ANDREJ GUBKA

S vývojom škodlivých činiteľov úzko súvisí vývoj náhodných ťažieb. Prognóza a vízia vývoja náhodných ťažieb podľa jednotlivých hlavných škodlivých činiteľov sa uvádza v tabuľke 1.

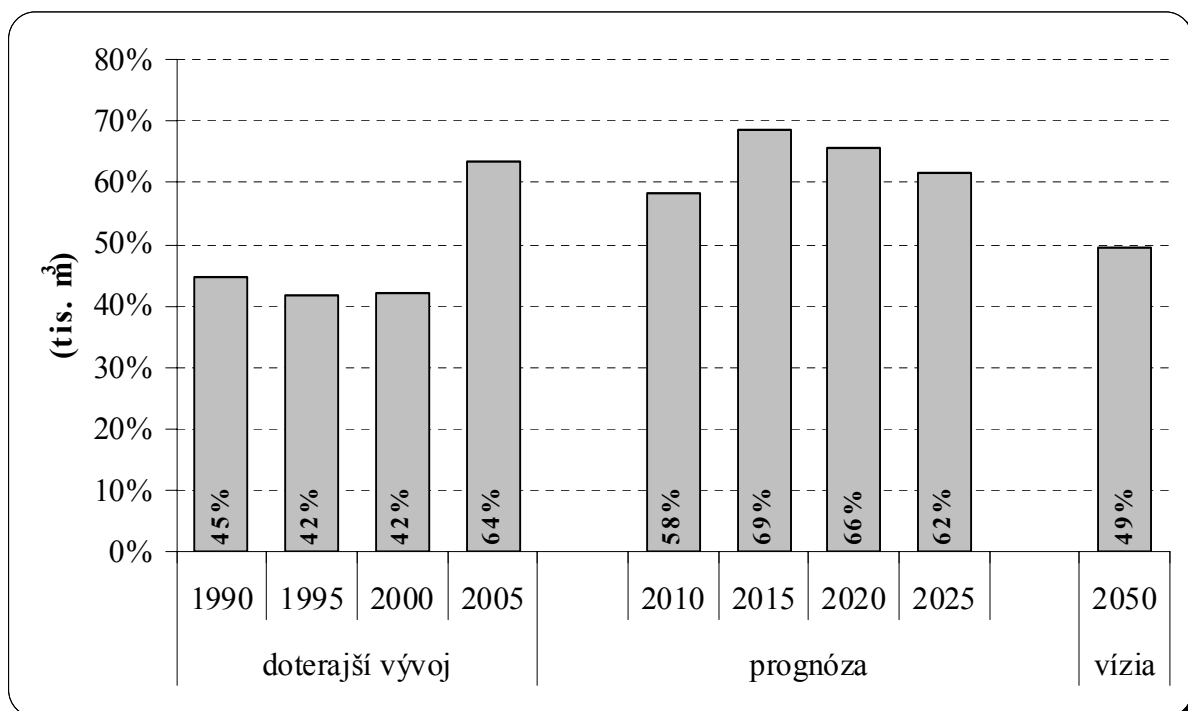
Predpokladá sa, že výška náhodnej ťažby v roku 2010 klesne oproti extrémne vysokej náhodnej ťažbe v 2005. Avšak v dôsledku zlého zdravotného stavu smrečín bude rásť do roku 2015. Hlavným škodlivým činiteľom bude podkôrny a drevokazný hmyz. V nasledujúcich rokoch až do roku 2050 bude klesať vplyv podkôrneho hmyzu a podpňovky smrekovej z dôvodu zníženia zastúpenia smreka v lesných porastoch. Vzhľadom na očakávané zmeny klímy v dôsledku globálneho otepľovania, predpokladáme zvyšovanie vplyvu abiotických škodlivých činiteľov na listnaté a ihličnaté porasty.

Tabuľka 1 Doterajší vývoj, prognóza a vízia škodlivých činiteľov

Škodlivý činiteľ		Merné jedn.	Doterajší vývoj				Prognóza				Vízia	
			1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2050	
Abiotické škodlivé činitele		tis. m ³	1 755,9	1 357,7	2 224,7	5 214,3	2030	2 290	2 620	3 170	4 340	
z toho	vietor		1 480,3	822,9	2 143,5	5 177,3	1 800	2 000	2 300	2 800	4 000	
	ostatné (sneh a námraza)		275,6	534,8	81,2	37,0	230	290	320	370	340	
Podkôrny a drevokazný hmyz			z toho	139,8	861,3	324,4	874,6	2 300	2 900	2 300	1 700	350
lykožrút smrekový	109,0			735,9	296,7	767,4	2 000	2 500	2 000	1 500	300	
ostatné druhy PDH	30,8	125,4	27,7	107,2	300	400	300	200	50			
Listožravý a cicavý hmyz		tis. ha	1,4	8,2	3,6	16,4	5,4	2,1	16,0	5,0	15,0	
z toho	mniška veľkohlavá		0,3	1,5	0,1	13,5	3,8	1,1	11,2	2,5	7,5	
	ostatné druhy listožravého a cicavého hmyzu		1,1	6,6	3,6	2,9	1,6	1,1	4,8	2,5	7,5	
Patogénne huby		tis. m ³	35,4	100,4	65,1	247,9	500	800	900	700	200	
z toho	podpňovka smreková		11,3	10,2	37,3	212,0	450	750	850	650	150	
	ostatné huby		24,1	90,2	27,8	35,9	50	50	50	50	50	
Burina		ha	82,2	53,2	46,5	36,5	42	45	40	35	30	
Mladé lesné porasty			17,0	7,7	5,8	11,4	12	13	14	15	15	
Celková ťažba		tis. m ³	5 275,2	5 323,4	6 218,0	10 190,5	8 262	8 733	8 863	9 042	9 885	
Náhodná ťažba			2 364,5	2 219,0	2 614,2	6 477,2	4 830	5 990	5 820	5 570	4 890	
		%	45	42	42	64	58	69	66	62	49	



Obrázok 1 Vývoj a prognóza vývoja škodlivých činiteľov



Obrázok 2 Vývoj a prognóza vývoja náhadnej ťažby

Abiotické škodlivé činitele

Z abiotických škodlivých činiteľov lesné porasty najviac poškodzuje vietor, sneh a námraza. Ide o ich mechanické pôsobenie v dôsledku čoho vznikajú vetrové, snehové a námrazové polomy. Rozsah poškodenia závisí od charakteru, či vlastností (agresivity) príslušného abiotického činiteľa. Ďalej od odolnosti, či statických vlastností objektu, na ktorý

tieto faktory pôsobia, čiže lesného porastu. K polomom dochádza vtedy, keď vietor, sneh alebo námraza spôsobí taký tlak, či ťah, že tieto prekročia nosnú hranicu odolnosti stromov (pevnosti kmeňa, resp. ukotvenia stromu v pôde).

