

ANALÝZA RIZIK DESTABILIZACE SMRKOVÝCH POROSTŮ VLIVEM KLIMATICKÉ ZMĚNY

RISK ANALYSIS OF NORWAY SPRUCE FOREST DESTABILIZATION DUE TO CLIMATE GLOBAL CHANGE

Cudlín Pavel¹, Čermák Petr², Jankovský Libor²,

¹Ústav ekologie krajiny AV ČR, České Budějovice, ²Ústav ochrany lesa a myslivosti LDF MZLU v Brně

Abstract

It is possible to suppose following consequences of climate change for destabilization of Norway spruce forest stands: 1) increased frequency and duration of insect pest outbreaks; 2) introduction of new pest and fungal pathogens; 3) change in pest behavior due to changed host predisposition; 4) increased frequency of root rots and windthrow disasters due to root system injury; 5) higher percentage of declined trees, chronically stressed and secondarily colonized by ophiostomoid fungi; 6) destabilization of current forest stands, growing at the margin of their ecological optimum.

Forest stands, established at present, will probably grow up under global climatic change conditions. Therefore tree species selection and tree origin must be adapted to these conditions. It is necessary to increase ratio of natural regeneration and to minimize impacts of dears. If it be to the contrary, the risk of quick and mass destruction of Norway spruce forest stands, as a consequence of climate change, could be expected.

Kew words: risk assessment, global change, Norway spruce

Úvod

Chřadnutí dřevin je výsledkem vzájemného působení abiotických a biotických stresorů, které můžeme též dělit na predispoziční, iniciační a mortalitní (Manion, Lachance 1992). Řada stresorů se může uplatňovat ve více kategoriích. Příkladem může být vítr, který obecně považujeme za mortalitní stresor. Z hlediska gradace podkorního hmyzu se však větrem poškozené stromy mohou uplatňovat i nepřímo jako iniciační stresor. Obdobně je tomu v případě hnilob a větrných vrcholových zlomů smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.), kdy do vrcholových zlomů proniká hniloba, nejčastěji pevníku krvavějícího (*Stereum sanguinolentum* (Albertini & Schwein.:Fr.) Fr.). Hniloba pak působí jako iniciační stresor pro kmenové zlomy a nepřímo jako iniciační stresor pro gradaci podkorního hmyzu. Vzájemné vztahy predispozičních stresorů a iniciačních, resp. mortalitních stresorů jsou uvedeny v tabulce 1 (Janouš et al. 2002).

K nejvýznamnějším abiotickým stresorům náleží sucho, především v předjaří a jarních měsících. Letní přísušky se uplatňují jako významný predispoziční faktor pro vznik kořenových hnilob. Významným rizikem je kombinace abiotických stresorů, kterými jsou letní přísušky a vysoká

teplota v kombinaci s vysokou vzdušnou vlhkostí, které mohou být příčinou přehřátí pletiv. Klimatické extrémy v zimě jsou pro smrk rizikové především narušením dormance relativně teplým obdobím a náhlým poklesem teplot pod bod mrazu. Rizikovým faktorem pro smrk, především v horských oblastech, jsou imise dusíku, které na jedné straně podporují růst, na druhé straně jsou nedostatečně vyžralá pletiva náchylná k vymrzání a jiným typům poškození pletiv.

Biotické faktory se uplatňují především jako iniciační stresory (např. savý a listožravý hmyz). V kombinaci s působením abiotických predispozičních stresorů mohou působit jako mortalitní stresory. U kořenovníku vrstevnatého (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) je infekce výsledkem poškození vesměs extrémně povrchového kořenového systému přísušky. Na stanovištích s vysokou hladinou spodní vody (oglejená stanoviště, vodou ovlivněná stanoviště) je kořenový systém extrémně mělký díky anaerobním podmínkám. V období přísušek pak dochází k narušení kořenů zavádáním a v důsledku objemových změn v půdě také k mechanickému potrhání kořenů. Poškozenými kořeny pak proniká infekce kořenovníku vrstevnatého. Zvyšuje se náchylnost ke škodám větrem, především kmenovým zlomům a vývrátům. Na vyvrácených kmenech jsou příznivé podmínky k namnožení podkorního hmyzu, který ohrožuje okolní smrkové porosty. Rizikem je nejen přímé poškození kořenů, ale rovněž postupné rozvrácení porostů a jejich otevírání vůči větru.

