ZMENY V PÔSOBENÍ ABIOTICKÝCH ČINITEĽOV NA LESNÉ PORASTY

Jozef KONÔPKA, Bohdan KONÔPKA

Úvod

Lesné porasty na Slovensku najviac poškodzujú abiotické činitele. Na celkovej náhodnej ťažbe sa v ostatnom desaťročí podieľajú až 58 % (vietor 46 %, sneh 5 %, sucho 5 %, námraza 1 %, požiare 1 %). Nárast náhodných ťažieb v dôsledku pôsobenia abiotických činiteľov súvisí okrem iného aj s klimatickou zmenou.

Príspevok analyzuje jednotlivé faktory, ktoré ovplyvňujú poškodzovanie lesných porastov abiotickými činiteľmi. V prvom rade ide o uplatňovanie hospodárskych spôsobov a zdravotný stav lesných porastov. Osobitná pozornosť sa venuje vplyvu klimatickej zmeny. Tu sa charakterizuje konverzia disturbančného pôsobenia abiotických faktorov a opisujú sa dôvody zníženia stability lesných ekosystémov. Nakoniec sa uvádzajú opatrenia, ktoré treba realizovať, aby došlo k obmedzeniu škodlivého pôsobenia abiotických faktorov na lesné porasty.

Vplyv uplatňovania hospodárskych spôsobov na poškodzovanie lesných porastov mechanicky pôsobiacimi abiotickými činiteľmi

V lesnom hospodárstve strednej Európy sa už dávno uplatňoval princíp bezpečnosti produkcie (stability). Vyvinul sa ako reakcia na rozvracanie lesov, najmä smrekových monokultúr škodlivými činiteľmi. Veľmi ju presadzovali napr. pedagógovia Lesníckeho ústavu pri Banskej akadémii vied v Banskej Štiavnici koncom 19. storočia (GREGUŠ, 2004).

Smrekové porasty poškodzoval najmä vietor, ale aj sneh. Ako veľké nebezpečenstvo sa však stále častejšie objavovali hmyzie kalamity, hubové epidemické choroby drevín, prudko narastali škody zverou. Dlhodobo však najväčšie škody spôsobovali mechanicky pôsobiace abiotické činitele, hlavne vietor. Nárast poškodzovania lesných porastov súvisel so zavádzaním holorubného hospodárskeho spôsobu. Podnietilo to aj hľadanie metód a spôsobov ochrany lesných porastov proti vetru. Ako je známe ochrana lesov proti nemu v holorubnom hospodárstve spočívala i v priestorovej úprave. Uplatňovala sa zásada tzv. „kolektívnej bezpečnosti“. Vychádzalo sa z poznatku, či predpokladu, že zapojený les tvorí odolný celok, ktorý bráni preniknúť vetru do porastu. So zreteľom na to, že nebezpečenstvo vetra nie je zo všetkých svetových strán rovnaké, ochrana priestorovou úpravou sa zameriavala proti jeho hlavnému smeru. Porasty vystavené vetru mali chrániť susediace, nachádzajúce sa za nimi (postupné krytie). Tento princíp ovplyvňoval hospodárenie v lesoch v celej histórii organizovaného lesného hospodárstva. Stále sa zdokonaľoval (rubný zväz, rubný článok) a postupne pristupovali k nemu nové metódy (porastové plášte, odluky, rozluky, rebrá, závory).

Hospodársky spôsob holorubný mal však veľmi veľa nevýhod, a preto sa upustilo od jeho všeobecného používania. Aj ochranný systém ktorý sa viazal na tento hospodársky spôsob nebol spoľahlivý. Ako chybný predpoklad sa ukázalo udržanie kompaktného porastového zápoja, pretože vždy dochádzalo k jeho narušeniu (v dôsledku vetra, snehu, nahnitých stromov, poškodených stromov vetrom, mokrín v poraste, hmyzu, úderu blesku, atď.) a potom k rozvráteniu celého porastu, resp. komplexu porastov na veľkých plochách. Okrem hlavného smeru vetra môžu vzniknúť aj iné (aj z opačnej svetovej strany). Tiež je ťažko v praxi zabezpečiť, aby sa vytvárali rubné zväzy, rubné články (ide skôr o teóriu).

Obdobný vývoj ako v okolitých štátoch strednej Európy bol aj na území Slovenska. Lesy sa tu však pod vplyvom holorubného hospodárskeho spôsobu až tak ďaleko nezmenili.

Zachovali si pomerne prirodzený charakter. Preto tu nevznikali také veľké kalamity hmyzích škodcov (napr. premnoženie mníšky obyčajnej v Českej republike, alebo v Poľsku). Poškodzovanie lesných porastov mechanicky pôsobiacimi abiotickými činiteľmi však malo a aj má na Slovensku veľký rozsah.

Odmietnutie holorubného hospodárskeho spôsobu u nás kodifikoval zákon č. 166/1960 Zb. Tento zaviedol všeobecnú platnosť maloplošného (podrastového) hospodárskeho spôsobu. Ako je známe, ďalší vývoj aplikácie hospodárskych spôsobov ovplyvnil zákon č. 100/1977 Zb., ktorý stanovil ako prevažujúci hospodársky spôsob rúbaňový, maloplošnú formu. V skutočnosti však išlo o určitú renesanciu holorubného hospodárskeho spôsobu, čo nemožno hodnotiť pozitívne. K podstatnej zmene došlo až po novele zákona č. 100/1977 Zb. (zákon č. 183/1993 Z. z.), kde sa jednoznačne ako prevažujúci hospodársky spôsob určil podrastový (KONÔPKA, J., KONÔPKA, B., 2000).