Vlastnosti (agresivitu) mechanicky pôsobiacich abiotických činiteľov determinujú meteorologické podmienky, či javy. Ide o rýchlosť vetra, ktorý súvisí s prúdením vzduchu. Padanie vlhkého (ťažkého) snehu pri teplote nula stupňov celzia. Tvorba námrazy pri hmle, alebo mrholení pri teplote nižšej ako nula stupňov celzia. Doterajšie zákonitosti, ktoré tu platili naruša klimatická zmena. Špecialisti (meteorológovia, klimatológovia) predpokladajú, že sa priemerná teplota na Zemi zvýši o dva až tri stupne celzia. Naruší sa rovnováha zemskej klímy, zmení sa globálny systém morských prúdov. Súčasne zmenia svoje zvyčajné cesty i mohutné vzdušné prúdy, čo spôsobí zmeny v zrážkach. Už v osemdesiatych rokoch minulého storočia ČERVENĽ *a kol.* (1984) prognózoval, že sa v Európe očakáva zvýšený výskyt víchric, ich intenzita a tým vzniknú aj väčšie škody v lesných porastoch. Táto prognóza sa v ostatných rokoch potvrdila. Narastal aj rozsah poškodzovania lesných porastov snehom a námrazou. Obdobný vývoj, čiže zvyšovanie agresivity uvedených škodlivých činiteľov možno predpokladať aj do budúcnosti.

Odolnosť lesných porastov voči mechanicky pôsobiacim škodlivým činiteľom závisí najmä od zastúpenia drevín, vekových stupňov, drevín – najmä smreka vo vekových stupňoch, rubných dôb (vekov), výchovy porastov, hospodárskych spôsobov, resp. ťažbovo-obnovných postupov, zdravotného stavu porastov, prípadne aj ďalších faktorov, ktoré určujú ich statickú stabilitu. Každý z uvedených faktorov (taxačných charakteristík) si vyžaduje dôkladnú analýzu vplyvu na odolnosť lesných porastov, poznanie doterajšieho vývoja a spracovanie prognózy do budúcnosti.

Celkove možno povedať, že vývoj uvedených ukazovateľov z hľadiska ohrozenia lesných porastov mechanicky pôsobiacimi abiotickými činiteľmi nebude priaznivý. Zastúpenie najviac poškodzovanej dreviny smreka bude naďalej vysoké. Rubné porasty budú mať vyššie plošné zastúpenie, ako je normálne. Rubné doby budú naďalej pomerne vysoké. Ťažbovo – obnovné zásahy v rubných porastoch, ale aj iné vplyvy, ako napríklad úhyn stromov v dôsledku premnoženia podkôrneho hmyzu povedú k odkrytiu veľkého množstva porastových stien. Finančná podvyživenosť lesného hospodárstva neumožní zintenzívnenie výchovy v mladých lesných porastoch. Nepriaznivý zdravotný stav lesných porastov bude pretrvávajúť. Uvedené skutočnosti poukazujú na to, že sa zvýši dispozícia na ohrozenie lesných porastov mechanicky pôsobiacimi abiotickými činiteľmi.

Čiže, celkove možno povedať, že v budúcnosti dôjde k zvýšeniu agresivity mechanicky pôsobiacich abiotických činiteľov. Ďalej, že dôjde k zníženiu odolnosti, či statickej stability lesných porastov. V dôsledku uvedených skutočností možno prognózovať väčší výskyt vetrových, snehových a námrazových polomov ako je v súčasnosti.

Iný charakter poškodzovania lesných porastov majú abiotické faktory pôsobiace fyziologicky. Ide najmä o suchu a neznáme príčiny. Ich rozsah (realizovaná náhodná ťažba) v jednotlivých rokoch značne kolíše v závislosti od výskytu zrážok, najmä počas vegetačného obdobia. Sem možno priradiť aj neznáme príčiny hynutia lesných porastov. So zreteľom na prebiehajúcu klimatickú zmenu možno počítať s ich nárastom. Reálny odhad podľa časových horizontov je takýto: 2010 – 140 tis. m³, 2015 – 160 tis. m³, 2020 – 190 tis. m³, 2025 – 240 tis. m³. Ak bude mimoriadne veľký deficit zrážok, treba tieto objemy zvýšiť o 30 %. Naproti tomu ak nedôjde k zhoršeniu doterajšieho vývoja, možno tieto objemy znížiť o 30 %.

Podkôrny a drevokazný hmyz

Zo všetkých druhov podkôrneho hmyzu je najväznejším škodlivým činiteľom lykožrút smrekový (*Ips typographus*). Ostatné druhy svojou škodlivosťou zďaleka nedosahujú množstvo napadnutej drevnej hmoty l. smrekovým. Spôsobujú škody prevažne lokálne. Sú to nasledovné druhy: lykožrút lesklý (*Pityogenes chalcographus*), l. smrečinový (*Ips amitinus*), l. severský (*Ips duplicatus*), lykokazy na borovici (*Myelophilus sp.*), lykožrút vrcholcový (*Ips acuminatus*), podkôrnik dubový (*Scolytus intricatus*).

Podkôrny hmyz je sekundárny škodlivý činiteľ, to znamená, že napáda živé stromy, ktoré sú už oslabené vplyvom iných vonkajších faktorov. V prípade kalamitného premnoženia a nedostatku potravy napáda však i zdravé stromy. L. smrekový sa pravidelne premnožuje po vetrových kalamitách, obyčajne 2. až 3. rok po kalamite. Dokáže v nasledujúcich rokoch zničiť viac stromov ako samotná vetrová kalamita. V posledných rokoch sa premnožuje regionálne i v smrečinách postihovaných extrémnymi teplotami a suchom, na nepôvodných stanovištiach. Prognóza teda najviac závisí od výskytu vetrových kalamít, od klimatických zmien a od zastúpenia smreka v budúcnosti, ako nepôvodnej dreviny na väčšine územia Slovenska.

V posledných rokoch sa pravidelne a častejšie opakujú vetrové a snehové kalamity, dochádza k otepľovaniu atmosféry, k extrémnym výkyvom teplôt a úhrnov zrážok. Môžeme očakávať, že množstvo dreva napadnutého podkôrnym hmyzom bude naďalej narastať. Vývoj kalamít v ďalšej budúcnosti bude závisieť tiež od zastúpenia smreka v lesných porastoch

Množstvo dreva napadnutého l. smrekovým sa v rámci prognózy odhadlo na základe tendencie vývoja v minulosti a na základe prognózy výskytu abiotických škodlivých činiteľov (vietor, sneh, námraza, sucho) v budúcnosti. Množstvo dreva napadnutého ostatnými podkôrnikmi v budúcnosti sa stanovilo 15 % z dreva napadnutého l. smrekovým. Je to priemerné percento za roky 1990–2006.

Listožravý a cicavý hmyz

Medzi najvýznamnejšie škodlivé činitele tejto skupiny patria mniška veľkohlavá (*Lymantria dispar*), obalovače na duboch (Tortricidae), piadivky na duboch (*Erannis defoliaria*, *Operophtera brumata*), rúrkovček smrekovcový (*Coleophora laricella*), hrebenárky na borovici (*Diprion pini* a *Neodiprion sertifer*), obalovač mládnikový (*Rhyacionia buoliana*), kôrovnica kaukazská (*Dreyfusia nordmannianae*), vošky na smreku a smrekovci (*Adelges laricis*, *Sacciphantes viridis*), ploskanka smreková (*Cephalcia abietis*), mniška zlatoritka (*Euproctis chrysorrhoea*), ploskáčik pagaštanový (*Cameraria ohridella*), spriadač americký (*Hypahantria cunea*) a chrústy (*Melolontha spp.*).