Tab. 1. Vzájemné závislosti abiotických a biotických stresových faktorů (Janouš et al. 2002).

| Iniciační a mortalitní stresor (sekundární závislý stresor) | Predispoziční a iniciační stresové faktory (primární stresor) | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------|------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|--------------|------|---------------------------|------------|-------------------|----------------|-------------------------|
| | Abiotické rizikové faktory | | | | | | | | Biotické rizikové faktory | | | | |
| | Sucho v předjaří | Letní přísušky | Kolísavá vodní hladina | Vysoká teplota | Klimatické extrémy v zimě | Klimatické extrémy v létě | Imise dusíku | Vítr | Václavka | Kořenovník | Lýkožrout smrkový | Drobní kůrovci | Listožravý a savý hmyz, |
| Václavka | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 0 | - | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Kořenovník | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Lýkožrout smrkový | 3 | 3 | 2 | 3 | 0 | 3 | 1 | *(2) | 1-2 | 1 | - | 0-1 | 0 |
| Drobní kůrovci | 3 | 3 | 2 | 3 | 0 | 3 | 1 | *(2) | 2 | 1 | 1 | - | 1 |
| Listožravý a savý hmyz | 3 | 3 | 2 | 3 | 0 | 3 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | - |
| Vítr | 1 | *(2) | 2 | 1 | *(1) | *(2) | *(1) | - | 3 | 3 | - | - | - |

Legenda: - korelace nemůže vzniknout; 0 – není korelace; 1 - slabá korelace; 2 - silná korelace; 3 – velmi silná korelace; (0-3) – nepřímý vliv.

Vzájemné interakce biotických stresorů nejsou vesměs tak výrazné jako jejich vazba na predispoziční abiotické stresory. Významnější může být vazba kořenových hnilob jako iniciačních stresorů na predispozici stromů k náletu hmyzu. U některých faktorů se jejich vliv uplatňuje nepřímo. V případě lýkožrouta smrkového a větru poskytují polomy vhodné podmínky pro nastartování jeho gradací a ohrožení okolních porostů. Stejný problém představují v případě větru letní přísušky, které jako predispoziční faktor zvyšují riziko kořenových infekcí. Podobně nepřímo se mohou uplatňovat i klimatické extrémy a imise dusíku (Tab. 1).

Změněné ekologické podmínky se odráží i na zdravotním stavu našich lesů i volně rostoucí vegetace. Z pohledu ekologické stability je možno značnou část našich lesů označit v současnosti za nestabilní. Následující příčiny destabilizace lesa jsou dokonce přímým důsledkem činnosti člověka: 1) borealizace středoevropského lesa jako ekonomického záměru člověka; 2) dřevinná skladba neodpovídající přírodním podmínkám, převažující jsou smrkové monokultury; 3) nevhodná věková skladba porostů, věková stejnorodost porostů; 4) nevhodné způsoby hospodaření, aplikace nevhodných pěstebních a těžebních technologií, poškození lesních půd.

S ohledem na prognózované globální klimatické změny je možno ve střední Evropě očekávat další zvyšování nestability lesních ekosystémů, především z důvodu dalšího nepříznivého působení abiotických stresových faktorů. Za situace, kdy se řada lesních ekosystémů nachází na okraji ekologického optima, může i minimální změna snížit dosavadní rezilienci ekosystému. Z hlediska klimatických změn lze v našich podmínkách předpokládat, že se jako predispoziční faktor výrazně uplatní především suché periody a teplotní extrémy. Rovněž lze očekávat zvýšenou frekvenci gradací škůdců (Mrkva 1993), vysoké riziko zavlečení nových chorob (Jančařík 1992) a aktivizaci škůdců na řadě dřevin a chorob dosud okrajového významu (Liška et al. 1994), často označovaných jako překvapiví škůdci (Urban 2000).