Uvedené zmeny v hospodárskych spôsoboch v podstatnej miere ovplyvnili pôsobenie abiotických činiteľov, najmä vetra na lesné porasty, resp. ich statickú stabilitu. Ide o skutočnosť, že statická stabilita lesných porastov je odrazom uplatňovania predchádzajúceho spôsobu ich obhospodarovania. Ako sme už uviedli, lesné porasty na Slovensku sa v minulosti v podstate obhospodarovali holorubným hospodárskym spôsobom. Tento sa odvíjal od poľnohospodárskych zásad výroby (jedna ekonomicky najvýhodnejšia drevina, podúrovňové prebierky, aby stromy nadobudli rubnú zrelosť naraz, odstraňovanie iných drevín z prirodzeného náletu, vyťaženie stromov na celej ploche, znovu zalesnenie jednou drevinou). V lesoch obhospodarovaných týmto spôsobom neboli stromy vystavené takým účinkom vetra a ostatných vonkajších činiteľov ako pri podrastovom, či výberkovom. Ich statický a fyziologický systém odolnosti zodpovedal podmienkam existujúcim v rovnovekých a v rovnorodých porastoch, čiže majú nízku statickú stabilitu. Ak sa do týchto porastov silne zasiahne ťažbou (prípadne aj viackrát za sebou v kratšom časovom intervale) ich statický a fyziologický systém sa rozruší alebo rozvráti a stávajú sa obeťou škodlivých činiteľov. Na túto skutočnosť sa už upozorňovalo koncom 60-tych rokov (STOLINA, 1968; KONÔPKA, J., 1970) v súvislosti s citovaným zákonom č. 166/1960 Zb., ktorý zaviedol maloplošný rúbaňový (podrastový) hospodársky spôsob. V ostatnom desaťročí sa táto situácia v podstate opakuje, pretože tak ako sa uviedlo znovu došlo k obnoveniu podrastového hospodárskeho spôsobu (zákon č. 183/1993 Z. z.). Opakuje sa však aj tá istá chyba ako predtým, že podrastový hospodársky spôsob zavádzame v poslednej rastovej a vývojovej fáze lesných porastov, čiže v kmeňovinách pri ich obnove. Tieto nemajú dostatočnú statickú stabilitu, pretože pred tým, najmä v mladosti rástli pod vplyvom holorubného hospodárskeho spôsobu, čiže v hustom zápoji. Preto dochádza k zvýšeniu rozsahu náhodných ťažieb. Ich zníženie možno dosiahnuť len intenzívnou výchovou porastov, najmä v mladom veku, teda vytvorením dostatočného priestoru pre stromy (najmä cieľové), aby dosiahli priaznivé statické vlastnosti. Treba si uvedomiť, že ochrana lesov proti vetru, ale aj snehu a námraze pri podrastovom hospodárskom spôsobe musí vychádzať z troch základných zásad (HEGER, 1953): sebaobrany, nerovnovekosti, zmiešania. Každý strom má mať dostatočnú statickú stabilitu, čo možno dosiahnuť jeho otužovaním, či prispôsobovaním mechanickým účinkom škodlivých činiteľov. Dosahuje sa to tým, že sa stromom poskytne väčší životný priestor. Technika vnútorného spevňovania pozostáva z výchovných rubov, ktoré umožňujú rozvinutie korún jednotlivých stromov a súčasne umožňuje vznik nerovnovekového zmiešaného porastu. Vždy sa musí vychádzať zo skutočného stavu porastu. Nerovnoveký zmiešaný les, ktorý je typický pre podrastový hospodársky spôsob je vzdialený cieľ. Ak ho chceme dosiahnuť, musia sa porasty najprv od mlada otužovať výchovnými rubmi. Jednotlivý strom môže lepšie vytvoriť korunu a koreňový systém v nerovnovekom lese ako v rovnovekom. Aj v nezmiešaných smrekových porastoch možno však dosiahnuť vysoký stupeň vnútornej stability, avšak za predpokladu, ak sa tieto už od mlada vnútorne otužovali výchovnými rubmi. Špeciálne ochranné metódy (porastové plášte, odluky, rozluky, rebrá, závory) majú skôr doplňujúci charakter.

Vplyv hynutia lesov na poškodzovanie lesných porastov mechanicky pôsobiacimi abiotickými činiteľmi

Podstatné zhoršovanie zdravotného stavu lesov sa začalo v Európe prejavovať v šesťdesiatych, ale najmä v sedemdesiatych a osemdesiatych rokoch 20. storočia. Intenzita tohto zhoršovania bola rozličná. V niektorých oblastiach išlo už aj vtedy o rozpad lesných ekosystémov. Príčiny hynutia lesov sa pokúšali objasniť mnohí vedci z rozličných krajín sveta, ale najmä západnej Európy. Tak vzniklo mnoho teórií, či hypotéz (imisie, kyslé dažde, nedostatočná výživa, ozón, stres, vírusy, magnetický smog, kozmické žiarenie a ďalšie). Väčšina vedcov sa prikláňalo k imisnej hypotéze najmä škodlivého vplyvu zlúčenín síry a dusíka. S odstupom času možno potvrdiť, že imisie mali v celoeurópskom merítku dominantné postavenie na zhoršovaní zdravotného stavu lesov. Na druhej strane, ich význam sa niekedy preceňoval na úkor ďalších, hlavne abiotických škodlivých činiteľov (napr. sucho, teplotné extrémy a pod.).

Obdobný vývoj situácie ako v zahraničí (s určitým oneskorením) bol aj na území Slovenska. V sedemdesiatych, ale najmä v osemdesiatych rokoch 20. storočia sa začalo objavovať hynutie lesov, hlavne smreka takmer na celom území Slovenska. Táto nepriaznivá situácia v zdravotnom stave smrečín sa dávala do súvisu s ich nízkym odolnostným potenciálom, najmä v dôsledku nevhodnosti drevinového zloženia, oslabením porastov vysokými teplotami a nedostatočnými zrážkami v jarných a letných mesiacoch, veľkým výskytom podpňovky a ďalších tracheomykóznych húb, podkôrnym hmyzom, zaťažením imisiami, ale aj s vírusovými ochoreniami. Do tohto obdobia (osemdesiate roky 20. storočia) spadá aj hromadné hynutie dubov, ktoré malo tiež veľkoplošný charakter. Nepriaznivá situácia sa tu stabilizovala najmä vďaka vykonaným opatreniam.