Vývoj populácií hmyzu poškodzujúcich asimilačné orgány drevín závisí vo veľkej miere od klimatických podmienok a od prítomnosti potravných zdrojov. Kritickým obdobím pre väčšinu druhov tejto skupiny je zimné a najmä jarné počasie. Dlhotrvajúce extrémne nízke zimné teploty môžu zvyšovať mortalitu prezimujúcich štádií. Väčšina druhov sa nachádza v najcitlivejších štádiách v marci až máji, kedy výkyvy počasia môžu výraznou mierou ovplyvniť ich početnosť. Keďže drevinové zloženie lesov sa môže v súvislosti so zmenami klímy meniť (priestorové a plošné zmeny výskytu drevín) môže mať aj tento faktor významný vplyv na početnosť druhov (ak sa zmení zastúpenie niektorej dreviny v poraste, zmení sa aj početnosť druhov, ktoré sú na túto drevinu viazané).

Populačná hustota cicavého a listožravého hmyzu má na Slovensku výrazne cyklický charakter. Je významne ovplyvňovaná najmä gradáciami mnišky veľkohlavej (posledné boli v rokoch 1993–1994 a 2004–2005). Za posledných 50 rokov sa interval medzi gradáciami vý-

raznejšie nezmenil a pohybuje sa v rozmedzí 8 – 12 rokov, zato podstatne vzrástla rozloha poškodených porastov. Predpokladáme pokračovanie uvedeného trendu aj v budúcnosti. Najbližšiu gradáciu očakávame v rokoch 2012–2014.

Po skončení gradácie mnišky veľkohlavej dochádza obyčajne k nárastu početnosti ďalších dubových defoliátorov, najmä piadiviek. Deje sa tak v priebehu 2–3 rokov. Vzhľadom na skutočnosť, že piadivky sú viazané najmä na vlhkejšie hrabovo-dubové porasty, ktorých výmera bude v súvislosti so zmenami klímy zrejme klesať predpokladá sa, že gradácie piadiviek budú pozvoľna slabnúť. V posledných rokoch sa zaznamenáva tiež zvyšovanie intenzity gradácií vošiek. Tie nie sú až tak citlivé na zmeny počasia a vyhovuje im teplejšie a suchšie počasia. Predpokladá sa pokračovanie tendencie nárastu ich početností. Zosilní sa tlak invázných druhov najmä z juhu. Očakáva sa, že sa objavia nové druhy invázných organizmov, ktorých gradácie budú lokálne veľmi intenzívne a budú ovplyvňovať zdravotný stav porastov. Pre prognózované obdobie sa predpokladá minimálne jedna silná gradácia (asi okolo roku 2025) štetivavca orechového (*Calliteara pudibunda*), ktorého gradácie sa opakujú asi každých 30 rokov.

Hubové patogénne organizmy

K významným hubovým patogénom, ktoré majú vplyv na zdravotný stav lesov Slovenska, patria pôvodcovia koreňových hnilôb (*Armillaria ostoyae*, *Heterobasidion annosum*), hnilôb dreva kmeňov (*Fomes fomentarius*), tracheomykóznych ochorení (*Ophiostoma*, *Ceratocystis*, *Graphium*, *Chalara fraxinea*), rakovín (*Neonectria coccinea*), odumierania výhonkov (*Sphaeropsis sapinea*, *Phomopsis*), sypaviek (*Lophodermium*, *Dothistroma septospora*), hrdzí (*Coelosporium*) a múčnatiek (*Microsphaera alphitoides*). Najväčší vplyv na zdravotný stav porastov má každoročne podpňovka smreková *Armillaria ostoyae*.

Najväčší vplyv na vývoj podpňovky smrekovej majú klimatické extrémny vo vegetačnej dobe. Ide najmä o zníženie úhrnu zrážok a zvýšenie priemerných denných teplôt. Na vývoj počasia najprv reagujú dreviny zníženou obranyschopnosťou. Smrek je práve tou drevinou, ktorá najvýraznejšie oslabuje svoju obranyschopnosť a zvyšuje sa tým jeho náchylnosť na infekciu hubovými patogénmi. Z hubových patogénov sa následne pri infekciách uplatňuje predovšetkým podpňovka smreková. Po jej rozšírení infikuje rozsiahle plochy smrekových porastov. Najviac postihnutým regiónom sú Kysuce a Orava.

Pri hodnotení vývoja rozšírenia podpňovky smrekovej sa vychádzalo zo spracovanej drevnej hmoty za rok 2006, ktorej bolo takmer 300 tis. m³. Od 90. rokov 20. storočia ide o stúpajúci trend napadnutia porastov. Na základe výskytu disponibilnej smrekovej hmoty v regiónoch s výskytom podpňovky smrekovej (Kysuce, Orava a Spiš) sa predpokladá, že rozširovanie podpňovky smrekovej bude pokračovať so zvýšením ťažieb každoročne o asi 10 %. Ak by sa vývoj počasia vo vegetačnom období nezhoršoval a spracovávanie podpňovkovej kalamitnej hmoty by sa mierne zvyšovalo, za 15 rokov (od 2006 do 2020) by sa spracovalo spolu takmer 10 mil. m³. Od roku 2020 by objem podpňovkou napadnutého dreva klesal každoročne o 5 % najmä z dôvodu poklesu disponibilnej smrekovej hmoty a za nasledujúcich 25 rokov sa predpokladá, že sa spracuje ďalších 10 mil. m³.

V prípade, že by kalamita s podpňovkou smrekovou vypukla aj na Gemeri, kde sa v porastoch bežne vyskytuje, avšak nespôsobuje škody, čísla by boli vyššie o asi 30 %.

Zver

V lesnom hospodárstve spôsobuje škody na lesných porastoch prevažne prežívavá zver, teda jelenia, srnčia, muflónia a danielia. Škody na semenách lesných drevín a výsadbách tiež

spôsobuje diviacia zver, ale jej užitočná činnosť spočívajúca v konzumácii škodlivého hmyzu prevažuje na nežiaducimi účinkami. Preto sa škody diviачou zverou v lesníctve neevidujú. Jelenia a srnčia zver sú najrozšírenejšími druhmi a v niektorých oblastiach (pohoriach) dosahujú vysokú populačnú hustotu. Obidva druhy sa na celkových škodách podieľajú asi 80 %, zvyšok pripadá na zver muflóniu a danieliu. Muflónia zver je pre lesníctvo škodlivejšia ako danielia, pretože okrem odhryzu poškodzuje kmene stromov aj obhryzom a lúpaním kôry. Obidva druhy sú však len lokálne rozšírené a často chované vo zverniciach, preto aj ich škodlivé pôsobenie na lesné porasty je menej významné, ako pri jelenej a srnčej zveri. Okrem prežívavej zveri poškodzujú lesné porasty aj zajacovité, bobor, zubor a los. Rozsah a intenzita poškodzovania lesa týmito druhmi zveri sú pre lesníctvo zanedbateľné, resp. iba lokálne významné. Rozšírenie, početnosť a lokálna populačná hustota uvedených druhov zveri sú rozhodujúce pre vznik poškodenia lesa. Popri týchto faktoroch na stupeň a mieru poškodenia lesa vplýva séria ďalších faktorov, ktoré lesný hospodár v súčinnosti s užívateľmi poľovných revírov môže čiastočne ovplyvniť.