Materiál a metody

V rámci řešení projektu VaV/740/1 "Výzkum dopadů klimatické změny vyvolané zesílením skleníkového efektu na sektory vodních zdrojů, zemědělství, lesního hospodářství a zdravotnictví" byly aplikovány odhady dopadu klimatických změn na lesy ČR na příkladu přírodní lesní oblasti (PLO 11) Český les. Bylo odhadnuto riziko rozpadu smrkových porostů v podmínkách daných scénářem klimatické změny z výstupů klimatického modelu HadCH2 a scénářem nárůstu CO₂ SRES A2 klimatické změny (Janouš et al. 2001, 2002). Na základě syntézy dosavadních poznatků o působení abiotických a biotických stresových faktorů v PLO Český les byla zhodnocena rizika aktivizace patogenů v těchto podmínkách a byl proveden expertní odhad rizik destabilizace stávajících smrkových porostů jak pro současné podmínky, tak i pro podmínky dané scénáři klimatické změny.

Výsledky a diskuse

Zhodnocení ohrožení smrku ztepilého v ČR klimatickými změnami

Smrk ztepilý jako hlavní hospodářská dřevina v České republice je již dnes pěstovaný na okraji ekologického optima. Z hlediska dopadu klimatických změn jde o nejméně stabilní dřevinu. Lze očekávat, že především smrkové porosty ve 3. a 4. lesních vegetačních stupňů (lvs) budou v budoucnosti ve zvýšené míře destabilizovány kořenovými hnilobami v důsledku klimatické změny (Čermák et al. 2004). Vedle vody jako nejvýznamnějšího predispozičního faktoru kořenových hnilob u smrku se uplatní rovněž poruchy ve výživě s dopadem na architekturu kořenového systému. Významnou roli bude hrát množství přístupného dusíku.

V horských oblastech je možno očekávat aktivizaci chorob letorostů smrku (*Ascolalyx abietina* (Lagerb.) Schläpfl. - Bernh.) a rovněž asimilačního aparátu (*Lirula macrospora* (R. Hartig) Darker, *Lophodermium piceae* (Fuckel) Höhn). Mokrá sněžná pokrývka v zimním období může způsobit rozlámání porostů a zvýšené riziko houbových infekcí, jako je *Herpotrichia nigra* R. Hartig, *Botrytis cinerea* Pers.:Fr. aj.

Významným rizikem, které s klimatickými změnami u smrkových porostů ještě významně vzroste, je gradace hmyzích škůdců. Jako mortalitní faktor se i nadále bude uplatňovat podkorní hmyz (*Ips typographus* L., *Pityogenes chalcographus* L., *Polygraphus poligraphus* L.) a gradace listožravých škůdců typu bekyně mnišky (*Lymantria monacha* L.), pilatek (*Pachynematus montanus* Zadd., *P. scutellatus* Htg.), ploskohřbetek (*Cephalcia abietis* L.), případně obalečů. Lze rovněž očekávat zásadní vzrůst populací savého hmyzu (*Sacchiphantes abietis* Ratz. = *Chermes abietis* L., *Adalges laricis* Vall. aj.), reagující na stresovou zátěž dřevin v důsledku vodního deficitu, zvýšených depozic dusíku apod. V posledních letech se na řadě lokalit objevilo dosud nespecifikované hynutí smrkových mlazin. Přestože není původce jednoznačně determinován, za jednoho z predispozičních činitelů lze uvažovat abiotické faktory v podobě srážkových a teplotních extrémů.

Vzhledem k tomu, že adaptační potenciál smrkových porostů starších 60 let je ve všech našich pohohřích u většiny porostů šestého a vyšších lesních vegetačních stupňů velmi nízký vzhledem k dlouholetému synergickému působení klimatických extrémů a imisí (Cudlín et al. 2001), je třeba těmto porostům v souvislosti s klimatickou změnou věnovat zvýšenou pozornost. Lze zde sice očekávat zmírnění některých nepříznivých klimatických extrémů (například nízkých teplot), přesto stromy starších věkových tříd mohou reagovat i na menší změny klimatických podmínek (oteplení koncem zimy, občasné přísušky koncem jara) ztrátou schopnosti nahrazovat každoročně defoliované výhony. V současnosti se tedy zdají být nejméně ohrožené porosty smrku ztepilého v 5. vegetačním stupni. Dojde-li však k předpokládané změně klimatických faktorů, stanou se stanovištní podmínky rovněž příznivé pro houbové a hmyzí škůdce a situace se může začít zhoršovat.