Najhorší vývoj bol v zdravotnom stave ihličnatých porastov, najmä smrečín. Hynutie smrečín pokračovalo. Zvyšoval sa objem náhodnej ťažby. Tieto dosahovali až polovicu z celkovej ťažby, pričom išlo najmä o ihličnaté dreviny (náhodné ťažby ihličnatých drevín tvorili skoro 70 % z ich celkového objemu). V ostatnom čase sa často stretávame s tzv. žltnutím smrečín. Príčiny tohto javu sa dávajú do súvisu s pôsobením kyslej atmosferickej depozície a zakyslením pôd. Podľa všetkého ide najmä o deficit živín v pôde (vymývanie bázických katiónov Mg^{2+}, Ca^{2+}, K^{+}, uvoľňovanie hliníka v iónovej forme a zvýšenie mobility ťažkých kovov). Žltnutie smrečín môžu spôsobovať aj iné činitele, resp. ich synergický účinok (NOVOTNÝ, J., VARÍNSKY, J., 2003). Treba zdôrazniť, že aj keď sa objem emitovaných škodlivín, najmä SO_2 od začiatku 90. rokov výrazne znížil, ich depozície sú stále naakumulované v pôde.

Zhoršovanie zdravotného stavu lesov, či ich hynutie sa nepriaznivo prejavilo taktiež na statickej stabilite lesných porastov. Preto sa vplyvom zdravotného stavu lesných porastov na ich statickú stabilitu začali zaoberať aj vedeckovýskumné pracoviská (napr. KODRÍK *a kol.*, 1993). Výsledky výskumu ukázali, že takmer vo všetkých oblastiach a na určitých lokalitách dochádza ku kombinácii imisií s mechanicky pôsobiacimi abiotickými činiteľmi. Najčastejšie sa kombinujú mechanické účinky vetra a námrazy s pôsobením imisií čím sa ohrozenie ihličnatých porastov podstatne zvyšuje. Porasty, v ktorých sa pôsobením vetra a námrazy porušuje zápoj podliehajú vplyvu imisií veľmi rýchle a opačne, t. j. vplyvom imisií chradnúce porasty ľahšie rozvracia vietor a námraza. Podobná zákonitosť platí aj pre fragmentované porasty, t. j. porastové zvyšky a skupiny stromov vzniklé z predošlých súvislých lesných komplexov. K týmto kombináciám na Slovensku najčastejšie dochádza v hrebeňových porastoch a v nadmorských výškach 650 – 800 m. Veľmi výrazne sa toto výškové rozpätie uplatňuje zvlášť pri začiatkoch pôsobenia imisií v Slovenskom rudohorí, ako i v Nízkych Tatrách. Na Orave a Spiši vysoká intenzita vetrového poškodenia sa objavuje až do výšky 900 m n. m. Pochopiteľne, príčinou zhoršeného zdravotného stavu lesných porastov nemusí byť len vplyv imisií, ale aj iné činitele, či ich synergické pôsobenie.

Posudzovanie porastových plášťov ukázalo, že tieto dobre plnia svoju funkciu nielen proti vetru, ale aj proti imisiám. Menej účinné sú rozluky a odluky, pretože násekové steny, ktoré

zachytávajú imisie rýchlejšie chradnú. Spevňovacie pásy plnia svoju funkciu vtedy, ak sa včas založili a zabezpečila sa ochrana drevín proti obhryzu a lúpaniu zverou. Z ťažbovo-obnovných postupov sa najviac osvedčil okrajový rub smerom proti vetru. Najbezpečnejšie obnovné postupy boli vtedy, keď sa vytvorilo veľa otvorených porastových stien. Ako veľmi nebezpečné sa taktiež ukázalo celoplošné presvetlenie porastov najmä v hrebeňových porastoch. V imisných oblastiach, kde dochádza k usýchaniu korún sa ako veľmi dôležité ukázalo, okrem vytvárania priaznivého štíhlostného kvocienta, budovanie vysokej korunovosti najmä cieľových stromov.

Osobitnou problematikou sú koreňové systémy drevín, či ich vplyv na stabilitu lesných porastov. Tieto v podstate pozostávajú z dvoch frakcií: z podzemnej časti kmeňa spolu s hrubými koreňmi a jemných korienkov. Z hľadiska statickej stability pri koreňových systémoch ide hlavne o ich mohutnosť, tvar, priestorovú distribúciu, hrúbkovú štruktúru, fyzikálne vlastnosti drevných pletív a zdravotný stav (KONÔPKA, B., 2002). Zistilo sa, že statickú stabilitu drevín veľmi znižujú koreňové hniloby (KODRÍK J., KODRÍK M., 2000). Na druhej strane jemné korienky sú vysokoaktívnymi časťami drevín, v ktorých prebiehajú dôležité fyziologické procesy, vrátane príjmu vody a živín. Jemné korienky najrýchlejšie reagujú na stratu asimilačných orgánov a pôdne zmeny (VOGT *a kol.,* 1985). Po vetrovej kalamite v roku 1990 sa v Bavorsku veľká pozornosť venovala výskumu vplyvu deformácií koreňových systémov na stabilitu lesných porastov. Desaťročné sledovania vyústili, okrem iného do záveru, že aj po 40. rokoch mali stromy z umelej obnovy plytšie koreňové systémy ako z prirodzeného zmladenia (NÖRR, 2003).

Celkove treba povedať, že často možno pozorovať reťazové poruchy v lesných ekosystémoch, najmä v smrečinách. Impulzom, či začiatkom môžu byť veľmi rozmanité antropogénne, abiotické alebo biotické činitele. Taktiež poradie ich pôsobenia a vzájomné zoskupenie môžu byť rozličné. Ako najčastejší prípad kombinácie disturbančne pôsobiacich činiteľov v smrečinách Slovenska je: imisie-vietor-podkôrny hmyz-nežiaduca vegetácia-zver (NOVOTNÝ, J., VARÍNSKY., *a kol*., 2003). Všeobecne platí, že lesné porasty s narušeným zdravotným stavom ľahšie podliehajú škodlivému pôsobeniu abiotických škodlivých činiteľov ako zdravé.