Z hľadiska prognózy vývoja poškodzovania lesných porastov zverou je rozhodujúci stav a vývoj populácií srnčej a jelenej zveri a spôsob obhospodarovania týchto druhov zveri. Jarný kmeňový stav a výška lovu do veľkej miery korelujú s výškou evidovaných škôd na lesných porastoch. Po prechodnom úpadku stavov raticovej zveri v rokoch 1990–1997 zaznamenávame nárast početnosti aj lovu jelenej aj srnčej zveri. S týmto trendom korešponduje aj každoročne vykazovaná plocha poškodených lesných porastov, ktorá po roku 1990 dosiahla minimum v roku 1998 a od tohto prelomového roku rozsah poškodených a zničených lesných porastov postupne narastá. Plošné vyjadrenie škôd zverou zahrňuje teda poškodenie a zničenie mladých (kultúry, nárusty) aj starších (prebierkových) lesných porastov.

Prognóza vychádza z trendu vývoja rozsahu zverou poškodených a zničených porastov za obdobie od roku 1994 do roku 2006. Roky 1990–1993 sa vynechali, pretože v tomto období boli škody zverou vysoko nadhodnocované a nezodpovedali skutočnosti (nežiaduci fenomén transformácie poľovníctva, ktorého účelom bolo zrušenie vtedy platných nájomných zmlúv cestou vykazovania vysokých škôd zverou, ako donucovacieho prostriedku). Trend škôd za obdobie 1994–2006 sa vyrovnal priamkou a odvodili sa hodnoty pre prognózované roky. Prognóza na nasledujúcich 13 rokov predpokladá postupný mierny nárast plochy zverou poškodených a zničených lesných porastov, ktorý však nedosiahne hodnoty vykazované v čase transformácie poľovníctva na Slovensku v rokoch 1990–1993. Ide o scenár reálny.

Nežiaduca vegetácia

Nežiaduca vegetácia sa škodlivo uplatňuje predovšetkým v prvom vekovom stupni. Bráni prirodzenej obnove, sťažuje obnovu umelú, zhoršuje ujatosť a zdravotný stav kultúr. Kultúry a nárusty vyžadujú ochranu pred škodlivým vplyvom nežiaducej vegetácie do štádia „zabezpečenej kultúry“. Podľa pôdnych a klimatických podmienok je to 3–5 rokov po obnove porastu. Proti bylinnej a drevnatej vegetácii sa chránia predovšetkým výsadby, v prirodzenej obnove sa starostlivosťou reguluje druhová skladba a eliminuje škodlivé pôsobenie nežiaducich drevín a krov. Eviduje sa *ochrana kultúr proti burine*, ktorá sa realizuje vyžínaním, mechanickým mulčovaním, alebo chemickým ošetrovaním a *starostlivosť o mladé lesné porasty*, kde patrí výsek krov a plecie ruby.

Veľkosť chránených plôch úzko súvisí s výškou umelej obnovy porastov. Preferuje (a vyžaduje) sa v stále väčšom rozsahu prirodzená obnova. Uplatňuje sa snaha minimalizovať potrebu potlačania nežiaducej vegetácie používaním odrastenejšieho sadbového materiálu, prihnojovaním a pod. Nedostatok finančných prostriedkov často vedie tiež k zanedbávaniu tohto ochranného opatrenia. Kým výmera chránených plôch od roku 1990 sústavne klesá, od roku

1998 postupne narastá výmera mladých lesných porastov, v ktorých sa potláčal rast nežiaducich drevín a krov.

Predpokladá sa, že ochrana kultúr proti burine by sa mala ročne vykonať na ploche, ktorá je súčtom plôch s umelou obnovou za ostatné štyri roky (vrátane aktuálneho roku). Po rozsiahlej vetrovej kalamite v roku 2004, následnom premnožení podkôrneho hmyzu, rozvrhnutia obnovy kalamitných holín do dlhšieho obdobia, aktívnej podpory prirodzenej obnovy sa očakáva významný nárast chránených plôch do roku 2015, neskôr znižovanie na súčasnú úroveň, s víziou poklesu do roku 2050 na 30 tis. ha ročne.

Pri starostlivosti o mladé lesné porasty (kde sa pleciami rubmi upravuje drevinová skladba a kvalita porastu a potláča rast krov) sa očakáva zachovanie plynulého narastania výmery plôch s takouto starostlivosťou na 15 tis. ha ročne (približne 1/10 výmery porastov prvého vekového stupňa).

V spôsoboch ochrany pred nežiaducou vegetáciou s viac ako 90 % podielom prevládajú klasické – ručné s minimom uplatnenia mechanizácie a chemizácie. Súvisí to s dostatkom lacnej pracovnej sily a nedostatkom pracovných príležitostí vo vidieckych regiónoch. Po prechode na jednotnú európsku menu sa očakáva nárast snahy mechanizovať a racionalizovať toto ochranné opatrenie.

Vplyv klímy na pôsobenie vybraných škodlivých činiteľov

- Disturbanciu lesných ekosystémov determinujú jednak vlastnosti (agresivita) mechanicky pôsobiacich abiotických činiteľov, ako aj dispozícia drevín a lesných ekosystémov na poškodenie. Na Slovensku najviac poškodzuje lesné porasty vietor severozápadného a potom severného smeru. Vypracovala sa mapa „Nebezpečných smerov vetra na Slovensku podľa lesných oblastí“.
- Z analýzy snehových polomov vyplynulo, že pri poškodení z vlastností porastov sa tu uplatňuje najmä porastový typ (zastúpenie smreka), vek porastu (resp. rastový stupeň – stredná hrúbka a výška porastu). Z vlastností prírodných podmienok sú to hlavne vlastnosti pôdy, sklon terénu, bonita smreka, nadmorská výška, ako aj vlastnosti prostredia vyjadrené jednotkami lesníckej typológie. Širšie pásmo ohrozenia lesných porastov snehom na Kysuciach sa stanovilo 601 – 1 000 m n. m., na Pohroní 1 001 – 1 400 m n. m. a na Orave 701– 1 100 m n. m.
- Z vývoja náhodných ťažieb na Slovensku v dôsledku poškodenia lesných porastov vetrom, snehom a námrazou od roku 1966 podľa desaťročí vyplynulo, že ich objem sa zväčšuje.
- Z výskumu koreňových systémov vyplynulo, že na podmáčanej pôde rozdiely medzi drevinami sú minimálne. Pomer objemu podzemnej časti k objemu kmeňa predstavoval hodnoty pri smrekoch 0,35, pri smrekovcoch 0,31 a pri boroviciach 0,30. Taktiež hĺbka koreňových systémov pri všetkých drevinách bola rovnaká a spravidla nepresahovala 30 cm. Na podmáčaných stanovištiach sú plytké koreňové systémy aj pri drevinách, ktoré sa považujú za hlboko koreniace druhy. Medzi objemom kmeňa a objemom podzemnej časti smreka je na všetkých stanovištiach lineárny vzťah. Najnižšie hodnoty tohto ukazovateľa boli na balvanitom humusovom podzole a najvyššie na podmáčanej pseudoglejovej pôde. Tento ukazovateľ získaný na ostatných dvoch stanovištiach (stredne skeletnatá hnedá lesná pôda mezotrofná, kamenitá hnedá lesná pôda podzolová) preukazoval v rámci celého súboru sledovaných smrekov priemerné hodnoty. Predpokladáme, že statická stabilita smreka, resp. aj iných drevín sa s nárastom pôdneho skeletu spravidla zvyšuje.