K řešení problému by mohla významně přispět změna druhové skladby lesa ve prospěch listnáčů a jedle bělokoré. Pěstování smrku by mělo být omezeno především na horské oblasti. Až na

výjimky je vhodné vyloučit smrk jako výlučnou porostotvornou dřevinu na živných stanovištích 3. a 4. lvs. Na druhé straně, především z ekonomických důvodů, nelze očekávat rychlý a zásadní obrat v lesním hospodářství a tak především ve středohorách zůstane smrk významnou hospodářskou dřevinou. V současnosti zakládané lesy dosáhnou mýtního věku koncem 21. století, kdy by měly být klimatické změny zcela zřejmé.

Zhodnocení ohrožení hospodářských souborů v PLO 11 Český les dopady klimatické změny

Odhad rizik dopadů klimatické změny pro jednotlivé cílové hospodářské soubory je uveden v tabulce 2. Podle výpočtu hodnot faktoru ohrožení (RF) můžeme cílové hospodářské soubory rozdělit do následujících skupin:

Očekávané rychlé odumření smrkových porostů

HS 21 exponovaná stanoviště nižších poloh, HS 23 kyselá stanoviště nižších poloh, HS 27 oglejená chudá stanoviště středních poloh, HS 41 exponovaná stanoviště středních poloh.

Na těchto stanovištích je možno očekávat silně progresivní procesy chřadnutí, iniciované klimatickými extrémy, provázené aktivizací hmyzích škůdců a houbových patogenů. Typickým jevem je synergické působení abiotických i biotických faktorů a obtížnost najít hlavní mortalitní stresor. Zásadním problémem zde bude sucho a extrémní teploty v létě. V těchto HS je další pěstování smrku vyloučeno. Pravděpodobnost rozpadu porostu je 1,0.

Očekávané chřadnutí smrku s vysokým rizikem odumření a aktivizace biotických škůdců

HS 45 živná stanoviště středních poloh, HS 47 oglejená stanoviště středních poloh, HS 51 exponovaná stanoviště vyšších poloh.

Na těchto stanovištích lze očekávat vysoké riziko dopadů abiotických faktorů a následné aktivizace kořenových hnilob a podkorního hmyzu, následované celkovým rozpadem porostů. Porosty budou silně ohroženy větrem jako důsledek destrukce kořenového systému. Pěstování smrku bude v těchto HS silně omezené ve všech věkových stupních s extrémním rizikem rozvratu porostů. Pravděpodobnost rozpadu porostu je 0,8-0,9.

Střední riziko chřadnutí smrku a následné aktivizace škůdců jako mortalitního faktoru

HS 43 kyselá stanoviště středních poloh, HS 55 živná stanoviště vyšších poloh, HS 57 oglejená stanoviště vyšších poloh.

Rozhodujícím faktorem zde pravděpodobně bude riziko aktivizace kořenových hnilob – kořenovníku vrstevnatého (HS 57,) a václavky (HS 55) a následné nestability vůči větru.

Tab. 2. Odhad ohrožení smrku pro HS v podmínkách klimatické změny v PLO 11 Český les.