Vplyv klimatickej zmeny na poškodzovanie lesných porastov abiotickými činiteľmi

Prognózy o potenciálnom vplyve hromadenia skleníkových plynov v atmosfére na vývoj klímy na našej planéte nie sú ničím novým. KELLOGG (1988) uvádza, že už v roku 1896 švédsky vedec Svante Arrhenius teoreticky vypočítal nárast teploty v spodnej vrstve atmosféry o 5-6 °C v prípade zdvoj- až strojnásobenia koncentrácie CO_2. V tomto období však nikto ešte neočakával búrlivý rozvoj priemyslu a s ním aj výrazný nárast emisie CO_2 do ovzdušia. Otázky následkov klimatickej zmeny na ľudskú civilizáciu sa vo verejnosti začali diskutovať v druhej polovici sedemdesiatych rokov minulého storočia v USA. Už v tomto období často sa opakujúce mimoriadne vysoké teploty a suchá v tejto krajine dávali viacerí vedci do priameho súvisu s klimatickou zmenou (OTA, 1993). Začiatkom osemdesiatych rokov sa začínajú rozbiehať vedecké projekty týkajúce sa uvedenej problematiky hlavne v Severnej Amerike, ale aj v Európe. Do projektov sa v rozsiahlej miere zahŕňala problematika poľnohospodárstva (najmä dôsledky sucha na výnosovosť plodín), postupne však aj otázky súvisiace s lesným hospodárstvom. Časť záverov z týchto výskumov má stále len hypotetický charakter, avšak pre mimoriadnu závažnosť ich nemožno ignorovať. Napr. GATES (1990) konštatoval, že prebiehajúca klimatická zmena bude mať na lesné ekosystémy prevažne negatívne následky. Pôjde napríklad o častejšie vetrové kalamity, požiare a fyziologicky podmienené odumieranie lesných ekosystémov. V súčasnosti sa väčšina výskumných projektov v zahraničí (napr. CARBOEUROFLUX) týka nielen fyziologických aspektov vplyvu klimatickej zmeny na lesné dreviny, ale hlavne významu lesných ekosystémov pre fixáciu a obeh uhlíka. V tejto oblasti sa napríklad zistilo, že pre obeh uhlíka

v lesných ekosystémoch majú najväčší význam vyživovacie korienky drevín (napr. HELMISAARI *a kol.*, 2002).

Výskyt troch orkánov v poslednom desaťročí 20. storočia v Európe označili niektoré vedeckovýskumné inštitúcie ako predzvesť zmeny klímy (GIETL, 2000). Išlo o orkán Vivian, Wiebke a Lothar. Tieto mali charakter víchric storočia. Orkán Vivian (27. 2. 1990) dosiahol rýchlosť na pobreží 152 km.h^{-1} a vo vysokých polohách (pri nebrzdenom prúdení vzduchu) nárazy až 265 km.h^{-1}. Rýchlosť orkánu Wiebke (29. 2. – 1. 3. 1999) bola v horských oblastiach 202 km. h^{-1} Obidve tieto víchrice mali aj v nižších polohách Bavorska rýchlosť orkánu, t. j. viac ako 117 km. h^{-1}. Na veľa miestach sa ich nárazy pohybovali od 160 do 180 km. h^{-1}. Podľa meteorológov v roku 1990 išlo o vrchol stúpania zimnej búrkovej (tlakovej) níže nad atlanticko-stredoeurópskym priestorom (16 orkánových tlakových níži, ktorých jadrový tlak bol nižší ako 950 hPa, čo je doteraz najväčší počet prípadov počas jednej zimy). Orkán Lothar, ktorý vznikol takmer po 10 rokoch od predchádzajúcich (26.12.1999) dosahoval taktiež veľmi veľké rýchlosti (v južnom Nemecku 259 km.h^{-1}). Išlo taktiež o tlakovú níž. Jej jadro sa pohybovalo cez sever Francúzska do Nemecka a tiahlo cez Trier, Frankfurt a Jenu smerom na severovýchod. Rýchlosť vetra sa pozvoľne zmenšovala smerom od západu na východ. Pred tým (4. 12. 1999) sa vyskytla víchrica Anatol, ktorá spôsobila „len“ 10 mil.m^3 bukových polomov. Orkán Lothar spôsobil 200 mil.m^3 kalamitného dreva, čo je viac ako polovica európskej ťažby.

Tieto veľké vetrové kalamity v lesoch západnej Európy vyvolali rad diskusií (aj rozporných), rozborov a vedeckých štúdií (BIERMAYER, 2000). Poukazovalo sa napr. na to, že veľkým rýchlostiam vetra (180 – 200 km. h^{-1}) neodolá žiadny les. Ďalej, že vetrové polomy sa vyskytovali aj v minulosti, najmä od začiatkov riadneho lesného hospodárstva (napr. v rokoch 1967, 1972, 1984). Konštatovalo sa zosilnenie pôsobenia víchric v dôsledku ľudstvom spôsobenej zmeny klímy. Napriek veľkej variabilite názorov sa prijala ako dlhodobá úloha pre generácie majiteľov lesa a lesníkov vybudovať stabilné lesy, čo má tak ekologické ako aj ekonomické zdôvodnenie.

Prvé úvahy o klimatickej zmene a ich negatívnom vplyve na lesné ekosystémy sa v slovenskom lesníckom systéme začali objavovať v osemdesiatych rokoch 20. storočia. Vlastné riešenie problematiky tu však začalo v roku 1993, keď sa prikročilo k spracovaniu Národného klimatizačného programu SR (MINĎÁŠ, NOVOTNÝ, 2002). Doterajšie výsledky výskumu hovoria najmä o globálnom otepľovaní a o jeho negatívnych vplyvoch na lesné ekosystémy. Ďalej o poklese zrážok hlavne počas vegetačného obdobia (sucho). Vývoj poznatkov dospel k záveru, že klimatická zmena podstatne ovplyvní existenčné podmienky lesných ekosystémov. Preto má riešenie tejto problematiky v lesnom hospodárstve na Slovensku hlavnú prioritu, ktorej treba venovať pozornosť najmä v lesníckom výskume.