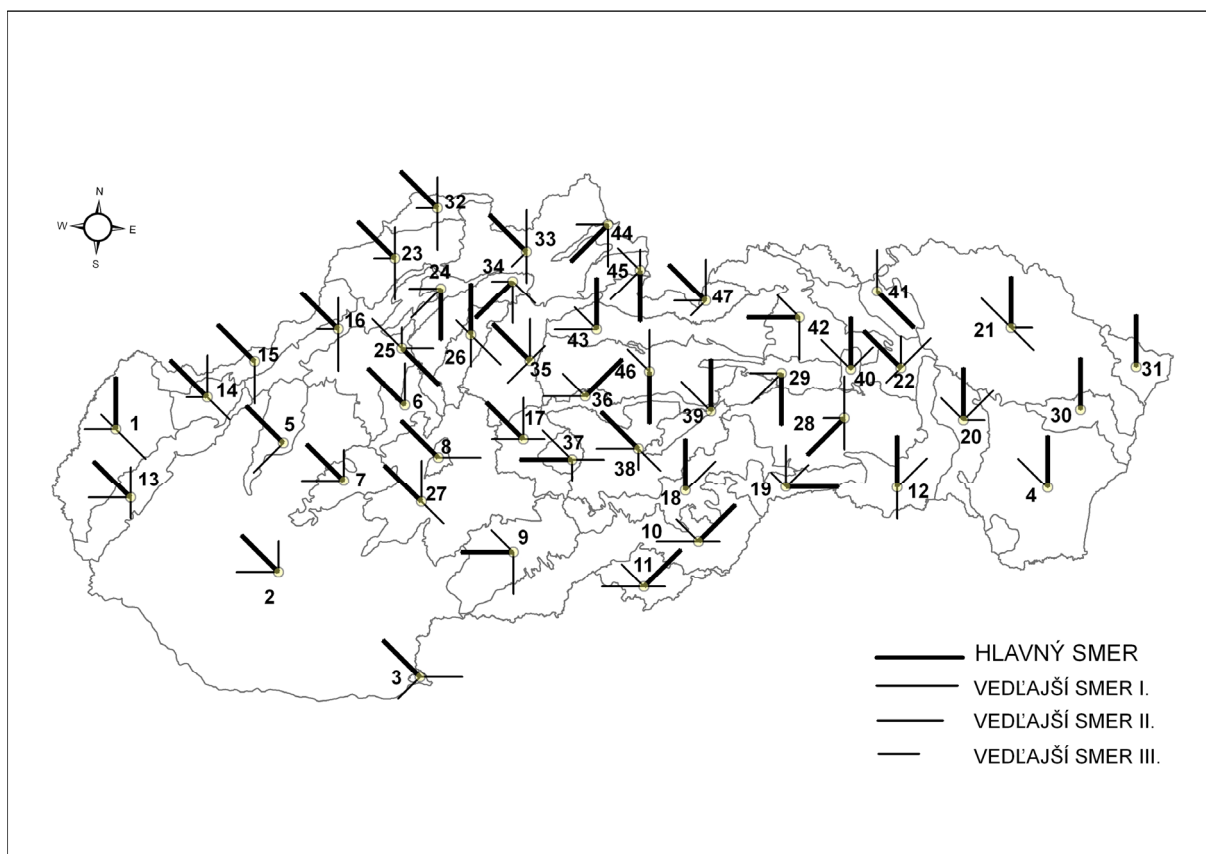
- Prognóza disturbančných účinkov mechanicky pôsobiacich abiotických faktorov na lesné ekosystémy nie je priaznivá. V budúcnosti dôjde k zvýšeniu agresivity mechanicky pôsobiacich abiotických činiteľov. Zníži sa odolnosť, či statická stabilita lesných porastov. V dôsledku uvedených skutočností sa v budúcnosti zvýši výskyt vetrových, snehových a námrazových polomov v lesných porastoch.
- Zhodnotili sme trendy vo vývoji populačnej hustoty hlavných druhov listožravých škodcov. Ich vývoj za posledných asi 30 rokov dokumentuje závislosť priebehu populácie od teploty.
- Teplota v čase rojenie modelového druhu mnišky veľkohlavej nemala významný vplyv na jeho priebeh. Pri prakticky rovnakom priebehu počasia boli zaznamenané výrazné rozdiely v jeho priebehu na rozličných lokalitách. Znamená to, že vývoj škodcu závisí najmä od sumy efektívnych teplôt v jarných mesiacoch resp. od priebehu zimy. Optimum modelového druhu mnišky veľkohlavej sa nachádza v o výške 135 – 200 m n. m.
- Listožravý hmyz si zrejme zachová potravné preferencie aj pri zmene drevinového zloženia s miernymi posunmi smerom ku stanovište vhodnejším drevinám.
- Vypracovali sa scenáre pre vývoj mnišky veľkohlavej a piadiviek pri troch rozličných scenároch priebehu klímy. Na základe analýzy vstupných údajov sa vypracovali scenáre pre vývoj aj ďalších druhov listožravých a podkôrných škodcov.
- Obranné opatrenia sú najmenej účinne v oblasti ekologického optima a najúčinnnejšie na hornej hranici (výškovej) rozšírenia druhu. Vzhľadom na to, že sa u mnohých druhov listožravého hmyzu počíta s miernym posunom do vyšších nadmorských výšok, je potrebné kalkulovať s vyššími dávkami prípravkov na väčších výmerách.
- Napriek tomu, že od poslednej rozsiahlejšej vlny odumierania dubín na Slovensku a v oblasti strednej Európy uplynulo viac ako 25 rokov, zaznamenávame v priebehu posledného decénia periódy, v ktorých dochádza k zhoršeniu kondičného a zdravotného stavu dubín. Predpokladané klimatické zmeny môžu výraznou mierou ovplyvniť najmä tie patogény, ktorých súčasné hostiteľské dreviny rastú mimo ich optima. Tak ako je to v prípade hubového patogéna *Phytophthora cinnamomi* Rands, ktorý spôsobuje hynutie dubov v teplejších častiach južnej Európy a v súčasnom období začína spôsobovať vážne problémy na buku, ale aj na dube v oblasti Nemecka, Rakúska a Poľska. V dôsledku klimatických zmien je možné očakávať zvýšené poškodenie dubových porastov podpňovkou (*Armillaria* sp.). V dôsledku zvýšeného stresu drevín môžeme taktiež očakávať nárast pôvodcov tracheomykóznych ochorení (*Ceratocystis* sp., *Ophiostoma* sp., *Fusarium* sp. a *Verticillium* sp.).
- V podmienkach novodobého hynutia smrečín sú získané informácie dôležité pre potvrdenie zmeny klímy k otepľovaniu biotopov. Pomerne rýchlo na to reagujú aj niektoré teplomilné druhy húb, v našom prípade *A. gallica*. Spomalenie hynutia smrečín je nevyhnutná požiadavka k udržateľnému hospodáreniu v týchto kalamitných regiónoch. Spôsob ochrany je zložitý, možnosti niektorých fungicídov a biopreparátov je potrebné overovať na väčších rozlohách.
- Pre výskum ohrozenia lesných porastov zverou sme zvolili jeleniu zver ako modelový druh, ktorý má spomedzi všetkých druhov raticovej zveri najvýznamnejšiu funkciu v lesných ekosystémoch. Predpokladáme, že aj v budúcich desaťročiach bude jelenia zver patriť medzi významné biotické faktory pôsobiace na obnovu a zdravotný stav lesov Slovenska. V súčasnosti jelenia zver osídľuje takmer všetky lesné spoločenstvá, preto v budúcnosti možno očakávať len zmeny v populačnej hustote.