| Zhodnocení rizik HS PLO 11 | slt | HS v klimatické změně | Biotické faktory | | | | | | Abiotické faktory | | | | faktor ohrožení | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------|--------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|----------|--------------------------|----------------------|--------------------|----|
| | | | 1. adaptační potenciál smrku | 2. václavka | 3. křenovník | 4. Ips typographus | 5. drobní kůrovci | 6. listožravý hmyz | 7. vítr | 8. sucho | 9. klimatické extrémy | 10. limise dusíku | | |
| HS 21 Exponovaná stanoviště nižších poloh | 2C | ! ¹ HS 21 | E | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 0 | 31 |
| HS 23 Kyselá stanoviště nižších poloh | 3M, 4M | !HS 23 | D | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | -1 | 30 |
| HS 27 Oglejená chudá stanoviště středních poloh | 4Q | !HS 27 | E | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | -1 | 30 |
| HS 41 Exponovaná stanoviště středních poloh | 3N, 3K9,3F, 3C, 3A, 4N, 4B9, 4A | HS 21 | C | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 0 | 30 |
| HS 43 Kyselá stanoviště středních poloh | 3K,4K, 5M | HS 23, HS 21 | B | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | -1 | 27 |
| HS 45 Živná stanoviště středních poloh | 3S, 3B, 4S, 4B | HS 25 | B | 4 | 1 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 29 |
| HS 47 Oglejená stanoviště středních poloh | 4O, 4P1 | HS 27 | B | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 0 | 29 |
| HS 51 Exponovaná stanoviště vyšších poloh | 5M9, 5K9,5N, 5S9, 5F, 5A, 5U,6N, | HS 41 | B | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 0 | 29 |
| HS 53 Kyselá stanoviště vyšších poloh | 5K, 5I1, 5S7, 6K,6I | HS 43, HS 41 | A | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | -1 | 23 |
| HS 55 Živná stanoviště vyšších poloh | 5S, 5F,5B, 5H, 5D, 6S | HS 45 | B | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 27 |
| HS 57 Oglejená stanoviště vyšších poloh | 5V,5O,5P, 6V,6O,6P, | HS 47 HS 45 (5V, 6V) | B | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 4 | 4 | -1 | 26 |
| HS 59 Podmáčená stanoviště středních a vyšších poloh | 4R, 5V9, 6V9, 6G, 6R | HS 59 HS 47 | A | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 | 5 | 4 | 4 | -1 | 23 |
| HS 71 Exponovaná stanoviště horských poloh | 7N | HS 51 | B | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 | 3 | 23 |
| HS 73 Kyselá stanoviště horských poloh | 7M, 7K | HS 53 | B | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 3 | 3 | 4 | 3 | 19 |
| HS 75 Živná stanoviště horských poloh | 7S | HS 55 | B | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 4 | 3 | 4 | 2 | 21 |
| HS 79 Podmáčená stanoviště horských poloh | 7T, 7G, 7R | HS 59 | B | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 5 | 2 | 4 | 2 | 19 |

¹ ! posun v rámci stávajících HS není možný

Legenda

1. Adaptační potenciál smrku (na dopady environmentální změny v souvislosti s posunem lvs)
 - A- změny jsou zvládnuty bez zásadního narušení fyziologických procesů v reálném čase
 - B- Změny se projeví v narušení funkční stability jednotlivých stromů; dochází ke zvýšení rizika šíření sekundárních škůdců a patogenů, stabilita porostů však přímo ohrožena není
 - C- Změny se projeví v narušení funkční stability porostů a postupném rozpadu porostů; rychlost a míra rozpadu je závislá na typu stanoviště
 - D- Smrk, resp. porosty smrku se nebudou schopny v reálném čase adaptovat na změny a dojde k rychlému rozpadu porostů
 - E- Dojde k náhlému odumření porostů (např. v důsledku desikace a přehřátí pletiv)

Adaptační potenciál smrku: schopnost smrku adaptovat se na změny prostředí v reálném horizontu klimatických změn

2. Václavka: důsledky aktivizace václavek na jednotlivé smrky a smrkový porost
3. Kořenovník: důsledky aktivizace kořenovníku na jednotlivé smrky a smrkový porost
4. *Ips typographus*: předpokládané ohrožení smrkových porostů gradacemi lýkožrouta smrkového
5. Drobní kůrovci: předpokládané ohrožení smrkových porostů gradacemi drobných druhů podkorního hmyzu
6. Listožravý hmyz: předpokládaný vliv gradací pilatek, ploskohřbetek, bekyně mnišky apod.
7. Vítr: vliv větru
8. Klimatické extrémny: Dopady extrémních klimatických period, především extrémních teplot a sucha
9. Imise dusíku: dopad předpokládaného zvýšení imisí dusíku