Klimatická zmena vo vzťahu k abiotickým škodlivým činiteľom sa prejaví dvojakým spôsobom:

- budú sa modifikovať vlastnosti abiotických činiteľov a zintenzívnia sa ich disturbančné účinky na lesné ekosystémy,
- zníži sa stabilita lesných ekosystémov.

Celkove možno povedať, že sa zvýši ohrozenosť lesných ekosystémov abiotickými škodlivými činiteľmi.

Konverzia v distribučnom pôsobení abiotických činiteľov

Podľa doterajších výskumov očakáva sa častejší výskyt ničivých víchric (OVERPECK *a kol.*, 1990). SLABÝ (1993) analyzoval meteorologické údaje v ČR počas troch desaťročí. Za sledované oblasti zistil postupný dlhodobý nárast dní s výskytom vetra rýchlosti nad 17 m.s^{-1}. Vietor s takouto rýchlosťou môže podľa viacerých autorov (napr. VICENA, PAŘEZ, KONÔPKA, 1979) spôsobiť škody na menej stabilných porastoch. So zmenou poveternostných podmienok dochádza ku konverzii prevládajúcich vzdušných prúdov – smerov nebez-

pečného vetra pre lesné porasty. Narúša sa doterajší systém ochrany, ako aj prirodzená odolnosť stromov (dreviny prirodzene posilňujú svoju odolnosť proti najfrekventovanejšiemu smeru vetra). Ako je známe v minulosti najviac vetrových polomov na Slovensku vzniklo pri všeobecnom prúdení vzduchu veľkých rýchlostí vo väčších oblastiach strednej Európy (pri výraznom rozdelení tlaku vzduchu a dostatočne veľkom jeho gradiente). Vietor veľkých rýchlostí sa vtedy vyskytuje na zadnej (západnej) strane hlbokých cyklón, alebo na zadnej strane výrazných brázd nízkeho tlaku vzduchu. Zriedkavejšie na okraji anticyklón. Čiže mal väčšinou cyklonálny charakter. Trval viac hodín, niekedy 2-3 dni. Išlo spravidla o zimný polrok. Ako príklad možno uviesť na Slovensku zatiaľ najväčšiu vetrovú kalamitu 23. – 25. novembra 1964, keď vzniklo približne 5 mil. m^3 vetrových polomov. V ostatnom čase vznikajú veľké vetrové polomy v letnom polroku. Tieto vetry majú spravidla kratšiu dobu trvania a spájajú sa s výrazným prechodom studených frontov. Ako príklad možno uviesť extrémne silný vietor, ktorý sa spojil s dažďom a krupobitím 8. júla 1996. Postupoval z juhozápadného smeru, od Podunajskej nížiny. Jeho rýchlosť miestami ešte zvyšoval reliéf kopcovitého terénu v oblasti stredného Slovenska (KONÔPKA B., 1997). Podľa Slovenského meteorologického ústavu Bratislava bol vtedy na väčšine územia Slovenska letný a na juhu až tropický deň. Nad Alpami sa rozprestierala tlaková níž a jej frontálny systém. Táto v priebehu dňa postupovala na severovýchod. Pri prechode studeného frontu cez západné Slovensko narástla rýchlosť vetra. K najväčšiemu poškodeniu lesných porastov došlo na Horehroní (odštepné závody Čierny Balog, Slovenská Ľupča, Kriváň a Beňuš).

Postupne narastá taktiež rozsah vetrových polomov v listnatých porastoch. Možno uviesť napríklad vetrovú kalamitu v dňoch 22. a 23. júna 1999, ktorá vznikla v západnej a strednej časti Slovenska (najmä v Považskom Inovci). Predchádzali jej dlhotrvajúce dažde, ktoré rozmočili pôdu. Náhly nárazový vietor vyvrátil (spravidla plošne) najmä dospievajúce bučiny.

Ako z uvedeného vyplýva, menia sa smery pre les nebezpečných vetrov ako aj ich priestorová distribúcia. Možno to dať do súvisu s prebiehajúcou klimatickou zmenou. Problematiku treba však hlbšie preštudovať a až potom urobiť konkrétnejšie závery.

Negatívny vplyv na statickú stabilitu lesných porastov môže mať taktiež nárast priemernej ročnej teploty. Ak pôda počas zimného obdobia nepremrzne, zníži sa jej súdržnosť, a tým aj ukotvenie koreňových systémov. Môže to viesť k zvýšeniu rozsahu vývratov.

Podobne sa zaznamenáva aj častejší výskyt padania mokrého, ťažkého snehu, ktorý poškodzuje hlavne mladšie prehustené lesné porasty. Dochádza k určitým zmenám v poškodzovaní lesných porastov snehom a námrazou. Kým v predošlom období sa takéto škody sústreďovali do horských smrečín, v ostatnom období ide skôr o bučiny stredných, prípadne aj dubiny nižších polôh. Ako príklady možno uviesť námrazové polomy v Malých Karpatoch, ale najmä námrazovú (ľadovicovú) kalamitu v južnej časti Banskobystrického kraja v januári 2001. Táto svojím rozsahom nemá obdobu v histórii slovenského lesníctva.

Zníženie stability lesných ekosystémov

Klimatická zmena spôsobí taktiež zníženie stability lesných ekosystémov. Pod pojmom stabilita sa rozumejú jej obidva druhy, t. j. ekologická ako aj statická. Aj keď existujú názory, že statická je súčasťou ekologickej budeme sa držať tohto triedenia z dôvodov, ktoré uvádza GREGUŠ (2004):

- statická stabilita predstavuje historický pojem, ktorý sa už veľmi dávno (od polovice 19. storočia) uplatňoval v celom procese hospodárenia, zatiaľ čo ekologická stabilita je výsledkom oveľa novšieho poznávania ekologických zákonitostí (koniec 20. storočia),
- statickú stabilitu charakterizuje odolnosť, teda schopnosť nepodľahnúť zväčša jednorázovým náporom abiotických faktorov (vetru, snehu, námraze a pod.), pričom ekologická stabilita je tlmenie dlhodobejšie pôsobiacich rušivých vplyvov, najmä biotického, vrátane antropického pôvodu,

- statická stabilita odoláva mechanickým tlakom na tvar, veľkosť a plochu stromových korún a je podmienená štíhlosťou kmeňov i zakorenením, zatiaľ čo ekologická stabilita odoláva pôsobeniu škodlivých činiteľov na stratu olistenia, alebo znekvalitnenie drevných častí stromov,
- statická stabilita nie je schopná vrátiť sa, po prevažne plošnom rozvrátení porastu (vzniku holiny), do pôvodného stavu v hospodársky vyhovujúcej dobe, ale iba neprijateľnou dlhodobou prirodzenou sukcesiou, pritom ale ekologická stabilita takúto schopnosť má,
- statická stabilita vyžaduje v mnohých prípadoch osobitné hospodárske opatrenia, ktoré sú pre ekologickú stabilitu nevhodné.