- Telemetrickým monitorovaním jelenej zveri v modelovom území situovanom v pohoriach stredného Slovenska (Poľana, Nízke Tatry) sme stanovili mieru využívania 23 skupín lesných typov v 2. až 8. vegetačnom lesnom stupni. Výsledkom riešenia tejto časti etapy je GIS vrstva využívania skupín lesných typov.
- Údaje o love jelenej zveri z 1 701 poľovných revírov za trojročné obdobie 2003–2005 sme použili pre modelovanie relatívnej populačnej hustoty. Metódou kirgingu sme vytvorili rastrovú GIS vrstvu relatívnej populačnej hustoty.
- Preložením vrstiev využívania skupín lesných typov a relatívnej populačnej hustoty sme vygenerovali 20 zón ohrozenia lesa, ktoré sme v konečnej fáze zlúčili do šiestich kategórií potenciálneho ohrozenia lesných porastov jeleňou zverou. Každú kategóriu ohrozenia sme charakterizovali a vytvorili pre ňu osobitnú GIS vrstvu.
- Výsledky riešenia sa navrhujú využiť v lesníckom plánovaní pre efektívnejšie uplatňovanie preventívnych a obranných metód v ochrane lesa proti zveri.
- Budúci výskum ohrozenia lesa zverou by mal zahrňovať aj ďalšie druhy prežúvavej zveri žijúcej na Slovensku.

Vietor

Charakterizovali sa nebezpečné smery vetra, príčiny a podmienky vzniku snehových polomov, zmeny v priestorovej distribúcii ohrozenia lesných oblasti pôsobením vetra, snehu a námrazy, koreňové systémy hlavných lesných drevín vzhľadom na ukotvenie stromov v pôde a vplyv abiotického prostredia. Vypracovala sa prognóza disturbančných účinkov mechanicky pôsobiacich abiotických faktorov na lesné ekosystémy do roku 2025 a vízia do roku 2050. Problematika sa riešila vo vzťahu ku klimatickej zmene. Dosiahnuté výsledky tvoria podklad pre vypracovanie metód ochrany lesa proti mechanicky pôsobiacim abiotickým škodlivým faktorom. Analýzou pôsobenia vetra v posledných desaťročiach sa dospelo k zostaveniu prehľadu „Nebezpečné smery vetra na Slovensku podľa lesných oblastí“ (obrázok 3). Štruktúra nebezpečných smerov vetra je takáto:

- hlavné: NW 41 %, N 21 %, NE 11 %, S 9 %, SW a W po 6%, SE 4 % a nakoniec E 2 %,
 - vedľajšie: I.: N 23 %, W a S po 17 %, NW 13 %, NE a SW po 8 % a E a SE po 4 %, II.: NW 19 %, N a W po 13 %, SE a S po 11 %, NE 6 %, E a SW po 4 %, III: W 11 %, NW 9 %, SW 6 %, E, S a N po 4% a NE 2 %.