Použitá stupnice

| | |
|-----|-------------------|
| -1- | pozitivní vliv |
| 0- | žádný vliv |
| 1- | zanedbatelný vliv |
| 2- | slabý vliv |
| 3- | silný vliv |
| 4- | velmi silný |
| 5- | zásadní vliv |

Faktor ohrožení (RF): součet faktorů 2 - 10

RF \geq 30: vysoká pravděpodobnost rozpadu smrkových porostů z důvodu působení abiotických faktorů a následné aktivizace biotických škůdců jako mortalitních faktorů; fatálně ohrožená stanoviště, kde bude pěstování smrku limitováno nepříznivými dopady změny klimatu ; v kombinaci s adaptačním potenciálem E, D lze očekávat odumření smrkových porostů. Pravděpodobnost rozpadu porostu – 1.

RF 26 – 29 – střední až vysoká pravděpodobnost rozvoje závažných typů chřadnutí, provázených gradacemi hmyzích škůdců a houbových patogenů jako mortalitních faktorů. Porosty se budou postupně rozpadat. Rychlost závisí na četnosti klimatických extrémů jako predispozičních faktorů aktivizace hmyzu a hub. Pravděpodobnost rozpadu porostu 0,7-0,9.

RF 22 – 25 - Porosty vesměs s dobrým vnitřním adaptačním potenciálem, hlavním rizikem je působení klimatických extrémů a následný vzestup infekcí kořenových hnilob a gradací hmyzích škůdců, především lýkožrouta smrkového. Pravděpodobnost rozpadu porostu 0,4-0,6.

RF 19 – 21 – Zvýšené riziko aktivizace houbových a hmyzích škůdců jako reakce na změněné environmentální podmínky. Adaptační potenciál dřevin je dobrý (A, B). Nelze očekávat závažné poškození porostů v důsledku působení klimatické změny.

Pravděpodobnost rozpadu porostu 0,2-0,3.

RF \leq 18 Situace oproti současnému stavu významně nezměněna. Pravděpodobnost rozpadu porostu 0,0-0,1.

Společným znakem je citlivost vůči letním přísuškům, které jsou zároveň predispozičním faktorem k infekci biotických agens. V horkých a suchých letech lze předpokládat extrémní riziko gradace hmyzích škůdců, především lýkožrouta smrkového. S ohledem na povrchové kořenové systémy a jejich infekci hnilobami budou porosty náchylné ke škodám větrem. Lze očekávat, že zhruba do věku 60 let bude pěstování smrku bezproblémové, s výjimkou zvýšených ztrát při zalesňování jako důsledek působení přísušků a aktivizace václavek. Pravděpodobnost rozpadu porostu je 0,6-0,7.

Relativně příznivé podmínky pro pěstování smrku s rizikem výskytu extrémních period

HS 53 kyselá stanoviště vyšších poloh, HS 59 podmáčená stanoviště středních a vyšších poloh, HS 71 exponovaná stanoviště horských poloh.

Na těchto stanovištích jsou v současnosti relativně příznivé podmínky pro růst smrku s rizikem působení přísušků, klimatických extrémů a větru. Z biotických agens je zde především riziko gradace podkorního hmyzu a vzestup podílu červené hniloby kořenovníku vrstevnatého. Rizikem je rovněž stávající poškození smrku zvěří a následnou hnilobou pevníku krvavějícího jako jednoho z faktorů, který snižuje stabilitu porostu vůči působení větru. Pravděpodobnost rozpadu porostu je 0,4-0,6.

Příznivé podmínky pro pěstování smrku

HS 73 kyselá stanoviště horských poloh, HS 75 živná stanoviště horských poloh, HS 79 podmáčená stanoviště horských poloh.

Vhodné podmínky pro smrk zřejmě přetrvají. Při postupných změnách může dojít i k jejich zlepšení. Riziko představuje především období letních přísušků a gradace podkorního hmyzu. Především na živných stanovištích může docházet k vzestupu infekce kořenů václavkou a následné nestabilitě vůči větrům. Rizikem je rovněž stávající poškození smrku zvěří s následnou hnilobou pevníku krvavějícího, jako jeden z faktorů, který snižuje stabilitu porostu vůči působení větru. Pravděpodobnost rozpadu porostu je 0,2-0,3 (bez započítání rizika poškození porostů zvěří).