Samozrejme medzi statickou a ekologickou stabilitou lesných ekosystémov je vzájomná súvislosť, či podmienenosť. Situácia je tu obdobná ako pri mechanickom a fyziologickom pôsobení abiotických faktorov. Fyziologické pôsobenie abiotických faktorov v dôsledku klimatickej zmeny môže mať na stabilitu lesných ekosystémov ešte negatívnejšie následky ako mechanické. Treba vychádzať z toho, že každá drevina má svoju ekologickú amplitúdu, ktorá okrem iného súvisí aj s teplotným a vodným režimom. V ostatných rokoch sa zaznamenávajú mnohé, niekedy aj niekoľko storočné rekordy teplôt, zrážok ako aj iných meteorologických javov. Podľa klimatológa ŠŤASTNÉHO (2002) veľmi dobrým príkladom je zima 2001/2002. Počas nej bol na Slovensku december najchladnejší za ostatných 100 rokov. V Bavorsku sa v tomto mesiaci zaznamenalo -45,9 ºC, t. j. najnižšia teplota v Nemecku od roku 1870. Treskúce mrazy a prívaly snehu zasiahli prakticky celú Európu. Neobvyklé množstvo snehu napadlo aj v Grécku, na pobreží Egejského mora, v Turecku a Izraeli. V druhej polovici tejto zimy nastal opačný extrém. Koncom januára sa prekonal 150-ročný rekord, keď napr. v Bratislave namerali +19,5 ºC. Po tomto oteplení sa na viacerých slovenských riekach objavili nebezpečné ľady a hrozili záplavy (nezvyklý jav pre tento mesiac).

S globálnou klimatickou zmenou sa očakáva postupný nárast priemerných ročných teplôt, čo zvýši evapotranspiráciu v lesných ekosystémoch. Týmto dreviny zvýšia spotrebu vody. Súčasne dôjde k narušeniu prirodzeného priebehu ročných zrážok, pričom sa ráta s ich poklesom vo vegetačnom období. Takže dreviny náročné na vlahu, a to hlavne rastúce na pôdach s menšou retenčnou schopnosťou, budú trpieť nedostatkom vody, čo ich bude oslabovať fyziologicky. Preto najviac ohrozenou drevinou bude smrek rastúci vo svojom suboptime, t. j. v 4. a 5. lesnom vegetačnom stupni a nižšie. Podľa MINĎÁŠA a ŠKVARENINU (1994) budú ohrozené aj niektoré horské smrečiny limitované množstvom zrážok a ovplyvnené imisným zaťažením. Ďalšou rizikovou skupinou, ktorá bude podliehať stresom v dôsledku nedostatku vody a klimatických výkyvov budú preriedené lesné porasty a rozdrobené lesné komplexy. Uvedené ekosystémy majú narušenú bioklímu a budú citlivé na ďalšie zhoršovanie klimatických pomerov. Takýchto lesných porastov pribúda v dôsledku roztrúseného alebo skupinového odumierania stromov (resp. mechanického poškodzovania) z dôvodu pôsobenia rôznych škodlivých činiteľov. Nedostatkom vlahy budú trpieť aj lesné porasty na strmých svahoch orientovaných na juh alebo juhozápad.

Pravdepodobne bude častejšie aj poškodzovanie hladkokôrnych drevín rastúcich na porastových okrajoch, alebo v porastoch so zníženým zakmenením úpalom kôry. Teplé a suché periódy vo vegetačnom období zvýšia riziko požiarov. Ďalej možno očakávať aj nárast frekvencie atmosferických výbojov (bleskov), ktoré dreviny priamo poškodia alebo spôsobia požiar.

Ako z uvedeného vyplýva, bude dochádzať k celkovému zníženiu stability lesných ekosystémov. Syndróm hynutia drevín a porastov bude mať stúpajúcu tendenciu. Vplyv tohto javu na ohrozenie lesných porastov mechanicky pôsobiacimi abiotickými činiteľmi bude obdobný, resp. ešte väčší ako sa uviedlo v kapitole Vplyv hynutia lesov na poškodzovanie lesných porastov mechanicky pôsobiacimi abiotickými činiteľmi.

Opatrenia na zvýšenie odolnosti lesných porastov proti poškodzovaniu abiotickými činiteľmi

Zmeny v pôsobení abiotických činiteľov na lesné porasty si vyžadujú rad opatrení vo výskumne, projekcii ako aj v praxi. Vychádzať treba z oficiálne schválených dokumentov, ktoré prerokovalo MP SR v roku 2000 „Návrh dlhodobých opatrení zohľadňujúcich adaptáciu SR na klimatickú zmenu s ohľadom na Rámcový dohovor OSN o klimatickej zmene“ a „Návrh adaptačných opatrení v pôdohospodárstve SR na klimatickú zmenu“, ktorý prerokovala vláda SR v roku 2001.