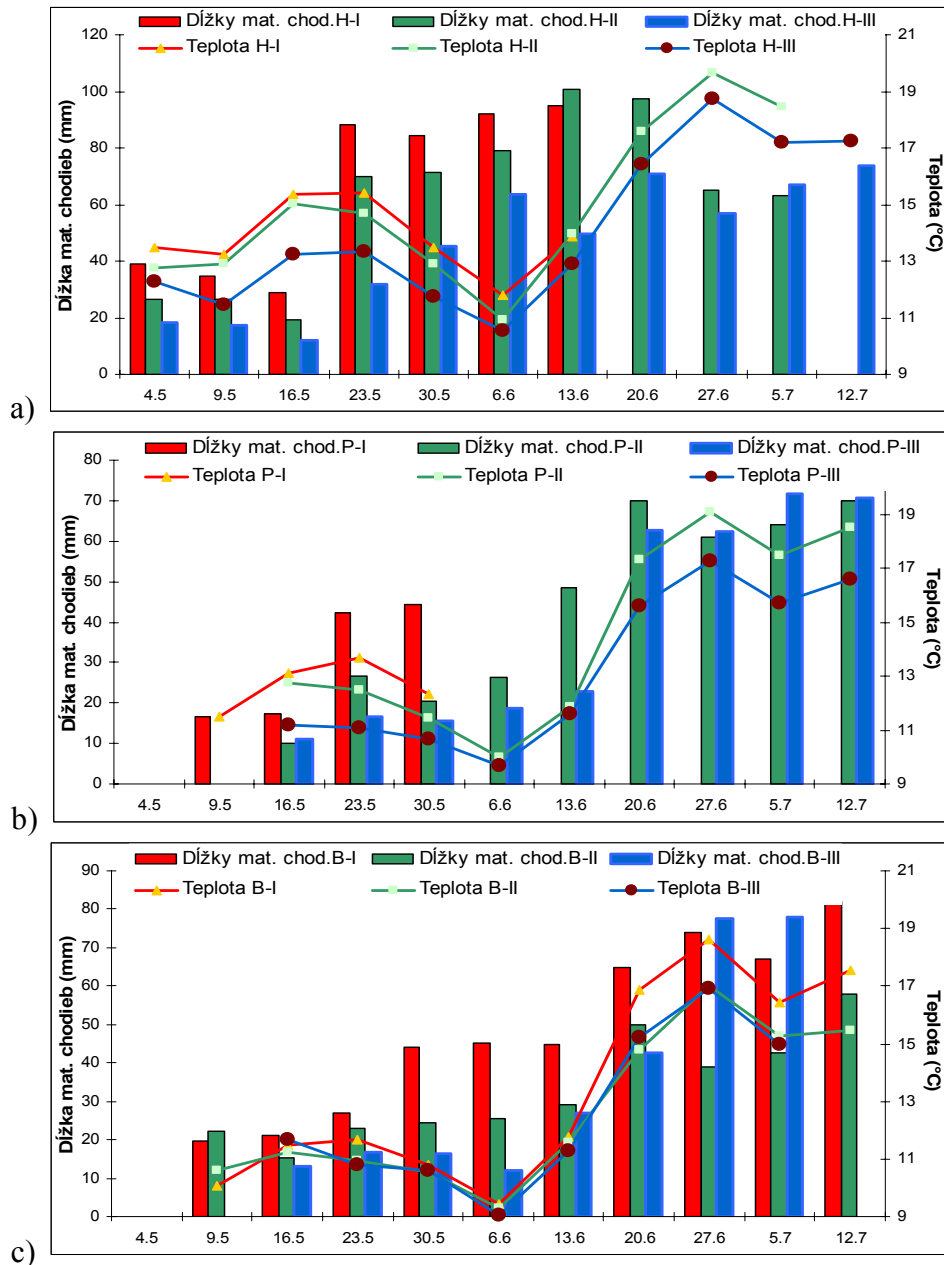


Obrázok 3 Nebezpečné smery vetra na Slovensku podľa lesných oblastí

Hmyz

Pre vyhodnotenie vplyvu teploty na vývoj lykožrúta smrekového sme použili hodnoty priemeru efektívnych teplôt. Ako hraničnú teplotu sme si zvolili hodnotu 8 °C, na základe výsledkov WERMEILINGERA a SEIFERTA (1999), ktorý uvádzajú ako minimálnu teplotu pre vývoj podkôrneho hmyzu hodnotu 6 – 8,3 °C. I keď sa uvádza i hodnota 7 °C, rozhodli sme sa pre vyššiu hranicu z dôvodu vývoja podkôrnika pod kôrou, pričom teplota bola meraná na vzduchu.

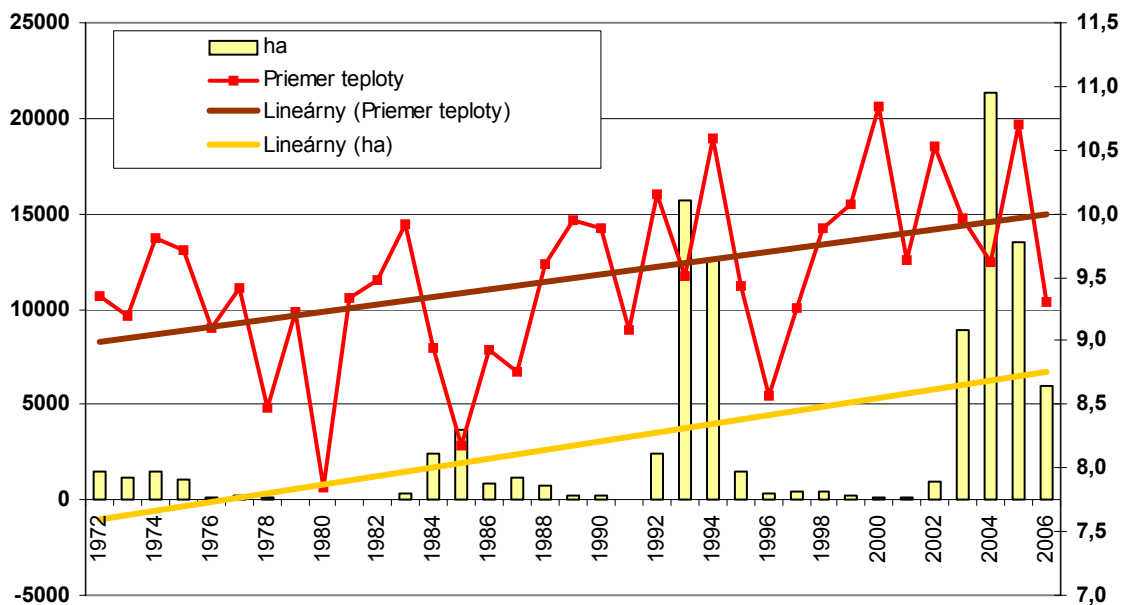
Na obrázku 4 (a, b, c) je viditeľné, že v nižších lokalitách, kde vplyv teploty zohráva významnú úlohu pri vývoji jedince, sa materské chodby objavujú v požerkoch skôr a predlžujú sa rýchlejšie. Keďže bola zaznamenaná závislosť medzi dĺžkou materských chodieb a počtom nakladených vajíčok ($R^2 = 0,9372$), znamená to, že dochádza i k rýchlejšiemu kladeniu vajíčok a tým k vyrovnanejšiemu priebehu vývoja jednotlivých lariiev. Rodičovské samičky sú schopné skôr opustiť požerok, vykonať regeneračný žer a založiť následne sesterskú generáciu. Jedince novej generácie skôr dospievajú, vykonávajú zrelostný žer a zakladajú druhú generáciu. V prípade teplej jesene dokončujú i tretiu generáciu. Rojenie je v týchto polohách masovejšie, strom horšie odoláva silnému náporu rojacích imág.



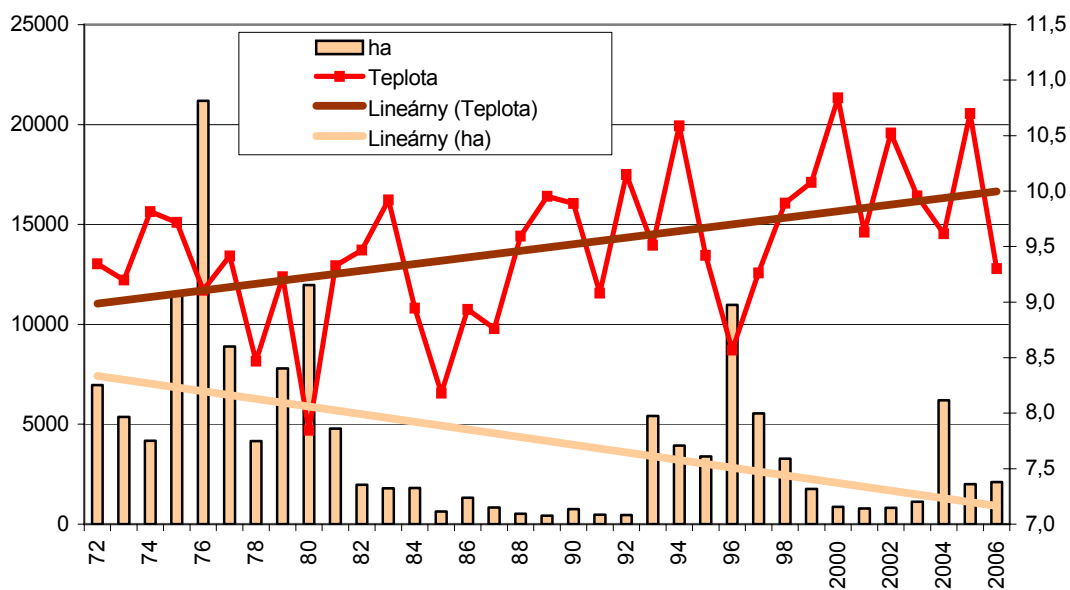
Obrázok 4 a, b, c Porovnanie vývoja dĺžky materských chodieb a priemerných efektívnych teplôt na sledovaných lokalitách (a – Hodruša, b – Poľana, c – Brusno)