Souhrn

V souvislosti s klimatickými změnami a aktivizací chorob a škůdců lze v podmínkách České republiky očekávat: 1) zvýšenou četnost a prodloužení gradací stávajících škůdců, především pak podkorního, listožravého a savého hmyzu; 2) rozšíření nových škůdců (především minujícího a savého hmyzu) a zavlečení nových chorob a virulentních kmenů houbových patogenů; 4) změnu chování stávajících populací patogenů v důsledku změněné predispozice hostitelů a aktivizaci tzv. překvapivých škůdců; 5) zvýšení podílu kořenových hnilob smrku a riziko větrných kalamit v důsledku poškození kořenového systému; 6) zvýšení podílu prosychajících dřevin v důsledku stresové zátěže a sekundární

aktivizace hub vaskulárního vadnutí; 7) destabilizaci stávajících porostů na okraji ekologického optima, především pak produkčních smrkových monokultur ve 3. a 4. lvs.

V současnosti zakládané porosty by dle prognóz měly dospívat v období kulminace klimatické změny. Tento fakt je třeba zohlednit při zakládání lesních porostů v ČR respektováním druhového spektra a proveniencí dřevin. Z hlediska stability lesních ekosystémů je nutné zvýšit podíl přirozené obnovy a provést opatření, směřující k minimalizaci impaktu zvěře na les. V opačném případě hrozí riziko rychlé masové destrukce některých stávajících porostů jako důsledek změn, vyvolaných klimatickou změnou.

Klíčová slova: analýza rizik, globální klimatická změna, smrk ztepilý

Literatura

- Cudlín P., Novotný R., Moravec I., Chmelíková E. 2001. Retrospective evaluation of the response of montane forest ecosystems to multiple stress. *Ekológia* 20: 108-124.
- Čermák P., Jankovský L., Cudlín P. 2004. Risk evaluation of the climatic change impact on secondary Norway spruce stands as exemplified by the Křtiny Training Forest Enterprise. *J. For. Sci.* 50:256-262.
- Jančařík V. 1992. Gradace houbových chorob ve změněných ekologických podmínkách ČSFR a ostatní Evropy 1.- 3. část. *Les. práce*, 71: 51-53, 85-87, 122-125.
- Janouš D. et al. 2001. Výzkum dopadů klimatické změny vyvolané zesílením skleníkového efektu na Českou republiku. Závěrečné zprávy za DP 02 Výzkum dopadů klimatické změny vyvolané zesílením skleníkového efektu na sektory hydrologie, zemědělství a lesního hospodářství a vliv klimatických změn na lidské zdraví. (Jankovský, L., Cudlín, P., Moravec I., Čermák, P. Zhodnocení stávajícího stavu ochrany lesa z hlediska prognóz dopadů klimatické změny na zdravotní stav smrku na příkladu Českého lesa (částečně též Dražanské vrchoviny a Podbeskydské pahorkatiny). Projekt VaV/740/1/00.
- Janouš D. et al. 2002. Klimatická změna a klimatické fluktuační normály vybraných klimatologických prvků na území ČR. Dílčí projekt 02. Výzkum dopadů klimatické změny vyvolané zesílením skleníkového efektu na sektory vodních zdrojů, zemědělství, lesního hospodářství a zdravotnictví. Jankovský, L. et Cudlín. Ochrana lesa z hlediska prognóz dopadů klimatické změny na zdravotní stav smrku. Projekt VaV/740/1/01.
- Liška J., Kapitola P., Knížek M., Šrůtka P. 1994. Je možné považovat současné přemnožení lesního hmyzu za důsledek nastávajících globálních změn? *Zprávy les. výzkumu* 39: 55-56.
- Manion P.D., Lachance D. 1992. Forest Decline Concepts. APS St. Paul, Minnesota.
- Mrkva R. 1993. Ochrana lesa: Ekologické pojetí a rozvoj. *Lesnictví-Forestry*, 39: 357-364.
- Urban J. 2000. Výskyt, bionomie a škodlivost mandelinky olšové (*Linnaidea aenea* L.). *J. For. Sci.*, 46: 468 – 484.