Prvý krok sa v tomto smere už urobil. Otvorilo sa riešenie vedecko-technického projektu „Vplyv klimatickej zmeny na lesy Slovenska“, kde sa zaradila aj problematika „Vypracovanie stratégie ochrany lesa proti komplexu škodlivých činiteľov v podmienkach klimatickej zmeny“. Pokiaľ ide o abiotické činitele malo by sa tu (KONÔPKA, J., KONÔPKA, B., 2002):

- prehodnotiť nebezpečné smery vetra, pásma výskytu ťažkého snehu a námrazy a následne vypracovať prognózy ohrozenia lesných porastov vetrom, snehom a námrazou,
- urobiť klasifikáciu ohrozenia lesných oblastí fyziologicky pôsobiacimi škodlivými činiteľmi, hlavne teplotnými extrémami a suchom,
- detailnejšie preskúmať koreňové systémy drevín s ohľadom na ich fyziologickú kondíciu a odolnosť voči vyvráteniu,
- definovať hlavné indikátory, podľa ktorých možno retrospektívne zhodnotiť vývoj rastových podmienok a zdravotného stavu drevín,
- zistiť medzidruhové a vnútrodruhové rozdiely drevín s ohľadom na odolnosť proti fyziologicky a mechanicky pôsobiacim škodlivým činiteľom,
- vypracovať dlhodobú stratégiu ochrany lesov proti mechanicky a fyziologicky pôsobiacim škodlivým činiteľom (s hlavným zreteľom na zmenu hospodárskeho spôsobu a na globálnu klimatickú zmenu),
- vypracovať novú rajonizáciu pôsobenia abiotických škodlivých činiteľov podľa predpokladaných scenárov vývoja klímy.

V praxi treba pokračovať v realizácii už navrhnutých nápravných opatrení, hlavne v horských lesoch (6. a 7. lesný vegetačný stupeň). Najkritickejšia situácia je v rozpadávajúcich sa horských smrečinách (prestárle alebo škodlivými činiteľmi zničené porasty), v ktorých nedochádza k prirodzenej obnove. Tu treba dbať o zabezpečenie umelej obnovy, a to aj za cenu nákladných melioračných opatrení, napr. hnojenie, vápnenie, prípravné dreviny a pod.

V dostatočnom predstihu treba posilňovať statickú stabilitu smrečín, v ktorých sa uvažuje pri obnove s prechodom od holorubného hospodárskeho spôsobu k podrastovému. Tu sa využijú doteraz známe pestovno-ochranné postupy, akými sú napr. podporovanie najstabilnejších zložiek porastov, dôsledné odstraňovanie nestabilných a poškodených stromov, starostlivosť o porastové okraje, logické naplánovanie obnovy v rámci lesných komplexov s ohľadom na nebezpečné smery vetra, atď.

Ako sa už uviedlo, klimatická zmena má výrazne negatívne vplyvy na smrekové monokultúry rastúce mimo areálu ich prirodzeného výskytu. Preto treba pristúpiť k postupnej úprave drevinového zloženia a výstavby lesných porastov. Tieto sa musia priebežne prebudovávať na odolnejšie zmiešané alebo listnaté lesné porasty. Týmto sa zlepší statická stabilita lesných porastov, ako aj ich celková odolnosť voči väčšine škodlivých činiteľov.

Zhodne s GREGUŠOM (2004) sa odporúča na zvyšovanie statickej stability lesných porastov realizovať tieto opatrenia:

- vylúčiť občasnú prax pestovať vysokolabilné ihličnany (SM, JD) na bývalých vývratiskách, pretože tieto plochy sú najohrozenejšie,
- vývratiská zalesňovať drevinami zodpovedajúcimi stanovišťu so zvýšeným podielom odolných drevín, z geneticky hodnotného, najlepšie autochtónneho materiálu,
- na plytkých, najmä zamokrených pôdach, vylúčiť uplatňovanie ihličnanov (SM a JD),
- východiská obnovy zakladať na čo najchránenejších miestach porastu, postup obnovy orientovať proti najnebezpečnejšiemu vetru,
- na miestach budúcich východísk obnovy, ale aj na iných vhodných miestach vytvárať rozluky, odluky, závory a na hraniciach porastov odolné hlboko zavetvené okraje; potreba takýchto opatrení je tým naliehavejšia, čím majú porasty homogénnejšiu, nediferencovanejšiu štruktúru,
- usilovať sa o bočné postupné krytie porastu, aby nedošlo k odkrytiu nechránenej steny staršieho porastu,
- pri clonných ťažbovo-obnovných postupoch prednostne ťažiť menej odolné dreviny a jedince, aby na ploche zostávali odolnejšie stromy,
- keďže ohrozenie stúpa s výškou porastu a tá sa zvyšuje so zlepšujúcou sa bonitou a vekom, zvyšovať opatrnosť v zásahoch v súvislosti s týmito dvoma faktormi,
- opakovanými výchovnými zásahmi udržiavať porasty od mladosti v zníženom zakmenení (minimálne cieľovom), aby štíhlosť kmeňov nezapríčiňovala labilitu porastu,
- v mladých porastoch zasahovať silnejšie, v starších miernejšie,
- usilovať sa o dosiahnutie čo najdlhších korún,
- zásahmi do úrovne diferencovať štruktúru porastu a podporovať najodolnejšie jedince, napr. hrubé a zavetvené stromy, hoci sa tým zhorší kvalita porastu.

Konkrétny návod ako dosiahnuť zvýšenie statickej stability lesných porastov diferencovane podľa stupňov ich ohrozenia mechanicky pôsobiacimi abiotickými činiteľmi je v prácach KONÔPKA, J. (1999).

Záver

Poškodzovanie lesných porastov abiotickými škodlivými činiteľmi úzko súvisí s uplatňovanými hospodárskymi spôsobmi. So zmenou holorubného hospodárskeho spôsobu na podrastový stúplo ohrozenie lesných porastov týmito činiteľmi. Lesné porasty majú veľmi nízku statickú stabilitu, pretože intenzita ich výchovy bola v mladšom veku veľmi malá. Statickú stabilitu lesných porastov narúša ich zhoršený zdravotný stav, najmä vplyv imisií. Nepriaznivo sa tu prejavujú taktiež kmeňové a koreňové hniloby. Klimatická zmena zapríčiňuje častejší výskyt a väčšiu agresivitu negatívne pôsobiacich abiotických činiteľov. Zvyšuje sa dispozícia lesných porastov na poškodenie abiotickými činiteľmi. Fyziologické a mechanické pôsobenie abiotických činiteľov sa vzájomne kombinujú a spôsobujú disturbanciu lesných ekosystémov.