Ak zhodnotíme pôsobenie zmien teploty na vybraných lokalitách na vývoj populácie mnišky veľkohlavej je viditeľný pozitívny efekt a úzka korelácia medzi obidvomi veličinami (obrázok 3). Za posledných 34 rokov stúpla priemerná teplota o asi 0,8 °C čo malo za následok zvýšenie intenzity gradácií mnišky veľkohlavej. Katastrofálny rozmer gradácie škodcu v rokoch 2004–2005 v celej európskom území výskytu je všeobecne známy.

Piadivky (Geometridae) obsadzujú v porastoch najmä vlhkejšie časti. Roja sa až koncom roku (november). Zvyšujúca sa teplota vytlača populáciu piadiviek do lokalít s vhodnejšou mikroklimou (nižšou teplotou a vyššou vlhkosťou), ktorých bude v db a bk lesnom vegetačnom stupni vplyvom klimatickej zmeny ubúdať (obrázok 4). To má za následok nie len pokles výmer napadnutých porastov registrovaný za posledných 34 rokov ale aj predznačuje budúci vývoj.



Obrázok 3 Priemery ročných teplôt a plocha porastov poškodených mniškou veľkohlavou

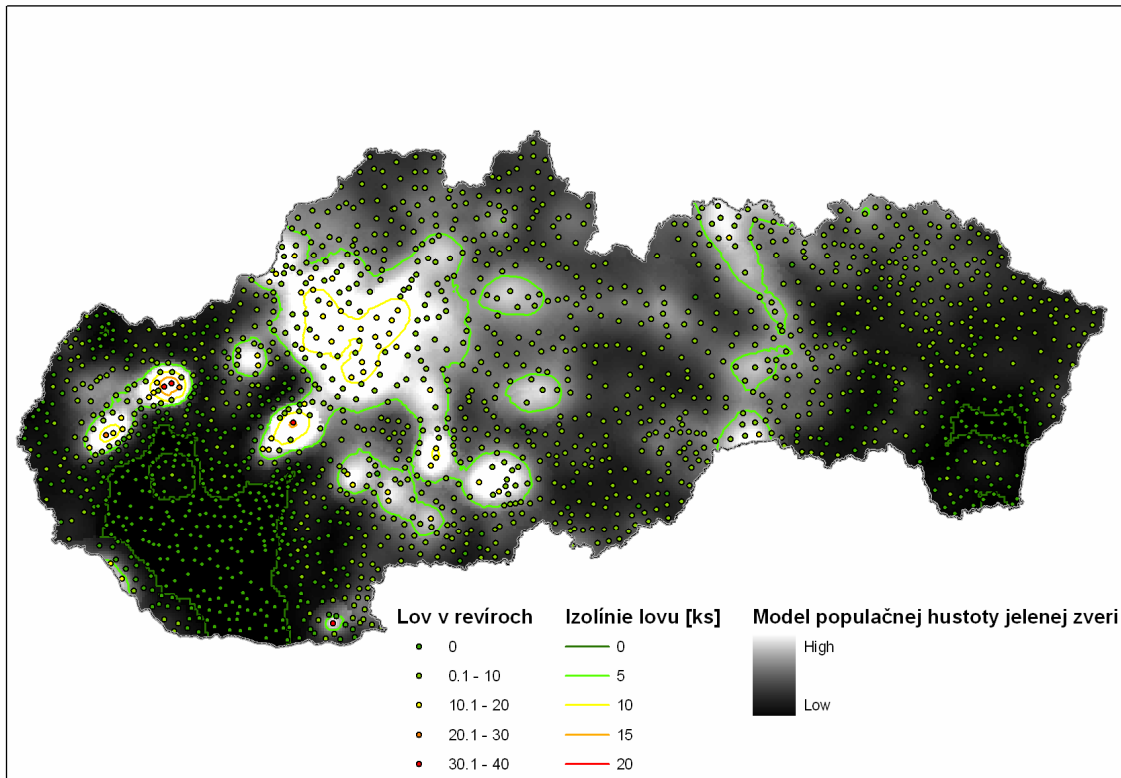


Obrázok 4 Priemery ročných teplôt a plocha porastov poškodených piadivkami

Zver

Lov prepočítaný na 1 000 ha celkovej poľovnej plochy pre jednotlivé poľovné revíry na Slovensku sme zobrali za základ pre modelovanie (vytvorenie digitálnej mapy) populačnej hustoty jelenej zveri. Vypočítali sme priemerný lov za roky 2003–2005 pre poľovné revíry na Slovensku. Celkový počet poľovných revírov, ktoré sme použili pre modelovanie bol 1 701. V dôsledku zmien v počte poľovných revírov od roku 2002 (rušenie, zlučovanie), ktoré neboli urobené vo vrstve poľovných revírov nepoužili sme pre modelovanie všetky poľovné revíry. Priemerné hodnoty lovu zveri za trojročné obdobie boli zobrazené za každý poľovný revír jednou hodnotou v centre polygónu. Variačné rozpätie týchto hodnôt bolo od 0,0 – 41,4 je-

dinca/1 000 ha. Vysoké úlovky jelenej zveri presahujúce maximálnu hodnotu pochádzali zo zvernicových chovov. Týmto postupom sme získali bodovú vrstvu relatívnej populačnej hustoty príslušného druhu raticovej zveri vyjadrenej priemerným lovom na celkovú poľovnú plochu. Následne sme vyhodnotili územia z pohľadu kritickej záťaže poškodzovania zverou.



Obrázok 5 Model relatívnej populačnej hustoty jelenej zveri na Slovensku

Záver

V tomto článku uvádzame len niekoľko príkladov analýz, ktoré boli použité pre stanovenie prognózy možného vývoja škodlivých činiteľov pod vplyvom klimatickej zmeny. Autorský kolektív získal tieto poznatky v rámci výskumnej úlohy Vplyv globálnej klimatickej zmeny na lesy Slovenska financovanej MP SR v rámci zmluvy č. 62/2003-710 uzavretej medzi LVÚ a MP SR. Autorský kolektív v rámci celej úlohy vypracoval a publikoval počas doby riešenia 72 pôvodných vedeckých prác, odborných prác a ďalších materiálov obsahujúcich čiastočne alebo kompletne výsledky získané počas riešenia tejto úlohy.

Ing. Milan ZÚBRIK, PhD.

NLC - Lesnícky výskumný ústav Zvolen
T. G. Masaryka 22
960 92 Zvolen
zubrik@nlcsk.org