Zlepšenie situácie možno dosiahnuť realizáciou komplexu adaptačných opatrení na klimatickú zmenu. Ich nevyhnutnou súčasťou sú aj ochranné opatrenia, ktoré treba realizovať na zvýšenie ich stability.

Literatúra

BIERMAYER, G., 2000: Stabile Wälder statt Stabilisierung von Beständen. Vivian, Wiebke und Lothar... Forstwirtschaft in stürmischen Zeiten. LWF aktuell, 26: 1 – 2.

GIETL, G., 2000: Drei Jahrhunderststürme in einem Jahrzehnt. Vivian, Wiebke und Lothar... Forstwirtschaft in stürmischen Zeiten. LWF aktuell, 26: 3 – 4.

GATES, D.M., 1990: Climate change and forests. Tree Physiology, (7): 1 – 5.

GREGUŠ, C., 2004: Základné princípy dlhodobého rozvoja lesného hospodárstva na Slovensku. Zvolen, SAV, 48 s.

HEGER, A., 1953: Die Sicherung des Fichtenwaldes gegen Sturmschäden. Neuman Verlag – Badebeul und Berlin, 84 s.

HELMISAARI, H.S., MAKKONEN, K., KELLOMÄKI, S., VALTONEN, E., MÄLKÖNEN, E., 2002: Below- and above-ground biomass, production and nitrogen use in Scots pine stands in eastern Finland. Forest Ecology and Management 165: 317 – 326 .

KELLOGG, W.W., 1988: Human impact on climate: The evolution of an awarness. In: Societal Responses to Regional Climatic Change. Westview Press, Boulder, Colorado.

KODRÍK, J. *a kol.*, 1993: Ochrana lesov proti mechanicky pôsobiacim abiotickým škodlivým činiteľom. (Výskumná správa.) Zvolen, LF TU, 70 s., prílohy.

KODRÍK, J., KODRÍK, M., 2000: Statická stabilita bučín Slovenska voči snehu a vetru s ohľadom na nekrózy a koreňové hniloby. In: Zborník prednášok 30. Bratislava, SSPLPVV pri SAV, s. 61 – 64.

KONÔPKA, B., 1997: Vetrová smršť z 8. júla 1996 – analýza príčin vetrových kalamít a možných pestovno-ochranných opatrení. In: Aktuálne problémy v ochrane lesa 97. Zvolen, LVÚ, s. 27 – 35.

KONÔPKA, B. 2002: Koreňový systém – základ statickej stability lesných drevín. In: Ochrana lesa 2002. Zvolen, TU, s. 147 – 152.

KONÔPKA, B., KONÔPKA, J., 2002: Ohrozenie lesných ekosystémov škodlivými činiteľmi v dôsledku globálnych klimatických zmien. In: Očakávané globálne zmeny klímy a ich možný dopad na vodný režim, poľné a lesné hospodárstvo. Nitra SAPV, s. 51 – 56.

KONÔPKA, J., KONÔPKA, B., 2002: Vplyv hlavných druhov abiotických škodlivých činiteľov na lesné ekosystémy, výskum a prax. Zprávy lesnického výzkumu, **47**(1): 40 – 44.

KONÔPKA, J., KONÔPKA, B., 2000: Ochrana lesov proti mechanicky pôsobiacim činiteľom, najmä vetra vo vzťahu k hospodárskym spôsobom. In: Zborník prednášok 30, Bratislava, SSPLVV pri SAV, s. 54 – 59.

KONÔPKA, J.,1999: Ohrozenie lesných porastov mechanicky pôsobiacimi abiotickými činiteľmi. Lesn. Čas.–Forestry Journal, **45**(1): 51 – 72.

KONÔPKA, J., 1999: Grafikony statickej stability smrekových porastov na Slovensku. Zvolen, LVÚ, 22 s.

MINĎÁŠ, J., NOVOTNÝ, J., 2002: Dôsledky klimatickej zmeny na lesy a lesné hospodárstvo Slovenska. In: Očakávané globálne pomery klímy a ich možný dopad na vodný režim, poľné a lesné hospodárstvo. Nitra, SAPV, s. 29 – 39.

MINĎÁŠ, J., ŠKVARENIANA, J., 1994: Globálne zmeny atmosféry a lesa Slovenska. Les, **50:** 3 – 6.

NÖRR, R., 2003: Wurzeldeformationen – ein Risiko für die Bestandesstabilität? Entstehung, Entwicklung und Auswirkungen von Wurzeldeformationen. (Forstliche Forschungsberichte 195/2003). München, LWF, 196 s.

NOVOTNÝ, J., VARÍNSKY, J. *a kol.*, 2003: Ochrana lesa. Zvolen, ÚVVP LVH SR, 114 s.

OTA (OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT) 1993: Preparing for an Uncertain Climate. Washington D.C., US Government Printing Office, 127 s.

OVERPECK, J.T., RIND, D., GOLDBERG, R., 1990: Climate-induced changes in forest disturbance and vegetation. London, Nature, s. 51 – 53.

SLABÝ, S., 1993: Nárazy větru v České republice. Meteorologické zprávy, **46**: 4 – 10.

STOLINA, M., 1968: Ochrana lesov v hospodársko-úpravníckom plánovaní. Lesn. Čas., **14**(4): 391 – 404.

ŠŤASTNÝ, P., 2002: Čakajú nás extrémy! Slovensko, 7: 10 – 11.

VICENA, I., PAŘEZ, J., KONÔPKA, J., 1979: Ochrana lesa proti polomům. Praha, SZV, 244 s.

VOGT, K. *a kol.*, 1985: Estimating Douglas-fir fine root biomass and produktion from living dark and starch. Can. J.For. Res. **15**: 177 – 179.

doc. Ing. Jozef KONÔPKA, CSc., hosť. prof.

Dr. Ing. Bohdan KONÔPKA.

Lesnícky výskumný ústav Zvolen
T. G. Masaryka 22
960 92 Zvolen

e–mail: Jozef.Konopka@fris.sk